INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUARIA

URUGUAY

ARROZ

RESULTADOS EXPERIMENTALES 2009- 2010

40 años
Estación Experimental del Este
1970-2010

Septiembre 2010

ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN 611

INIA TREINTA Y TRES

cmyk

ARROZ

Resultados Experimentales

2009-2010

Setiembre de 2010.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr., M.Sc. Enzo Benech - Presidente

Ing. Agr., Dr. Mario García - Vicepresidente

MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA
REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

Ing. Agr. José Bonica

Dr. Alvaro Bentancur

ASOCIACION RURAL DEL URUGUAY 1871

FEDERACION RURAL

Ing. Agr., M.Sc. Rodolfo M. Irigoyen

Ing. Agr. Mario Costa

CAF

COMISION NACIONAL DE FOMENTO RURAL

CREA

ARROZ

Resultados Experimentales

2009-2010

TÉCNICOS INIA

Programa Nacional de Producción de Arroz/ Programa Nacional de Producción y Sustentabilidad Ambiental
Ing. Agr., MSc. Rosario Alzugaray [1]
Ing. Agr., MSc. Stella Avila [2]
Ing. Agr., MSc. Pedro Blanco [3, 2]
Ing. Agr. Guillermina Cantou[2]
Ing. Agr., MSc. Enrique Deambrosi [2]
Ing. Agr., MSc. Andrés Lavecchia [4]
Ing. Agr., Dr. Ramón Méndez[2]
Ing. Agr. Federico Molina [2]
Ing. Agr., MSc., PhD Fernando Pérez [2]
Ing. Agr., MSc., PhD Alvaro Roel [5, 2]
Lic. Juan Rosas[2]
Ing. Agr., MSc. Néstor Saldain [2]
Ing. Agr., PhD. José Terra [2,6]

Unidad Técnica de Semillas
Ing. Agr., MSc. Ana L. Pereira [2]

Unidad Técnica de Biotecnología
Ing. Agr., Lic., MSc. Victoria Bonecarrère[7]

Unidad Agroclimatología - GRAS
Téc. Agrop. José Furest [7]
Ing. Agr. MSc. Agustín Giménez [7]

Dirección Regional
Ing. Agr., PhD. Walter Ayala[8]

Unidad De Comunicación y Transferencia De Tecnología
Ing. Agr., MSc. Horacio Saravia [2]

Secretaría – Edición, Diagramación
Olga Alvarez

OTRAS INSTITUCIONES O EMPRESAS

Facultad de Agronomía
Lic. Leticia Bao
Lic. Carlos Bentancourt
Hermann Huber [9]
Venancio Machado [9]
Pablo Rodríguez [9]
Ana I. Sanchez [9]

Facultad de Ciencias
Leticia Chao [9]

Facultad de Química
Lic., M.Sc Mariana Carlomagno (Estudiante PhD)
Q.F., PhD.Gualberto González-Sapienza

LAGE Y CIA
Ing. Agr. Claudine Folch

Instituto Nacional de Agrícolas, Cuba
Ing. Agr. Sandra Díaz [10]

UFPEL, Brasil
Matheus Betemps [10]
Bruna Obes Correa [10]
Caroline Leal [10]

[1] Técnico INIA La Estanzuela
[2] Técnico INIA Treinta y Tres
[3] Director de Programa Nacional de Arroz
[4] Técnico INIA Tacuarembó
[5] Director Regional INIA Treinta y Tres hasta abril 2010
[6] Director de Programa P. S. A. desde agosto 2010
[7] Técnico INIA Las Brujas
[8] Director Regional INIA Treinta y Tres desde abril 2010
[9] Estudiante de Grado
[10] Pasante

Las siguientes personas colaboraron para que este trabajo fuera posible:

Administración:
Castro, Pablo
Cecilia Correa
Saavedra, Alicia

Biblioteca: Mesones, Belky

Manejo de Arroz:
Casales, Luis
Crosa, Gustavo
Denis, César
Escalante, Fernando
Ferreira, Alexandra
Jara, Ruben
Lauz, Fernando
López, Adriana
Sosa, Beto

Mejoramiento de Arroz:
Arismendi,Graciela
Duche, Luis A,
Duplatt, Luzbel
Ferreira, Wilson
Martínez, Luis
Silvera, Walter H,
Vargas, José

Paso de la Laguna:
Acosta, Daniel
Correa, José
Furtado, Irma
Gorosito, Julio
Rodríguez, Ruben
Texeira, Mario

Personal: Der Gazarián, Verónica

Secretaría: Alvarez, Olga
Crossa, Eloisa

Semillas:
Duplatt, Miguel
Duplatt, Juan J,
Oxley, Mabel
Pimienta, Ariel

Servicios Auxiliares:
Bas, Rafael
Domínguez, Miguel
Figueroa, Mauro
Mesa, Dardo
Moreno, Daniel
Sosa, Bruno

Servicio de Operaciones:
Alonzo, Jorge
Bauzil, Raúl
Becerra, Germán
Hernández, Jorge
Ituarte, Gerardo

Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología
Segovia, Carlos

Unidad de Informática:
Sosa, Martín

Edición y Compaginación: Eloisa Crossa
Impresión y Compaginación: Carlos Segovia
Graciela Arismendi
Compaginación:
C. Denis
R. Jara
F. Lauz
A. López
G. Crossa

ÍNDICE

Página

CAPÍTULO 1 - AGROCLIMATOLOGÍA

Información climática 1
Comportamiento de las principales variables climáticas en la zafra 2009-10 3
Perspectivas climáticas de mediano plazo: Diagnóstico a agosto de 2010 del fenómeno “El niño-La niña” 8

CAPÍTULO 2 - RIEGO

Manejo del riego: Productividad del agua 1

CAPÍTULO 3 - MANEJO DE SUELOS Y NUTRICIÓN VEGETAL

Efectos sobre el cultivo de arroz de la cobertura vegetal, del pastoreo ovino y largo de barbecho bajo siembra directa Análisis conjunto de dos años 1
Efecto de cultivos de cobertura invernal sobre la respuesta A N en el cultivo de arroz en siembra directa 9
Respuesta del arroz a la inoculación con *Azospirillum* o *Herbaspirillum* 21
Determinación del momento óptimo de aplicación de la cobertura nitrogenada en la etapa reproductiva para INIA Olimar y El Paso 144 28
Evaluación de los efectos de la aplicación de verde urea en arroz 33
Estimuladores del crecimiento 39
Efectos del uso de “Starter” y “Synergize” en la semilla de arroz en un suelo de pH>6 perteneciente a la Unidad “La Charqueda” 53
Respuesta de cultivares de arroz de tipo *indica* a coberturas nitrogenadas en 4 épocas de siembra 57

CAPÍTULO 4 - MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES Y PLAGAS

I. MANEJO DE ENFERMEDADES

Evaluación de fungicidas para el control de quemado del arroz (Brusone), *Pyricularia grisea* 1
Nuevos avances sobre la caracterización molecular de aislamientos de *Pyricularia grisea* en Uruguay 12
Pruebas de patogenicidad de grupos de aislamientos de *Pyricularia grisea*, obtenidos por aflp 16
Evaluación de momentos de aplicación de fungicidas para el control de las enfermededes del tallo 23

Control biológico de las enfermedades del tallo. Evaluación del producto trichosoil para el control de podredumbre del tallo (*Sclerotium oryzae*) y manchado de vainas (*Rhizoctonia oryzae* y *Rhizoctonia oryzae sativae*) 30

II. MANEJO DE PLAGAS

Estudios biológicos de la bichera de la raíz, Oryzophagus oryzae como base para la implementación de buenas prácticas de manejo del cultivo de arroz en diferentes zonas de Uruguay. Temporadas 2006 a 2009 35
Evaluación de tratamientos curasemillas para el control del cascarudo (*Euetheola humilis*) y gorgojo acuático (*Oryzophagus oryzae*) en arroz 41
Evaluación de las poblaciones de larvas de *Oryzophagus oryzae* en raíces de arroz con tratamientos de curasemillas insecticidas 46

CAPÍTULO 5 - MANEJO DE MALEZAS

Manejo de malezas 1
Selectividad del Command en preemergencia en El Paso 144.... 3
Selectividad del Command aplicado en preemergencia en variedades de arroz 17
Efecto del momento del baño y la aplicación de Command en Preemergencia en el control del capín 30

CAPÍTULO 6 - VALORIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ARROCERO

Disipación de los herbicidas Clomazone y Quinclorac en arroz bajo dos tratamientos de riego 1

CAPÍTULO 7 - MEJORAMIENTO GENÉTICO

Comportamiento de L5502 1
Resumen de C-289 8
Comentarios generales sobre la evaluación interna de cultivares 11
Evaluación de cultivares en ensayos en fajas 16
Evaluación final 24
Evaluación avanzada de cultivares de calidad americana 31
Evaluación avanzada de cultivares Clearfield 37
Evaluación de cultivares *indica* 44
Cultivares *japónica* templado 55
Selección en poblaciones segregantes 61

Página

CAPÍTULO 8 - ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO DE ARROZ

Aspectos de la ecofisiología del cultivo de arroz en Uruguay:
I. Análisis de la productividad en los últimos 15 años 1
Aspectos de la ecofisiología del cultivo de arroz en Uruguay:
II. Importancia de la fecha de siembra en la productividad 8
Impacto ambiental de la tecnología Clearfield en sistemas de producción de arroz contrastantes de América Latina:
Flujo génico entre arroz cultivado-arroz maleza 12
Evaluación de La respuesta a bajas temperaturas en cultivares de arroz 20
Respuesta a bajas temperaturas en estadios vegetativos de cultivares avanzados del Programa de mejoramiento genético de INIA 20
Respuesta a bajas temperaturas en estadios reproductivos de cultivares de arroz 24
Caracterización fenotípica y molecular de la tolerancia a frío en estadio reproductivo del arroz 27

CAPÍTULO 9 - SEMILLAS

I. PRODUCCIÓN DE SEMILLAS BÁSICAS DE ARROZ
Informe de producción de la zafra 2008-09 1
Evolución histórica de producción y uso de semilla básica 2
II. CALIDAD EN SEMILLAS DE ARROZ
Vigor en semillas de arroz almacenadas 3

PRÓLOGO

En esta publicación se presentan los productos de un nuevo año del trabajo de investigación realizado por los técnicos de distintas disciplinas del Programa Arroz, contándose también con aportes de otros programas y unidades técnicas de INIA, así como de otras instituciones del país y la región.

En la zafra 2009/10 se registraron condiciones climáticas adversas, con excesos de precipitaciones en noviembre, que determinaron que aproximadamente 23% del área del país se sembrara en forma tardía, y fundamentalmente a través de la reducción en horas de sol en los meses de enero y febrero. No obstante las limitaciones mencionadas, es destacable que el rendimiento promedio del país alcanzó a 7,1 t/ha, superior al logrado en condiciones climáticas favorables a fines de los años 90 o comienzos de la década actual, lo cual evidencia el alto nivel logrado en el manejo del cultivo.

Las condiciones climáticas mencionadas contribuyeron a una inusual presión de la enfermedad Brusone, causada por el hongo Pyricularia grisea, la cual causó gran preocupación a todos los actores del sector arrocero. En la publicación se presentan algunos resultados que contribuyen a clarificar la situación actual sobre la variabilidad del patógeno y su evolución histórica, espectro de virulencia, control y avances en resistencia genética.

Evidenciando la interacción entre el Programa Arroz y otros programas y/o Unidades Técnicas de INIA, se destacan los aportes realizados al cultivo y al sistema de producción a través de trabajos conducidos por el Programa de Producción y Sustentabilidad Ambiental, Unidad Técnica de Biotecnología, Unidad Técnica de Semillas, Unidad Técnica GRAS, Programa Pasturas y Forrajes y Programa Producción de Carne y Lana, algunos de los cuales son publicados y/o presentados en esta jornada técnica, o en las realizadas en la zona Norte.

Asimismo, en el año en curso están culminando los últimos proyectos FPTA-INIA correspondientes al llamado realizado en 2005 (inicio de ejecución en 2007), a través de los cuales se dio una fructífera interacción entre investigadores de INIA y de las instituciones ejecutoras, entre las que se cuentan Facultad de Agronomía y Facultad de Química. A través de estos proyectos, las instituciones ejecutoras han generado los primeros datos locales sobre emisiones de metano y óxido nitroso en arroz, información sobre la biología del gorgojo acuático y desarrollado un método rápido y de bajo costo para determinación de residuos de Clomazone, así como contribuido al estudio de curvas de disipación de este herbicida y del Quinclorac.

Paralelamente, se presentan avances en la ejecución del proyecto regional cooperativo, financiado por FONTAGRO, sobre impacto ambiental de la adopción del arroz resistente a las imidazolinonas. Asimismo, se destaca el inicio de actividades de un nuevo proyecto regional FONTAGRO, coordinado por el Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (FLAR), sobre utilización de marcadores moleculares para resistencia a frío en arroz. En la publicación también se incluyen resultados de trabajos en colaboración con investigadores o estudiantes extranjeros, a través de pasantías realizadas en INIA Treinta y Tres, en tolerancia a fríos (Instituto del Arroz-Cuba) y tecnología de semillas (Universidad Federal de Pelotas).

Esta publicación representa un nuevo paso en el esfuerzo de largo plazo del equipo técnico y del personal de apoyo del Programa Arroz, por conformar un trabajo con alto grado de discusión, articulación y calidad, contribuyendo a mejorar la tecnología y competitividad del cultivo de arroz.

Ing. Agr., M.Sc. Pedro Blanco
Director Programa Nacional de Arroz

Ing. Agr., M.Sc., Ph.D. Walter Ayala
Director Regional INIA Treinta y Tres

AGROCLIMATOLOGÍA

INFORMACIÓN CLIMÁTICA

Ramón Méndez[1/], Álvaro Roel[1/], Julio Gorosito[1/], José Furest[2/]

INIA Treinta y Tres obtiene información agroclimática para el área de influencia de la Estación Experimental a partir de una estación instalada en el año 1972. El objetivo de ésta es el de obtener información detallada de clima y hacerla disponible para los diferentes Proyectos de Investigación.

Todos los días se registran a las 9 y 15 horas los siguientes datos:

- Temperatura al abrigo (Máxima, Mínima y Media)
- Temperatura de Suelo Cubierto y Desnudo (Máxima, Mínima y Media)
- Temperatura Mínima sobre Césped
- Humedad Relativa
- Evaporación: Piché y Tanque “A”
- Precipitación
- Heliofanía
- Radiación Solar
- Movimiento del aire, viento a 2m.
- Nubosidad

La información se procesa diariamente, se realizan los cómputos de las bandas y los datos se resumen cada 10 días y mensualmente, quedando así elaborados para el uso de los diferentes Proyectos y en la página web de INIA (www.inia.org.uy). A partir del año 2009 la información está en la web en forma diaria.

Para esta Publicación, se presentan los datos mensuales de los parámetros climáticos detallados anteriormente:

- Zafra Anterior julio 2008 - junio 2009 (Cuadro 1).
- Última Zafra julio 2009 – junio 2010 (Cuadro 2).
- Promedios de la Serie Histórica julio 1973 – junio 2010 (Cuadro 3)

1/ INIA Treinta y Tres
2/ INIA Las Brujas

Cuadro 1. Datos meteorológicos obtenidos en la Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental del Paso de la Laguna - INIA T. y Tres. **Julio 2008 - Junio 2009.**

	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Anual
TEMPERATURA(°C)													
Media	14.0	11.9	14.1	16.6	21.3	21.7	22.6	22.7	21.8	17.5	14.9	10.4	**17.5**
Máxima media	19.2	18.0	18.8	22.8	28.2	28.1	29.2	28.8	27.0	24.5	21.6	16.2	**23.5**
Mínima media	8.8	5.8	9.4	10.3	14.4	15.4	16.1	16.5	16.6	10.5	8.3	4.7	**11.4**
HELADAS (Días)	6	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	**12**
HELIOFANÍA Media diaria (Horas)	4.4	6.7	4.5	7.1	9.6	8.5	8.2	8.6	7.0	7.5	5.7	4.2	**6.9**
VIENTO (2 metros) Velocidad media (k/h)	6.6	7.4	8.5	8.6	8.8	8.6	8.4	7.4	6.3	5.1	5.1	6.7	**7.9**
PRECIPITACIÓN (mm)	53.9	115	77.6	37.9	16.9	85.9	103	74.7	259	22.2	105	86.8	**1040**
Días de lluvia	8	8	8	8	3	9	9	5	12	4	10	8	**92**
EVAPORACIÓN TANQUE "A" Total mensual	57.8	72.6	91.4	160	246	230	223	187	146	103	75.3	51.0	**1646**

Cuadro 2. Datos meteorológicos obtenidos en la Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental del Paso de la Laguna - INIA T. y Tres. **Julio 2009 - Junio 2010.**

	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Anual
TEMPERATURA(°C)													
Media	9.2	13.7	13.4	15.3	20.3	20.6	23.6	23.7	21.6	17.6	15.2	11.1	**17.1**
Máxima media	14.6	20.4	18.1	21.4	25.1	25.7	29.4	28.1	27.4	23.7	20.6	16.8	**22.6**
Mínima media	3.7	6.6	8.9	9.1	15.5	16.6	17.8	19.2	15.9	11.7	9.9	5.5	**11.7**
HELADAS (Días)	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	**12**
HELIOFANÍA Media diaria (Horas)	4.9	5.8	5.1	7.2	4.8	6.5	8.9	5.8	7.4	6.4	3.6	4.2	**5.9**
VIENTO (2 metros) Velocidad media (k/h)	7.7	7.2	9.3	8.9	9.5	8.6	7.5	8.4	7.3	6.0	6.9	6.6	**7.9**
PRECIPITACIÓN (mm)	48.3	115	92.3	105	211	163	122	449	109	89.1	50.0	54.4	**1608**
Días de lluvia	6	6	9	6	16	10	6	12	6	9	9	8	**103**
EVAPORACIÓN TANQUE "A" Total mensual	68.0	90.5	94.2	151	139	171	211	132	157	105	68.3	61.1	**1448**

Cuadro 3. Datos meteorológicos obtenidos en la Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental del Paso de la Laguna - INIA T. y Tres. **Serie Histórica Julio 1973 – Junio 2010.**

	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Anual
TEMPERATURA(ºC)													
Media	10.8	12.0	13.5	16.4	18.8	21.4	22.8	22.3	20.9	17.4	13.8	11.1	**16.8**
Máxima media	16.3	17.9	19.2	22.4	25.1	27.8	29.4	28.4	27.0	23.5	19.8	16.6	**22.8**
Mínima media	5.6	6.7	8.0	10.5	12.4	14.5	16.7	16.7	5.2	11.6	8.2	5.8	**10.2**
HELADAS (Días)	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	**11**
HELIOFANÍA Media diaria (Horas)	4.7	5.4	5.9	6.8	8.1	8.5	8.5	7.6	7.1	6.3	5.4	4.6	**6.6**
VIENTO (2 metros) Velocidad media (k/h)	6.9	7.3	8.5	8.6	8.8	8.6	8.3	7.4	6.4	6.3	6.0	6.2	**7.5**
PRECIPITACIÓN (mm)	121	105	110	99	99	100	116	156	112	108	126	118	**1370**
Días de lluvia	10	9	10	10	8	8	9	10	9	9	9	8	**110**
EVAPORACIÓN TANQUE "A" Total mensual	52.1	67.9	91.2	134	173	211	214	160	138	93.6	62.3	45.9	**1443**

COMPORTAMIENTO DE LAS PRINCIPALES VARIABLES CLIMÁTICAS EN LA ZAFRA 2009/10

Ramón Méndez[1/] Alvaro Roel[1/]

INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA

En la información presentada se observarán el comportamiento de las principales variables agroclimáticas de las tres últimas zafras (2007/08, 2008/09 y 2009/10). En cada grafico se mostraran los datos décadicos correspondiendo a las líneas, referentes a cada zafra y los puntos a la información histórica de la dispersión de los mismos en la serie de años.

PRECIPITACIONES

En la figura 1 que al igual que en el año 2007, en 2009 ocurren lluvias al comienzo del mes de octubre a diferencia de año 2008. En 2009 noviembre tiene registros altos lo que tuvo incidencia en la siembra del cultivo para este año.

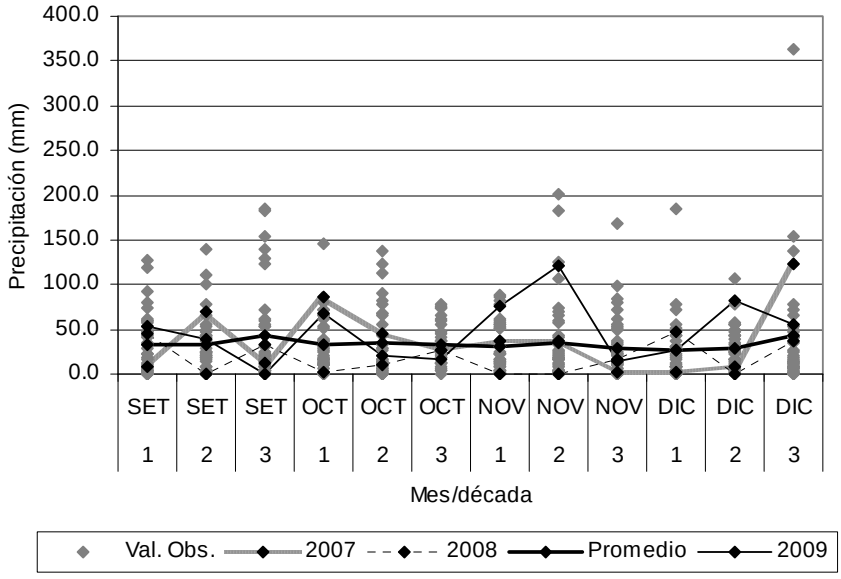


Figura 1. Registros decádicas de precipitaciones desde setiembre a diciembre.

En la figura 2 donde se muestran los registros desde enero a abril se observa las precipitaciones altas del año 2010, principalmente en la primer década de febrero con un valor histórico máximo.

Para el año 2008 el registro máximo de este periodo se da en la tercera década de febrero y para el año 2009 en las dos primeras décadas de marzo.

[1/] INIA Treinta y Tres

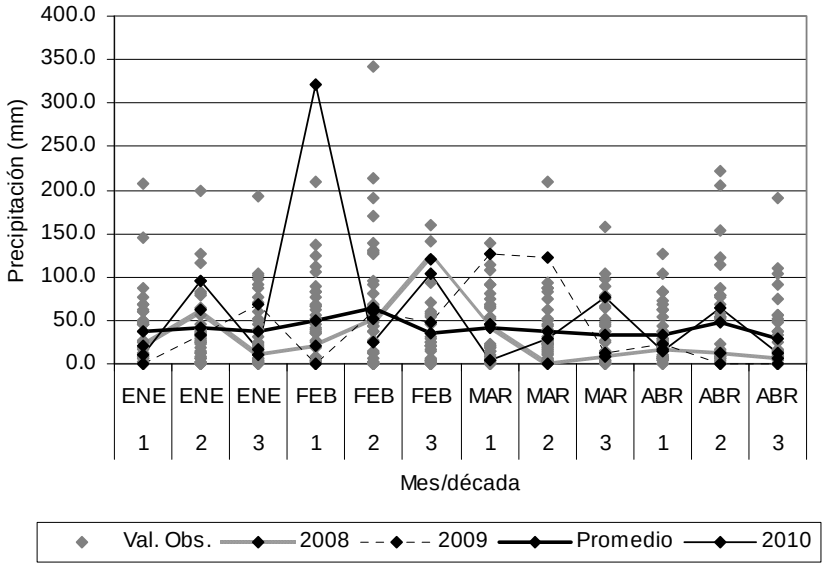


Figura 2. Registros decádicos de precipitaciones desde enero a abril.

TEMPERATURA MÁXIMA

Los registros decádicos desde setiembre a diciembre para esta variable (Figura 3) destacan un comportamiento bastante similar al promedio histórico hasta el mes de octubre. Después se observa registros por debajo del promedio para el año 2009 durante el mes de diciembre y un aumento por encima del promedio para el año 2008 en la primera y tercera década de noviembre. Los datos del año 2007 están muy parecidos a lo normal. El comportamiento de enero a abril es muy similar a lo registrado promedialmente (Figura 4)

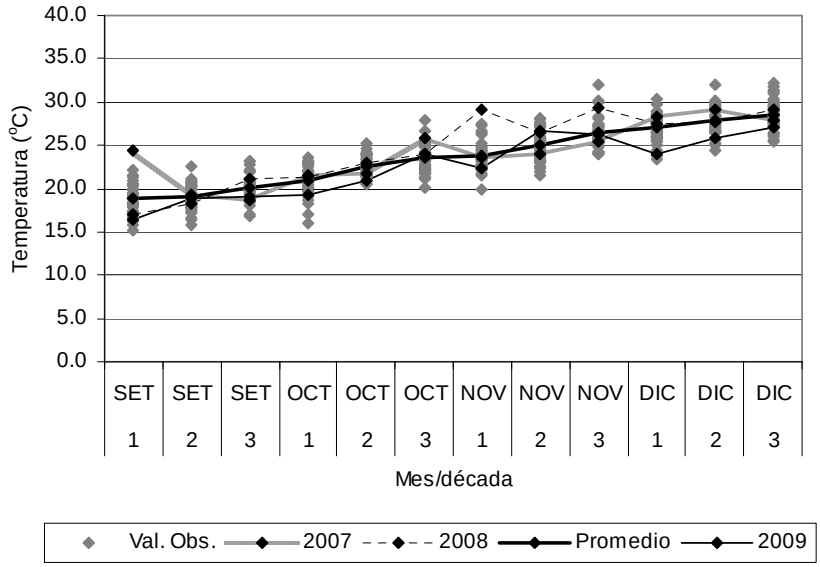


Figura 3. Registros decádicos de temperatura máxima desde setiembre a diciembre.

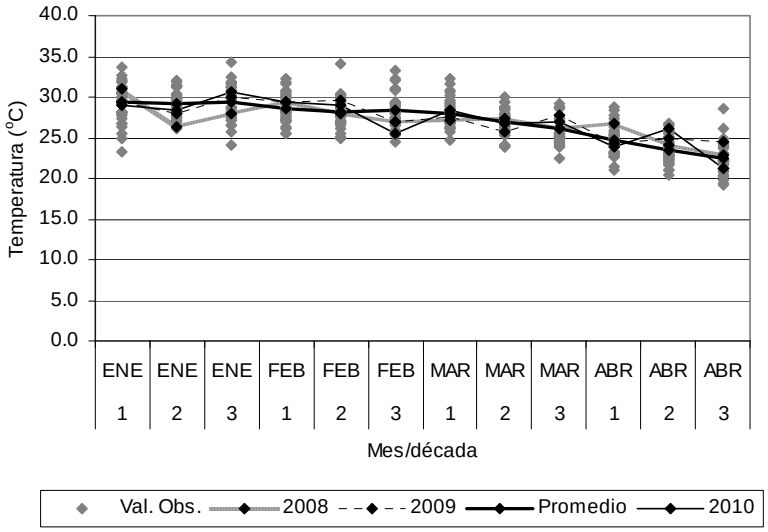


Figura 4. Registros decádicos de temperatura máxima desde enero a abril.

TEMPERATURA MÍNIMA

La temperatura mínima, más variable que la anterior, presentó un comportamiento diferente en los 3 últimos años. Según la figura 5, en el año 2007 es superior a los otros 2 años en las 2 primeras décadas de setiembre, las 3 de octubre y por debajo en las 3 de noviembre y diciembre. En cambio, en 2009, se encuentra por debajo del promedio a partir de la tercera década de setiembre y las 3 de octubre. En las 3 décadas de noviembre y las 2 últimas de diciembre, los registran valores por encima del promedio. El año 2008 se muestra con un comportamiento intermedio entre 2007 y 2009.

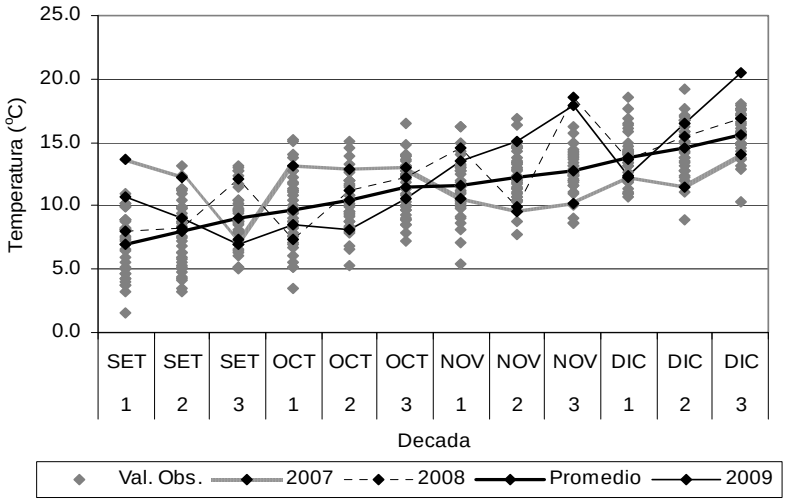


Figura 5. Registros decádicos de temperatura mínima desde setiembre a diciembre.

La mínima del año 2010 en el período de enero a abril (Figura 6) sobresale por encima de los otros 2 años desde la tercera década de enero hasta la segunda de febrero, en donde fue superior al promedio en un 19,5% con 3,2°C más para este período referente al promedio. Después es alta en la primera década de marzo y la

segunda de abril. La evolución correspondiente al año 2008 es bastante similar al promedio y sólo es alta en la tercera década de febrero y primera de marzo. Lo mismo ocurre con los registros para el año 2009 obteniendo valores por encima del promedio en la primera y tercera década de marzo.

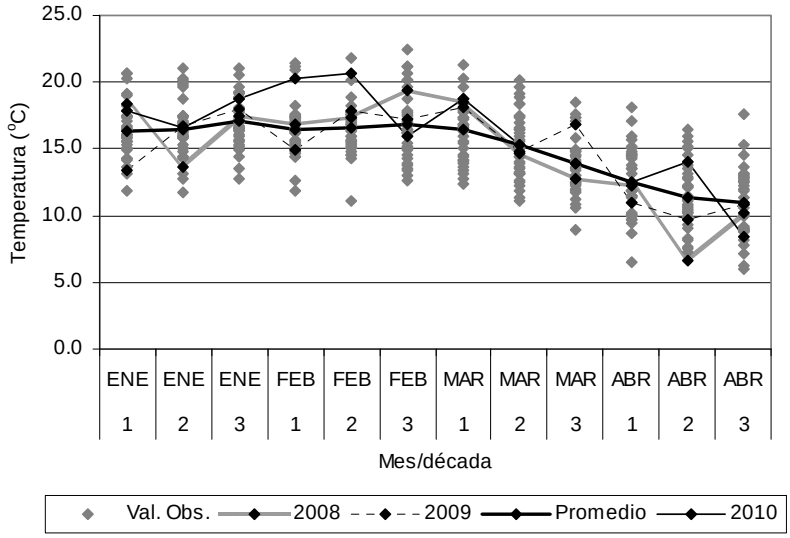


Figura 6. Registros decádicos de temperatura mínima desde enero a abril.

HELIOFANÍA

Esta característica, muy variable en el periodo de setiembre a diciembre, registra valores extremos y por debajo del promedio para el año 2009 en las 3 décadas de noviembre (inferior en un 42% y con 3,4 horas menos en referencia al promedio) y tercera de diciembre, diferente al año 2007 y las 2 primeras décadas del mismo para 2008 (Figura 7). Esto puede ser debido a la alta nubosidad con lluvias registradas en los mismos períodos del 2009.

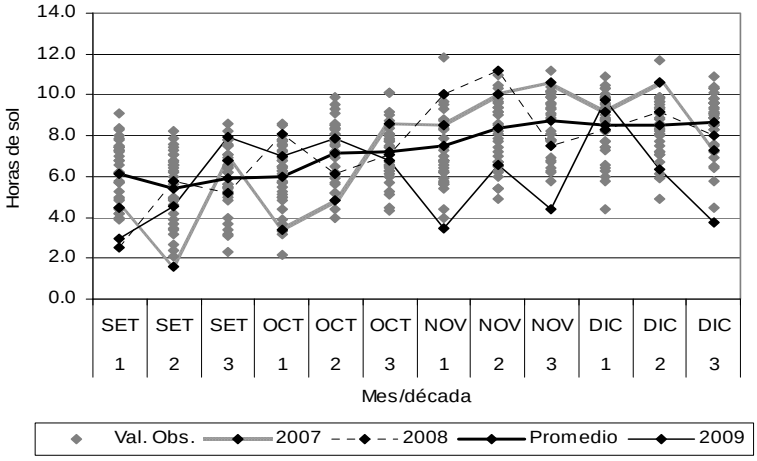


Figura 7. Registros decádicos de heliofanía desde setiembre a diciembre.

En la figura 8 se observa la evolución de enero a abril en donde el año 2010 presenta valores casi extremos por debajo del promedio para la primera y segunda década de febrero (32% inferior al promedio y 2,5 horas menos en un período de 20

días) con incidencia desfavorable al inicio de llenado de grano. En el año 2009 se registran valores por encima del promedio en todo el mes de febrero, diferente al año 2010, con adecuados registros para el llenado de grano.

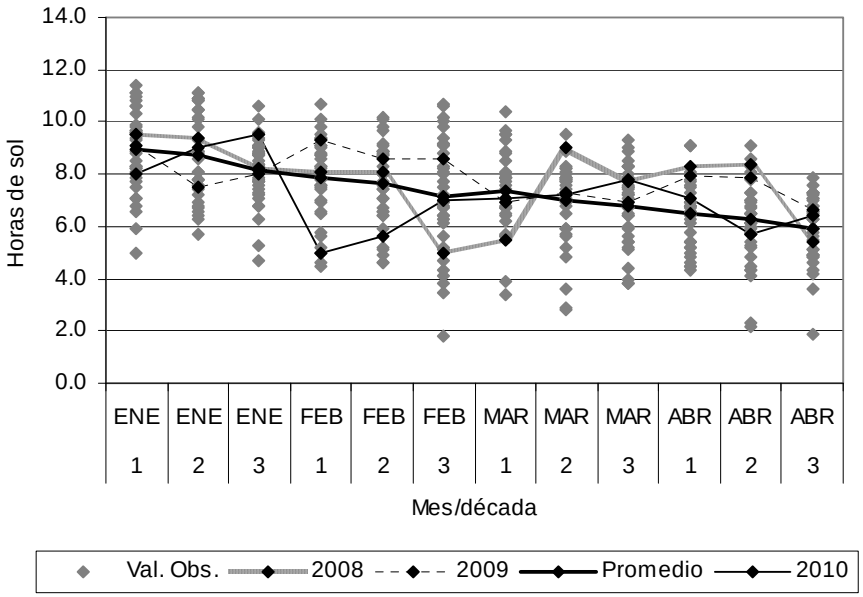


Figura 8. Registros decádicos de heliofanía desde enero a abril.

CONSIDERACIONES GENERALES

La zafra 2009/10 se caracteriza climáticamente por un período complejo para la siembra en octubre siguiendo con lluvias en el mes de noviembre que discontinúa la siembra del cultivo atrasando la fecha del mismo.

También ocurren precipitaciones en los primeros días del mes de febrero con valores altos y extremos. Esto provoca disminución de la luminosidad y un aumento de la temperatura mínima con efectos en el inicio de llenado de grano y la sanidad de las plantas de arroz.

PERSPECTIVAS CLIMÁTICAS DE MEDIANO PLAZO: DIAGNÓSTICO A AGOSTO DE 2010 DEL FENÓMENO "EL NIÑO – LA NIÑA"

Agustín Giménez [1/]

El fenómeno conocido comúnmente como "El Niño" o más técnicamente como "ENOS" (El Niño Oscilación Sur), refiere a cambios en las corrientes oceánicas en las costas de América y a la alteración del sistema global océano-atmósfera que se origina en el Océano Pacífico Ecuatorial (una franja oceánica cercana al Ecuador). Este fenómeno se presenta generalmente a intervalos de dos a siete años y se caracteriza porque la superficie del mar y la atmósfera sobre él presentan una condición anormal. En general la ocurrencia del fenómeno "ENOS" se diagnostica en base a la temperatura de la superficie de determinada zona del océano Pacífico Ecuatorial. Cuando en dicha zona la temperatura superficial del océano se encuentra en determinados valores por encima de los valores normales, se diagnostica "EL NIÑO" y cuando la temperatura se encuentra en determinados valores por debajo de los valores normales se diagnostica "LA NIÑA".

En base a la información brindada por el Instituto Internacional de Investigación en Clima y Sociedad (IRI) de la Universidad de Columbia de los Estados Unidos de Norteamérica, se está constatando a agosto de 2010, una marcada tendencia decreciente de la temperatura superficial del Océano Pacífico en la zona relacionada con el fenómeno El Niño - La Niña. En la figura 1, la línea azul indica la evolución actual de los desvíos de la temperatura superficial del océano Pacífico en relación a los valores normales y las otras líneas indican dicho comportamiento en otros años diagnosticados como "La Niña".

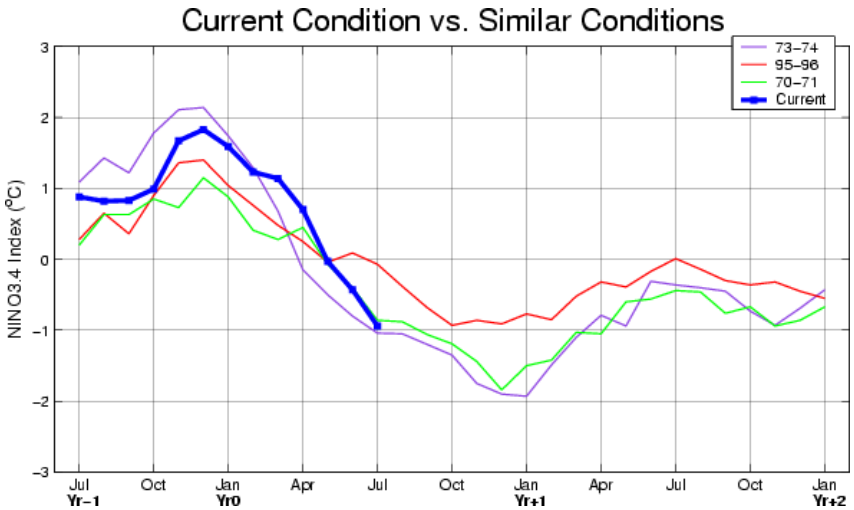


Figura 1.- Evolución del desvío de la temperatura superficial del océano Pacífico Tropical (zona El Niño3.4): situación actual (azul) y de otros años "La Niña".

Esta evolución decreciente de la temperatura de superficie del océano Pacífico (zona Niño3.4) estaría indicando muy altas probabilidades de ocurrencia del fenómeno "LA NIÑA", con valores estimados que superan el 90% (Figura 2, columnas azules).

[1/] Coordinador Nacional Unidad GRAS, INIA

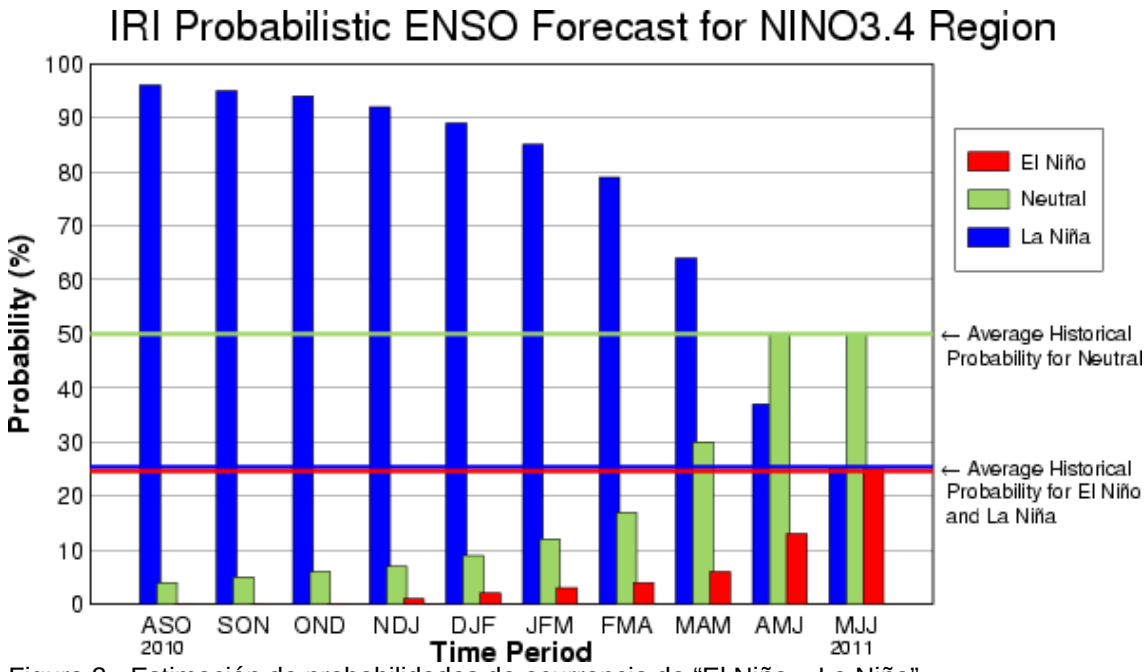


Figura 2.- Estimación de probabilidades de ocurrencia de "El Niño – La Niña".

En nuestro país, generalmente el fenómeno "La Niña" puede causar:
- Ocurrencia de precipitaciones por debajo de lo normal (en particular en primavera tardía e inicios de verano).
- Temperaturas promedio más bajas en primavera.
- Ocurrencia de heladas tardías.

Cabe puntualizar que lo expresado anteriormente es en términos de "probabilidades" y NO de certeza absoluta. Es así que hubo años diagnosticados como "La Niña", en los cuales no se registraron condiciones climáticas fuera de lo normal.

Más información se puede encontrar en el sitio web del IRI:
http://iri.columbia.edu/climate/ENSO/currentinfo/QuickLook.html

RIEGO

MANEJO DEL RIEGO: PRODUCTIVIDAD DEL AGUA

Guillermina Cantou[1/], Alvaro Roel[1/]

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso que se vuelve cada vez más escaso en el mundo, debido a la disminución de su disponibilidad y calidad (por contaminación, eutrofización y salinización) y a la creciente competencia que ejercen otros sectores como el urbano e industrial. Si bien Uruguay es un país rico en recursos hídricos, tanto en calidad como en cantidad, hoy en día el agua es un factor limitante para la expansión del cultivo de arroz. El actual escenario ha motivado a que el uso eficiente del agua y la optimización de su productividad se conviertan en un tema prioritario y estratégico para el sector arrocero, que debe incluirse dentro de los planes de investigación.

En este sentido, resulta cada vez más importante adoptar estrategias de manejo que contribuyan al uso racional de este recurso. Entre estas se pueden destacar las siguientes: 1) sistematización de la chacra, 2) construcción de las taipas en forma anticipada, 3) reducción de las perdidas de agua por infiltraciones laterales (escurrimiento superficial) y percolación, 4) reducción del período de riego, 5) control de la lámina de agua, 6) utilización de variedades de arroz de ciclo mas corto, y 7) uso de sistemas de riego intermitente. La clave para lograr el éxito en cuanto a economizar el uso de este recurso no se basa en la aplicación de alguna de estas estrategias en forma aislada, sino en la correcta combinación de todas ellas.

El Programa Arroz en INIA Tacuarembó, en conjunto con el equipo técnico del establecimiento “El Junco” y la UFSM, vienen trabajando desde el 2006 en la temática del uso eficiente del agua en el cultivo de arroz (Böcking et al., 2008 y Lavecchia, 2009). De dichos trabajos se determinó que la implementación del riego intermitente permitió disminuir el consumo de agua en un 25% (promedio de tres años de ensayo). Si bien el efecto sobre el rendimiento no ha sido consistente, si lo fue en aumentar la eficiencia del uso del agua. El riego intermitente obtuvo en promedio un 13% más de arroz por m^3 de agua utilizada respecto al riego continuo (Böcking et al., 2008). En la literatura se señala que esta tecnología puede resultar en una reducción del rendimiento con las actuales variedades de arroz (Bouman y Tuong, 2001; Tabbal et al., 2002), principalmente cuando se deja secar el suelo.

En este marco y considerando la información ya generada por el Programa respecto a la eficiencia productiva (trabajos enfocados en la determinación del manejo eficiente de la inundación y del efecto del momento de retiro de agua y de cosecha sobre el rendimiento y la calidad industrial del grano), surgió esta línea de trabajo que tiene como objetivo evaluar manejos de agua alternativos para la variedad INIA Olimar, que permitan hacer un uso más eficiente del agua, manteniendo o maximizando la productividad. La hipótesis del presente trabajo es que el sistema de riego con déficit controlado implementado en la fase vegetativa permite ahorrar agua y por lo tanto aumentar la productividad de este recurso (expresada en kg de arroz/volumen de agua utilizada) respecto a un sistema de inundación continua, obteniendo similares rendimientos.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la zafra agrícola 2009/2010, se instaló un ensayo en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL/INIA), sobre un Brunosol Subéutrico Lúvico, con las

1/ INIA Treinta y Tres

siguientes características: pH (H_2O) = 5,71, MO = 2 %, P (Bray) = 2 ppm, P (Cítrico) = 3 ppm, K = 0,27 meq/100g, Textura = franca (27% arena, 47% limo y 26% arcilla). El manejo del cultivo se detalla en el Cuadro 1.

Se evaluaron cinco tratamientos agrupados en dos sistemas de riego: inundación continua y riego con déficit controlado (Cuadro 2).

Cuadro 1. Manejo del cultivo.

Fecha	Actividad	Detalle
17/10/09	Siembra y fertilización basal	Variedad INIA Olimar - 160 kg/ha 250 kg/ha de 10-30-15/2 N_{25} P_{75} K_{37} Zn_5
03/11/09	Emergencia	
16/11/09	Aplicación de herbicida	Facet 1.4 l/ha + Propanil 3 l/ha + Command 0.8 l/ha + Cyperex 200 g/ha
Variable según trat.*	Fertilización	Macollaje: 50 kg/ha de urea** Primordio: 60 kg/ha de urea***

* manejo realizado de acuerdo a la fenología del cultivo para cada tratamiento.
** previo a la inundación de los tratamientos de riego continuo y previo al primer riego en los tratamientos con déficit controlado (en seco).
*** para tratamientos de riego con déficit controlado, previo a la inundación (en seco).

Cuadro 2. Tratamientos de riego.

Inundación continua	
IC_{15}	Inundación 15 DDE
IC_{30}	Inundación 30 DDE
IC_{45}	Inundación 45 DDE
Riego con déficit controlado*	
LV	Con lámina variable (de 0 a 5 cm)
RR	Riego restrictivo (sin lámina de agua)

* a partir de 30 DDE e inundación continua desde diferenciación del primordio floral.
DDE = días después de emergencia.

Los tratamientos de inundación continua difirieron en el momento en que se estableció la inundación permanente (15, 30 o 45 días después de la emergencia - DDE).

En el caso del riego con déficit controlado, los tratamientos se iniciaron a los 30 DDE y se llevaron a cabo hasta el inicio de la fase reproductiva (diferenciación del primordio floral), momento a partir del cual se estableció la inundación continua. El criterio de suministro de agua durante la fase vegetativa fue el siguiente:

- LV: al inicio del riego se establece una lámina de 5 cm de profundidad y el riego se suspende hasta que el suelo se encuentre en estado saturado (encharcado). En este momento se reinicia el riego hasta establecer nuevamente la lámina 5 cm y así sucesivamente.

- RR: este tratamiento se inicia en condiciones de suelo saturado. Cuando se consume (evapotranspira) el 50% del agua disponible en el suelo (25 mm para este suelo), se suministra agua de manera de que este quede saturado. Por lo tanto, se alternan períodos de suelo húmedo y seco.

Una vez establecida la inundación permanente, el criterio de riego utilizado fue el mismo para todos los tratamientos y consistió en mantener una lámina de agua continua de 10 cm de profundidad, a excepción del tratamiento inundado a los 15 DDE que se manejó una lamina de 5 cm de altura durante la primera semana luego de establecida la inundación (dado por el

tamaño de las plantas - estado de 3/4 hojas).

Para todos los tratamientos se dejo de suministrar agua a los 15 días después del haber alcanzado el 50% de floración. Este criterio fue determinado en base a los resultados obtenidos en ensayos experimentales anteriores, realizados con el objetivo de evaluar el efecto del momento de retiro de agua sobre el rendimiento y la calidad industrial del grano de la variedad INIA Olimar. Este manejo permite reducir el período de riego y por lo tanto, racionalizar el uso de agua (Segovia, 2007; Molina et al., 2007; Cantou et al., 2008).

El diseño experimental utilizado fue el de parcelas divididas en bloques al azar, con cuatro repeticiones. Los resultados fueron evaluados usando modelos mixtos *PROC MIXED* SAS (Littell *et al*., 1996). Fue establecido a priori, un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

Determinaciones y registros

Se extrajeron muestras de planta a macollaje, primordio, floración y cosecha, con el propósito de medir materia seca de la parte aérea. Paralelamente se realizaron conteos de tallos y mediciones de altura de planta. A primordio y floración, se estimó el contenido relativo de clorofila en hoja (SPAD) y a cosecha, se evaluó incidencia de enfermedades del tallo (*Sclerotium oryzae* y *Rhizoctonia oryzae sativae*).

A cosecha se determinó rendimiento y sus componentes (panojas por m^2, granos por panoja, porcentaje de esterilidad y peso de granos). Posteriormente, en el laboratorio se realizaron las mediciones de calidad industrial.

La evapotranspiración del cultivo manejado bajo el tratamiento RR se calculo utilizando el método FAO Penman-Monteith y a partir de los datos del tanque evaporímetro (Allen et al., 2006). Las variables climáticas (radiación, temperatura del aire, humedad atmosférica, velocidad del viento y la evaporación del tanque clase A), fueron obtenidas de la Estación Meteorológica ubicada en la propia UEPL. Paralelamente, se cuantifico el contenido de agua en el suelo de forma directa (humedad volumétrica) e indirecta (tensiómetros y sonda de neutrones). Para realizar las lecturas correspondientes de la sonda de neutrones se instalaron tubos de acceso de aluminio y se consideraron tres profundidades de suelo (0-10, 10-20 y 20-30 cm). Los conteos de sonda fueron calibrados contra muestreos de humedad utilizando el método gravimétrico, teniendo en cuenta la densidad aparente del perfil. Los tensiómetros se colocaron a 15 cm de profundidad. También se evaluó las condiciones de humedad del suelo utilizando criterios subjetivos (percibidos a través del sentido del tacto y apreciación visual).

Se cuantifico la cantidad de agua utilizada por cada tratamiento (m^3/ha) mediante el uso de aforadores (contadores de agua), regando a cada parcela (repetición del tratamiento) en forma independiente.

Se utilizaron sensores HOBO para medir el comportamiento de la temperatura del aire y de la humedad relativa durante el ciclo del cultivo para cada tratamiento de riego.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los principales resultados obtenidos en el presente ensayo.

Manejo del agua

En el Cuadro 3 se detallan las fechas en que se realizaron los riegos y se estableció la inundación para cada uno de los tratamientos. El 9 de diciembre (36 DDE) se realizo un baño al tratamiento IC_{45} para promover y uniformizar el desarrollo de las plantas. En esta misma fecha se efectuó el primer riego al tratamiento RR para llevar el suelo nuevamente al nivel de saturación. Este fue el único momento en el que el suelo registró niveles de humedad del 50% del agua disponible (o agua útil para las plantas), debido a la alta ocurrencia de precipitaciones durante el período

vegetativo. El tratamiento LV recibió cuatro riegos previos a la inundación permanente.

Cuadro 3. Fechas de riego e inundación de los tratamientos.

Tratamiento	Riego*	Inundación
Riego continuo		
IC_{15}		17 Nov
IC_{30}		1° Dic
IC_{45}	9 Dic	16 Dic
Riego con déficit controlado		
LV	3, 7, 18 y 24 Dic	26 Dic
RR	9 Dic	30 Dic

* Riego/s efectuado/s previo al establecimiento de la inundación continua.

El las figuras 1 y 2 se caracteriza la variación de la lamina de agua del tratamiento LV y el contenido de agua en el suelo para RR, respectivamente, desde el inicio de cada tratamiento y la altura de la lámina de agua luego de establecida la inundación permanente. Se identifican, además, los aportes por agua de lluvia y riego. Como se puede apreciar en dichas figuras, una vez establecida la lámina permanente, esta varió entre 7,5 y 10 cm.

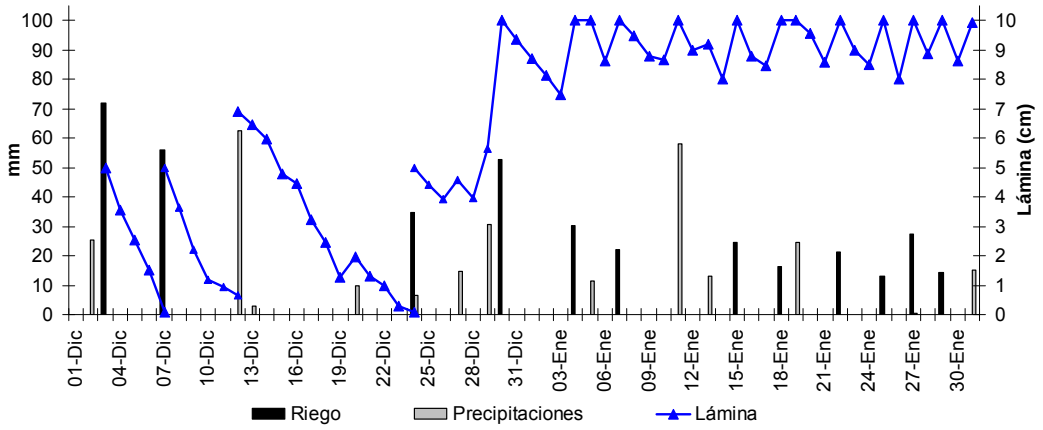


Figura 1. Esquema del riego con lámina de agua variable hasta primordio (Tratamiento LV). UEPL-INIA, Treinta y Tres, zafra 2009/2010.

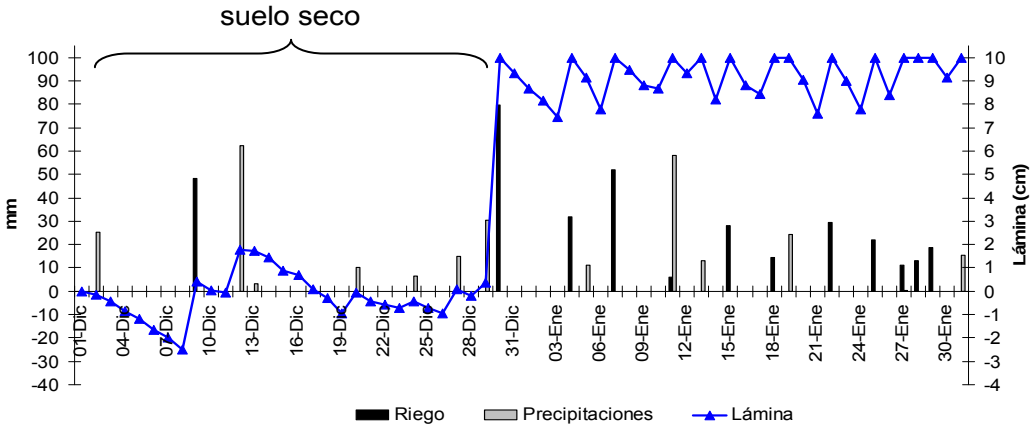


Figura 2. Esquema del riego restrictivo hasta primordio (Tratamiento RR). UEPL-INIA, Treinta y Tres, zafra 2009/2010.

Efecto sobre la fenología

Los tratamientos de riego evaluados afectaron la fenología del cultivo (Cuadro 4). El tratamiento de riego continuo inundado a las 45 DDE fue el que presento el ciclo más largo, 10 y 7 días más que CI_{45} y CI_{30}, respectivamente (Cuadro 5). Los tratamientos de riego con déficit controlado, por su parte, tuvieron un comportamiento similar al presentado por IC_{30} en cuanto al momento de finalización del riego y de cosecha (usado como referencia ya que estos tratamientos se iniciaron en la misma fecha que IC_{30}). El primordio para LV y RR fue registrado 3 y 7 días posteriores a IC_{30}, respectivamente y estas diferencias se fueron atenuando a medida que transcurrió el ciclo, llegando a cosecha prácticamente en la misma fecha.

Cuadro 4. Momento de los eventos fenológicos por tratamiento de riego.

Tratamiento	Primordio	Floración*	Cosecha
Riego continuo			
IC_{15}	18 Dic	23 Ene	9 Mar
IC_{30}	23 Dic	25 Ene	12 Mar
IC_{45}	28 Dic	30 Ene	19 Mar
Riego con déficit controlado			
LV	26 Dic	26 Ene	13 Mar
RR	30 Dic	28 Ene	13 Mar

* Cultivo con 50 % de floración.

Si bien es lógico esperar que el tratamiento IC_{15} presente un mayor número de días de riego por adelantamiento de la inundación, esta diferencia no fue igual a la diferencia en días entre momentos de inundación, por

el efecto que tiene esta variable en acortar el ciclo del cultivo (se inundó 30 días antes que IC_{45} pero tuvo solo 22 días más de riego).

Caracterización microclimática

Se analizó los datos de temperatura del aire a nivel del canopio -recabados por los sensores HOBO- con el propósito de cuantificar el efecto de la lámina de agua sobre el ambiente de los diferentes tratamientos. El tratamiento IC_{45} y RR tuvieron el mismo manejo del agua hasta el 16 de diciembre, momento en que se estableció la inundación de IC_{45}, y RR continuo sin lámina de agua hasta el 30 de diciembre. Durante ese período, las

condiciones climáticas fueron favorables para el cultivo, no encontrándose diferencias importantes entre estos tratamientos en las variables analizadas (Cuadro 6).

Cuadro 5. Efecto del tratamiento de riego sobre la fenología y los días de riego.

Tratamiento	Días de ciclo	Días a floración*	Días de riego**
IC_{15}	126 c	81 c	82
IC_{30}	129 b	83 bc	70
IC_{45}	136 a	88 a	60
LV	130 b	84 b	71
RR	130 b	86 a	73
Media	**130**	**84**	**71**
P > F	**<0,01**	**<0,01**	**---**

* Días a 50 % de floración.
** Desde inicio del tratamiento (inundación para los tratamientos de riego continuo y 30 DDE para los de riego con déficit controlado), hasta 15 días después del 50% de floración.

Cuadro 6. Efecto del tratamiento de riego sobre la temperatura media, la amplitud térmica y el número de días (horas) con temperatura por debajo de 15 °C, del 16 al 30 de diciembre (sensores HOBO).

Trat.	Temp. media	Amplitud	N° días < 15°C	N° hr < 15°C
IC_{15}	23.5	10.1	2	7
IC_{30}	23.3	9.0	2	7
IC_{45}	23.6	10.3	2	8
LV	23.4	9.7	2	8
RR	23.3	9.9	2	8

Por otro lado, se detectaron mejores condiciones de temperatura en el momento en que IC_{45} floreció (Cuadro 7), por el efecto del tratamiento sobre la fenología del cultivo que determinó un atraso de la floración respecto a los demás tratamientos.

Cuadro 7. Efecto del tratamiento de riego sobre la temperatura media, la amplitud térmica y el número de días (horas) con temperatura por debajo de 15 °C, para el periodo 8 días pre y post floración (sensores HOBO).

Trat.	Temp. media	Amplitud	N° días < 15 °C	N° hr < 15 °C
IC_{15}	23.8	15.9	4	15
IC_{30}	23.7	13.9	4	14
IC_{45}	24.5	12.8	1	3
LV	23.7	13.4	4	14
RR	24.0	13.8	3	13

Efecto sobre el crecimiento

El ensayo obtuvo una buena emergencia y población de plantas (promedio de 263 plantas/m^2), no existiendo diferencias significativas entre tratamientos. Como se aprecia en el Cuadro 8, el manejo del riego no afecto el número de macollos producidos y la cantidad de panojas a cosecha. Estos resultados no concuerdan con Santos et al. (1999), quienes observaron una disminución en el número de panojas en el sistema continuo respecto a un sistema de riego intermitente aplicado

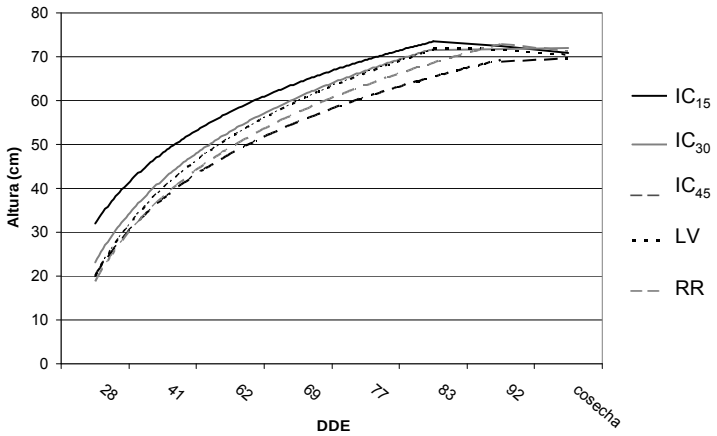
durante la fase vegetativa. Los autores atribuyen estas diferencias a la presencia de la lámina de agua durante la fase vegetativa, la cual inhibió el macollaje. Se debe resaltar que en el presente ensayo la primera semana luego de establecida la inundación de IC_{15}, se manejo una lamina de 5 cm de profundidad, justamente para favorecer el macollaje y evitar el desarrollo de un planta fina y alargada.

Cuadro 8. Número de plantas, tallos y panojas por m^2 según tratamiento de riego.

Tratamiento	Plantas/m^2 (8 DDE)	Tallos/m^2			Panojas/m^2 (cosecha)
		Macollaje (41 DDE)	Primordio (62 DDE)	A 50% floración	
IC_{15}	258	545	516	471	499
IC_{30}	272	614	455	454	504
IC_{45}	241	475	424	460	659
LV	268	393	556	459	512
RR	275	464	422	441	554
Media	**263**	**498**	**474**	**457**	**546**
P > F	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**

DDE: días después de emergencia, P: Probabilidad, ns: diferencias estadísticamente no significativas. Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente para p<0,05.

El tratamiento de riego afectó la altura del cultivo en las primeras etapas del ciclo (Figura 3). Las notorias diferencias iniciales observadas a favor de los tratamientos que se inundaron temprano (15 y 30 DDE) se fueron atenuando en el transcurso del ciclo siendo no significativas a partir de floración.



	IC_{15}	IC_{30}	IC_{45}	LV	RR
Macollaje*	48 a	44 b	31 d	38 c	37 c
Primordio*	65 a	63 a	57 b	57 b	53 b
Floración*	72	72	74	73	71
Cosecha**	69	72	70	70	70

* tomando como referencia la lámina de la hoja más joven, completamente desarrollada.
** tomando como referencia el arco que se forma cuando la panoja dobla.

Figura 3. Evolución de la altura de planta por tratamiento de riego (cm). Letras diferentes entre tratamientos por momento de muestreo, difieren significativamente para p<0,05.

Se encontró diferencias significativas entre los tratamientos en la acumulación de materia seca del cultivo (Cuadro 9). El tratamiento IC_{15} produjo en promedio 27% más de biomasa respecto al resto de los tratamientos desde primordio a floración. A partir de esta etapa, los tratamientos de inundación continua produjeron similares cantidades de materia seca (no diferente estadísticamente), mientras que los tratamientos de riego con déficit controlado no lograron compensar la menor producción obtenida en las etapas iniciales, llegando a cosecha con un 9% menos de biomasa comparado con el promedio alcanzado por los tratamientos de inundación continua (Cuadro 10).

Cuadro 9. Producción de materia seca (kg/ha) por tratamiento de riego, en diferentes etapas fenológicas del cultivo.

Trat.	28 DDE	Primordio	69 DDE	77 DDE	Floración*	Cosecha
IC_{15}	575	2410 a	5799 a	7959 a	8750 a	19487 a
IC_{30}	476	2269 a	4272 b	6438 b	7685 a	19784 a
IC_{45}	391	1791 b	3573 b	5868 b	7341 ab	19180 ab
LV	465	2137 ab	3861 b	6296 b	7789 a	17664 bc
RR	521	1790 b	3238 b	5316 b	5582 b	16294 c
Media	**486**	**2079**	**4149**	**6375**	**7430**	**18482**
P > F	**ns**	**0,02**	**0,03**	**0,02**	**0,04**	**<0,01**

* 50% de floración. DDE: días después de emergencia, P: Probabilidad, ns: diferencias estadísticamente no significativas. Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente para p<0,05.

Cuadro 10. Tasa diaria de crecimiento (kg/ha) por tratamiento de riego.

Trat.	28 DDE - Primordio	Primordio – 50% de floración
IC_{15}	119 a	188
IC_{30}	80 b	165
IC_{45}	56 c	183
LV	80 b	187
RR	48 c	168
Media	**77**	**178**
P > F	**<0,01**	**ns**

DDE: días después de emergencia, P: Probabilidad, ns: diferencias estadísticamente no significativas. Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente para p<0,05.

Mediante observaciones realizadas a campo (utilizando indicadores subjetivos), se determinó que, a primordio, el cultivo de arroz de los tratamientos IC_{45} y RR presentó un menor desarrollo inicial, con plantas menos vigorosas respecto al resto de los tratamientos. A partir de este momento la recuperación del IC_{45} fue rápida y notoria mientras que el cultivo con RR mantuvo las diferencias en desarrollo, con una desuniforme distribución de plantas.

Efecto sobre los componentes del rendimiento y la calidad industrial

Los tratamientos de riego continuo tuvieron significativamente un mayor número de granos por panoja y un menor peso de granos respecto a los obtenidos por los tratamientos de riego con déficit controlado, a excepción del tratamiento IC_{45} que para la variable peso de mil granos presento valores similares a los registrados por LV y RR (Cuadro 11).

Cuadro 11. Efecto del tratamiento de riego sobre los componentes del rendimiento.

Trat.	I.C.	N° granos/ panoja	N° granos/ m^2	Esterilidad (%)	Peso mil granos (gr)
IC_{15}	0,54	101 a	50342 ab	11,5	27,0 b
IC_{30}	0,52	96 a	48466 b	10,6	26,6 b
IC_{45}	0,55	96 a	63686 a	12,0	27,8 a
LV	0,55	85 b	42818 b	10,6	27,9 a
RR	0,55	82 b	45766 b	10,3	28,1 a
Media	**0,54**	**92**	**50216**	**11,0**	**27,5**
P > F	**ns**	**0,01**	**0,05**	**ns**	**<0,01**

DDE: días después de emergencia, P.: Probabilidad, I.C.: Índice de cosecha, ns: diferencias estadísticamente no significativas. Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente para p<0,05.

Como se puede observar en el Cuadro 12, hubo diferencias significativas entre los tratamientos de riego en los porcentajes de granos enteros y yesados, aunque para ambos parámetros, todos los valores se encuentran por encima de la base de comercialización del arroz (58% y 6% para entero y yesado, respectivamente).

Cuadro 12. Efecto del tratamiento de riego sobre la calidad molinera.

Trat.	Blanco Total (%)	Entero (%)	Yesado (%)	Manchado (%)
IC_{15}	68,5	63,6 a	5,6 a	0,14
IC_{30}	69,1	65,1 ab	4,5 ab	0,16
IC_{45}	69,2	61,7 b	4,4 ab	0,33
LV	68,6	63,3 ab	3,5 bc	0,11
RR	68,6	64,0 a	2,8 c	0,24
Media	**68,8**	**63,5**	**4,2**	**0, 20**
P > F	**ns**	**0,03**	**0,03**	**ns**

Efecto sobre el rendimiento y la productividad del agua

El rendimiento de grano del ensayo promedió 10.000 kg/ha y fue afectado por el manejo del riego (Cuadro 13). El tratamiento RR obtuvo una productividad 13% menor respecto al resto de los tratamientos (P<0,01). Si bien el tratamiento LV no fue diferente significativamente a los tratamientos de inundación continua -a un nivel de significancia del 5%-, si lo fue al 8%, por lo que se puede afirmar que bajo las condiciones en las cuales se realizó el presente estudio, el sistema de riego con déficit controlado afecto el comportamiento productivo del cultivo de arroz.

La aplicación del riego con déficit controlado en la etapa vegetativa en sustitución al riego continuo permitió ahorrar 21% de agua, si bien las diferencias entre tratamientos no fueron significativas estadísticamente. Este resultado coincide con los reportados por Nwadukwe and Chude, (1998), Borrell et al. (1997), Tabbal et al. (2002) citados por Stone (2005), quienes mencionan reducciones del 20-40% en la cantidad de agua aplicada cuando se compara sistemas que favorecen el ahorro del agua con un sistema de riego continuo. Los bajos consumos de agua registrados en este estudio son resultado de las abundantes precipitaciones ocurridas en la presente zafra y, además, se resalta el hecho de que se midió el agua que efectivamente entro a la parcela y por lo tanto, no se incluye en el valor las posibles ineficiencias del sistema de riego desde la captación del agua hasta la llegada a la parcela.

Si analizamos los resultados en términos de productividad del agua (relación entre el rendimiento de granos y volumen de agua utilizada), vemos que todos los tratamientos usaron el agua en forma eficiente ya que este valor estuvo en el entorno de 2,34 kg/m^3. La reducción en el consumo de agua por parte del tratamiento RR fue mayor (en términos porcentuales) que la perdida en rendimiento y por lo tanto, la productividad del agua respecto al total de agua suministrada no fue estadísticamente diferente al resto de los tratamientos. En términos generales se puede afirmar que el sistema de riego con déficit controlado produjo 14% más arroz por m^3 de agua respecto a los tratamientos de riego continuo.

Cuadro 13. Efecto del sistema de riego sobre el rendimiento, el consumo y la productividad del agua para la variedad INIA Olimar.

	Rendimiento (kg)	Consumo de agua* (m^3/ha)	Prod. del agua (kg/m^3)
Riego continuo			
IC$_{15}$	10495 a	4878	2,23
IC$_{30}$	10279 a	4925	2,10
IC$_{45}$	10491 a	4987	2,34
Riego con déficit controlado			
LV	9773 a	3954	2,53
RR	8965 b	3814	2,52
Media	**10001**	**4512**	**2,34**
CV (%)	**8**	**25**	**25**
P > F	**<0,01**	**ns**	**ns**

***** Agua suministrada por riego.
DDE: días después de emergencia, P: Probabilidad, CV: coeficiente de variación, ns: diferencias estadísticamente no significativas. Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente para p<0,05.

Las altas productividades de agua obtenidas se deben a que solo se consideró el suministro de agua por riego. En el Cuadro 14 se presentan los resultados incluyendo en el consumo total de agua, el aporte de las precipitaciones (que en esta zafra fueron muy abundantes: 823 mm para el período 5 de nov. - 9 de marzo).

Cuadro 14. Efecto del sistema de riego sobre el consumo y la productividad del agua, considerando el agua de lluvia.

	Consumo de agua* (m^3/ha)	Productividad del agua (kg/m^3)
Riego continuo (en DDE)		
IC$_{15}$	13454 a	0,78
IC$_{30}$	12379 ab	0,83
IC$_{45}$	11740 b	0,91
Riego con déficit controlado		
LV	11399 b	0,86
RR	11258 b	0,81
Media	**12044**	**0,84**
CV (%)	**11**	**13**
P > F	**0,01**	**ns**

* Agua suministrada por riego más precipitaciones.DDE: días después de emergencia, P: Probabilidad, CV: coeficiente de variación, ns: diferencias estadísticamente no significativas. Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente para p<0,05.

Estos valores de productividad del agua nos posicionan bien en el ámbito internacional si los comparamos con los que aparecen en la bibliografía; por ejemplo, valores típicos de productividad del agua en ensayos experimentales son de 0,2-0,4 kg/m^3 en el centro y norte de India, 0,3-1,1 kg/m^3 en Filipinas (Boumang and Tuong, 2001) y 0,82-2,32 kg/m^3 en Wuhan, China, donde se registran altas precipitaciones, en el orden de los 950 mm durante la zafra de arroz (Hong et al., 2000).

CONCLUSIONES

Si bien son datos preliminares, el presente estudio permite ir generando información respecto a la implementación del riego con déficit controlado como estrategia de manejo para racionalizar el uso del agua. Sin embargo, el objetivo de alcanzar una alta productividad del agua será de poco interés sino se lo asocia a la obtención de altos o aceptables rendimientos. Los resultados obtenidos en este primer año de evaluación confirman que esta técnica corre el riesgo de reducir la productividad del cultivo respecto al sistema de inundación permanente, por lo que resulta necesario seguir profundizando en la relación suministro de agua-eficiencia de uso, para determinar hasta cuanto volumen de agua suministrada se puede reducir sin comprometer el rendimiento del cultivo.

AGRADECIMIENTOS

A los funcionarios de la Sección: José Correa, Julio Gorosito, Irma Furtado y Adán Rodríguez. A Luis A. Casales de la Sección Manejo de Arroz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Denaje N° 56. FAO, Roma, Italia. 322p.

Böcking, B; Bandeira, S.; Carnelli, J.P.; García, G; Marella, M.; Marco, M.; Moor, J.C.; Henderson, J.P.; Gusonni, A.; Lavecchia, A. 2008 Manejo del cultivo. Riego intermitente una alternativa que debemos ir incorporando en nuestros sistemas de riego Resumen de tres años de trabajos sobre el tema. Presentación resultados experimentales de arroz, zafra 2007-2008. INIA Tacuarembó. Actividades de Difusión Nº 543. Cap. 3. pp. 77-96.

Bouman, B.A.M.; Tuong, T.P. (2001) Field water management to save water and increase its productivity in irrigated rice. Agricultural Water Management 49(1), 11–30.

Cantou, G.; Roel, A.; Molina, F; Fariña, S.; Platero, S. 2008. Riego. Efecto del momento de retiro del agua y cosecha en INIA Olimar. Arroz, Resultados experimentales 2007-2008. INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión Nº 545. Cap. 2. pp. 12-23.

Hong, L., Li, Y.H., Deng, L., Chen, C.D., Dawe, D., Loever, R., Barker, R. 2000. Impact of Water-Saving Irrigation Techniques in China: Analysis of changes in water allocations and crop production in the Zhanghe Irrigation System and District, 1996-1998. In: IWMI Annual Report 1999-2000. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, pp. 27-35.

Lavecchia, A. 2009 Manejo del cultivo. Riego. Ensayo de riego continuo vs riego intermitente. Presentación resultados experimentales de arroz, zafra 2008-2009. INIA Tacuarembó. Actividades de Difusión Nº 585. Cap. 3. pp. 1-14.

Littell, R.C.; Milliken, G.A., Stroup, W.W; Wolfinger, R.D. 1996. SAS system for mixed models. SAS Institute, Cary, NC, 633 p.

Molina, F.; Roel, A.; Mutters, R. 2007. Riego. Efecto del momento de retiro del agua y cosecha en INIA Olimar. Arroz, Resultados experimentales 2006-2007.

INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión Nº 502. Cap. 2. pp. 11-21.

Santos, A.B., Fageria, N.K., Stone, L.F., Santos, C. 1999. Manejo de agua e de fertilizante potásico na cultura de arroz irrigado. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, Brailia, DF, v. 34, n. 4, p. 565-573.

Segovia, M. 2007. Efecto del momento de retiro del agua y de cosecha en la variedad INIA Olimar. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. 99 p.

Stone, L.F. 2005. Eficiencia do uso da agua na cultura do arroz irrigado. Santo Antonio de Goias, Embrapa Arroz e Feijao. 48 p.

Tabbal, D.F.; Bhuiyan, S.I.; Sibayan, E.B. 2002. Dry-seeding technique for saving water in irrigated rice production systems. In: Direct Seeding in Asian Rice Systems: Strategic Research Issues and Opportunities. Proceedings of an International Workshop, on Direct Seeding in Asia, Bangkok, Thailand, 25–28 January 2000. IRRI, Makati City, Philippines, pp. 281–297.

MANEJO DE SUELOS Y NUTRICIÓN VEGETAL

EFECTOS SOBRE EL CULTIVO DE ARROZ DE LA COBERTURA VEGETAL, DEL PASTOREO OVINO Y LARGO DE BARBECHO BAJO SIEMBRA DIRECTA
Análisis conjunto de dos años

Ramón Méndez[1/], José Terra[1/], Enrique Deambrosi[1/]

INTRODUCCIÓN

En la zona Este del país, la siembra directa se realiza sobre un suelo laboreado en el verano-otoño anterior previo, durante el cual se realizan los trabajos de nivelación y construcción de drenajes secundarios y en algunos casos las tapias. A nivel semi;comercial, en la UPAG, se ha realizado el engorde de corderos sobre raigrás sembrado sobre laboreo de verano. La compactación provocada por estos no ha tenido mayores efectos sobre el cultivo de arroz posterior (1). Por otro lado, se han evaluado los efectos de distintos largos de barbecho y se ha encontrado que con la mayor anticipación de la aplicación de glifosato se ha obtenido una mayor acumulación de nitrógeno mientras que el contenido de humedad ha sido variable de acuerdo a las lluvias y cantidad de vegetación existente. En estos ensayos se trabajó con coberturas principalmente de raigrás y nunca hubo comparación con suelo desnudo (2). Por lo tanto en estos experimentos se considera el contraste de 3 situaciones, 2 de ellas con siembra del verdeo, una de las cuales se pastorea ocasionalmente y la tercera sin siembra del verdeo y sin pastoreo. El objetivo del presente análisis conjunto es determinar los efectos sobre el siguiente cultivo de arroz sembrado bajo siembra directa, del pastoreo ovino, el manejo del tapiz (incluyendo el suelo desnudo sin pisoteo) y el largo de barbecho bajo siembra directa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en el Campo Experimental del Paso de la Laguna durante las zafras 2008/09 y 2009/10. En los dos casos se utilizó un diseño de bloques al azar con parcelas divididas con 4 repeticiones. En la parcela grande fue ubicado el manejo del tapiz con tres tratamientos (Raigrás con pastoreo ovino, Raigrás sin pastoreo ovino y Suelo desnudo, el cual se mantuvo así con aplicaciones de glifosato). En la parcela menor se colocaron los tratamientos de Largo de barbecho (Cuadro 2).

En el cuadro 1, se observan los resultados de los análisis químicos de suelos de los ensayos en los 2 años. En la comparación de las dos zafras, el sitio experimental 2008/09 presenta mayores valores en el carbono orgánico y fósforo residual que 2009/10. El nivel de potasio en las 2 fue suficiente.

[1/] INIA Treinta y Tres

Cuadro 1. Resultados de los análisis químico de suelos de los sitios experimentales.

2008/09					
Bloque	**pH (H_2O)**	**C. Org. %**	**P (Bray I) Ppm**	**P (Cítrico) ppm**	**K meq/100g**
I	5,8	1,56	2,6	5,2	0,26
II	5,8	1,57	3,5	7,0	0,28
III	5,7	1,88	3,9	7,3	0,29
IV	5,7	1,64	3,1	7,0	0,25
2009/10					
I	6,3	1,14	1,4	4,0	0,30
II	6,3	1,26	2,0	4,8	0,28
III	6,0	1,28	1,9	5,1	0,28
IV	6,0	1,10	1,3	4,3	0,29

Cuadro 2. Tratamientos de largo de barbecho (días antes de la siembra) (ubicados en la parcela menor) y fecha de realización en la 2 zafras.

N°	**2008/09**		**2009/10**	
1	56	18/08	49	27/08
2	42	01/09	34	11/09
3	28	15/08	23	22/09
4	14	29/09	06	09/10

En la dos zafra se utilizó la variedad INIA Olimar.

Zafra 2008/09

El pastoreo se efectuó con 10 carneros, del 04/07 al 07/07 y del 04/08 al 11/08, en 2 repeticiones. En las otras 2 repeticiones, también fue en 2 oportunidades, del 08/07 al 11/07, y del 11/08 al 14/08.

La siembra se realizó el 13/10 a razón de 149 kg/ha de semilla junto con 120 kg/ha de fosfato de amonio.

El control de malezas se utilizó 1 l/ha de Command (Clomazone) + 3 l/ha de Rango (Glifosato) el 18/10, en pre-emergencia y 1,5 l/ha de Facet (Quinclorac) + 0,2 kg/ha de Cyperex (Pyrasulfuron-etil) + 0,5 l/ha de Plurafac, en post-emergencia el 17/11.

Se efectuaron 2 baños el 4 y 13/11 y la inundación el 19/11.

Se realizaron 2 coberturas de urea: una al macollaje (70 kg/ha el 19/11) y la otra al inicio de elongamiento de entrenudos (50kg/ha el 23/12).

Zafra 2009/10

Los pastoreos se realizaron con 10 carneros en 2 ocasiones de un día, el 20/07 y 13/08.

La fecha de siembra fue el 15/10 con 144 kg/ha de semilla y 120 kg/ha de fosfato de amonio.

Para el control de malezas se usó, en pre-emergencia, Power Rango (Glifosato) + Cybelcol Clomazone) (3 + 0,8 l/ha) el 16/10, y una mezcla de Propagri (Propanil) + Facet (Quinclorac) (3 + 1,6 l/ha), en post-emergencia el 24/11.

En esta zafra no fueron necesarios los baños debido a la ocurrencia de lluvias realizándose la inundación definitiva el 03/12.

La fertilización nitrogenada se realizó con dos coberturas de urea, una de 60 kg/ha el 03/12, al macollaje y otra de 60 kg/ha el 24/12, al inicio de elongamiento de entrenudos.

Determinaciones realizadas en los ensayos: % humedad gravimétrica del suelo a 10 cm de profundidad, resistencia a la penetración del suelo a 5 cm, contenido de nitrógeno (N) como nitratos del suelo a 10 cm; a la siembra, numero de plantas por metro cuadrado a la emergencia y rendimiento en grano, componentes del mismo y altura de plantas a la cosecha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 3 se muestran las probabilidades de los resultados del análisis conjunto de 2 años para las características medidas al momento de la siembra y emergencia de plantas.

Cuadro 3. Probabilidades encontradas en el análisis conjunto en características del suelo a la siembra y número de plantas a la emergencia.

Fuente de variación	Humedad suelo (%)	Res. a la penetr. (MPa)	Nitratos (ppm)	N° Plantas/m^2
Año (A)	0,000	0,000	0,150	0,041
M. Tapiz (MT)	0,000	0,000	0,000	ns
A*MT	0,002	0,000	0,314	0,055
Lar. Barb. (LB)	0,001	0.001	0,000	ns
A*LB	0,029	0,093	0,054	ns
MT*LB	0,164	0,037	ns	0,086
A*MT*LB	0,010	0,404	ns	0,303
Promedio	22,71	1,336	3,41	113
CV (%)	7,72	20,00	17,80	21,43

En la primera zafra los registros de lluvias fueron menores con respecto a la segunda (primera, del 01/10 al 13/10/2008, 11 mm y segunda del 02/10 al 12/10/2009, 89 mm). De acuerdo a los resultados obtenidos en relación a la humedad del suelo, donde se detectó un efecto de interacción triple entre la condición previa, los tratamientos y el año de realización, se presentan en las figuras 1 y 2 las variaciones observadas. Comparando los gráficos, se observa que en la primera zafra los manejos del tapiz que no tuvieron pisoteo, presentaron mayor humedad del suelo comparado con la segunda en donde no hay mayores diferencias entre los manejos. En la figura 1, los manejos que incluían raigrás presentaron menor humedad a medida que se atrasaba la aplicación de glifosato.

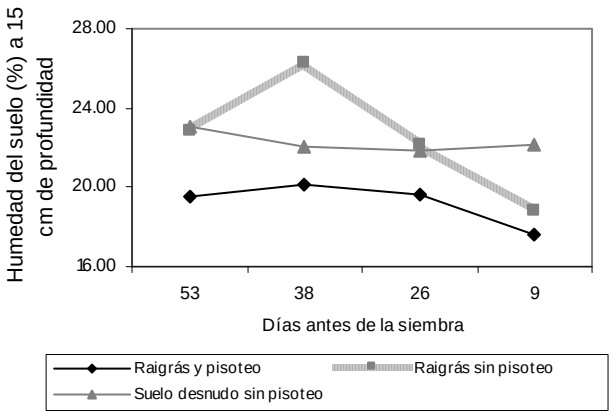


Figura 1. Humedad gravimétrica del suelo a 10 cm de profundidad en interacción con el largo de barbecho y manejo del tapiz para la zafra 2008/09.

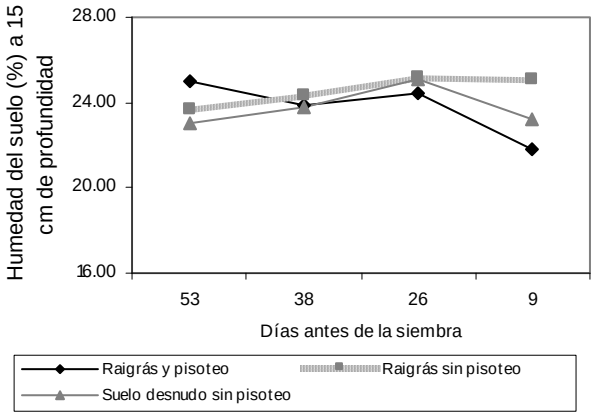


Figura 2. Humedad gravimétrica del suelo a 10 cm de profundidad en interacción con el largo de barbecho y manejo del tapiz para la zafra 2009/10.

En la resistencia a la penetración del suelo se obtuvo interacción entre año y manejo del tapiz y entre manejo del tapiz y largo de barbecho, mostrándose en las figuras 3 y 4 su evolución. En la figura 3 (para la primera interacción) se observa que el manejo del raigrás con pisoteo en un año con menos humedad registra una mayor resistencia mientras que en la segunda zafra con más humedad la evolución según el manejo es bastante similar entre los mismos.

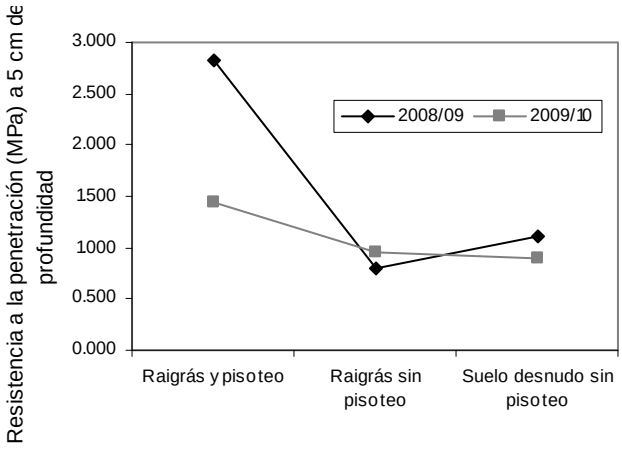


Figura 3. Resistencia a la penetración a 5 cm de profundidad interacción año con el manejo del tapiz.

En la segunda interacción (Figura 4), con el manejo de raigrás con pisoteo se registraron los valores mayores de resistencia a la penetración con una leve disminución en el tiempo de barbecho 38. El suelo desnudo presenta registros similares entre los diferentes largos de barbecho mientras que el raigrás sin pisoteo tiende a aumentar a medida que se atrasa la aplicación de glifosato.

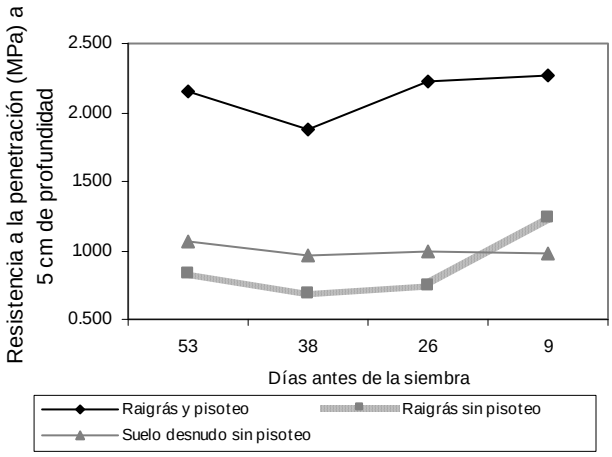


Figura 4. Resistencia a la penetración a 5 cm de profundidad en interacción con el largo de barbecho y manejo del tapiz.

Para el contenido de nitratos se encontró efectos debido al manejo del tapiz e interacción año por largo de barbecho. En la figura 5, se muestra que a pesar de ser niveles bajos de este nutriente, el manejo de suelo desnudo presentó los valores mayores tal vez debido a la falta de plantas que consuman dicho nutriente comparado con los otros dos manejos que sí las presentan.

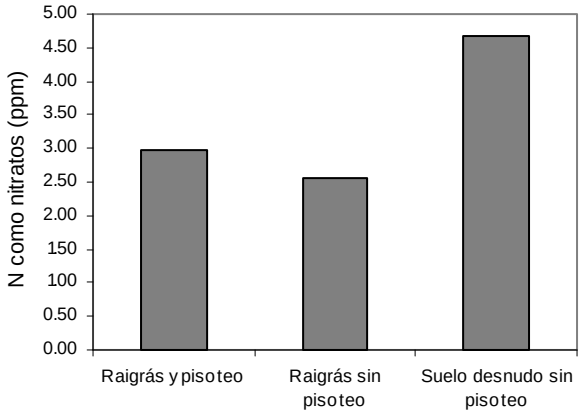


Figura 5. Contenido de nitratos a 10 cm de profundidad según el manejo del tapiz.

En la figura 6 se observa, en general, que el contenido de nitratos resultó mayor en el segundo año, excepto en la penúltima época de aplicación, lo que provocaría la significación de la interacción entre los 2 factores

.

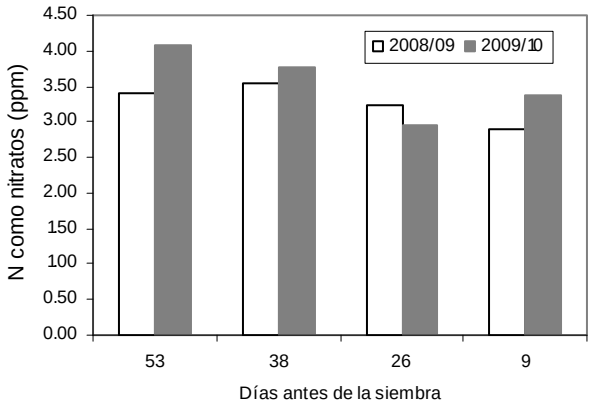


Figura 6. Interacción año por largo de barbecho en el contenido de nitratos a 10 cm de profundidad.

En el número de plantas por metro cuadrado a la emergencia se obtuvo efecto significativo al 5,5% por efectos de la interacción año por manejo del tapiz y al 8,6% por efectos de la interacción manejo del tapiz y largo de barbecho. En la figura 7 se muestran tendencias distintas según la zafra. En la primer zafra, el número de plantas tiende a disminuir en el suelo desnudo mientas que en la segunda zafra la tendencia es ascendente.

En el cuadro 4 se muestran los resultados en las probabilidades encontradas para rendimiento, componentes del mismo y altura de plantas.

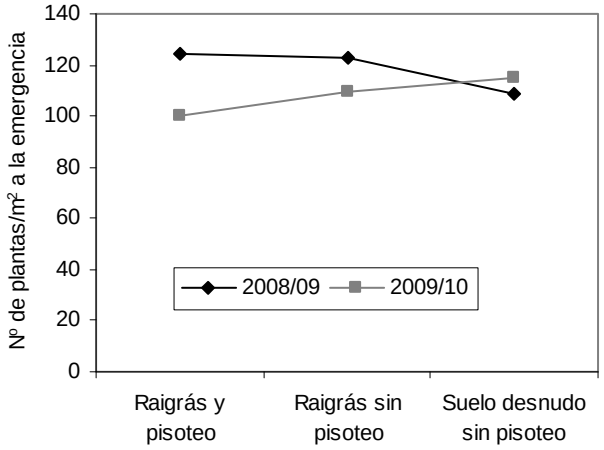


Figura 7. Interacción año por manejo del tapiz para las plantas/m^2 a la emergencia.

Cuadro 4. Probabilidades resultantes del análisis conjunto para rendimiento, componentes y altura a la cosecha.

Fuente de variación	Rendimiento	Pan./m^2	G. Ll./pan.	G. Vac./pan	G. Tot./pan	P. mil granos	Altura
Año (A)	0,000	ns	ns	ns	ns	ns	0,000
M.Tap. (MT)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A*MT	ns	ns	ns	0,062	ns	ns	ns
L. Bar. (LB)	0,059	ns	ns	0,001	ns	ns	ns
A*LB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MT*LB	ns	ns	ns	ns	0,092	ns	ns
A*MT*LB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Promedio	8721	525	83	12	95	27,11	0,88
CV (%)	5,95	16,34	14,68	27,76	12,79	2,46	1,96

Para rendimiento se encontró diferencias altamente significativas debidas al efecto año (2008/09: 10156 kg/ha y 2009/10: 7285 kg/ha). Es importante el bajo coeficiente de variación obtenido en esta característica. La diferencia en rendimiento entre años probablemente tenga relación con la luminosidad disponible en el período de llenado de granos (en febrero principalmente), que en el año 2009 resultó un 17% superior al promedio histórico y en el año 2010, 32% inferior. También se obtuvo efecto significativo al 6% para largo de barbecho donde la tendencia fue a aumentar con el atraso de la aplicación del glifosato (Figura 8). Como se observa en el grafico 6 el registro de nitratos es bajo o sea que en los suelos de los experimentos no era esperable efecto positivo en los rendimientos. Por otro lado, la humedad del suelo al momento de la siembra, con posible efecto positivo esperable de un barbecho largo, en los dos años no fue limitante para la emergencia de plantas. Debido a esto no podría esperarse mayores efectos del largo de barbecho sobre el rendimiento final.

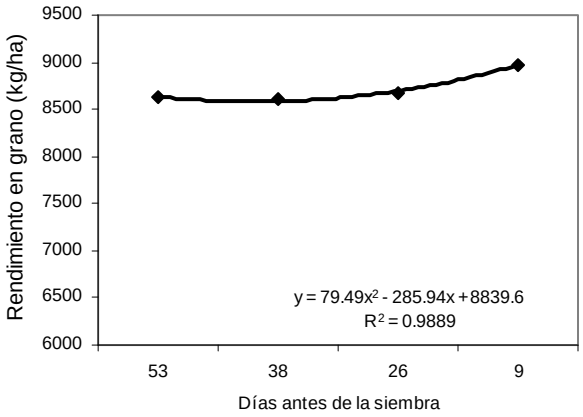


Figura 8. Efecto del largo de barbecho en el rendimiento en grano.

Las panojas por metro cuadrado, los granos llenos/panoja y el peso de mil granos no fueron afectados por las diferentes fuentes de variación. En cambio para el número de granos vacíos/panoja se obtuvo interacción significativa al 6,2% entre año y manejo del tapiz y efecto altamente significativo debido a largo de barbecho con diferencias pequeñas entre ellos (11 granos vacíos/panoja para los 53 días y 14 para los 9).

Para la altura de plantas se encontraron diferencias entre años (zafra 2008/09: 0,848 y zafra 2009/10: 0,913). Este efecto significativo podría explicarse por la luminosidad, ya que con menores disponibilidades se incrementa la altura de plantas. Como ya fue comentado en la primera zafra los niveles fueron superiores a la segunda.

CONSIDERACIONES FINALES

Se efectuó un análisis combinado de 2 años en donde se estudia distintos manejos del tapiz y largos de barbecho. Se encontraron diferencias en humedad del suelo y resistencia a la penetración de acuerdo a las precipitaciones de cada año. En años de baja precipitación se encuentran diferencias comparativamente mayores entre los distintos manejos del tapiz en los 2 parámetros, mientras que en un año lluvioso las diferencias son menores.

No se observaron mayores rendimientos con los barbechos más largos debido posiblemente a que el contenido de nitratos de suelos en los 2 años fue bajo y la humedad del suelo no fue limitante para la implantación del cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Méndez, R.; Deambrosi, E.; Terra, J. 2009. Efectos del pisoteo de corderos pastoreando raigrás instalado en labores de verano sobre el siguiente cultivo de arroz. In: Deambrosi, E. et al. Eds.**10 años de la Unidad de Producción arroz-ganadería**. Uruguay: INIA Treinta y Tres, Serie Técnica N° 180, 2009, p. 149-158.

2. Méndez, R.; Deambrosi, E. 2009. Efectos del barbecho químico y determinación del momento óptimo de aplicación de glifosato para la implantación y rendimiento del arroz sembrado con cero laboreo. In: Deambrosi, E. et al. Eds.**10 años de la Unidad de Producción arroz-ganadería**. Uruguay: INIA Treinta y Tres, Serie Técnica N° 180, 2009, p. 159-166.

EFECTO DE CULTIVOS DE COBERTURA INVERNAL SOBRE LA RESPUESTA A N EN EL CULTIVO DE ARROZ EN SIEMBRA DIRECTA

José Terra[1/], Ana Sanchez[2/], Ramón Méndez[1/], Enrique Deambrosi[1/]

INTRODUCCIÓN

En las últimas zafras, más del 55% del área del cultivo de arroz en Uruguay fue sembrada sobre algún tipo de pastura (natural, regenerada o artificial). El laboreo anticipado del suelo, en el verano-otoño previo a la siembra del cultivo, es una práctica de manejo ampliamente difundida luego de una fase de pasturas entre los productores arroceros. La anticipación de las operaciones de laboreo, nivelación y drenaje aumenta las probabilidades de sembrar el arroz en la época recomendada que es un factor clave en la productividad del cultivo en Uruguay.

En rotaciones cultivos-pasturas con laboreo, estas últimas cumplen un rol significativo en la sostenibilidad del recurso suelo mediante la restauración de muchas propiedades físicas, químicas y biológicas habitualmente degradadas durante la fase de cultivos (Díaz, 1992). Uno de los mayores beneficios de las pasturas de leguminosas y gramíneas en rotación con cultivos radica en su capacidad de recuperar los niveles de C orgánico del suelo y fijar N atmosférico a través de la fijación biológica de N. Por esta razón, los principales beneficios relacionados a la mejora de las propiedades físicas y aumento de fertilidad que aportan las pasturas en estos sistemas son capitalizados en mayor medida por los cultivos inmediatos a las mismas.

La roturación de un suelo en el verano, luego de una fase de pasturas (natural o artificial), acelera la descomposición de la materia orgánica lábil acumulada con las pasturas y expone al N generado por la mineralización a procesos de pérdidas. Debido a la inestabilidad y alta movilidad del $N\text{-}NO_3$ producido, ante condiciones de humedad y temperatura favorables como las que se registran al inicio del otoño, las pérdidas por lixiviación o denitrificación pueden ser estimuladas ante la ausencia de un cultivo en crecimiento con capacidad de absorber el N disponible.

El uso de cultivos de cobertura que atrapen transitoriamente el N disponible en el suelo y lo transfieran a cultivos siguientes es una práctica de manejo utilizada en varios sistemas productivos para ahorrar fertilizantes N, proteger el suelo de la erosión y conservar agua (Kristensen et al., 2003). El uso de estos cultivos en los sistemas arroz pasturas no es una práctica sistemática de manejo, más allá de la regeneración espontanea del tapiz luego del laboreo de verano y su pastoreo ocasional durante el invierno. Trabajos extranjeros mostraron que el uso de cultivos de cobertura de leguminosas o gramíneas previo a un cultivo de arroz puede contribuir con ahorros importantes de N en el sistema y aumentar los rendimientos, particularmente en suelos pobres (Schulz et al., 1999). Más allá de la relativamente baja dosis de N aplicado comercialmente (70 kg/ha N) y de la baja y errática respuesta del arroz al N comparado con otros cultivos; el incremento de los costos de los fertilizantes y las implicancias ambientales de pérdidas de N del sistema, ameritan generar conocimiento adicional sobre los impactos productivos y ambientales del uso de cultivos de cobertura en los sistemas arroz-pasturas.

La hipótesis de trabajo fue que la inclusión de cultivos de cobertura luego del laboreo de verano permitiría absorber parte del N mineralizado, mitigar sus pérdidas y mantener el nutriente en el sistema para transferírselo al cultivo de arroz y así reducir las necesidades de fertilizantes nitrogenados en el mismo.

El **objetivo** del trabajo fue evaluar durante dos zafras (2008-09 y 2009-10) la capacidad de distintas coberturas vegetales invernales para atrapar y mantener en el sistema N generado luego del laboreo de verano y evaluar la respuesta a la fertilización del

[1/] INIA Treinta y Tres
[2/] Estudiante de Grado, Facultad de Agronomía

cultivo de arroz sembrado directamente sobre las mismas.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la jornada arroz 2008-09 se presentaron los resultados de la primera zafra (Terra et al., 2009). En este artículo se presentarán fundamentalmente los resultados de la segunda zafra y el análisis conjunto de rendimiento.

Ambos ensayos se instalaron en la Unidad Experimental del Paso de la Laguna en sitios con 3 años de descanso. En la primera zafra (2008-09) el suelo correspondió a un Brunosol Subeutrico Lúvico, mientras que en la segunda zafra (2009-10) correspondió a un Solod Melánico-.El análisis químico del suelo (cuadro 1) sugiere que, a diferencia de la zafra 2008-09, el ensayo en 2009-10 fue instalado sobre una situación de baja fertilidad a juzgar por los contenidos de C orgánico, N total y P disponible.

a) Sitio

Cuadro 1. Análisis químico del suelo (0-15-cm) previo a la instalación de los cultivos de cobertura sobre el laboreo de verano durante dos zafras.

Sitio	pH (H2O)	C.Org (%)	N total (%)	P ac.cit. (µg P/g)	K int (meq/100g)
2008-09	5.4 ±0.17	1.90 ±0.17	0.17 ±0.01	14.6 ±4.8	0.27±0.01
2009-10	5.8 ±0.2	1.0 ±0.1	0.09 ±0.02	4.2 ±0.6	0.22 ±0.01

b) Tratamientos y Diseño Estadístico

El experimento consistió en un arreglo factorial de 5 alternativas de coberturas del suelo durante el invierno y 4 dosis de N en el cultivo de arroz instalado sobre las mismas. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con un arreglo de parcelas divididas con 4 repeticiones. En la parcela grande (9.6x10-m) se colocaron las coberturas invernales (Cuadro 2), mientras que en las parcelas menores (2.4x10-m) se colocaron las dosis de N (Cuadro 3).

Las coberturas invernales consistieron en: a) sorgo forrajero; b) raigrás; c) trébol rojo; d) vegetación espontánea; y e) suelo desnudo. Los tratamientos de N consistieron en 4 dosis aplicadas durante el ciclo del arroz: a) 0 kg/ha N; b) 62 kg/ha N; 82 kg/ha N; y d) 102 kg/ha N.

Cuadro 2. Detalles de los tratamientos de cobertura del suelo durante el invierno.

Tratamiento Cobertura	Siembra	Herbicidas
Sorgo Forrajero	12 kg/ha el 3/2. Líneas	3 l Atrazina (48%), 5/2. Glifosato 5 l/ha 14/9
Raigrás	20kg/ha el 17/4. Voleo	Glifosato 3 l/ha 18/3. Glifosato potásico 3 l/ha 14/9
Trébol Rojo	10 kg/ha el 17/4. Voleo	Glifosato 3 l/ha 18/3. Glifosato 3 l/ha 14/9
Vegetación espontanea		Glifosato 3 l/ha 18/3. Glifosato 3 l/ha 14/9
Sin Vegetación		Glifosato 3 l/ha y 20/7. Glifosato 3 l/ha 14/9.

Cuadro 3. Detalle de la dosis y los momentos de aplicación del N durante el cultivo de arroz para los distintos tratamientos.

Dosis Total	Siembra	Macollaje	Primordio
	N (kg/ha)		
0	0	0	0
62	22	20	20
82	22	30	30
102	22	40	40

c) Manejo del Ensayo

Similar a lo realizado para la primera zafra, en 2009-10 el laboreo del suelo y la nivelación del terreno se realizó en la primera quincena de enero de 2009 luego de una aplicación de 4 l/ha de glifosato a mediados de diciembre. El laboreo de verano consistió en una pasada de excéntrica pesada, seguidas por una rastra de discos y dos pasadas de landplane. Todas las parcelas fueron fertilizados con 30 kg P_2O_5/ha aplicados como fosforita granulada (110 kg/ha de N_0-P_{13-27}-K_0) luego del laboreo de verano.

El sorgo se sembró el 03/02/09 con 12 kg semilla/ha en líneas separadas a 36 cm acompañado de una aplicación de 3 l/ha atrazina (48% i.a.). El 18/03/09 se realizó una aplicación generalizada de glifosato (Rango) de 3 l/ha en todas las parcelas sin sorgo forrajero. Aproximadamente 30 días luego de la aplicación, se sembraron al voleo las parcelas de raigrás y trébol rojo con 20 y 10 kg semilla/ha, respectivamente.

El tratamiento de suelo desnudo se mantuvo libre de vegetación con otra aplicación de glifosato de 3 l/ha el 20/07/09. A todas las coberturas vegetales se le permitió crecer libremente (sin pastoreo) durante el periodo a los efectos de maximizar la captura de N mineralizado por el suelo en su biomasa. El barbecho químico se inició simultáneamente en todos los tratamientos el 14/09/09 con una aplicación de 3 l glifosato/ha (PowerRango) en toda el área del ensayo.

El cultivo de arroz (cv. INIA Olimar) se instaló el 08/10/08 con siembra directa a una densidad de 134 kg/ha de semilla curada con Yunta. El tratamiento sin N fue fertilizado a la base con 120 kg/ha de superfosfato triple ($N_0P_{46}K_0$), mientras que los tratamientos con N fueron fertilizados a la base con 120 kg/ha de fosfato de amonio ($N_{18}P_{46}K_0$). Todas las parcelas además se fertilizaron a la base con 50 kg KCl/ha. A diferencia de lo ocurrido en la zafra anterior, en el segundo año no fue necesario realizar baños para promover la emergencia o uniformizar el cultivo. Para el control de malezas, se aplicaron mezcla de tanque de herbicidas en preemergencia y en postemergencia. El 13/10 se aplicó una mezcla de 2 l/ha de glifosato (Power Rango) y 1 l/ha de clomazone (Command). El 27/11 se aplicó otra mezcla consistente en 100 cc/ha de Bispyribac (Bispirine), 1.3 l/ha de Quinclorac (Facet) y 850cc/ha Plurafac.

Las aplicaciones de N al inicio del macollaje se realizaron el 01/12/09 con urea sobre el suelo seco en los tratamientos que le correspondían. La inundación del cultivo se realizó el 04/12/09 inmediatamente luego de aplicados los herbicidas y la urea de los tratamientos con N. La 2da urea, a pesar de algunas diferencias en el ciclo, se aplicó simultáneamente en todos los tratamientos de cobertura el 23/12/09, que fue unos 7-10 días previo a la aparición del primordio floral. Para el control de enfermedades fúngicas se aplicó 1 l/ha de Conzerto al inicio de la floración de la mayoría de los tratamientos (28/01/10) debido al alto riesgo de aparición de enfermedades.

d) Determinaciones

Coberturas Invernales

Se realizaron muestreos de suelos (0-15-cm) a la siembra de los cultivos de cobertura para análisis del contenido de C orgánico, N total, P (Bray I y Acido Cítrico), K intercambiable y pH (agua). Previo al inicio del barbecho, se realizaron determinaciones de materia seca total producida por los cultivos de cobertura y concentración de N en el tejido vegetal para estimar la cantidad total del nutriente atrapado durante el invierno.

Cultivo de Arroz

Se determinó el contenido de agua gravimétrico del suelo (0-15 cm) en cada una de las coberturas previo a la siembra del cultivo de arroz. Durante el ciclo del arroz se hicieron muestreos de suelos previos al agregado de N (siembra, macollaje y primordio) para análisis de $N\text{-}NO_3$ y $N\text{-}NH_4$.

En macollaje, primordio, floración y cosecha se extrajeron en cada parcela 4 muestras de plantas a ras del suelo (0.34 m^2) para determinar numero de tallos, biomasa aérea total y contenido de N en la misma. Simultáneamente, en macollaje, primordio y floración se realizaron estimaciones de la actividad clorofiliana en la hoja superior más desarrollada utilizando un sensor SPAD.

El rendimiento fue estimado, previo desborde de 2-m de cabeceras, mediante el corte de 6-m lineales en las 7 hileras centrales de cada parcela y el peso de grano fue ajustado a 13% (7.14 m^2). Para el análisis de los componentes de rendimiento (panojas/m^2, granos llenos y peso grano) se extrajeron 4 muestras de 0.5x0.17-m y se sacaron al azar 20 panojas de cada parcela. Por último, se realizaron las mediciones de calidad industrial del grano (blanco total, entero, yesado y manchado).

e) Análisis Estadístico

Las respuestas agronómicas fueron evaluadas utilizando modelos mixtos (PROC MIXED) del paquete estadístico SAS (Littell et al., 1996). En el modelo estadístico, las coberturas invernales, las dosis de N y sus interacciones fueron consideradas como efectos fijos, mientras que los bloques fueron considerados como efectos aleatorios. Para determinar la significancia estadística de los efectos fijos en todos los análisis se utilizó un test F con un *P=0.05*)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1) Cultivos de cobertura

Similar a lo observado en la zafra 2008-09, el trébol rojo tuvo la mayor cantidad de N atrapado en su biomasa al inicio del barbecho para la siembra del arroz (Cuadro 4). El trébol rojo retuvo 44.2 kg N/ha en sus tejidos vegetales, cantidad que fue aproximadamente 2.5 y 4 veces mayor al N retenido en el raigrás y en las malezas, respectivamente. El aporte de N del raigrás estuvo 68% por debajo a lo obtenido en la zafra anterior como resultado de una menor acumulación de biomasa del cultivo durante la estación de crecimiento. La menor productividad del raigrás probablemente estuvo asociada al retraso en la época de siembra por el déficit hídrico de otoño y a la menor fertilidad del suelo.

Luego del laboreo de verano, al momento de la siembra del sorgo a inicios de febrero se cuantificaron 18 ppm de $N\text{-}NO_3$ en el suelo (0-15 cm profundidad). Este N pudo ser capitalizado principalmente por el cultivo de sorgo sembrado inmediatamente después del laboreo, ya que tanto el trébol rojo como el raigrás se sembraron casi 3 meses después. El déficit hídrico de otoño retrasó la siembra del raigrás y el trébol rojo, situación que no permitió capitalizar el N acumulado en el suelo durante el verano y afectaron el crecimiento inicial del raigrás.

El sorgo y las malezas tuvieron una acumulación de biomasa similar a lo observado en la primera zafra; por lo tanto el aporte de N retenido en sus tejidos fue también similar a lo observado en el primer ensayo. Tal como se esperaba, la relación C/N de los tejidos del trébol rojo fue la más favorable para la mineralización del N de sus restos y la relación C/N del sorgo la más desfavorable.

Cuadro 4. Biomasa de rastrojo y aporte de N de distintas coberturas invernales y su efecto sobre el contenido de N y agua del suelo a la siembra del cultivo de arroz.

	Biomasa (kg/ha MS)	N rastrojo (kg/ha N)	Agua gravimétrico (g /kg)
Sin Vegetación	0 d	0d	240a
Malezas	740c	11.1c	240a
Raigrás	1570b	17.4bc	230a
Sudan	3490ª	24.3b	230a
Trébol Rojo	1380b	44.2a	230a

Valores seguidos por una misma letra minúscula en la misma columna no difieren significativamente con p=0.05

2) Arroz

Instalación y crecimiento inicial

Como resultado de las bajas temperaturas ocurridas en octubre el cultivo demoró un mes entre la siembra y la emergencia. El arroz sembrado sobre trébol rojo y raigrás fue el primero en emerger (06/11), mientras que el arroz sobre sorgo y malezas fue el último (10/11). El cultivo sembrado sobre suelo descubierto presentó una emergencia muy despareja como consecuencia del encostramiento de la superficie. A diferencia de lo observado en la zafra anterior, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos de coberturas en la implantación del cultivo que tuvo una media 156 plantas/m^2 que es considerada satisfactoria (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto del tipo de cobertura invernal sobre el número de plantas del cultivo de arroz 15 días después de la inundación.

Sin vegetación	Malezas	Raigrás	Sorgo	Trébol Rojo
		Plantas/m^2		
144a	165a	156a	159a	150a

Valores seguidos por la misma letra minúscula en la misma grafica no difieren significativamente p=0.05.

Sin embargo, posteriormente a la emergencia, se constataron diferencias importantes en el crecimiento inicial, la tasa de macollaje y en el desarrollo entre los tratamientos de coberturas que afectaron el ciclo del cultivo.

Al inicio del macollaje, el arroz sembrado sobre raigrás o sorgo presentaba menor acumulación de biomasa que aquel sembrado sobre suelo desnudo o trébol rojo, tanto en aquellos casos sin N basal como con el agregado de 22 kg/ha N a la siembra (Cuadro 6). La mayor respuesta al agregado de N basal en la acumulación de biomasa fue observada en el arroz instalado sobre raigrás (98%), malezas (86%) y sorgo (69%), mientras que la menor ocurrió sobre trébol rojo (40%); no se observaron respuestas a N basal sobre suelo sin vegetación invernal.

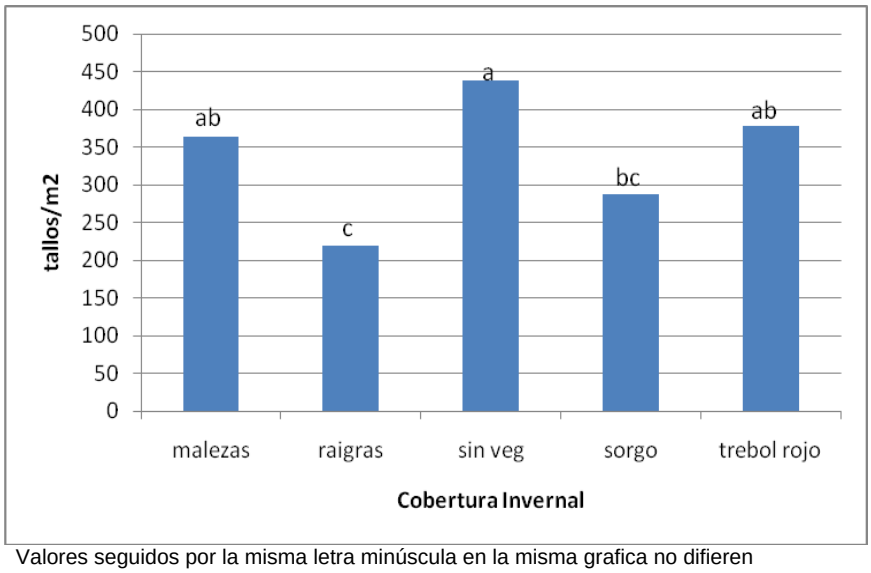
Cuadro 6. Efecto del tipo de cobertura invernal y del N aplicado a la siembra sobre la biomasa acumulada del cultivo 20 días luego de la emergencia (inicio macollaje).

N Basal	Sin vegetación	Malezas	Raigrás	Sorgo	Trébol Rojo
			kg/ha MS		
0 kg N/ha	215aA	116bC	94bC	115bC	175bB
22 kg N/hal	223aA	216aAB	186aB	194aB	245aA

Valores seguidos por una misma letra minúscula en la misma columna no difieren significativamente con p=0.05
Valores seguidos por una misma letra mayúscula en misma la fila no difieren significativamente con p=0.05

El conteo de tallos realizado en diciembre, 2 semanas luego de la inundación refleja las diferencias de macollaje y densidad del cultivo entre coberturas (Figura 1). El arroz sin aplicación de N sembrado sobre el rastrojo de raigrás o sorgo tuvo una menor tasa de macollaje que aquellos sobre suelo desnudo, trébol rojo o malezas invernales

(Figura 1). El efecto negativo de rastrojos muy voluminosos con alta relación C:N sobre la calidad de siembra, inmovilización de N y posibles efectos alelopáticos ha sido reportado frecuentemente.



Valores seguidos por la misma letra minúscula en la misma grafica no difieren significativamente p=0.05.

Figura 1. Efecto del tipo de cobertura invernal sobre el número de tallos del cultivo de arroz sin N 15 días después de la inundación.

Producción de Biomasa

Se observaron diferencias significativas en la producción de biomasa de arroz entre coberturas invernales y dosis de N a lo largo del ciclo del cultivo (Figura 2). Al igual que en la zafra anterior, no se observaron interacciones significativas en acumulación de biomasa entre las coberturas invernales y las dosis de N agregadas al arroz en ningún momento del ciclo.

La acumulación de biomasa en el cultivo de arroz sembrado sobre el tratamiento sin vegetación invernal, al momento de la aplicación de la segunda urea, fue 81 y 45%, mayor a las obtenidas sobre raigrás y sorgo, respectivamente; pero no fue diferente de la MS acumulada sobre trébol rojo o malezas.

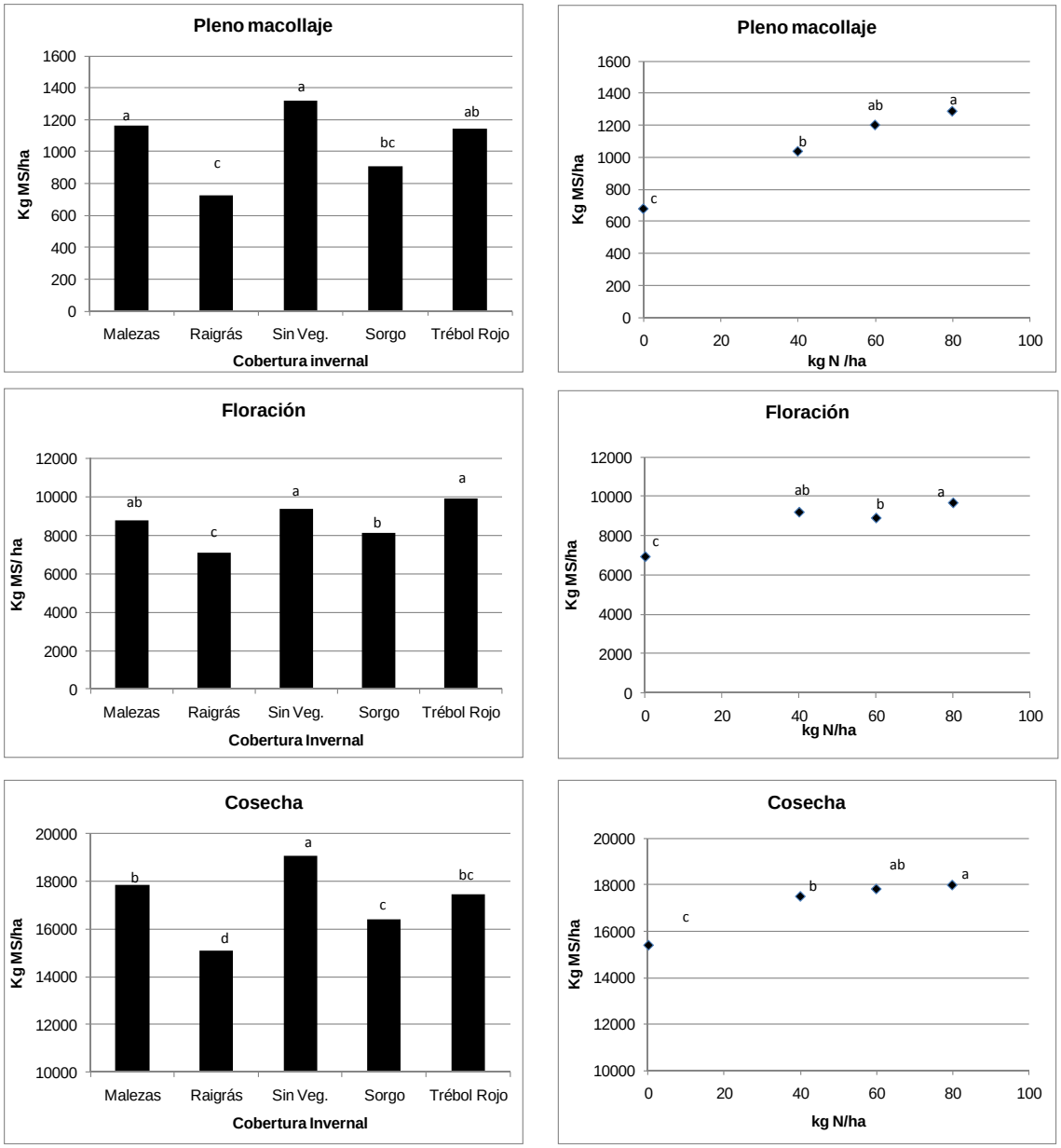
Las diferencias de biomasa entre tratamientos de coberturas al inicio de la floración del arroz se redujeron respecto a las observadas a la aplicación de la 2da urea. El arroz sembrado sobre trébol rojo tuvo la mayor acumulación de biomasa a inicio de floración, este superó en 40 y 22% a los ubicados sobre raigrás y sorgo, respectivamente; mientras que no fue diferente a los tratamientos sembrados sobre malezas o suelo desnudo.

No se observaron diferencias en la biomasa acumulada a cosecha entre el arroz ubicado en las parcelas sin vegetación respecto a aquello sobre malezas o trébol rojo. Sin embargo, la biomasa generada sobre estos tratamientos fue 20% mayor a la alcanzada por el arroz cuando fue sembrado sobre raigrás.

En promedio, el arroz con agregado de N acumuló 73, 34 y 15% más biomasa que el arroz sin agregado de N, a inicio de elongación, floración y cosecha, respectivamente. No se observaron diferencias agronómicamente relevantes durante el ciclo en acumulación de biomasa entre dosis que tuvieron N. La mayor respuesta en producción de biomasa ante el agregado de N fue observada en el cultivo sobre sorgo y la menor en el cultivo sobre suelo desnudo.

Estos datos sugieren que parte de las diferencias observadas entre el tratamiento

sin vegetación comparado con los tratamientos que tuvieron coberturas invernales estuvieron relacionadas al adelantamiento del ciclo y la otra parte a diferencias en la tasa de crecimiento del cultivo. Por otro lado, el agregado de N a las dosis manejadas en el ensayo no logró compensar esas diferencias entre los tratamientos con coberturas de gramíneas comparado con los otros.



Valores seguidos por la misma letra minúscula en la misma grafica no difieren significativamente p=0.05.

Figura 2. Efecto del tipo de cobertura invernal y la dosis de N en el cultivo de arroz sobre la producción de biomasa a primordio y floración.

Índice de Clorofila

Se encontraron diferencias significativas en el índice de clorofila en las plantas de arroz sembradas sobre distintos cultivos de cobertura invernales solamente en la etapa previa a primordio (Cuadro 7). Los mayores valores del índice SPAD fueron observados en el arroz sobre suelo desnudo y trébol rojo que fueron significativamente mayores a los

medidos en el cultivo sembrado sobre malezas o sorgo.

Se observó un claro efecto de la fertilización nitrogenada y de la dosis de N sobre el índice de clorofila previo a primordio, pero no hubo interacción significativa entre el agregado de N y las coberturas invernales. Los menores valores de SPAD fueron observados en los tratamientos sin agregado de N, mientras los mayores valores fueron encontrados en las dosis de 82 y 102 kg N/ha. Los valores del índice SPAD encontrados en el cultivo previo a primordio en los tratamientos con agregado de N estuvieron por encima de los valores críticos de 37 reportados para el cultivo en ese estadio por Singh et al. (2002). Los valores observados en los tratamientos sin agregado de N están todos por debajo de esos valores críticos, el cultivos sembrado sobre trébol rojo es el que se encuentra más cercano a ese valor.

No se observaron efectos ni de las coberturas ni del agregado de N y sus interacciones sobre el índice de clorofila medido a inicios de floración.

Cuadro 7. Efecto de distintas alternativas de coberturas invernales sobre la estimación del contenido de clorofila del cultivo de arroz previo a primordio, medido como índice SPAD.

N	Malezas	Raigrás	Sin veg	Sorgo	Trébol rojo	Media
0	32.6b	32.5b	33.1b	32.9b	34.8b	**33.2c**
62	35.3a	35.8ª	39.0a	34.0b	37.0ab	**36.2b**
82	36.3a	37.2ª	39.3a	37.1a	37.5a	**37.5a**
102	37.0a	38.1ª	38.1a	37.7a	38.8a	**37.9a**
Media	**35.3B**	**35.9AB**	**37.4A**	**35.4B**	**37.0A**	**36.2**
Error Std	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	**0.73/0.51**

Rendimiento

El rendimiento promedio del ensayo 2009-10 fue 14% inferior al de la zafra 2008-09. Debido a que en el análisis conjunto se observaron interacciones significativas entre el año y los tratamientos de coberturas y las dosis de N, los análisis se hacen en forma individual para cada zafra.

Zafra 2008-09

La mayor productividad de grano en el ensayo fue obtenida en el tratamiento sin cobertura vegetal y la menor en el cultivo sembrado sobre raigrás que fue en promedio un 9% menor al primero (Cuadro 8). No se observaron diferencias en productividad entre el resto de los tratamientos de cobertura ni interacciones entre estos y la dosis de N utilizada en el arroz.

Se obtuvieron respuestas significativas al agregado de N hasta la dosis de 102 kg N/ha, pero no se observaron diferencias en rendimiento entre la dosis de 82 y 62 kg N/ha que mostraron un rendimiento superior al testigo sin N. En promedio, se obtuvo un incremento de rendimiento del 22% entre el testigo sin N y la dosis de N de máxima respuesta (2130 kg/ha), que significa una conversión de 20.9 kg grano/kg N aplicado. La mayor respuesta relativa en producción de grano entre el testigo sin N y la dosis de máxima respuesta fue observada en el arroz sobre malezas (32%, 28.5 kg grano/kg N) y la menor en el arroz en las parcelas sin cobertura invernal (12%, 11.7 kg grano/kg N). La máxima respuesta absoluta e incremento relativo de rendimiento al agregado de N fue observada en el cultivo sobre trébol rojo (2640 kg/ha, 28% incremento). El arroz sembrado sobre raigrás tuvo menor rendimiento que sobre las otras coberturas, tanto en las parcelas testigo sin N como en las parcelas con la dosis máxima de N.

Cuadro 8. Efecto de distintas coberturas invernales y dosis de N en el cultivo de arroz sobre el rendimiento de grano del arroz (Zafra 2008-09).

Tratamiento	Malezas	Raigrás	Sin Vegetación	Sudangrass	Trébol Rojo	Media
N (kg/ha)	kg/ha					
0	9070c	8780c	10370b	9730c	9490c	**9490c**
62	10430b	10830a	11110ab	10250bc	11250b	**10770b**
82	10760b	9870b	11230a	10580b	11300b	**10750b**
102	11980a	10900a	11560a	11550a	12130a	**11620a**
Media	**10560AB**	**10090B**	**11070A**	**10530AB**	**11045A**	**10660**
Error estándar	**440**	**440**	**440**	**440**	**440**	**390/200**
	P > F					
Test Efectos Fijos						
Cobertura						**0.122**
N						**<0.001**
Cobertura x N						**0.134**

Valores seguidos por una misma letra minúscula en la misma columna no difieren significativamente con p=0.05
Valores seguidos por una misma letra mayúscula en misma la fila no difieren significativamente con p=0.05

Zafra 2009-10

La mayor productividad de grano en el ensayo fue obtenida en el tratamiento sobre trébol rojo, que fue 8% superior al rendimiento promedio del cultivo sobre sorgo y suelo desnudo y 19% superior al promedio del arroz sobre raigrás y malezas (Cuadro 9).

Por otro lado, en promedio, se observaron respuestas significativas en rendimiento hasta la máxima dosis de N utilizada. Se obtuvieron respuestas al agregado de N hasta la dosis de 102 kg/ha N, pero no se observaron diferencias en rendimiento entre la dosis de 82 y 62 kg/ha N que mostraron un rendimiento superior al testigo sin N. En promedio, se obtuvo un incremento de rendimiento del 26% (2053 kg/ha) entre el testigo sin N y la dosis de N de máxima respuesta, lo que significa una conversión de 20.1 kg grano adicional/kg N aplicado

Sin embargo, se observaron interacciones significativas entre las coberturas invernales y las dosis de N. Los cultivos sobre malezas, raigrás o sorgo tuvieron respuestas hasta dosis máximas de N, mientras que el arroz sembrado sobre suelo desnudo o trébol rojo tuvo respuesta solo hasta el primer nivel de N. La mayor respuesta relativa en producción de grano entre el testigo sin N y la dosis de máxima respuesta fue observada en el cultivo sembrado sobre malezas (45%, 29 kg grano/kg N). La menor respuesta fue observada en las parcelas sobre trébol rojo (16%, 18 kg grano/kg N) y sin cobertura invernal (15%, 21 kg grano/kg N).

La máxima respuesta absoluta de rendimiento al agregado de N fue observada en el cultivo sobre malezas (2955 kg/ha) y el menor en el cultivo sobre suelo desnudo (1280 kg/ha). El arroz sembrado sobre raigrás o malezas tuvo menor rendimiento que sobre trébol rojo, tanto en las parcelas testigo sin N como en las parcelas con la dosis máxima de N.

Cuadro 9. Efecto de distintas coberturas invernales y dosis de N en el cultivo de arroz sobre el rendimiento de grano del arroz (Zafra 2009-10).

Tratamiento	Malezas	Raigrás	Sin Vegetación	Sorgo	Trébol Rojo	Media
N (kg/ha)	kg/ha					
0	6633c	6953c	8546b	8091b	9210b	**7887c**
62	8553b	8503b	9827a	9653a	10282a	**9363b**
82	9369a	8884ab	9217a	9872a	10704a	**9609ab**
102	9588a	9668a	9549a	10420a	10473a	**9940a**
Media	**8536C**	**8502C**	**9284B**	**9509B**	**10167A**	**9200**
Error estándar	**409**	**409**	**409**	**409**	**409**	**297/183**
	P > F					
Test Efectos Fijos						
Cobertura						**0.0005**
N						**0.0001**
Cobertura x N						**0.0275**

Valores seguidos por una misma letra minúscula en la misma columna no difieren significativamente con p=0.05
Valores seguidos por una misma letra mayúscula en misma la fila no difieren significativamente con p=0.05

Componentes

Se detectaron algunos efectos significativos de las coberturas invernales sobre algunos componentes de rendimiento (Cuadro 10). Sin embargo los mismos no logran explicar claramente las diferencias de rendimiento encontradas entre tratamientos.

El arroz instalado sobre raigrás o sorgo tuvo una tendencia a mostrar un menor número de panojas que los instalados en las otras alternativas de coberturas. El cultivo instalado sobre suelo sin vegetación presentó 7% más granos/espiga que el promedio de los otros tratamientos de cobertura, posiblemente relacionado a la alta densidad de plantas. Por otro lado, los granos encontrados en el arroz sembrado sobre sorgo o suelo desnudo fueron algo más pesados que el de los otros tratamientos. No se observaron diferencias en el porcentaje de esterilidad del grano de arroz entre las coberturas invernales.

Se observó una tendencia a aumentar el número de panojas m^2 y el peso de los granos, así como a disminuir la esterilidad cuando se comparó el promedio de los tratamientos con N contra el testigo sin agregado de N.

Cuadro 10. Efecto de distintas coberturas invernales en el cultivo de arroz sobre los componentes de rendimiento.

Componente	Malezas	Raigrás	Sin Veg.	Sorgo	T.Rojo	Media
Panojas/m^2	459ab	440b	481a	447ab	473a	460
Granos/espiga	110ab	104b	119a	111ab	109b	111
% Esterilidad	14.7a	13.1a	13.4a	11.3a	13.3a	13.2
Peso 1000 granos(g)	25.7b	26.2b	26.7ab	26.8a	25.5c	26.2

Valores seguidos por una misma letra en la misma fila no difieren significativamente con p=0.05

Calidad Industrial

Se constataron algunos efectos significativos de los cultivos de cobertura y la dosis de N sobre la calidad industrial del grano producido (Cuadro 11a al 11e). En general, la calidad industrial del grano fue más alta en el cultivo ubicado sobre malezas que tuvo menor porcentaje relativo de grano quebrado, yesado y manchado que los otros tratamientos.

Por otro lado, el cultivo ubicado sobre el sorgo fue el que tuvo los peores índices de calidad industrial como lo revelan su mayor porcentaje de quebrado y yesado. El mayor porcentaje de grano blanco total fue encontrado en el arroz sembrado sobre malezas y trébol rojo que tuvieron el menor quebrado. Por otro lado, el menor porcentaje de blanco total se constató en el arroz sembrado sobre Sorgo como debido a su mayor % de quebrado.

La fertilización a la dosis máxima de N aumentó el grano blanco total respecto al testigo sin N debido a una reducción del % de quebrado.

Cuadro 11. Efecto de distintas coberturas invernales y dosis de N en el cultivo de arroz sobre los indicadores de calidad industrial del grano de arroz.

Blanco Total % N (kg/ha)	Malezas		Raigrás		Sin Veg.		Sorgo		Trébol Rojo		Media	
0	69.0	b	69.5	ab	70.0	a	69.1	a	69.9	a	69.5	b
62	69.7	ab	70.3	ab	69.0	a	69.3	a	70.9	a	69.8	ab
82	70.8	a	68.8	b	69.8	a	68.6	a	70.8	a	69.8	ab
102	70.8	a	70.5	a	69.8	a	69.3	a	70.8	a	70.2	a
Media	70.1	AB	69.8	B	69.7	B	69.1	B	70.6	A	69.8	

Grano Entero (%) N (kg/ha)	Malezas		Raigrás		Sin Veg.		Sorgo		Trébol Rojo		Media	
0	62.6	b	62.4	b	64.1	a	62.1	a	64.5	a	63.1	b
62	64.6	ab	65.3	a	62.2	a	63.0	a	65.4	a	64.1	a
82	66.0	a	61.6	b	63.5	a	62.3	a	64.3	a	63.5	ab
102	65.6	a	64.7	a	62.3	a	62.2	a	64.9	a	63.9	ab
Media	64.7	A	63.5	AB	63.0	B	62.4	B	64.8	A	63.7	

Grano Quebrado(%) N (kg/ha)	Malezas		Raigrás		Sin Veg.		Sorgo		Trébol Rojo		Media	
0	6.4	a	7.1	a	5.9	b	7.0	a	5.4	a	6.3	a
62	5.1	a	5.0	b	6.8	ab	6.3	a	5.5	a	5.7	a
82	4.9	a	7.2	a	6.3	ab	6.3	a	6.5	a	6.2	a
102	5.2	a	5.9	ab	7.6	a	7.1	a	5.9	a	6.3	a
Media	5.4	B	6.3	A	6.6	A	6.7	A	5.8	AB	6.2	

Grano Yesado (%) N (kg/ha)	Malezas		Raigrás		Sin Veg.		Sorgo		Trébol Rojo		Media	
0	1.9	b	1.9	b	2.2	b	2.2	b	3.0	a	2.2	c
62	1.9	b	2.3	ab	2.6	b	2.5	ab	3.0	a	2.5	bc
82	2.2	ab	2.4	ab	2.6	b	2.8	ab	3.5	a	2.7	b
102	2.8	a	2.7	a	3.5	a	3.2	a	3.5	a	3.1	a
Media	2.2	B	2.3	B	2.7	AB	2.7	AB	3.2	A	2.6	

Grano Manchado(%) N (kg/ha)	Malezas		Raigrás		Sin Veg.		Sorgo		Trébol Rojo		Media	
0	0.4	a	0.5	a	0.6	a	0.5	a	0.5	a	0.5	a
62	0.3	a	0.7	a	0.6	a	0.4	a	0.5	a	0.5	a
82	0.5	a	0.5	a	0.5	a	0.4	a	0.5	a	0.5	a
102	0.4	a	0.5	a	0.5	a	0.3	a	0.5	a	0.4	a
Media	0.4	A	0.6	A	0.5	A	0.4	A	0.5	A	0.5	

CONSIDERACIONES FINALES

Los cultivos de cobertura utilizados (raigrás, sorgo y trébol rojo) tienen potencial para capturar N del sistema liberado entre el laboreo de verano y el inicio del barbecho, para ser devuelto paulatinamente durante el ciclo del cultivo de arroz. El potencial de captura de estos cultivos estuvo entre 20 y 60 kg/ha de N dependiendo del suelo, la especie y las condiciones climáticas del año.

Sin embargo, la respuesta del cultivo de arroz al agregado de N en ambos años fue muy similar sobre todas las coberturas invernales, incluso sobre trébol rojo que hizo un aporte de rastrojo con una baja relación C:N.

Contrario a lo esperado, la mayor productividad del arroz en el tratamiento sin N fue observada en ambos años en el cultivo instalado sobre el suelo sin cobertura vegetal, donde no hubo captura de N durante el invierno y donde además se observaron las respuestas más bajas al agregado de urea.

La menor productividad de arroz fue observada en ambos años en el cultivo sobre raigrás, tanto en el testigo sin N como a la dosis máxima del nutriente. En el primer año esto estuvo asociado a problemas en la calidad de siembra, implantación del cultivo y crecimiento inicial que no pudieron ser compensadas durante el ciclo. En el segundo año este efecto estuvo más asociado a la calidad del rastrojo y sus efectos depresivos en la dinámica de N.

En ambas zafras, el arroz sembrado sobre trébol rojo fue el de mayor rendimiento promedio y donde se obtuvieron los rendimientos máximos del ensayo. Esto amerita el estudio más detallado del potencial del cultivo de arroz sobre antecedentes de leguminosas en el invierno previo.

Es necesario profundizar en prácticas de manejo que capitalicen mejor el N mineralizado luego del laboreo de una pastura para que no se pierda y sea mantenido en el sistema por alguna cobertura vegetal y de esta forma aprovechado efectivamente por el cultivo de arroz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Díaz Roselló, R. M., 1992. Evolución de la materia orgánica en rotaciones de cultivos con pasturas. INIA, Investigaciones Agronómicas 1(I):103-110.

Kristensen, K.T., J. Magid, and L. S. Jensen. 2003. Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zones Advances in Agronomy. 79: 227-302.

Schulz, S., J. D. H. Keatinge, and G. J. Wells. 1999. Productivity and residual effects of legumes in rice-based cropping systems in a warm-temperate environment: II. Residual effects on rice. Field Crops Research. 61:37-49.

Singh B., Y. Singh, J.K. Ladha, K.F. Bronson, V. Balasubramanian, J. Singh, and C.S. Khind. 2002. Chlorophyll Metter and Leaf color chart-based nitrogen management for rice and wheat in NW India. Agronomy Journal 94:821-829.

Terra J.A.; R. Méndez; E. Deambrosi. 2009. Efecto de distintas alternativas de cultivos de cobertura invernal sobre la respuesta a N en el cultivo de arroz en siembra directa. In: ARROZ. Resultados experimentales 2008-2009. INIA Serie Actividades Difusión 571.

RESPUESTA DEL ARROZ A LA INOCULACIÓN CON *Azospirillum o Herbaspirillum*

Enrique Deambrosi[1/], Ramón Méndez[1/], Stella Avila[1/]

El objetivo del trabajo que se instaló por segundo año consecutivo, es evaluar los efectos de inoculación de semilla de arroz con Azospirillum o Herbaspirillum, en distintos niveles de fertilización nitrogenada.

MATERIALES Y MÉTODOS

A diferencia del año anterior, en que se utilizó la variedad El Paso 144, el 23 de octubre de 2009 se sembró la variedad INIA Olimar, a razón de 490 semillas viables/m^2.

En forma previa a la siembra, se extrajeron muestras de suelos en cada uno de los bloques del ensayo. En el cuadro 1 se presentan los resultados de sus análisis.

Cuadro 1. Análisis de suelos

Bloque	pH (H_2O)	C.O %	P ppm Bray1	K meq/100g
I	5,4	1,19	3,5	0,20
II	5,5	1,12	4,1	0,24
III	5,6	1,14	3,3	0,18

Todas las parcelas fueron fertilizadas a la siembra con 100 kg/ha de fosfato de amonio (N_{18} P_{46}).

Los tratamientos consistieron en la combinación de 2 factores, inoculación de la semilla y fertilización nitrogenada en cobertura, dispuestos según un factorial completo (3x3):

a) inoculación de semilla (con Azospirillum o Herbaspirillum, o sin inóculo);
b) nivel de nitrógeno en cobertura (0, 23 y 46 kg/ha de N).

Para las inoculaciones, se utilizaron fuentes proporcionadas por la empresa Lage & Cía, a razón de 1200 cc para ambos productos, con el agregado de 250 cc de Bioprotector L-23, cada 100 kg de semilla.

En las aplicaciones en cobertura se usó urea como fuente de nitrógeno.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 3 repeticiones. El tamaño de parcelas utilizado fue el resultante de pasar 2 veces una sembradora de 9 hileras separadas 0,17 m entre sí, en un largo de 8,1 m (24,79 m^2). Cada parcela fue aislada de sus vecinas, mediante la construcción de tapias por los 4 frentes, de manera de poder realizar un riego independiente para evitar posibles traslados de los organismos entre ellas.

Junto a los 9 tratamientos descriptos, se incluyó un testigo sin inoculación de semilla que recibió una dosis nitrogenada en cobertura mayor (69 kg/ha de N).

En el cuadro 2 se presenta un resumen de los tratamientos utilizados.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados

Trt No	Inoculación	Coberturas N*		N total
		mac	EE	kg/ha
1	Sin	0	0	18
2	Azospirillum	0	0	18
3	Herbaspirillum	0	0	18
4	Sin	23	23	64
5	Azospirillum	23	23	64
6	Herbaspirillum	23	23	64
7	Sin	11,5	11,5	41
8	Azospirillum	11,5	11,5	41
9	Herbaspirillum	11,5	11,5	41
10	Sin	34,5	34,5	87

* mac= macollaje; EE= elongación de entrenudos

En referencia a los niveles de nitrógeno, se trató de evaluar un rango de cantidades de urea utilizadas habitualmente por los productores de arroz de la región, dividiendo el suministro 50% al macollaje y el resto previo a la formación del primordio floral. En los tratamientos 4, 5 y 6 se utilizó una bolsa de urea en cada etapa, y en los tratamientos 7,8 y 9, media bolsa respectivamente. En el caso del tratamiento 10, se utilizó 1 y ½ bolsas en cada oportunidad.

[1/] INIA Treinta y Tres
Asistente de Investigación Alexandra Ferreira

La fertilización de macollaje fue realizada el 3 de diciembre de 2009 y la correspondiente a la elongación de entrenudos el 28 del mismo mes. El cultivo fue inundado un día después de realizada la primera cobertura.

Las malezas fueron controladas el 24 de noviembre, mediante la aplicación de una mezcla de tanque, compuesta por propanil, quinclorac, clomazone y pirazosulfuron etil (Propagri 3,3 l/ha, Facet 1,3 l/ha, Cibelcol 0,8 l/ha y Cyperex 0,1 kg/ha).

Al inicio de floración se realizaron estimaciones de la actividad clorofiliana en la última hoja desarrollada, mediante lecturas con un SPAD.

En forma previa a la cosecha se midió la altura de 6 plantas y se extrajeron 2 muestreos al azar de 0,3 m x 0,17 m por parcela, para realizar un análisis de componentes del rendimiento. Dos muestras adicionales de igual tamaño, fueron utilizadas para estimar el índice de cosecha (producción de grano / producción total de materia seca) y la absorción de N en paja y grano respectivamente. También se realizó una evaluación por apreciación visual de las enfermedades de los tallos (Podredumbre de los Tallos y Manchado Confluente de Vainas) y del Quemado del arroz o Brusone.

Para la cosecha las parcelas fueron desbordadas en su largo mayor, cosechándose 6,6 m en los 5 surcos centrales de cada pasaje de sembradora (5x2x6,6x0,17) m^2. La cantidad de grano cosechada fue pesada en el campo y se tomó una muestra para determinar su humedad. Posteriormente, se corrigió el peso obtenido en cada unidad a una base uniforme de 13% de humedad, para analizar los rendimientos obtenidos.

En varias parcelas fueron observados problemas de "espiga erecta" Por tal motivo, al momento de cosecha se hizo una evaluación por apreciación visual utilizándose una escala de 0 a 3, teniendo en consideración la presencia y la intensidad del problema.

En el inicio se realizaron 2 tipos de análisis estadístico de los registros. En uno de ellos se utilizaron los 10 tratamientos presentados en el cuadro 2 con sus 3 repeticiones, mientras que en el otro se analizó el factorial inoculación X nitrógeno (3 x 3), excluyendo el tratamiento 10.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presencia de espiga erecta o "straighthead", fue observada con distinta intensidad en 17 de las 30 parcelas, pero con mayor frecuencia en aquellas donde no se realizaron coberturas nitrogenadas. Ello provocó mayor variabilidad y sin duda afecta la evaluación de los tratamientos.

En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos en el rendimiento y sus componentes considerando los 10 tratamientos.

Cuadro 3. Rendimiento y sus componentes. Resultados de los análisis de varianza considerando 10 tratamientos*

Fuente	Rend	pan	ll/p	v/p	t/p	PMG
Bloque	0,10	ns	ns	ns	ns	ns
Trat.	0,008	ns	ns	ns	ns	ns
Media	6.544	594	67	21	89	26,3
C.V.%	18,3	16,1	23,9	47	16	1,1
no-adit	-	0,07	0,11	-		-

* Trat.= tratamientos; Rend= rendimiento; pan= panojas/m^2; ll/p= granos llenos por panoja; v/p= granos vacíos por panoja; t/p= total de granos por panoja; PMG= peso de mil granos

Con un rendimiento medio de 6.544 kg/ha (56% del obtenido en la zafra anterior) se encontraron diferencias significativas debidas a los tratamientos ($p< 0,008$). En el cuadro 4 se puede observar que la máxima cosecha fue obtenida con la mayor fertilización, pero dada la alta variabilidad observada (C.V. 18,3%), sólo 2 tratamientos fueron estadísticamente inferiores según el test de Tukey al nivel de 5%. En general se puede inferir un efecto positivo de la cobertura nitrogenada, el que fue sin lugar a dudas incrementado por la presencia de "espiga erecta" en 8 de las 9 parcelas que no la recibieron.

Cuadro 4. Rendimientos promedio de los 10 tratamientos ordenados en forma decreciente *

Trata-miento	Inoculación	N tot	Rendimiento kg/ha	
10	Sin	87	8.407	a
4	Sin	64	7.576	ab
7	Sin	41	7.376	abc
6	Herbaspirillum	64	7.246	abc
5	Azospirillum	64	7.024	abc
2	Azospirillum	18	6.694	abc
8	Azospirillum	41	6.320	abc
9	Herbaspirillum	41	6.046	abc
3	Herbaspirillum	18	4.737	bc
1	Sin	18	4.015	c
Tukey$_0$			3.495	

* valores seguidos por la(s) misma(s) letra(s) no son estadísticamente diferentes según el test de Tukey al nivel de 5%

En el cuadro 5 donde se presentan los resultados obtenidos según el análisis factorial 3x3, se confirma que el factor determinante de las diferencias encontradas en los rendimientos ha sido el nitrógeno, no detectándose diferencias significativas debidas a la inoculación de la semilla ni a la interacción de ambos factores.

Cuadro 5. Rendimiento Resultados de los análisis del factorial 3x3 (Inoculación x N) *

Fuente	Rend	pan	ll/p	v/p	t/p	PMG
Bloque	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Inoc.	ns	ns	ns	ns	0,08	ns
Nit	0,007	ns	ns	ns	ns	0,1
Ino x N	ns	ns	ns	9,7	ns	0,03
Media	6.337	596	67	21	89	26,3
C.V.%	19,9	18,5	24,5	47	16	0,9

*Rend= rendimiento; pan= panojas/m^2; ll/p= granos llenos por panoja; v/p= granos vacíos por panoja; t/p= total de granos por panoja; PMG= peso de mil granos/Inoc.= inoculación; NIt= nitrógeno; In x N= interacción inoculación por nitrógeno

En relación a los componentes, en cuyos análisis también se encontraron coeficientes de variación elevados, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el análisis general (10 tratamientos). Analizados como factorial en el Cuadro 5, se puede observar una tendencia en el tamaño de las panojas (p< 0,08) e interacción en el peso de granos (p<0,03, respectivamente), que en parte están relacionadas con los problemas de producción de las parcelas que no recibieron coberturas nitrogenadas.

Si bien el problema de "espiga erecta" se presentó también en algunas de las 21 parcelas que recibieron cobertura nitrogenada, con el objetivo de reducir su posible interferencia en los resultados obtenidos, se decidió analizar los registros excluyendo la información generada en los tratamientos 1, 2 y 3 (que recibieron sólo 18 kg/ha de N en la siembra).

En los cuadros 6 y 7 se pueden observar los resultados obtenidos en los nuevos análisis estadísticos (comparables a los presentados en los Cuadros 3 y 5 respectivamente). En el primer caso se puede apreciar en casi todas las variables una reducción en la variabilidad (C.V.), un incremento de 600 kg/ha en el rendimiento medio y la desaparición del efecto significativo de los tratamientos en la productividad. En relación a los componentes del rendimiento, si bien no se encontraron resultados estadísticamente diferentes a los presentados en el Cuadro 3, se nota la desaparición de significancia en la "no-aditividad" (interacción bloque x tratamientos) detectados en los análisis de número de panojas y granos llenos por panoja (p< 0,07 y p< 0,11 respectivamente).

En el cuadro 7, se puede observar que en el análisis del factorial 3x2 (3 situaciones de inoculación y 2 niveles de nitrógeno en cobertura), el efecto nitrógeno en los rendimientos deja de ser estadísticamente significativo. Al igual que en la comparación anterior, se nota una reducción en los coeficientes de variación de los números de granos llenos y vacíos por panoja y en el tamaño de las panojas.

Cuadro 6. Rendimiento y sus componentes. Resultados de los análisis de varianza considerando 7 tratamientos*

Fuente	Rend	pan	ll/p	v/p	t/p	PMG
Bloque	0,13	ns	ns	ns	ns	ns
Trat	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Media	7.142	601	70	19	89	26,4
C.V.%	17,1	15,4	16,3	39	15	1,1
no-adit	-	-	-	-	-	-

* Trat= tratamientos; Rend= rendimiento; pan= panojas/m^2; ll/p= granos llenos por panoja; v/p= granos vacíos por panoja; t/p= total de granos por panoja; PMG= peso de mil granos

Cuadro 7. Rendimiento Resultados de los análisis del factorial 2x3 (Inoculación x N) *

Fuente	Rend	pan	ll/p	v/p	t/p	PMG
Bloque	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Inoc.	ns	ns	ns	ns	0,11	0,07
Nit	ns	ns	ns	ns	ns	0,05
Ino x N	ns	ns	ns	9,7	ns	ns
Media	6.931	606	69	19	88	26,3
C.V.%	19,1	19,0	16,2	37	13	0,9

Rend= rendimiento; pan= panojas/m^2; ll/p= granos llenos por panoja; v/p= granos vacíos por panoja; t/p= total de granos por panoja; PMG= peso de mil granos/Inoc.= inoculación; NIt= nitrógeno; In x N= interacción inoculación por nitrógeno

En relación a algunas diferencias encontradas en los 2 análisis factoriales, se puede observar en la Figura 1 el mayor tamaño de panojas (total de granos) obtenido cuando se inoculó la semilla con Herbaspirillum (p< 0,08 en Cuadro 5). Combinando el número de granos llenos por panoja, con el número de panojas por unidad de superficie, se obtiene la cantidad de granos llenos producidos por metro cuadrado, cuya expresión gráfica se presenta en la Figura 2. En la misma se puede observar que se mantiene la superioridad potencial de rendimiento del Herbaspirillum en los 3 niveles de nitrógeno, pero existió una compensación a nivel del peso de granos, que en general resultó en una relación inversa a la capacidad a ser llenada. Cuanto mayor fue la dosis de N aplicada, menor fue el peso de granos, en los casos en los que la semilla fue inoculada con Herbaspirillum y Azospirillum (Figura 3). Cuando no se inoculó la semilla y sólo se fertilizó en la siembra, se obtuvieron las panojas más pequeñas, el menor número de granos llenos/m^2 y el peso de granos más liviano; sin embargo, sin inocular y fertilizando con 64 kg/ha de N, se lograron los granos más pesados (efectos de la interacción inoculación x nitrógeno significativos observado en el Cuadro 5, p< 0,03; efectos simples de la inoculación y del N sobre el peso de granos, p<0,07 y p<0,05 respectivamente, cuando se excluyó N_{18} observados en el Cuadro 7).

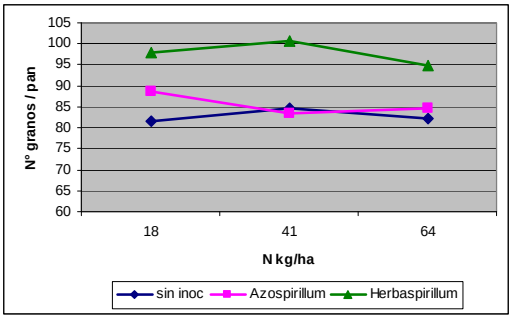


Figura 1. Tamaño de panoja (número total de granos), según la inoculación y los niveles de nitrógeno

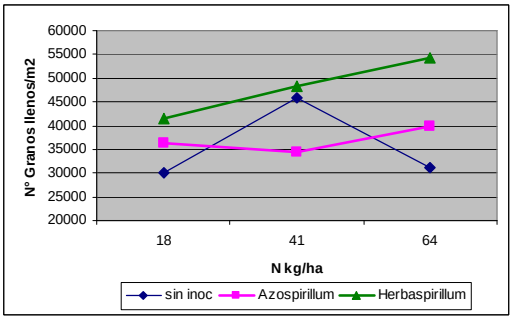


Figura 2. Número de granos llenos por unidad de superficie, según la inoculación y los niveles de nitrógeno

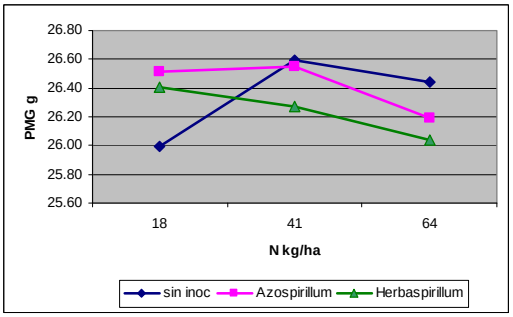


Figura 3. Peso de mil granos, según la inoculación y los niveles de nitrógeno

Se presentan a continuación resultados obtenidos en los análisis de otras variables, registradas al inicio de floración o en el momento de cosecha. Por los problemas señalados en la discusión previa, sólo se presentan en el cuadro 8 los correspondientes a los efectos de los 7 tratamientos, sin considerar los que no tuvieron cobertura, e incluyendo la máxima fertilización nitrogenada, y por otro en el cuadro 9 los resultantes de analizar los registros como un factorial 3x2.

Cuadro 8. Registros a comienzos de floración (SPAD) y cosecha. Resultados de los análisis de varianza considerando 7 tratamientos*

Fuente	Spad	Alt cm	IC	ISD	
				MCV	PT
Bloque	0,07	ns	0,04	0,09	0,005
Trat	ns	ns	ns	ns	ns
Media	36,4	87	0,49	11,5	28,7
C.V.%	2,6	2,4	13,9	47,2	43,0
no-adit	-	-	-	-	-

* Trat= tratamientos; no adit.= no aditividad;
Alt= altura; IC= índice de cosecha; ISD= índice de severidad de daño; MCV= manchado confluente de vainas; PT= podredumbre de los tallos

En el primero de ellos, no se encontraron efectos significativos de los tratamientos en ninguna de las variables estudiadas: estimaciones de la actividad clorofiliana (SPAD) a inicios de floración, altura de plantas al momento de cosecha, índice de cosecha e índices de severidad de las enfermedades de los tallos.

En el análisis factorial inoculación por fertilización nitrogenada, solamente se detecta al nivel $p<0,06$ de significación, el incremento de la severidad de la Podredumbre de los Tallos al aumentar la dosis de N (N_{41}: 19,7%; N_{64}: 32,4%).

Cuadro 9. Registros a comienzos de floración (SPAD) y a la cosecha. Resultados de los análisis del factorial 2x3 (Inoculación x N) *

Fuente	Spad	Alt cm	IC	ISD	
				MCV	PT
Bloque	0,03	ns	0,08	0,05	0,009
Inoc.	ns	ns	ns	ns	ns
Nit	ns	ns	ns	ns	0,06
Ino x N	ns	ns	ns	ns	ns
Media	36,3	86	0,48	10,9	26,1
C.V.%	2,2	2,3	15,7	48,3	48,5

*Alt= altura; IC= índice de cosecha; ISD= índice de severidad de daño; MCV= manchado confluente de vainas; PT= podredumbre de los tallos Inoc.= inoculación; Nlt= nitrógeno; In x N= interacción inoculación por nitrógeno

Se estudiaron las correlaciones simples entre algunas variables registradas y los rendimientos obtenidos. En el cuadro 10 se presentan los resultados obtenidos en 4 tipos de análisis realizados, teniendo en consideración todos los tratamientos de cobertura nitrogenada: a) conjunto de todos los datos (con y sin inoculación de la semilla); b) utilizando sólo los generados en parcelas sin inocular; c) utilizando sólo las parcelas inoculadas con Azospirillum; d) inoculadas con Herbaspirillum.

Cuando se consideraron todas las parcelas, se destacaron en un orden decreciente de correlación con el rendimiento: la espiga erecta, el índice de cosecha, la altura de las plantas, los índices de enfermedades y los números de granos vacíos y llenos por panoja. Las probabilidades de ocurrencia de esas relaciones no fueron las mismas, cuando los análisis de los registros fueron realizados dentro de cada grupo de inoculación. A su vez, el peso de los granos resultó correlacionado en forma significativa con el rendimiento en los casos sin inocular y cuando se inoculó con Azospirillum, lo que no sucedía en el análisis general.

Cuadro 10. Correlaciones simples entre distintas variables estudiadas y el rendimiento, considerando todos los tratamientos de cobertura*

Variable	Con y sin inocular.		Sin inocular		c/Azospirillum		c/Herbaspirillum	
	r	Probab.	r	Probab.	r	Probab.	r	Probab.
SPAD	0,14	1,0	-0,20	1,0	0,36	0,34	0,33	1,0
Días S-Flor.	-0,08	1,0	-0,12	1,0	0,21	1,0	0,09	1,0
Altura	0,72	0,000	0,82	0,006	0,47	0,20	0,60	0,09
Indice Cos.	0,84	0,000	0,88	0,001	0,93	0,000	0,81	0,008
Pod. Tallos	0,67	0,000	0,69	0,04	0,59	0,10	0,69	0,04
M. Vainas	0,67	0,000	0,68	0,04	0,64	0,07	0,75	0,02
Panojas/m^2	-0,11	1,0	0,14	1,0	-0,18	1,0	-0.14	1,0
G. Llenos/p	0,50	0,004	0,48	0,19	0,72	0,03	0,66	0,05
G. Vacíos/p	-0,64	0,000	-0,42	0,26	-0,49	0,18	-0,89	0,001
Tot . Gr/p	0,08	0,12	0,38	0,31	0,40	0,29	-0,14	1,0
PMG	0,12	1,0	0,85	0,004	-0,69	0,04	-0,44	0,24
EE	-0,94	0,000	-0,97	0,000	-0,80	0,009	-0,97	0,000
n	30		9		9		9	

*r= coeficiente de correlación; Probab.= probabilidad de error (significación estadística); Días S-flor.= días de siembra a 50% de floración; Indice cos.= índice de cosecha; Pod. Tallos= Podredumbre de los Tallos; M. Vainas= Manchado confluente de las Vainas; G. Llenos/p= Granos Llenos por Panoja; G. Vacíos/p= Granos Vacíos por Panoja; Tot. Gr/p= Total de Granos por panoja; PMG= peso de mil granos; EE= espiga erecta; n= (Número de pares de datos)

En el cuadro 11 se presentan los resultados obtenidos en los 3 grupos correspondientes a la inoculación, cuando sólo se consideraron en los análisis los tratamientos que recibieron fertilización nitrogenada en cobertura. Mientras que el índice de cosecha y los problemas de presencia de espiga erecta se mantienen muy relacionados con los rendimientos en todas las situaciones, la altura de plantas sólo mantiene relación significativa con el mismo en el caso de Herbaspirillum. La cantidad de granos llenos (y/o vacíos) por panoja, y el peso de granos presentan cierta significación estadística con la productividad en el caso de las parcelas inoculadas con Azospirillum. Ello puede tener relación con lo observado en las figuras 2 y 3.

Cuadro 11. Correlaciones simples entre distintas variables estudiadas y el rendimiento, excluyendo los tratamientos sin cobertura nitrogenada*

Variable	Sin inocular		c/Azospirillum		c/Herbaspirillum	
	r	Probab.	r	r	Probab.	r
SPAD	-0,61	0,20	0,33	1,0	0,75	0,09
Altura	0,56	0,25	0,24	1,0	0,94	0,005
Indice Cos.	0,88	0,03	0,92	0,008	0,92	0,008
Pod. Tallos	-0,02	1,0	0,57	0,24	0,56	0,24
M. Vainas	-0,42	1,0	0,69	0,13	0,65	0,17
Panojas/m^2	0,45	1,0	-0,22	1,0	-0,15	1,0
G. Llenos/p	0,58	0,23	0,82	0,04	0,57	0,24
G. Vacíos/p	0,12	1,0	-0,78	0,07	-0,95	0,004
Tot . Gr/p	0,79	0,06	0,54	0,27	-0,64	0,17
PMG	0,29	1,0	-0,78	0,07	-0,07	1,0
EE	-0,81	0,05	-0,86	0,03	-0,98	0,000
n	6		6		6	

*r= coeficiente de correlación; Probab.= probabilidad de error (significación estadística); Días S-flor.= días de siembra a 50% de floración; Indice cos.= índice de cosecha; Pod. Tallos= Podredumbre de los Tallos; M. Vainas= Manchado confluente de las Vainas; G. Llenos/p= Granos Llenos por Panoja; G. Vacíos/p= Granos Vacíos por Panoja; Tot. Gr/p= Total de Granos por panoja; PMG= peso de mil granos; EE= espiga erecta; n= (Número de pares de datos)

CONSIDERACIONES FINALES

El estudio que incluyó distintos niveles de fertilización nitrogenada, fue instalado en 2009-10 sobre un suelo de 1,15% de contenido medio de carbono orgánico. El 50% de floración del cultivo ocurrió en general dentro del período 1 al 3 de febrero de 2010, posterior al cual ocurrieron muchos días con un número de horas de sol diarias muy por debajo de lo normal (ver anexo). En parte estas condiciones climáticas desfavorables influyeron en la obtención de una baja producción de arroz. Además de ello, se pudo apreciar en varias unidades, la ocurrencia del fenómeno de espiga erecta, de causas no identificadas. Ello no sólo también contribuyó a la merma del rendimiento, sino que incidió en la obtención de una alta variabilidad en los datos registrados. Ese problema estuvo asociado mayormente a parcelas que no recibieron coberturas nitrogenadas.

El rendimiento promedio obtenido en parcelas que no recibieron más que el aporte nitrogenado de un fertilizante binario a la siembra (18 kg/ha de N) fue de 4.015 kg/ha en el caso de que no se inoculó la semilla, y de 6.694 y 4.737 kg/ha cuando se utilizó Azospirillum o Herbaspirillum respectivamente, lo que representan el 38,1, 60,7 y 44% de las productividades obtenidas un año antes con condiciones climáticas muy favorables.

En el análisis factorial inoculación x niveles de nitrógeno, no se detectaron diferencias por inoculación de la semilla, ni por su interacción con la fertilización nitrogenada. En el promedio de tratamientos de nitrógeno se obtuvieron 6.322 kg/ha cuando no se inoculó la semilla, 6.642 kg/ha inoculando con Azospirillum y 6.048 kg/ha cuando se utilizó Herbaspirillum.

Se considera de interés repetir la evaluación en el tema, dadas las excepcionales condiciones existentes en la evaluación, en parte debidas al marco climático general y en parte a la ocurrencia del problema de espiga erecta.

ANEXO

Registros climáticos en febrero de 2010*

Década	Horas de sol			Precipitaciones		
	09	hist	10	09	hist	10
1 - 10	9.3	7.9	5.0	75	150	449
11-20	9.1	7.6	5.6			

* Extractado de Agroclimatología. Boletín Periódico 3ª. Década de Febrero 2010. Unidad Experimental Paso de la Laguna

DETERMINACIÓN DEL MOMENTO ÓPTIMO DE APLICACIÓN DE LA COBERTURA NITROGENADA EN LA ETAPA REPRODUCTIVA PARA INIA OLIMAR Y EL PASO 144

Ramón Méndez[1/], Enrique Deambrosi[1/] Stella Avila[1/]

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la información experimental la mayor eficiencia de uso del nitrógeno (N) se obtiene aplicando el nutriente en forma dividida en 3 momentos (1): a la siembra junto al fósforo, al macollaje y en la etapa reproductiva. Los resultados en rendimiento final en grano dependen en gran medida del manejo del N. El mismo es complejo debido a factores como la época de siembra, variedades, manejo del riego, condiciones climáticas y otros de manejo del cultivo. En la zona Este, y a nivel comercial, con la variedad INIA Olimar no se han obtenido rendimientos similares a El Paso 144 siendo una de las probables causas de que la cobertura de urea en la etapa reproductiva no se realice en el momento adecuado al ser una variedad de ciclo diferente. Existen referencias respecto de las coberturas nitrogenadas para El Pas 144 e INIA Tacuarí en la Serie Técnica N° 179 (2) sobre los momentos más adecuados de la aplicación de urea en la etapa reproductiva de estas variedades, lo cual es un antecedente. El objetivo del presente experimento es determinar el momento óptimo de la cobertura nitrogenada en la etapa reproductiva de INIA Olimar tomando la performance de El Paso 144 como referencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue instalado en la Unidad Experimental del Paso de la Laguna de INIA Treinta y Tres con las variedades INIA Olimar y El Paso 144. El diseño experimental fue el de parcelas divididas en bloques al azar con 4 repeticiones. La parcela mayor fue la variedad y la menor 5 momentos sucesivos cada 5 días y 1 testigo sin N, a partir del inicio del elongamiento de entrenudos (Cuadro 1).

El comienzo de la elongación fue muy similar entre las 2 variedades pero el primordio ocurrió el 05/01/2009 para INIA Olimar y el 11/01/2009 para El Paso 144.

Cuadro 1. Tratamientos, momentos y fecha de aplicación de N.

Tratamiento	Momento aplicación N	Fecha aplicación
1	Inicio EE	23/12/2009
2	5 días después T1	28/12/2009
3	10 días después T1	02/01/2010
4	15 días después T1	07/01/2010
5	20 días después T1	12/01/2010
6	Testigo sin N etapa reproductiva	

EE: Elongamiento Entrenudos

Cuadro 2. Resultados del análisis químico de suelos del ensayo.

Bloque	pH (H_2O)	C. Org. %	P (Bray I) ppm	P (Cítrico) ppm	K meq/100g
I	5,9	1,11	5,7	11,5	0,23
II	5,7	1,12	4,0	6,8	0,23
III	5,7	1,18	3,9	6,1	0,20
IV	5,8	1,21	4,9	7,9	0,21

[1/] INIA Treinta y Tres
Asistente de Investigación Beto Sosa

La siembra se realizó el 18/10/2009 con 145 kg/ha de semilla para INIA Olimar y 155 kg/ha para El Paso 144. En este momento se fertilizó con 99 kg/ha de fosfato de amonio. Al macollaje se aplicaron 30 kg/ha de urea el 03/12/2009 a todo el ensayo debido a que con aplicación de 50 kg/ha no se obtenido respuesta de la cobertura en la etapa reproductiva y de esta forma se podría tener mayor incidencia de la cobertura en la etapa reproductiva. En esta última se realizaron los tratamientos con 50 kg/ha de urea aplicados en las fechas indicadas en el cuadro 1 para las 2 variedades.

El control de malezas se efectuó el 23/12/2009 con una mezcla de Propagri (Propanil) 4 l/ha + Facet SC (Quinclorac) 1,6 l/ha + Cibelcol (Clomazone) 0,9 l/ha + Cyperex (Pyrasulfuron-etil) 0,1 kg/ha.

Las determinaciones realizadas fueron: al 50% floración, materia seca, % N vegetal, N absorbido y lectura SPAD y a la cosecha, rendimiento en grano, componentes del rendimiento, altura de plantas y lectura de enfermedades. El 50% de floración ocurrió del 01 al 05/02/2010 para INIA Olimar y del 05 al 09/02/2010 para El Paso 144.

En el llenado de grano se detectó la presencia de "Espiga erecta" por lo cual se realizó una lectura visual en % en cada parcela al momento de la cosecha. En la variedad INIA Olimar 22 de 24 parcelas presentaban presencia de la enfermedad mientras que 15 en 24 de El Paso 144 estaban afectadas. Esto provocó disminuciones en el rendimiento final de grano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 3 se presentan los resultados de las características evaluadas al 50% de floración. De las 4 variables solo se encontró efecto significativo en la lectura de SPAD por incidencia de la variedad. En este caso INIA Olimar presentó un valor de 37,3 y El Paso 144 de 39,9, la lectura de esta última se efectuó un poco más atrasado que INIA Olimar debido a la diferencia de ciclo.

Cuadro 3. Probabilidades encontradas en el análisis de la materia seca, % N vegetal N absorbido y lectura de SPAD al 50% de floración considerando las 2 variedades.

F. Variación	Materia seca	% N vegetal	N absorbido	SPAD
Variedad (1)	ns	ns	ns	0,010
Tratamiento (2)	ns	ns	ns	ns
1*2	ns	ns	ns	ns
Promedio	12759	1,01	129,26	38,6
C.V. %	12,51	12,79	19,84	2,42

En los componentes del rendimiento sólo fueron afectados por efecto de la variedad, las panojas/m^2 al 10% de significación, el peso de mil granos (26,30 g para INIA Olimar y 25,79 g para El Paso 144), la altura de plantas (86,4 cm para INIA Olimar y 90,7 cm para El Paso 144) y el índice de sclerotium (SO) (9,5 para INIA Olimar y 29,6 para El Paso 144). Los tratamientos sólo afectaron el índice de Sclerotium al 7,2%. Se encontró interacción significativa para el peso de mil granos cuyo gráfico se muestra en la Figura 1 en donde en general INIA Olimar presentó mayor peso de grano comparado con El Paso 144, mientras que esta relación se invierte en el tratamiento 5 (con aplicación de N a los 20 días después del inicio de la elongación de entrenudos), donde El Paso 144 registró un peso mayor.

El rendimiento en general fue bajo y muy variable debido probablemente a la presencia de la "Espiga erecta".

Cuadro 4. Probabilidades encontradas en el análisis del rendimiento, componentes del mismo, altura y enfermedades del tallo considerando las 2 variedades.

F. V.	Rend.	Pan./m^2	G.Ll./pan.	G.V. /pan.	G.T./pan.	Pmg	Altura	ROS	SO
V. (1)	ns	0,096	ns	ns	ns	0,027	0,002	ns	0,029
T. (2)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,072
1*2	ns	ns	ns	ns	ns	0,043	ns	ns	ns
Prom.	5744	579	53	30	83	26,05	88,5	3,66	19,53
C.V.%	23,88	12,71	31,66	39,14	16,10	1,38	3,00	89,54	107,21

F. V.: Fuentes de Variación, V.: variedad, T.: tratamiento, Prom.: Promedio, Rend: rendimiento, Pan/m^2: Panojas por metro cuadrado, G.Ll./pan.: granos llenos por panoja, G.V./pan.: granos vacíos por panoja, G.T./pan.: granos totales por panoja, Pmg: peso de mil granos, ROS: Índice grado de severidad de Rhizoctonia Oryzae Sativae, SO: Índice grado de severidad de Sclerotium Oryzae.

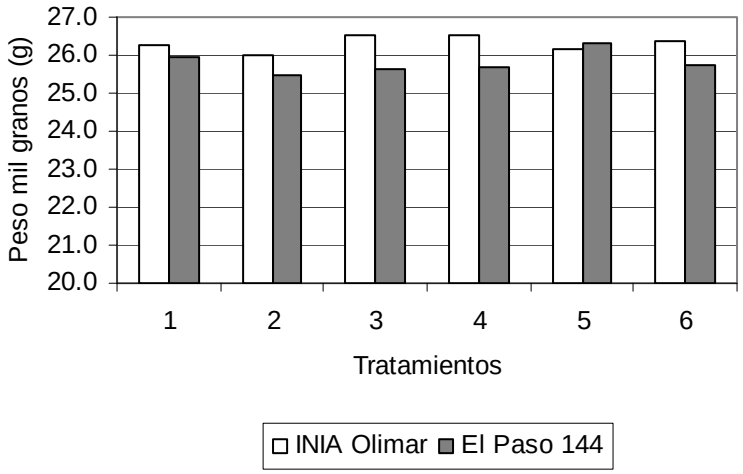


Figura 1. Efecto de la Interacción entre variedad y tratamientos sobre peso de mil granos.

Se efectuó un segundo análisis dentro de cada variedad estudiando la incidencia de los tratamientos tanto en las evaluaciones realizadas al 50% de floración como en rendimiento en grano, componentes, altura y enfermedades. Para las primeras variables no se encontraron efectos significativos para ninguna de las 4 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Probabilidades encontradas en el análisis, de la materia seca, % N vegetal N absorbido y lectura de SPAD al 50% de floración considerando la variedad INIA Olimar.

F. Variación	Materia seca	% N vegetal	N absorbido	SPAD
Tratamiento	ns	ns	ns	ns
No aditividad	ns	ns	ns	ns
Promedio	12627	0,99	125,43	37,3
C.V. %	12,34	9,67	16,33	2,96

En el cuadro 6 se observa una tendencia significativa para los granos totales/panoja al 9,4% (Figura 2) y un efecto significativo al 2,7% para peso de mil granos cuyo resultado se observa en la figura 3. En esta última, el tratamiento 3 presentó significativamente según el test de Tukey el valor mayor y el tratamiento 2, el menor, según la misma prueba. Sobre esto se debe tener el cuidado ya que la "Espiga erecta" puede estar influyendo en el peso de grano. En el cuadro 6 se debe destacar los registros altos de granos vacíos por panoja y su alta variabilidad debido posiblemente a la "Espiga erecta".

Cuadro 6. Probabilidades encontradas en el análisis, del rendimiento, componentes del mismo, altura y enfermedades del tallo considerando la variedad INIA Olimar.

F. V.	Rend.	Pan./m^2	G.Ll./pan.	G.V./pan.	G.T./pan.	Pmg	Altura	ROS	SO
Trat.	ns	ns	ns	ns	0,094	0,027	ns	ns	ns
N ad.	0,042	ns	ns	ns	ns	ns	0,047	0,000	ns
Prom.	6360	561	55	24	80	26,31	86,4	2,64	9,51
C.V.%	24,45	15,60	32,27	56,21	14,21	0,88	2,99	122,68	177,36

F. V.: Fuentes de Variación, Trat.: tratamiento, N ad.: No aditividad, Prom.: Promedio, Rend: rendimiento, Pan./m^2: Panojas por metro cuadrado, G.Ll./pan.: granos llenos por panoja, G.V./pan.: granos vacíos por panoja, G.T./pan.: granos totales por panoja, Pmg: peso de mil granos, ROS: Índice grado de severidad de Rhizoctonia Oryzae Sativae, SO: Índice grado de severidad de Sclerotium Oryzae.

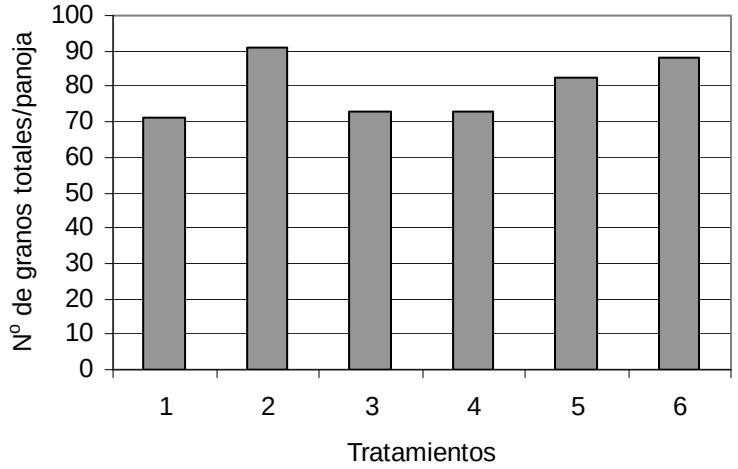


Figura 2. Efecto de los tratamientos en el número de granos totales por panoja para la variedad INIA Olimar.

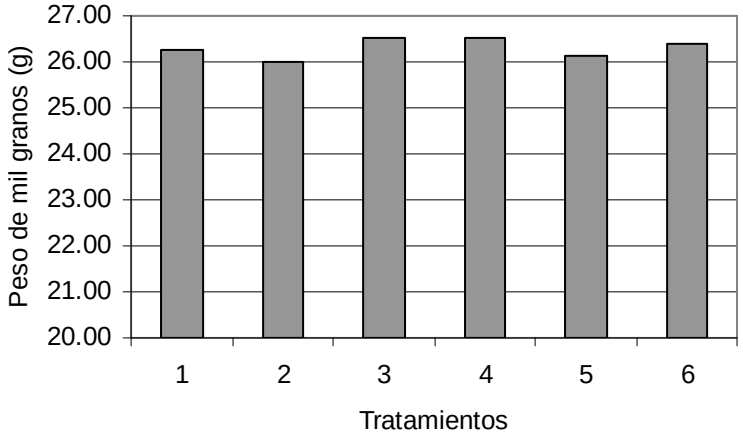


Figura 3. Efecto de los tratamientos en el peso de mil granos para la variedad INIA Olimar.

Para la variedad El Paso 144 en los registros realizados al 50% de floración no presentó efecto significativo de los tratamientos en las 4 variables estudiadas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Probabilidades encontradas en el análisis, de la materia seca, % N vegetal N absorbido y lectura de SPAD al 50% de floración considerando la variedad El Paso 144.

F. Variación	Materia seca	% N vegetal	N absorbido	SPAD
Tratamiento	ns	ns	ns	ns
No aditividad	ns	ns	ns	ns
Promedio	12892	1,03	133,10	39,9
C.V. %	12,68	15,11	22,49	1,81

En el cuadro 8 donde se analizó el efecto de los tratamientos en rendimiento, componentes del mismo, altura y enfermedades donde sólo hubo efecto al 7,4% para el número de panojas por metro cuadrado.

Cuadro 8. Probabilidades encontradas en el análisis, del rendimiento, componentes, altura y enfermedades del tallo considerando la variedad El Paso 144.

F. V.	Rend.	Pan./m^2	G.Ll./pan.	G.V./pan.	G.T./pan.	Pmg	Altura	ROS	SO
Trat.	ns	0,074	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
N ad.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,004	ns	ns
Prom.	5129	598	50	35	86	25,79	90,7	4,67	29,55
C.V.%	22,61	9,45	30,86	26,01	17,52	1,75	3,01	70,79	82,37

F. V.: Fuentes de Variación, Trat.: tratamiento, N ad.: No aditividad, Prom.: Promedio, Rend: rendimiento, Pan./m^2: Panojas por metro cuadrado, G.Ll./pan.: granos llenos por panoja, G.V./pan.: granos vacíos por panoja, G.T./pan.: granos totales por panoja, Pmg: peso de mil granos, ROS: Índice grado de severidad de Rhizoctonia Oryzae Sativae, SO: Índice grado de severidad de Sclerotium Oryzae.

CONSIDERACIONES GENERALES

Se realizó un experimento con el objetivo de determinar el momento más adecuado de la aplicación de la cobertura de urea en la etapa reproductiva para la variedad INIA Olimar teniendo como referencia El Paso 144.

Los tratamientos aplicados sucesivamente cada 5 días no tuvieron incidencia en las características de materia seca, % N vegetal y N absorbido al 50% de floración ni en el rendimiento final. Hubo dificultades en su evaluación debido a la incidencia de “Espiga erecta” por lo que se hace necesario repetir el experimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ferrés, J. C.; Piriz, M. Respuesta del arroz (variedad Bluebelle) a fechas de aplicación y fraccionamiento de la fertilización nitrogenada en Planosol Ocre de la Unidad Río Branco. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 156 p.

2. Méndez, R.; Deambrosi, E. 2009. Coberturas nitrogenadas para la producción de arroz. Parte I. Eficiencia de aplicación. Serie Técnica N° 179, INIA Treinta y Tres, 38 p.

EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA APLICACIÓN DE VERDE UREA EN ARROZ

Ramón Méndez[1/], Enrique Deambrosi[1/]

La urea es el fertilizante nitrogenado más utilizada en las coberturas nitrogenadas para el cultivo de arroz debido a su menor costo por unidad de nutriente. Es una fuente de nitrógeno (N) predispuesta a perdidas por volatilización de amoníaco debido a condiciones climáticas de temperatura y humedad del suelo ya que es fácilmente hidrolizada por la enzima ureasa presente en el suelo principalmente en la cobertura al macollaje. En esta etapa es recomendado realizar la cobertura con urea e inmediatamente inundar el cultivo ya que de esta forma se incorpora al suelo y se evitarían las pérdidas obteniendo así una mayor eficiencia de su aplicación. En tal sentido el objetivo del presente ensayo es evaluar los efectos de la Verde urea la cual contiene un inhibidor de la enzima ureasa protegiendo de las posibles pérdidas por volatilización en un período mayor de tiempo. Se compara su efecto frente a la urea común evaluando el N absorbido por las plantas al inicio del elongamiento de entrenudos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue sembrado en líneas con la variedad El paso 144 a razón de 146 kg/ha de semilla el 19 de octubre de 2009 siendo conjuntamente fertilizado con 99 kg/ha de fosfato de amonio (18-46-0). En forma previa, se efectuó muestreo de suelos en los 3 bloques del ensayo cuyos resultados se observan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Resultados del análisis químico de suelos

Bloque	pH (H_2O)	C. Org. (%)	P (Bray) (ppm)	P (Ac.Cítrico) (ppm)	K (meq/100 g)
1	5,7	1,26	2,2	4,4	0,22
2	5,6	1,11	1,5	4,6	0,22
3	5,7	1,19	2,2	5,3	0,25

Como se muestra en el cuadro 2, el ensayo consistió de un factorial (2x2x3) consistente de dos fuentes de N (urea común y verde), dos dosis de N al macollaje (23 y 46 kg/ha de N) y 3 períodos de tiempo de aplicación de N antes de la inundación definitiva del cultivo (11, 5 y 1 día antes). En el cuadro este factorial esta expuesto en los tratamientos 1 a 12 agregando al experimento los tratamientos 13 y 14. El tratamiento 13 es para la comparación con el 11 y 12 (única vs. dividida), mientras que el 14 es un testigo sin cobertura de N. El diseño del ensayo fue en bloques al azar con 3 repeticiones siendo las dimensiones de la parcela 7 m de largo por 2.21 de ancho. Las mismas estuvieron separadas por tapias para un riego independiente de tal forma de impedir probables corrimientos de nutriente nitrogenado.

[1/] INIA Treinta y Tres
Asistente de Investigación Beto Sosa

Cuadro 2. Tratamientos

Tratamientos	Fuente de N (urea)	N al macollaje (kg/ha)	N etapa reproductiva kg/ha	Días antes inundación
1	Común	23	0	11
2	Verde	23	0	11
3	Común	46	0	11
4	Verde	46	0	11
5	Común	23	0	5
6	Verde	23	0	5
7	Común	46	0	5
8	Verde	46	0	5
9	Común	23	0	1
10	Verde	23	0	1
11	Común	46	0	1
12	Verde	46	0	1
13	Común	23	23	1
14		0	0	

Se efectuó un registro de plantas al momento de la emergencia de acuerdo a 3 muestras por parcela de 1 metro lineal. Se obtuvo un promedio de todo el ensayo de 308 plantas/m^2 con un coeficiente de variación de 12,83 % dentro de un stand de plantas desuniforme.

Las fechas de aplicación de N al macollaje fueron las siguientes: 11 días antes, el 27/11/2009; 5 días antes, el 03/12/2009 y 1 día antes el 07/12/2009 (señalados en negrita, cuadro 3). La inundación se realizó el 8/12/2009.

La ocurrencia de lluvias (Cuadro 3) dada la desuniformidad de plantas señaladas impidió realizar las aplicaciones en los momentos adecuados.

Cuadro 3. Precipitaciones durante el periodo de aplicación de N al macollaje

Día	Precipitación (mm)	Día	Precipitación (mm)
15/11/2009	0	28/11/2009	1.0
16/11/2009	0	29/11/2009	0
17/11/2009	0	30/11/2009	2.7
18/11/2009	30.2	01/12/2009	0
19/11/2009	73.8	02/12/2009	6.6
20/11/2009	2.3	**03/12/2009**	19.6
21/11/2009	1.2	04/12/2009	0
22/11/2009	5.2	05/12/2009	0
23/11/2009	0	06/12/2009	0
24/11/2009	0	**07/12/2009**	0
25/11/2009	0	08/12/2009	0
26/11/2009	3.7	09/12/2009	0
27/11/2009	0	10/12/2009	0

El control de malezas se efectuó el 23/11/2009 con una mezcla de propanil, quinclorac, clomazone y pirazosulfuron etil (Propagri 4 l/ha, Facet SC 1,6 l/ha, Cibelcol 0,9 l/ha y Cyperex 0,1 kg/ha).

Al inicio de elongamiento de entrenudos (04/01/2010) se extrajeron dos muestras de plantas de 0,3 m por parcela. Estas fueron lavadas, secadas en estufa a 60^{o}C, registrado su peso, molidas y enviadas al Laboratorio de suelos de INIA La Estanzuela a los efectos de la determinación del %N vegetal. De la multiplicación de la materia seca y del %N se obtuvo el N absorbido al estado de inicio de elongamiento de entrenudos. Este parámetro fue la principal característica en el estudio del análisis estadístico. Se registraron además la lectura de SPAD, rendimiento en grano,

componentes del mismo, % de esterilidad de granos, numero de granos llenos y totales/m^2 y altura de plantas a la cosecha. Estas características pueden estar influenciadas por otras condiciones ambientales después de la absorción de N.

La lectura de SPAD se realizó en 10 tomas de la hoja bandera al 50% de floración. Para rendimiento en grano se cosechó un área útil de 9,52 m^2 en donde se extrajo una muestra para la determinación de humedad de grano corrigiendo a 13% de humedad. Los componentes del rendimiento se extrajeron de dos muestreos al azar en cada parcela de 0,30 m por 0,17 m y antes de la cosecha se registró la altura en 6 plantas al azar en cada parcela. El % de esterilidad de granos resultó de la relación entre los granos vacíos y totales/panoja multiplicados por 100. Los granos llenos y totales/m^2 resultaron de la multiplicación de los granos llenos y totales/panoja por el número de panojas/m^2. Se apreciaron síntomas de espiga erecta ("straighthead") por lo cual se realizó una lectura visual en cada parcela en donde se obtuvo la presencia en mayor o menor intensidad en un 45% de las mismas. Esta lectura se correlacionó con los granos vacíos/panoja (r= 0,50 p= 0,002).

El ensayo se analizó de 2 formas, una como un factorial (2x2x3), otro con los 14 tratamientos en bloques al azar. En cada análisis también se efectuaron correlaciones entre distintas características de importancia.

Análisis como factorial

Los registros de materia seca, el porcentaje de N vegetal y el N absorbido al inicio del elongamiento de entrenudos no fueron afectados por efecto de las fuentes de N (cuadro 4), mientras que resultaron influenciados por las dosis aplicadas cuyos valores se muestran en el cuadro 5, en donde con la dosis mayor las características fueron mayores. Según el cuadro 4, el número de días antes de la inundación incidió en la materia seca y también en el N absorbido en virtud de que este último es influenciado por las variaciones en la magnitud de la primera (correlación entre MS y N absorbido r=0,86, p=0,000). Las aplicaciones de N con ambas fuentes más cercanas al momento de la inundación resultaron en registro más alto de N absorbido (cuadro 6).

Cuadro 4. Resultados estadísticos del análisis factorial de características determinadas al inicio de elongamiento de entrenudos (probabilidad).

Causa de variación	MS (kg/ha)	%N	N absorbido (kg/ha)
Bloque	ns	ns	ns
A) Fuente N	ns	ns	ns
B) Dosis N	0,048	0,031	0,003
A X B	ns	ns	ns
C) Días antes inun.	0,045	ns	0,012
A X C	ns	ns	ns
B X C	ns	ns	ns
A X B X C	ns	0,115	ns
Promedio	4171	1,766	73,74
CV (%)	11,37	7,19	12,13

Cuadro 5. Efectos significativos de dosis de N sobre características determinadas al inicio de elongamiento de entrenudos.

Dosis de N	MS (kg/ha)	%N	N absorbido (kg/ha)
23	4006	1,717	68,78
46	4336	1,814	78,70

Cuadro 6. Registros de acuerdo al momento de aplicación del N en características determinadas al inicio de elongamiento de entrenudos.

Días antes inund.	MS (kg/ha)	N absorbido (kg/ha)
11	3873 a (*)	66,97 b
5	4302 a	75,96 ab
1	4337 a	78,28 a

(*) Los valores seguidos por la (s) misma (s) no difieren estadísticamente según el test de Tukey al 5%.

Se encontraron diferencias entre las fuentes en el número de panojas/m^2 (cuadro 7) siendo favorable a la urea común (urea común: 607 pan/m^2 y verde urea: 557 pan/m^2). En el mismo cuadro se observa incidencia de las dosis de N aplicadas al macollaje en el rendimiento en grano, los granos vacíos/panoja y el peso de mil granos. Con la dosis de 46 kg/ha se obtuvo mayor rendimiento y peso de mil granos y menor cantidad de granos vacíos/panoja (cuadro 8). El rendimiento en grano estuvo correlacionado positivamente con el número de granos llenos/panoja (r= 0,37 p= 0,026) y el peso de mil granos (r= 0,49 p= 0,002); y negativamente con la lectura de espiga erecta (r= -0,82 p= 0,000) y el porcentaje de esterilidad de granos (r= -0,66 p= 0,000).

Cuadro 7. Resultados estadísticos del análisis factorial en rendimiento en grano y componentes (probabilidad).

Causa	Rend	Pan/m^2	ll/pan	vac/pan	tot/pan	Pmg
Bloque	ns	0,069	ns	ns	ns	0,002
A (Fuente)	ns	0,047	ns	ns	ns	ns
B (Dosis)	0,005	ns	ns	0,061	ns	0,000
A X B	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C (Dai)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A X C	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B X C	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A X B C	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Promedio	7225	582	72	15	88	25,62
CV (%)	13,05	12,12	19,47	57,59	18,07	1,62

ns: no significativo, Dai: días antes de la inundación, Rend: rendimiento en grano, Pan/m^2: panojas por metro cuadrado, ll/pan: No de granos llenos por panoja, vac/pan: N° de granos vacíos por panoja, tot/pan: N° de granos de granos totales por panoja, Pmg: Peso de mil granos

Cuadro 8. Efectos significativos de acuerdo a las dosis de N al macollaje del rendimiento en grano, número de granos vacíos/panoja y peso de mil granos.

Dosis de N	Rend (kg/ha)	vac/pan	Pmg
23	6742	18	25,34
46	7708	12	25,91

Las lecturas con el SPAD no fueron afectadas por los efectos simples de fuentes, dosis o período de tiempo antes de la inundación, encontrándose tendencias significativas al 11% para la interacción doble ente dosis de N y días antes de la inundación. Esta característica se correlacionó negativamente con la materia seca al inicio de elongamiento de entrenudos (r= -0,37 p= 0,026).

Los registros de altura fueron mayores estadísticamente con la dosis de N de 46 kg/ha y cuando más cerca de la inundación se realizó la aplicación indistintamente de la dosis.

Análisis del ensayo en tratamientos en bloques al azar

En este análisis en el N absorbido se encontraron diferencias debidas a los tratamientos (Cuadro 9). En el análisis con testigo (tratamiento14) se observan diferencias según el test de Tukey entre el tratamiento 12, en el cual la fuente es la verde urea en la dosis de 46 kg/ha de N aplicado 1 día antes de la inundación, con los tratamientos 1 y 2 donde se aplicó ambas

fuentes a razón de 23 kg/ha, 11 días antes de la inundación; y el tratamiento 14 el cual no tuvo la cobertura con N al macollaje. El test no demuestra diferencias entre el tratamiento 12 y el 11 en donde la fuente es la urea común en la dosis más alta y con aplicación 1 día antes de la inundación. También, no se obtuvo diferencias entre el tratamiento 13 (con las 2 coberturas de N) con los tratamientos 11 y 12.

Cuadro 9. Resultados en el N absorbido ordenados decrecientemente

Tratamientos	N absorbido con testigo (kg/ha)
12	89,23 a (*)
7	81,81 ab
11	79,50 ab
8	75,62 ab
6	75,48 ab
3	75,05 ab
13	74,94 ab
9	74,81 ab
4	71,03 ab
5	70,93 ab
10	69,57 ab
2	61,81 b
1	60,02 b
14	59,27 b
Promedio	72,79
CV (%)	11,63

(*) Los valores seguidos por la (s) misma (s) no difieren estadísticamente según el test de Tukey al 5%.

En el análisis con el testigo el rendimiento en grano también fue afectado por los tratamientos presentándose diferencias de los tratamientos 3, 4, 7, 8,10 y 11 con el testigo (tratamiento 14) (Cuadro 10).

Cuadro 10. Resultados en el rendimiento en grano ordenados decrecientemente

Tratamientos	N absorbido con testigo (kg/ha)
3	8277 a
11	7773 a
8	7662 a
10	7621 a
7	7537 a
4	7524 a
12	7476 ab
1	7320 ab
13	7160 ab
6	6765 ab
2	6444 ab
5	6344 ab
9	5960 ab
14	4403 b
Promedio	7019
CV (%)	14,61

CONSIDERACIONES GENERALES

En el estudio realizado no fueron observadas diferencias entre las fuentes utilizadas. En términos de N absorbido la Verde urea en la dosis mayor de N y aplicada 1 día antes de la inundación presenta el valor más alto pero no es diferente a la urea común en las mismas condiciones.

También, considerando el N absorbido, se destaca la importancia de las aplicaciones de la cobertura con N al macollaje cercanas a la inundación del cultivo.

Las condiciones particulares del período de aplicación de cobertura de N al macollaje referentes a precipitaciones y suelo con humedad pueden haber incidido en que no se obtuvieran diferencias entre las fuentes de N. La ocurrencia de lluvias dentro del período de aplicaciones de urea en seco ya ha sido registrada en una serie de ensayos de evaluación de eficiencia de absorción de N al macollaje. Es de interés poder repetir el ensayo en condiciones ambientales diferentes y obtener mayor base de datos.

ESTIMULADORES DEL CRECIMIENTO

Enrique Deambrosi[1/], Ramón Méndez[1/], Stella Avila[1/]

INTRODUCCIÓN

Alcanzado un buen nivel de productividad en base al desarrollo y adopción de diferentes tecnologías, ya sea genéticas como de manejo del cultivo, se entendió pertinente comenzar a trabajar con otras alternativas complementarias, que puedan contribuir al logro de una mejor performance del arroz en las etapas tempranas de crecimiento. Con el objetivo de evaluar los posibles efectos de promoción del crecimiento de distintos productos existentes a nivel comercial, se instaló un experimento en Paso de la Laguna.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se invitó a participar a las empresas Agritec, Balz, Dapama Nutrea y Timac. Se evaluaron 7 tratamientos, 5 de semilla y 2 de aplicación en postemergencia. Junto a ellos se incluyeron en la evaluación 3 tratamientos adicionales: un testigo absoluto, sin curado o aplicación alguna, y 2 tratamientos de semilla, uno de ellos con imidacloprid y el otro con thiametoxan. Estos 2 últimos fueron introducidos como referencias, ya que en INIA Treinta y Tres se ha comprobado cierto efecto benéfico de ambos, estimulando la emergencia y producción inicial de las plántulas (Pereira A., Ávila, S., Deambrosi E., 2008).

Se utilizó la variedad INIA Olimar, la que fue sembrada el 23 de octubre de 2009, a razón de 450 semillas viables/m^2. Se aplicó en general un fertilizante binario a la siembra (100 kg/ha de fosfato de amonio), y a los efectos de acompañar el posible estímulo o promoción del crecimiento que puede contribuir a un aumento de la productividad, se manejaron 3 niveles de fertilización nitrogenada en cobertura (0, 46 y 69 kg/ha de N), aplicados la mitad al macollaje y la mitad a la elongación de entrenudos.

Asistente de Investigación Alexandra Ferreira

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con un arreglo de parcelas divididas, ubicándose los tratamientos (de semilla o postemergentes) en las parcelas principales (mayores) y las dosis nitrogenadas en las menores. Las parcelas grandes fueron separadas por taipas individuales, para poder realizar riegos independientes y prevenir el desplazamiento de los productos entre ellas. El tamaño de las parcelas menores fue de 9 surcos de 8,1m de largo, separados 0,17m entre sí.

En el cuadro 1 se presenta información sobre los tratamientos evaluados en las parcelas mayores: tratado de semillas y/o aplicaciones en postemergencia, las empresas proveedoras y las cantidades utilizadas en las respectivas preparaciones. Los tratamientos testigos incluidos por INIA corresponden a los números 3 (imidacloprid), 4 (thiametoxan) y 8 sin tratar. En el cuadro 2, se presentan algunas características de los productos utilizados, de acuerdo a la información proporcionada por las empresas proveedoras.

[1/] INIA Treinta y Tres

Cuadro 1.Evaluación de estimuladores de crecimiento. Tratamientos. P. de la Laguna 2009-10*

Trt Nº	Productos	Aplicación	Empresa	Preparación
1	Synergise	en semilla	Agritec	400cc/100 kg
2	Stoller zinc	en semilla	Dapama-Nutrea	1 litro/100kg
3	imidacloprid 600g/l	en semilla	Testigo INIA	200cc/100 kg
4	thiametoxan 350g/l	en semilla	Testigo INIA	150cc/100kg
5	Penergetic	postemergente	Balz	180 g/ha
6	Stimulate Mo	en semilla	Dapama-Nutrea	400cc/100 kg
7	Biozyme	en semilla	Agritec	200cc/100kg
8	Sin tratar	-	Testigo INIA	-
9	Fertiactyl SD	en semilla	Timac	300cc/100kg
10	Fertiactyl GZ	postemergente	Timac	1 litro/ha

*Se utilizaron 1,4 litros de caldo por 100 kg en los tratamientos de semilla. Las aplicaciones de productos en postemergencia se realizaron el 27 de noviembre (35 días después de la siembra) a razón de 140 l/ha de solución

Cuadro 2. Productos evaluados y sus contenidos*

Productos	Contenido
Synergise	g/l: ZnO 290; P_2O_5 243; N 146
Stoller zinc	% p/p: Zinc 7; Azufre 3; densidad 1,23
Penergetic-p	Carbonato cálcico o bentonita
Stimulate Mo	Mo
Biozyme	Extractos vegetales acuosos (carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas), hormonas (giberelinas, auxinas, zeatina), elementos menores (Fe, Zn, Mn, Mg, B, S)
Fertiactyl SD	%: Boro 0,01; Zinc 0,1
Fertiactyl GZ	NK 13-0-5 % N ureico 13; K_2O soluble en agua 5

*Información proporcionada por las empresas

Las aplicaciones de urea al macollaje fueron realizadas en seco el 3 de diciembre, inundándose el cultivo un día después. Las coberturas nitrogenadas en la elongación de entrenudos fueron hechas en agua el 29 de diciembre.

Para evaluar la velocidad de emergencia e instalación, se contaron las plantas emergidas en 4 sectores de hilera de 1 metro de longitud en 3 oportunidades (9, 13 y 17 de noviembre). Para evaluar la producción de materia seca al tiempo de elongación de los entrenudos, se muestrearon al azar 2 tramos de 0,3m de hilera por parcela.

Se registraron los días necesarios para alcanzar el 50% de floración. En ese momento se realizó una estimación de la actividad clorofiliana, mediante lecturas con un SPAD, y se realizaron al azar 2 cortes de plantas a ras del suelo en 0,3 m de surco para poder analizar el contenido y absorción de N y P. En forma previa a la cosecha, se desbordaron 0,75 m en las cabeceras de las parcelas y se cortaron los 7 surcos centrales. El grano proveniente de cada parcela fue pesado en la misma chacra y se extrajo una muestra del mismo para medir su humedad; posteriormente dicha cantidad fue corregida a un nivel uniforme de 13% de humedad. Se tomó la altura de 6 plantas, se extrajeron al azar 2 tramos de 0,3m de hilera para analizar los componentes del rendimiento, y se realizó una estimación visual de la sanidad del cultivo.

Luego de secar las muestras a 13% de humedad, se realizaron análisis de rendimiento y calidad industrial del arroz en los laboratorios de INIA Treinta y Tres.

El suelo donde fue instalado el experimento presentaba la siguiente composición textural: arena (26-27%), limo (48-49%), arcilla (23-26%). En el Cuadro 3 se presentan los resultados de los análisis de las muestras de suelos, extraídas en cada uno de las repeticiones.

Cuadro 3. Análisis de suelos. Estimuladores del crecimiento. Paso de la Laguna 2009-10*

Bloque	pH	C.O.%	P ppm	K	Ca	Na	Zn	CE
(I)	5,8	1,01	3,5	0,21	5,5	0,67	0,66	0,30
(II)	5,7	1,07	4,8	0,22	5,7	0,53	1,00	0,26
(III)	5,8	1,23	4,8	0,20	5,8	0,73	0,61	0,33

*Análisis realizados en el laboratorio de INIA La Estanzuela. Contenido de fósforo según el método de Bray 1. Los valores de K, Ca, Na y Zn están expresados en meq/100g de suelo. La conductividad eléctrica está expresada en mmhos/cm

En el Anexo se presenta información de algunas variables climáticas en el período comprendido entre la siembra y la fecha de inundación del cultivo (4 de diciembre), según los registros de la Estación Agroclimática de Paso de la Laguna.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los días inmediatos posteriores a la siembra se registraron temperaturas mínimas muy bajas, llegando en 2 oportunidades a registrarse heladas agrometeorológicas. Una semana después levantó la temperatura y se produjeron lluvias moderadas que totalizaron 93 mm en 6 días consecutivos. Si bien las temperaturas mínimas diarias volvieron a bajar, luego de las lluvias comenzaron a emerger las primeras plantas en las diferentes parcelas pudiéndose observar una variabilidad muy alta, ocasionada por la presencia de pequeñas zonas donde se produjo cierto anegamiento temporal. En el período posterior hasta que se estableció la inundación definitiva del cultivo llovieron 162 mm más repartidos en 12 días distintos. A los 17 días después de la siembra se realizó el primer conteo de plantas, obteniéndose un promedio general de 12 plantas/m^2, con un coeficiente de variación del 93,3%. En los conteos realizados 4 y 8 días después del primero, los promedios de plantas emergidas se incrementaron a 91 y 274/m^2 respectivamente, y tampoco fueron encontradas diferencias debidas a los distintos tratamientos. Se destaca que si bien fueron incluídos en estos análisis, los tratamientos Nº 5 y 10 (de postemergencia) aún no habían sido aplicados, por lo que también podrían considerarse como testigos sin tratamiento de semillas. En los análisis estadísticos correspondientes al primer y tercer conteo se detectaron efectos de "no-aditividad" (interacción de bloques con los tratamientos) de significancia estadística. Se considera que se logró una muy buena implantación final, dado que el promedio obtenido en el tercer conteo significa un 61% de recuperación de plantas, en relación a la intención de siembra de 450 semillas viables/m^2. En el cuadro 4 se presentan los resultados obtenidos en los 3 conteos de plantas realizados.

Cuadro 4. Número de plantas emergidas a los 17, 21 y 25 días pos-siembra

Trt Nº	Productos	Nº de plantas/m^2		
		1er conteo	2º conteo	3er conteo
1	Synergise	11,7	122,0	294,3
2	Stoller zinc	9,3	67,0	254,0
3	imidacloprid	5,3	74,7	280,0
4	thiametoxan	15,7	105,7	317,7
5	Penergetic	9,0	86,7	245,3
6	Stimulate Mo	13,7	102,0	288,7
7	Biozyme	11,7	74,3	257,3
8	Sin tratar	9,0	48,9	239,7
9	Fertiactyl SD	26,7	128,3	271,0
10	Fertiactyl GZ	9,0	104,0	288,3
Prom		12,1	91,3	273,6
Prob.(Trt)		ns	ns	ns
Prob.(Bloques)		ns	ns	ns
No-aditividad		0,000	ns	0,005
CV%		93,3	43,9	14,1

En el cuadro 5 se presentan los resultados obtenidos en producción de materia seca a fines de la etapa vegetativa. Se encontró un efecto muy significativo de la aplicación de N en cobertura sobre el número de tallos por unidad de superficie y en la producción de materia seca. En cambio, solamente se detectó una tendencia significativa al 9% en la producción de materia seca, debido a la utilización de los productos (semilla o postemergente), no habiendo afectado la producción de tallos. En ninguno de los 2 casos se detectó interacción entre los efectos de los tratamientos con la fertilización nitrogenada.

Cuadro 5. Número de tallos y materia seca a la elongación de entrenudos. Resultados de los análisis estadísticos. Probabilidades de significación

Fuentes de variación	Nº de tallos/m^2	Materia seca t/ha
Bloques	0,04	0,000
Prob.(Tratamientos)	ns	0,09
Prob.(Nitrógeno)	0,000	0,000
Prob.(Trat x Nit)	ns	ns
Promedio	912	2,897
C.V.%	13,8	13,1

Las aplicaciones nitrogenadas de macollaje de 50 y 75 kg/ha aumentaron la cantidad de tallos registradas en la elongación de entrenudos en un 19 y 25% respectivamente, en relación a las parcelas que sólo fueron fertilizadas a la siembra. En referencia a la materia seca, las coberturas produjeron incrementos del orden de 19 y 34% respectivamente, mientras que existió una tendencia significativa al 9%, por la cual se registró un menor desarrollo en las plantas que recibieron el tratamiento Nº 5 a fines de la etapa vegetativa.

Se encontraron efectos muy significativos de las coberturas de nitrógeno (p< 0,000) y significativos de los tratamientos (p< 0,05) en la cantidad de días necesarios para alcanzar el 50% de floración. La diferencia máxima registrada, entre el menor y el mayor valor promedio de los tratamientos fue de 2,7 días. A pesar de ser consistentes, no resultan claros los efectos del N en esta variable, pues si bien las parcelas que recibieron 100 kg/ha de urea en cobertura en promedio alcanzaron la floración 1,2 días antes que aquellos que sólo recibieron la fertilización basal, cuando se aplicaron 150 kg/ha la diferencia fue menor a 0,5 día y no es estadísticamente significativa (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efectos de los tratamientos y de la fertilización nitrogenada en cobertura sobre los días necesarios para alcanzar el 50% de floración*.

Fuente de variación	Probabilidad	Trt Nº - Productos	Nº de días	N	Nº días
		1 Synergise	103,78 ab	0	103,33 a
		2 Stoller zinc	103,78 ab	46	102,13 b
		3 imidacloprid	101,67 de	69	102,90 a
		4 thiametoxan	101,44 c		
		5 Penergetic	104,11a		
		6 Stimulate Mo	101,78 de		
		7 Biozyme	103,11 bc		
		8 Sin tratar	104,00 ab		
		9 Fertiactyl SD	101,67 de		
		10 Fertiactyl GZ	102,56 cd		
Tratamientos	0,05				
Nitrógeno	0,000				
Tratamientos x N	ns		0,98		0,54
MDS $_{0,05}$					
Promedio	102,79				
C.V.%	1,0				

*valores promedio seguidos por las misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente entre sí, según el test de Mínima Diferencia Significativa (MDS) al nivel de 5% de probabilidad

La cobertura de nitrógeno también fue el factor más importante en las diferencias encontradas en producción de materia seca a la floración. Los tratamientos (de semilla o postemergencia) no afectaron esta variable ni los contenidos de nitrógeno y fósforo en ese estado. Las cantidades de N y P absorbidas (kg/ha) que resultan de multiplicar la materia seca por los contenidos de los nutrientes, resultaron afectadas en forma muy significativa por las aplicaciones de nitrógeno en cobertura. En el promedio de todas las parcelas del experimento, el cultivo absorbió 175 kg de N y 29 kg de P por hectárea (Cuadro 7 y Figuras 1, 2, 3 y 4).

Cuadro 7. Efectos de los tratamientos y de la fertilización nitrogenada en cobertura sobre la producción de materia seca, contenidos y absorción de N y P en el 50% de floración*.

Fuente de variación	Mat. Seca	%N	Pmg/g	Nabs	Pabs
Tratamientos	ns	ns	ns	ns	ns
Nitrógeno	0,000	0,10	ns	0,000	0,000
Tratamientos x N	ns	ns	ns	ns	ns
Promedio	13,3	1,32	2,15	175,2	28,6
C.V.%	10,6	10,4	9,0	18,0	14,7

* Absorción de N y P en kg/ha

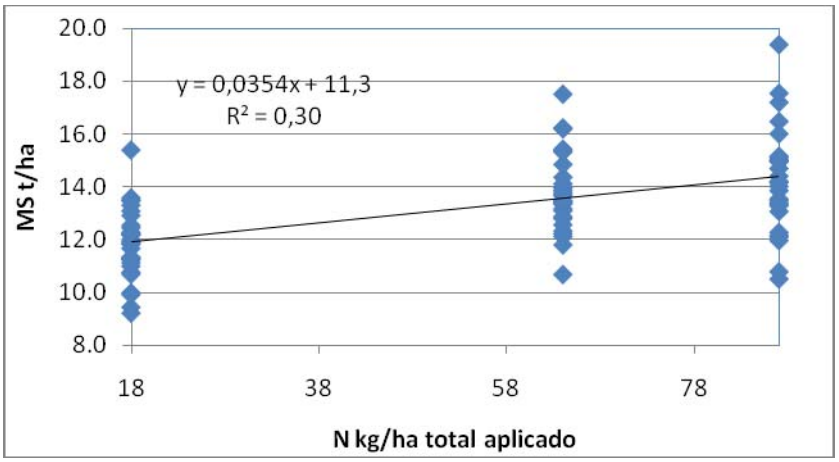


Figura 1. Efectos del N total aplicado en la producción de materia seca al 50% de floración (n= 90 pares de datos). Estimuladores de crecimiento 2009-10

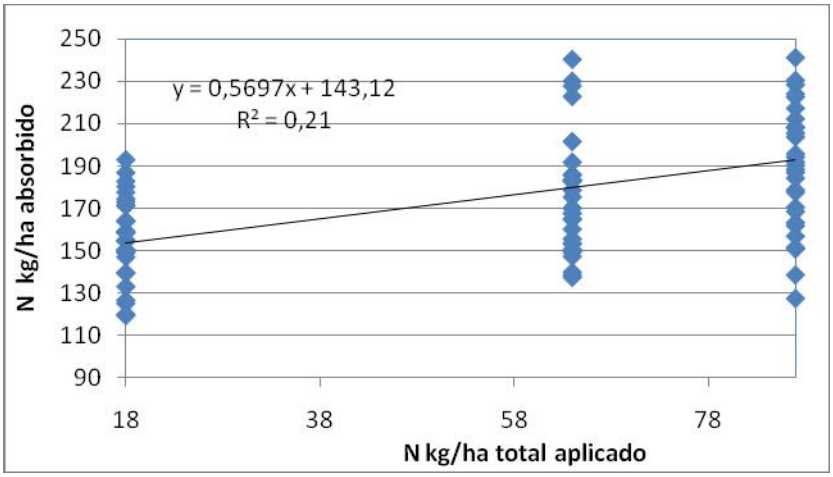


Figura 2. Efectos del N total aplicado en la absorción de nitrógeno al 50% de floración (n= 90 pares de datos). Estimuladores de crecimiento 2009-10

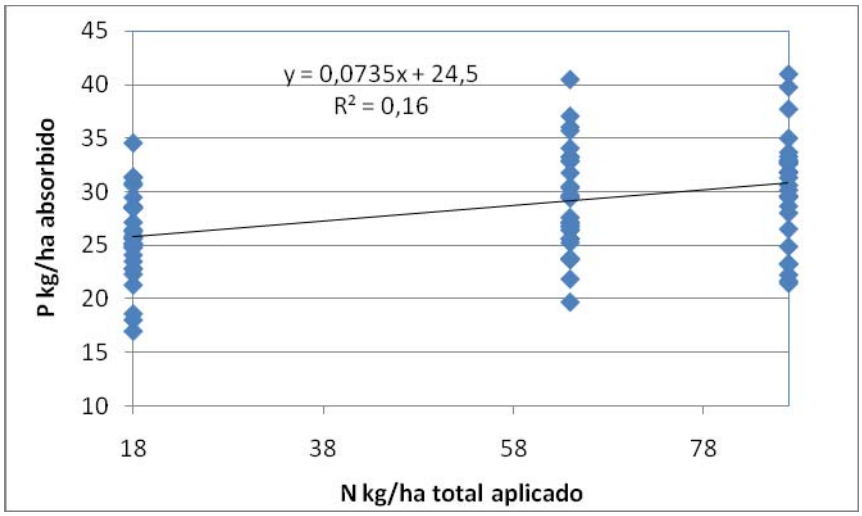


Figura 3. Efectos del N total aplicado en la absorción de fósforo al 50% de floración (n= 90 pares de datos). Estimuladores de crecimiento 2009-10

En relación a la estimación de la actividad clorofiliana, realizada mediante lecturas con SPAD al 50% de floración, se encontró una respuesta muy significativa a la aplicación de nitrógeno, con un coeficiente de variación de 2,1% y un promedio general de 37,5. Llamativamente, el valor más alto correspondió a las parcelas que no recibieron cobertura nitrogenada (37,8), el intermedio a la fertilización máxima (37,6) y el más bajo a la de 100 kg/ha de urea (37,2). Los tratamientos de semilla y/o postemergencia no tuvieron incidencia en esta variable.

En la etapa posterior a la floración, al igual que en otros ensayos instalados en el mismo potrero, se comenzaron a observar panojas que no doblaban, debido a la presencia de una alta proporción de granos vacíos y/o semillenos. En forma previa a la cosecha se realizó una evaluación por apreciación visual, de la presencia e importancia de este fenómeno de "espiga erecta" (EE) en la totalidad de las parcelas, registrándose algún efecto en 14 de las 90. Nueve de esas 14 parcelas con EE correspondían a unidades que no recibieron N en cobertura y el grado o intensidad del problema observado en ellas fue superior al registrado en las 5 restantes.

En el Cuadro 8 se presentan los resultados de los análisis estadísticos realizados en el rendimiento final en grano y en la altura de plantas a la cosecha. Ambas variables fueron afectadas en forma muy significativa por las aplicaciones de N en cobertura, pero no por los tratamientos, ni tampoco se encontró interacción entre la posible acción de estos últimos y el mayor aporte del nutriente al cultivo.

Cuadro 8. Efectos de los tratamientos y de la fertilización nitrogenada en cobertura sobre el rendimiento en grano y la altura de plantas. Estimuladores del crecimiento 2009-10

Fuente de variación	Nit	Trt Nº	Productos	Rendimiento kg/ha	Altura cm
		1	Synergise	8.529	0,86
		2	Stoller zinc	8.855	0,90
		3	imidacloprid	9.601	0,90
		4	thiametoxan	9.660	0,90
		5	Penergetic	8.896	0,91
		6	Stimulate Mo	8.632	0,90
		7	Biozyme	8.549	0,89
		8	Sin tratar	8.899	0,91
		9	Fertiactyl SD	8.993	0,91
		10	Fertiactyl GZ	8.840	0,90
	18	Sólo basal		7.859	0,88
	64	basal +100 kg/ha urea		9.241	0,90
	87	basal + 150 kg/ha urea		9.737	0,91
Prob.(Tratamientos)				ns	ns
Prob.(Nitrógeno)				0,000	0,000
Prob.(Trat x N)				ns	ns
Promedio				8.945	0,90
C.V.%				8,2	2,2

En la figura 4 se presenta el efecto de la aplicación de nitrógeno en el rendimiento. Se produjo un aumento lineal de los rendimientos de acuerdo a los incrementos de la fertilización en cobertura. Además se puede observar la dispersión importante de los rendimientos en las parcelas donde sólo se utilizó la fertilización basal; probablemente, ello esté asociado con la presencia de espigas erectas, problema comentado anteriormente.

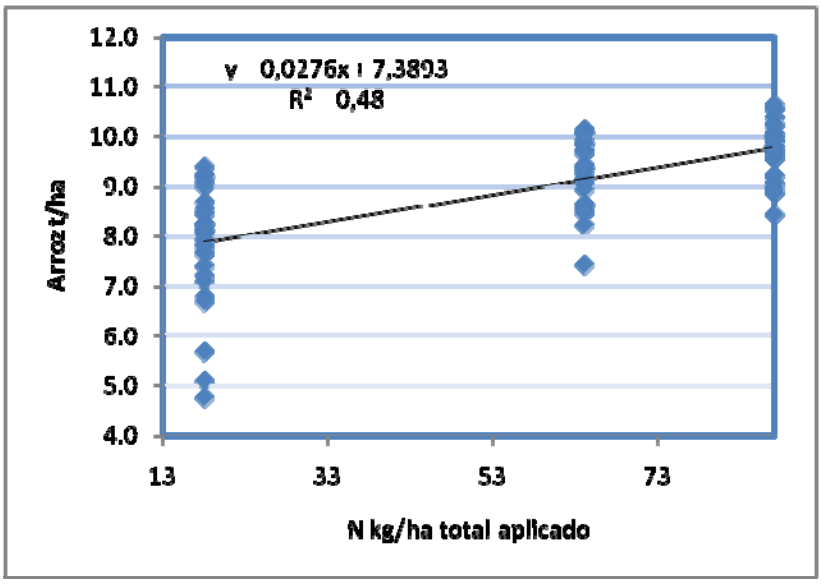


Figura 4. Efectos de la aplicación de nitrógeno en el rendimiento (n= 90 pares de datos). Estimuladores del crecimiento 2009-10.

En las figuras 5, 6, y 7 se presentan las relaciones entre la materia seca producida al 50% de floración, y las cantidades de N y P absorbidas hasta ese momento, con el rendimiento final en grano cosechado. Las 3 figuras presentadas, fueron construidas con una base de datos amplia (90 pares de datos) según un modelo de ajuste polinómico de segundo grado, con coeficientes de

determinación de 0,32 0,21 y 0,16 para la MS, el N y el P absorbido respectivamente.
De la primera de ellas, se puede inferir que haber producido más de 15 t/ha de materia seca no incrementó la productividad del cultivo. A su vez, con coeficientes de determinación bastante menores, lo que refleja su menor asociación con el rendimiento, en este experimento se lograron cosechar rendimientos muy buenos con valores de absorción de N y P menores que los máximos logrados en otras parcelas.

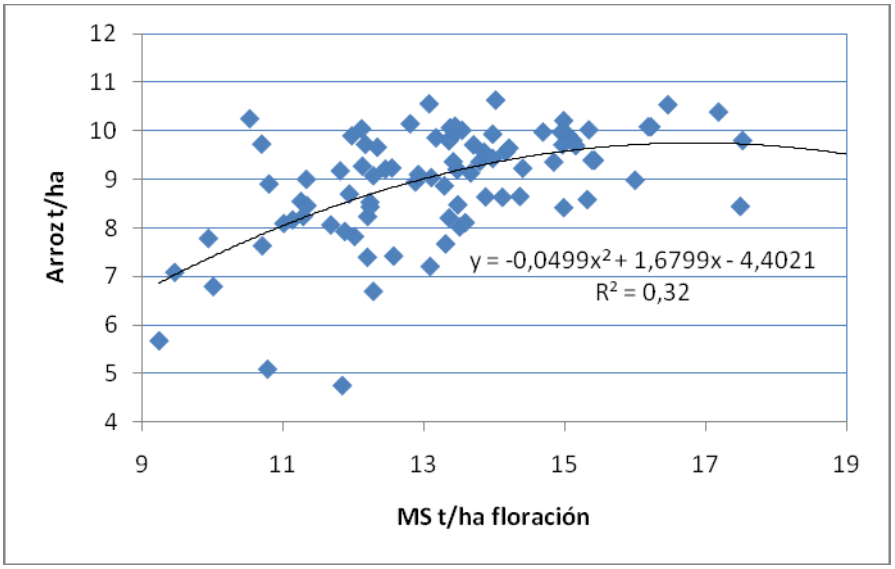


Figura 5. Relación entre la materia seca producida al 50% de floración y el rendimiento final en grano (n= 90 pares de datos). Estimuladores del crecimiento 2009-10.

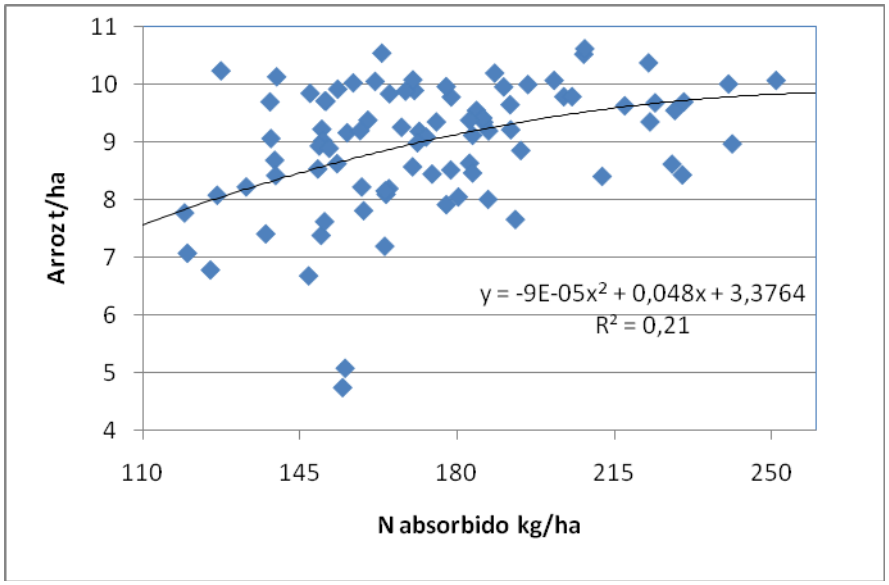


Figura 6. Relación entre la cantidad de N absorbido al 50% de floración y el rendimiento final en grano (n= 90 pares de datos). Estimuladores del crecimiento 2009-10.

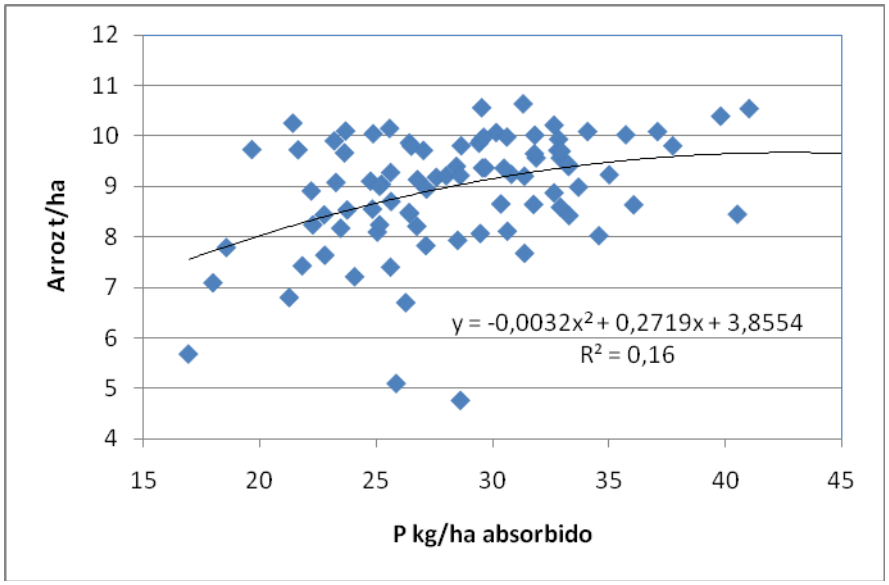


Figura 7. Relación entre la cantidad de P absorbido al 50% de floración y el rendimiento final en grano (n= 90 pares de datos). Estimuladores del crecimiento 2009-10.

Si bien no se había encontrado significación en los efectos de la interacción del nutriente con la utilización de los productos, a fin de descartar que la presencia de la EE pueda haber incidido en forma distinta a los distintos tratamientos, y que se pudiera visualizar alguna tendencia diferente, se realizó otro análisis estadístico de los rendimientos, excluyendo del mismo todas las parcelas que sólo recibieron fertilización basal. En el Cuadro 9 se presentan los resultados obtenidos en dicho análisis, donde sólo fueron consideradas situaciones de manejo de la fertilización más próximas a las que se utilizan a nivel comercial en el área de influencia. Se puede observar en el mismo que no existen cambios importantes en el ranking de los productos y que los 2 únicos tratamientos (testigos imidacloprid y thiametoxan) cuyos rendimientos superaban en un 8-9% el correspondiente al Nº 8 (testigo sin tratar), siguen siendo los de mejor performance.

Cuadro 9. Efectos de los tratamientos y del N en cobertura sobre el rendimiento (excluyendo los casos que sólo recibieron fertilización basal). Estimuladores del crecimiento 2009-10

Fuente de variación	Nit	Trt Nº	Productos	Rendimiento kg/ha
		1	Synergise	9.297
		2	Stoller zinc	9.354
		3	imidacloprid	10.011
		4	thiametoxan	10.099
		5	Penergetic	9.585
		6	Stimulate Mo	9.350
		7	Biozyme	9.305
		8	Sin tratar	9.311
		9	Fertiactyl SD	9.400
		10	Fertiactyl GZ	9.177
	64	basal +100 kg/ha urea		9.241
	87	basal + 150 kg/ha urea		9.737
Prob.(Tratamientos)				ns
Prob.(Nitrógeno)				0,000
Prob.(Trat x N)				ns
Promedio				9.489
C.V.%				5,0

En el cuadro 10 se presentan los resultados de los análisis de los componentes del rendimiento. Con la excepción del peso de granos, en general no se encontraron efectos simples significativos de los tratamientos en los mismos; en el número de granos vacíos se detectó interacción del N con los tratamientos (5% de probabilidad). La fertilización nitrogenada en cobertura incrementó el número de panojas por unidad de superficie, disminuyó el peso de granos e interaccionó con los productos en los efectos sobre los granos vacíos. En relación al peso de granos, se puede observar que los valores superiores corresponden a los tratamientos Nº 3 y 4, los mismos que en valores reales (no estadísticamente significativos) superaron el rendimiento del testigo absoluto.

Cuadro 10. Efectos de los tratamientos y de la fertilización nitrogenada en cobertura sobre los componentes del rendimiento. Estimuladores del crecimiento 2009-10*

Fuente	N	Trt Nº	pan/m^2	ll/p	vac/p	tot/p	PMG
		1	589	67,4	20,5	88,6	26,25 f
		2	628	73,4	17,4	91,3	26,38 ef
		3	567	77,1	15,4	92,9	27,05 b
		4	618	75,3	14,0	89,8	27,34 a
		5	546	79,9	15,6	95,9	26,60 cd
		6	560	71,1	19,1	90,6	26,30 ef
		7	609	76,3	14,2	91,0	26,35 ef
		8	600	78,1	13,6	92,2	26,50 de
		9	587	79,3	16,5	96,1	26,74 c
		10	607	71,4	13,1	84,9	26,58 cd
	18		565	73,8	17,2	91,5	26,83 A
	64		597	74,1	14,9	89,5	26,56 B
	87		612	76,8	15,7	93,0	26,44 C
Prob.(Trat)			ns	ns	ns	ns	0,01
Prob.(N)			0,04	ns	0,12	ns	0,000
Prob.(Trat x N)			ns	ns	0,05	0,12	ns
Promedio			591	74,9	15,9	91,3	26,61
C.V.%			12,0	12,3	26,9	11,3	0,8
MDS $_{0.05}$							0,20/ N: 0,11

*pan/ m^2= panojas por m^2; ll/p= granos llenos por panoja; vac/p= granos vacíos por panoja; tot/p= total de granos por panoja; PMG= peso de mil granos / Tratamientos (Productos): 1= Synergise, 2= Stoller zinc, 3= imidacloprid, 4= thiametoxan, 5= Penergetic, 6= Stimulate Mo, 7= Biozyme, 8= Sin tratar, 9= Fertiactyl SD, 10= Fertiactyl GZ
**valores promedio seguidos por las misma(s) letra(s) (mayúsculas o minúsculas) no difieren estadísticamente entre sí, según el test de Mínima Diferencia Significativa (MDS) al nivel de 5% de probabilidad

El análisis de sanidad del cultivo realizado al tiempo de cosecha indica que la Podredumbre de los Tallos fue la enfermedad de mayor importancia y que el suministro de nitrógeno fue el factor de mayor incidencia en su presencia, incrementando los índices de severidad (Cuadro 11 y Figura 8 respectivamente).

Se realizaron análisis de correlaciones simples entre algunas de las variables estudiadas. En el cuadro 12 se presenta un resumen de la información más importante obtenida en relación a los rendimientos. La rapidez de emergencia, estimada a través del número de plantas emergidas a los 17, 21 y 25 días después de la siembra nada tuvo que ver con el rendimiento en grano. Por el contrario, la producción de tallos y materia seca a la elongación de entrenudos y la materia seca al 50% de floración mostraron una correlación muy significativa. Esta última variable, y la cantidad de granos vacíos por panoja fueron las que mostraron los mayores coeficientes r= 0,52 y -0,44 respectivamente), seguidas por las cantidades de N y P absorbidas al 50% de floración.

A los efectos de evitar posibles problemas con la presencia de espiga erecta, los análisis de rendimiento industrial se realizaron exclusivamente en las parcelas que recibieron coberturas nitrogenadas. Se encontraron diferencias significativas en los porcentajes de granos blancos y enteros

debidas a los tratamientos y también como consecuencia de la fertilización nitrogenada.
En el Cuadro 13 se presentan los promedios obtenidos y la separación de medias, según el test de MDS al nivel del 5% de significación. Los valores máximos de blanco y entero corresponden al testigo sin aplicación de productos.

Cuadro 11. Efectos de los tratamientos y de la fertilización nitrogenada en cobertura sobre las enfermedades de los tallos. Estimuladores del crecimiento 2009-10*

Fuente de variación	N	Trt Nº	Productos	IGS Pod. de Tallos	IGS M. de Vainas
		1	Synergise	53,2	3,2
		2	Stoller zinc	55,1	3,4
		3	imidacloprid	45,5	2,1
		4	thiametoxan	49,7	3,3
		5	Penergetic	46,1	2,5
		6	Stimulate Mo	5,5	3,3
		7	Biozyme	44,5	2,5
		8	Sin tratar	46,4	3,1
		9	Fertiactyl SD	50,1	2,9
		10	Fertiactyl GZ	46,9	2,7
	18			39,5	1,9
	64			51,7	3,2
	87			56,1	3,6
Prob.(Trat)				ns	ns
Prob.(N)				0,000	0,000
Prob.(Trat x N)				ns	ns
Promedio				49,1	2,9
C.V.%				21,1	47,3

*Lectura de enfermedades realizada por Luis Casales

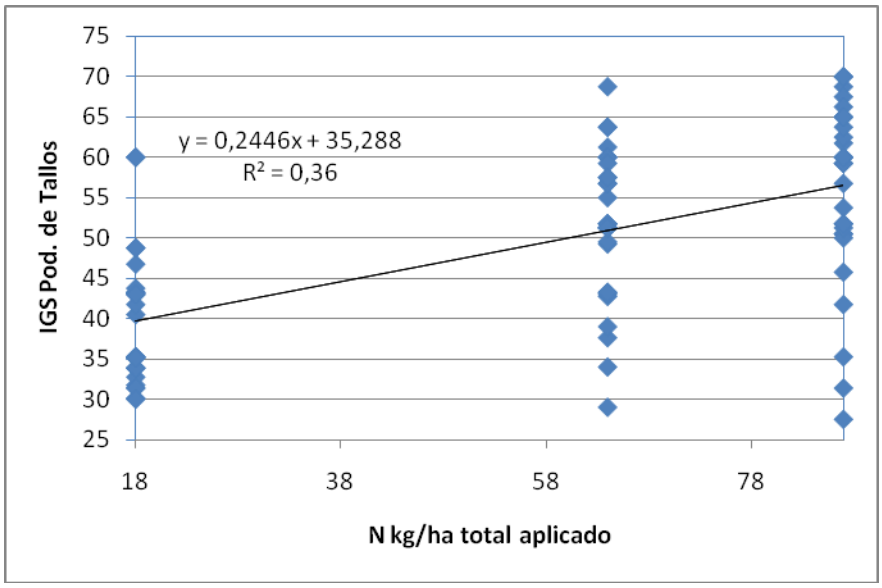


Figura 8. Efectos de la aplicación de nitrógeno en el índice de grado de severidad de la Podredumbre de los Tallos (n= 90 pares de datos). Estimuladores del crecimiento 2009-10.

Cuadro 12. Coeficientes de correlación y probabilidades de significación (error) entre el rendimiento y algunas variables (n= 90 pares de datos). Estimuladores del crecimiento 2009-10.

Variable	Coeficiente "r"	Probabilidad
No de plantas emergidas a los 17 dds*	0,06	1,0
No de plantas emergidas a los 21 dds	0,002	1,0
No de plantas emergidas a los 25 dds	-0,09	1,0
Nº tallos en la elongación de entrenudos (ee)	0,41	0,000
Materia seca producida en la elongación (ee)	0,33	0,001
Materia seca producida al 50% de floración	0,52	0,000
Altura de plantas	0,56	0,000
Nº de granos llenos por panoja	0,25	0,02
Nº de granos vacíos por panoja	-0,44	0,000
Cantidad de N absorbido al 50% de floración	0,40	0,000
Cantidad de P absorbido al 50% de floración	0,38	0,000
IGS de Podredumbre de Tallos	0,36	0,000

*dds= días después de la siembra

Cuadro 13. Efectos de los tratamientos y de la fertilización nitrogenada en el rendimiento industrial (porcentajes de blanco y granos enteros). Estimuladores del crecimiento 2009-10*

Fuente de variación	N	Trt Nº	Productos	% Blanco total	% Granos enteros
		1	Synergise	69,82 bcd	63,92 bc
		2	Stoller zinc	69,95 abcd	64,62 ab
		3	imidacloprid	69,30 e	62,75 c
		4	thiametoxan	69,62 de	62,65 c
		5	Penergetic	69,98 abcd	64,07 b
		6	Stimulate Mo	70,10 abc	64,47 ab
		7	Biozyme	70,00 abcd	64,85 ab
		8	Sin tratar	70,32 a	65,47 a
		9	Fertiactyl SD	69,68 cde	64,50 ab
		10	Fertiactyl GZ	70,23 ab	64,83 ab
	64			69,67	63,88
	87			70,13	64,55
Prob.(Trat)				0,001	0,001
Prob.(N)				0.000	0,03
Prob.(Trat x N)				ns	ns
Promedio				69,90	64,21
C.V.%				0,54	1,67
MDS $_{0,05}$				0,48	1,29

*valores promedio seguidos por las misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente entre sí, según el test de Mínima Diferencia Significativa (MDS) al nivel de 5% de probabilidad

CONSIDERACIONES FINALES

Se evaluaron los efectos de productos de distintos tipos de acción sobre el cultivo de arroz, procurando mejorar la performance del mismo en sus etapas tempranas de crecimiento. En el experimento se incluyeron productos que fueron aplicados a la semilla de arroz en forma previa a la siembra, así como postemergentes que fueron aplicados a las plantas de arroz 35 días después de la misma. Para posibilitar la expresión de máximas productividades, en el estudio se dispuso de distintos niveles de fertilización nitrogenada, de forma de complementar los posibles impactos de estímulo o promoción del crecimiento que se pudieran generar por el uso de los tratamientos. Como testigos se incluyeron 3 tratamientos, 1 sin agregado alguno de sustancia diferente a un uso tradicional, y 2 con tratamientos de semilla pre-siembra con productos conocidos (imidacloprid y/o thiametoxan).

Las condiciones ambientales existentes después de la siembra fueron bastante

diferentes a las ocurridas en los últimos años. Luego de producirse temperaturas mínimas muy bajas en los primeros días que retrasaron la emergencia, se produjeron lluvias suficientes para promover una muy buena implantación del cultivo. El promedio de plantas recuperadas fue del orden del 61%. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas por la utilización de los productos evaluados, en la mayoría de las variables registradas. En los únicos casos en que se detectó algún valor superior al testigo absoluto en registros de interés, correspondió a los testigos químicos incluidos por INIA (sin significación estadística). Para descartar la posible interferencia que pudo haber provocado la presencia del problema de "espiga erecta", observado en algún grado en el 15% de las situaciones, con los posibles efectos de los productos, se realizaron análisis adicionales descartando las parcelas que no recibieron coberturas nitrogenadas (donde más se observó el desorden). Tampoco fueron encontrados efectos positivos de los tratamientos en esa evaluación.

En resumen, en las condiciones existentes en una siembra realizada a principios de la última década de octubre, que resultaron favorables para la obtención de una buena implantación del arroz, no se encontraron efectos beneficiosos de algún tipo en el crecimiento y desarrollo del cultivo. Ello no descarta que en otras condiciones, quizás adversas, los resultados a obtener puedan ser diferentes.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Pereira, A.L., Avila, S., Deambrosi, E. 2008. Efecto de insecticidas curasemillas sobre la velocidad de emergencia y otros importantes caracteres iniciales de implantación en arroz. En: Actividades de Difusión 545. Arroz Resultados Experimentales 2007-2008. INIA Treinta y Tres. cap 4:1-3

ANEXO

Temperaturas mínimas a nivel de césped y precipitaciones en Paso de la Laguna

Día	Mes	Temperatura de césped ºC	Precipitaciones en mm
23	octubre	11,2	0
24	octubre	12,6	0
25	octubre	-0,6	0
26	octubre	3,8	0
27	octubre	-2,1	0
28	octubre	4,6	0
29	octubre	11,0	0
30	octubre	18,2	0
31	octubre	15,8	17,0
1	noviembre	16,8	16,0
2	noviembre	16,6	0,1
3	noviembre	19,2	34,5
4	noviembre	10,8	10,5
5	noviembre	12,6	14,6
6	noviembre	17,4	0
7	noviembre	17,8	0
8	noviembre	1,0	0
9	noviembre	2,6	0
10	noviembre	8,0	1,2
11	noviembre	5,2	0
12	noviembre	9,0	0
13	noviembre	17,2	0,3
14	noviembre	16,8	14,5
15	noviembre	12,4	0
16	noviembre	9,8	0
17	noviembre	15,8	0
18	noviembre	19,2	30,2
19	noviembre	19,2	73,8
20	noviembre	8,8	2,3
21	noviembre	14,6	1,2
22	noviembre	17,9	5,2
23	noviembre	17,8	0
24	noviembre	18,6	0
25	noviembre	20,8	0
26	noviembre	20,0	3,7
27	noviembre	10,2	0
28	noviembre	16,8	1
29	noviembre	18,4	0
30	noviembre	16,9	2,7
1	diciembre	9,6	0
2	diciembre	14,6	6,6
3	diciembre	11,9	19,6
4	diciembre	4,2	0

EFECTOS DEL USO DE "Starter" y "Synergize" EN LA SEMILLA DE ARROZ EN UN SUELO DE pH>6 PERTENECIENTE A LA UNIDAD "LA CHARQUEADA"

Enrique Deambrosi[1/], Ramón Méndez[1/]

INTRODUCCIÓN

Dentro de las priorizaciones realizadas por el Programa Arroz en sus planes de investigación en manejo de suelos y nutrición vegetal, a mediados de la década de los años noventa, se decidió que las evaluaciones de respuesta a las aplicaciones de zinc se realizaran en la Unidad Yaguarí, donde existe una mayor proporción de suelos halomórficos. En los trabajos conducidos por técnicos de INIA Tacuarembó, donde además de zinc se evaluó simultáneamente la respuesta al agregado de fósforo, se encontró en más de una oportunidad respuesta significativa a la interacción entre estos 2 elementos (Deambrosi, E., Méndez J.H., 1996; Lavecchia, A., Deambrosi, E., Méndez, J.H.,1997; Lavecchia, A., Méndez, J., Marchesi, C., 2000). Las respuestas a Zn fueron encontradas en suelos de pH >6 y contenidos de Na de 3,5 y 5,9 meq/100g respectivamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG) de Paso de la Laguna, en la zafra 2009-2010 se sembró arroz en el potrero 5, donde se encuentran zonas (no mayores de 50m de diámetro) con presencia de solonetz solodizados dentro de la disponibilidad de suelos existentes. Por tal motivo, se invitó a las empresas Agritec y Dapama-Nutrea a participar en la evaluación de respuesta al uso de productos para el tratamiento de semillas, recomendados en tales situaciones.

Es de destacar que entre varias razones, con el uso periódico de las niveladoras de campo (land planes), con las cuales se desplaza y mezclan las capas superiores de los suelos dentro de zonas próximas, se ha notado en general una disminución de los problemas observados en el arroz y en las pasturas, en lugares que eran fácilmente identificables años atrás por el reducido desarrollo y productividad de las plantas nacidas en los mismos.

El experimento fue instalado sobre un "blanqueal", donde fueron notados serios inconvenientes en la implantación y crecimiento inicial del arroz en zafras anteriores. Se evaluaron 3 tratamientos que fueron dispuestos en tantas repeticiones como fue posible (8), para cubrir la totalidad de la mancha blanquecina de suelo existente, Se utilizaron los productos "Starter" (Dapama-Nutrea) a razón de 1 litro y Synergise (Agritec) a 400cc, ambos por /100 kg de semilla respectivamente. Para los preparados se utilizaron 1,4 litros de caldo por 100 kg de semilla.

La siembra fue realizada el 23 de octubre con una sembradora experimental de cero laboreo, de 9 surcos separados 0,17 m entre sí. Se sembró la variedad El Paso 144 a una densidad de 450 semillas viables/m^2. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar. Se consideraron parcelas de 8,1 m de largo, dispuestas de a 3 (una correspondía al testigo sin tratamiento de semilla) en pequeños bloques, ubicados entre 2 taipas construidas con un intervalo vertical de 6 cm.

En forma previa a la instalación, se extrajeron muestras compuestas de suelos (dividiendo en 2 el área utilizada). Los resultados de sus análisis se presentan en el cuadro 1. En referencia a la composición textural, el 32% correspondió a arena, el 49% a limo, y el 19% a arcilla.

[1/] INIA Treinta y Tres

Cuadro 1. Análisis de suelos. Zona blanquecina en Pot. 5 de UPAG. Paso Laguna 2009-10*

Bloques	pH	C.O.%	P ppm	K	Ca	Na	Zn	CE
(I-IV)	6,3	1,21	5,4	0,15	4,2	1,50	1,67	0,43
(V-VIIII)	6,6	1,12	4,6	0,17	4,5	1,84	1,06	0,58

*Análisis realizados en el laboratorio de INIA La Estanzuela. Contenido de fósforo según el método de Bray 1. Los valores de K, Ca, Na y Zn están expresados en meq/100g de suelo. La conductividad eléctrica está expresada en mmhos/cm

Se fertilizó en forma basal con 100 kg/ha de fosfato de amonio y todo el resto del manejo del cultivo fue el general utilizado en la chacra. Se aplicó glifosato el 16 de setiembre y también un día después de la siembra (en mezcla de tanque con clomazone). Para el control de malezas nacidas en postemergencia, se aplicó una mezcla de tanque de propanil, quinclorac y pirazosulfuron el 28 de noviembre. Se realizaron 2 aplicaciones de urea en cobertura, de 60 y 50 kg/ha, los días 6 de diciembre y 9 de enero respectivamente. La cosecha fue realizada en forma manual el 25 de marzo, cortándose con hoz los 7 surcos centrales en los cuales fueron descartados 0,75 m de borde en las 2 cabeceras. En forma previa se midió la altura de 8 plantas por parcela.

En el Anexo se presenta información sobre temperaturas mínimas y precipitaciones registradas en la Estación Agroclimática de Paso de la Laguna, en los 13 días posteriores a la siembra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los días inmediatos posteriores a la siembra se registraron temperaturas mínimas muy bajas, llegando en 2 oportunidades a registrarse heladas agrometeorológicas. Lo que en estas condiciones tuvo un impacto mayor fue la posterior ocurrencia de lluvias durante varios días consecutivos (93 mm), lo que provocó un fuerte encostramiento de la capa superficial del suelo. Ello provocó un atraso muy importante en la emergencia de plantas, en relación a zonas linderas, sembradas sobre otro tipo de suelos. Dentro del experimento era apreciable que dicho efecto era mayor en pequeñas depresiones, donde se produjo acumulación de agua.

El 30 de noviembre se realizó una evaluación de la implantación, notándose una variabilidad muy alta, incluso dentro de las parcelas. Si bien era observable un mayor número de plantas en ambos tratamientos de semilla en relación al testigo (promedio 23%), esas diferencias no resultaron estadísticamente significativas. Las superficies no cubiertas inicialmente por las plantas de arroz, si bien en parte fueron compensadas por la promoción de un mayor macollaje, permanecieron hasta la cosecha. Por ello, para la evaluación de rendimientos, se realizaron 2 tipos de análisis de acuerdo a las superficies útiles cosechadas. En una de ellas, se consideró el área total, de acuerdo a la cantidad de surcos y largo de los mismos dispuestos de antemano. En la forma alternativa, del área de cada parcela fueron descontadas todas las pequeñas superficies que a la cosecha no llegaron a ser cubiertas por las plantas de arroz. En el Cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos en los 2 tipos de análisis, de los cuales se desprende que no existieron efectos significativos en los rendimientos debido a los tratamientos de semilla. En ambos casos, con un coeficiente de variación aceptable, solamente se detectó un efecto muy significativo de los bloques, confirmando la buena disposición de los mismos dentro del área problema. Para descartar la posible existencia de interacción de los efectos de los bloques con los tratamientos, se realizaron análisis de "no-aditividad" resultando no significativos en los 3 casos.

Cuadro 2. Resultados de los análisis de rendimiento y altura de plantas.UPAG pot.5. 2009-10

Fuente de variación	Tratamientos	Rendimiento con agujeros	Rendimiento sin agujeros	Altura de plantas
	Starter	7.067	7.278	0,90
	Synergise	6.879	6.983	0,90
	Testigo	6.940	7.070	0,91
Prob.(Bloques)		0,000	0,000	0,000
Prob.(Tratamientos)		ns	ns	ns
No aditividad		ns	ns	ns
Promedio		6.962	7.110	0,90
C.V.%		6,3	5,2	1,5

Llamativamente en este suelo de pH 6,3-6,6, el contenido de Zn (1,67–1,06 meq) resultó superior al detectado en el experimento de evaluación de estimuladores de crecimiento (0,66-1,0 meq) y al 0,47 meq reportado por Lavecchia et. al. (2000) en un suelo de pH 5,7, donde no se encontró respuesta al agregado de este elemento.

CONSIDERACIONES FINALES

El objetivo del trabajo fue evaluar la utilización de productos que puedan mejorar la performance del arroz, cuando es sembrado en los suelos comúnmente llamados “blanqueales”, que presentan algunos problemas adicionales, hasta que no se establece la inundación definitiva del cultivo. Normalmente se puede observar en este tipo de suelos, dificultades en la emergencia del cultivo, lo que se puede ver agravado cuando se producen precipitaciones pluviales en forma posterior a la siembra, creándose una capa dura en la superficie.

Se evaluaron los efectos de tratamiento de la semilla de arroz con Starter y Synergize, de distintos tipos de acción, en un suelo perteneciente a la Unidad La Charqueada, que al momento de la siembra presentaba un pH superior a 6. La siembra del cultivo se realizó con una sembradora experimental de cero laboreo sobre un verdeo invernal sobre el cual se había aplicado glifosato 40 días antes.

Luego de la siembra, se registraron 96 mm de lluvia antes de la emergencia del arroz, por lo que se pudo observar en general una alta variabilidad en la instalación del cultivo en todos los tratamientos evaluados. Si bien la recuperación de plántulas fue algo mayor en los tratamientos de semilla, las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Al momento de floración del arroz fue apreciable un atraso importante en el ciclo, en relación a zonas circundantes de la chacra donde se sembró sobre otro tipo de suelos, pero no entre los tratamientos evaluados.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los rendimientos por la utilización de los productos en la semilla. Tampoco fueron detectadas diferencias en la altura de plantas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Deambrosi, E., Méndez, J.H., 1996. Fertilización con fósforo, zinc y yeso. Suelos halomórficos. En: Actividades de Difusión 107. Arroz Resultados Experimentales 1995-1996. INIA Tacuarembó. cap 6:11-15

Lavecchia, A., Deambrosi, E., Méndez, J.H., 1997. Fertilización con fósforo, zinc y yeso. Suelos halomórficos. En: Actividades de Difusión 143. Arroz Resultados Experimentales 1996-1997. INIA Tacuarembó. cap 6:1-6

Lavecchia, A., Méndez, J., Marchesi, C., 2000. Suelos halomórficos. Fertilización con zinc, fósforo y yeso. En: Actividades de Difusión 233. Arroz Resultados Experimentales 1999-2000. INIA Tacuarembó. cap 5:17-20

ANEXO

Cuadro 1. Información sobre los productos utilizados*

Productos	Contenido
Starter	%p/p: Zinc 5, Cobre 0,5, Boro 0,5, Manganeso 3, Azufre 4; densidad: 1,33
Synergise	g/l: ZnO 290, P_2O_5 243, N 46

*Proporcionada por las empresas

Cuadro 2. Temperaturas mínimas y Precipitaciones en los 13 días siguientes a la siembra.

Día	Mes	Temperatura de césped ºC	Precipitaciones en mm
24	octubre	12,6	0
25	octubre	-0,6	0
26	octubre	3,8	0
27	octubre	-2,1	0
28	octubre	4,6	0
29	octubre	11,0	0
30	octubre	18,2	0
31	octubre	15,8	17,0
1	noviembre	16,8	16,0
2	noviembre	16,6	0,1
3	noviembre	19,2	34,5
4	noviembre	10,8	10,5
5	noviembre	12,6	14,6

RESPUESTA DE CULTIVARES DE ARROZ DE TIPO INDICA A COBERTURAS NITROGENADAS EN 4 ÉPOCAS DE SIEMBRA

Enrique Deambrosi[1/], Ramón Méndez[1/], Stella Avila[1/] (*)

INTRODUCCIÓN

El Paso 144 e INIA Olimar son las 2 variedades de arroz de tipo indica más sembradas en el país. Como estrategia para el mejor aprovechamiento de las condiciones climáticas existentes en la zona, se ha recomendado la siembra de El Paso 144, no más allá de fines de octubre. (Deambrosi et al., 1997). No obstante, en años en que se producen atrasos en la siembra motivados por problemas climáticos, muchos productores prefieren continuar sembrándola aún más tarde de esa fecha, con el fin de aprovechar su muy buena productividad.

En la información generada en la Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Arroz en la zona Este del país desde 1999, INIA Olimar, resulta en forma consistente más productiva que El Paso 144 en siembras de noviembre.

Si bien se ha generado información sobre los efectos de la fertilización nitrogenada, no existen elementos que permitan afirmar que los 2 cultivares respondan en forma diferente a la aplicación del nutriente.

Ha sido clara la influencia de las variables climáticas en la posibilidad de incrementar los rendimientos, como respuesta a las aplicaciones de nitrógeno (Deambrosi y Méndez, 2007).

Por un lado, se ha reportado que altas fertilizaciones nitrogenadas a cultivares poco tolerantes a la ocurrencia de frío en la etapa reproductiva, pueden incrementar la esterilidad de las espiguillas (Deambrosi et al., 2004). Por otro, se ha demostrado la alta correlación existente entre las condiciones de radiación solar existentes

[1/] INIA Treinta y Tres

Asistentes de Investigación: Beto Sosa y Alexandra.

durante el periodo de ciclo del cultivo comprendido entre los 20 días precedentes y los 20 posteriores al inicio de la floración y el impacto de la fertilización (Deambrosi y Méndez, 2007). La ocurrencia de tal período no coincide en las 2 variedades, para una misma época de siembra. INIA Olimar alcanza la etapa reproductiva en forma más rápida que El Paso 144, lo que no permite discriminar en forma clara, las razones que motivaron las diferentes respuestas encontradas entre las dos variedades en años anteriores, cuando fueron sembradas en una misma fecha.

La producción de arroz comparte el uso del suelo con la ganadería. En experimentos conducidos en la zona, se ha comprobado que hasta el 70% del nitrógeno absorbido por el arroz al tiempo de iniciación panicular, proviene de fuentes diferentes al fertilizante aplicado (Méndez y Deambrosi, 2009).

Con el objetivo de evaluar la respuesta de El Paso 144 e INIA Olimar a la aplicación de nitrógeno en cobertura, en forma única o fraccionada, se comenzó a trabajar en la zafra 2007-2008 en tres épocas de siembra tardías. A partir de 2008 se consideran en la evaluación cuatro épocas de siembra, y un tratamiento adicional con una dosis menor en las coberturas nitrogenadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue instalado sobre un solod perteneciente a la Unidad La Charqueada Se realizó un laboreo anticipado y nivelación en el verano previo, sobre un retorno de 3 años sin producción arrocera. Se reanudaron las labores de preparación días antes de comenzar la siembra de la primera época.

Como se había realizado en el año anterior, se intentó utilizar intervalos de aproximadamente 10 días entre las

distintas épocas de siembra, pero debido a la ocurrencia de lluvias ello no fue logrado en su totalidad. Las fechas de siembra manejadas fueron:

a) primera época : 18 de octubre (2 días antes que en la zafra anterior);
b) segunda época: 28 de octubre; (1 día antes);
c) tercera época: 12 de noviembre (2 días después);
d) cuarta época: 27 de noviembre (8 días después).

La siembra se realizó en línea con una sembradora de 13 surcos. Se utilizó la misma densidad 490 semillas viables/m^2 en las 2 variedades en las 4 épocas.

Se usó un diseño de bloques completos al azar, con un arreglo de parcelas subdivididas con 4 repeticiones. Se ubicó la época de siembra en la parcela principal, la variedad en la parcela mayor y la combinación dosis de nitrógeno – fraccionamiento de la misma, en la menor. En las parcelas más pequeñas, los tratamientos de fertilizaciones en cobertura resultaron de considerar un factorial completo, entre dosis de nitrógeno (46 y 69 kg/ha N) y forma de suministrarlo (aplicación única al macollaje o fraccionada 50% al macollaje y 50% a la elongación de entrenudos). Junto a esos cuatro tratamientos, se incluyeron dos más: uno con el agregado de 23 kg/ha de N, en forma dividida (mitad y mitad respectivamente) y un testigo sin cobertura. El tamaño utilizado en la subparcela fue de un ancho de la máquina sembradora (13 x 0,17 m) por 8 m de largo.

Todas las parcelas fueron fertilizadas en la siembra con 100 kg/ha de fosfato de amonio ($N_{18}P_{46}$). En las coberturas, se utilizaron distintas cantidades de urea como fuente nitrogenada (46% de nitrógeno), 50, 100 o 150 kg/ha, totalizando 18, 41, 64 y 87 kg/ha de N respectivamente, según el tratamiento considerado.

Las aplicaciones de N en macollaje se hicieron en suelo seco, inundándose el cultivo en forma inmediata. Para realizar las coberturas en la etapa de elongación de entrenudos, se bajó el nivel de agua dejando el suelo solamente saturado, para evitar corrimientos de nitrógeno entre las parcelas, reponiéndose la inundación al día siguiente.

Para su mejor comprensión, en el Cuadro 1 se presentan en detalle los tratamientos evaluados.

Cuadro 1. Tratamientos de cobertura. 2009-10

Trat. de cobertura*		Nitrógeno kg/ha	
kg/ha	aplicación	Cobertura	Total
0	**-**	0	18
50	**fraccionada**	23	41
100	**única**	46	64
100	**fraccionada**	46	64
150	**única**	69	87
150	**fraccionada**	69	87

* en forma de urea

En esta oportunidad los 4 bloques fueron dispuestos en forma contigua en la chacra. En el Cuadro 2 se presentan los resultados de los análisis de muestras de suelos, extraídas en las distintas repeticiones. De acuerdo a los mismos, el contenido de carbono se ubicó en un rango de 1,31-1,58%, existiendo una diferencia máxima entre los bloques 2 y 3 equivalente a un 20,6%, similar a la encontrada en la zafra anterior.

Cuadro 2. Análisis de suelos. 2009-10*

Bloque	pH(H_2O)	C.O. %	P (Bray 1) ppm	K meq/ 100g
1	5,0-5,4	1,36	5,8	0,23
2	5,0-5,5	1,58	6,4	0,23
3	5,0-5,7	1,31	5,5	0,23
4	4,9-5,6	1,30	6,1	0,23

* Análisis realizados en el Laboratorio de Suelos, Plantas y Agua de INIA La Estanzuela

Para el control de malezas, en general se aplicó en postemergencia una mezcla de tanque de clomazone, propanil, quinclorac y pirazosulfuron etil (Cibelcol, Propagri, Facet y Cyperex); en la última época se aplicó una mezcla de clomazone y quinclorac.

Se tomaron registros de implantación y fechas de floración.

Al inicio de floración, se extrajeron en cada parcela 2 muestras de 0,3 m de hilera, cortándose a ras del suelo la parte aérea de las plantas, para medir la producción de

materia seca y la absorción de nitrógeno. En forma simultánea, se realizaron estimaciones de la actividad clorofiliana en la hoja bandera, a través de lecturas con un SPAD. A su vez, se intentó cuantificar la interferencia de luz realizada por el follaje del cultivo, tomándose medidas de la luminosidad existente entre 2 surcos, a la altura del extremo superior de la panoja y a 18,5 cm del suelo.

No se realizaron aplicaciones de funguicidas para el control de enfermedades.

En forma previa a las respectivas cosechas, se midió la altura de plantas y se extrajeron al azar cortando a ras del suelo muestras aéreas de las mismas en 2 tramos de 0,3 m de hileras por parcela, determinándose la producción de materia seca de la paja y del grano. Al igual que en floración, las muestras fueron remitidas al Laboratorio de Suelos y Plantas de INIA La Estanzuela para analizar su contenido de nitrógeno y con ellos poder calcular el nitrógeno absorbido en paja y grano a fin de ciclo. Al momento de editarse esta publicación, no se dispone de los resultados de estos últimos análisis en plantas.

También se extrajeron 2 muestras de 0,3x0,17 m^2 para realizar el análisis de componentes de rendimiento. Se realizó una lectura de la presencia de enfermedades de los tallos (Podredumbre de los Tallos y Manchado de Vainas) y del Quemado del Arroz (Brusone).

Para la estimación del rendimiento, se desbordaron las cabeceras y se cortaron a hoz nueve surcos de 6,6 m en de cada parcela. La cantidad de grano obtenida fue pesada en el campo y se extrajo una muestra para medir su contenido de humedad; posteriormente, el peso fue corregido a un nivel uniforme de 13% de humedad.

Se analizó el rendimiento y calidad industrial del grano.

Desde el punto de vista estadístico, se analizaron los registros obtenidos, según distintos análisis. En primera instancia, se corrió un primer análisis, considerando las cuatro épocas de siembra, con las dos variedades, en respuesta a los seis tratamientos de fertilización. A su vez, se realizó otro análisis, con sólo cuatro tratamientos, excluyendo el testigo sin cobertura y el correspondiente a la fertilización menor, para estudiar en detalle el factorial dosis de nitrógeno y forma de aplicación (única o dividida), con las aplicaciones de 100 o 150 kg/ha de urea. En algunos casos, además se evaluaron los resultados obtenidos en particular en cada variedad.

Se destaca que al igual que sucedió en varios de los trabajos localizados en forma contigua, se pudo observar la presencia de problemas de “Espiga Erecta” en plantas de varias parcelas de las dos variedades. Al momento de realizar las respectivas cosechas, se registró en forma cualitativa su presencia en los casos que correspondiera. En un total de 192 parcelas, se observó algún síntoma en 43 de ellas, 23 de las cuales correspondían a El Paso 144 y 20 a INIA Olimar (53 y 47% respectivamente). En relación a los tratamientos de fertilización, 42% correspondían al testigo que no recibió cobertura nitrogenada, 35% recibieron 25+25 kg/ha de urea en forma dividida, 16% 50+50 kg/ha y 7% con 100kg/ha en aplicación única

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

En el análisis general de los rendimientos, considerando los seis tratamientos de fertilización, se encontró respuesta muy significativa a la variedad utilizada, e interacción entre épocas de siembra y variedad. A su vez, las respuestas a la fertilización resultaron diferentes según la época considerada y también según la variedad, pero no existe significación debido a la triple interacción. En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos en ese análisis.

Cuadro 3. Rendimiento. Resultados de ANAVA considerando las 2 variedades, las 4 épocas de siembra y los 6 tratamientos de fertilización. 2009-10. Paso de la Laguna

Fuentes de variación	Grados de libertad	Probabilidad
Época	3	0,10
Variedad	1	0,000
ÉpxVar	3	0,008
Trt	5	0,000
E x trt	15	0,02
V x trt	5	0,02
E x V x trt	15	ns

En la Figura 1 se puede observar que a diferencia del año anterior, INIA Olimar resultó igual o más productiva en todas las fechas de siembra, pero los rendimientos de las variedades fueron afectados en forma diferente por las épocas. El menor rendimiento de Olimar se produjo en la primera época, viéndose incrementado en forma progresiva hasta la siembra del 12 de noviembre; en la fecha tardía rindió en un nivel similar al obtenido con siembras de fines de octubre. Llama la atención la baja productividad obtenida en general con El Paso 144, en la que se confirmó la tendencia observada en años anteriores, rindiendo más a mediados de octubre y disminuyendo en forma importante su productividad cuando fue sembrada a fines de noviembre. En las fechas intermedias rindió en forma similar a la primera.

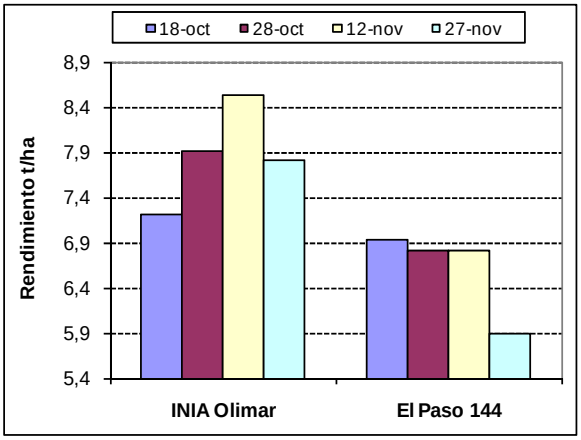


Figura 1. Rendimiento de las variedades INIA Olimar y El Paso 144 según épocas de siembra, en el promedio de los tratamientos de fertilización.

Si bien no se detectó detectó interacción triple entre épocas de siembra, variedades y respuesta a la fertilización, cuando se consideraron los 6 tratamientos (incluyendo un testigo sin cobertura y la aplicación de media bolsa de urea al macollaje y media a la elongación), en las figuras 2 y 3 se muestran los resultados obtenidos cuando se estudió en cada variedad en particular, cómo incidió la época de siembra en la respuesta a la fertilización.

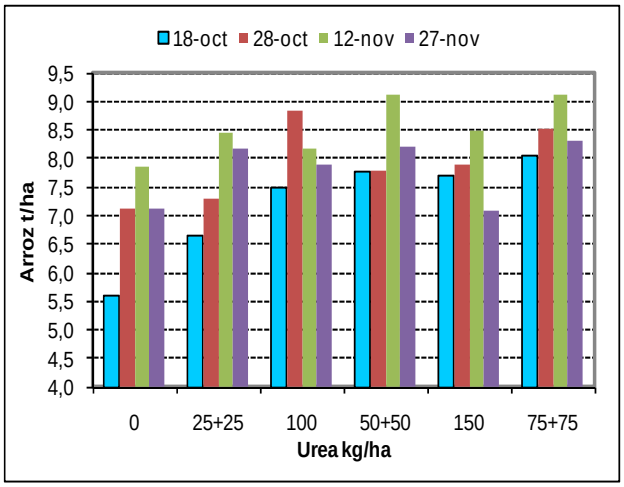


Figura 2. Efectos de la fertilización en el rendimiento de INIA Olimar según épocas de siembra (interacción estadísticamente significativa al 5% de probabilidad). Paso de la Laguna. 2009-10.

No fue la siembra más temprana la que más favoreció a INIA Olimar, obteniéndose más altas productividades en fechas más tardías. El testigo sin cobertura nitrogenada llegó a rendir hasta 2 t/ha más sembrado a mediados de noviembre y fue entre la segunda y tercera época donde se obtuvo la máxima productividad con esta variedad, cuando fueron aplicados 100 kg/ha de urea en cobertura. Dependiendo de la época de siembra considerada, distintas fueron las combinaciones de dosis y formas de aplicar el nitrógeno, con las que se obtuvo el rendimiento máximo (Figura 2). Más adelante se discute con mayor detalle esta interacción dosis-fraccionamiento, cuando se utilizan los niveles más altos de nitrógeno.

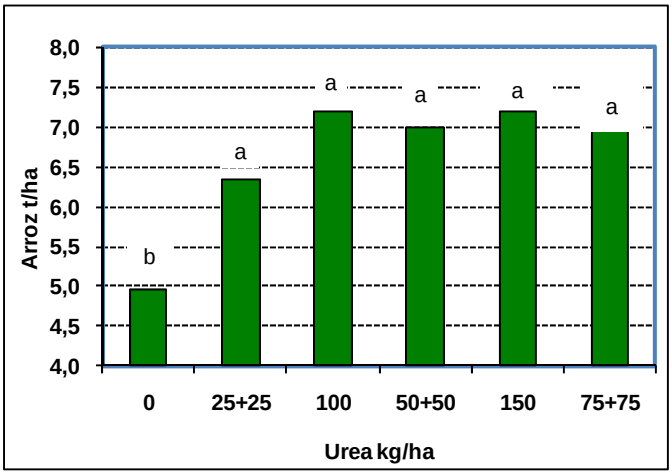


Figura 3. Efectos de la fertilización en el rendimiento de El Paso 144 en el promedio de las 4 épocas de siembra. Columnas con la misma letra no son estadísticamente diferentes según el test de Tukey al 5% de probabilidad. Paso de la Laguna. 2009-10.

En el análisis realizado a los registros de rendimiento de El Paso 144, se encontraron efectos significativos de los tratamientos de fertilización, pero sin existir interacción con las fechas de siembra utilizadas. Los rangos de variación en respuestas obtenidas a la fertilización fueron menores, existiendo solamente diferencias con el

testigo sin cobertura nitrogenada, según el test de Tukey al 5% de probabilidad (Figura 3).

En el cuadro 4 se presentan los resultados del otro tipo de estudio, donde sólo se consideraron cuatro tratamientos (factorial 2 x 2), resultantes de combinar los efectos de agregar 100 o 150 kg/ha) de urea en forma única o dividida. En este análisis, se desagregaron 16 posibles fuentes de variación, en la composición de los resultados obtenidos en los rendimientos.

En comparación a los resultados presentados en el cuadro 3, se puede apreciar que también se detectó con alta significación la diferencia entre variedades, al considerarse sólo las dosis altas de N se incrementó la probabilidad del efecto épocas de siembra (p<0,02), se mantuvo la interacción época por variedad, y el único componente en que se desagregó la respuesta a la fertilización nitrogenada en cobertura, es la interacción variedad por forma de aplicación del nutriente.

Cuadro 4. Rendimiento. Resultados del análisis estadístico factorial nitrógeno (46-64 kg/ha) por forma de aplicación (única - fraccionada), considerando las dos variedades en las cuatro épocas de siembra. Paso de la Laguna. 2009-10

Fuentes de variación	Grados de libertad	Probabilidad
Bloques	3	ns
Épocas	3	0,02
Variedad	1	0,000
Ép x Var	3	0,02
Nitrógeno	1	ns
Ép x Nit	3	ns
Var x Nit	1	ns
Ep x V x N	3	ns
Fraccion.	1	ns
Ép x Frac	3	ns
Var x Frac	1	0,01
É x V x Fr	3	ns
Nit x Frac	1	ns
É x N x Fr	3	ns
V x N x Fr	1	ns
ÉxVxNxF	3	ns

En la figura 4 se presentan los efectos de la interacción época por variedad, donde se vuelve a observar por un lado que INIA Olimar encontró un ambiente más favorable para su desempeño en la tercera fecha de siembra y por otro el abrupto descenso de los rendimientos de El Paso 144 en la siembra tardía. En la figura 5 se contrastan las respuestas de las variedades a la forma de suministro del nitrógeno. Si bien INIA Olimar fertilizada de ambas formas rindió más que El Paso 144, fue más productiva cuando se le fraccionó la dosis. En el año anterior, ya se había observado este comportamiento de Olimar respecto a sus respuestas al fraccionamiento de la fertilización.

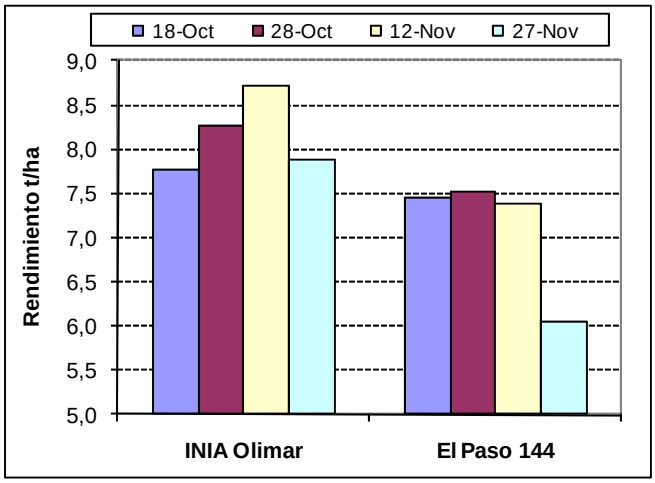


Figura 4. Efecto de las épocas de siembra en las variedades INIA Olimar y El Paso 144 cuando fueron fertilizadas con 100 o 150 kg/ha de urea en cobertura. Paso de la Laguna. 2009-10

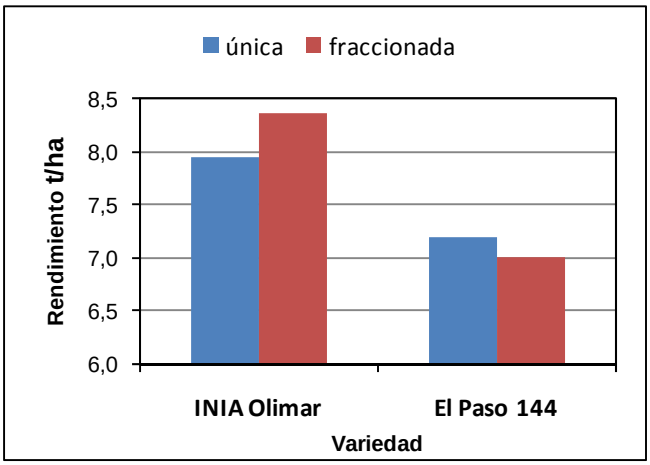


Figura 5. Respuesta diferente de las variedades a la forma de suministrar 100 o 150 kg/ha de urea en cobertura. Paso de la Laguna. 2009-10

Dado que la respuesta a la cobertura nitrogenada es el objetivo principal del estudio, se presentan en el cuadro 5, los resultados de analizar la información generada en relación a la interacción dosis por fraccionamiento, en cada variedad por separado. En la figura 6 se puede observar que en INIA Olimar la época de siembra no sólo afectó los rendimientos, sino que influenció la respuesta a la aplicación del nutriente ($p<0,10$). En el promedio de las dosis nitrogenadas, el fraccionamiento de la fertilización permitió lograr iguales o mejores resultados, alcanzándose la mayor diferencia en la tercera época de siembra.

En la figura 7 se discriminan los efectos del fraccionamiento en INIA Olimar de acuerdo a la dosis de N aplicada. En primer lugar, se aprecia un nivel de rendimientos similar entre las 2 formas cuando se aplicaron 100 kg/ha de urea (46 kg N/ha), pero al elevar la fertilización se crearon diferencias importantes a favor de la división de la dosis. No obstante, el agregado de 50 kg/ha más de urea no produjo incrementos del rendimiento, según el test de de Tukey de separación de medias, al nivel de 5% de probabilidad. En el análisis de los registros de rendimiento de El Paso 144 sólo se detecta significación en los efectos de las

épocas de siembra (p< 0,04), no encontrándose diferencias por la aplicación de dosis diferentes de nitrógeno (entre 100 o 150 kg/ha de urea), ni por la forma de suministrarlas. En la figura 8 se puede observar la evolución del rendimiento promedio de la variedad a través de las sucesivas fechas de siembra, cuando fue fertilizada con 64 o 87 kg/ha total de nitrógeno.

Cuadro 5. Rendimiento. Resultados de los análisis factoriales N x Fraccionamiento, realizados para cada variedad. 2009-2010*.

Fuente	Grados de libertad	INIA Olimar	EP 144
Bloque	3	ns	0,11
Época	3	0,007	0,04
Nitrógeno	1	ns	ns
Ép x N	3	ns	ns
Fracc	1	0,01	ns
Ép x Fracc	3	0,1	ns
N x Fracc	1	0,01	ns
E x N x F	3	ns	ns

* Ép= época de aplicación; Fracc= fraccionamiento; E x N x F= interacción época por nitrógeno por fraccionamiento

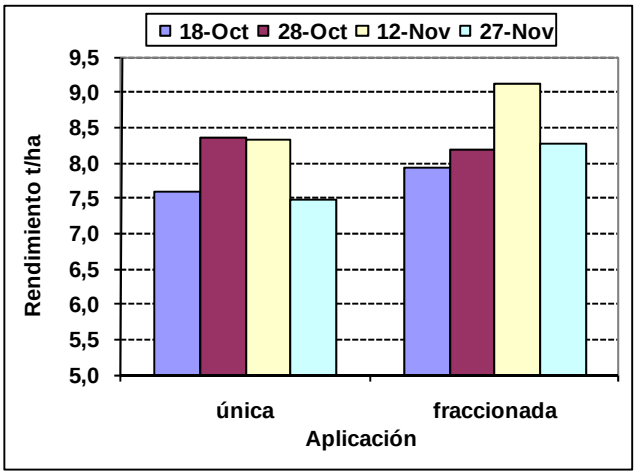


Figura 6. Respuesta de INIA Olimar al fraccionamiento de la cobertura nitrogenada, según épocas de siembra (promedio de aplicar 100 o 150 kg/ha de urea). Paso de la Laguna. 2009-10

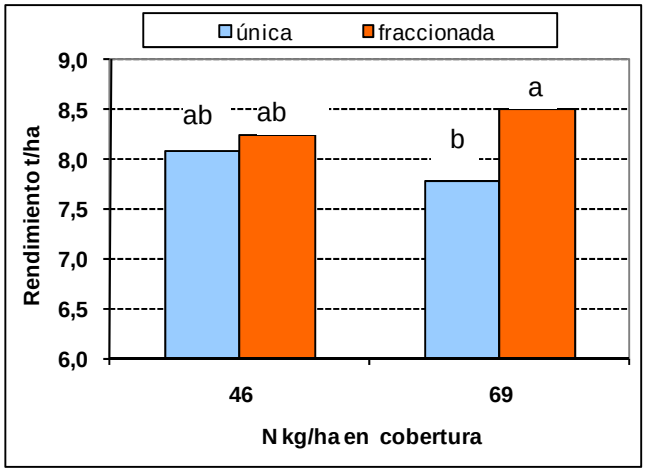


Figura 7. Respuesta de INIA Olimar al fraccionamiento de la cobertura nitrogenada, según la dosis de nitrógeno aplicada. Columnas con la(s) misma(s) letra(s) no son estadísticamente diferentes según el test de Tukey al 5% de probabilidad. Paso de la Laguna. 2009-10.

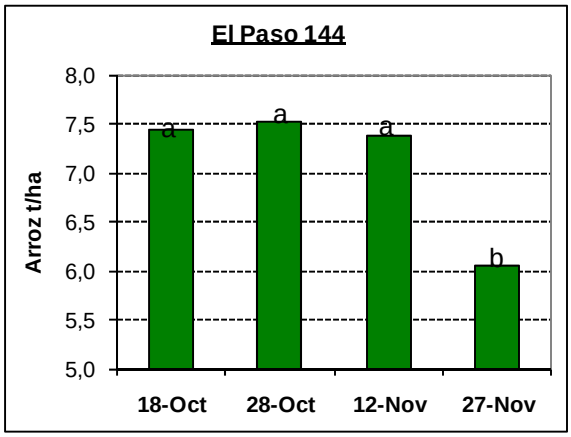


Figura 8. Rendimiento de El Paso 144 en las distintas fechas de siembra, cuando fue fertilizado con 64 o 87 kg/ha de N promedio. Columnas con la misma letra no son estadísticamente diferentes según el test de Tukey al 5% de probabilidad. 2009-10.

En el cuadro 6, se presentan los resultados de los análisis de varianza de los registros obtenidos en varias variables, cuando fueron considerados en forma conjunta las dos variedades, según las cuatro épocas de siembra y los seis tratamientos de fertilización.

Cuadro 6. Resultados de ANAVA de registros de días a 50% floración, SPAD, luminosidad y componentes de rendimiento, considerando los 6 tratamientos en dos variedades. Paso de la Laguna 2009-10.*

Fuente variación	Días a flor	SPAD	Lumin lux	Altura cm	pan/m^2	granos llen/p	granos vac/p	PMG
Época	0,000	0,000	ns	0,06	0,006	ns	ns	0,01
Variedad	0,000	0,000	ns	0,001	0,000	0,002	ns	0,002
ÉpxV	ns	0,000	0,11	0,000	0,04	0,001	ns	ns
Trt	0,000	0,000	ns	0,000	ns	0,01	0,000	0,000
E x trt	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,04	ns
V x trt	0,005	0,03	ns	ns	ns	ns	ns	0,000
E x V x trt	0,003	0,08	ns	ns	ns	ns	ns	ns

*Lumin= luminosidad; pan/m^2= panojas por m^2; llen/p= llenos por panoja; vac/p= vacíos por panoja; PMG= peso de mil granos; EpxV= interacción épocascon variedades; Trt= tratamientos; E x trt= interacción épocas con tratamientos; V x trt= interacción variedades con tratamientos; E x V x trt= interacción épocas con variedades y con tratamientos

En referencia a los días necesarios para alcanzar el 50% de floración, se encontraron más efectos significativos que en el año anterior, en especial de interacciones (variedad con tratamientos y la conjunta de los tres factores en estudio época con variedad y tratamientos de fertilización). De acuerdo a las mismas, se presentan en detalle los resultados obtenidos en el cuadro 7. En muchos casos las diferencias fueron pequeñas, pero consistentes, de allí que los impactos resultaron estadísticamente significativos. Ignorando algunas de las interacciones mencionadas, en general se volvieron a repetir algunos efectos ya destacados en el año anterior. Como era esperable, a medida que se atrasaron las fechas de siembra, se acortaron los ciclos de las dos variedades (aproximadamente ocho días entre la primera y última). INIA Olimar requirió menos tiempo que El Paso 144, para alcanzar el 50% de floración, pero las diferencias fueron diferentes, según la época de siembra considerada y la fertilización realizada.

Cuadro 7. Días a 50% floración* según épocas de siembra, variedades y tratamientos de fertilización en cobertura. Paso de la Laguna 2009-10

Fecha de siembra	Variedad	Coberturas de urea en kg/ha					
		0	25-25	100	50+50	150	75+75
18-Oct	INIA Olimar	105,0	103,3	106,0	104,3	105,8	104,5
	EP 144	110,5	112,3	112,0	111,5	113,0	113,3
28-Oct	INIA Olimar	98,5	98,8	99,3	98,0	110,0	99,3
	EP 144	103,8	105,3	105,3	106,5	106,8	104,8
12-Nov	INIA Olimar	88,0	88,0	90,0	89,0	91,5	89,8
	EP 144	94,3	94,8	95,3	95,0	96,8	95,5
27-Nov	INIA Olimar	86,0	86,3	86,5	87,3	87,5	87,3
	EP 144	91,3	92,5	94,3	94,3	95,3	94,0

*intervalo siembra-floración

En las lecturas de SPAD, considerando en promedio los seis tratamientos, además de detectarse efectos simples muy significativos de épocas de siembra, variedades y tratamientos, se encontraron efectos diferentes según varias interacciones (dobles y triple), de muy difícil interpretación. Dentro de esa situación compleja, de pequeños rangos de variación, nuevamente llama la atención que los mayores valores de lecturas registrados con el SPAD, estimador de la actividad clorofiliana, correspondió a los testigos sin aplicación de cobertura nitrogenada..

A diferencia del año anterior, sólo existió una tendencia significativa al 11% de probabilidad en este análisis general debida a la interacción de las épocas de siembra con las variedades, en la interferencia de luz realizada por el follaje del cultivo, tomándose medidas de la luminosidad existente entre surcos a dos alturas distintas. En los dos últimos años también se encontraron diferencias en los rendimientos relativos de una variedad en referencia a la otra, según las fechas de siembra consideradas. Considerando 100 el valor de interferencia base registrado en cada variedad en la fecha de siembra más temprana (18 de octubre), en el Cuadro 8 se expresan las proporciones respectivas de interferencia registradas para el mismo cultivar en las otras tres épocas. En INIA Olimar los valores crecieron con el atraso de la siembra hasta la tercera época, al igual que sucedió en el año anterior. En El Paso 144 se encontraron algunos efectos distintos a los registrados en la zafra 2008-09, ya que los valores relativos en las siembras intermedias resultaron más altos que los correspondientes al inicio, descendiendo en la fecha tardía casi un 10%. A fin de evaluar la importancia que puede tener esta nueva línea de trabajo, en la búsqueda del incremento de la productividad del cultivo y/o la diferenciación de manejos más adecuados para lograr la estabilidad de los rendimientos en los distintos ambientes que se deba enfrentar, en el cuadro 9 se realiza un análisis similar con los rendimientos promedio obtenidos con las variedades en las distintas épocas de siembra. Cabe destacar que se lo hace, siendo conscientes de que se está ignorando las diferencias producidas en la interna de cada variedad, provocada por los distintos tratamientos en evaluación. No obstante ello, puede observarse cierta similitud en las evoluciones de INIA Olimar, con máximos rendimientos en las épocas centrales, intermedio en la tardía y mínimo en la más temprana, En El Paso 144, no existieron diferencias significativas entre los rendimientos obtenidos en las tres primeras épocas (Figura 8), descendiendo en la final, lo que ocurrió también en la tendencia observada en las interferencias.

Cuadro 8. Tendencia significativa al 11% de probabilidad en la evolución de la interferencia de luminosidad dentro de cada variedad, a medida que se atrasó la siembra, tomando como base 100 la primera época. Promedio de los seis tratamientos. Paso de la Laguna. 2009-10

Variedad	Ép 1	Ép 2	Ép 3	Ép 4
I. Olimar	100	112	113	106
EP 144	100	105	104	94

Cuadro 9. Evolución de los rendimientos de cada variedad, a medida que se atrasó la fecha de siembra, tomando como base 100 el obtenido en la primera época. Promedio de los seis tratamientos. Paso de la Laguna. 2009-10

Variedad	Ép 1	Ép 2	Ép 3	Ép 4
I. Olimar	100	110	118	108
EP 144	100	98	98	85

A su vez, en el cuadro 10, se muestra la proporción de interferencia de luminosidad (en porcentaje) de El Paso 144, en relación a la obtenida en INIA Olimar, en las distintas épocas estudiadas. En la primera fecha de siembra de la zafra 2008-09, donde El Paso 144 fue la de mayor rendimiento, se había registrado una interferencia de luminosidad 34% superior a la de INIA Olimar, mientras que en las siembras de fin de octubre y noviembre habían sido similares. En la época más tardía de ese experimento, donde El Paso mostró su menor productividad, su interferencia había descendido un 14% en relación a la registrada en la más temprana. En 2009-10 también El Paso 144 supera a INIA Olimar en la primera fecha, pero tan sólo un 4%, manteniéndose en niveles similares en todo el rango estudiado. En el trabajo de este año, el rendimiento relativo de El Paso 144 frente al obtenido en INIA Olimar oscila entre un 96 y 76% respectivamente, desde la fecha de siembra más temprana a la más tardía.

Cuadro 10. Proporción de interferencia de luminosidad de El Paso 144, en relación a la registrada en INIA Olimar (100), a medida que se atrasó la fecha de siembra. Promedio de los seis tratamientos. Paso de la Laguna. 2009-10

Relación a	Ép 1	Ép 2	Ép 3	Ép 4
INIA Olimar	104	101	101	97

En forma similar al año anterior, la altura de las plantas fue afectada por la mayoría de los factores en estudio: épocas de siembra, variedad, épocas x variedad y fertilización. En el cuadro 11 se presenta en forma resumida los efectos conjuntos de fechas de siembra y variedad sembrada. El Paso 144 fue más alta que INIA Olimar en las tres primeras épocas, pero invirtieron la relación en la fecha más tardía, dado que mientras la última incrementó su altura con el atraso, El Paso la disminuyó. En la figura 9 se pueden observar los efectos de los tratamientos de fertilización en la altura de plantas, en el promedio de las dos variedades y las cuatro épocas de siembra.

Cuadro 11. Altura de plantas (cm). Efectos de la época de siembra en las dos variedades. Promedio de tratamientos de cobertura. Paso de la Laguna. 2009-10*

Var	Épocas de siembra			
	1	2	3	4
Olimar	88	89	91	94
EP 144	94	95	94	87

* Var= variedades

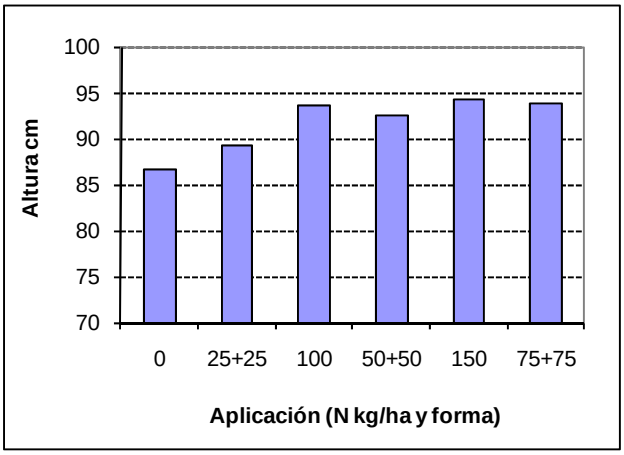


Figura 9. Efectos de los tratamientos de fertilización nitrogenada en cobertura sobre la altura de plantas. Promedio de las dos variedades en las cuatro épocas de siembra. Paso de la Laguna. 2009-10

En el análisis general, el número de panojas varió significativamente con las fechas de siembra y con la variedad utilizada (efectos simples de los dos factores y también debido a su interacción). En el cuadro 12 se presentan los registros obtenidos, en el promedio de los tratamientos de fertilización. El promedio general fue alto 610 panojas/m^2 y el coeficiente de variación del 15%. En todas las épocas El Paso 144 produjo mayor cantidad de panojas por unidad de superficie, con un extremo de 681 en la siembra tardía, donde su rendimiento resultó menor.

Cuadro 11. Número de panojas por/m^2. Efectos de la época de siembra en las dos variedades, en el promedio de tratamientos de fertilización. Paso de la Laguna. 2009-10*

Var	Épocas de siembra			
	1	2	3	4
Olimar	556	543	582	632
EP 144	594	676	614	681

*Var= variedades

Al igual que el componente del rendimiento anterior, el número de granos llenos por panoja varió también por los efectos variedad y su interacción con las fechas de siembra. Además en este caso se detectaron efectos significativos debido a los tratamientos de fertilización. En el cuadro 12, se presenta de una forma similar al utilizado con el número de panojas, las variaciones producidas por la interacción fechas de siembra x variedad en la cantidad de granos llenos por panoja. Se puede apreciar cierto efecto compensatorio, presentando en este caso INIA Olimar más granos por panoja en todas las situaciones. En la última fecha de siembra, donde El Paso 144 presentó la mayor producción de panojas por unidad de superficie, redujo en un 25% su capacidad de llenado de granos. En la figura 10 se presentan los efectos de la fertilización en el llenado de granos por panoja. No resultan claras las diferencias, presentando la cobertura menor (25+25 kg/ha de urea) el mayor número, seguido por la situación donde sólo se fertilizó en forma basal. La cantidad de granos llenos menor se dio cuando se aplicaron 100 kg/ha en forma única al macollaje.

Cuadro 12. Número de granos llenos por panoja. Efectos de la época de siembra en las dos variedades, en el promedio de tratamientos de fertilización. Paso de la Laguna. 2009-10*

Var	Épocas de siembra			
	1	2	3	4
Olimar	64,6	65,6	62,6	70,6
EP 144	62,9	63,7	62,0	47,6

* Var= variedades

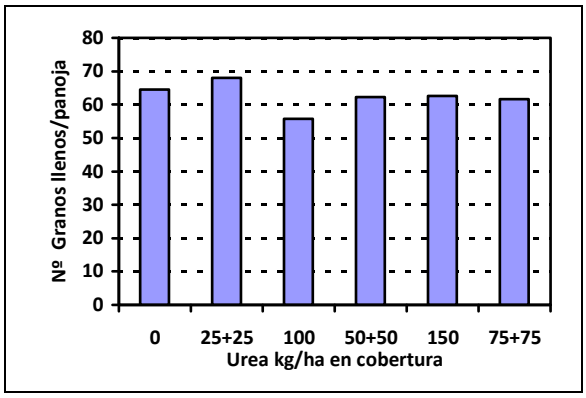


Figura 10. Efectos de los tratamientos de fertilización nitrogenada en cobertura en el número de granos llenos por panoja. Promedio de las dos variedades en las cuatro épocas de siembra. Paso de la Laguna. 2009-10

Se encontraron diferencias significativas entre las variedades, en relación a la cantidad de granos vacíos por panoja y su interacción con los tratamientos de fertilización. En el cuadro 13 se puede observar una mayor presencia de vacíos en

El Paso 144, en especial en los tratamientos sin cobertura nitrogenada, o en el que se aplicaron 25+25 kg/ha de urea. Ello probablemente pueda estar asociado a los problemas de "espiga erecta" observados en parcelas de las dos variedades, que fueron comentados al final de la sección Materiales y Métodos.

Cuadro 13. Número de granos vacíos por panoja. Efectos de los tratamientos de fertilización en las dos variedades, en el promedio de las épocas de siembra. Paso de la Laguna. 2009-10

Variedad	Tratamientos de cobertura urea kg/ha					
	0	25+25	100	50+50	150	75+75
INIA Olimar	13,3	11,3	11,3	11,3	10,7	13,4
EP 144	34,6	18,4	15,1	18,9	11,2	11,1

Como es habitual, el peso de granos varió en función de varias interacciones: época por variedad y tratamientos por variedad, por lo que resulta difícil su discusión e interpretación. En los cuadros 14 y 15 se presentan los resultados obtenidos por efectos de dichas interacciones.

Cuadro 14. Efectos de las épocas de siembra en el peso de mil granos (gramos) de las variedades, en el promedio de tratamientos de fertilización. Paso de la Laguna. 2009-10*

Var	Épocas de siembra			
	1	2	3	4
Olimar	26,81	27,15	26,15	27,28
EP 144	26,26	26,12	26,14	26,61

* Var= variedades

Cuadro 15. Efectos de los tratamientos de fertilización en el peso de granos de las variedades, en el promedio de las épocas de siembra. Paso de la Laguna. 2009-10

Variedad	Tratamientos de cobertura - urea kg/ha					
	0	25+25	100	50+50	150	75+75
INIA Olimar	27,02	26,85	27,36	26,67	26,84	26,33
EP 144	26,29	26,10	26,51	26,29	26,47	26,04

En el cuadro 16 se pueden observar los resultados obtenidos en los análisis de varianza de los contenidos y cantidad absorbida de nitrógeno a la floración, así como de la materia seca producida hasta ese momento, según los distintos factores en estudio. La fecha de siembra y los tratamientos de cobertura afectaron las tres variables, íntimamente ligadas. El factor variedad no tuvo efectos simples estadísticamente significativos, pero interaccionó con las épocas de siembra y también con la fertilización en la producción de materia seca. A su vez en esta variable se detectó una interacción triple entre dichos factores.

Por considerarlo de mayor interés, se presentan en el cuadro 17 las cantidades de nitrógeno absorbido al 50% de floración de acuerdo a los efectos de los tratamientos de fertilización en las diferentes épocas de siembra. En general en todas las fechas de siembra, se observa una tendencia creciente de acuerdo a las cantidades absolutas de nutriente aplicado.

Cuadro 16. Resultados de ANAVA de materia seca a la floración, contenido y absorción de N, considerando los 6 tratamientos en 2 variedades. Paso de la Laguna 2009-10. *

Fuente Variac.	% N	MS floración	N absorbido kg/ha
Época	0,000	0,000	0,000
Var	ns	ns	ns
ÉpxVar	ns	0,02	ns
trt	0,02	0,000	0,000
Ep x trt	ns	0,002	0,04
Var x trt	ns	ns	ns
ExVxtrt	ns	0,04	ns

* Var= variedad; Ép= época de aplicación;trt= tratamiento; Fracc= fraccionamiento; ExVxtrt= interacción época por variedad por tratamiento

Pero existieron diferencias entre épocas, en la mayor o menor absorción, de acuerdo a la forma de aplicación de la dosis (única o dividida. Las mayores cantidades absorbidas correspondieron a la fecha de siembra más tardía. Si bien se dio una

interacción múltiple en los efectos sobre la producción de materia seca, es probable que esos valores máximos de absorción de N, sean consecuencia directa de la mayor producción que MS en dicha fecha de siembra.

Cuadro 17. Efectos de la fertilización y de las épocas de siembra en la cantidad de N absorbido (kg/ha) a la floración, en el promedio de las variedades. Paso de la Laguna 2009-10.

Fecha de siembra	Tratamientos de cobertura - urea kg/ha					
	0	25+25	100	50+50	150	75+75
18-Oct	125,4	155,1	166,2	181,0	186,7	204,5
28-Oct	97,2	120,2	151,5	125,3	155,0	132,6
12-Nov	144,2	162,3	172,8	168,3	168,6	185,1
27-Nov	155,3	188,5	214,7	225,3	224,6	231,7

En las figuras 11 y 12, se presentan los registros diarios de radiación solar y temperaturas mínimas que corresponden a los períodos de 40 días, que comprenden los 20 precedentes y 20 subsiguientes a las fechas promedio de ocurrencia del 50% de floración de las dos variedades, en cada una de las cuatro épocas de siembra.

En referencia a la radiación solar, parecería que INIA Olimar dispuso de un ambiente algo más favorable en las tres primeras épocas de siembra, mientras que la situación fue inversa en la fecha más tardía. .

Las temperaturas mínimas ocurridas en la última zafra, en general fueron algo superiores a lo que sucede habitualmente. En la primera gráfica de la figura 12 se puede observar que prácticamente no ocurrieron días sucesivos con temperaturas mínimas por debajo de 15ªC., excepto al final del período. En la segunda y tercera épocas de floración, que ocurrieron con muy poca diferencia de la primera, se puede observar cómo se desplazan los períodos de ocurrencia de bajas temperaturas hacia el centro de los 40 días considerados en torno al 50% de floración de las variedades. Ya en la cuarta época, se producen los períodos de seis días consecutivos, muy próximos a la floración de las dos variedades, y en el caso de El Paso 144 ocurre una nueva sucesión de 3 en 4 días, en el último cuarto del plazo considerado crítico. De acuerdo a lo anterior, si bien la última fecha de siembra aparentemente El Paso 144 dispuso de mejores condiciones desde el punto de vista de radiación solar, le fue menos favorable en relación a la ocurrencia de temperaturas bajas que pueden haber afectado su productividad.

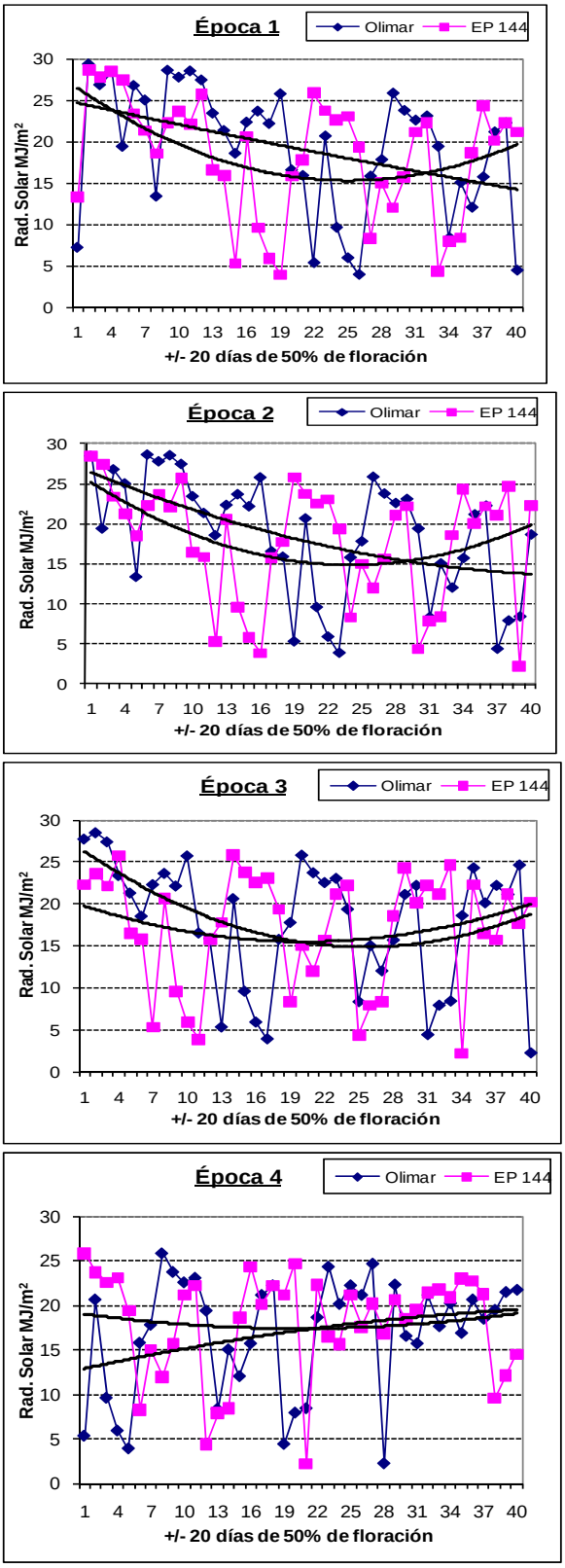


Figura 11. Radiación solar en los períodos de 40 días (-20/+20) en torno al 50% de floración de INIA Olimar y El Paso 144 en 4 épocas de siembra. Paso de la Laguna 2009-10.

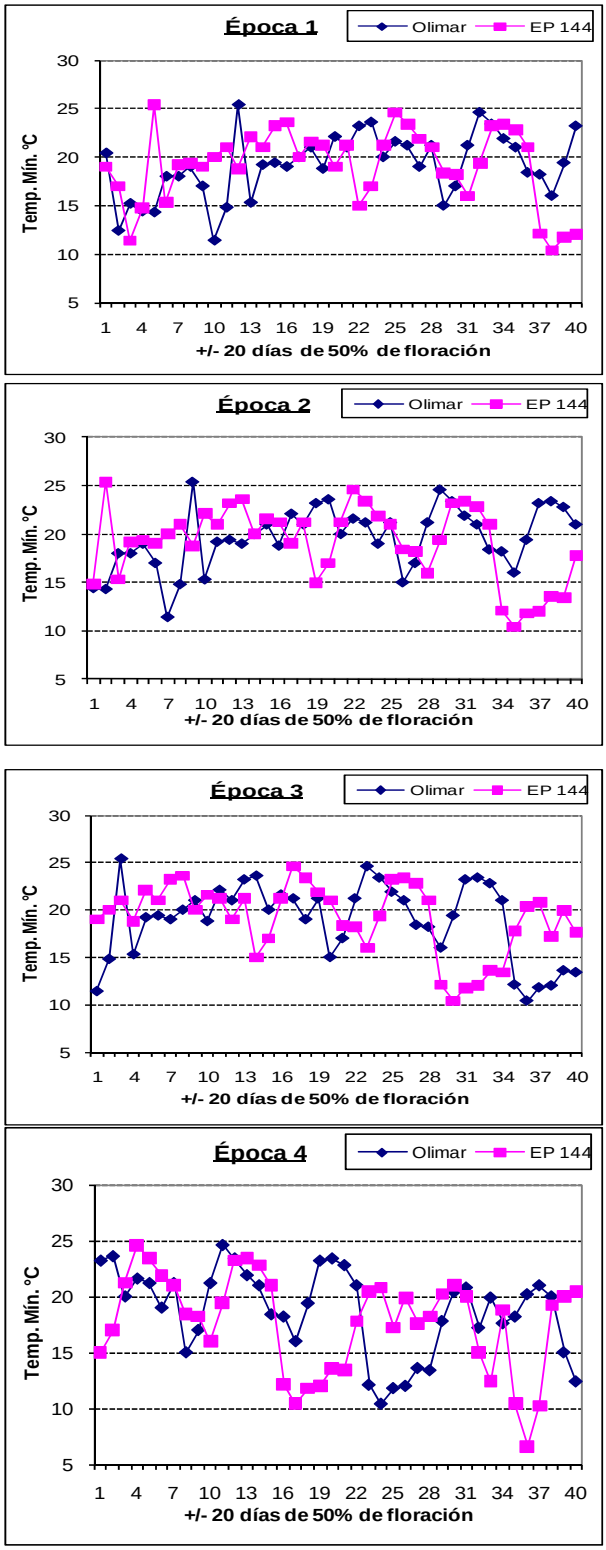


Figura 12. Temperaturas mínimas en los períodos de 40 días (-20/+20) en torno al 50% de floración de INIA Olimar y El Paso 144 en 4 épocas de siembra. Paso de la Laguna 2009-10.

En el cuadros 18 se presentan los resultados del análisis de interferencia de luminosidad, N absorbido a floración e índice de cosecha, considerando un factorial (2 x 2), N x fraccionamiento, excluyendo los tratamientos testigo sin cobertura y el que recibió la dosis menor. En este caso se desagregan los efectos de la aplicación en dosis de N (100 y 150 kg/ha), y en la forma de suministrarlos (única o fraccionada).

Cuadro 18. Resultados de ANAVA de interferencia de luminosidad, N absorbido a floración e índice de cosecha, considerando un factorial N x fraccionamiento. Paso de la Laguna. 2009-10

Fuente de Variación	Interferencia luminosidad	N absorbido floración	Índice de cosecha
Época	ns	0,000	0,05
Variedad	0,08	ns	0,01
Epoca x Var	0,08	ns	0,007
Nitrógeno	ns	0,05	ns
Epoca x Nit	0,05	ns	ns
Var x Nit	ns	ns	0,05
Ep x Var x Nit	0,05	ns	ns
Fraccionamiento	0,10	ns	ns
Ep x Frac	ns	0,05	ns
Var x Frac	0,05	ns	0,01
Ep x Var x Frac	ns	ns	ns
N x Frac	ns	ns	ns
Ep x Nit x Frac	ns	ns	ns
Var x N x Frac	ns	ns	ns
EpxVxNxFrac	ns	ns	ns

ns= no siginificativo; Nit= nitrógeno; Frac.= fraccionamiento; E x N x Frac.= época x nitrógeno x fraccionamiento

La interferencia de la luminosidad de las variedades se vio afectada en forma diferente por las fechas de siembra y las dosis de nitrógeno. A su vez se detectó un efecto diferente del fraccionamiento de las dosis en las variedades. La discusión de estos aspectos y las diferencias o similitudes encontradas en estos ambientes, en relación a los detectados en el año pasado, serán discutidos en una publicación que resuma aspectos específicos relativos a esta problemática.

La cantidad de N absorbido fue distinto en las distintas épocas de siembra, y a su vez diferente por la forma de suministrar el nitrógeno. También varió de acuerdo a las dosis de nitrógeno utilizadas. En esta variable, no fueron encontradas otro tipo de interacciones entre los factores en estudio. En el cuadro 19 se presenta la interacción de las épocas de siembra con la forma de suministrar el N, en la cantidad de nutriente absorbido a floración. En tres de las cuatro épocas se absorbió más N dividiendo la dosis, mientras que sólo en la segunda fecha de siembra sucedió lo contrario. En relación a las cantidades suministradas, el incrementar la aplicación de 46 a 69 kg/ha, provocó un incremento en la absorción de tan sólo 10 kg de N (175,6 vs 186,1 kg/ha de N).

Cuadro 19. Efectos de de las épocas de siembra y de la forma de aplicar el nitrógeno, en la cantidad de N absorbido (kg/ha) a la floración, en el promedio de las variedades. Factorial N x fraccionamiento. Paso de la Laguna 2009-10.

Forma de aplicación	Fecha de siembra			
	18-Oct	28-Oct	12-Nov	27-nov
Única	176,5	153,2	170,7	219,7
dividida	192,8	128,9	176,7	228,5

El índice de cosecha fue diferente según las épocas de siembra utilizadas, las variedades consideradas y a las interacciones de éstas con las fechas, las dosis de N y la forma de aplicarlas, En las figuras 13, 14 y 15 se presentan los efectos mencionados. INIA

Olimar presentó siempre mayor índice de cosecha que El Paso 144 y su relación entre la producción de grano sobre la materia seca total (IC) fue mejor cuando la aplicación del N se hizo en forma dividida.

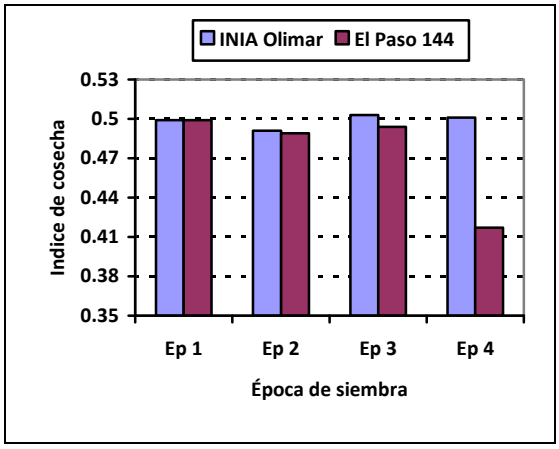


Figura 13. Efectos de las épocas de siembra en el índice de cosechas de las variedades. Factorial N x fraccionamiento. Paso de la Laguna 2009-10

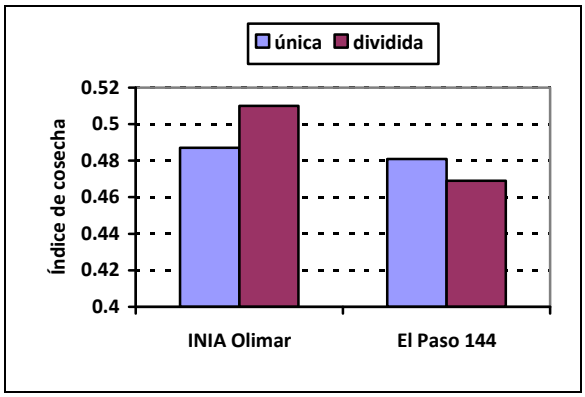


Figura 14. Efectos de la forma de aplicar el fertilizante en el índice de cosecha de las variedades. Factorial N x fraccionamiento. Paso de la Laguna 2009-10

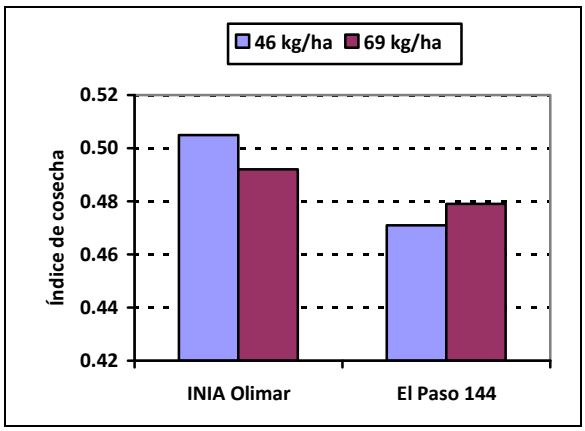


Figura 15. Efectos de la dosis de nitrógeno aplicada en cobertura en el índice de cosecha de las variedades. Factorial N x fraccionamiento. Paso de la Laguna 2009-10

Por no disponerse de la totalidad de los resultados de laboratorio, en referencia a contenidos de N en paja y grano, no se presenta información sobre absorción de N a fin del ciclo.

En las lecturas de sanidad del cultivo a la cosecha, se evaluaron síntomas de enfermedades de los tallos. La enfermedad más importante fue la Podredumbre de los Tallos, producida por *Sclerotium* oryzae. El índice de severidad promedio fue de 30% y existió incidencia significativa de las épocas de siembra, las variedades y la fertilización. En el cuadro 20 y figura 16 se presentan los efectos señalados. El Paso 144 se vio más afectada que INIA Olimar en todas las épocas y a medida que se incrementó la fertilización nitrogenada aumentó la severidad de la enfermedad. En referencia al Quemado del Arroz (Brusone), sólo se observaron algunos síntomas al final de ciclo de la cuarta época de siembra, de muy baja importancia.

Cuadro 20. Efectos de las fechas de siembra en el índice de severidad (IGS) de la Podredumbre de los Tallos en las dos variedades, en el promedio de seis tratamientos. 2009-10

Variedad	Fechas de siembra			
	18-Oct	28-Oct	12-Nov	27-Nov
INIA Olimar	22	16	22	15
El Paso 144	43	39	33	51

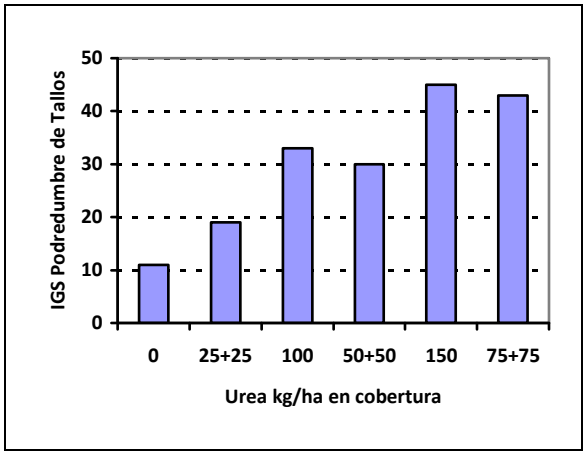


Figura 16. Efectos de la fertilización en cobertura en el índice de severidad de Podredumbre de los Tallos. Promedio de las dos variedades. Paso de la Laguna 2009-10

Se estudiaron correlaciones simples entre algunas de las variables estudiadas y los rendimientos obtenidos en cada variedad. Se hicieron análisis utilizando la información de las cuatro épocas de siembra y también individuales, dentro de cada época, para intentar explicar qué aspectos estuvieron más vinculados a la productividad de los cultivares, según el escenario que ofrecieron las distintas fechas de siembra.

En el cuadro 21 se presentan los coeficientes de correlación y la probabilidad correspondiente obtenidos en las dos variedades, utilizando en conjunto toda la información generada en las cuatro épocas.

En INIA Olimar, la altura de plantas, los días a inicio de floración, la interferencia de la luminosidad, y el peso de granos fueron la variables que mostraron mejor correlación con el rendimiento En El Paso 144, la cantidad de granos llenos y vacíos por panoja, la altura de plantas y también los días a inicio de floración, resultaron correlacionadas en forma significativa con los rendimientos.

Cuadro 21 Correlaciones simples entre algunas variables y los rendimientos en INIA Olimar y El Paso 144. Paso de la Laguna, 2009-2010*.

Variable	INIA Olimar		El Paso 144	
	r	prob.	r	prob.
días flor.	-0,32	0,001	0,24	0,02
MS flor.	0,19	0,07	0,21	0,04
lumin.	0,26	0,01	0,10	1,0
pan/m^2	0,18	0,09	0,04	1,0
llen/p	0,09	1,0	0,65	0,000
vac/p	-0,13	0,21	-0,68	0,000
tot/p	0,02	1,0	0,05	1,0
PMG	-0,23	0,03	-0,13	0,19
altura	0,38	0,000	0,62	0,000

* días flor.= días a 50% floración; MS flor= materia seca a la floración; lumin.= interferencia de luminosidad; pan/m^2= panojas por metro cuadrado; llen/p= número de granos llenos por panoja; vac/p= número de granos vacíos por panoja; tot/p= total de granos por panoja; PMG= peso de mil granos

Se hicieron análisis de rendimiento y calidad industrial. En el cuadro 20 se presentan los resultados obtenidos en los análisis estadísticos de la información generada, referente a % Blanco total, % granos enteros y yesados, teniendo en consideración los seis tratamientos de cobertura nitrogenada.

Las tres variables fueron influenciadas por la interacción de las épocas de siembra con la variedad, por lo que se presentan en el cuadro 23, los promedios obtenidos, de acuerdo a esos dos factores. A su vez, los tratamientos de cobertura nitrogenada incidieron en el porcentaje de granos enteros y yesados. La interacción triple época x variedad x tratamiento también incidió en los granos enteros. En el cuadro 22 se presenta el impacto de la fertilización en los porcentajes de granos enteros, según épocas de siembra.

Cuadro 22. Resultados de ANAVA de % de Blanco total, % granos enteros y % granos yesados, considerando los 6 tratamientos en dos variedades. Paso de la Laguna. 2009-10*

Fuente variación	Blanco total	Granos enteros	Granos yesados
Época	0,000	0,000	0,04
Variedad	0,000	0,000	0,001
Época x Variedad	0,00	0,001	0,002
Trt	ns	0,02	0,000
E x trt	ns	0,06	0,000
V x trt	ns	0,11	ns
E x V x trt	ns	0.009	0,01

Cuadro 23. Porcentajes de blanco total, granos enteros y yesados. Efectos de interacción épocas de siembra por variedades. Paso de la Laguna. 2009-10

Variable	Cult	E1	E2	E3	E4
BT	Olimar	69,2	69,1	70,3	70,1
	EP144	69,5	70,8	70,9	70,9
Enteros	Olimar	63,4	58,7	63,6	60,2
	EP144	66,1	66,8	67,2	63,4
Yesados	Olimar	1,2	1,4	1,2	0,6
	EP144	4,8	2,3	1,1	1,0

Cuadro 24.Efectos de la fertilización en cobertura en los porcentajes de granos enteros según épocas de siembra.. Paso de la Laguna. 2009-10

Época de siembra	Urea kg/ha en cobertura					
	0	25+25	100	50+50	150	75+75
1	69,3	69,3	69,4	69,2	69,4	69,4
2	69,8	69,9	69,8	70,1	70,1	70,1
3	70,6	70,7	70,7	70,4	70,5	70,6
4	70,4	70,7	70,4	70,5	70,5	70,6

CONSIDERACIONES FINALES

Al igual que en su segundo año de ejecución, se consideraron cuatro fechas de siembra, dos en octubre y dos en noviembre, resultando la última más tardía que en la zafra anterior. Las condiciones climáticas para la producción de arroz, fueron diferentes existiendo algunos períodos de baja radiación solar, días con temperaturas mínimas más elevadas que las acostumbradas y sobre el final dos períodos de días consecutivos con bajas temperaturas.

En el conjunto de la información generada, INIA Olimar fue más productiva que El Paso 144. En la zafra anterior esta última había rendido más en la siembra más temprana, lo que no sucedió en 2009-10. Una vez más, se volvió a comprobar que El Paso reduce su productividad, a medida que se atrasa la siembra en el mes de noviembre.

Se encontraron respuestas a la fertilización en cobertura, las que resultaron diferentes según las épocas de siembra consideradas. INIA Olimar volvió a mostrar que responde mejor a la división de la dosis nitrogenada, en relación a aplicaciones únicas al macollaje.

Se continuó el estudio iniciado en la zafra anterior, sobre la interferencia de luminosidad producida por el follaje de las plantas, acumulándose información de las respuestas de las variedades en ocho ambientes diferentes (4 por año),

Con la información generada en estos tres últimos años, más la obtenida en la serie de ensayos realizados previamente, donde se estudiaron las respuestas de INIA Olimar a la aplicación de nitrógeno y a su fraccionamiento, se publicará una serie técnica con pautas de fertilización nitrogenada para las dos variedades

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Deambrosi, E., Méndez, R., Roel A., 1997. Estrategias en la producción de arroz para un mejor aprovechamiento de las principales variables climáticas. Serie Técnica 98. INIA Treinta y Tres.

Deambrosi, E., Méndez, R., Avila, S., 2005 Respuesta de INIA Olimar a la aplicación de nitrógeno y a su fraccionamiento. En: Arroz Resultados Experimentales 2004-05. Actividades de Difusión 418 3:1-5. INIA Treinta y Tres.

Deambrosi, E., Méndez, R., Avila, S., 2006 Respuesta de INIA Olimar a la aplicación de nitrógeno y a su fraccionamiento. En: Arroz Resultados Experimentales 2005-06. Edición de emergencia 1-8. INIA Treinta y Tres.

Deambrosi, E., Méndez, R., 2007. Respuesta de cultivares de arroz de tipo indica a densidades de siembra y aplicaciones de nitrógeno en la zona este de Uruguay. Serie Técnica 167. INIA Treinta y Tres.

Méndez, R., Deambrosi, E., 2009. Coberturas nitrogenadas para la producción de arroz. Parte I. Eficiencia de aplicación. Serie Técnica 179. INIA Treinta y Tres.

MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES Y PLAGAS

I. MANEJO DE ENFERMEDADES

EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE QUEMADO DEL ARROZ (BRUSONE), *Pyricularia grisea*

Stella Avila[1/], Luis Casales[1/], Fernando Escalante[1/]

INTRODUCCIÓN

Durante la zafra 2009-2010 se priorizó la evaluación de productos para el control de Quemado del Arroz (Brusone), provocado por *Pyricularia grisea*. Esta ha sido una enfermedad de aparición esporádica en las zonas arroceras de Uruguay, donde existe cierta "predisposición regional", en algunas zonas condicionadas por situaciones de suelo, de manejo del cultivo y en especial por las condiciones climáticas en determinados períodos de la estación de crecimiento. Existe la percepción de que a partir de la zafra 2007-2008, esta presencia se ha expandido y detectado en los años siguientes, no solamente en dichas zonas. La pasada zafra, fue sin duda un año en el cual las condiciones climáticas se presentaron especialmente favorables a la enfermedad. Los rangos de temperatura, humedad y horas de sol registrados, fueron claramente predisponentes a partir de las primeras etapas del cultivo y particularmente en dos períodos críticos, desde mitad de diciembre a mitad de enero y luego a principios de marzo. Esas condiciones promovieron el establecimiento y mayor diseminación de Brusone, causando daños de diferente intensidad. Si esta situación de clima se repite o comienza a manifestarse con mayor frecuencia, el ajuste de las medidas de manejo de las chacras, entre ellas el uso de fungicidas, para minimizar los efectos de la enfermedad, debería ser prioritario. Los trabajos de investigación que se incluyen en el Proyecto "Manejo de enfermedades" en ese sentido, se han orientado desde el comienzo, a obtener resultados que permitan promover el uso los productos de que se dispone, en la forma más efectiva posible.

La instalación de ensayos en chacra de productor, ante la aparición de primeros síntomas temprano, en la etapa reproductiva ha sido la estrategia de evaluación de tratamientos fungicidas, aplicada para el Quemado del arroz con diferentes logros, en años anteriores.

Desde el 2008, las evaluaciones se han llevado a cabo anualmente. Para la última zafra se hicieron algunos cambios: En la reunión anual de discusión de los protocolos a utilizar en las evaluaciones de agroquímicos, que se realiza con las empresas participantes del sistema, en forma previa a la siembra de cada zafra, se discutió la estrategia a utilizar en los controles del Quemado del arroz. Existió consenso ante la posibilidad planteada, de admitir en la evaluación, el uso de tratamientos con aplicaciones en secuencia, pudiéndose utilizar el mismo, o diferentes productos en cada momento. Las propuestas fueron de una y dos aplicaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se localizó una chacra en final de embarrigado, sembrada con el cultivar El Paso 144, que presentó ataque generalizado de Brusone en hojas, especialmente intenso en las taipas, en la cual se instaló un ensayo.

Localización: Pueblo Rincón

Productor: Edison Gómez Chagas.

[1/] INIA Treinta y Tres

El diseño estadístico fue de bloques completos al azar con 3 repeticiones. Se marcaron parcelas de 2,20 m de ancho y 8,0 m de largo = 17,6 m^2.

Aplicación de fungicidas: Se utilizó una máquina de gas carbónico, con barra lateral de 5 picos planos y 2,25 m de ancho de aplicación.

Los productos fueron aplicados: a: En secuencia de dos aplicaciones, con la primera aplicación al final de embarrigado. b: Una sola aplicación en principio de floración o cuando la Empresa solicitante lo indicara.

Las fechas de aplicación fueron las siguientes:

- Final de embarrigado: 16/01/2010 primera aplicación de secuencias de productos solicitados en este momento, o aplicación única.
- Inicio a 10 % floración: 18/01/2010. Principio de secuencias, o aplicaciones únicas.
- Aplicaciones únicas en general: 22/01/2010, con las parcelas entre 5 y 30 % de floración.
- Segunda aplicación de las secuencias: 03/02/2010. Los productos fueron aplicados horas antes de la ocurrencia de precipitaciones, por lo cual existieron posibilidades que hayan sido lavados. Se decidió repetir esos tratamientos el 08/02/2010, fecha en la cual también se aplicaron las segundas épocas, correspondientes a principio de llenado (p ll). Se considera ésta, una 2ª aplicación repetida. Se muestran con sombreado en los cuadros correspondientes a los resultados.

Se aclara que la fecha 03/02/2010, correspondió a final de floración y lo más cercano a 15 días después de la primera aplicación y la fecha 08/02/2010 correspondió al principio de llenado y a 20 días después de la primera aplicación.

Gasto de solución: 232 l/ha.

Estado sanitario al momento de la aplicación más temprana: Manchas foliares,"Brusone de hoja": 0,1 a 0,2 % del área foliar afectada.

Lecturas de síntomas a campo

La 1a lectura de síntomas posterior a las primeras aplicaciones, se realizó el 25/1/10, en alrededor de 50% de floración. Se realizó lectura de % de área foliar afectada (hojas), % de tallos con base de hojas inferiores (o lígulas), base de hoja bandera y panojas afectadas. Para su análisis, los datos, fueron transformados por raíz de x +0,5.

La segunda lectura, se realizó el 25/02/10. Se contó el No. de panojas afectadas por parcela.

Fecha de cosecha: 11/03/2010. Se cosecharon 6,0 m de las 8 líneas centrales de cada parcela (9,12 m^2).

Muestreos. Se realizaron dos muestreos de 0,30 m de línea para análisis de componentes y tres muestreos de 0,30 m por parcela, para lectura de síntomas de Brusone, planta por planta, en hojas, base de hojas, cuellos, panojas y nudos. De este muestreo, sin las panojas, se obtuvo peso seco.

Muestreos para lectura de síntomas de Brusone. Se contaron el total de tallos por muestreo y se tomó el porcentaje de tallos con síntomas en base de hojas inferiores (que produce daño por la muerte de parte de la vaina y la lámina de las hojas), base de hoja bandera (se produce muerte de la hoja bandera y comienza el daño a la panoja), cuellos de panojas, nudos y panojas.

El síntoma en los cuellos no necesariamente produce daño importante. En muchos casos, los cuellos pueden estar manchados y las panojas llenan normalmente o con pocos granos vanos, dependiendo del momento en que comenzó el síntoma. En cambio, cuando los nudos son afectados indican daño severo en la planta.

Productos evaluados: La decisión sobre los productos a evaluar, momentos y dosis

de aplicación se tomó de común acuerdo entre INIA y Empresas interesadas.

En todos los casos, si existe error de aplicación mayor de 5% y hasta 10% respecto de la dosis acordadas con las Empresas, se especifica el % de error (+ ó -) en el cuadro correspondiente. No se admiten errores de más de 10%, (+ ó -), en cuyo caso, debe eliminarse el tratamiento.

Evaluaciones realizadas

1. Incidencia y severidad de Quemado del arroz (Brusone), mediante lecturas de campo y muestreos.

2. Altura de plantas a la cosecha

3. Rendimiento en grano, corregido a 13% de humedad

4. Peso seco a la cosecha, en base a tres muestreos de 0,30 m

5. Componentes del rendimiento, en base a dos muestreos de 0,30m de línea (0,114m^2), realizados a la cosecha.

6. Rendimiento y calidad industrial

7. El ensayo presentó zonas con mayor desarrollo foliar, posiblemente causado por taipas viejas.Se evaluó este problema y se consideraron parcelas perdidas aquellas en las cuales, ocupó más del 50 % de las mismas.

Análisis de datos

Se realizó análisis de varianza (ANOVA-2), de bloques completos al azar

Productos evaluados

Se evaluaron 18 tratamientos acordados con las Empresas, y 4 testigos INIA, además del testigo sin aplicación. Los productos incluídos en los tratamientos se presentan por separado en el Cuadro 1. Los tratamientos momentos y dosis solicitados, se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 1. Productos que participaron en la evaluación para el control de Quemado del arroz 2009-2010

Nombre común	Nombre Comercial	ia
Tebuconazole + Trifloxistrobín	NATIVO	200 + 100 g/l
Hexaconazole + Kresoxim	SINFONÍA 20HK	200 + 125 g/l
Fentín Hidróxido	FENTÍN HIDRÓXIDO	500g/l
Tryciclazol 75%WP	TRYCICLAZOL 75%WP	75%
Azoxistrobin	AZOBIN 50	500 g/l
Triciclazole	PUNCH 75WG	75%
Validamicin	VANTAGE	30%
Tebuconazole + Procloraz + Azoxistrobín	MCW 1086	100 + 200 + 56 g/l
Tebuconazol + Azoxistrobín	MANANTIAL	200 + 120 g/l
Experimental	BAS627 00 F	
Azoxistrobín	AMISTAR	250 g/l
Azoxistrobín + Difeconazol	AMISTAR TOP	200 + 125 g/l
Azoxistrobín + Ciproconazol	AMISTAR XTRA	200 + 80 g/l
Azoxistrobín	QUADRIS	250 g/l
Difenoconazole + Propiconazol	TASPA 500 EC	250 + 250 g/l
Coadyuvante	Li 700	
Coadyuvante	ACEITE VEGETAL	
Coadyunte	EXIT	
Coadyunte	NIMBUS	
Coadyunte	OPTIMIZER	

Cuadro 2. Tratamientos y dosis aplicados

No	Empresa	No. de aplicaciones y momentos solicitados	Tratamiento	Dosis, l/ha
1	BAYER	2: Emb y fin fl	NATIVO + Optimizer y NATIVO + Optimizer	0,8 + 0,5 y 0,8 + 0,5
2	BAYER	2: Emb y fin fl	NATIVO + Optimizer y NATIVO + Optimizer	0,6 + 0,5 y 0,6 + 0,5
3	BAYER	2: Emb y fin fl	NATIVO + Optimizer y NATIVO + Optimizer	0,8 + 0,5 y 0,6 + 0,5
4	PROQUIMUR	2: emb y a los 20 días	SINFONÍA	1,0 l
5	PROQUIMUR	1: inicio de floración (if)	SINFONÍA	1.0 l
6	TAFIREL	1:principio de floración	FENTÍN HIDRÓXIDO	0,7
7	TAFIREL	1: inicio de floración (if)	TRYZICLAZOL	0,4
8	AGRITEC	1 10 % fl	AZOBIN 50 + Li 700	0,4 +0,1
9	AGRITEC	2: fin emb y principio de llenado	AZOBIN 50 + Li 700 y PUNCH + Li 700	0,3 +0,1 y 0,3 + 0,1
10	AGRITEC	2: fin emb y principio de llenado	AZOBIN 50 + Li 700 y VANTAGE + Li 700	0,3 + 0,1 y 0,2 + 0,1
11	LANAFIL	1: principio de floración	MCW 1086 + EXIT	1,0 + 0.3 L
12	LANAFIL	1: principio de floración	MCW 1086 + EXIT	1,25 +0,3 L
13	LANAFIL	1: principio de floración	MANANTIAL + EXIT	0,625 + 0.3 l
14	BASF	1: principio de floración	BAS627	0,8 l
15	BASF	1: principio de floración	BAS627	1,2
16	INIA	2: inicio fl y a los 20 días: principio de llenado	AMISTAR + NimbusS y AMISTAR TOP + Nimbus	0,5+0,5 y 0,5+0,5
17	INIA	1: principio fl	AMISTAR + Nimbus	0,5+0,5
18	INIA	1: principio fl	AMISTAR TOP + Nimbus	0,5+0,5
19	MACCIO	2: fin emb, a los 15 días	AMISTAR XTRA + Nimbus y AMISTAR XTRA +Nimbus	0,5+0,5 y 0,5+0,5
20	MACCIO	2: fin emb y a los 15 días	AMISTAR TOP + Nimbus y AMISTAR TOP + Nimbus	0,5+0,5 y 0,5+0,5
21	MACCIO	1: Principio de fl	QUADRIS + TASPA + Nimbus	0,5+0,25+0,5
22	INIA	2: inicio fl y final de fl,	AMISTAR + Nimbus y TRICICLAZOL + aceite	0,5+0,5 y 0,4 +0,5
23	TESTIGO		TESTIGO	

RESULTADOS

Se presentan los resultados de diagnóstico y control de Quemado del arroz ó Brusone, (Cuadros 3, 4 y 5), rendimiento y componentes (Cuadro 6) y rendimiento y calidad industrial (Cuadro 7).

Quemado del arroz ó Brusone

Lecturas a campo

1ª lectura. En el cuadro 3, se presentan las medias originales y los resultados del análisis con los datos transformados. No se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, pero se observa una tendencia a menores valores, en el promedio de los mismos, respecto del testigo. En general, el mayor porcentaje de ataque, se dio en hojas y base de hojas inferiores. En esta etapa, todavía no se observaron síntomas en nudos y los de base de hoja bandera y panojas fueron muy bajos dentro de cada parcela. Es de considerar que para algunos tratamientos, la primera aplicación se realizó 9 días antes y para otros, sólo dos días antes de esta lectura. En esta fecha, no estaban aplicados los segundos tratamientos de las secuencias.

Cuadro 3. Síntomas de Quemado del arroz, en la primer lectura (% de ataque en la parcela), 25/01/2010. En esta fecha, aún no se había hecho la 2ª aplicación de las secuencias.

No	No. de aplicaciones y momentos solicitados	Tratamiento	Hojas (%)	Base de hojas inf (%)	Base de hoja bandera (%)	Panojas (%)
1	2: Emb, fin fl)	NATIVO + Optimizer y NATIVO + Optimizer	0,1	0,13	0,0	0,0
2	2: Emb, fin fl	NATIVO + Optimizer y NATIVO + Optimizer	0,7	0,47	0,03	0,0
3	2: Emb, fin fl	NATIVO + Optimizer y NATIVO + Optimizer	1,2	0,4	0,07	0,0
4	2: emb y a los 20 días	SINFONÍA	0,8	0,2	0,0	0,0
5	1: inicio panojas	SINFONÍA	1,0	0,3	0,3	0,03
6	1:principio de floración	FENTÍN HIDRÓXIDO	0,3	0,4	0,07	0,0
7	1: inicio panojas	TRYZICLAZOL	1,2	0,4	0,3	0,03
8	1. 10 % fl	AZOBIN 50 + Li 700	0,7	0,3	0,03	0,0
9	2: fin emb y principio de llenado	AZOBIN 50 + Li 700 y PUNCH + Li 700	0,5	0,2	0,03	0,0
10	2: fin emb y principio de llenado	AZOBIN 50 + Li 700 y VANTAGE + Li 700	0,2	0,1	0,0	0,0
11	1: principio de floración	MCW 1086 + EXIT	0,5	0,37	0,07	0,0
12	1: principio de floración	MCW 1086 + EXIT	0,4	0,6	0,03	0,1
13	1: principio de floración	MANANTIAL + EXIT	0,4	0,2	0,03	0,03
14	1: principio de floración	BAS627	0,9	0,5	0,2	0,0
15	1: principio de floración	BAS627	0,6	0,5	0,1	0,0
16	2: inicio fl y a los 20 días: principio de llenado	AMISTAR + NimbusS y AMISTAR TOP + Nimbus	7,0	0,77	0,23	0,03
17	1: principio fl	AMISTAR + Nimbus	0,7	0,67	0,03	0,07
18	1: principio fl	AMISTAR TOP + Nimbus	0,4	0,6	0,07	0,03
19	2: fin emb, a los 15 días,	AMISTAR XTRA + Nimbus y AMISTAR XTRA +Nimbus	0,2	0,37	0,07	0,0
20	2: fin emb, a los 15 días	AMISTAR TOP + Nimbus y AMISTAR TOP + Nimbus	0,2	0,33	0,07	0,0
21	1: Principio de fl	QUADRIS + TASPA + Nimbus	0,07	0,23	0,0	0,0
22	2: inicio fl , final fl	AMISTAR + Nimbus y TRICICLAZOL + aceite	0,33	0,4	0,0	0,0
23		**TESTIGO**	**3,5**	**1,.9**	**0,2**	**0,03**
		Prom de tratamientos	**0,84**	**0,38**	**0,08**	**0,01**
		Promedio general	**0,585**	**0,.43**	**0,1**	**0,02**
		CV%	38,76	23,28	11,15	2,68
		Sign bloques	0,237	0,000	0,17	0,145
		Sign trats	ns	0,423	0,019	0,067

Se presentan las medias originales. Los valores fueron transformados por raíz del valor + 0,5, para su análisis

.

2ª lectura. Se presenta en el cuadro 4. Se contaron las panojas afectadas por parcela. Las diferencias que se detectaron fueron entre los tratamientos con menor No de panojas afectadas: 1 y 20, secuencias de

Nativo y Amistar Top respectivamente, y el tratamiento 13, Manantial, (una sola aplicación), que presentó el valor promedio más alto incluso que el testigo.

En el cuadro 4 a su vez, se presentan sombreados los tratamientos con la segunda aplicación repetida y en la 2a columna se presenta el No. de aplicaciones y momentos aplicados.

Cuadro 4. Síntomas de Quemado del arroz en la segunda lectura. No. de panojas afectadas por parcela en conteo de 25/02/2010.

No	No. de aplicaciones y momentos aplicados	Tratamiento	No. de panojas afectadas	
1	2: Emb, fin fl rep en p ll	NATIVO + Optimizer y NATIVO + Optimizer	65	A
2	2: Emb, fin fl rep en p ll	NATIVO + Optimizer y NATIVO + Optimizer	120	AB
3	2: Emb, fin fl rep en p ll	NATIVO + Optimizer y NATIVO + Optimizer	123	AB
4	2: emb y a los 20 días	SINFONÍA	108	AB
5	1: inicio floración	SINFONÍA	210	AB
6	1:principio de floración	FENTÍN HIDRÓXIDO	211	AB
7	1: inicio floración	TRYZICLAZOL	141	AB
8	1. 10 % fl	AZOBIN 50 + Li 700	158	AB
9	2: fin emb y p ll	AZOBIN 50 + Li 700 y PUNCH + Li 700	116	AB
10	2: fin emb y p ll	AZOBIN 50 + Li 700 y VANTAGE + Li 700	203	AB
11	1: principio de floración	MCW 1086 + EXIT	164	AB
12	1: principio de floración	MCW 1086 + EXIT	149	AB
13	1: principio de floración	MANANTIAL + EXIT	377	B
14	1: principio de floración	BAS627	178	AB
15	1: principio de floración	BAS627	216	AB
16	2: inicio fl y a los 20 días: p ll	AMISTAR + Nimbus y AMISTAR TOP + Nimbus	120	AB
17	1: principio fl	AMISTAR + Nimbus	190	AB
18	1: principio fl	AMISTAR TOP + Nimbus	148	AB
19	2: fin emb, a los 15 días, rep p ll	AMISTAR XTRA + Nimbus y AMISTAR XTRA +Nimbus	101	AB
20	2: fin emb, a los 15 días rep pll	AMISTAR TOP + Nimbus y AMISTAR TOP + Nimbus	79	A
21	1: Principio de fl	QUADRIS + TASPA + Nimbus	163	AB
22	2: inicio fl , final fl rep pll	AMISTAR + Nimbus y TRICICLAZOL + aceite	98	AB
23		TESTIGO	257	AB
		Promedio general	156	
		CV%	56,81	
		Sign bloques	0,231	
		Sign trats	0,066	

Muestreos a la cosecha. El resultado del análisis mostró diferencias muy significativas (p=0,000) para todos los síntomas medidos. Los resultados se presentan en el cuadro 5.

- Síntomas en la base de hojas inferiores: El promedio de los tratamientos fue 16,9% y el del testigo 41,4%. Los tratamientos que mostraron menor % de tallos con estos síntomas diferentes del testigo fueron 1, 2, 3, 9, 16, 18, 20 y 22, secuencias de Nativo, Azobin y Punch, Amistar y Amistar Top, Amistar Top en aplicación única y en secuencia, y Amistar en secuencia con Triciclazol, respectivamente.

- Síntoma de base de hoja bandera. El promedio de los tratamientos fue 28,0% y el del testigo, 55,2%. Los tratamientos que presentaron menor % de tallos con estos síntomas, diferentes del testigo fueron las mismas secuencias mencionadas para base de hojas y la No. 19, Amistar Xtra.

- Cuellos de panoja. El promedio de los tratamientos fue de 62,3% y el del testigo, 80,0%. Los tratamientos diferentes del testigo fueron las secuencias: 1, 2, 3, 20 y 22, que incluyeron: Nativo, Amistar Top, Amistar y Triciclazol

- Nudos. El promedio de los tratamientos fue de 33,1% y el del testigo, 42,8%. No se observaron diferencias respecto del testigo, pero si entre algunos tratamientos pertenecientes a secuencias, respecto de dos tratamientos de aplicación única.

- Panojas. El promedio de los tratamientos fue de 32,4% y del testigo, 55,3%. Presentaron menor % de panojas afectadas diferentes los tratamientos 1, 2, 3 y 9, que incluyeron: Nativo, Azobin y Punch.

Cuadro 5. Síntomas de Quemado del arroz en tres muestreos de 0,3 m de línea por parcela (% de tallos afectados), realizados a la cosecha

No	Tratamiento	Base de hojas inf (%)		Base hoja bandera (%)		Cuellos (%)		Nudos (%)		Panojas (%)	
1	NATIVO + Optimizer y NATIVO + Optimizer	3,4	A	9,5	A	25,7	A	10,6	A	11,0	A
2	NATIVO + Optimizer y NATIVO + Optimizer	5,1	AB	9,8	AB	30,0	AB	11,2	A	11,1	A
3	NATIVO + Optimizer y NATIVO + Optimizer	5,3	AB	12,3	ABC	32,4	AB	13,7	A	16,5	AB
4	SINFONÍA	22,7	ABCD	34,2	ABCDE	77.6	DE	27,0	AB	36.5	ABCD
5	SINFONÍA	17,0	ABCD	39,5	BCDE	65.5	DE	45,8	AB	39,0	ABCD
6	FENTÍN HIDRÓXIDO	26,4	ABCD	41,4	CDE	83,7	E	54,2	B	39,6	ABCD
7	TRYZICLAZOL	34,5	CD	31,5	ABCDE	68.7	DE	29,6	AB	30.6	ABCD
8	AZOBIN 50 + Li 700	22,6	ABCD	29,7	ABCDE	67,4	DE	33,1	AB	33,4	ABCD
9	AZOBIN 50 + Li 700 y PUNCH + Li 700	9,9	ABC	16,8	ABC	57,7	BCDE	20,7	AB	22,3	ABC
10	AZOBIN 50 + Li 700 y VANTAGE + Li 700	15,5	ABCD	36,0	ABCDE	76,2	DE	42,4	AB	43,2	BCD
11	MCW 1086 + EXIT	20,3	ABCD	28,4	ABCDE	76,9	DE	42,4	AB	38,7	ABCD
12	MCW 1086 + EXIT	33,6	BCD	37,7	ABCDE	82,8	DE	45,4	AB	55,0	D
13	MANANTIAL + EXIT	24,5	ABCD	46,7	DE	79,5	DE	52,9	B	49,7	CD
14	BAS627	23,5	ABCD	35,8	ABCDE	57,2	BCDE	36,9	AB	25,5	ABCD
15	BAS627	19,5	ABCD	35,0	ABCDE	81,6	DE	34,6	AB	38,3	ABCD
16	AMISTAR + Nimbus y AMISTAR TOP + Nimbus	10,8	ABC	24,0	ABCD	65,1	DE	35,5	AB	33,1	ABCD
17	AMISTAR + Nimbus	13,8	ABCD	29,3	ABCDE	66,7	DE	29,0	AB	28,0	ABCD
18	AMISTAR TOP + Nimbus	12,5	ABC	28,3	ABCDE	67,1	DE	36,9	AB	35,3	ABCD
19	AMISTAR XTRA + Nimbus y AMISTAR XTRA +Nimbus	17,9	ABCD	25,0	ABCD	60,7	BCDE	33,4	AB	31,1	ABCD
20	AMISTAR TOP + Nimbus y AMISTAR TOP + Nimbus	6,4	ABC	20,0	ABCD	51,7	ABCD	33,3	AB	27,9	ABCD
21	QUADRIS + TASPA + Nimbus	16,9	ABCD	33,0	ABCDE	64,2	CDE	43,9	AB	40,6	ABCD
22	AMISTAR + Nimbus y TRICICLAZOL + aceite	9,5	ABC	11,8	ABC	33,0	ABC	14,9	A	25,4	ABCD
23	**TESTIGO**	**41,4**	**D**	**55,2**	**E**	**80,0**	**DE**	**42,8**	**AB**	**55,3**	**D**
	Promedio general	17,9		29,1		63,0		33,3		33,2	
	Promedio de tratamientos	**16,9**		**28,0**		**62,3**		**33,1**		**32,4**	
	CV%	49,2		31,4		15,4		33,76		29,68	
	Sign bloques	0,255		0,044		0,235		0,325		0,009	
	Sign trats	0,000		0,000		0,000		0,000		0,000	

Prueba aplicada: Tukey 0,05 Valores seguidos por las mismas letras no son diferentes entre si

.

Rendimiento en grano y componentes

Los resultados de rendimiento en grano, granos llenos y totales por panoja, esterilidad, peso de granos y panojas por m^2, se presentan en el cuadro 6.

Rendimiento El promedio general del ensayo fue de 7033 kg/ha y el promedio de los tratamientos, fue de 7098 kg/ha. El testigo rindió, 5604 kg/ha. La diferencia es de 30 bolsas /ha, 1494 kg. Los resultados del análisis estadístico mostraron diferencias al 12,2%, lo que indica que no son significativas.

Componentes. En general, no se detectaron diferencias entre tratamientos. Pero se observó menor número de granos llenos y totales por panoja además de mayor % de esterilidad, con el producto Fentin Hidróxido. Se destaca, que con la excepción mencionada, existió una diferencia consistente, a favor de los tratamientos (promedio), en todos los componentes (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resultados de Rendimiento en grano y componentes.

No	No. de aplicaciones y momentos aplicados	Tratamiento	Rend (kg/ha)	granos llenos /panoja		granos totales/ pan	Esterilidad (%)		Peso de mil grano s (g)	Panojas/ m^2
1	2: Emb, fin fl rep principio de llenado (p ll)	NATIVO + Optimizer y NATIVO + Optimizer	7715	63	AB	75	14,5	A	29,7	573
2	2: Emb, fin fl rep p ll	NATIVO + Optimizer y NATIVO + Optimizer	7779	60	AB	70	13,6	A	29,8	617
3	2: Emb, fin fl rep p ll	NATIVO + Optimizer y NATIVO + Optimizer	8203	64	AB	74	13,5	A	29,4	562
4	2: emb y a los 20 días	SINFONÍA	7466	57	AB	73	20.1	A	28,9	631
5	1: inicio panojas	SINFONÍA	7498	53	AB	66	19.0	A	28,6	613
6	1:principio de floración	FENTÍN HIDRÓXIDO	6662	39	B	71	42,3	B	28,3	564
7	1: inicio panojas	TRYZICLAZOL	7492	65	AB	81	18.5	A	29.1	658
8	1. 10 % fl	AZOBIN 50 + Li 700	6644	58	AB	73	19,8	A	29,1	673
9	2: fin emb y pll	AZOBIN 50 + Li 700 y PUNCH + Li 700	6647	56	AB	69	16,7	A	29,1	576
10	2: fin emb y pll	AZOBIN 50 + Li 700 y VANTAGE + Li 700	6506	63	AB	79	19,4	A	28,7	573
11	1: principio de floración	MCW 1086 + EXIT	7310	58	AB	72	18,6	A	29,1	664
12	1: principio de floración	MCW 1086 + EXIT	7181	61	AB	76	19,3	A	28,5	675
13	1: principio de floración	MANANTIAL + EXIT	5992	52	AB	71	25.6	AB	27,8	543
14	1: principio de floración	BAS627	6944	60	AB	83	25.5	AB	29,2	536
15	1: principio de floración	BAS627	7113	53	AB	70	23,6	AB	28,2	666
16	2: inicio fl y a los 20 días: pll	AMISTAR + Nimbus y AMISTAR TOP + Nimbus	7655	57	AB	71	23,6	A	29,2	587
17	1: principio fl	AMISTAR + Nimbus	6570	69	A	86	18,6	A	28,6	676
18	1: principio fl	AMISTAR TOP + Nimbus	6793	60	AB	78	21,8	AB	28,7	649
19	2: fin emb, a los 15 días, rep p ll	AMISTAR XTRA + Nimbus y AMISTAR XTRA +Nimbus	7753	62	AB	81	21,9	AB	29,2	661
20	2: fin emb, a los 15 días rep pll	AMISTAR TOP + Nimbus y AMISTAR TOP + Nimbus	7002	66	AB	81	18,2	A	29,0	582
21	1: Principio de fl	QUADRIS + TASPA + Nimbus	5928	61	AB	81	23,9	AB	28,4	579
22	2: inicio fl , final fl rep pll	AMISTAR + Nimbus y TRICICLAZOL + aceite	7299	69	A	88	21,1	A	29,2	579
23		**TESTIGO**	**5604**	**43**	**AB**	**65**	**32,5**	**A B**	**28,0**	**658**
		Promedio general	7033	59		75	21,2		28,9	614
		Prom de tratamientos	**7098**	**59**		**76**	**22,3**		**28,8**	**611**
		CV%	13,03	14,47		10,9	30,5		2,10	14,27
		Sign bloques	0,028	ns		0,081	0,262		0,000	0,219
		Sign trats	0,122	0,015		0,056	0,003		0,023	ns

Prueba aplicada: Tukey 0,05 Valores seguidos por las mismas letras no son diferentes entre si.

Rendimiento y calidad industrial. Los resultados para blanco total, entero, yesados y mancha en blanco, se presentan en el cuadro 7. El tratamiento 2, secuencia de Nativo con la segunda aplicación repetida, presentó 6,5% más de entero,

que el testigo. Las diferencias no fueron significativas para blanco total, yesados ni manchados, cuyos promedios fueron: 69,5%, 5,3 y 0,4%. Se vio que los promedios de los tratamientos, presentaron mayor % de blanco total y entero y menor % de yeso y mancha que el testigo.

Cuadro 7. Resultados de rendimiento y calidad industrial

No	No. de aplicaciones y momentos aplicados	Tratamiento	blanco total (%	entero (%)		yesados (%)	manchados (%)
1	2: Emb, fin fl y rep p ll	NATIVO + Optimizer y NATIVO + Optimizer	69,9	64,9	AB	3,0	0,02
2	2: Emb, fin fl y rep p ll	NATIVO + Optimizer y NATIVO + Optimizer	70,3	65,7	A	4,7	0,16
3	2: Emb, fin fl y rep p ll	NATIVO + Optimizer y NATIVO + Optimizer	70,7	64,6	AB	3,5	0,23
4	2: emb y a los 20 días	SINFONÍA	69,9	62,4	AB	4,3	0,23
5	1: inicio panojas	SINFONÍA	69,3	61,3	AB	5,3	0,28
6	1:principio de floración	FENTÍN HIDRÓXIDO	69,1	60,0	AB	5,5	0,40
7	1: inicio panojas	TRYZICLAZOL	69,7	63,5	AB	3,8	0,28
8	1. 10 % fl	AZOBIN 50 + Li 700	69,5	61,3	AB	5,5	0,50
9	2: fin emb y p ll	AZOBIN 50 + Li 700 y PUNCH + Li 700	69,2	61,1	AB	5,6	0,40
10	2: fin emb y p ll	AZOBIN 50 + Li 700 y VANTAGE + Li 700	69,0	59,9	AB	6,0	0,23
11	1: principio fl	MCW 1086 + EXIT	69,1	60,9	AB	5,6	0,53
12	1: principio fl	MCW 1086 + EXIT	69,8	62,7	AB	4,7	0,58
13	1: principio fl	MANANTIAL + EXIT	69,6	59,2	B	8,1	0,53
14	1: principio fl	BAS627	69,5	62,1	AB	5,6	0,39
15	1: principio fl	BAS627	69,4	62,2	AB	7,3	0,38
16	2: inicio fl y a los 20 días p ll	AMISTAR + NimbusS y AMISTAR TOP + Nimbus	69,6	61,8	AB	4,5	0,28
17	1: principio fl	AMISTAR + Nimbus	69,5	62,3	AB	6,0	0,40
18	1: principio fl	AMISTAR TOP + Nimbus	69,4	61,4	AB	5,3	0,37
19	2: fin emb, a los 15 días y rep p ll	AMISTAR XTRA + Nimbus y AMISTAR XTRA +Nimbus	69,7	63,3	AB	4,4	0,47
20	2: fin emb, a los 15 días y rep pll	AMISTAR TOP + Nimbus y AMISTAR TOP + Nimbus	69,6	63,6	AB	5.1	0,50
21	1: Principio de fl	QUADRIS + TASPA + Nimbus	69,1	60,9	AB	7.0	0,27
22	2: inicio fl , final fl y rep pll	AMISTAR + Nimbus y TRICICLAZOL + Aceite	69,2	62,0	AB	5,5	0,60
23		**TESTIGO**	**68,8**	**59,4**	**B**	**7,7**	**0,53**
		Promedio general	69,5	62,0		5,4	0,38
		Prom de tratamientos	**69,6**	**62,1**		**5,3**	**0,37**
		CV%	0,84	3,01		13,97	11,16
		Sign bloques	ns	ns		ns	0,000
		Sign trats	0,106	0,007		0,08	0,407

Prueba aplicada: Tukey 0,05. Valores seguidos por las mismas letras no son diferentes entre si.

Correlaciones (Cuadro 8)

Cuadro 8. Se presentan las correlaciones entre algunos de los parámetros estudiados

	Variable	r	probabilidad
Rendimiento	Esterilidad	-0,554	0,000
	Peso de granos	0,685	0,000
	panojas afectadas 2ª lectura	-0,638	0,000
	entero	0,645	0,000
	yeso	-0,611	0,000
	% nudos muestreo	-0,614	0,000
	Base de hojas, muestreo	-0,463	0,000
	Base de h bandera, muestreos	-0,554	0,000
	%cuellos muestreo	-0,484	0,000
	% panojas muestreo	-0,591	0,000
	hojas 1er lectura	-0,304	0,017
	base de hojas 1er lectura	-0,328	0,009
Esterilidad	Peso de granos	-0,641	0,000
	entero	-0,616	0,000
	hojas 1er lectura	0,431	0,000
	panojas afectadas 2ª lectura	0,664	0,000
	% nudos muestreo	0,663	0,000
	Base de hojas, muestreo	0,655	0,000
	Base de h bandera, muestreos	0,640	0,000
	%cuellos muestreo	0,577	0,000
	% panojas muestreo	0,604	0,000
Mayor área foliar	rendimiento	-0,389	0,001
	esterilidad	0,404	0,001
	Peso de granos	-0,482	0,000

DISCUSIÓN

El ensayo estuvo instalado en una esquina de la chacra, con un monte de eucaliptos a 50 m, que proyectaba abrigo y sombra y pudo haber promovido, el año anterior, el estacionamiento de ganado. Presentó también zonas de mayor desarrollo foliar, que pudieron ser causadas por taipas viejas. Todas esas características constituyeron un entorno favorable a la aparición de Quemado del arroz, sumando las condiciones de clima.

Se presentaron precipitaciones después de aplicar los productos correspondientes a la segunda aplicación (de final de floración ó 15 días después de la primera), de las secuencias: 1, 2, 3, 19, 20 y 22, los cuales pudieron ser lavados. Por esta razón, los tratamientos fueron repetidos.

Tomando en consideración los tiempos entre las aplicaciones (de 12:00 am a 15:30 pm) y la lluvia (16:30 pm), se decidió considerar esta repetición, como una 2ª repetida, pues los productos pudieron haber sido afectados de diferente forma. Se aplicaron los productos 1 a 3, se esperó 40 minutos por viento y luego se aplicaron 19, 20, 22 y 25 (este último luego eliminado).

Existió diferencia en el desarrollo foliar en algunas parcelas. Los análisis mostraron correlación muy significativa entre el área afectada por esta característica y la disminución de rendimiento (r=-0,39, p = 0,001). Se tomó la decisión de considerar como parcelas perdidas, aquellas que fueron afectadas en más del 50 % de su superficie.

Control del Quemado del arroz. Teniendo en cuenta la información del cuadro 5, aportaron mayor control las aplicaciones en secuencia de Nativo, Amistar, Amistar Top, Azobin, Punch y Ticiclazol que incluyen los principios activos: Tebuconazol, Trifloxistrobín, Azoxistrobin , Difenoconazol, y Triciclazol.

Considerando la evolución de los síntomas, los que significaron mayor daño en esta etapa final del cultivo, fueron los de nudos y panojas. Para los primeros no se vieron

diferencias entre tratamientos a nivel estadístico, pero presentaron comportamiento indicativo de falta de control, los tratamientos 6, Fentín Hidróxido y 13, Manantial.

Con respecto a las panojas, se diferenciaron del testigo, con mayor control los tratamientos 1, 2, 3, y 9 Nativo, Azobin y Punch y con menor control y promedios cercanos al testigo: Azobin + Vantage, MCW1086 y Manantial.

Rendimiento

En promedio, los tratamientos, rindieron casi 1500 kg/ha más que el testigo y el tratamiento Nativo con la 2ª aplicación repetida, con mayor dosis en la primera aplicación fue el de mayor rendimiento. Probablemente las diferencias observadas no tuvieron mayor significación estadística, debido a los problemas ocurridos.

Componentes

Se puso de manifiesto, que la enfermedad afectó en forma importante a todos los componentes estudiados, de acuerdo con los niveles alcanzados por el testigo.

El promedio de los tratamientos mostró diferencias considerables, a su favor. El tratamiento con Fentín hidróxido fue una excepción especialmente grave.

Rendimiento y calidad industrial

El tratamiento 2, con Nativo, presentó mayor % de entero, pero no fue diferente del testigo. Se confirma también, que en promedio, los tratamientos se comportaron mejor que el testigo.

CONSIDERACIÓN FINAL

La mayoría de los tratamientos aplicados, aportaron cierto nivel de control, que en algunos casos pudo no ser suficiente. Se considera oportuna la aplicación “temprana” de acuerdo a cómo se desarrollen las condiciones del cultivo y/o ambientales. Después de esta medida de control, el seguimiento del cultivo y la evolución de la enfermedad, son las formas más adecuadas (ineludibles), para que los productores permanezcan alertas ante nuevas situaciones climáticas favorables. Si éstas se presentan o se mantienen, será la oportunidad de tomar nuevas decisiones.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración del Director del Programa y los técnicos de la Sección Manejo, por su tiempo dedicado a la discusión del trabajo e invalorables aportes, en especial a Enrique Deambrosi.

Se agradece al productor y a su técnico, Hugo Firpo, por permitir y promover la realización del trabajo, no aplicando fungicida en un sector de su chacra y al personal de apoyo de la Sección Manejo de arroz.

NUEVOS AVANCES SOBRE LA CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE AISLAMIENTOS DE *Pyricularia grisea* EN URUGUAY

Victoria Bonnecarrère[1/] y Leticia Chao[2/]

En la Unidad de Biotecnología -Estación Experimental INIA Las Brujas- se analizaron molecularmente aislamientos de *Pyricularia grisea* (*P. grisea*), obtenidos en cultivos o en viveros trampa, desde el año 1993 hasta 2010. El objetivo principal de este estudio es encontrar linajes o grupos genéticos que caractericen la diversidad genética del patógeno. Hasta el año 2009 se utilizó la metodología de AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) que permite evaluar un gran número de bases de ADN en el genoma del patógeno. Con esta técnica se habían identificado 7 grupos genéticos (Jornadas de Arroz, 2009), pero mediante el incremento de la capacidad de discriminación y la utilización de nuevas herramientas de análisis de discriminante se logró concluir que efectivamente se podían clasificar 3 grupos genéticos significativamente diferentes. Dos aislamientos de cada uno de estos grupos fueron utilizados para la realización de ensayos de patogenicidad descritos en esta publicación.

Durante el período 2009-2010 se ajustó una nueva metodología de caracterización molecular denominada Pot-2 rep_PCR. La técnica de Pot-2 rep_PCR amplifica regiones mayores del ADN y detecta diferencias en el tamaño de los fragmentos amplificadas. Esta técnica es más simple de implementar y muy robusta, por lo que resulta ser la más adecuada para la evaluación rutinaria de aislamientos que se obtengan anualmente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio de pot2 rep_PCR se aisló ADN de 61 aislamientos monospóricos de *P. grisea* obtenidos desde 1993 hasta 2010 sobre diferentes cultivares y líneas. Para la extracción de ADN se utilizó el protocolo citado por Ninh Thuan et al. 2006. La amplificación de las regiones pot_2 se realizó con los cebadores (Pot2-1: 5' CGGAAGCCCTAAAGCTGTTT 3' y Pot2-2: 5' CCCTCATTCGTCACGTTC 3') de acuerdo a lo descrito por George et al. (1998).

Los fragmentos amplificados se visualizaron utilizando el equipo de electroforesis capilar Qiaxcel® de Qiagen y en geles de agarosa 1.8 % corridos durante 14 horas a 50v y teñidos en bromuro de etidio. Las bandas obtenidas se clasificaron como presentes (1) o ausentes (0). Los datos binarios fueron utilizados para calcular distancias genéticas entre todos los pares de aislamientos con el método de Jaccard. Basados en estas distancias se realizó un análisis de agrupamiento y se construyó un dendrograma usando UPGMA (unweighted pair group method with arithmetic average). Además del análisis jerárquico (que permite una visualización amigable de grupos) se realizó el análisis no jerárquico de los mismos mediante "análisis de cluster" utilizando el algoritmo k-means implementado en la plataforma WEKA (Waikato Environmental Knowledge Analysis) (Witten and Frank, 2005). Este método permitió establecer el número más probable de agrupamientos de aislamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de las matrices binarias de presencia y ausencia de fragmentos de ADN amplificados se realizó un agrupamiento jerárquico de los mismos obteniéndose un dendrograma (Figura 1). Este dendrograma permite visualizar la existencia de grupos genéticamente similares. Para determinar correctamente el nivel de similitud utilizado para discriminar grupos, se realizó un análisis no jerárquico que determinó que el número más probable de agrupamientos es 4: Linajes A, B, C y D. En la figura 2 se observan los perfiles de bandas obtenidos para cada uno de los grupos genéticos o linajes.

[1/] INIA Las Brujas
[2/] Estudiante de Grado Facultad de Ciencias

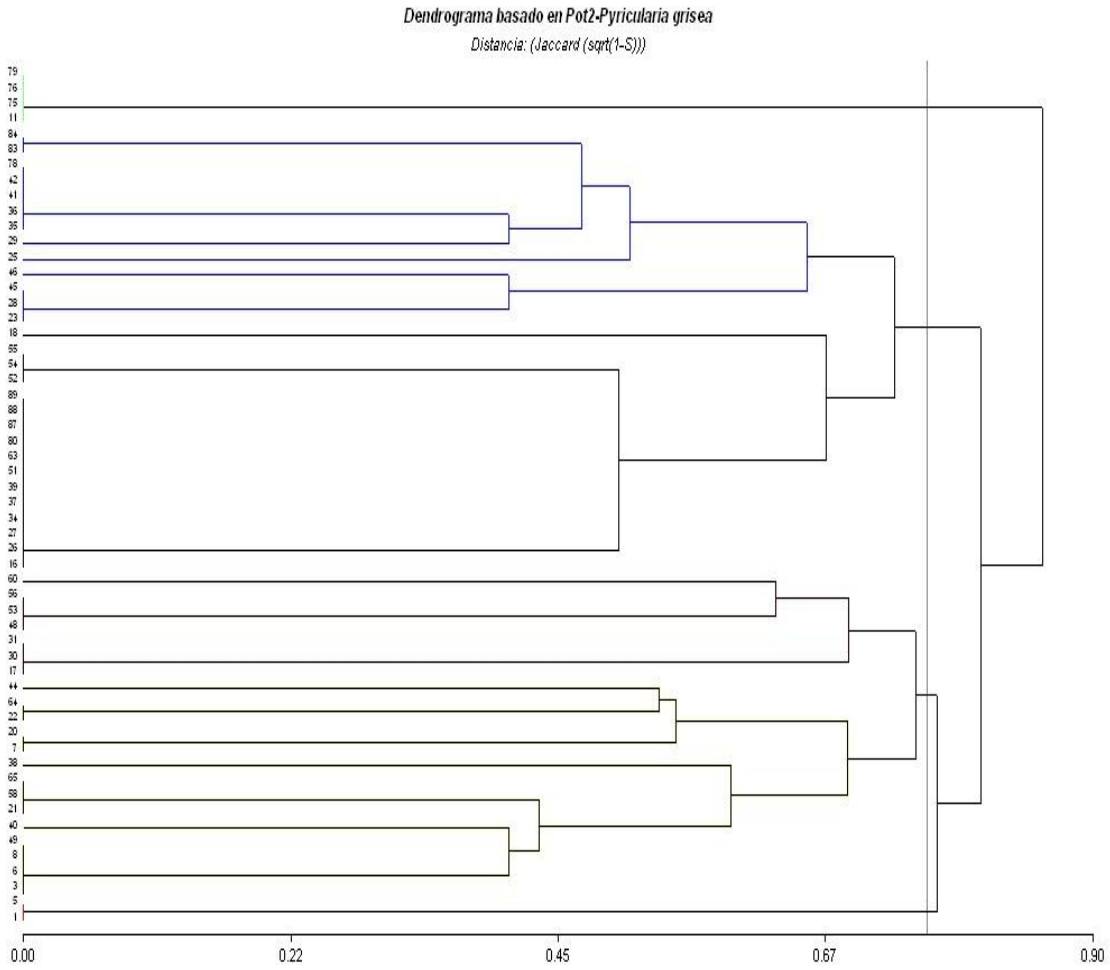


Figura 1. Análisis jerárquico de aislamientos de P. grisea analizados con el marcador Pot2_repPCR

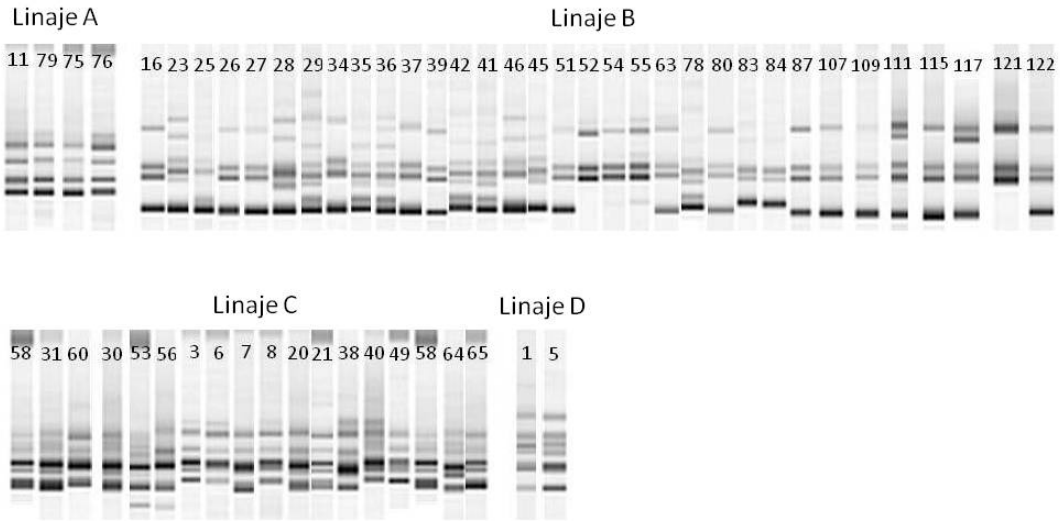


Figura 2. Perfiles de bandas de Pot2_repPCR de los cuatro linajes encontrados

La mayoría de los aislamientos pertenecen a los grupos B y C, presentando variaciones intra-linajes o haplotipos (Cuadro 1) mientras que los de los grupos A y D pertenecen a un único haplotipo.

Cuadro 1. Haplotipos por linaje y número de aislamientos en cada haplotipo.

Nº de haplotipos	Nº de aislamientos por Linajes			
	A	B	C	D
1	4	2	1	2
2	-	5	3	-
3	-	1	3	-
4	-	1	1	-
5	-	1	2	-
6	-	4	2	-
7	-	1	1	-
8	-	3	3	-
9	-	14	1	-
10		2	4	-

Los grupos A y D fueron notoriamente minoritarios, con cuatro y dos aislamientos, respectivamente. En el Cuadro 2 se describe a que linaje pertenece cada aislamiento analizado, así como el año de colecta y cultivar o línea de donde fue obtenido.

Cuadro 2. Descripción de los aislamientos analizados (cultivar o línea, linaje y año de colecta).

Cultivar	Año de colecta	Linaje
Bluebelle	1993	C
Bluebelle	1993	A
INIA Yerbal	1994	C
Bluebelle	1995	D
Bluebelle	1995	D
INIA Tacuarí	1995	C
Bluebelle	1995	C
INIA Tacuarí	1996	C
INIA Caraguatá	1998	B
INIA Tacuarí	1998	C
INIA Tacuarí	1998	C
El Paso 144	1998	C
CT63063.CA.98	1998	C
L 2746	1999	B
L 2877	1999	B
L 2882	1999	B
L 2908	1999	B
L 2923	1999	B
L 2995	1999	B
L 2998	1999	C
L 3006	1999	C
L 3070	1999	B
L 3107	1999	B
L 3128	1999	B
L 3194	1999	B
Bluebelle	1999	C
El Paso 144	1999	B
CT13063-CA	1999	C
INIA Tacuarí	1999	B

Continuación Cuadro 2		
INIA Cuaró	1999	B
INIA Tacuarí	2001	C
El Paso 144	2001	B
El Paso 144	2001	B
INIA Zapata	2001	C
INIA Tacuarí	2001	B
El Paso 144	2002	B
L1855	2002	C
El Paso 144	2002	C
INIA Tacuarí	2002	C
INIA Tacuarí	2002	C
INIA Tacuarí	2003	C
INIA Tacuarí	2003	C
INIA Olimar	2003	B
INIA Tacuari	2003	B
INIA Tacuarí	2003	C
INIA Tacuarí	2003	C
Bluebelle	2005	A
Fanny	2005	A
INIA Olimar	2005	B
c104PKT	2005	A
INIA Olimar	2005	B
El Paso 144	2007	B
INIA Olimar	2007	B
INIA Olimar	2007	B
INIA Olimar	2009	B
L8183	2009	B
INIA Olimar	2010	B
El Paso 144	2010	B
INIA Tacuarí	2010	B
El Paso 144	2010	B
L5502	2010	B

La búsqueda de asociación entre genotipo sobre el que fue aislado el patógeno y el grupo genético al que pertenecen demuestra que: 1) los aislamientos pertenecientes al grupo A fueron encontrado sobre Bluebelle y sobre plantas diferenciales en viveros trampa; 2) los aislamientos del grupo D fueron aislados sobre Bluebelle en el año 1995; 3) los aislamientos del grupo C fueron aislados principalmente de Tacuarí, aunque también pueden se pudieron aislar de El Paso 144 y Bluebelle; 4) los aislamientos del grupo B se obtuvieron mayoritariamente de los cultivares El Paso 144 e INIA Olimar (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de aislamientos obtenido sobre 4 cultivares según linaje.

Cultivar	Grupos genéticos identificados con pot2 rep_PCR			
	A	B	C	D
Bluebelle	2	0	3	2
INIA Tacuarí	0	4	11	0
El Paso 144	0	7	2	0
INIA Olimar	0	8	0	0

Si se analizan la aparición de aislamientos a lo largo de los años se observa que los aislamientos del grupo D aparecieron únicamente en 1995 mientras que los del grupo A se presentaron en el año 1997 y 2005 sobre Bluebelle, Fanny y plantas diferenciales usadas en viveros trampa. Estos resultados son muy importantes ya que implica que estos aislamientos pueden permanecer o sobrevivir en el campo durante muchos años sin afectar los cultivares plantados. Sin embargo son potenciales patógenos en caso de que se den las condiciones predisponentes o surjan nuevos materiales genéticos compatibles con los mismos.

A partir del Cuadro 3 se puede visualizar que existe una tendencia entre genotipos de arroz y linaje de *Pyricularia grisea*. Los principales cultivares del tipo Indica plantados en Uruguay se ven principalmente afectados por aislamientos del linaje B, mientras que INIA Tacuarí es mayoritariamente afectado por aislamientos pertenecientes al linaje C.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ninh Thuan, N.T., Bigirimana, J., Roumen, E., Van Der Straeten, D. y Höfte, M. (2006). Molecular and pathotype analysis of the rice blast fungus in North Vietnam. European Journal of Plant Pathology 114:381-396.

George et al. (1998). George MLC, Nelson RJ, Zeigler RS and Leung H (1998). Rapid population analysis of Magnaporthe grisea by using rep-PCR and endogenous repetitive DNA sequences. Phytopathology 88: 223–229.

Witten, I. & Frank, E. (2005). Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. Second Edition, Elsevir.

PRUEBAS DE PATOGENICIDAD DE GRUPOS DE AISLAMIENTOS DE *Pyricularia grisea,* OBTENIDOS POR AFLP

Stella Avila[1/], Luis Casales[1/], Fernando Escalante[1/]

INTRODUCCIÓN

El Quemado del Arroz o Brusone es considerado una de las principales enfermedades de este cereal en el mundo, a causa de su alta incidencia bajo condiciones favorables y las pérdidas en el rendimiento que provoca. Por esa razón, la no utilización de cultivares resistentes, implica adoptar medidas de manejo tendientes a evitar la enfermedad, pero sobre todo, la aplicación de fungicidas, con lo cual se incrementan los costos de producción y los riesgos de contaminación. A su vez, la población de *Pyricularia grisea*, en algunas regiones del mundo, presenta amplia variabilidad y gran habilidad para vencer la resistencia generada, por lo cual se estudiaron estrategias para encontrar un mecanismo que permita lograr resistencia durable y como consecuencia generar un sistema más sustentable.

La caracterización de las poblaciones del patógeno es el primer paso para identificar su estructura genética y patogénica e identificar los genes en el arroz, que otorguen incompatibilidad (resistencia) a los mismos. Con esa información disponible, los genes de resistencia pueden ser introducidos en los cultivares de interés, confiriendo una resistencia de mayor espectro y consecuentemente más durable.

En la estación de crecimiento de 1997, se aisló por primera vez, *Pyricularia grisea* del cultivar El Paso 144, en Uruguay. A partir de 1995, ya se tenía conocimiento de su quiebra de resistencia en Argentina (Corrientes) y Río Grande del Sur (Brasil). En ese período, la expansión a nivel regional, del cultivar significó un riesgo de expansión también del patógeno.

En Uruguay, por el clima templado, las condiciones para el establecimiento de esta enfermedad se daban en forma esporádica. En 1998, El Paso 144, mostró, en el vivero de evaluación de resistencia, síntomas de manchas 3 y 4, que si bien fue un grado muy bajo de infección, demostró la pérdida de su resistencia. A nivel de chacras, comenzaron a encontrarse síntomas durante la zafra 2000-2001 y se obtuvieron aislamientos en Treinta y Tres, Río Branco, Arrozal “33” y Tacuarembó. La mencionada, fue la zafra en la cual se presentaron condiciones muy favorables para el desarrollo de la enfermedad y el cultivar INIA Zapata, lanzado como resistente, se mostró susceptible a Brusone. Hasta el 2003 se detectó lo que pareció ser un nuevo cambio de la población del patógeno, pasando a ser INIA Tacuarí el cultivar más afectado en Uruguay y la región. Estudios posteriores (Livore et al, 2005) mostraron que en ese período, se presentaron los dos grupos del patógeno (linajes) prevalentes (A y C), con los cuales INIA Tacuarí era compatible. Se sucedieron tres zafras sin aparición importante de Quemado del arroz y a partir de 2007-2008, se presentó con mayor frecuencia en El Paso 144, el cual sigue siendo el cultivar más sembrado, por su alta productividad, y sobre INIA Olimar.

OBJETIVOS

Luego de caracterizados los aislamientos obtenidos por la Unidad de Biotecnología e identificados los grupos existentes, se realizaron los ensayos de patogenicidad, para identificar las reacciones patogénicas de aislamientos pertenecientes a cada grupo sobre los cultivares comerciales, líneas con genes de resistencia conocidos y posibles dadores de resistencia.

[1/] INIA Treinta y Tres

MATERIALES Y MÉTODOS

Las pruebas de se realizaron según la metodología propuesta por CIAT (Taller, 1994) en invernáculo con ambiente controlado.

Aislamientos y líneas que participaron

De acuerdo con los resultados de la caracterización de los aislamientos por el método AFLP se identificaron 3 grupos diferentes: 1, 2 y 3. Se seleccionaron dos aislamientos de cada grupo, para realizar las pruebas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Aislamientos que participaron en las evaluaciones

Grupo	No de aislamiento	Localización	Año	Cultivar	Parte de la planta
1	81	UEPL, T y Tres	2007	INIA Olimar	hoja
	107	Charqueada	2009	INIA Olimar	
2	20	Séptima, T. y Tres	1998	INIA Tacuarí	Cuello de panoja
	78	UEPL, T. y Tres	2005	INIA Olimar	hoja
3	24	UEPL, T. y Tres	1999	L 2871	hojas
	27	UEPL	1999	L 2908	hojas

Se incluyeron 14 líneas y/o cultivares, (Cuadro 2).

Cuadro 2. Líneas y/ó cultivares incluídos

No.	cultivar	genes
1	C 104 LAC	Pi-1
2	C 101 A51	Pi-2
3	IR 64	Pi-33
4	Fanny (testigo susceptible)	
5	El Paso 144	
6	INIA Olimar	
7	INIA Tacuarí	
8	INIA Caraguatá	
9	L5502	Pi-2
10	L5287	Pi-2
11	L5688	Pi-2
12	C25	Pi-1
13	B 83	Pi-2
14	F-128-1	Pi-ta^2

Fecha de siembra: 19/05/2010. De cada línea se sembraron 3 macetas y 15 semillas por maceta, para cada aislamiento.

Fertilización: Se aplicaron 10 ml por maceta de una dilución de 14 g de urea en 2 l de agua, tres veces: el 09, 16 y 23/06/10.

Inoculaciones

Inoculación con suspensión de esporas de cada aislamiento: Se realizó el 24/06/10, cuando las plantas alcanzaron el estado de desarrollo de 3 y 4 hojas. Debido a la baja concentración obtenida, se repitieron las inoculaciones con los aislamientos 24 y 27, la semana siguiente, 01/07/10.

Para su inoculación, las macetas correspondientes a cada repetición se colocaron en una bandejaa la cual se le agregó agua y a su vez las tres repeticiones (3 bandejas) se colocaron en carpas de plástico separadas, usando una carpa por aislamiento. (Foto 1)

El inóculo fue preparado a partir de los aislamientos monospóricos de la colección conservada en papel, multiplicados en medio agar-salvado de arroz. El crecimiento en dicho medio requiere alrededor de 15 días, para la obtención del mayor No. de conidias. La incubación se relizó a 28ºC, en oscuridad y a temperatura ambiente con luz, los últimos días de incubación.

Las inoculaciones se realizaron mediante aspersor manual, aplicando 200 ml por carpa, de una concentración de esporas entre 0,5 y 3,1 x $10^{4.}$ conidias por ml, con 0.4% de gelatina.

Luego de la inoculación, las carpas se mantuvieron cerradas, asegurando un mínimo de temperatura de 20º C durante las noches y humedad en el entorno de 90%.

Foto 1. Carpas en las cuales permanecieron las plantas, después de inoculadas con cada aislamiento.

Evaluaciones

De cada maceta se leyeron 10 plantas y a su vez, de cada planta se leyó la hoja más afectada Las lecturas se realizaron entre el 15 y el 22/07/10. Se tomó el tipo de mancha, de acuerdo con el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz de IRRI, y el % de área foliar afectado.

Para el diagnóstico final se usó la escala propuesta por F. Correa, CIAT:

- Altamente Resistente (AR), ó Resistente (R): Tipo de Lesión: 0, 1, 2
- Intermedio Resistente (IR): Tipo de lesión: 3 en 1 a 8% del área foliar
- Intermedio Susceptible (IS): Lesiones tipo 4 de 1 a 5% del área foliar, o lesiones tipo 3 entre 8 y 20% del área foliar.
- Altamente Susceptible (AS), ó Susceptible (S): Lesiones tipo 4 en más del 5% del área foliar, o lesiones tipo 3 por encima del 20% del área foliar.
- Para que la prueba sea válida, el testigo susceptible (Fanny) tiene que estar afectado con manchas 4 en más del 20% y en general se considera positivo, si están afectadas más del 30% de las plantas en cada maceta.

Descripción de tipos de lesión

0: Ninguna lesión

1: Pequeñas manchas color café, del tamaño de la cabeza de un alfiler.

2: Manchas color café más grandes.

3: Manchas necróticas grises, pequeñas, casi redondas a ligeramente alargadas, de 1-2 mm de diámetro.

4: Lesiones típicas de *Pyricularia*, elípticas, de 1-2 cm de largo

Análisis de datos

Se realizó un ANOVA de bloques completos al azar, tomando como bloque la bandeja y como tratamiento los cultivares. Se realizó un análisis por carpa.

RESULTADOS

Se muestran en los cuadros 3, 4 y 5, en los cuales se presentan los tipos de manchas, % de área foliar afectada y diagnóstico.

Patogenicidad de los grupos

Los grupos 1 y 3, se comportaron de manera similar, con ligera diferencias en su virulencia. Los aislamientos de los grupo 1 (81 y 107) y 3 (24 y 27), coincidieron en los diagnósticos, siendo susceptibles El Paso 144, INIA Olimar y las lineas que poseen el gen Pi-1 y Pi-ta. El gen Pi-2, aparentemente es el que confiere resistencia o parte de ella a las líneas 5502, 5287 y 5688. Se generaron dudas respecto de la linea B-83, proveniente de cruzamientos con proveedores de Pi-2, que se comportó como Intermedia Resistente (IR) y Susceptible (S). La línea IR-64que posee el gen Pi-33 se comportó como resistente, en ambos grupos. INIA Tacuarí, también se comportó entre Intermedio resistente (IR) e Intermedio Susceptible (IS) cuadros 3 y 5.

Cuadro 3: Resultados del grupo 1: Aislamientos 81 y 107. Tipo de mancha, porcentaje de área foliar afectada y diagnóstico

No.	cultivar	genes	81			107		
			tipo de mancha	%	diag	Tipo de mancha	%	diag
1	C 104 LAC	Pi-1	3	58,6	S	3	60,5	S
2	C 101 A51	Pi-2	2	3,7	R	2	6,0	R
3	IR 64	Pi-33	0	0,0	R	0	0,0	R
4	Fanny		4	65,8	S	4	100	S
5	El Paso 144		4	47,4	S	4	85,6	S
6	INIA Olimar		4	73,4	S	4	90,4	S
7	INIA Tacuarí		3	7,7	IR	4	2,0	IS
8	INIA Caraguatá		1	0,5	R	1	0,2	R
9	L5502	Pi-2	2	2,4	R	1	1,1	R
10	L5287	Pi-2	1	0,4	R	1	0,07	R
11	L5688	Pi-2	1	0,3	R	1	0,3	R
12	C25	Pi-1	4	61,1	S	4	65,9	S
13	B 83	Pi-2	3	3,8	IR	3	23,1	S
14	F-128-1	Pi-ta^2	3	18,9	IS	4	79,2	S
	Prom.general		2,2	24,5		2,3	36,7	
	CV		17,96	67,35		15,49	18,54	
	Sign rep		0,1	0,1		0,047	ns	
	Sign trat		0,000	0,000		0,000	0,000	

Grupo 2. También fue consistente el comportamiento de los cultivares, para los dos aislamientos (20 y 78). INIA Tacuarí se comportó con mayor susceptibilidad y de acuerdo con los datos obtenidos su diagnóstico es de Intermedio Resistente (IR) e Intermedio Susceptible IS, cuadro 4. Estos aislamientos no afectan a El Paso 144 ni a INIA Olimar, tampoco a las líneas que poseen los genes Pi-2 y Pi-33. Se mantiene la duda, respecto de la línea B-83. Fue afectada la línea C 104 LAC, con el gen Pi-1 pero no C-25, que se supone, posee el mismo gen.

Compatibilidad de: grupo – gen de resistencia

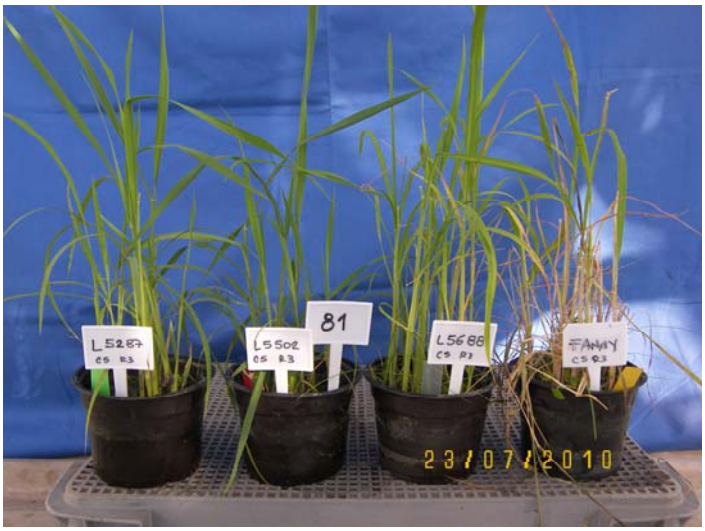
Se enfrentaron aislamientos representativos de los grupos identificados, con líneas portadoras los genes de resistencia Pi-ta^2, Pi-1, Pi-2 y Pi-33, solos. Mostraron mayor incompatibilidad, con los aislamientos, los genes Pi-2 y Pi-33. Los genes Pi-1 y Pi-ta. se comportaron en forma diferente en el grupo 2, con el cual a pesar de ser R, presentaron algunas manchas 4.

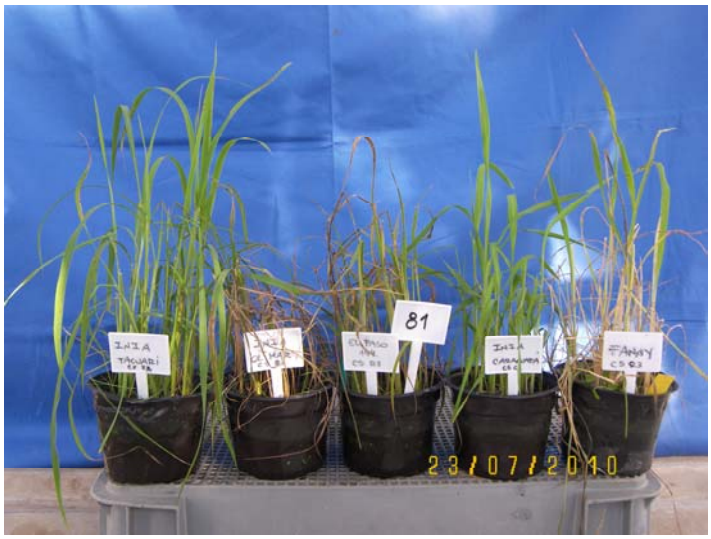
Cuadro 4. Resultados del grupo 2: Aislamientos 20 y 78. Tipo de mancha, porcentaje de área foliar afectada y diagnóstico

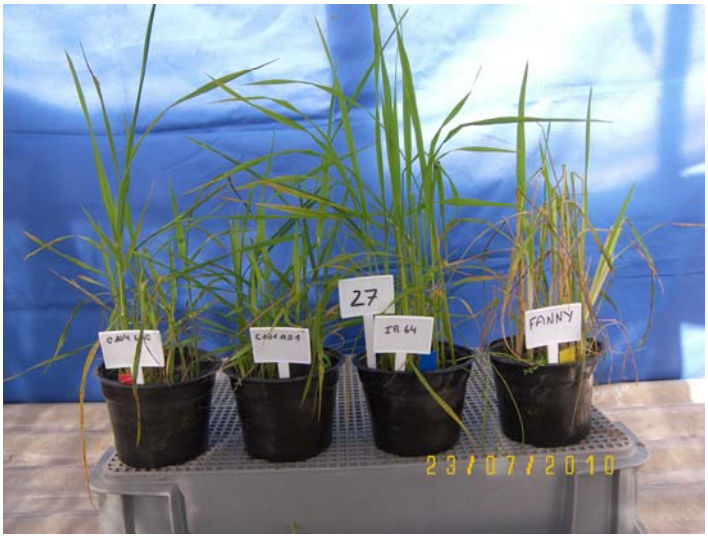
No.	cultivar	genes	20			78		
			Tipo de mancha	%	diag	Tipo de mancha	%	diag
1	C 104 LAC	Pi-1	3	85,8	S	4	36,4	S
2	C 101 A51	Pi-2	1	11,1	R	2	4,2	R
3	IR 64	Pi-33	0	0,0	R	0	0,0	R
4	Fanny		4	100	S	4	71,7	S
5	El Paso 144		1	0,6	R	1	3,5	R
6	INIA Olimar		1	0,2	R	1	0,1	R
7	INIA Tacuarí		3	5,6	IR	4	1,5	IS
8	INIA Caraguatá		1	1,7	R	1	0,03	R
9	L5502	Pi-2	2	3,2	R	2	0,2	R
10	L5287	Pi-2	1	0,07	R	1	0,0	R
11	L5688	Pi-2	3	4,1	R	3	1,8	IR
12	C25	Pi-1	2	2,2	R	2	1,0	R
13	B 83	Pi-2	1	6,7	R	4	33,3	S
14	F-128-1	Pi-ta[2]	2	7,6	R	4	0,2	R
	Prom.general		1,5	16,4		1,5	11,0	
	CV		34,26	28,31		51,5	164,7	
	Sign rep		ns	ns		ns	ns	
	Sign trat		0,000	0,000		0,000	0,000	

Cuadro 5. Resultados del grupo 3: Aislamientos 24 y 27. Tipo de mancha, porcentaje de área foliar y diagnóstico

No.	cultivar	genes	24			27		
			Tipo de mancha	%	diag	Tipo de mancha	%	diag
1	C 104 LAC	Pi-1	3	55,1	S	3	27,3	S
2	C 101 A51	Pi-2	2	14,8	R	2	1,2	R
3	IR 64	Pi-33	0	0,0	R	0	0,0	R
4	Fanny		4	100	S	4	66,8	S
5	El Paso 144		4	86,0	S	4	27,9	S
6	INIA Olimar		4	93,3	S	4	38,0	S
7	INIA Tacuarí		3	9,9	IS	4	0,9	IS
8	INIA Caraguatá		1	0,03	R	1	0,07	R
9	L5502	Pi-2	2	1,2	R	3	1,0	IR
10	L5287	Pi-2	1	0,1	R	1	0,13	R
11	L5688	Pi-2	1	0,3	R	1	0,2	R
12	C25	Pi-1	4	77,4	S	4	36,1	S
13	B 83	Pi-2	4	6,9	S	3	2,2	IR
14	F-128-1	Pi-ta[2]	4	53,6	S	4	36,4	S
	Prom.general		2,4	35,6		2,3	17,0	
	CV		14,81	33,6		22,15	60,95	
	Sign rep		0,113	0,358		ns	ns	
	Sign trat		0,000	0,000		0,000	0,000	







Fotos 2, 3 y 4. Reacción de los diferentes cultivares y/o líneas al grupo o linaje que prevalece actualmente

CONSIDERACIONES FINALES

De acuerdo con el comportamiento de los cultivares y/o líneas evaluadas, se diferenciaron sólo 2 grupos de aislamientos. Los correspondientes a los grupos 1 y 3, en realidad pertenecerían a un solo grupo o linaje.

De estos grupos, uno de ellos es compatible (virulento) con los cultivares El Paso 144, INIA Olimar, y las líneas que poseen los genes: Pi-1y Pi-ta.

A su vez este grupo es incompatible (no virulento), con las líneas que poseen el gen Pi-2 (C 101 A51, L5502, L5287, L5688) y el gen Pi-33 (IR64). La línea B-83, que aparentemente posee Pi-2, presentó reacciones IR y S (Cuadros 1 y 3; Fotos 1, 2 y 3).

Los aislamientos del 2º grupo, parecieron tener mayor compatibilidad con el cultivar INIA Tacuarí, pero éste presentó reacciones IR e IS, similares al primer grupo, al final de las evaluaciones. La diferencia de este grupo, es la incompatibilidad (resistencia) de los cultivares El Paso 144 e INIA Olimar. Las líneas poseedoras del gen Pi-2, también fueron resistentes.

Tanto L5502 como L5688, presentaron reacción IR con los aislamientos 27 y 78, respectivamente. Al final de las evaluaciones al igual que INIA Tacuarí presentaron daño de base de hojas.

El cultivar INIA Caraguatá se comportó como resistente a los dos grupos.

Se confirma la similitud con la clasificación anterior (Livore et al, 2005) en la cual sobre INIA Tacuarí se aislaron los dos grupos prevalentes, presentando este cultivar reacción intermedia IR-IS a ambos.

A su vez, sobre El Paso 144 e INIA Olimar sería más común encontrar uno de estos dos grupos, provocando reacción de alta susceptibilidad en ambos cultivares.

Aparentemente, en las últimas zafras ha prevalecido este último grupo, lo cual explicaría por qué, la enfermedad se manifestó también en INIA Tacuarí.

Por todo lo expuesto, aparentemente, no se han producido cambios en la población del patógeno, en Uruguay. Esta confirmación coincide con información acorde de Río Grande del Sur, (J. Maciel et al, 2004 y G. Funck, IRGA, 2010)

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Sistema de Evaluación Estándar para Arroz. 1983. Programa de Pruebas Internacionales de Arroz. Cooperación IRRI-CIAT. CIAT, Cali, Colombia

Taller: Integración de Fitopatología, Mejoramiento y Biología Molecular, para desarrollar resistencia estable al Añublo del Arroz (*Pyricularia grisea*). 10 a 19 de octubre de 1994, CIAT, Cali, Colombia.

Joao L. Maciel, et al. 2004. Padrao Molecular e de Virulencia de Isolados de Pyricularia grisea do Estado do Rio Grande do Sul. Fitopatologia Brasileira. 29(5), set-out 2004, pag 504-510.

Livore, A. et al. 2005. PROYECTO FONTAGRO – PROCISUR 670 1392-6458/0FB82IICA-BID FTG/RF-99-02-RG "Desarrollo de una estrategia para la obtención de resistencia durable a *Pyricularia grisea* en arroz en el Cono Sur" Arroz, Resultados Experimentales 2004-2005. Serie de Actividades de Difusión 418, p, Cap 6, pag. 26 a 37.

Gustavo Funck. 2010. Presentación. Reunión del Comité Técnico del FLAR, Cachoeirinha, Brasil, agosto 2010.

.

EVALUACIÓN DE MOMENTOS DE APLICACIÓN DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE LAS ENFERMEDEDES DEL TALLO

Stella Avila[1/], Enrique Deambrosi[1/], Fernando Escalante[1/]

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con resultados de investigación de varios años, sobre el comportamiento de las enfermedades del tallo Podredumbre del tallo (*Sclerotium oryzae*) y Manchado de vainas (*Rhizoctonia oryzae y Rhizoctonia oryzae sativae*) en Uruguayse conoce como el período más oportuno para realizar las aplicaciones de fungicidas, el principio de la floración y además, con carácter preventivo, teniendo en cuenta la historia de la chacra, el grado de tolerancia del cultivar utilizado y el manejo que se esté realizando.

Posteriormente, se planteó la inquietud sobre la efectividad de aplicaciones más tardías: hasta qué momento y en qué oportunidades podrían seguir siendo efectivas. Por otra parte, comenzaron a adoptarse productos de la nueva generación de fungicidas, lo cual ameritó comparar sus modos de acción, con los usados hasta el momento sin dejar de considerar, además, la posibilidad de un cambio en el esquema mencionado, ya adoptado.

Con anterioridad, se habían realizado ensayos de evaluación de momentos de aplicación con el cultivar Bluebelle. Se retomó esta línea de investigación desde la zafra 2002-2003, con las nuevas inquietudes planteadas, los cultivares y los productos actuales.

En la zafra 2007-2008, se culminó un ciclo de 5 años de evaluaciones de momentos de aplicación con el cultivar INIA Tacuarí, confirmándose que es importante que las enfermedades estén en su primera etapa de evolución para que las aplicaciones de fungicidas sean efectivas, aunque esa etapa se presente más tarde en el ciclo del cultivo.

Hasta esa zafra se incluyó entre los productos a evaluar, la mezcla de Tebuconazol + Carbendazim, que fue probada en INIA y utilizada durante muchos años con buenos resultados. Ante el surgimiento de la eventualidad de rechazos de lotes exportados por uso de Carbendazim en algún período del ciclo, este producto debió ser eliminado de la evaluación. A parir de la zafra 2008-2009, para seguir usando Tebuconazol como el producto más conocido, se incluyó en las evaluaciones, junto con una estrobilurina.

Se presenta en esta publicación, el 4º año de evaluación con el cultivar El Paso 144 en la cual también se hicieron cambios en el diseño del ensayo, a fin de obtener mayor precisión al momento de comparar los tratamientos con los testigos en los diferentes momentos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue instalado en la Unidad Experimental de Paso de la Laguna (UEPL) con el cultivar El Paso 144.

Densidad de siembra: 180kg/ha de semilla (600 semillas viables por m^2).

Fecha de siembra: 21/10/09.

Diseño: Bloques al azar con 4 repeticiones. Parcelas de 13 líneas separadas 0,17m y 8,0 m de largo.

Fertilización: Se aplicaron 130kg/ha de 18-46-0 en la siembra y dos coberturas de 70 kg/ha de urea, la primera en macollaje (03/12/09) y la segunda en primordio floral (31/12/09).

Aplicación de herbicidas: 23/11/09. Se aplicó una mezcla de 1,4 l/ha de Facet, 0,8 l/ha de Command, 3,5 l/ha de Propanil y 200 g/ha de Ciperex.

[1/] INIA Treinta y Tres

Aplicación de fungicidas. Los tratamientos evaluados y momentos de aplicación, se presentan en los Cuadros 1 y 2, respectivamente.

Se utilizó una máquina de gas carbónico, con barra lateral de 5 picos planos y 2.25 m de ancho de aplicación

Gasto de solución: 143 l/ha.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados. UEPL, 2009-2010

	Nombre común	Nombre comercial	Dosis/ha (ml)
1	**Tebuconazol + Trifloxistrobin**	Nativo + Optimizer	800 + 500
2	**Kresoxim-metil + Epoxiconazol**	Allegro	1.0 litro
3	**Azoxistrobin 23,2% + Coadyuvante**	Amistar + Nimbus	500 + 500
4	**Testigo**	Testigo	

Cuadro 2. Momentos de aplicación de fungicidas

No.	Momento	Fecha
1	Principio de floración	08/02/10
2	Final de floración	15/02/10
3	Doblado de panojas	24/02/10

Lecturas de enfermedades: Se realizaron lecturas de enfermedades a campo: 09/02/2010 y a la cosecha

Fecha de cosecha 08/04/10. Se cosecharon 6.50 m de las 8 líneas centrales por parcela (8.84 m^2).

Muestreos para componentes: Se realizaron dos muestreos de 0,30 m de línea por parcela (0,051 m^2) para realizar análisis de componentes.

Evaluaciones realizadas

Diagnóstico de enfermedades, rendimiento en grano corregido a 13% de humedad, componentes del rendimiento, peso de granos, y calidad industrial.

Para el diagnóstico de las enfermedades, se aplicó el Índice de Grado de Severidad (IGS) de Yoshimura (en Ou, 1985), modificado.

Análisis de datos: Se realizó un análisis factorial de bloques completos al azar, con parcelas divididas, siendo la parcela mayor, momentos de aplicación y las sub-parcelas tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los resultados de control de enfermedades, (Cuadros 3 y 4, Figuras 1 a 6), rendimiento en grano (Cuadro 5 y Figura 7 y 8), componentes del rendimiento (Cuadro 6) rendimiento y calidad industrial (Cuadro 7).

Control de enfermedades

Se presentó ataque bajo Mancha de vainas y medio, de Podredumbre del tallo. Prevaleció Podredumbre del tallo (*Sclerotium oryzae*), cuyo promedio evolucionó de 0,7 % al principio de la floración a 51,2 % en la cosecha. El Manchado de vainas, (prevaleció *Rhizoctonia oryzae),* evolucionó de 0,13 a 8,2% en el mismo período.

Podredumbre del tallo (*Sclerotium oryzae*)

La enfermedad se mantuvo con niveles muy bajos hasta el final de floración. Se analizaron los resultados de la lectura de cosecha. Los resultados del análisis factorial de esta lectura, mostraron diferencias muy significativas entre tratamientos y significativas al 8,4 % para la interacción de momentos x tratamientos. cuadro 3 y figuras 1 y 2.

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos sobre el IGS % de Podredumbre del tallo a la cosecha

Fuentes de variación	Probabilidad
Momentos	ns
Tratamientos	0,000
Momentos x tratamientos	0,084
Promedio	51,2
CV%	22,87

No hubieron diferencias entre los tres tratamientos, que presentaron un IGS promedio de 43,1%, lo cual es 32,5% menor que el testigo, cuyo promedio fue de 75,7%. (Figura 1).

La interacción momentos por tratamientos, mostró que Allegro, presentó los menores niveles de IGS aplicado en inicio y final de floración. En la aplicación de doblado, no hubo diferencias entre los tratamientos (Figura 2). Se aplicó prueba Tukey al 0,05%. Medias seguidas por las mismas letras, no difieren entre sí.

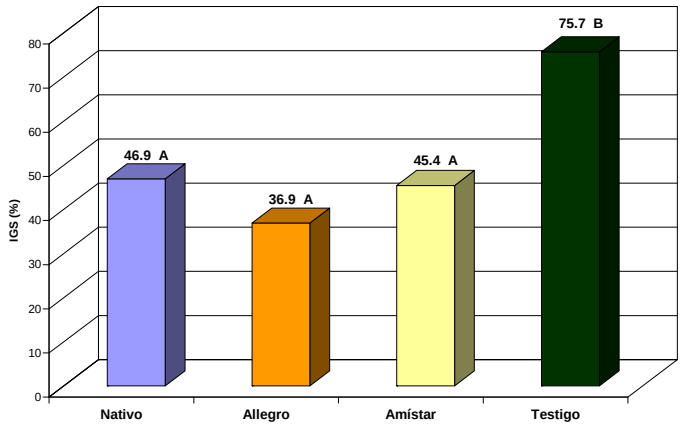


Figura 1. Efecto los tratamientos sobre el IGS % de Podredumbre del tallo en la lectura final, previo a la cosecha (IGS 2).

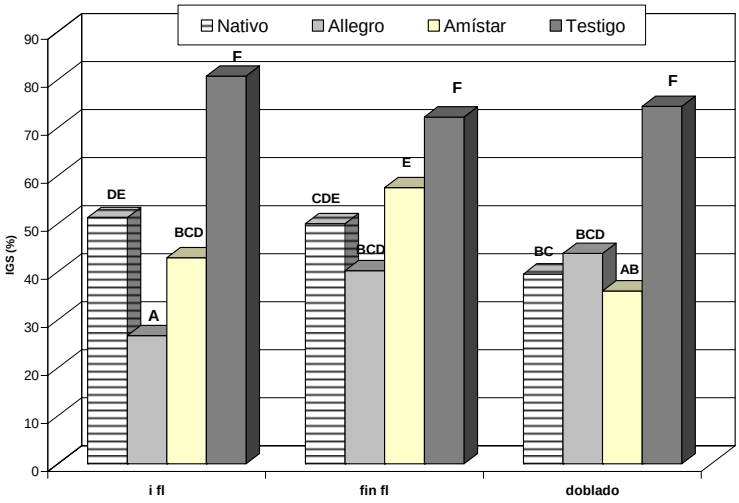


Figura 2. Efecto de la interacción momentos x tratamientos sobre el IGS % de Podredumbre del tallo en la lectura final, previo a la cosecha (IGS 2).

Manchado de vainas (*Rhizoctoniaoryzae)*

La enfermedad siguió la misma tendencia que Podredumbre del tallo. Se mantuvo con niveles muy bajos hasta el final de floración. Los resultados del análisis factorial de la lectura hecha a la cosecha, mostraron diferencias significativas al 0,8 % entre tratamientos. No se detectaron diferencias entre momentos ni con la interacción de momentos x tratamientos. Cuadro 4 y Figura 3.

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos sobre el IGS % de Manchado de vainas a la cosecha

Fuentes de variación	Probabilidad
Momentos	ns
Tratamientos	0.008
Momentos x tratamientos	ns
Promedio	8,2
CV%	56,36

Si bien los niveles de infección alcanzados fueron muy bajos, los tratamientos Nativo y Allegro presentaron niveles más bajos de IGS de Manchado de vainas, que el testigo (Figura 3). A su vez, no hubo diferencias entre los tratamientos.

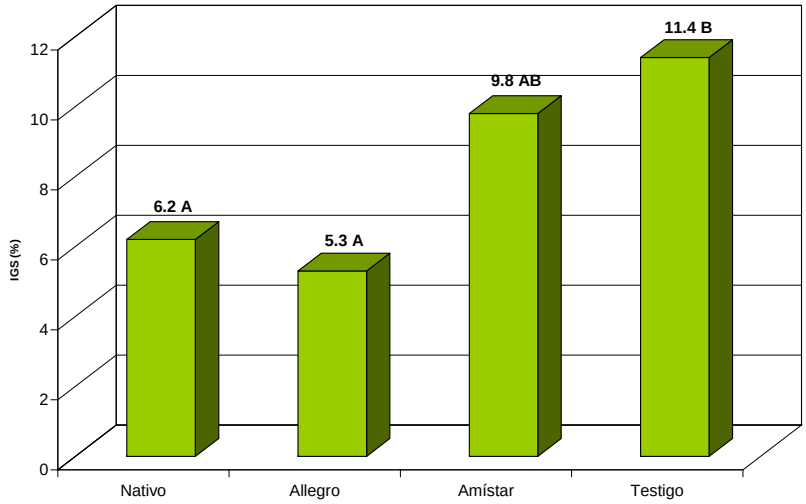


Figura 3. Efectos de tratamientos sobre el IGS% de Manchado de Vainas, en la cosecha
Se aplicó prueba Tukey. Medias seguidas por las mismas letras, no difieren entre sí.

Rendimiento en grano (Cuadro 5, Figura 4)

El promedio general de rendimiento del ensayo fue de 9727 kg/ha (195 bolsas). Los resultados del análisis factorial mostraron diferencias significativas al 0,4% entre tratamientos y no significativas entre momentos. Tampoco se observó interacción de momentos por tratamientos. En la figura 4 se graficó el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento en grano.

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos sobre el Rendimiento en grano

Fuentes de variación	Probabilidad
Momentos	0,282
Tratamientos	0,004
Momentos x tratamientos	ns
Promedio	9727
CV%	3,5

Los tratamientos Nativo y Allegro, en promedio, rindieron442 kg/ha más que el testigo; Amistar no se diferenció del mismo (Figura 4).

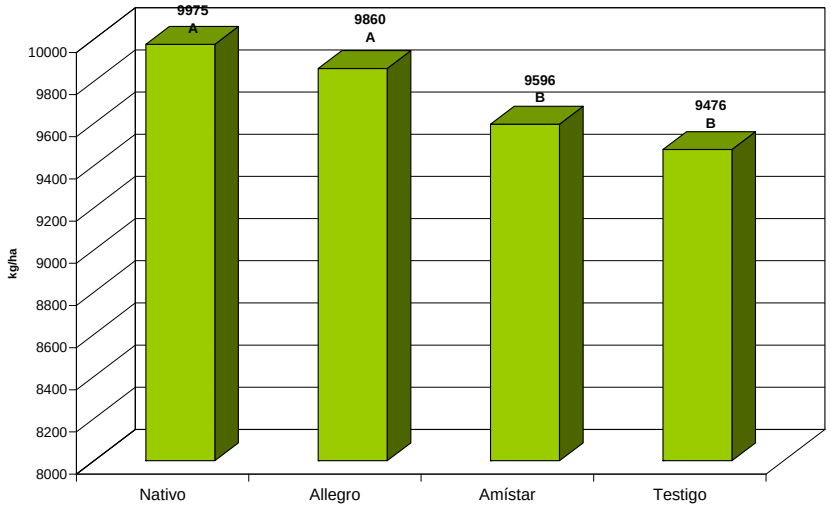


Figura 4. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento en grano.
Se aplicó prueba Tukey. Medias seguidas por las mismas letras, no difieren entre sí.

Componentes del rendimiento (Cuadro 6)

En promedio, en el ensayo se obtuvieron 605 panojas por m^2, 76 granos llenos, y 90 granos totales por panoja, 14.8% de esterilidad y 27,8 g. de peso de mil granos.

El análisis factorial aplicado mostró diferencias al 7,2% y al 11,0% entre momentos de aplicación, de los granos llenos y totales por panoja. Los demás parámetros no mostraron diferencias entre momentos ni entre tratamientos (cuadro 6)

Cuadro 6. Resultados del análisis factorial. Efecto de los tratamientos y momentos sobre los componentes del rendimiento

Fuentes de variación	g llenos por panoja	g totales por panoja	Esterilidad (%)	Peso de 1000 granos (g)
Momentos	0,072	0,110	ns	0,277
Tratamientos	ns	ns	ns	0,074
Momentos x tratamientos	0,354	0,313	ns	0,192
Promedio	76	90	14,8	26,4
CV%	14,97	14,29	26,4	0,94

Rendimiento y calidad industrial (Cuadro 7)

Fueron analizados: blanco total, enteros, yesados y mancha en blanco, los cuales presentaron promedios generales de 70,7, 66,4, 9,3 y 0.6% respectivamente. El análisis factorial de cada uno de estos parámetros, detectó diferencias significativas entre momentos de aplicación al 0,6% para % de entero. (Cuadro 7, Figura 5).

El porcentaje de entero, se vio afectado por la aplicación más tardía.

Cuadro 7. Resultados del análisis factorial. Efecto de los tratamientos y momentos sobre el rendimiento y calidad industrial

Fuentes de variación	Blanco total	entero (%)	yesados (%)	manchados (%)
Momentos	ns	0,006	0,227	ns
Tratamientos	ns	0,339	0,278	0,363
Momentos x tratamientos	ns	ns	ns	ns
Promedio	70,7	66,4	9,3	0,6
CV%	0,58	1,28	16,29	48,29

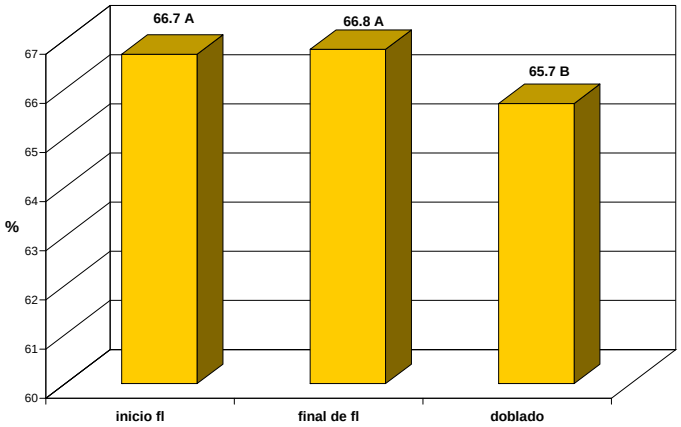


Figura 5. Efecto de los momentos de aplicación de los fungicidas, sobre el porcentaje de Entero
Se aplicó prueba Tukey. Medias seguidas por las mismas letras, no difieren entre sí.

Correlaciones. En el cuadro 8 se presentan las correlaciones entre Podredumbre del tallo y algunos de los parámetros estudiados

Cuadro 8. Correlaciones

	Variable	r	probabilidad
Podredumbre del tallo IGS (%)	IGS Manchado de vainas	0,272	0,061
	Esterilidad	0,293	0,043
	Peso de granos	-0,360	0,011

CONSIDERACIONES FINALES

Control de enfermedades. Prevaleció Podredumbre del tallo que alcanzó un IGS promedio de 51,2 % a la cosecha, progresando desde niveles muy bajos que promediaron 0,7% al inicio de la floración. El Manchado de las vainas causado principalmente por *Rhizoctonia oryzae*, llegó al final del ciclo con promedio de 8,2%, porcentaje que se considera muy bajo como para producir daño.

Podredumbre del tallo

Los tres tratamientos, mostraron buen control de esta enfermedad, presentando, en promedio, un IGS 33,0% por debajo del testigo, que alcanzó 75,7% (Figura 1).

A su vez, se presentó interacción de momentos x tratamientos: Con la aplicación de inicio de floración, el mayor control se obtuvo con el producto Allegro. Nativo y Amistar no fueron diferentes entre sí.

Con la aplicación de final de floración, también se obtuvo el mayor control con Allegro, pero no fue diferente de Nativo.

Amistar presentó el menor % de control pero no fue diferente de Nativo.

Con la aplicación de doblado, Allegro mostró mayor IGS de la enfermedad, aunque los tratamientos no fueron diferentes entre si (Figura 2).

Manchado de vainas

Se obtuvieron menores IGS con Nativo y Allegro. Amistar no se diferenció del testigo. No hubo diferencias entre momentos de aplicación.

Rendimiento en grano

El rendimiento del ensayo fue muy bueno, en promedio 9727kg/ha. No fue afectado por los momentos de aplicación. Rindieron en promedio 440 kg/ha más que el testigo, Nativo y Allegro. No existió correlación con Podredumbre del tallo, por lo que se asume no fue afectado por la enfermedad.

Componentes del rendimiento

Fueron afectados apenas, por los momentos de aplicación, los granos llenos y totales por panoja: Se obtuvieron menores promedios con la aplicación de final de floración (p = 7,0 y 11,0 respectivamente) cuadro 6.

Podredumbre del tallo, también promovió en forma mínima, el % de esterilidad con la cual la correlación (r= 0,293), fue significativa al 4,3%. También fue afectado el peso de granos, con el cual la correlación fue negativa, (r=-0,360) y significativa al 1,1% (Cuadro 8).

Rendimiento y calidad industrial

Fue afectado el % de entero, por los momentos de aplicación, disminuyendo con la aplicación más tardía.

En el presente trabajo, donde no se realizó como en años anteriores la aplicación de final de embarrigado, igualmente se aplicaron los productos temprano en la evolución de las enfermedades, lo que permitió establecer un control efectivo.

Se presentaron diferencias en la efectividad de control de los productos, de acuerdo con los momentos de aplicación y a su vez fueron afectados algunos componentes del rendimiento y calidad industrial.

El rendimiento fue poco afectado por los niveles de enfermedad ocurridos, pero igual se detectaron diferencias entre tratamientos.

Se conoce que El Paso 144, es más susceptible a Podredumbre del tallo y de acuerdo con los resultados obtenidos, el momento óptimo sigue siendo el de inicio de floración, en el cual se produce buena respuesta a los productos, sin afectar otros parámetros.

CONTROL BIOLÓGICO DE LAS ENFERMEDADES DEL TALLO. EVALUACIÓN DEL PRODUCTO TRICHOSOIL PARA EL CONTROL DE PODREDUMBRE DEL TALLO (*Sclerotium oryzae*) Y MANCHADO DE VAINAS (*Rhizoctonia oryzae y Rhizoctonia oryzae sativae)*

Stella Avila[1/], Claudine Folch[2/], Fernando Escalante[1/]

INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de explorar la posibilidad de usar productos biológicos para manejo de las enfermedades del tallo de arroz de acuerdo con bibliografía consultada, se comenzó en la zafra anterior, con la Evaluación de *Trichoderma sp.*, hongo antagonista de los patógenos del arroz que normalmente se encuentra en el suelo.

Es el segundo año de trabajo, que se realizó con la colaboración de la Empresa Lage y Cía, la cual aportó no solo los productos a evaluar, sino también valiosa información para su manejo y los análisis de población de este hongo en las muestras obtenidas.

El producto, Trichosoil, es nacional y contiene especies nativas del hongo. Se usaron formulaciones diferentes para el tratamiento de la semilla y para las aplicaciones foliares.

Se presenta la información del segundo año de evaluación

MATERIALES Y MÉTODOS

Cultivar: El Paso 144. Se usó semilla con 89,3% de germinación y 27,04 g, el peso de 1000 granos

Tratamientos evaluados:

1. Aplicación a la semilla
2. Aplicación a la semilla + aplicación foliar de Trichosoil
3. Aplicación a la semilla + foliar químico.
4. Aplicación a la semilla + foliar de Trichosoil + foliar químico
5. Solo foliar de Trichosoil
6. Foliar de Trichosoil + foliar químico
7. Solo foliar químico
8. Testigo total

[1/] INIA Treinta y Tres
[2/] Lage y Cia

Fecha de tratamiento de la semilla: 22/10/2009. Se le aplicó 300 gr de Trichosoil + 500 cc de adherente para 100 kg de semilla. Se mezcló con mezcladora manual.

Fecha de siembra: 26/10/2009

Diseño: Bloques al azar con 4 repeticiones. Se sembraron parcelas de 8,0 m de largo y 2,40 m de ancho (13 surcos separados 0,18 m). Entre parcelas se dejaron taipas, para permitir riego individual.

Densidad: 180k/ha, 600 semillas viables por m2.

Fertilización: En la siembra: 130 kg/ha de 18-46-0. En macollaje y primordio floral: 65 kg/ha de urea: 03/12/2009 y 05/01/2010.

Aplicación de Herbicidas: 24/11/2009: Se usó una mezcla de 3,5 l/ha de Propanil, 1,4 l/ha de Facet, 0,8 l/ha de Command y 0,2 kg/ha de Cyperex. Se aplicaron 143 l/ha de solución.

Fecha de inundación permanente**:** 03/12/2009.

Aplicación de Trichosoil foliar: 09/02/2010 Se aplicó 1,0 kg/ha del producto.

Aplicación de producto químico. Se aplicó Allegro (Kresoxim metil + Epoxiconazol), 1,0 l/ha, el 9/11/2009 y el 11/ 02/2010 en los tratamientos 4 y 6 para separarlo en tiempo de la aplicación de Trichosoil.

Conteos de emergencia: Se realizaron conteos en 4 m de línea por parcela, el 23/11/2009.

Muestreos al macollaje, para largo de plantas y peso seco. Se realizaron dos muestreos de 0.30 m en las parcelas sembradas con semilla tratada y testigos el 28/12/2009.

Muestreo de plantas y/ó suelo para análisis de población de Trichoderma:

- Muestreos de suelo para análisis de Trichoderma. Se extrajeron 5 submuestras por parcela de 0.12 m de profundidad a la siembra

- Previo a las aplicaciones se realizó otro muestreo de 0,30 m por parcela el 08/02/2010.

- El tercer muestreo se realizó a la cosecha.

Altura de plantas. Previo a la cosecha, se midió la altura de 6 plantas por parcela.

Muestreos para componentes. Se tomaron dos muestras de 0,30 m de línea por parcela.

Fecha de cosecha: 06/04/2010. Se cosecharon 6,5 m de las 8 líneas centrales (8,84 m^2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los resultados Control de enfermedades, rendimiento y componentes, altura de plantas, rendimiento industrial y población de Trichoderma.

Los análisis de germinación, emergencia, medida de plantas y peso seco, realizados en las parcelas correspondientes al producto aplicado en la semilla y al testigo, se resumen en el cuadro 1. No se detectaron diferencias con el testigo. El porcentaje promedio de emergencia fue de 58,0%, con un CV% de 10,97%.

Cuadro 1. Resultados de % de germinación, emergencia, largo de plantas y peso seco

Tratamiento	germ %	pl/m^2	largo raíz (cm)	largo tallos(cm)	peso seco/pl (g)
Prom en parcelas con aplicación de Trichosoil a la semilla	97,6	341	13,5	42,8	0,364
Testigo	97,0	363	14,4	43,8	0,345
Promedio general	97,6	345	13,6	43,0	0,361
CV %	1,24	10,98	9,87	5,7	9,29
Sign bloq		ns	0,235	0,338	0,334
Sign trat	ns	ns	ns	ns	0,431

Control de las enfermedades del tallo.

Los resultados se muestran en el cuadro 2. Se presentaron las dos enfermedades, pero prevaleció Podredumbre del tallo que alcanzó un promedio a la cosecha de 50,2%, siendo el promedio del testigo de 61,2%. El Manchado de Vainas, alcanzó un promedio general de 8,8% en su IGS. Para ambas enfermedades, el análisis mostró diferencias muy significativas.

Para ambas enfermedades se obtuvo mayor control con los tratamientos que incluyeron aplicación foliar de Trichosoil y Allegro.

Podredumbre del tallo Los tratamientos que presentaron IGS más bajos, fueron el 4 y el 6, ambos con aplicación foliar de Tichosoil y Allegro, pero el primero, también con tratamiento a la semilla. Los tratamientos con IGS mayores, incluso que el testigo fueron 1, 2 y 5, con aplicaciones solo de Trichosoil, a la semilla o foliar.

Manchado de Vainas. Los resultados mostraron tendencias coincidentes con los de Podredumbre del tallo.

Rendimiento

El promedio del ensayo fue de 8496 kg/ha y las diferencias entre tratamientos no fueron significativas.

Cuadro 2. Rendimiento en grano a 13% de humedad e IGS de las enfermedades del tallo

No.	Tratamientos	Rend. kg/ha	M de Vainas IGS %		P del tallo IGS %	
1	Aplicación a la semilla	8481	16,6	D	73,2	C
2	Aplicación a la semilla + foliar de Trichosoil	7946	11,4	BCD	63,2	BC
3	Aplicación a la semilla + Allegro	8512	6,2	ABC	40,4	ABC
4	Aplic. a la semilla + foliar de Trichosoil + Allegro	8767	2,9	AB	33,5	AB
5	Solo foliar de Trichosoil	8298	12,2	CD	64,4	BC
6	Foliar de Trichosoil + Allegro	8691	2,6	A	26,4	A
7	Allegro	8678	8,6	ABCD	39,5	ABC
8	Testigo	8596	10,2	ABCD	61,2	ABC
	Promedio general	**8496**	**8,8**		**50,2**	
	C,V%	6,80	41,21		29,51	
	Sign bloques	0,410	0,010		0,003	
	Sign Tratamientos	ns	0,000		0,001	

Altura de plantas y componentes del rendimiento

Los promedios de altura de plantas, granos totales y llenos por panoja, esterilidad, panojas por m^2 y peso de granos, se presentan en el cuadro 3. Se detectaron diferencias significativas al 8,5 % en peso de granos, que fue un poco más alto en el tratamiento 6, con aplicación foliar de los dos productos, comparado con el tratamiento 1, de solo aplicación a la semilla.

Cuadro 3. Resultados de componentes del rendimiento

No	Tratamiento	Altura de pl (m)	Panojas m^2	granos llenos /pan	granos totales /pan	esterilidad %	Peso de 1000 granos	
1	Aplicación a la semilla	0,91	632	86	101	14,7	25,9	AB
2	Aplicación a la semilla + foliar de Trichosoil	0,89	632	73	87	15,1	25,5	B
3	Aplicación a la semilla + Allegro	0,92	615	70	85	17,8	26,0	AB
4	Aplicación a la semilla + foliar de Trichosoil + Allegro	0,90	723	83	98	15,0	26,6	AB
5	Solo foliar de Trichosoil	0,91	659	76	90	14,8	25,8	AB
6	Foliar de Trichosoil + Allegro	0,88	664	81	93	12,4	26,3	A
7	Allegro	0,89	637	75	90	16,2	25,9	AB
8	Testigo total	0,90	681	79	92	14,2	25,8	AB
	Promedio general	0,90	656	78	92	14,9	25,9	
	C,V%	2,75	14,27	15,87	12,77	35,64	1,20	
	Sign bloques		0.010	0,290	0,152	ns	0,190	
	Sign Tratamientos		ns	ns	ns	ns	0,085	

Se aplicó la prueba Tuckey, con alpha = 0,05. Medias seguidas por las mismas letras no son diferentes entre si.

Rendimiento y calidad industrial.

Los resultados se presentan en el cuadro 4. Se presenta un resumen del Análisis de varianza, con los promedios de los tratamientos. No fueron afectados ninguno de los parámetros de rendimiento industrial.

Cuadro 4. Resumen de resultados de Rendimiento y calidad industrial

Tratamientos	Blanco total (%)	Entero (%)	Yesados (%	Manchados (%)
Promedio de tratamientos	70,3	66,4	6,8	0,02
Testigo	70,2	66,3	6,0	0,01
Promedio general	70,2	66,4	6,7	0,01
C,V%	0,49	1,03	19,33	62,33
Sign bloques	0,006	0,001	0,000	0,000
Sign Tratamientos	ns	0,172	0,400	ns

Población de Trichoderma

En el cuadro 5 se presentan los resultados obtenidos en muestras de todas las parcelas analizadas, en los tres muestreos realizados. En el cuadro 6, se presentan los ANOVA respectivos.

Cuadro 5. Resultados de análisis de población de Trichoderma, por parcela y por muestreo

No	Tratam.	repetición	Suelo (9/11/09)	Plantas c/terrón (8/2/10)	Plantas c/terrón Cosecha (6/04/10)
1	Aplicación a la semilla	1	$1,6 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$	2×10^4
		2	6×10^3	$1,2 \times 10^4$	$4,2 \times 10^4$
		3	$2,3 \times 10^4$	$1,4 \times 10^4$	$1,9 \times 10^4$
		4	$1,9 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$
2	Aplicación a la semilla + foliar de Trichosoil	1	9×10^3	4×10^4	$1,7 \times 10^4$
		2	5×10^3	2×10^4	$1,2 \times 10^4$
		3	$1,5 \times 10^4$	2×10^4	$1,7 \times 10^4$
		4	$1,5 \times 10^4$	$8,1 \times 10^4$	$3,5 \times 10^4$
3	Aplicación a la semilla + Allegro	1	$1,9 \times 10^4$	$1,4 \times 10^4$	8×10^3
		2	9×10^3	$1,4 \times 10^4$	$3,4 \times 10^4$
		3	$1,8 \times 10^4$	$2,6 \times 10^4$	$4,5 \times 10^4$
		4	8×10^3	$7,4 \times 10^4$	2×10^4
4	Aplicación a la semilla + foliar de Trichosoil + Allegro	1	4×10^3	$1,4 \times 10^4$	$1,6 \times 10^4$
		2	7×10^3	4×10^3	$2,8 \times 10^4$
		3	5×10^3	$3,3 \times 10^4$	$3,5 \times 10^4$
		4	8×10^3	$3,3 \times 10^4$	$1,4 \times 10^4$
5	Solo foliar de Trichosoil	1		$1,3 \times 10^4$	4×10^3
		2		$2,8 \times 10^4$	$1,6 \times 10^4$
		3		6×10^3	$3,8 \times 10^4$
		4		$5,7 \times 10^4$	$1,4 \times 10^4$
6	Foliar de Trichosoil + Allegro	1		8×10^3	$1,8 \times 10^4$
		2		$2,5 \times 10^4$	$2,2 \times 10^4$
		3		$2,1 \times 10^4$	$1,8 \times 10^4$
		4		$2,8 \times 10^4$	$2,7 \times 10^4$
7	Allegro	1		$1,5 \times 10^4$	2×10^4
		2		$2,1 \times 10^4$	$1,8 \times 10^4$
		3		8×10^3	NSD
		4		$3,6 \times 10^4$	6×10^3
8	Testigo	1		NSD	6×10^3
		2		4×10^3	$1,8 \times 10^4$
		3		$2,2 \times 10^4$	2×10^3
		4		$3,5 \times 10^4$	$2,8 \times 10^4$

El nivel mínimo detectable por la metodología de análisis es de $2x10^3$ ufc/g. NSD = No se detecta

Cuadro 6. Resultados de los ANOVA de las poblaciones de Trichoderma, en el suelo, a la siembra

No	Tratamiento	Suelo		Plantas c/terrón	Plantas c/terrón Cosecha
1	Aplicación a la semilla	$1,6*10^4$	A	$1,3*10^4$	$2,4*10^4$
2	Aplicación a la semilla + foliar de Trichosoil	$1,1*10^4$	AB	$4*10^4$	$2*10^4$
3	Aplicación a la semilla + Allegro	$1,4*10^4$	AB	$3,2*10^4$	$2,7*10^4$
4	Aplicación a la semilla + foliar de Trichosoil + Allegro	$6*10^3$	B	$2,1*10^4$	$2,3*10^4$
5	Solo foliar de Trichosoil			$2,6*10^4$	$1,8*10^4$
6	Foliar de Trichosoil + Allegro			$2,1*10^4$	$2,1*10^4$
7	Allegro			$2*10^4$	$1,1*10^4$
8	Testigo total			$1,5*10^4$	$1,4*10^4$
	Promedio general	$5,8*10^3$		$2,4*10^4$	2,0*10
	C,V%	61,16		56,59	57,83
	Sign bloques	ns		0,000	0,342
	Sign Tratamientos	0,000		0,135	ns

CONSIDERACIONES FINALES

Control de enfermedades. Las parcelas aquellas que presentaron menores IGS tanto de Manchado de Vainas como de Podredumbre del tallo fueron, las que recibieron aplicación foliar de Trichosoil y además, de Allegro. Aparentemente hubo un efecto sinérgico del biológico con el químico, que aportó porcentajes de control aceptables.

Si es necesario buscar un mejor control en el cultivo, es bueno que Trichosoil haya mejorado la performance de Allegro.

Las parcelas que recibieron aplicación foliar, de Allegro, presentaron IGS de Podredumbre del tallo, menores que las que recibieron solo Trichosoil como curasemilla.

Se mantiene el interrogante de por qué los tratamientos con Trichosoil solo no aportaron control.

El rendimiento en grano no fue afectado, posiblemente por la evolución muy tardía de Podredumbre del tallo.

De los resultados de recuentos de la población de Trichosoil, su alta variabilidad dificulta sacar conclusiones claras.

Los resultados, ameritan el seguimiento de esta línea de trabajo, incluyendo, seguramente, más estudios sobre la eficiencia de Trichosoil en competencia con los patógenos de las enfermedades del tallo de arroz.

II. MANEJO DE PLAGAS

ESTUDIOS BIOLÓGICOS DE LA BICHERA DE LA RAÍZ, *ORYZOPHAGUS ORYZAE* COMO BASE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO DEL CULTIVO DE ARROZ EN DIFERENTES ZONAS DE URUGUAY

Temporadas 2006 a 2009

Leticia Bao[1/], Carlos Bentancourt[1/]

Este trabajo pretende mostrar un resumen de los resultados obtenidos a lo largo del tiempo de ejecución del proyecto INIA FPTA 228. Al momento se está trabajando en la redacción de la publicación correspondiente a una Serie Técnica en la cual se volcará toda la información obtenida durante las cuatro temporadas de trabajo.

El proyecto FPTA 228 comenzó su ejecución en setiembre de 2006 y finalizó en marzo de 2010. En el mismo participaron: Ing, Agr. (MSc) Andrés Lavecchia (INIA Tacuarembó), Ing. Agr. Julio Méndez (INIA Tacuarembó), Stella Avila (INIA Treinta y Tres); Ing, Agr. Osvaldo Pérez, Bach. Lucía Goncalvez y Bach. Mariana Silveira (Ayudantes por proyecto).

Se realizaron evaluaciones en chacras localizadas en la zona productiva Norte (Artigas) en las localidades de Javier de Viana, Yacaré y Paso Farías, y en el Este (Treinta y Tres) en las localidades de Rincón, Puntas de Zapata y 7ma sección.

En las evaluaciones de rutina se diseñó para el muestreo una cuadrícula (parcela) con cinco columnas de seis puntos ubicados a 30mts de distancia, y con 20mts de distancia entre cada columna. Los puntos de muestreo de cada cuadrícula fueron georeferenciados para el posterior diseño de mapas de distribución de los individuos colectados en las muestras de raíz. Se registró el número de plantas con marcas de alimentación de adultos en dos fechas. Luego de la inundación permanente se realizaron muestreos de larvas en raíces. En cada punto se colectaron tres muestras por cada fecha de evaluación, las cuales se procesaron en el laboratorio para el conteo de larvas y pupas. Los registros obtenidos en cada fecha para las variables marcas de alimentación, larvas y rendimiento en cada uno de los puntos de la cuadrícula se procesaron mediante el programa GS+5 para el obtener mapas de distribución de cada una de ellas.

Se realizaron a su vez redadas sobre el cultivo (100golpes de red) y áreas con malezas (50 golpes de red). También se realizaron redadas de agua (50 pasos) en canales de llegada de agua al cultivo. Las colectas de red se procesaron llevando registro de las familias de insectos presentes con especial interés en los curculiónidos.

Posterior a cada cosecha se visitaron los predios evaluados en la temporada anterior, para la evaluación de rastrojos entre los meses de junio y julio. Para ello se seleccionaron al azar diez puntos por cada chacra. En cada punto se ubicó un cuadrante delimitando 0.5m^2 de rastrojo, donde se procedió a la búsqueda exhaustiva de los insectos presentes en el suelo y se colectó toda la masa vegetal presente para su posterior procesamiento en el laboratorio, y conteo de adultos en diapausa.

En los meses de setiembre a noviembre se muestrearon malezas en zonas inundadas cercanas o aledañas a las chacras evaluadas en la temporada anterior, buscando marcas de alimentación de adultos en hoja, adultos y larvas en raíz.

En las últimas dos temporadas del proyecto se muestrearon larvas en un ensayo de

[1/] Facultad de Agronomía

momento de inundación a cargo de Alvaro Roel y Guillermina Cantou. Las variedades sembradas fueron INIA Olimar y El Paso 144.

Período de cultivo

Una vez instalado el cultivo, y previo al momento de inundación los conteos de marcas de alimentación de adultos permitieron detectar la presencia de adultos activos, aún en casos en que las capturas con red no detectó su presencia.

En todas las chacras se observaron marcas de alimentación antes del momento de inundación. En la zona Norte si se compara dentro de una misma chacra el porcentaje de plantas marcadas siempre fue mayor en las cuadrículas sembradas con semilla sin tratar. Generalmente los mayores registros a lo largo del tiempo ocurrieron en el primer momento de muestreo, cuando los adultos que salieron de diapausa arriban al cultivo en busca de alimento y encuentran plantas jóvenes.

Posterior a la inundación se realizaron muestreos de larvas en raíces. Desde la temporada 2006-2007 en la zona Norte, se evaluaron dos cuadrículas dentro de una misma chacra, una sembrada con semilla tratada con insecticidas y otra sembrada con semilla no tratada. Este trabajo se realizó en las localidades de Paso Farías y Javier de Viana simultáneamente. En Treinta y Tres en la misma temporada se evaluaron también dos chacras, una en la Séptima Sección y otra en el pueblo Rincón, donde se instaló una cuadrícula en cada caso ambas sembradas con semilla sin tratamiento con insecticida. Los máximos registros para la zona Norte en esta temporada fueron menores a 10 larvas por muestra, mientras que en la zona Este se alcanzaron registros de 25 larvas por muestra.

En la temporada 2007-2008 se registró un claro descenso en el número de larvas respecto a la temporada anterior, tanto de la zona Norte como Este. Así, los máximos registros en el Norte no alcanzaron al promedio de dos larvas por muestra, mientras que en el Este el máximo registro promedio fue apenas superior a 10 larvas por muestra en la chacra de Pueblo Rincón.

En la temporada 2008-2009 los registros fueron nuevamente bajos en las cuadrículas del Norte, mientras que en el Este los máximos registros en el promedio de individuos por muestra fueron superiores a 14 individuos, similares a los observados para esta localidad en la temporada anterior. En la temporada 2009-2010 se observó la misma tendencia para el Norte y en el este se registró un máximo de 6 indiviudos, valor algo inferior respecto a la temporada anterior.

Período invernal

En todas las chacras y en todas las temporadas de trabajo se pudo detectar la presencia de adultos diapausantes, bajo los rastrojos. La proporción de los mismos fue coincidente con el grado de ataque detectado en esa misma ubicación durante el período de cultivo antecedente a cada evaluación de rastrojo.

Por otra parte, en el muestreo de rastrojo realizado en la última temporada en la zona Este, se detectó un muy bajo número de adultos. En este caso, la evaluación se realizó en abril, momento en el cual aún se encontraban algunas chacras sin cosechar en la zona. A su vez las temperaturas aún no habían descendido notoriamente, por lo que los insectos posiblemente no hubieran iniciado aún la diapausa. Hay que recordar que el momento de la cosecha significa una gran perturbación para todos los organismos habitantes del cultivo, por lo que el retorno de los gorgojos al mismo probablemente no ocurra inmediatamente.

En todos los casos el número de individuos detectados en los muestreos de rastrojo fue superior en la zona Este respecto a la zona Norte, lo cual fue coincidente con lo observado para poblaciones de larvas registradas en raíz y de adultos en red entomológica. Estos resultados permiten comprobar que los rastrojos representan un importante lugar de refugio para los adultos

durante el período de condiciones extremas del invierno. Las especies encontradas bajo rastrojo fueron *Lissorhoptrus tibialis* y *O. oryzae,* siendo siempre la segunda la mayoritaria (Figura 1).

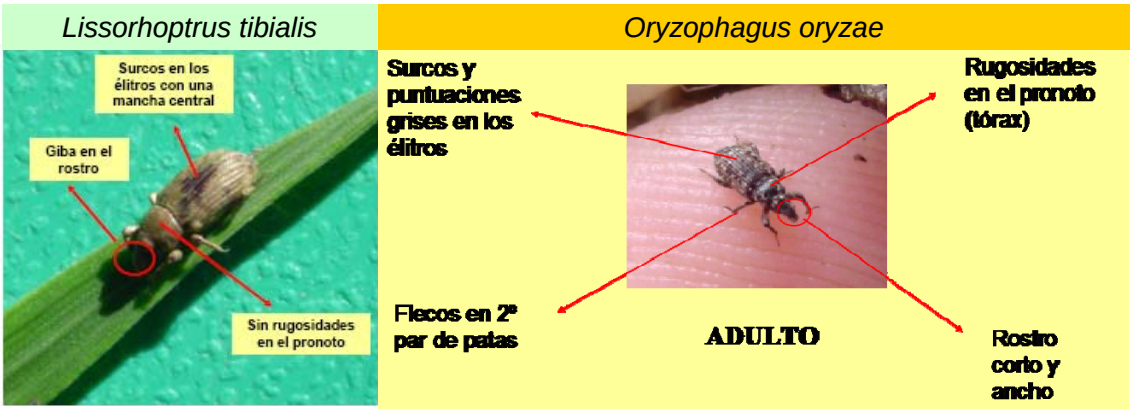


Figura 1. Principales caracteres morfológicos que definen a la especie *Lissorhoptrus tibialis* (izquierda) y *Oryzophagus oryzae* (derecha).

PRIMAVERA: OBSERVACIONES PREVIAS A LA INSTALACIÓN DEL CULTIVO

En este período del año en que comienzan a incrementarse la temperatura y las horas de luz, se dan las condiciones para que aquellos insectos que entraron en diapausa durante el invierno, retomen su actividad. Sin embargo, el cultivo de arroz aún no se ha instalado y los campos laboreados no ofrecen a los adultos de los curculiónidos del arroz, fuentes de alimentación. Por lo tanto ésta es la época ideal para buscar adultos sobre plantas espontáneas presentes en las cercanías que se presentan en charcos o canales con restos de agua.

En ambas zonas de trabajo se colectaron larvas de curculiónidos en plantas de *Echinocloa* sp., *Luziola peruviana*, *Paspalum* sp. y *Lolium multiflorum*. En las redadas realizadas sobre estas malezas tanto en la parte aérea como en el agua se encontraron adultos de *L. tibialis* y de *O. oryzae.* A su vez, se encontraron adultos de ambas especies alimentándose sobre plantas de *L. peruviana*. Esto daría un indicio de que estas larvas pudieran corresponder a una de estas especies. También se muestrearon plantas de *Polygonum* sp. pero no se encontraron larvas. Dado que no se pudo lograr que las larvas colectadas en condiciones de campo llegaran al estado adulto para confirmar la especie presente en las raíces de cada una de las malezas, se conservaron las larvas colectadas y se intentó criar larvas a partir de adultos de *O.oryzae* en el laboratorio. Al momento se realiza una comparación exhaustiva de las larvas colectadas en el campo en raíces de malezas y aquellas recientemente obtenidas mediante la cría en el laboratorio.

Colectas con red entomológica

Las colectas realizadas mediante la red entomológica permitieron detectar en el cultivo una mayor abundancia de adultos en la zona Este. Allí se puede apreciar un incremento en el número de adultos capturados en la evaluación posterior al momento del registro máximo en la población de larvas.

Sobre malezas, las primeras colectas de adultos se registraron hacia fines de setiembre y principios de octubre sobre malezas en bordes de chacra con agua (canales y charcos). Posteriormente, se detectaron en el agua de inundación del cultivo a principios de enero y sobre el cultivo a principios de marzo.

En el cultivo de pueblo Rincón se capturaron mediante redada más adultos en el área de semilla no tratada que en la de semilla tratada (temporadas 2007 a 2010).

Además de ser una herramienta sencilla y útil para la detección rápida de adultos, el muestreo con red entomológica tanto en cursos de agua como sobre el cultivo o áreas con malezas permitió detectar la presencia de un gran numero de insectos que pueden actuar como controladores naturales de las poblaciones de larvas y adultos de *O. oryzae*. Entre ellos, se registraron larvas y adultos de los coleópteros de las familias Dytiscidae e Hydrophilidae. Las larvas de los primeros ya han sido citadas como potenciales depredadores de larvas de *Oryzophagus.* A su vez, se han registrado formas inmaduras de Odonata, tanto del grupo Anisoptera como Zygoptera, estos son importantes controladores naturales generalistas (Figura 2).

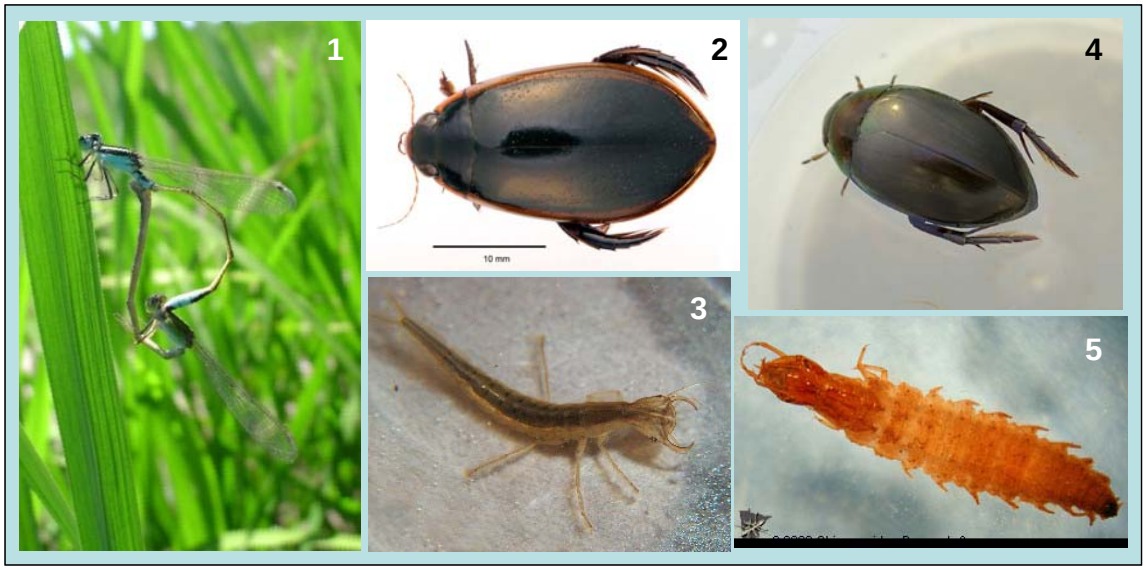


Figura 2. Potenciales depredadores de larvas y/o adultos de *O. oryzae*: 1) Pareja en cópula de Odonata del suborden Zygoptera (alguaciles); 2) adulto y 3) larva de coleóptero acuático de la familia Dytiscidade; 4) adulto y 5) larva de coleóptero acuático de la familia Hydrophilidae.

Algunas consideraciones útiles para el manejo

Previo a la instalación del cultivo ya se pueden realizar algunas observaciones que nos puedan indicar la potencial importancia que tendrá *O. oryzae*, una vez que aparezcan las plántulas de arroz. La presencia de marcas de alimentación en las malezas presentes en los cursos de agua o charcos próximos a las áreas donde se instalará el cultivo, es un buen indicador de que hay adultos en la zona y que éstos se encuentran activos. A su vez, las redadas tanto sobre las malezas como en el agua donde éstas se alojan puede permitir la detección de adultos del gorgojo acuático. En estas colectas se detecta generalmente *Lissorhoptrus tibialis*, *Lissorhoptrus bosqui* y *Oryzophagus oryzae*. En varias ocasiones las dos primeras especies fueron las primeras en ser detectadas en esta etapa de los muestreos, pero posteriormente no aparecen en número importante en el cultivo. Al momento *O. oryzae* se presenta como la especie mayoritaria para todos los muestreos realizados.

Una vez que el cultivo está presente, los muestreos de marcas de alimentación nos permiten detectar la presencia de adultos activos, en plena alimentación sobre las plántulas del arroz. La presencia de plantas marcadas nos previene de la presencia del adulto, a pesar de que en esta etapa del cultivo no siempre son detectados mediante

la red. De esta forma se puede saber que aquellos individuos activos detectados sobre las malezas, se trasladaron hacia el arroz para alimentarse de plantas nuevas.

Una vez que se inunda el cultivo las redadas en el agua pueden mostrar la llegada de los adultos por esta vía, que se instalarán en el cultivo y comenzarán la cópula y posterior oviposición. Por ello, es fundamental el seguimiento del cultivo luego de este momento, pues dependiendo de las condiciones climáticas en aproximadadmente 15 días comenzarán a aparecer las primeras larvas. Así el máximo registro poblacional de estados inmaduros (larvas y pupas) se podrá detectar entre 30 y 45 días posteriores al momento de la inundación. Es por esto que esta medida en el manejo propia de la estrategia del cultivo puede regularse con cierto criterio para desplazar en el tiempo la ocurrencia de los máximos registros en la población de larvas.

En lo que se refiere a la distribución espacial de las larvas queda en evidencia que los registros más altos de larvas se observan siempre en forma agregada, por lo que la distribución es en focos y muchas veces esa concentración de individuos coincide con la presencia de zonas más profundas, o desniveles, así como con bordes con presencia de vegetación abundante que haya servido de refugio de los adultos durante el invierno (Figura 3).

Por otra parte, en todas las temporadas de este trabajo se observó que las poblaciones de larvas registradas en las chacras de la zona Norte fueron notoriamente menores que los mismos registros obtenidos para la zona Este. A su vez, las evaluaciones de rendimiento realizadas, no mostraron diferencias significativas entre las chacras de semilla tratada y no tratada de cada establecimiento de la zona Este, si bien las poblaciones de larvas fueron contrastantes.

El bajo número de larvas observado en la zona Norte posiblemente se deba a la discontinuidad de la lámina de agua y las dificultades para mantener el nivel de inundación. En general esto llevaría a que si bien se detectan marcas de alimentación en las plantas, las larvas nacidas en el cultivo presentan una alta mortalidad por los cambios bruscos de la temperatura debidos a la baja lámina de agua. Esta situación es muy diferente a lo que ocurre en la zona Este donde la topografía entre otras cosas, permite mantener una la lámina de agua continua que cubre el cultivo.

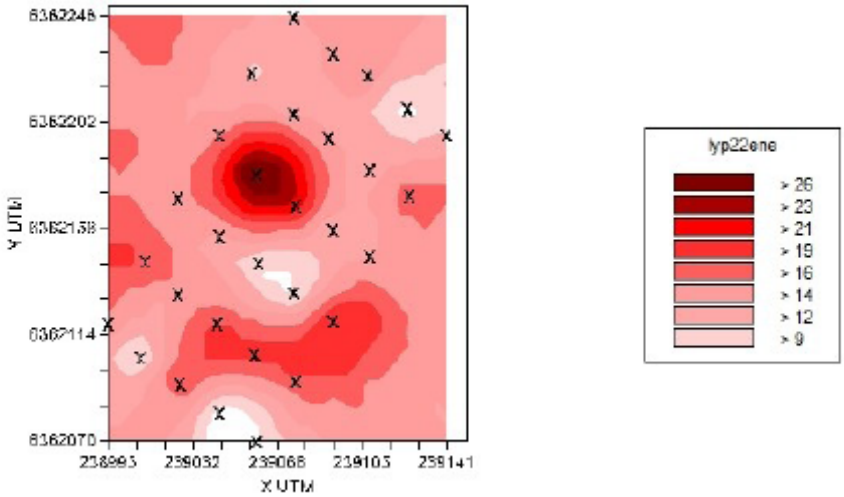


Figura 3. Distribución de larvas y pupas de la evaluación del 22 de enero de 2009 en la localidad de Rincón, en el área sembrada con semilla sin tratamiento con insecticidas.

Si se considera la historia de chacra es importante saber que en un año con presencia de un elevado número de larvas culmina a cosecha, con una gran población de adultos que iniciarán la diapausa en los rastrojos del cultivo y que serán la población de inicio para reproducirse en el año siguiente. Esta situación lleva a que año tras año las poblaciones se incrementen progresivamente, a menos que las condiciones extremas del invierno en algunos años provoquen alta mortalidad de adultos diapausantes. Es por ello que la rotación de las chacras resulta positivo dado que interrumpe la sucesión de ciclos de vida del gorgojo sobre la misma área.

EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS CURASEMILLAS PARA EL CONTROL DEL CASCARUDO (*Euetheola humilis*) Y GORGOJO ACUÁTICO (*Oryzophagus oryzae*) EN ARROZ

Stella Avila[1/], Rosario Alzugaray[2/], Leticia Bao[3/], Fernando Escalante[1/] Pablo Calistro[2/]

INTRODUCCIÓN

En la zafra 2009-2010 se evaluó por cuarta vez la posibilidad de control del cascarudo, mediante tratamientos curasemillas insecticidas, cuyos principios activos se seleccionaron de acuerdo con antecedentes de control de otros insectos, bibliografía y por su uso actual. Los resultados de las zafras anteriores, mostraron mayor recuperación de plantas con algunos de los productos aplicados, pero la presencia de cascarudos no fue importante. De acuerdo con esos resultados decidió evaluar un año más. Además de las evaluaciones referidas al cascarudo, como en la zafra anterior, se realizó el monitoreo de la población de Bichera de raíz o gorgojo acuático, y se evaluó la presencia de los diferentes estadios del insecto, en los tratamientos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se instaló un ensayo en la Unidad Experimental de Paso de la Laguna con el cultivar El Paso 144. Se realizó un manejo independiente de cada parcela, las que fueron separadas por taipas, para independizar el riego y evitar posible diseminación de los productos, cuya residualidad en suelo y semillas será analizada posteriormente.

Fecha de tratamientos: 15/10/2009. Se agregaron 22 ml de mezcla por k de semilla.
Se usó semilla con 89.3% de germinación y 27.04g, el peso de 1000 granos

Tratamientos evaluados: Se evaluaron los mismos tratamientos que la zafra anterior, excepto Diazinon (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos y dosis

No	Empresa	Tratamiento	dosis/100 k de semilla (l)
1	MACCIO	CRUISER 350 FS (Thiametoxan 350 g/l)	0,150
2	CIBELES	GAVILAN (Imidacloprid, 600 gr/l)	0,200
3	BAYER	Regent FS 250 (Fipronil)	0,050
4	CIBELES	THIODICUR 30 FS (Thiodicarb, 300 g/l)	1,000
5	Testigo con = densidad		
6	Testigo con > densidad		

Análisis de germinación**:** 11/11/2009. Se realizaron 4 repeticiones de 100 semillas cada uno.

Fecha de siembra: 20/10/2009.

Diseño: Bloques al azar con 4 repeticiones. Parcelas de 3,40 m de largo y 3,60 m de ancho (18 surcos separados 0,20 m): 12,24 m^2.

Densidad: 125 kg/ha de semilla (tratamientos y un testigo sin aplicación). Se incluyó un testigo sin tratamiento, con mayor densidad: 175 kg/ha.

Fertilización: En la base, 130 kg/ha de 18-46-0; en macollaje 08/12/2009 y primordio floral, 05/01/2010, se aplicaron 60 kg/ha de urea por vez.

Aplicación de herbicidas: 4/12/2009. Se usó una mezcla de 3,5 l/ha de Propanil + 1,4 l/ha de Facet + 0,8 l/ha de Command + 0,2 kg/ha de Cyperex. (143 l/ha de solución).

1/ INIA Treinta y Tres
2/ INIA La Estanzuela
3/ Facultad de Agronomía

Emergencia: Se realizaron seis conteos de 1,0 m de línea por parcela, las dos veces en el mismo ligar. Se contaron plantas emergidas, vivas y muertas. 1er conteo: 20/11/2009, 2do conteo 30/11/2009, (31 y 41 días después de la siembra).

Muestreos para monitoreo de población de cascarudos y otros insectos. Se realizaron dos muestreos, dos veces por parcela. Cada muestreo consistió en un pozo de 0,18 x 0,18 y 0,10 m de profundidad. Se revisó por presencia de huevos, larvas y adultos. 1er. muestreo: 23/11/2009. 2º. Muestreo: 1/12/2009.

Fecha de inundación permanente: 08/12/2009

Extracción de muestras de plantas en macollaje, para largo de plantas y peso seco: 28/12/2009. Se extrajeron 2 muestras de 0,30 m por parcela.

Altura de plantas: Se tomó la altura de 6 plantas por parcela.

Fecha de cosecha: 31/03/2010. Se cosecharon 2,0 m de las 12 líneas centrales de la parcela: 4,8 m^2.

Muestreo de suelo para análisis de residualidad: 23/04/2010. Se extrajeron 12 muestreos de 0,12 m, con muestreador.

Análisis de datos. Se realizó análisis de varianza (ANOVA), de bloques completos al azar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en los cuadros 2 a 7.

Germinación Los resultados se presentan en el cuadro 2. Los tratamientos no afectaron el % de germinación, realizado enseguida de aplicados los tratamientos a la semilla

Cuadro 2. Resultados de germinación (%)

No	Tratamiento	Germ (%)
1	CRUISER 350 FS (Thiametoxan 350 g/l)	96,0
2	GAVILAN (Imidacloprid, 600 g/l)	94,5
3	Regent FS 250 (Fipronil)	96,3
4	THIODICUR 30 FS (Thiodicarb, 300 g/l)	96,8
	Testigo	**95,5**
	Promedio general	95,8
	Promedio de tratamientos	**95,9**
	C,V%	2,31
	Sign bloques	ns
	Sign Tratamientos	ns

Emergencia

Primer conteo. (Cuadro 3) Se evaluaron plantas emergidas por m^2 y porcentaje de emergencia.

Plantas por m^2. El promedio total fue de 339 plantas por m^2 y las diferencias fueron significativas al 10,1%.

Porcentaje de emergencia. El promedio general fue de 69,5%. Existieron diferencias al 0,8%. Con los tratamientos 1, 2 y 4: Thiametoxan, Imidacloprid y Thiodicur, se obtuvo mayor % de emergencia que el testigo con mayor densidad. No se observaron diferencias entre los tratamientos y el testigo con igual densidad.

Segundo conteo. (Cuadro 3). El promedio de emergencia por m^2, fue de 297 plantas. En general, los promedios de todos los tratamientos fueron menores, pero no presentaron diferencias significativas.

Porcentaje de emergencia en el 2º conteo. Promedio general: 61,1 %. Se obtuvo mayor % de recuperación de plantas, con los tratamientos 1 a 3: Thiametoxan, Imidacloprid y Fipronil, que en el testigo con mayor densidad. Pero no fueron significativamente diferentes entre sí ni con el testigo de = densidad (Cuadro 3).

Cuadro 3. Emergencia. Plantas por m^2 y % de emergencia, conteos 1 y 2

No	Tratamiento	Pl/m^2 cont 1	%emerg cont 1		Pl/m^2 cont 2	%emerg cont 2	
1	CRUISER 350 FS (Thiametoxan 350 g/l)	330	71,3	A	303	65,4	A
2	GAVILAN (Imidacloprid, 600 gr/l)	342	74,0	A	302	65,3	A
3	Regent FS 250 (Fipronil)	313	68,0	AB	296	64,0	A
4	THIODICUR 30 FS (Thiodicarb, 300 g/l)	336	72,5	A	288	62,3	AB
5	**Testigo con = densidad**	**338**	**73.0**	**A**	**291**	**63,0**	**AB**
6	Testigo con > densidad	377	58,3	B	301	46,5	B
	Promedio general	339	69,5		297	61,1	
	Promedio de tratamientos	**330**	**71.4**		**297**	**64,3**	
	C,V%	8,33	7,78		11,81	11,75	
	Sign bloques	0,078	0.059		ns	ns	
	Sign Tratamientos	0,101	0.008		ns	0.015	

Se realizó prueba Tukey con alpha =0,05. Las medias seguidas por las mismas letras no difieren significativamente entre sí.

Plantas muertas

Los resultados se presentan en el cuadro 4, como plantas muertas por m^2 y % de plantas muertas, en dos conteos a los 31 y 41 días después de la siembra. Los promedios son muy bajos y con alta variabilidad.

Cuadro 4. Resultado del conteo de plantas muertas

No	Tratamiento	plantas muertas/m^2. cont 1	%plantas muertas cont 1	plantas muertas/m^2. cont 2	% plantas muertas cont 2
1	CRUISER 350 FS (Thiametoxan 350 g/l)	1	0,2	1	0,1
2	GAVILAN (Imidacloprid, 600 gr/l)	1	0,2	0	0,0
3	Regent FS 250 (Fipronil)	2	0,3	0	0,1
5	THIODICUR 30 FS (Thiodicarb, 300 g/l)	3	0,7	1	0,1
6	**Testigo con = densidad**	**2**	**0,3**	**0**	**0,0**
7	Testigo con > densidad	1	0,2	1	0,2
	Promedio general	**2**	**0,3**	**0**	**0,1**
	Promedio de tratamientos	**2**	**0,4**	**1**	**0,1**
	C,V%	157,52	171,99	213,61	217,94
	Sign bloques	ns	ns	ns	ns
	Sign Tratamientos	ns	ns	ns	ns

Presencia del cascarudo en sus diferentes estadios, en muestras de suelo

No se encontraron adultos, huevos ni formas juveniles de *Euetheola humilis*. En el cuadro 5, se describen los especímenes encontrados.

Cuadro 5. Descripción de los especimenes encontrado por muestreo y por parcela

Bloques	tratamientos	Muestra del 23/11/09	Muestra del 1/12/09
1	1	4 pupas Aphodiinae	1 adulto Aphodiinae + 1 larva Aphodiinae + 1pupa Aphodiinae
1	2	1 pupa Aphodiinae	1 pupa Aphodiinae + 1 pupa Carabidae
1	3	1 pupa Aphodiinae	1 pupa Curculionidae + 1 larva Curculionidae
1	4	0	1 pupa Aphodiinae
1	5	1 adulto Aphodiinae, 3 pupas Aphodiinae	3 pupas Aphodiinae + 7 adultos Aphodiinae
1	6	10 pupas Aphodiinae, 2 adultos Carabidae	1 adulto Aphodiinae
2	1	2 larvas Aphodiinae	0
2	2	1 larva Carabidae	1 pupa Aphodiinae + 1 larva Curculionidae
2	3	1 pupa Carabidae	0
2	4	1 pupa Aphodiinae	1 adulto Aphodiinae
2	5	3 pupas Aphodiinae	1 pupa Aphodiinae
2	6	1 pupa Aphodiinae	3 adultos Aphodiinae
3	1	0	1 adulto Aphodiinae + 1 larva Aphodiinae
3	2	7 pupas Aphodiinae,	4 adultos Aphodiinae
3	3	2 pupas Aphodiinae	0
3	4	1 larva Aphodiinae, 2 pupas Aphodiinae	0
3	5	0	1 adulto Aphodiinae
3	6	4 larvas Aphodiinae, 7 pupas Aphodiinae	0
4	1	0	1 pupa Curculionidae
4	2	1 adulto Aphodiinae, 1larva Carabidae	1 pupa Aphodiinae
4	3	3 pupas Aphodiinae	0
4	4	2 pupa Aphodiinae, 2 adultos Aphodiinae	0
4	5	5 pupas Aphodiinae, 1 adulto Carabidae	1 larva Carabidae
4	6	3 adultos Aphodiinae, 1 larva Aphodiinae	0

N° de tallos, largo de plantas (raíces y tallos) y peso seco al macollaje En el cuadro 6 se presentan los resultados del procesamiento de las muestras. El ANOVA aplicado mostró diferencias al 5,6% para el No. de tallos por m^2. No se encontraron diferencias para largo total de plantas, largo de raíz y peso seco por planta. Se observó una tendencia a mayores valores de El largo de los tallos, presentó diferencias al 9,8% entre los tratamientos. Tendencias observadas: El promedio de los tratamientos, presentó mayor largo de tallos que los testigos.

Cuadro 6. Resultado del muestreo de plantas en macollaje

No	Tratamiento	Tallos/ m2	Largo de plantas (cm)	Largo raíz (cm)	Largo de tallos (cm)	Peso seco /planta (g)
1	CRUISER 350 FS (Thiametoxan 350 g/l)	779	59,6	14,7	44,8	0,33
2	GAVILAN (Imidacloprid, 600 gr/l)	700	59,7	14,4	45,3	0,36
3	Regent FS 250 (Fipronil)	1021	61,6	14,6	47,0	0,38
4	THIODICUR 30 FS (Thiodicarb, 300 g/l)	813	61,5	13,7	47,8	0,37
5	**Testigo con = densidad**	**956**	**57,3**	**13,2**	**44,1**	**0,32**
6	Testigo con > densidad	979	58,8	14,5	44,3	0,35
	Promedio general	875	59,7	14,2	45,6	0,35
	Promedio de tratamientos	**828**	**60,6**	**14,4**	**46,2**	**0,36**
	C,V%	17.60	4,48	9,85	4,42	9,79
	Sign bloques	ns	0,136	0,033	0,291	0,067
	Sign Tratamientos	0.056	0,240	ns	0,098	0,172

Resultados de altura de plantas y rendimiento en grano. Los resultados se presentan en el cuadro 7. El promedio de rendimiento del ensayo fue 8558 k/ha. No se detectaron diferencias entre tratamientos. Tampoco se observaron diferencias en la altura de plantas a la cosecha.

Cuadro 7. Altura de plantas y rendimiento en grano a 13,0 % de humedad

No	Tratamiento	kg/ha	Altura de plantas (m)
1	CRUISER 350 FS (Thiametoxan 350 g/l)	8418	0,97
2	GAVILAN (Imidacloprid, 600 gr/l)	8727	0,98
3	Regent FS 250 (Fipronil)	8759	0,98
4	THIODICUR 30 FS (Thiodicarb, 300 g/l)	8704	1,00
5	**Testigo con = densidad**	8240	0,95
6	Testigo con > densidad	8499	0,98
	Promedio general	8558	0,98
	Promedio de tratamientos	**8652**	**0,98**
	C,V%	9,01	3,62
	Sign bloques	ns	0,372
	Sign Tratamientos	ns	ns

CONSIDERACIONES FINALES

La emergencia no fue afectada por los tratamientos y el promedio general del ensayo fue bueno: 61,1% en el segundo conteo. Las diferencias se dan en el % de emergencia respecto del testigo con mayor densidad. El promedio de recuperación de plantas fue menor en el segundo conteo, pero esa diferencia no está explicada por el número de plantas muertas encontradas, que fue casi nulo.

En el suelo no se encontró *Euetheola humilis*. Se encontraron otros especímenes: Aphodiinae, familia de cascarudos muy pequeños que son saprofitos; Carabidae son predatores; Elateridae, pueden ser tanto fitófagos como saprófitos. Curculionidae sonlos gorgojos

Al macollaje tampoco se encontraron diferencias significativas. Se observó una tendencia a mayor largo de parte aérea en el promedio de los tratamientos.

El rendimiento promedio fue de 8558 kg/ha (172 bolsas) y los tratamientos no lo afectaron. Tampoco fue diferente la altura de plantas al final del ciclo.

Con estos resultados obtenidos, queda de manifiesto la importancia de conocer las fluctuaciones de la población de cascarudos, para decidir la cura de la semilla,

Se realizará análisis de residualidad de estos productos en suelo y grano.

EVALUACIÓN DE LAS POBLACIONES DE LARVAS DE *ORYZOPHAGUS ORYZAE* EN RAÍCES DE ARROZ CON TRATAMIENTOS DE CURASEMILLAS INSECTICIDAS

Leticia Bao[1/]; Stella Avila[2/]

En la temporada 2009/2010 se evaluaron las poblaciones de larvas y pupas de *Oryzophagus oryzae* en 28 parcelas de 3.40m por 3.60m ubicadas en la Unidad Experimental “El Paso de la Laguna”. Las parcelas correspondieron a 7 tratamientos diferentes, que consistieron en dos testigos y 5 productos aplicados como curasemillas, previo a la siembra (Cuadro 1).

Cuadro 1. Detalle de los tratamientos de curasemillas insecticidas

N°	Tratamiento	Dosis/100kg semilla
1	CRUISER 350 FS (Thiametoxan 350 g/l)	150 ml
2	GAVILAN (Imidacloprid, 600 gr/l)	200 ml
3	REGENT FS 250 (Fipronil)	50 ml
4	DIAZOL 50 EW (Diazinon 500 g/l)	200
5	Thiodicur 30FS (Thodicarb, 300g/l)	1000 ml
6	Testigo=D	
7	Testigo>D	

La distribución de los tratamientos en 4 bloques (4 repeticiones) fue al azar DBCA (Diseño de bloques completos al azar). La fecha de siembra fue el 20/10/09. La densidad de siembra fue de 125kg de semilla por hectárea para los tratamientos 1 a 6 mientras que para el tratamiento 7 (Testigo>D) fue de 175 kg de semilla por hectárea. El tratamiento 4 presentó problemas de emergencia de plántulas por lo que sólo se pudo extraer muestras en el primer conteo (en una parcela con muy pocas plantas).

Las larvas se observaron desde la primera evaluación de raíces. Los máximos valores de larvas y pupas se registraron el 22/01/10 (Figura 1).

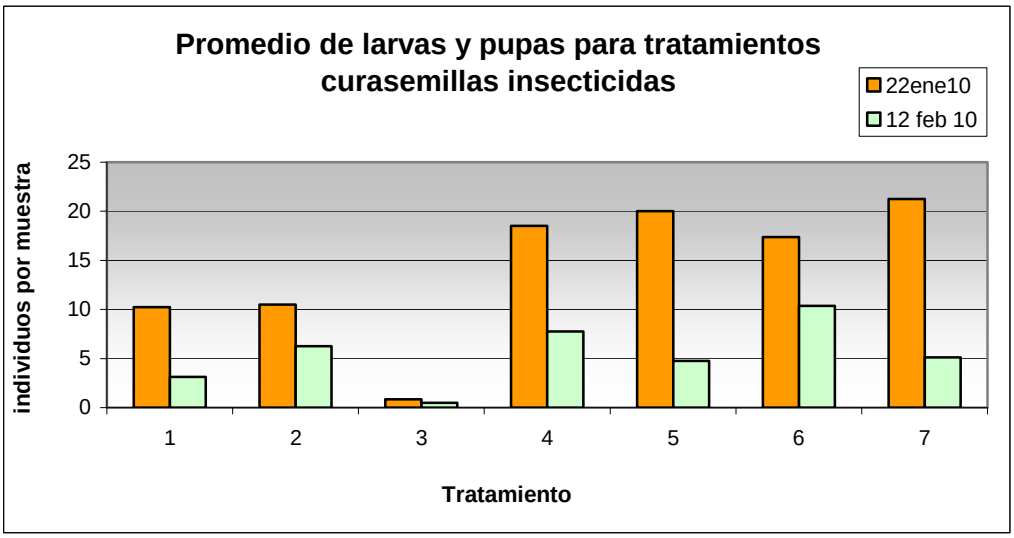


Figura 1. Promedio de larvas y pupas por muestra para los tratamientos con curasemillas insecticidas (1 a 5) y los testigos de igual y mayor densidad de siembra (6 y 7 respectivamente).

De los productos utilizados, los correspondientes a los tratamientos 1, 2 y 3 fueron los que presentaron menor número de larvas. Estos tratamientos presentaron un nivel de control que se mantuvo en relación a lo que fue la evolución de las poblaciones de gorgojos, puesto que para todas las evaluaciones los registros fueron menores que el testigo de igual densidad. Los registros de larvas para la temporada 2009/2010 son superiores a los observados en la temporada anterior para iguales momentos y tratamientos (Figura 1, Cuadro 2).

Cuadro 2. Número medio de larvas y pupas por muestra para las fechas en que se registraron los máximos valores; porcentajes de control de considerando larvas + pupas y rendimientos en kg/ha.

Tratamiento	Larvas 13/01/09	Larvas 22/01/10	Larvas 12/02/10	% control 22/01/10	Rendimiento (kg/ha)
1	2,00	10,3	2,1	41	8418
2	2,25	10,5	4,2	42	8727
3	3,25	0,8	0,3	93	8759
5	0	20,0	3,1	*	8704
6	2,5	17,4	6,9	0	8240
7	1,5	21,3	3,4	*	8499

*no hubo control por acción del tratamiento, se registró mayor número de individuos que en los testigos.
**este tratamiento se eliminó por presentar problemas de emergencia de plantas.

Si bien se logró cierto grado de control de las formas inmaduras del gorgojo acuático, las diferencias en el número de individuos no se correspondieron con mayores rendimientos obtenidos en los tratamientos con curasemillas, respecto a los testigos. Por lo tanto en estas condiciones, el tratamiento de la semilla con un insecticida debería considerarse como una herramienta a emplear en aquellos casos en que la historia o la ubicación de la chacra por ejemplo, planteen una situación de riesgo de una importante presencia del insecto.

MANEJO DE MALEZAS

En 2009-2010, se condujeron varios trabajos en la Unidad Experimental de Paso de la Laguna (UEPL). Éstos se focalizan principalmente en el control de capín (complejo *Echinochloa* spp.) y en las actividades correspondientes al proyecto FTG/RF 0608 RG "Impacto ambiental de la adopción del arroz resistente a las imidazolinonas en sistemas productivos contrastantes de América Latina¨.

En acuerdo con las empresas que importan y distribuyen o formulan herbicidas localmente y que solicitan evaluación de productos al INIA, se resolvió suspender de manera temporal la Evaluación de Herbicidas para el control de capín. En la próxima reunión de setiembre/octubre con las empresas se valorará si existen necesidades que justifiquen retomar la actividad.

Además, atentos a la existencia de un mayor uso de clomazone en preemergencia y con una tendencia a aumentar la dosis de uso, se continuó con los experimentos por tercer año consecutivo. Se reformuló el experimento diseñado para estudiar el control del capín con dosis crecientes de clomazone aplicado en preemergencia. Por un lado, se condujo un experimento sin siembra de capín, diseñado para estudiar la selectividad del clomazone en variedades de arroz. Por el otro, se realizó uno que interaccionó las dosis de clomazone con el momento del baño referido a la aplicación en preemergencia para el control del capín.

La evaluación de la resistencia del capín a los herbicidas con más historia de uso en el cultivo no fue posible iniciarla en la zafra pasada. De modo que se postergó el inicio de los ensayos de dosis respuesta de las accesiones colectadas de la maleza para la primavera.

El proyecto Fontagro FTG/RF 0608 RG que INIA coordina y administra, empezó a esbozarse cuando el Dr. Lee Calvert visitó INIA Treinta y Tres en su calidad de Líder del Proyecto Arroz del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en la primavera del 2005.

Durante la formulación del proyecto participó el Dr. Albert Fischer de la UCD (University of California en Davis), valorándose muy especialmente su contribución al mismo en el tema de la resistencia de las malezas a los herbicidas y en aspectos generales del proyecto.

Los países beneficiarios son Venezuela y Uruguay, participando el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), la Universidad Federal de Santa María (UFSM), la Universidad de Río Grande del Sul (UFRGS), la UCD y la Secretaría de Agricultura de USA (USDA-ARS).

En el marco del proyecto, se participó en el V Taller de Seguimiento Técnico Anual de los proyectos FONTAGRO que se desarrolló en Cali, Colombia, desde el 2 al 4 de julio del presente. Se informó al plenario de los avances logrados por los distintos participantes en el proyecto hasta la fecha y que el mismo había alcanzado un grado de ejecución en torno al 75% de lo programado. Además, se comunicó que se obtuvo una prórroga en la fecha de finalización hasta el 30 de junio del 2011, sin nuevos desembolsos. La gestión se realizó ante el GCIAR (Group Consultive International of Agriculture Research), entidad que aporta los fondos a FONTAGRO.

En cuanto al uso de la Tecnología Clearfield®, por segundo año consecutivo se sembraron experimentos para el estudio de la disipación del Kifix (imazapir + imazapic) en agua y suelo tanto en la UEPL como en los suelos arenosos de Río Branco en cooperación con Casarone Agroindustrial.

Falta aún tomar las muestras de suelos a los 300 dda (días después de la aplicación del Kifix del año 2009) y las muestras de los 730 dda de los experimentos sembrados en ambos sitios en 2008.

Las muestras de agua fueron analizadas y las muestras de suelo están en proceso de análisis. Estas muestras provienen tanto de la UEPL y Río Branco, y son el resultado de muestrear dos experimentos en dos años. El Polo Tecnológico de la Facultad de Química es el responsable de la determinación de los residuos de imazapir e imazapic en ambas matrices.

Además en Río Branco también por segundo año consecutivo, se realizaron experimentos para estudiar el efecto de la aplicación del Kifix en los cultivos subsiguientes: trébol blanco, trébol rojo, lotus, raigrás, arroz y sorgo. Las especies forrajeras fueron sembradas en el otoño del 2010, mientras que la siembra del arroz sin resistencia y el sorgo forrajero se realizarán en la primavera del 2010.

Se continúan exponiendo al Kifix las plántulas de arroz rojo que se obtienen de las semillas recogidas en campos con distinta historia de arroz Clearfield®. Estas actividades se realizan bajo la responsabilidad de Fernando Pérez de Vida y Juan Rosas como parte del Proyecto de Ecofisiología para la determinación del flujo de genes del material Clearfield® hacia el arroz rojo.

La tercera siembra de arroz Clearfield® continua no se pudo realizar porque la primavera se presentó muy húmeda lo que provocó un atraso muy grande en la siembra. Se realizará esta primavera y se pretende determinar los cambios en la composición florística de las parcelas tratadas durante uno, dos y tres años con distintas dosis de Kifix. Se evaluarán los residuos acumulados de los herbicidas a través del crecimiento de una pastura sembrada después del último arroz Clearfield® en cada secuencia en la UEPL.

SELECTIVIDAD DEL COMMAND EN PREEMERGENCIA EN EL PASO 144

Néstor Saldain[1/], Enrique Deambrosi[1/]

INTRODUCCIÓN

El uso de herbicidas en base a clomazone es muy importante en términos del área arrocera del Uruguay. En un relevamiento se estableció que se usó sólo o en mezclas de tanque con otros herbicidas en unas 100 mil has (Molina, F., Cantou, G. y A. Roel. Junio, 2009).

En un trabajo realizado en Arkansas, se informó que las variedades de arroz presentan susceptibilidad diferencial al clomazone. Se asperjó en preemergencia clomazone a 0,336 y 0,672 i.a. l/ha en suelos de textura limosa (75% a 82% de limo) y un contenido de materia orgánica de 1%. Los autores observaron clorosis y albinismo en todas las variedades siendo el rango de variación entre el 1 al 21% en 1999 y el 3 al 40% en el 2000 a los 14 días después de la emergencia (DDE). Aunque todos los materiales se habían recuperado a los 28 DDE, la variedad Koshihikari y la línea experimental RU9601096 lo hicieron más lentamente. A pesar de los efectos tempranos observados, no detectaron atrasos en el inicio de la floración, ni atraso en la madurez ni afectación en el rendimiento de arroz para ninguna de las variedades (Sherder, E .F., *et al*., 2004).

En Louisiana, se sembraron nueve variedades de arroz y se asperjó clomazone a 1,104 l/ha en preemergencia en un suelo limoso con 1,2% de materia orgánica. Los autores observaron albinismo en el entorno de un 27 a 51% a los 14 días después del tratamiento (DAT), obteniéndose desde un 5% hasta un 30% a los 42 (DAT). La dosis de 1,104 l/ha de clomazone redujo la altura de planta medida a los 34 DAT para todas las variedades con la excepción de la variedad de grano largo Drew, mientras que afectó las poblaciones de plantas de las variedades de grano medio Earl y LL-401 (LL significa que son resistentes al glufosinato) y la de grano largo Wells.

Sin embargo, el único material que deprimió significativamente el rendimiento de arroz fue LL-401 (Zhang, W. *et al*., 2004).

En nuestro país, en el experimento de Evaluación de Cultivares conducido en la UEPL, se observó que los síntomas de albinismo eran mayores y persistían más en la variedad de grano medio Sasanishiki después de una aplicación de una mezcla de Command + Facet + Propanil 48 más Cyperex (E. Deambrosi, 2008. Coms. Pers.).

TenBrook, P.L. et al. (2005), Weimer, M.R. et al. (1991 y 1992) y Norman, M.A. et al. (1990) citados por Cecilia Mathó en su reciente revisión bibliográfica, coinciden en establecer que las plantas susceptibles al clomazone lo metabolizan a 5-cetoclomazone, por medio de la acción de la citrocromo p450, siendo el compuesto que tiene actividad herbicida. León, P. et al. (2007) demostraron que el 5-cetoclomazone inhibe la acción de la enzima 1deoxi-D-xilulosa 5-fosfato sintetasa (DXS), bloqueando la síntesis de isopropenos que son los precursores para la biosíntesis de los pigmentos β-carotenos. La ruta metabólica que se inhibe es la denominada vía del 2C-metil-D-eritrol 4-fosfato (MEP) que tiene lugar en el cloroplasto.

Además, C. Mathó citó a Mueller, S.J. et al. (2000), Weimer, M.R. et al. (1991), TenBrook, P.L. et al. (2006) y Weimer, M.R et al. (1992) que establecieron que las plantas más sensibles son aquellas que metabolizan más rápidamente el clomazone a 5-cetoclomazone. Por otro lado, TenBrook, P.L. et al. (2005) y Vencill, W.K. et al. (1990) demostraron que las variedades de arroz más tolerantes tendrían la capacidad de conjugar el

1/ INIA Treinta y Tres

herbicida con glutatión, secuestrando el mismo y dejándolo fuera de la acción de la citocromo p450 para su oxidación.

El objetivo de este experimento es estudiar la selectividad del Command aplicado en preemergencia en El Paso 144.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información analizada se originó de experimentos sembrados en un suelo de la Unidad de Mapeo La Charqueada (escala 1: 1.000.000) de la Unidad Experimental Paso de La Laguna (UEPL) en las zafras 2007-08, 2008-09 y 2009-10.

Zafra 2007-2008

Los datos utilizados para el análisis estadístico se extrajeron del experimento conducido para evaluar el efecto de las dosis de clomazone en preemergencia sobre el control del capín presentado en la Actividad de Difusión del 545 de Agosto del 2008. El suelo donde se ubicó el mismo presentó el siguiente análisis:

Análisis de suelos – Selectividad Command en El Paso 144. UEPL, 2007-08.

pH(H_2O)	C.O.* %	P (Bray 1) ppm	K meq/100g
5,7	1,64	6,7	0,23

M.O.% = C.O. x 1,724; Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agua. INIA La Estancuela

Los tratamientos evaluados provienen de parcelas en las cuales se sembró capín a 100 semillas viables/m2 (Cuadro 1). Se utilizó la variedad El Paso 144 a razón de 650 semillas viables/m2 equivalente a 180 kg/ha de semilla, en líneas separadas 0,17m entre sí.

Se fertilizó en la siembra con 140 kg/ha de 18-46-0 en el surco y se realizaron posteriormente dos coberturas de 50 kg/ha urea, una al macollaje y la otra a la elongación de entrenudos.

La fecha de la aplicación de los tratamientos en preemegencia fue realizada el 07-Nov-2007 (4 días después de la siembra) y un producto en base a propanil (48%) se aplicó en postemergencia temprana el 05-Dic-2007 (arroz de 2 hojas a 1 macollo).

Los tratamientos en el experimento original se dispusieron en parcelas divididas en bloques al azar con 4 repeticiones. Las poblaciones de capín se asignaron a las parcelas grandes y los tratamientos herbicidas a las parcelas chicas.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados, 2007-08.

Command Dosis l/ha	Otras actividades contra capín
0,0	Desmalezado a mano
1,0	4 l/ha producto c/propanil
2,0	4 l/ha producto c/propanil

Dos lluvias intensas ocurrieron después de la aplicación del Command el 8 y el 17–Nov-2007, siendo los registros obtenidos de 26 y 37 mm, respectivamente. Para ayudar a romper la costra existente y emparejar la emergencia del arroz se realizó un baño el 29-Nov-2007. Se procedió a inundar el cultivo el 12-Dic-07, por inconvenientes insalvables, recién se pudo realizar a los 7 días de la aplicación postemergente. Se recomienda inundar después de las 48 h de aplicado el propanil aunque no más allá de 5 días.

Zafra 2008-2009

La información de está zafra proviene de un experimento específico sembrado para estudiar la selectividad del clomazone en El Paso 144 sin el agregado de capín.

A continuación, se presenta el análisis de suelo del sitio donde se sembró el experimento.

Análisis de suelos – Selectividad Command en El Paso 144. UEPL, 2008-09.

pH(H_2O)	C.O.* %	P (Bray 1) ppm	K meq/100g
5,5	1,29	5,3	0,14

M.O.% = C.O. x 1,724; Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agua. INIA La Estanzuela.

El Paso 144 fue sembrado el 15-Oct-2008 a razón de 450 semillas viables/m^2 en líneas separadas a 0,17m entre sí equivalente a 160 kg/ha de semilla.

Se fertilizó en la siembra con 155 kg/ha de 18-46-0 en el surco y se realizaron posteriormente dos coberturas de 50 kg/ha de urea, siendo una al macollaje y otra al primordio.

Los tratamientos herbicidas que se evaluaron fueron dosis crecientes de Command: 0; 0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 l/ha más un testigo desmalezado a mano sin aplicación de ningún herbicida. Se usó el diseño en bloques al azar con cinco repeticiones.

En el cuadro 2 se presentan los tratamientos evaluados extraídos del experimento para el análisis conjunto.

Cuadro 2. Tratamientos utilizados, 2008-09.

Command Dosis l/ha	Otras actividades contra capín
0,0	Desmalezado a mano
1,0	ninguna
2,0	ninguna

Se realizó la aplicación en preemergencia el 20-Oct-2008 (5 días después de la siembra).

Después de la aspersión, se registraron precipitaciones de 22,5 mm el 22-Oct y 4 mm más entre el 26 y 27-Oct-2008. Para ayudar en la emergencia del arroz y obtener una más uniforme se realizó un baño el 05-Nov-2008.

Antes de la inundación el cultivo, se contaron las plantas de arroz emergidas en tres submuestras de un metro de longitud por parcela del experimento. Por apreciación visual, se determinó el 50% de floración para cada parcela del experimento.

Zafra 2009-2010

Los datos de El Paso 144 se obtuvieron de un experimento conducido para estudiar la selectividad del clomazone en variedades de arroz. Se presenta a continuación el análisis de suelo del sitio donde se sembró el experimento.

Análisis de suelos – Selectividad Command en variedades de arroz. UEPL, 2009-10.

pH(H_2O)	C.O.* %	P (Bray 1) ppm	K meq/100g
5,8	1,21	5,1	0,17

M.O.% = C.O. x 1,724; Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agua. INIA La Estanzuela

El Paso 144 se sembró a razón de 650 semillas viables/m2 en líneas separadas a 0,17m entre sí y se fertilizó con 156 kg/ha de 18-46-0. Se realizaron dos coberturas de 50 kg/ha de urea, una al macollaje y la otra al primordio.

No se sembró capín en este experimento y el testigo se desmalezó manualmente en varias oportunidades antes de la inundación y posteriormente. Como en el año anterior, se contaron las plántulas de arroz en tres submuestras de 1 m de longitud por parcela y se determinó el 50% de floración para cada parcela por estimación visual.

Los tratamientos a estudio se arreglaron en un factorial de dosis de Command por variedades de arroz, disponiéndose los tratamientos en bloques al azar con cuatro repeticiones. La aspersión en preemeergencia del clomazone se realizó el 29-Oct-2010 (3 días después de la siembra).

En el cuadro 3 se presentan los tratamientos usados de El Paso 144 tomados del ensayo selectividad del Command en variedades de arroz para el análisis conjunto.

Cuadro 3. Tratamientos utilizados, 2009-10.

Command Dosis l/ha	Otras actividades contra capín
0,0	Desmalezado a mano
1,0	ninguna
2,0	ninguna

En los tres años de ensayos se utilizó un equipo presurizado con anhídrido carbónico, regulado para aplicar 180 l/ha de solución. La barra de aplicación dispone de 5 picos con pastillas de abanico plano Teejet DG 8002. Se usó siempre Command como fuente de clomazone (480 g/l) formulado como concentrado emulsionable.

Se utilizaron parcelas de 2,40 m de ancho por 10 m de largo, desbordándose las parcelas a la cosecha 1m en las cabeceras y se cortaron las 8 hileras centrales en las zafras 2007-08 y 2008-09. En la última zafra, 2009-10, se cambió el tamaño de las mismas a parcelas de 2,25 m por 8 m de largo, cosechándose las 7 hileras centrales de 6 m de longitud.

Se tomó la altura de la planta de arroz de las parcelas desde el suelo hasta la punta de la panoja y luego se tomaron tres muestras de 0,3 m en surcos de arroz para la determinación de los componentes de rendimiento.

Se cosechó el área útil de las parcelas y se trilló el arroz en el campo. Se tomó una muestra de grano para la determinación de humedad. Posteriormente, se secaron las muestras y de ahí se determinó el peso de los mil granos. Se extrajeron 100 g de arroz cáscara limpia para la determinación de la calidad industrial. El rendimiento de arroz cáscara se expresó corregido 13% de humedad en el grano. Se determinó el tiempo de pulido óptimo para El Paso 144 antes de molinar las muestras correspondientes a cada año.

El análisis estadístico se realizó usando el procedimiento Proc Mixed del paquete SAS Institute Inc., Cary, NC. Las variables porcentaje de yeso y mancha se expresan en base blanco total. Estas variables se transformaron agregando al valor obtenido en cada parcela 0.5 y operando raíz cuadrado a la suma (raíz cuadrada (x + 0.5)). La misma transformación se usó en el análisis de los granos semillenos por panoja.

A modo de resumen, a continuación en el cuadro 4, se muestran las fechas de realización de las tareas más relevantes por año de ejecución.

Cuadro 4. Tareas más relevantes realizadas en los experimentos. UEPL, 2007-2009.

Tareas realizadas	Zafra 2007-2008	Zafra 2008-2009	Zafra 2009-2010
Siembra arroz	03-Nov-07	15-Oct-08	26-Oct-09
Aplicación en preemergencia	07-Nov-07	20-Oct-08	29-Oct-09
Baño	29-Nov-07	05-Nov-08	13-Nov-09
Aplicación propanil	05-Dic-07	no	no
Urea macollaje (50 kg/ha)	07-Dic-07	21-Nov-08	11-Dic-09
Inundación	12-Dic-07	21-Nov-08	11-Dic-09
Urea primordio (50 kg/ha)	21-Ene-08	02-Ene-09	05-Ene-10
Fecha cosecha	18-Abr-07	23-Mar-09	13-23-Abr-10

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 5, se muestran los resultados obtenidos y la significación estadística del análisis conjunto de tres años para los tratamientos con Command aplicado en preemergencia. En general, el análisis de varianza detectó diferencias significativas debido a la interacción zafra por dosis de Command para todas las variables menos altura de planta a la cosecha y panojas/m^2, mientras que el factor dosis mostró diferencias para todas las variables excepto la altura de planta. El factor zafra no afectó a las variables plantas/m^2 ni tampoco a las panojas/m^2.

Cuadro 5. Resultados obtenidos y significación estadística para algunos de los componentes y el rendimiento de arroz en las tres zafras. UEPL, 2007-09.

Zafra	Command Dosis l/ha	Inicio de floración	Plantas/ m^2	Altura de planta cm	Hum, %	Panojas/ m^2	Rend. Arroz, kg/ha
2007-2008	0	-	-	87,9	14,1	607	8545
	1	-	-	88,0	14,5	556	8522
	2	-	-	90,2	14,6	495	8569
2008-2009	0	4/2/09	211	88,1	18,4	590	10779
	1	3/2/09	180	87,0	18,4	678	10285
	2	4/2/09	196	87,9	18,1	586	10268
2009-2010	0	15/2/10	321	95,3	17,9	602	7980
	1	17/2/10	229	97,3	18,0	606	8782
	2	19/2/10	94	95,0	19,4	481	5969
Media		10/02	205	90,7	17,0	578	8855
C.V.%		-	20,6	2,8	3,0	12,7	8,1
Sig. Bloques		0,3838	0,4885	0,4571	0,0597	0,1972	0,9482
Sig. Zafra		<0,0001	0,257	0,0001	<0,0001	0,2075	<0,0001
Sig. Dosis		0,0064	<0,0001	0,847	0,0005	0,0045	0,00013
Sig. Inter.		0,0374	0,0001	0,3966	<0,0001	0,1886	0,0004

A continuación, se muestran las respuestas a la dosis para las distintas zafras estudiadas en las variables inicio de floración y humedad en la figura 1, y plantas/m^2 y panojas/m^2 en la figura 2, respectivamente.

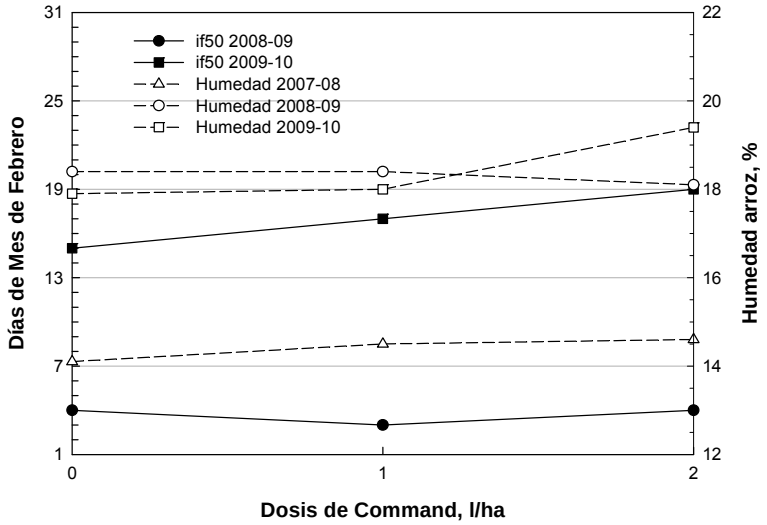


Figura 1. Efecto de las dosis de Command aplicado en preemergencia en el inicio de la floración (if50) y la humedad en el grano a la cosecha. UEPL, zafras 2007-09.

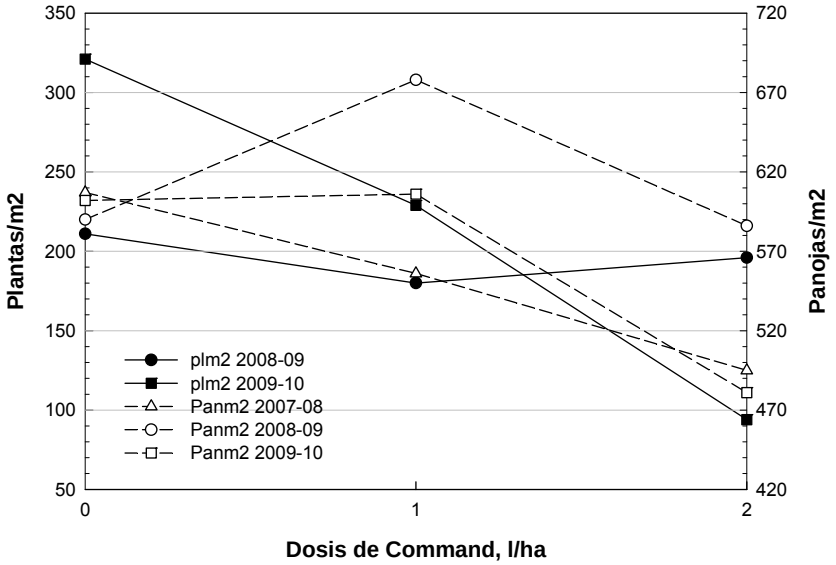


Figura 2. Efecto de las dosis de Command aplicado en preemergencia en las plantas/m^2 y las panojas/m^2. UEPL, zafras 2007-09.

Si bien el inicio de floración se registró en dos de los tres años, en la zafra 2007-08 (notas de campo) como en la zafra 2008-09 no se observaron atraso, mientras que en la zafra 2009-10 la demora en el inicio de la floración que experimentó El Paso 144 fue significativa cuando comparamos el testigo con 2 l/ha de Command (Figura 1). La misma evolución presentó la humedad en el grano, destacándose que se necesito esperar 10 días más para realizar la cosecha de las parcelas más afectadas por la aplicación de 2 l/ha de Command.

Para ambas variables se ajustó solamente un modelo lineal con la dosis de Command correspondiente a los datos de la zafra 2009-10.

Inicio de floración
y= 40223.54 + 2,1364 X n= 9 r^2= 0,69 (Prob. 0,0054)

Para convertir los datos resultantes del modelo a una fecha calendario, se introduce el valor obtenido en una planilla Excel con el formato fecha y convierte automáticamente.

Humedad del grano de arroz
y= 17,7667 – 0,2875X + 0,5583X^2 n= 11 r^2= 0,85 (Prob. 0,0005)
El aumento de la dosis de Command redujo las plantas/m^2, siendo significativa la diferencia con la dosis de 2 l/ha en la zafra 2009-10, mientras que fue no afectada en la zafra 2008-09 (Figura 2).

De modo que se logró ajustar un modelo lineal entre las dosis de Command y las plantas/m^2 que se detalla a continuación.

y= 330,13 – 114X n=11 r^2= 0,78 (Prob. 0,0003)

Aunque no se encontró una interacción significativa entre la dosis de Command por la zafra para las panojas/m^2, se logró ajustar un modelo lineal entre las dosis del herbicida y la variable para la zafra 2009-10 y no para las restantes (Figura 2).

Y= 633,64 -66,1334X n= 11 r^2= 0,45 (Prob. 0,0240)

Para ilustrar como se presentaron las condiciones ambientales en las etapas iniciales del cultivo se grafican los registros de las temperaturas media y mínima sobre el césped del aire, y por último, la

precipitación y la demanda atmosférica diarias para cada zafra considerada.

En las figuras 4, 6 y 8, se aprecia que en los 10 días siguientes a la aplicación en premergencia del Command, llovieron 63 mm en 2007, 26,5 mm en 2008 y 92,6 mm en 2009. En la última zafra las precipitaciones fueron superiores un 47% que en el 2007 y un 249% que en el 2008 durante el período considerado. Las mismas se dieron después de la aplicación del herbicida en dos eventos separados por una semana en el 2007, un día en el 2008 y continuamente durante cuatro días en el 2009.

En esta zafra tan particular la disponibilidad de clomazone para el arroz fue mayor que en las dos zafras anteriores debido a la más alta humedad disponible en el suelo después de que se aplicó en preemergencia. De la misma manera, su absorción también fue mayor visto la extensa toxicidad del clomazone observada y la persistencia del albinismo que determinó una reducción significativa en la población de plantas/m^2. En las zafras anteriores, se habían observado síntomas de albinismo en el 2007 mayores que en el 2008 y también pérdidas de plántulas de arroz en una magnitud muy pequeña, asociada fundamentalmente a las depresiones del relieve a nivel micro.

El período siembra emergencia fue más largo en esta última zafra, de alrededor de 20 días lo que permitió que absorbiera más herbicida antes de la misma, mostrando los síntomas de albinismo desde que punteaba el arroz.

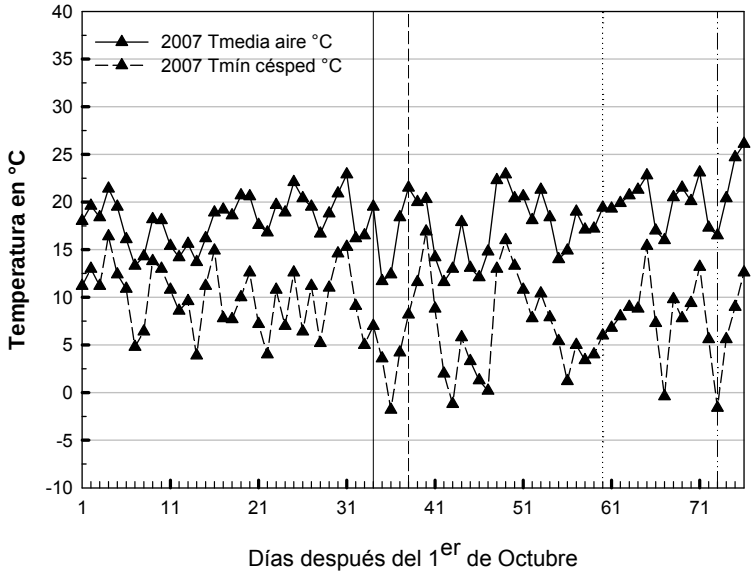


Figura 3. Temperatura media y mínima sobre el césped del aire entre el 1 de octubre al 31 de diciembre. UEPL, 2007-08. Las líneas verticales representan distintas tareas:
—- siembra, - - - aspersión del Command en preemergencia, …… baño, - ¨ – inundación.

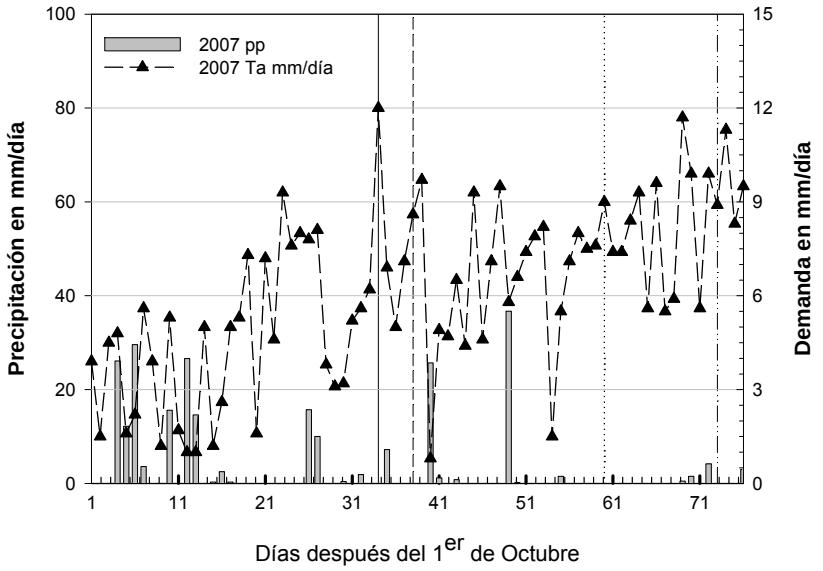


Figura 4. Precipitación y demanda atmosférica (Tanque A) diarias entre el 1 de octubre al 31 de diciembre. UEPL, zafra 2007-08. Las líneas verticales representan distintas tareas:
—- siembra, - - - aspersión del Command en preemergencia, …… baño, - ¨– inundación.

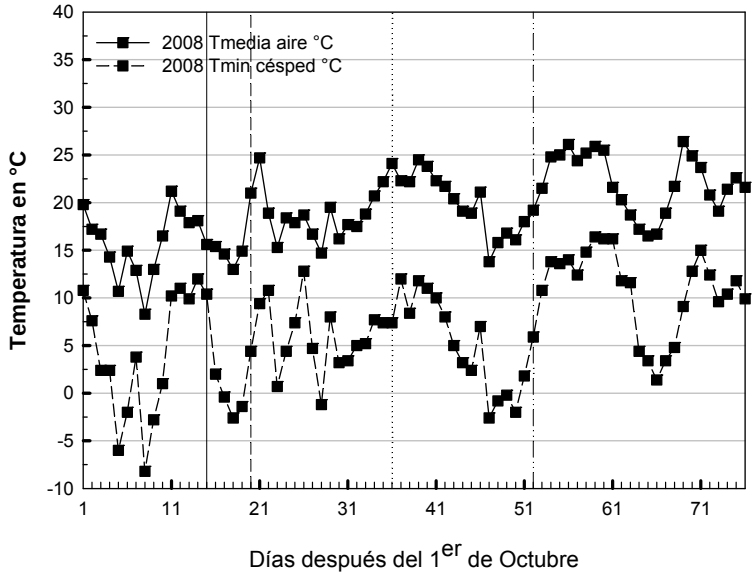


Figura 5. Temperatura media y mínima sobre el césped del aire entre el 1 de octubre al 31 de diciembre. UEPL, zafra 2008-09. Las líneas verticales representan distintas tareas:
—- siembra, - - - aspersión del Command en preemergencia, …… baño, - ¨– inundación.

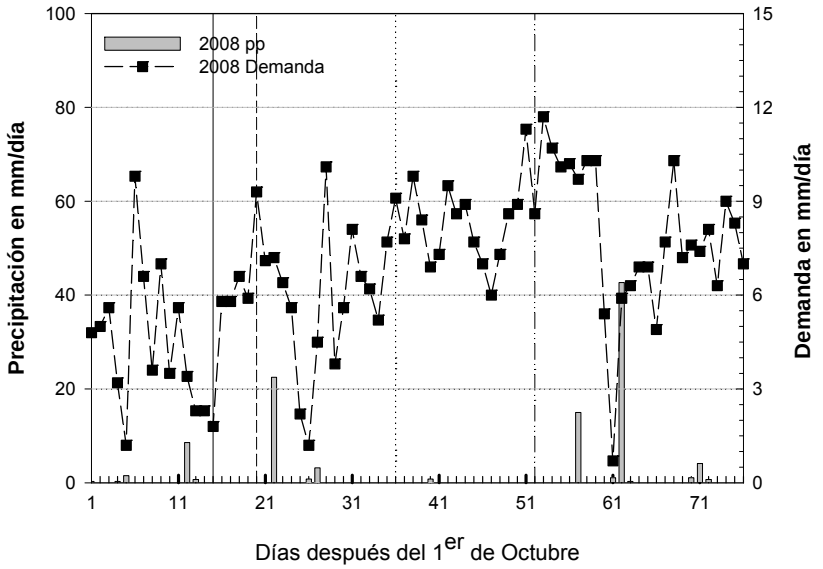


Figura 6. Precipitación y demanda atmosférica (Tanque A) diarias entre el 1 de octubre al 31 de diciembre. UEPL, zafra 2008-09. Las líneas verticales representan distintas tareas:
—- siembra, - - - aspersión del Command en preemergencia, …… baño, - ¨ – inundación.

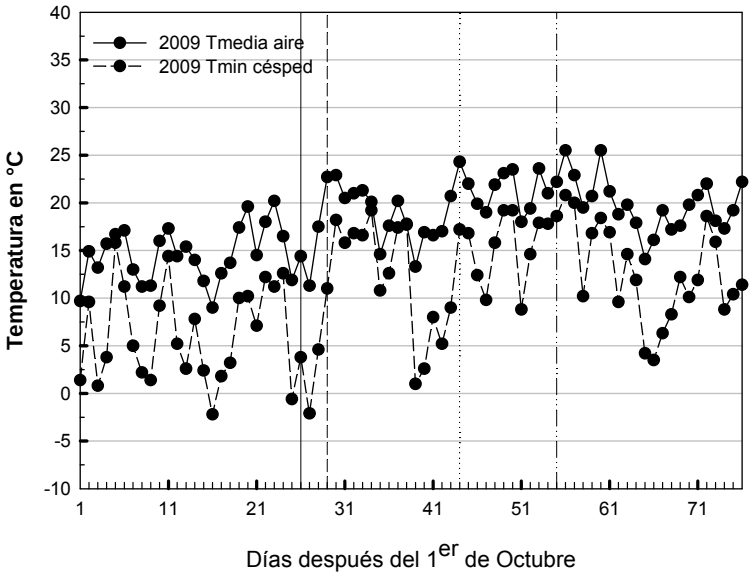


Figura 7. Temperatura media y mínima sobre el césped del aire entre el 1 de octubre al 31 de diciembre. UEPL, zafra 2009-10. Las líneas verticales representan distintos eventos:
—- siembra, - - - aspersión del Command en preemergencia, …… baño, - ¨ – inundación.

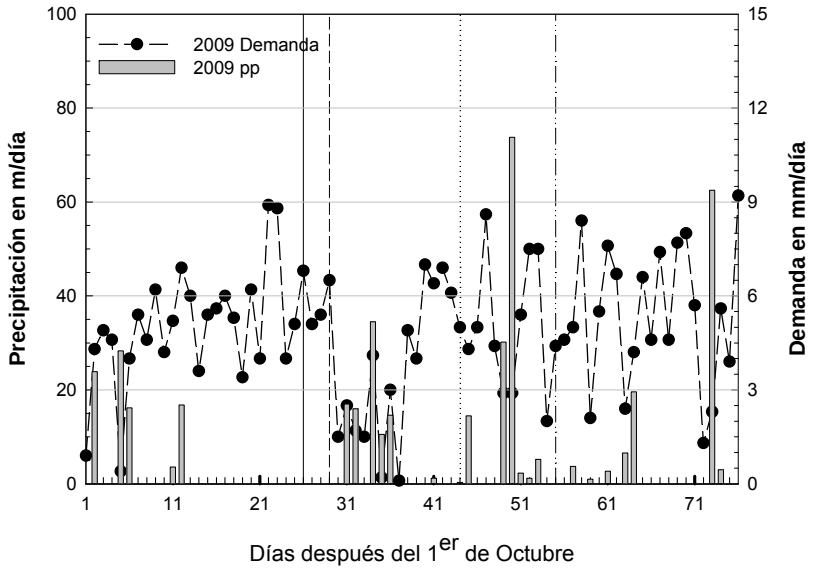


Figura 8. Precipitación y demanda atmosférica (Tanque A) diarias entre el 1 de octubre al 31 de diciembre. UEPL, zafra 2009-10. Las líneas verticales representan distintos eventos: —– siembra, - - - aspersión del Command en preemergencia, …… baño, - ¨ – inundación.

Esos efectos se tradujeron en una reducción en las panojas/m^2, un atraso en el inicio de la floración y de la maduración que se expresó en una disminución del rendimiento en arroz como se muestra en la figura 9.

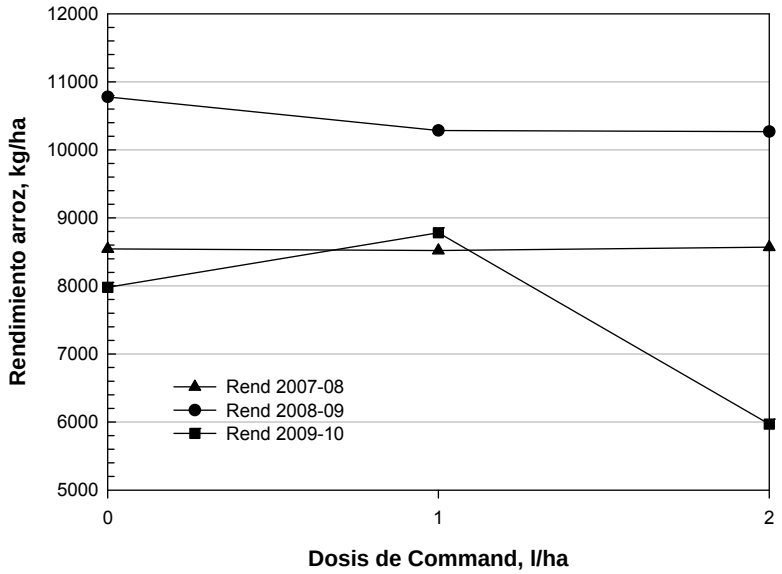


Figura 9. Efecto de la dosis de Command aplicado en preemergencia en el rendimiento de arroz en las zafras estudiadas. UEPL, 2007-09.

En la figura se observa como en la última zafra se deprimió significativamente el rendimiento de arroz por efecto de la toxicidad del clomazone absorbido en

exceso tempranamente, rindiendo significativamente menos que en las zafras anteriores a la dosis máxima.

Se cuantificó la respuesta en el rendimiento de arroz con el ajuste de un modelo lineal solamente para la zafra 2009-10 entre las dosis de Command. Según el modelo, el máximo físico se alcanzó con 0,7 l/ha de Command.

$Y= 8097,4 + 2434,3X – 1749,25X^2$ n= 11 r^2= 0,81 (Prob. 0,0014)

En el cuadro 6, se muestran los resultados obtenidos para el resto de los componentes del rendimiento. El análisis de varianza detectó solamente diferencias significativas entre las zafras consideradas para todas las variables evaluadas.

Cuadro 6. Resultados obtenidos y significación estadística para el resto de los componentes del rendimiento de arroz. UEPL, 2007-09.

Zafra	Command Dosis l/ha	Granos por panoja			Chusos	Esterilidad, %	pmg, g
		Totales	Llenos	Semillenos			
2007-2008	0	69	59	1,2	9	13,0	27,8
	1	72	61	1,4	9	13,0	28,1
	2	72	61	1,1	11	14,6	27,9
2008-2009	0	95	82	1,0	12	13,0	27,4
	1	98	85	0,9	13	13,0	27,3
	2	100	87	1,0	13	12,8	27,2
2009-2010	0	96	71	1,0	25	25,9	26,1
	1	99	79	1,0	19	19,5	26,5
	2	93	68	0,9	24	24,6	26,8
Media		88	72	1	15	16,6	27,2
C.V.%		14,1	14,3	66,5	44,1	35,0	1,4
Sig. Bloques		0,7344	0,8395	0,7217	0,4825	0,4983	0,0084
Sig. Zafra		0,001	0,0005	0,0029	<0,0001	0,0001	0,001
Sig. Dosis		0,7908	0,518	0,0544	0,6522	0,5427	0,3517
Sig. Inter.		0,9338	0,7316	0,8087	0,8473	0,749	0,1129

En el cuadro siguiente, se presenta la separación de las medias de las variables afectadas por el factor zafra. Se destaca la mayor altura de las plantas a la cosecha, la mayor cantidad de chusos en las panojas, superior esterilidad y una disminución del peso de los mil granos en la última zafra comparada con las anteriores.

Las correlaciones obtenidas con el rendimiento se presentan en el cuadro 8 para mostrar como variaron su magnitud y sentido entre zafras.

Cuadro 7. Separación de medias de las variables afectadas por el factor zafra. UEPL, 2007-09.

Zafra	Altura, cm	Granos por panoja								Est, %		pmg, g	
		Totales		Llenos		Semillenos		Chusos					
2007-08	88,7 b	71	b	60	c	1,2	a	10	b	13,5	b	28,0	a
2008-09	87,7 b	98	a	85	a	0,9	b	13	b	12,9	b	27,3	b
2009-10	95,8 a	96	a	73	b	0,9	b	23	a	23,3	a	26,4	c

Medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente al 5% según la prueba de Tukey.

Cuadro 8.- Coeficientes de correlación (r) entre algunos componentes del rendimiento y el rendimiento obtenido para las zafras consideradas. UEPL, 2007-09.

Variables	Zafras					
	2007-08		2008-09		2009-10	
	r	Prob.	r	Prob.	r	Prob.
If50	-	-	0,17	0,5392	-0,63	0,0693
Humedad grano	0,48	0,1104	0,56	0,0283	-0,90	0,0001
Plantas/m^2	-	-	0,25	0,3681	0,72	0,0122
Altura planta cosecha	0,50	0,0936	0,62	0,0138	0,44	0,1703
Panojas/m^2	-0,01	0,9685	-0,33	0,2210	0,76	0,0061
Granos totales/panoja	-0,64	0,0241	0,21	0,4434	0,24	0,4793
Granos llenos/panoja	-0,51	0,0920	0,19	0,4940	0,49	0,1260
Granos chusos/panoja	-0,64	0,0249	0,12	0,6479	-0,21	0,5346
Granos semilleros/panoja	-0,37	0,2383	0,05	0,8685	0,57	0,0665
Peso mil granos	0,66	0,0183	0,53	0,0399	-0,49	0,1260

En términos generales, se observa que algunas correlaciones se hacen significativas de una zafra a la otra dependiendo de la variación en rendimiento que ocurrió por efecto de los tratamientos.

El inicio de la floración pasó de no tener correlación con el rendimiento en el 2008-09 a una correlación negativa y significativa al 10% en el 2009-10. En las mismas zafras, las plantas/m^2 y las panojas/m^2 pasan de no presentar correlación a mostrar una alta y de signo positivo. Por último, la otra llamativa es el peso de los 1000 granos que se correlacionó con rendimiento positivamente y significativa en las zafras 2007-08 y 2008-09 mientras que no fue significativa en la última zafra.

En el cuadro 9 se muestran los resultados obtenidos y la significación del análisis de varianza para las variables del rendimiento y calidad industrial.

Se observa que el factor zafra promovió solamente diferencias significativas para todas las variables evaluadas, en cambio, los demás factores no generaron diferencias significativas, con la excepción de la interacción en el contenido de granos yesosos (significación al 6,2%).

Para esta variable se logró ajustar un modelo lineal para la zafra 2009-10, no obstante lo anterior no fue posible hacerlo en ninguna de las otras zafras estudiadas. El modelo ajustado se presenta a continuación y gráficamente se muestra como se comportó el contenido de yeso para cada zafra en la figura 10.

y=2,3375 -0,6038X n=12 r^2=0,64 (Prob.=0,0029)

Cuadro 9. Resultados obtenidos y significación estadística en el rendimiento y calidad industrial de El Paso 144 en las zafras consideradas. UEPL, 2007-009.

Zafra	Command Dosis l/ha	BT, %	EN, %	Yeso, % (1)	Mancha, % (1)
2007-2008	0	68,5	63,6	6,8	0,11
	1	68,8	61,9	6,1	0,14
	2	68,8	62,2	6,7	0,29
2008-2009	0	69,7	66,4	3,1	0,17
	1	69,4	66,1	3,0	0,14
	2	69,4	65,8	3,4	0,17
2009-2010	0	70,6	65,8	2,4	0,49
	1	70,3	63,6	1,6	0,39
	2	70,0	63,5	1,2	0,39
Media		69,5	64,3	3,8	0,25
C.V.%		0,7	2,8	17,5	66,6
Sig. Bloques		0,6468	0,9546	0,3807	0,3697
Sig. Zafra		<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0221
Sig. Dosis		0,5901	0,09	0,1196	0,5914
Sig. Inter.		0,4523	0,7706	0,0623	0,5001

(1)=El porcentaje de Yeso y Mancha son expresados en base al blanco total

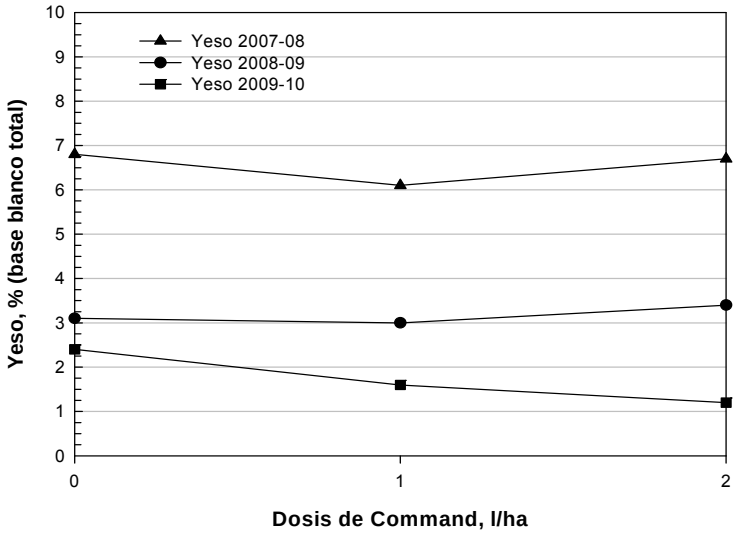


Figura 10.- Efecto de la dosis de Command aplicado en preemergencia en el porcentaje de yeso en los granos de arroz para cada zafra estudiada. UEPL, 2007-09.

En el cuadro 10 se introducen la separación de medias de las variables afectadas por el factor zafra. En general se aprecia que el blanco total fue superior en la última zafra siendo la zafra 2008-09 intermedia y presentando el menor valor aquella del 2007-08, mientras el porcentaje de yeso en los granos sigue una tendencia inversa. El porcentaje de granos enteros fue mayor en la zafra 2008-09 comparado con las otras que no presentaron diferencias significativas entre ellas. Finalmente, en esta última zafra el porcentaje de granos manchados fue mayor al de las anteriores.

Cuadro 10. Separación de medias de las variables de rendimiento y calidad industrial afectadas por el factor zafra. UEPL, 2007-09.

Zafra	BT, %	EN, %	Yeso, %(1)	Mancha, %(1)
2007-08	68,7 c	62,5 b	6,5 a	0,18 b
2008-09	69,5 b	66,1 a	3,2 b	0,16 b
2009-10	70,3 a	64,3 b	1,7 c	0,42 a

(1)=El porcentaje de Yeso y Mancha son expresados en base al blanco total. . Medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente al 5% según la prueba de Tukey

CONCLUSIONES

La información analizada en este trabajo proviene de tres experimentos que se realizaron en la UEPL en un suelo similar con contenidos de carbono orgánico de 1,64; 1,29 y 1,21% correspondiendo a las zafras 2007-08, 2008-09 y 2009-10, respectivamente.

El régimen de precipitaciones después de la aplicación del Command en preemergencia afectó la disponibilidad clomazone para ser absorbido por las plántulas de arroz, lo que favoreció la expresión de toxicidad severa a la dosis 2 l/ha en El Paso 144 para la zafra 2009-10.

En ese contexto, a la dosis máxima se afectó la implantación del cultivo por disminución significativa de la población de plantas, atraso en el inicio de la floración, reducción del número de panojas/m2, retraso en alcanzar la madurez fisiológica (no se midió pero se observó) y merma del rendimiento de arroz comparado con el testigo sin aplicación de herbicida.

Este comportamiento contrastó con el observado en las dos zafras previas donde se había apreciado síntomas de albinismo de una magnitud menor tanto en número de plantas afectadas como en la proporción del daño que abarcaba en una planta y la persistencia de los síntomas.

Probablemente, la absorción de clomazone fue menor y las condiciones ambientales de mayor temperatura y radiación permitieron se recuperaban rápidamente si afectar el rendimiento de arroz.

En 2007-08 y 2008-09, las pérdidas de plántulas que se habían observado a la dosis de 1,5 l/ha fueron muy pocas y algo mayor en número en las parcelas tratadas con 2,0 l/ha (el rango de dosis usados en aquellos experimentos iba de 0 a 2 l/ha de Command con incrementos de 0,5 l/ha). Éstas estuvieron muy asociadas a la presencia de depresiones en el micro relieve de las parcelas que recibieron esas dosis (más disponibilidad de clomazone y mayor oportunidad de consumirlo por la semilla o la plántula emergiendo del suelo).

El rendimiento y la calidad industrial no fueron afectadas ni por el factor dosis de Command ni tampoco por la interacción dosis por año. La excepción fue el porcentaje de yeso que se redujo significativamente con el aumento en la dosis de Command en la zafra 2009-10.

El factor zafra fue él único que afectó el blanco total, los porcentajes de granos enteros y de los granos manchados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Mathó, Cecilia. Tesina de grado Licenciatura en Bioquímica (borrador sin publicar).

Molina, Federico, Guillermina Cantou y Álvaro Roel. 2009. Resumen: Base de Datos Arroceras. Zafra 2008-2009. Consultado el 23 de agosto del 2009 en la página www.inia.org/estaciones/ttres/actividades/

Scherder, Eric F., Ronald E. Talbert, y Shawn D. Clark. 2004. Rice (*Oryza sativa*) cultivar tolerance to clomazone. Weed Technology. Vol 18(1):140-144.

Zhang, Wei, Eric P. Webster, David C. Blouin, y Steve D. Linscombe. 2004. Differential tolerance of rice (*Oryza sativa*) varieties to clomazone. Weed Technology 18(1):73-76.

SELECTIVIDAD DEL COMMAND APLICADO EN PREEMERGENCIA EN VARIEDADES DE ARROZ

Néstor Saldain[1/], Beto Sosa[1/], Venancio Machado Bohnke[2/]

INTRODUCIÓN

Productores y técnicos han observado que la variedad de arroz Perla se comporta como susceptible a la aplicación de clomazone en el campo. En la bibliografía internacional se hace referencia a la susceptibilidad diferencial de las variedades de arroz al clomazone como los ejemplos citados en el trabajo anterior.

De manera que para la determinación de la dosis a usar de clomazone debemos valorar el contenido de materia orgánica del suelo y también que variedad se va a sembrar en una chacra en particular.

El objetivo de este experimento es estudiar la selectividad del Command aplicado en preemergencia en las variedades de arroz El Paso 144, INIA Olimar, INIA Tacuarí, EEA 404 y Perla.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información analizada se originó de un experimento específico sembrado en un suelo de la Unidad de Mapeo (escala 1:1000000) La Charqueada de la Unidad Experimental Paso de La Laguna (UEPL) en la zafra 2009-10.

Se presenta a continuación el análisis de suelo del sitio donde se sembró el estudio.

Las variedades se sembraron a razón de 650 semillas viables/m2 en líneas separadas a 0,17m entre sí y se fertilizó con 156 kg/ha de 18-46-0. Se realizaron dos coberturas de 50 kg/ha de urea, una al macollaje y otra al primordio.

Análisis de suelos – Selectividad del Command en variedades de arroz. UEPL, 2009-10.

pH(H_2O)	C.O.* %	P (Bray 1) ppm	K meq/100g
5,8	1,21	5,1	0,17

M.O.% = C.O. x 1,724; Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agua. INIA La Estanzuela

No se sembró capín y el testigo se desmalezó manualmente en varias oportunidades antes de la inundación y posteriormente. Se contaron las plántulas de arroz en tres submuestras de 1 m de longitud por parcela a los 45 días después de la siembra y se determinó el inicio de floración con el 10% y el 50% de las panojas florecidas por apreciación visual.

Los tratamientos se arreglaron en un factorial de dosis de Command (0, 1 y 2 l/ha) y las variedades de arroz (El Paso 144, INIA Olimar, INIA Tacuarí, EEA 404 y Perla). Éstos se dispusieron en bloques al azar con cuatro repeticiones.

Se utilizó un equipo presurizado con anhídrido carbónico, regulado para aplicar 180 l/ha de solución. La barra de aplicación dispone de 5 picos con pastillas de abanico plano Teejet DG 8002. Se usó Command como fuente de clomazone (480 g/l) formulado como concentrado emulsionable. Se utilizaron parcelas de 2,25 m de ancho por 8 m de largo, cosechándose 7 hileras centrales de 6 m de longitud

Se tomó la altura de la planta de arroz de las parcelas desde el suelo hasta la punta de la panoja y luego se tomaron tres muestras de 0,3 m en surcos de arroz para la determinación de los componentes de rendimiento.

Se cosechó el área útil de las parcelas y se trilló el arroz cosechado. Se tomó una muestra de grano por parcela para la

1/ INIA Treinta y Tres
2/ Estudiante de grado Facultad de Agronomía

determinación de humedad, posteriormente, se secaron las muestras y de las mismas se determinó el peso de los mil granos. Se extrajo una muestra de 100 de arroz cáscara limpia de cada parcela después de secado el grano para la determinación del rendimiento y calidad industrial. El rendimiento de arroz cáscara se expresó en base a 13% de humedad en el grano. Se determinó el tiempo de pulido óptimo para cada variedad cuando se alcanzó un grado de blancura en el rango de 37 a 39.

El análisis estadístico se realizó usando el procedimiento Proc Mixed del paquete SAS Institute Inc., Cary, NC. Las variables porcentaje de yeso y mancha se expresan en base blanco total. Estas variables se transformaron agregando al valor obtenido en cada parcela 0.5 y realizando la raíz cuadrada a la suma (raíz cuadrada (x + 0.5)). La misma transformación se usó en la variable granos semillenos por panoja para su análisis.

A modo de resumen, a continuación en el cuadro 1, se muestran las fechas de las tareas más relevantes realizadas.

Cuadro 1. Tareas más relevantes realizadas en el experimento. UEPL, 2009-10.

Tareas realizadas	Zafra 2009-10				
Siembra arroz	26-Oct-09				
Aplicación en preemergencia	29-Oct-09				
Baño	13-Nov-09				
Urea macollaje (50 kg/ha)	11-Dic-09				
Inundación	11-Dic-09				
Urea primordio (50 kg/ha)	El Paso 144	INIA Olimar	INIA Tacuarí	EEA 404	Perla
	05-Ene-10	05-Ene-10	05-Ene-10	12-Ene-10	29-Dic-09
Fecha cosecha	13-23-Abr	13-23-Abr-10	06-20-Abr-10	23-Abr-10	23-Mar-10

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2, se muestran los resultados obtenidos y la significación estadística del análisis de varianza cuando aplicamos Command en preemergencia a distintas variedades de arroz. En general, se detectaron diferencias significativas debido a la interacción variedades por dosis de Command en las variables plantas/m^2, humedad a la cosecha y el rendimiento de arroz, no obstante lo anterior también cada factor por separado originó diferencias significativas. Los factores variedad y dosis de Command afectaron el inicio de la floración medida tanto con el 10% de las panojas florecidas como con el 50% de las mismas, mientras que el factor variedad fue el único que promovió diferencias significativas en la altura de la planta de arroz.

Para ayudar a ilustrar los resultados logrados, en las figuras 1 y 2 se muestran los datos de las temperaturas media y mínima sobre el césped del aire, y las precipitaciones y demanda atmosférica (Tanque A), respectivamente.

A continuación, se muestran las respuestas a la dosis para las distintas variedades evaluadas para las variables plantas/m^2 en la figura 3, el contenido de humedad en el grano en la figura 4, y el rendimiento de arroz en la figura 5.

Cuadro 2. Resultados obtenidos y significación estadística para algunas de las variables medidas y el rendimiento de las variedades arroz. UEPL, 2009-10.

Variedad	Command	Plantas/	Fecha floración		Humedad	Altura	Rend
	l/ha	m^2	10%	50%	%	cm	kg/ha
El Paso 144	**0**	321	12-Feb-10	15-Feb-10	17,7	95	8097
	1	229	14-Feb-10	17-Feb-10	18,0	97	8799
	2	94	18-Feb-10	20-Feb-10	19,4	95	5967
INIA Olimar	**0**	201	03-Feb-10	07-Feb-10	16,3	89	7866
	1	211	04-Feb-10	08-Feb-10	15,9	90	7259
	2	79	09-Feb-10	11-Feb-10	18,1	93	6370
INIA Tacuarí	**0**	205	01-Feb-10	06-Feb-10	18,2	90	5936
	1	217	01-Feb-10	04-Feb-10	18,0	89	7043
	2	175	05-Feb-10	09-Feb-10	18,2	89	6355
EEA 404	**0**	162	15-Feb-10	18-Feb-10	19,7	129	5485
	1	181	15-Feb-10	18-Feb-10	17,6	129	6185
	2	147	17-Feb-10	19-Feb-10	19,7	133	5957
Perla	**0**	151	28-Ene-10	31-Ene-10	19,0	103	5114
	1	172	27-Ene-10	30-Ene-10	18,7	99	4974
	2	86	30-Ene-10	02-Feb-10	19,6	99	3681
Media		174	07-Feb-10	10-Feb-02	18,3	102	6317
C.V.%		32,3	-	-	4,5	15,1	13,3
Sig. Bloques		0,7875	0,0036	0,0055	0,9849	0,5321	0,5935
Sig. Variedad		0,0130	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Sig. Dosis		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,5014	0,0004
Sig. Interacción.		0,0377	0,6108	0,6699	0,0416	0,1894	0,0240

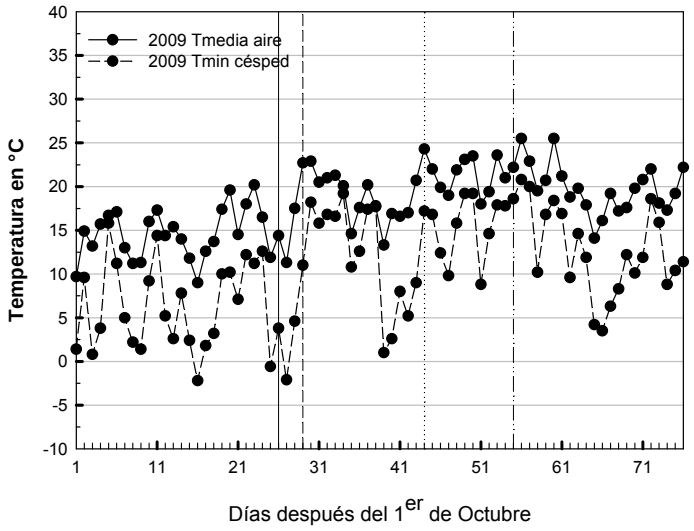


Figura 1. Temperatura media y mínima sobre el césped del aire entre el 1 de octubre al 31 de diciembre. EPL, 2009-10. Las líneas verticales representan distintas tareas:
—- siembra, - - - aspersión del Command en preemergencia, …… baño, - ¨– inundación.

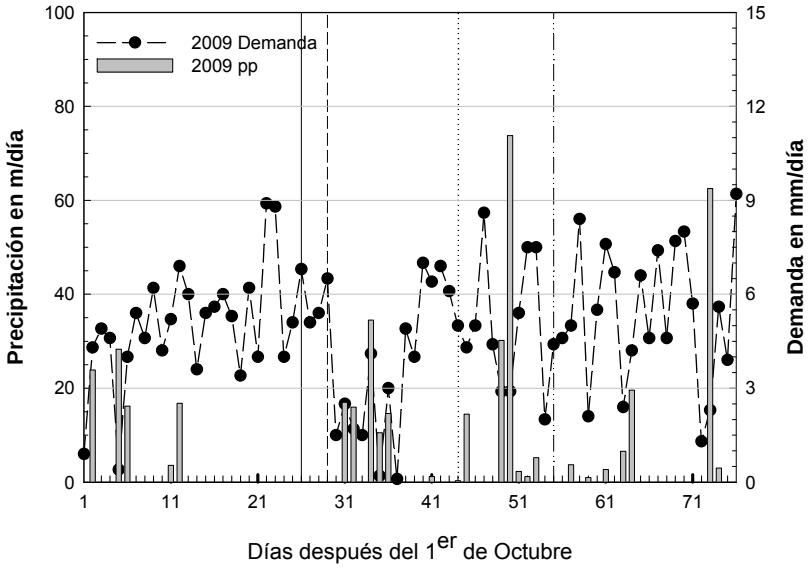


Figura 2. Precipitación y demanda atmosférica (Tanque A) diarias entre el 1 de octubre al 31 de diciembre. UEPL, 2009-10. Las líneas verticales representan distintos tareas:
—- siembra, - - - aspersión del Command en preemergencia, …… baño, - ¨ – inundación.

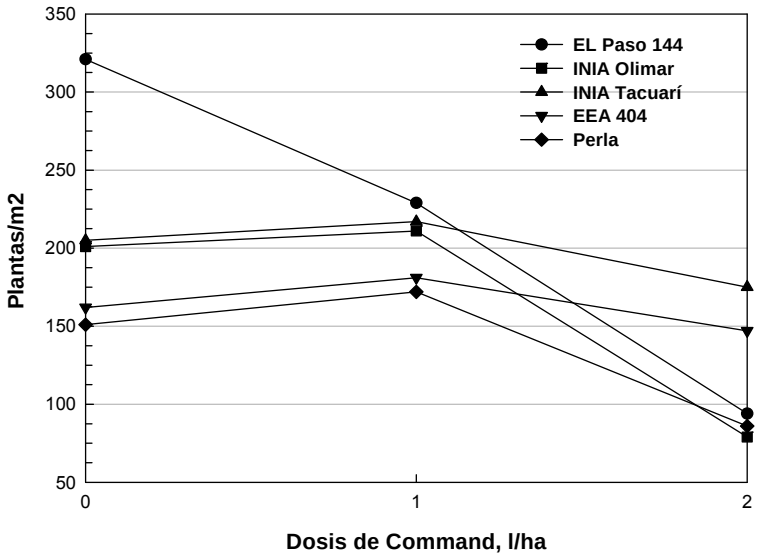


Figura 3. Efecto de las dosis de Command aplicado en preemergencia en las plantas/m^2 de arroz obtenidas a los 45 días después de la siembra para las variedades evaluadas. UEPL, 2009-10.

Fue dificultosa la instalación del arroz porque se apretó mucho el suelo probablemente debido a las lluvias y fue necesario realizar un baño para facilitar la emergencia del arroz y asegurar la población de plantas. La mayor disponibilidad de clomazone en la solución del suelo por la disponibilidad de humedad en el suelo (ver Figura 2), promovió una mayor absorción que a su vez provocó

síntomas de albinismo total y persistentes. Este hecho determinó la muerte de muchas plántulas, especialmente en las parcelas donde se aplicó la dosis máxima aunque también se observó en la dosis intermedia, reduciéndose el número en El Paso 144.

Para El Paso 144 e INIA Olimar se ajustaron modelos entre las dosis de Command y el número de plantas/m^2 obtenidas que se detalla a continuación.

El Paso 144
$y= 330,1341 – 114,5510X$ n=11 $r^2= 0,78$ (Prob. 0,0003)

En la figura 3, se observa que la población de plantas de El Paso 144 cuando no se aplicó Command mostró que es una variedad muy vigorosa comparada con el resto. De modo que la reducción en el número de plantas se acentúa comparando con las otras variedades que rescataron menos plantas en el testigo, y por otra parte los datos indican que es probable que la diferencia observada entre el testigo y la dosis intermedia sea causada en mayor medida por la toxicidad del clomazone.

INIA Olimar
$y= 201,4706 + 79,8203X – 70,5065X^2$ n= 11
$r^2= 0,70$ (Prob. 0,0078)

De acuerdo al modelo ajustado para INIA Olimar, el máximo de plantas/m^2 se alcanzó con 0,6 l/ha de Command en un zafra tan particular como ésta.

Con respecto a la humedad en el grano a la cosecha, se presenta el comportamiento de cada variedad en función de la dosis de Command en la figura 4. Se observó que algunas parcelas que recibieron la dosis máxima atrasaron mucho su madurez fisiológica, cosechándose hasta 10 días más tarde que las parcelas que no fueron afectadas.

Se ajustaron modelos entre las dosis de Command y la humedad en el grano a la cosecha en las variedades El Paso 144 e INIA Olimar, presentándose los modelos obtenidos a continuación.

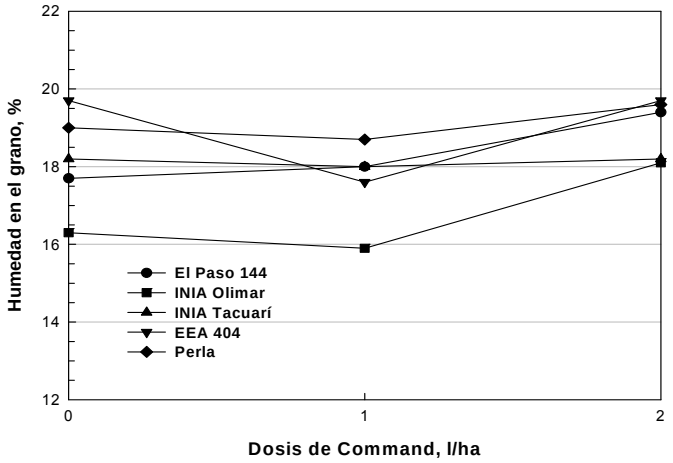


Figura 4. Efecto de las dosis de Command aplicado en preemergencia en el contenido de humedad en el grano para las variedades evaluadas. UEPL, 2009-10.

El Paso 144
$y= 17,75 – 0,3X + 0,5625X^2$ n= 11 $r^2= 0,85$ (Prob. 0,0005)

INIA Olimar
$y= 16,3375 – 1,7396X + 1,3146X^2$ n= 11
$r^2= 0,70$ (Prob. 0,0082)

La interacción entre las dosis de Command y las variedades de arroz en el rendimiento se presenta en la figura 5.

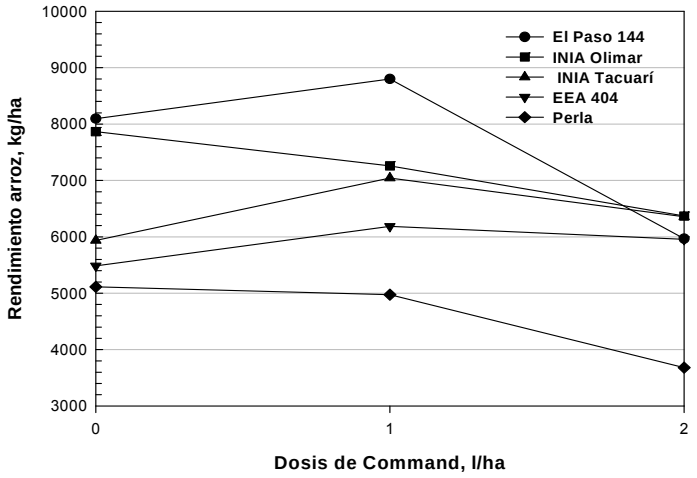


Figura 5. Efecto de la dosis de Command aplicado en preemergencia en el rendimiento de arroz para las variedades evaluadas. UEPL, 2009-10.

Se aprecia claramente que la interacción esta dada, por un lado, porque hay variedades que redujeron el rendimiento como en El Paso 144, INIA Olimar y Perla, mientras que INIA Tacuarí y EEA 404 no lo hacen. Por el otro, los testigos de las últimas variedades mencionadas rindieron menos que las parcelas tratadas aunque no significativamente. Puede ser que el desmalezado a mano haya llegado algo tarde y en el caso de INIA Tacuarí sabemos que es una variedad con menor capacidad competitiva y en el caso de EEA 404 se volcaron algunos testigos.

También es interesante observar como el comportamiento de El Paso 144 es diferente de INIA Olimar. A la dosis de 1 l/ha de Command las plantas/m^2 son estadísticamente iguales (ver Figura 3), sin embargo, el rendimiento de arroz en El Paso 144 fue superior en 1540 kg/ha con respecto a INIA Olimar, aunque la diferencia no es estadísticamente significativa.

Los modelos ajustados entre las dosis de Command y el rendimiento de arroz se presentan para las variedades mencionadas antes.

El Paso 144
$y=8097,3992 + 2469,0135X -1766,9903X^2$
$n=11$ $r^2=0,81$ (Prob.=0,0013)

En función del modelo ajustado, en esta variedad se obtuvo el máximo rendimiento con 0,7 l/ha de Command.

INIA Olimar
$y=7910,3580 – 740,4845X$ $n=11$ $r^2=0,48$
(Prob.=0,0182)

Perla
$y=5305,9890 – 716,1432X$ $n=12$ $r^2=0,50$
(Prob.=0,0095)

En el cuadro 3, se introducen la separación de medias entre las dosis de Command para las variables inicio de floración al 10 y 50% de las panojas y el número de panojas/m^2.

Cuadro 3. Separación de medias de las variables afectadas por el factor dosis de Command. UEPL, 2009-10.

Dosis Command l/ha	Inicio de floración				Panojas/m2	
	10%		50%			
0,0	06-Feb-10	b	09-Feb-10	b	527	a
1,0	06-Feb-10	b	09-Feb-10	b	541	a
2,0	10-Feb-10	a	12-Feb-10	a	470	b

Medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente al 5% según la prueba de Tukey.

Se observa claramente el atraso promedio entre las distintas variedades de arroz en el inicio de la floración con el aumento de la dosis de Command y la disminución significativa del número de panojas/m^2 con la dosis máxima. Es decir la disminución del número de panojas/m^2 se presentó para todas las variedades, bajando el rendimiento en El Paso 144, INIA Olimar y Perla de acuerdo a los modelos ajustados.

A pesar de estas diferencias existentes, no se puedo ajustar un modelo entre las dosis de Command y los resultados de las variables que se muestran en el cuadro 3.

A continuación se introducen los resultados obtenidos y la significación estadística de los componentes del rendimiento.

Cuadro 4. Resultados obtenidos y significación estadística para los componentes del rendimiento de arroz para las variedades evaluadas. UEPL, 2009-10.

Variedad	Command l/ha	Panojas/ m^2	Granos por panoja				Pmg, g
			totales	llenos	semillenos	chusos	
El Paso 144	0	625	97	74	1,6	21	25,9
	1	606	102	84	1,3	17	26,5
	2	482	94	71	1,1	22	26,8
INIA Olimar	0	621	80	68	0,9	11	27,0
	1	653	83	65	1,1	17	26,6
	2	545	99	85	1,0	13	26,7
INIA Tacuarí	0	586	143	115	3,0	24	21,3
	1	621	112	83	2,8	26	21,4
	2	504	127	105	2,8	19	21,4
EEA 404	0	417	112	85	2,3	24	30,9
	1	449	106	83	2,0	21	31,5
	2	438	120	93	2,1	24	30,8
Perla	0	387	72	61	0,9	10	40,5
	1	374	74	60	1,2	12	40,1
	2	379	90	71	1,3	17	39,3
Media		511	100	80	1,6	18,6	29,3
C.V.%		15,1	11,6	14,5	39,8	37,3	1,7
Sig. Bloques		0,0466	0,0045	0,0009	0,0405	0,5142	0,0016
Sig. Variedad		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0012	<0,0001
Sig. Dosis		0,0213	0,0289	0,0344	0,9494	0,9080	0,4044
Sig. Interacción		0,5038	0,0279	0,0240	0,9726	0,5434	0,0253

El análisis de varianza detectó diferencias significativas debidas a la interacción entre dosis de Command y las variedades de arroz en los granos totales y llenos por panoja y el peso de 1000 granos. En cambio, se obtuvieron diferencias significativas en el número de panojas/m^2, debido al efecto de los factores dosis de Command y variedad. Finalmente, el número de granos semillenos y chusos por panoja fueron afectados solamente por el factor variedad.

En las siguientes gráficas se presenta la interacción dosis de Command y las variedades estudiadas con respecto a los granos totales y llenos por panoja, y el peso de los 1000 granos que corresponde a las figuras 6,7 y 8, respectivamente.

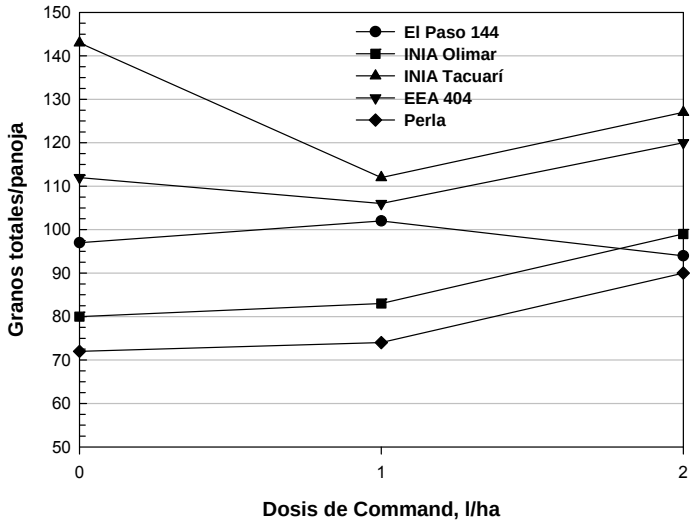


Figura 6. Efecto de la dosis de Command aplicado en preemergencia en el número de granos totales por panoja (tamaño) para las variedades evaluadas. UEPL, 2009-10.

Para el tamaño de panoja (granos totales por panoja) se ajustó un modelo con la dosis de Command y se presenta el mismo a continuación para INIA Olimar y Perla:

INIA Olimar
y=77, 843 + 9,8127X n=11 r^2=0,54 (Prob.=0,0102)

Perla
y=69,9778 + 8,7417X n=12 r^2=0,43 (Prob.=0,0204)

En los granos llenos por panoja, se logró solamente ajustar un modelo cuadrático con las dosis de Command para la variedad INIA Olimar. El mismo se presenta a continuación,

INIA Olimar
y=68,2333 – 15,4278X + 12,3444X^2 n=11 r^2=0,55 (Prob.=0,0429)

Tanto en el tamaño de panoja (granos totales por panoja) como en los granos llenos por panojas (los efectivamente llenos) son mayores en El Paso 144 comparado con los de INIA Olimar (ver Figuras 6 y 7).

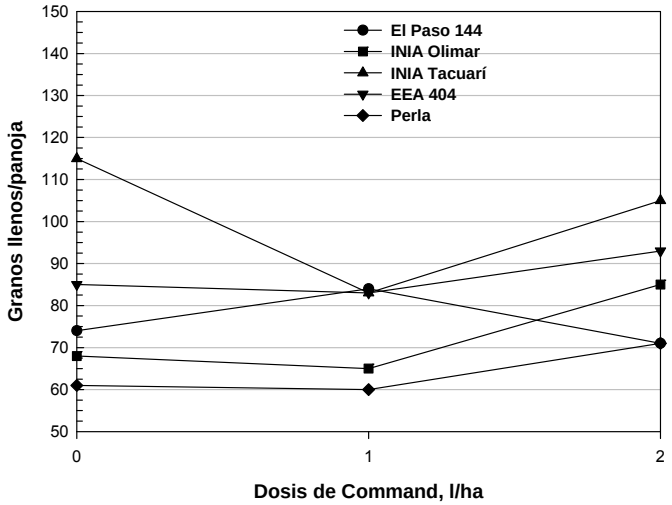


Figura 7. Efecto de la dosis de Command aplicado en preemergencia en el número de granos llenos por panoja para las variedades evaluadas. UEPL, 2009-10.

Con respecto al peso de los 1000 granos, se obtuvo un ajuste con la dosis de Command para El Paso 144 y Perla, presentándose los modelos ajustados por variedad.

El Paso 144
y=26,0579 + 0,4052X n=11 r^2=0,52 (Prob.=0,0116)

Perla
y=40,5792 – 0,5875X n=11 r^2=0,31 (Prob.=0,0604)

Se observa que El Paso 144 aumenta el peso de los granos, mientras Perla tiende a disminuirlo, reduciendo el rendimiento a la dosis máxima en ambos casos.

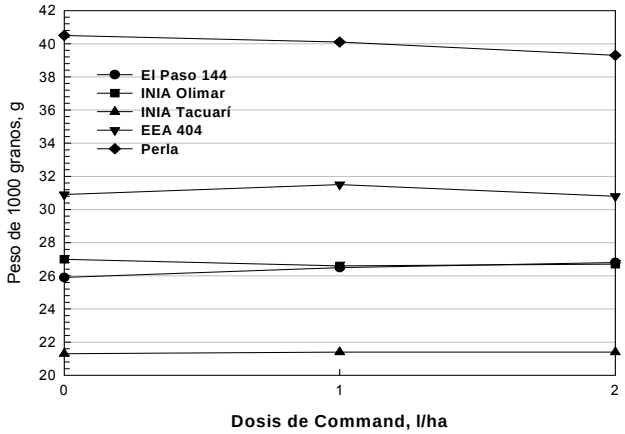


Figura 8. Efecto de la dosis de Command aplicado en preemergencia en el peso de los 1000 granos para las variedades evaluadas. UEPL, 2009-10.

En el cuadro 5, se muestra la separación de medias debido al factor variedad para las variables panojas/m2, y granos semillenos y chusos por panoja.

Cuadro 5. Separación de medias del número de panojas/m^2 y los granos semillenos y chusos por panojas para las variedades evaluadas. UEPL, 2009-10.

Variedades	Panojas/m2	Granos por panoja	
		semillenos	chusos
El Paso 144	571 a	1,3 bc	20 ab
INIA Olimar	608 a	1,0 c	13 b
INIA Tacuarí	570 a	2,9 a	23 a
EEA 404	435 b	2,1 ab	23 a
Perla	380 b	1,1 c	13 b

Medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente al 5% según la prueba de Tukey

En términos de promedio a través de las dosis de Command, El Paso 144, INIA Olimar y Tacuarí mostraron significativamente más panojas/m^2 que EEA 404 y Perla. INIA Tacuarí alcanzó los valores más altos de granos semillenos por panoja junto con EEA 404, y la mayor cantidad de granos chusos por panoja, sin deferir significativamente de EEA 404 y El Paso 144.

Las correlaciones obtenidas entre las variables medidas y el rendimiento se presentan en el cuadro 6 para mostrar como variaron entre las variedades evaluadas.

En términos generales, se observa que algunas correlaciones se hacen significativas en algunas variedades mientras que en otras no. Por ejemplo, el inicio de floración al 10% se asoció negativamente con el rendimiento de arroz en EL Paso 144 y en Perla, mientras que esa asociación no se presentó en INIA Olimar, INIA Tacuarí y EEA 404.

Cuadro 6. Coeficientes de correlación (r) entre las variables medidas y el rendimiento obtenido para las variedades evaluadas. UEPL, 2009-10.

Variables	El Paso 144		INIA Olimar		INIA Tacuarí		EEA 404		Perla	
	r	Prob.	r	Prob.	r	Prob.	r	Prob.	r	Prob.
If10	-0,72	0,0198	-0,31	0,3444	-0,03	0,9262	-0,01	0,9687	-0,62	0,0309
If50	-0,63	0,0675	-0,31	0,3534	-0,00	0,9803	0,11	0,7449	-0,69	0,0127
Plantas/m^2	0,71	0,0132	0,54	0,0871	-0,07	0,8453	-0,31	0,3510	0,54	0,0650
Humedad	-0,90	0,0001	-0,37	0,2567	-0,03	0,9285	-0,34	0,3109	-0,36	0,2482
Altura	0,45	0,1676	0,02	0,9443	0,34	0,3336	0,40	0,2176	0,16	0,6192
Panojas/m^2	0,76	0,0069	-0,21	0,5285	0,25	0,4822	0,54	0,0853	0,16	0,6009
Gtpanoja	0,30	0,3660	-0,45	0,1596	-0,17	0,6306	0,58	0,0633	-0,74	0,0060
Gllpanoja	0,59	0,0573	-0,25	0,4480	0,04	0,9014	0,71	0,0132	-0,59	0,0449
Gsllpanoja	0,10	0,7672	0,50	0,1151	-0,71	0,0206	-0,54	0,0838	0,07	0,8367
Gchpanoja	-0,24	0,4793	-0,46	0,1554	-0,41	0,2355	-0,23	0,4877	-0,71	0,0095
Esterilidad	-0,36	0,3575	-0,28	0,4047	-0,25	0,4796	-0,62	0,0404	-0,52	0,0831
Pmg	-0,51	0,1089	0,06	0,8669	0,24	0,4723	0,55	0,0761	0,48	0,1101

Entre las variedades que redujeron su rendimiento significativamente por el aumento de la dosis de Command, las plantas/m^2 se correlacionaron con el rendimiento de manera positiva variando la significación. En el caso de El Paso 144 fue significativa al 1,32% en cambio para INIA Olimar y Perla la significación fue de 8,71%

y 6,5%, respectivamente. Lo que demuestra la mayor asociación en la primera variedad. Los granos llenos por panoja se asociaron significativamente con el rendimiento, siendo en sentido negativo en EEA 404 y en sentido positivo en Perla.

Las panojas/m^2 se asociaron significativamente y con signo positivo en El Paso 144 y a nivel de una tendencia en EEA 404, en cambio, para INIA Tacuarí el componente que se asoció mejor a la variación del rendimiento fue los granos semillenos por panoja.

Se aprecia que no se detectaron diferencias significativas debidas a los factores estudiados en el porcentaje de esterilidad. Solamente el factor variedad promovió diferencias significativas en los porcentajes de blanco total y entero, y el porcentaje de mancha. En la variable porcentaje de yeso ambos factores individuales generaron diferencias significativas, siendo la interacción ente ellos también significativa.

En el cuadro 7 se muestra la significación obtenida en el análisis de varianza y los resultados de las variables de rendimiento y calidad industrial.

La separación de medias para aquellas características de rendimiento y calidad industrial que fueron afectadas por el factor variedad se presentan en el cuadro 8.

Cuadro 7. Resultados obtenidos y significación en el rendimiento y la calidad industrial de las variedades de arroz. UEPL, 2009-2010.

Variedad	Command l/ha	Est, %	BT, %	EN, %	Yeso, % (1)	Mancha, % (1)
El Paso 144	**0**	21,4	70,6	65,6	2,6	0,47
	1	16,6	70,3	63,6	1,6	0,39
	2	21,9	70,0	63,5	1,2	0,39
INIA Olimar	**0**	13,8	70,2	67,5	1,3	0,48
	1	20,8	70,2	67,8	1,2	0,40
	2	12,7	70,0	66,0	1,0	0,38
INIA Tacuarí	**0**	17,5	71,2	64,7	2,0	0,16
	1	24,1	71,6	65,7	1,9	0,14
	2	15,0	71,5	65,5	1,3	0,13
EEA 404	**0**	21,9	74,1	67,9	4,5	0,33
	1	19,9	74,2	68,3	3,2	0,23
	2	20,3	74,3	68,6	3,8	0,29
Perla	**0**	13,8	74,3	63,5	6,1	0,56
	1	16,9	74,2	63,4	5,3	0,43
	2	19,5	74,3	65,7	3,1	0,36
Media		18,5	72,2	65,8	2,7	0,34
C.V.%		33,2	1,2	3,4	27,5	47,9
Sig. Bloques		0,2281	0,7449	0,0875	<0,0001	0,5732
Sig. Variedad		0,3094	<0,0001	0,0003	<0,0001	0,0001
Sig. Dosis		0,5739	0,9593	0,9937	<0,0001	0,1758
Sig. Interacción		0,2913	0,9946	0,6577	0,0378	0,9891

(1)=El porcentaje de Yeso y Mancha son expresados en base al blanco total.

Cuadro 8. Separación de medias de las variables de rendimiento y calidad industrial afectadas por el factor variedad. UEPL, 2009-10.

Zafra	BT, %		EN, %		Mancha, %(1)	
El Paso 144	70,3	c	64,2	c	0,41	a
INIA Olimar	70,2	c	67,1	ab	0,42	a
INIA Tacuarí	71,4	b	65,2	b	0,14	b
EEA 404	74,2	a	68,3	a	0,28	ab
Perla	74,3	a	64,2	c	0,45	a

(1)=El porcentaje de Yeso y Mancha son expresados en base al blanco total.
Medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente al 5% según la prueba de Tukey.

Las diferencias fueron debidas mayormente a las características propias de las variedades.

La interacción significativa entre la dosis de Command por variedad que se detectó en el porcentaje de yeso, se presenta de manera gráfica en la figura 9. De las cinco variedades, se logró ajustar un modelo lineal en El Paso 144 y en Perla.

El Paso 144
y=2,3375 -0.6038X n=11 r^2=0,64 (Prob.=0,0029)

Perla y=6,4007 -1,5487X n=12 r^2=0,64 (Prob.=0,0061)

Si bien se ajustaron significativamente los modelos descriptos, solamente en el caso de Perla se detectaron diferencias significativas entre las dosis de Command en el porcentaje de yeso. Se aprecia que la pendiente en el modelo correspondiente a Perla es el doble en magnitud que para El Paso 144.

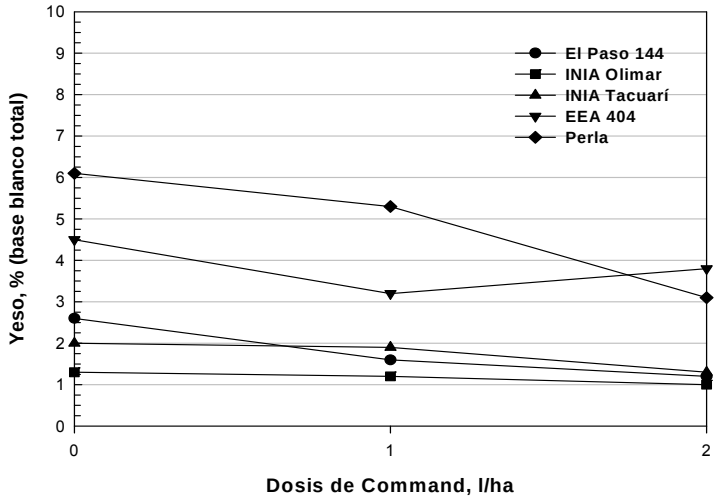


Figura 9. Efecto de la dosis de Command aplicado en preemergencia en el porcentaje de yeso para las variedades evaluadas. UEPL, 2009-10.

CONCLUSIONES

La información presentada en este informe proviene de un experimento realizado en la UEPL, 2009-10.

El régimen de precipitaciones después de la aplicación del Command en preemergencia, afectó la disponibilidad clomazone para ser absorbido por las plántulas de arroz lo que favoreció la expresión de toxicidad severa a la dosis de 2 l/ha.

En el caso de EL Paso 144 se registró muerte de plántulas en las dosis intermedia y máxima.

Para El Paso 144 el modelo ajustado, estimó que el aumento de la dosis de Command reducía linealmente el número de plantas/m2, mientras que se alcanzaba el máximo rendimiento con 0,7 l/ha de Command. Para INIA Olimar el máximo número de plantas se obtuvo con 0,6 l/ha de Command, en cambio, el rendimiento de arroz se redujo cuando aumentó la dosis aplicada.

A la dosis de 1l/ha de Command, El Paso 144 rindió 1540 kg/ha más que INIA Olimar aunque no fue significativamente diferente.

En términos promedios la dosis 2 l/ha de Command redujo significativamente el número de panojas/m^2 comparado con el testigo y la dosis intermedia.

El rendimiento de Perla fue reducido significativamente entre la dosis intermedia y la dosis máxima de clomazone, sin embargo, tanto para INIA Tacuarí como para EEA 404 el rendimiento no fue afectado significativamente.

El factor variedad afectó solamente a los porcentajes de blanco total, de granos enteros y de los granos manchados.

El porcentaje de yeso se redujo significativamente con el aumento en la dosis de Command en Perla y también ocurrió lo mismo en El Paso 144 a una tasa menor en 2009-10.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ing. Agr. MSc. Enrique Deambrosi por la lectura del manuscrito y por las sugerencias recibidas para mejorar el texto del mismo.

Se destaca la responsabilidad, la buena disposición e iniciativa del personal de la Sección Manejo Arroz en la ejecución y seguimiento de este experimento.

EFECTO DEL MOMENTO DEL BAÑO Y LA APLICACIÓN DE COMMAND EN PREEMERGENCIA EN EL CONTROL DEL CAPÍN

Néstor Saldain[1/], Beto Sosa[1/], Hermann Huber García[2/], Pablo Rodríguez Suárez[2/]

INTRODUCCIÓN

En INIA Treinta y Tres, durante tres años, se generó información que demostró que la aplicación preemergente de clomazone permite reducir de manera significativa la población de capín. Los individuos que escaparon al control presentaron un estado de desarrollo no mayor a cinco hojas al momento de realizar una aplicación en postemergencia. Es así que la aplicación de clomazone seguida por sólo una aspersión de propanil fue suficiente para completar el control, llegando el cultivo limpio a la cosecha y lográndose muy buena productividad (Deambrosi, E. y N. Saldain, 2006-2007, SAD 502).

El uso de clomazone en preemergencia esta aumentando. Este hecho fue corroborado en el informe de la zafra 2005-06 (Molina, F. y A. Roel, 2006) y por los técnicos de los distintos molinos arroceros que expusieron en la reunión de evaluación de la última zafra de arroz llevada a cabo a fines de junio del presente.

Generalmente se aplicó el clomazone después de la siembra hasta antes de la emergencia del cultivo y en áreas menores antes de la siembra, aunque el uso masivo sigue siendo como pos emergente.

Senseman et al., 2004, mostraron que la disponibilidad total de clomazone para las plantas (arroz, capín y otras malezas) se incrementa con el aumento en la humedad del suelo independientemente del tipo de suelo arrocero estudiado.

Esto significa que si se aumenta la humedad de suelo a partir de un suelo seco (sin agua disponible para el crecimiento de las plantas) hacia un suelo que contenga su máxima capacidad de almacenar agua útil (suelo a capacidad de campo sin estar saturado), la cantidad total de clomazone en la solución del suelo será mayor. Estos autores encontraron que el daño que se observa en las plantas de arroz está directamente relacionado a la cantidad de clomazone que haya en la solución del suelo.

Otro componente del suelo que pesa mucho en la existencia de clomazone en la solución del suelo es el contenido de carbono. Este herbicida tiene mucha afinidad por la materia orgánica del suelo dado su coeficiente de partición octanol/agua de 350. Esto significa que a igualdad de humedad en el suelo uno que tenga un mayor contenido de materia retendrá más clomazone y consecuentemente existirá menos en la solución del suelo para la absorción por las plantas. De manera que cuando el suelo recibe agua, la misma desplaza al clomazone desde donde está retenido hacia la solución del suelo. El contenido de arcilla del suelo juega un rol menor en la retención del clomazone por el suelo (Senseman, et. al., 2004).

De modo que hay que ser cuidadoso porque cuando se siembra arroz en suelo seco, se asperja clomazone, se baña o ocurre una lluvia grande por ejemplo mayor a 30 mm o ocurren los dos eventos en pocos días, debemos esperar un muy buen control del capín y otras malezas. No obstante lo anterior, podemos tener un impacto negativo en la implantación del cultivo dado que las oportunidades para que se expresen daños severos en el arroz son mayores.

Estos daños significan síntomas extendidos de albinismo en el cultivo inclusive muerte

[1/]INIA Treinta y Tres
[2/]Estudiante de grado Facultad de Agronomía

de plántulas y/o que nunca emergerán y/o semillas que quedan con la raicillas primarias y sin la emergencia del brote.

Sin embargo, si la lluvia es menor a 30 mm en esa condición de suelo debemos esperar un excelente control del capín y síntomas leves de albinismo (menor absorción de clomazone por la semilla y/o plántula de arroz).

Si bien los herbicidas aplicados en preemergencia necesitan humedad en el suelo para que se activen, se debe ser cauto a la hora de sembrar en suelo seco seguido por un baño. También en caso de un suelo con humedad suficiente para la germinación del arroz si se esperan ocurrencia de lluvias en los días inmediatos a la aspersión del herbicida (Jordan, et al, 1998, y Jordan, 2000).

Los síntomas de albinismo desaparecerán más rápidamente si las condiciones de temperatura y radiación favorecen el crecimiento, mientras que demorarán más en desaparecer si prevalecen temperaturas frescas y días nublados (Jordan et al., 1998 y Jordan et. al., 2000).

Un uso adecuado del pronóstico del tiempo de corto plazo (no mayor a tres días) es muy útil como apoyo para la toma de decisiones y evitar las situaciones con mayor potencial para causar daño.

El clomazone es un herbicida que posee una solubilidad en agua de 1100 mg/l a 25°C, de manera que se lo valora como moderadamente soluble en este solvente. Esa característica es un aspecto positivo, en el sentido que tiene movilidad en los primeros centímetros del suelo lo que le permite ser absorbido por un número muy grande de semillas de malezas (Senseman, S.A., 2007).

Sin embargo, un aspecto menos favorable de su solubilidad es que al estar aplicado sobre el suelo seco y bañar para activarlo, o si llueve mucho siempre luego de la aplicación, se espera que una proporción del clomazone aplicado se vaya en el agua de drenaje. Este hecho es común y se puede observar indirectamente por el albinismo presente en la vegetación que rodean o forman parte de las vías de drenaje de chacras en esa situación. Sin embargo, aunque conocemos el hecho, no se tiene cuantificada cuánto se reduce la dosis pretendida en el campo.

A continuación en relación a lo anterior, algunas personas comentaron que asperjaron clomazone premergente en seco y bañaron sin drenar el agua. En los cuadros que recibieron el agua que se había movido por esa chacra en particular controló de manera excelente las malezas sin embargo afectó la población de arroz.

La esmerada preparación de la cama de siembra y la nivelación juega un papel muy importante porque donde existan depresiones se acumulará agua y por consiguiente clomazone y los síntomas de albinismo serán más notorios.

En esos casos puede ser aconsejable bañar primero, dejar que se mueva la semilla y luego aplicar el herbicida (3-5 días si la temperatura es la adecuada).

Se observa una tendencia a la utilización de dosis más elevadas de clomazone con el objetivo de obtener un control más duradero (mayor residualidad) y de esa manera evitar realizar una segunda aplicación de herbicidas antes de la inundación del arroz.

El clomazone es un herbicida que tiene una presión de vapor de 19,2 mPa a 25°C. No es tan volátil como el molinate (746 mPa a 25°C) o el EPTC (4,52 Pa a 25°C) que en condiciones de campo se volatiliza tanto que los vapores irritan los ojos. Para el EPTC es requisito fundamental que se incorpore al suelo inmediatamente de su aplicación. Cuando el clomazone se aplica en suelo húmedo en condiciones de alta demanda atmosférica (se pueden presentar en noviembre y diciembre antes de la inundación dependiendo su magnitud del año), se puede volatilizar. En la ciudad de Treinta y Tres en la zafra 2006-2007, se observó mucho albinismo en los paraísos del ornato público que podría deberse a la

deriva de este producto (Senseman, S.A., 2007).

Aunque no se ha cuantificado la magnitud que tiene la volatilización del clomazone en nuestras condiciones ambientales y tipos de suelos, sin duda contribuye a reducir la dosis pretendida en el campo.

La deriva secundaria del clomazone, aquella producida por la volatilización del herbicida, afecta a cultivos de alto valor linderos al arroz en California. La sustitución del clomazone formulado como concentrado emulsionable (CE) por microencapsulado (ME) redujo significativamente la misma. Sin embargo, la formulación no tiene influencia sobre la deriva primaria más dependiente de la tecnología de aplicación y de las condiciones ambientales predominantes al momento de su realización (Schulteis y Heier, 2003).

En este estudio se pretende determinar los efectos de realizar el baño en diferentes momentos relativo a la fecha de la aspersión del Command en preemergencia, interaccionado con la dosis del producto más otros tratamientos adicionales en el control del capín.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este nuevo experimento se sembró sobre un suelo de la Unidad de Mapeo (escala 1:1000000) La Charqueada cuyo análisis de suelo se presenta continuación.

Análisis de suelos – Command x Momento baño. UEPL, 2009-10.

pH(H_2O)	C.O.* %	P (Bray 1) ppm	K meq/100g
5,0	1,14	4,6	0,19

*M.O.% = C.O. x 1,724; Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agua. INIA La Estanzuela.

El capín se sembró el 13-Nov-2009 al voleo a razón de 300 semillas viables y se incorporó superficialmente con una disquera, pasándose posteriormente un rodillo. Se utilizó la variedad INIA Olimar, la que fue sembrada el mismo día que el capín a razón de 650 semillas viables/m^2 equivalente a 160 kg/ha de semilla, en líneas separadas 0,17m entre sí.

Se fertilizó en la siembra con 140 kg/ha de 18-46-0 en el surco y se realizaron posteriormente dos coberturas de urea de 50 kg/ha cada una (macollaje: 18-Dic-2009; alargamiento entrenudos: 30-Dic-2009).

En las aplicaciones se utilizó un equipo presurizado con anhídrido carbónico, regulado para aplicar 180 l/ha de solución. La barra de aplicación dispone de 5 picos con pastillas de abanico plano Teejet DG 8002.

Se realizó un arreglo factorial surgido de combinar los tratamientos herbicidas evaluados con los niveles del factor momento del baño. Los tratamientos se dispusieron en bloques al azar con 4 repeticiones. Se utilizaron parcelas de 2,40 m de ancho por 10 m de largo. A la cosecha las parcelas fueron desbordadas 1 m en las cabeceras y se cortaron las 6 hileras centrales. Las líneas más externas dentro del área útil se usaron para realizar los muestreos de materia seca.

Los tratamientos herbicida consistieron en dosis de Command en preemergencia de 0, 1 y 1,8 l/ha más un tratamiento adicional de 1 l/ha de Command también en preemergencia seguido por una aplicación de 4 l/ha de un producto en base a propanil (48%). Los momentos del baño evaluados fueron: sin baño hasta la inundación, con baño tres días antes de la aplicación en preemergencia y con baño siete días después de la misma. Cada parcela individual llevó una combinación de los niveles de los factores descriptos.

En el cuadro 1 se presentan los tratamientos empleados. Las aplicaciones de preemergencia fueron realizadas el 20-Nov-2009 (7 días después de la siembra) y la de postemergencia temprana el 16-Dic-2009 (arroz de 2 hojas a 1 macollo).

Cuadro 1. Tratamientos empleados, 2009-10.

Tratamiento	Dosis de Command, l/ha	Momento del baño referido a la aspersión en preemergencia del Command	Dosis producto c\ propanil l/ha
1	0,0	Sin baño hasta la inundación	0
2		Con baño 3 días antes de la aspersión	0
3		Con baño 7 días después de la aspersión	0
4	1,0	Sin baño hasta la inundación	0
5		Con baño 3 días antes de la aspersión	0
6		Con baño 7 días después de la aspersión	0
7	1,0	Sin baño hasta la inundación	4,0
8		Con baño 3 días antes de la aspersión	4,0
9		Con baño 7 días después de la aspersión	4,0
10	1,8	Sin baño hasta la inundación	0,0
11		Con baño 3 días antes de la aspersión	0,0
12		Con baño 7 días después de la aspersión	0,0

Se procedió a inundar el cultivo el 18-Dic-09, a los 2 días de la aplicación postemergente. Se recomienda inundar después de las 48 h de aplicado el propanil aunque no más allá de 5 días.

Previamente, a la aplicación de los tratamientos de postemergencia, se realizaron conteos de la población de capín, lanzando al azar 2 cuadrados de 0,09 m^2 en todas las parcelas utilizadas y se describieron los estados de desarrollo de las plantas que fueron contadas.

Se evaluó en forma visual el grado de control de capín a la cosecha. Para la categorización del control, se utilizó una escala, que consta de cinco grados: 0 significa sin control; 1 control pobre; 2-3 regular a bueno; 3-4 bueno a muy bueno; 4-5 muy bueno a excelente.

Aparte de los componentes del rendimiento habituales, se muestreo la materia seca del arroz y del capin durante tres fechas en el cultivo (datos no mostrados).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los registros de las temperaturas media y mínima sobre el césped del aire en la figuras 1 y las precipitaciones y la demanda atmosférica diaria en la figura 2.

Antes y después de la aplicación en preemergencia ocurrieron precipitaciones como se aprecia en la figura 2.

En el cuadro 2 se presentan las cantidades de malezas y su estado de desarrollo, para cada tratamiento evaluado (combinación de tratamiento herbicida y momento del baño) en 2009-10.

La población de capín promedio general fue de 47 plantas/m^2; en las parcelas que corresponden a los testigos (sin Command en preemergencia) con distintos momento del baño alcanzaron una población a la fecha de la aplicación postemergente de 174, 168 y 226 plantas/m^2 de capín para los tratamientos sin baño, baños a los 3 días previos a la preemergencia y baño a los 7 días después de la misma, respectivamente. En los tratamientos con aplicación previa de Command de acuerdo al muestreo realizado no se detectó capín en las parcelas.

Como se aprecia en el cuadro 2, se presenta el estado de desarrollo solo en los testigos sin aplicación de herbicida. En éstos se observa que presentaban para los tratamientos sin baño, baño tres días previos a la preemergencia y baño a los 7 días posteriores a la misma una proporción de la población capín hasta 4 hojas de 18, 4; 19,8 y 14,7% , respectivamente.

Los resultados indican que se logró una reducción del 100 % de la población que se observa en los testigos con solo la aplicación de 1 l/ha de Command en un año especialmente favorable para la actividad de este herbicida en el suelo.

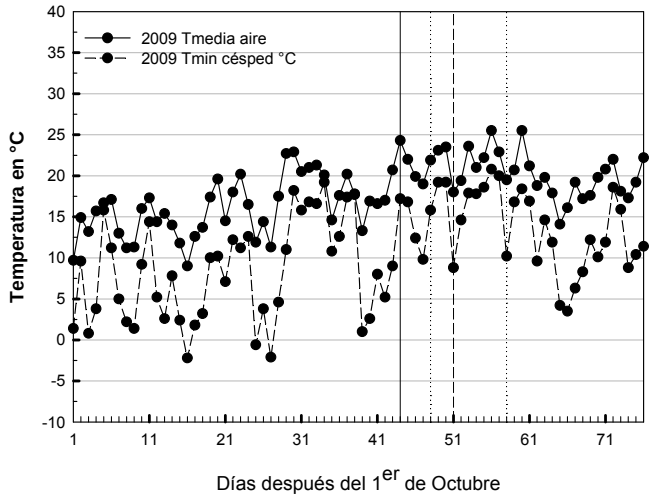


Figura 1.Temperatura media y mínima sobre el césped del aire entre el 1 de octubre al 31 de diciembre. UEPL, 2009-10. Las líneas verticales representan distintas tareas:
—- siembra, - - - aspersión del Command en preemergencia, …… baño, - ¨ – inundación.

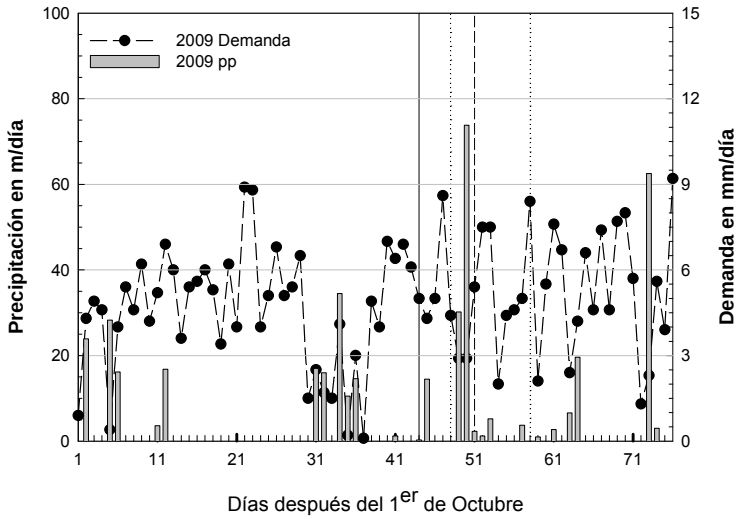


Figura 2. Precipitación y demanda atmosférica (Tanque A) diarias entre el 1 de octubre al 31 de diciembre. UEPL, zafra 2009-10. Las líneas verticales representan distintas tareas:
—- siembra, - - - aspersión del Command en preemergencia, …… baño, - ¨ – inundación.

Cuadro 2. Población y estado de desarrollo de las malezas al momento de aplicación de los herbicidas de postemergencia temprana en tratamientos que recibieron aplicaciones de Command preemergente. UEPL, 2009-10.

Tratamientos	Porcentaje de plantas con									Plantas/ m^2
	Número de hojas					Número de macollos			Total	
	1	2	3	4	5	1	2	3-4		
1	0,8	6,4	6,4	4,8	0,0	14,4	31,2	36,0	100	174
2	0,8	2,5	12,4	4,1	0,0	24,8	28,9	26,5	100	168
3	0,6	5,5	8,6	3,1	0,0	22,1	32,5	27,7	100	226
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	0.7	4.9	9.0	3.9	0.0	20.5	31.1	29,8	100	47

En el cuadro 3 se pueden observar los resultados obtenidos en los análisis estadísticos de la lectura de control a la cosecha, rendimiento de arroz, las plantas/m^2 y las panojas/m^2.

El factor tratamiento herbicida fue el único de los factores estudiados que causó diferencias significativas en las variables que se presentan.

En la lectura a la cosecha, se observaron muy buenos controles con un promedio de 3,7 con un coeficiente de variación my pequeño para este tipo trabajo. En parte esto es debido a que estaba presente el Command aplicado en preemergencia lo que uniformizó el grado de control obtenido.

En el cuadro 4, se aprecia que para el control de capín el testigo no difirió significativamente del resto de los tratamientos que recibieron Command en preemergencia, siendo similares entre ellos.

También el rendimiento de arroz y las panojas/m^2 siguieron la misma tendencia que la variable anterior. Mientras que para las plantas/m^2 la tendencia es inversa siendo la dosis de 1,8 l/ha de Command la que muestra significativamente la menor cantidad de plantas/m^2. Esta cantidad de plantas fue suficiente para que se lograra un excelente rendimiento de arroz.

Se observó albinismo producido por el clomazone siendo más notorio cuando se habían bañado las parcelas antes de la aplicación en preemergencia. Cuando se realizó la aplicación con suelo muy húmedo y temperaturas crecientes el arroz estaba comenzando a emerger en algunas partes de las parcelas. Estas condiciones probablemente favorecieron la desaparición rápida de los síntomas y que no se sufriera una pérdida de plantas que comprometiera el rendimiento de arroz.

Cuadro 3. Resultados obtenidos y significación estadística de la lectura de control de capín (*Echinochloa* spp.), el rendimiento de arroz, las plantas/m^2 y las panojas/ m^2. UEPL, 2009-10.

Command PRE /Herbicida POST l/ha	Momento del baño	Control capín cosecha	Rend. arroz, kg/ha	Plantas/ m^2	Panojas/ m^2
0 // 0	Sin baño	0,9	4942	333	510
	Baño 3 d previo a PRE	0,1	4350	349	568
	Baño 7 d posterior PRE	0,1	3609	332	544
1,0 // 0	Sin baño	4,9	9991	276	716
	Baño 3 d previo PRE	5,0	10432	347	777
	Baño 7 d posterior PRE	5,0	9850	326	674
1 // 4,0	Sin baño	5,0	9866	337	740
	Baño 3 d previo PRE	5,0	9874	290	711
	Baño 7 d posterior PRE	5,0	9512	320	772
1,8 // 0	Sin baño	5,0	9870	270	831
	Baño 3 d previo PRE	4,9	10187	256	826
	Baño 7 d posterior PRE	5,0	10089	263	747
Media		3,7	8442	309	697
C.V.%		2,3	8,6	14,8	17,4
Sig. Bloques		0,7093	0,3363	0,1055	0,5855
Sig. Tratamientos herbicidas		<0,0001	<0,0001	0,0016	<0,0001
Sig. Manejo Baño		0,6243	0,4495	0,9042	0,7176
Sig. Interacción		0,8021	0,8869	0,3116	0,8322

Lectura de control: 0=sin control, 1-2=control pobre, 2-3=regular a bueno, 3-4=bueno a muy bueno, 4-5=muy bueno a excelente. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente según el Test de Tukey al 5%, // = La barra significa aplicaciones en secuencia: preemergencia // postemergencia, PRE=preemergencia, POST=postemergencia

Cuadro 4. Separación de medias de la lectura de control de capín, rendimiento de arroz, las plantas/m^2 y las panojas/ m^2 según el tratamiento herbicida. UEPL, 2009-10.

Command PRE /Herbicida Post, l/ha	Control Capín		Rend. arroz Kg/ha		Plantas/ m^2		Panojas/ m^2	
0 // 0	0,4	b	4300	b	338	a	541	b
1,0 // 0	4,9	a	10091	a	316	a	722	a
1,0 // 4,0	5,0	a	9750	a	316	a	741	a
1,8 // 0	4,9	a	10049	a	263	b	801	a

Lectura de control: 0=sin control, 1-2=control pobre, 2-3=regular a bueno, 3-4=bueno a muy bueno, 4-5=muy bueno a excelente. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente según el Test de Tukey al 5%, // = La barra significa aplicaciones en secuencia: preemergencia // postemergencia, PRE=preemergencia, POST=postemergencia

A continuación, en la figura 3 se presentan gráficamente el control de capín a la cosecha junto al rendimiento de arroz para cada tratamiento con herbicidas usado, mientras que en la figura 4 se pueden apreciar la forma de la respuesta al aumento de la dosis de Command en preemergencia para las mismas variables de la figura anterior.

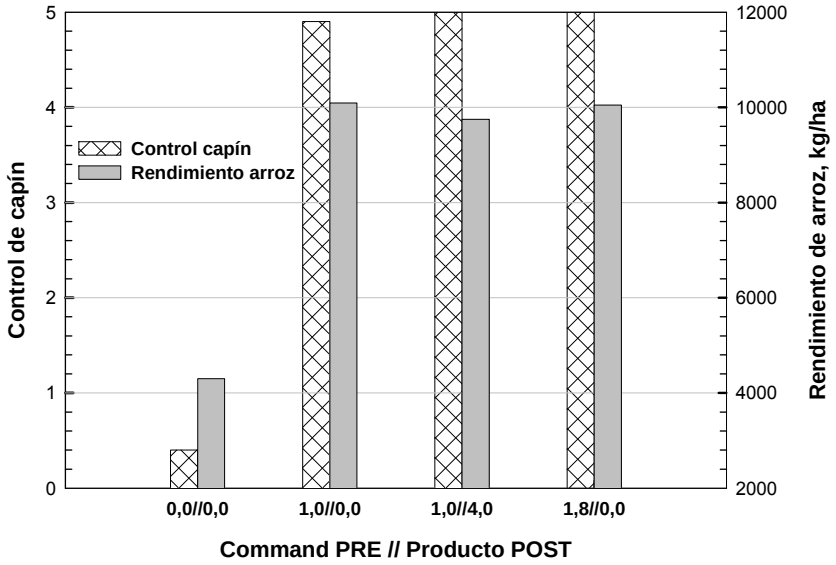


Figura 3. Control de capín a la cosecha y rendimiento de arroz de los tratamientos herbicidas aplicados. Medias que se presentan son promedios a través de los momentos del baño usados en este estudio. UEPL, 2009-10.

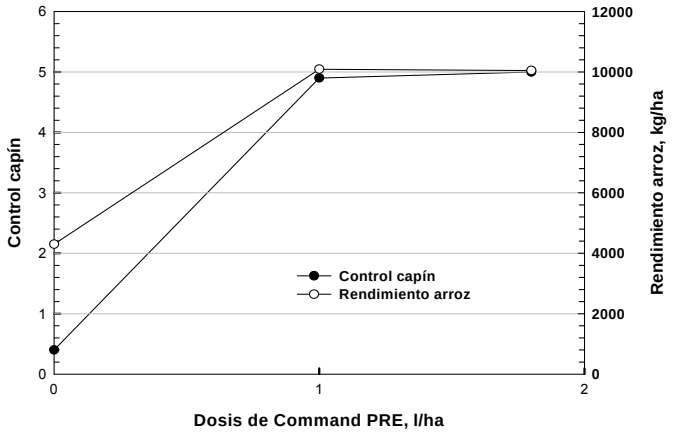


Figura 4. Control de capín a la cosecha y rendimiento de arroz en función de la dosis de Command aplicada en preemergencia. Medias que se presentan son promedios a través de los momentos del baño usados en este estudio. UEPL, 2009-10.

Para las dosis de Command en preemergencia, se ajustó un modelo cuadrático para las variables control de capín a la cosecha y rendimiento de arroz. A continuación se presentan los modelos obtenidos.

Control de capín

$y=3,9361 + 9,4767X - 3,3782 X^2$ n=36

$r^2=0,91$ (Prob. <0,0001)

Rendimiento de arroz

$y=0,10 + 7,5199X - 2,678X^2$ n=36

$r^2=0,99$ (Prob. <0,0001)

En ambas variables, el máximo físico se alcanzó con 1,4 l/ha para esta variedad y en la situación particular de este año.

Cuadro 4. Resultados obtenidos y significación estadística de la altura de planta vegetativa y a la cosecha los granos llenos/panoja y el peso de los 1000 granos. UEPL, 2009-10.

Command PRE /Herbicida POST l/ha	Momento del baño	Altura de planta, cm		Granos llenos/ panoja	Peso 1000 granos, g
		30 días	cosecha		
0 // 0	Sin baño	19,2	86	39	26,2
	Baño 3 d previo a PRE	21,1	87	37	26,9
	Baño 7 d posterior PRE	20,9	83	37	26,2
1,0 // 0	Sin baño	21,7	95,	66	26,8
	Baño 3 d previo PRE	21,7	95	64	27,3
	Baño 7 d posterior PRE	23,2	94	67	26,9
1 // 4,0	Sin baño	22,3	95	70	27,1
	Baño 3 d previo PRE	22,5	95	68	27,0
	Baño 7 d posterior PRE	23,1	93	63	27,1
1,8 // 0	Sin baño	22,4	96	69	27,1
	Baño 3 d previo PRE	20,3	96	71	27,0
	Baño 7 d posterior PRE	21,8	94	68	26,9
Media		21,6	92	59	26,9
C.V.%		6,6	2,6	16,3	1,6
Sig. Bloques		0,0001	0,2394	0,5414	0,0022
Sig. Tratamientos herbicidas		0,0026	<0,0001	<0,0001	0,0057
Sig. Manejo Baño		0,1537	0,0495	0,8133	0,2981
Sig. Interacción		0,2045	0,9801	0,9823	0,4987

// = La barra significa aplicaciones en secuencia: preemergencia // postemergencia, PRE=preemergencia, POST=postemergencia

En el cuadro 4 se presenta la significación del análisis de varianza para algunas variables como altura de la planta de arroz a los 30 días de la siembra y a la cosecha, los granos llenos por panoja y el peso de los 100 granos. Las diferencias detectadas son debidas a los tratamientos herbicidas usados.

En el cuadro 5, se aprecia la separación de medias, siendo el testigo el que presenta estadísticamente el menor en valor en las variables mostradas en este cuadro.

Cuadro 5. Separación de medias de las alturas de planta en vegetativo y a la cosecha, granos llenos por panoja y peso de los 1000 granos según los tratamientos herbicidas evaluados. UEPL, 2009-10.

Command PRE /Herbicida Post, l/ha	Altura planta, cm		Granos lenos/panoja	Peso 1000 granos, g
	30 días	cosecha		
0 // 0	20,4 b	86 b	37 b	26,4 b
1,0 // 0	22,2 a	94 a	66 a	27,0 a
1,0 // 4,0	22,7 a	94 a	67 a	27,0 a
1,8 // 0	21,5 a	95 a	69 a	27,0 a

// = La barra significa aplicaciones en secuencia: preemergencia // postemergencia. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente según el Test de Tukey al 5%

En el cuadro siguiente, se introducen los resultados obtenidos y la significación estadística de los análisis realizados para las variables referidas al rendimiento y calidad industrial (Cuadro 6). Nuevamente el único factor que promovió diferencias significativas son los tratamientos herbicidas estudiados. En el cuadro 7, se da a conocer la separación de medias de las variables presentadas en el cuadro 6.

Tanto en el blanco total como en el entero el testigo presenta valores menores al resto de los tratamientos, en cambio, en los porcentajes de yeso y granos machados es la inversa.

Cuadro 6. Resultados obtenidos y significación de las variables del rendimiento y calidad industrial. UEPL, 2009-10.

Command PRE /Herbicida POST l/ha	Momento del baño	BT,%	EN, %	Yeso, %	Manchado, %
0 // 0	Sin baño	68,1	58,8	6,9	0,25
	Baño 3 d previo a PRE	68,3	59,8	7,2	0,37
	Baño 7 d posterior PRE	67,8	52,5	8,5	0,39
1,0 // 0	Sin baño	69,3	65,6	7,0	0,16
	Baño 3 d previo PRE	69,0	64,1	4,9	0,20
	Baño 7 d posterior PRE	69,4	65,6	3,9	0,12
1 // 4,0	Sin baño	69,0	64,2	4,0	0,17
	Baño 3 d previo PRE	69,2	64,8	3,6	0,12
	Baño 7 d posterior PRE	69,2	64,7	5,0	0,10
1,8 // 0	Sin baño	68,9	63,7	4,9	0,13
	Baño 3 d previo PRE	69,5	65,3	3,5	0,09
	Baño 7 d posterior PRE	69,3	64,7	4,5	0,09
Media		68,9	62,7	5,2	0,2
C.V.%		0,9	6,2	32,1	56,1
Sig. Bloques		0,7015	0,1468	<0,0001	0,4800
Sig. Tratamientos herbicidas		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Sig. Manejo Baño		0,7568	0,5057	0,4981	0,8524
Sig. Interacción		0,6694	0,3085	0,5900	0,3299

// = La barra significa aplicaciones en secuencia: preemergencia // postemergencia, PRE=preemergencia, POST=postemergencia

Cuadro 7. Separación de medias del rendimiento y calidad industrial según los tratamientos herbicidas evaluados. UEPL, 2009-10.

Command PRE /Herbicida Post, l/ha	Rendimiento industrial, % BT		EN		Yeso, %		Manchado, %	
0 // 0	68,1	b	57,0	b	7,6	a	0,34	a
1,0 // 0	69,2	a	65,1	a	4,3	b	0,16	b
1,0 // 4,0	69,1	a	64,6	a	4,2	b	0,13	b
1,8 // 0	69,2	a	64,6	a	4,3	b	0,10	b

// = La barra significa aplicaciones en secuencia: preemergencia // postemergencia. Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren significativamente según el Test de Tukey al 5%

CONCLUSIONES

En este año en particular, las diferencias en control obtenidas fueron debidas solamente a los tratamientos herbicidas evaluados.

En el rendimiento sucedió lo mismo y en varios componentes del rendimiento como la altura a los 30 días después de la siembra, la altura a la cosecha, las plantas/m2 y las panojas/m2, los granos llenos por panoja y el peso de los 1000 granos.

Todo esto es producto del excelente control obtenido en las parcelas tratadas y de la severa competencia que sufrió el testigo por parte del capín.

No se detectaron diferencias en el momento del baño ni interacción con los tratamientos de herbicidas en ninguna otra variable.

En cuanto a rendimiento industrial y la calidad del arroz, las parcelas tratadas fueron superiores al testigo.

Se continuará un año más este trabajo atento a que la respuesta en el control del capín y la expresión de albinismo es muy condicionada por la disponibilidad del clomazone.

Este herbicida es un excelente preemergente como es apreciado por todos. Sin embargo, debemos ser conscientes que un uso abusivo del mismo y o de cualquier otro principio activo es la principal fuerza que conduce a seleccionar los individuos resistentes en una población de malezas.

Finalmente, el aumento en el uso de clomazone en general y en preemergencia en particular, nos plantea la necesidad de saber en un futuro mediato qué destino tiene el herbicida después de aplicado. Dada su solubilidad en agua y su capacidad de volatilizarse en condiciones de suelo húmedo es importante establecer como se distribuye en residuos entre el suelo, agua y aire.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ing. Agr. MSc. Enrique Deambrosi por la lectura del manuscrito y por las sugerencias recibidas para mejorar el texto del mismo.

Se destaca la responsabilidad, la buena disposición e iniciativa del personal de la Sección Manejo Arroz en la ejecución y seguimiento de este experimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bollich, P.K., D.L. Jordan, D.M. Walker y A.B. Burns. 2000. Rice (*Oryza sativa*) response to the microencapsulated formulation of clomazone. Weed Technology, vol 14:89-93.

Deambrosi, E. y N. Saldain. Educación Continua. Resultados Experimentales en Arroz 2006-2007. Capítulo 5, pp 8-19. Serie Actividades de Difusión 502. INIA Treinta y Tres.

Jordan, D.M., P.K. Bollich, A.B. Burns, D.M Walker. 1998. Rice (*Oryza sativa*) response to clomazone. Weed Science, vol 46:374-380.

Lee Do-Jin, S.A. Senseman, J.H. O'Barr, J.M. Chandler, L.J. Krutz, G.N. McCauley, Y.I. Kuk. 2004. Soil characteristics and water potential effects on plant-available clomazone in rice. Weed Science, vol 52:310-318.

Molina, F y A. Roel. Resumen: base de datos. Zafra 2005-06. Consultado en la página web: http//:www.inia.org.uy. INIA Treinta y Tres – Actividades realizadas.

Schulteis, D.T. y J. Heder. A novel formulation of clomazone for use in rice. The BCPC International Congress. Crop Science & Technology. Congress Proceedings. Volume 1. pp 47-52. 10-12 November, 2003. Glasgow, Scotland, UK.
Senseman, S.A. 2007. Herbicide Handbook. 9th Edition. Weed Science Society of America.

VALORIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ARROCERO

DISIPACIÓN DE LOS HERBICIDAS CLOMAZONE Y QUINCLORAC EN ARROZ BAJO DOS TRATAMIENTOS DE RIEGO

Guillermina Cantou[1/], Alvaro Roel[1/], Mariana Carlomagno[2/], Gualberto González-Sapienza[2/]

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales desafíos que enfrentan actualmente los países a nivel mundial es integrar la sustentabilidad ambiental con el crecimiento económico y el bienestar de las generaciones presentes y futuras. Las consecuencias del cambio climático y la creciente demanda de energía y de los recursos naturales constituyen un reto para cumplir con este objetivo.

Ante la búsqueda constante de aumento de la productividad y maximización de las ganancias, la agricultura moderna emplea una alta carga de agroquímicos. El cultivo de arroz no escapa a esta problemática, fundamentalmente en lo que respecta al uso de herbicidas, los cuales se aplican aproximadamente en el 100% del área de arroz. En las últimas cuatro zafras, los herbicidas clomazone y quinclorac se aplicaron (sólo o en mezcla) en aproximadamente el 78 y 49% del área total sembrada con arroz, respectivamente (Molina et al., 2009 y 2010). De aquí la importancia de comenzar a generar información nacional respecto a la disipación de estos herbicidas en las condiciones de clima, manejos y suelos de Uruguay, de manera de delinear prácticas de manejo acordes.

Para cuantificar la sustentabilidad ambiental del sistema es necesario considerar no solo los productos químicos utilizados sino también las prácticas de manejo realizadas. El uso inadecuado de agroquímicos (dosis excesivas, aplicación reiterada, utilización de productos no permitidos, incumplimiento de los plazos de seguridad, etc.) y el inapropiado manejo del agua puede causar efectos adversos en el ambiente. Debe tenerse en cuenta que todos los plaguicidas, como biocidas que son, presentan cierta toxicidad y, por tanto, sus residuos suponen un riesgo para el ambiente si se superan determinados limites.

Generalmente, en el cultivo de arroz la aplicación del herbicida es seguida por la inundación del cultivo y, dependiendo del manejo del agua que se realice y de las precipitaciones que se den, los herbicidas pueden persistir hasta su degradación en el área donde fueron aplicados o ser transportados hacia fuera del área de cultivo, contaminando otros recursos naturales. La Comunidad Económica Europea (Directive N° 0/778/EEC) establece en 0,1 ppb la concentración máxima admisible para cualquier agroquímico en agua potable (compuesto individual) y en 0,5 ppb para la suma total de residuos. Para aguas superficiales, el límite máximo exigido es de 1 a 3 ppb (Slobodnik et al., 1997; Brouwer et al., 1994, citados por Zanella, 2002).

En estudios de monitoreo de pesticidas en agua de río, Marchesan et al. (2007) reportaron concentraciones altas de clomazone (8,8 ppb) y quinclorac (6,6 ppb) en el Estado de Río Grande do Sul, Brasil. Los autores señalan que el 41% de las muestras del Río Vacacai y el 33% del Río Vacacai-Mirim contenían niveles detectables de clomazone, quinclorac y propanil. Mattice et al. (2010) determinaron que el 43,9% de las muestras tomadas de cuatro ríos ubicados al este de Arkansas durante siete años (2002-2008), presentaban concentraciones >2 ppb y en dicho estudio se detectaron niveles de 38,3

[1/] INIA Treinta y Tres
[2/] Cátedra de Inmunología, Facultad de Química, Universidad de la República

y 27,8 ppb de clomazone y quinclorac, respectivamente.

Si bien al momento de registrarse un nuevo agroquímico para uso agrícola es necesario contar con la información referente a sus tiempos de disipación; muchas veces la misma es generada en condiciones bióticas y abióticas muy diferentes a las existentes en nuestro ecosistema. Actualmente se tiene poco conocimiento a nivel nacional del tiempo que estos productos requieren para degradarse en el ambiente y cómo las practicas de manejo, especialmente el riego, afectan estos tiempos, así cómo el destino ambiental de los mismos.

El objetivo del presente trabajo es determinar los niveles de concentración de los herbicida clomazone y quinclorac en agua, suelo y grano y evaluar su interacción con el manejo del agua del cultivo de arroz. Los resultados presentados en este artículo son parte integrante del Proyecto FPTA N° 226 "Inmunoensayos como herramientas analíticas de bajo costo para el monitoreo sustentable de la producción agrícola y su impacto ambiental", que fue ejecutado por La Facultad de Química, Cátedra de Inmunología y Orgánica, desde 2007 a 2010. Este FPTA tuvo además entre sus objetivos específicos, desarrollar y validar inmunoensayos rápidos y de bajo costo para clomazone, quinclorac y DON y adaptarlos en formatos de *kit* para facilitar su utilización por personal no especializado.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la zafra agrícola 2009/2010 se instaló un ensayo en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL-INIA), sobre un Brunosol Subéutrico Lúvico, con las siguientes características: pH (H_2O) = 5,71, MO = 2 %, P (Bray) = 2 *ppm*, P (Cítrico) = 3 *ppm*, K = 0,27 meq/100g, Textura = franca (27% arena, 47% limo y 26% arcilla).

Los tratamientos de riego consistieron en inundar el cultivo en dos momentos: 15 días después de la emergencia (tratamiento temprano) y 30 días después de la misma (tratamiento referencia). Se utilizaron parcelas de 110 m^2. El manejo del cultivo se detalla en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Manejo del cultivo.

Fecha	Actividad	Detalle
17/10/09	Siembra y fertilización basal	Variedad INIA Olimar - 160 kg/ha 250 kg/ha de 10-30-15/2 N_{25} P_{75} K_{37} Zn_5
03/11/09	Emergencia	
16/11/09	Aplicación de herbicida	Facet 1.4 l/ha + Propanil 3 l/ha + Command 0.8 l/ha + Cyperex 200 g/ha
Variable según trat.*	Fertilización	Macollaje: 50 kg/ha de urea Primordio: 60 kg/ha de urea

* Manejo realizado de acuerdo a la fenología del cultivo, previo a la inundación permanente (en seco).

Para ambos tratamientos se aplicó en post emergencia, 384 y 350 g i.a.ha^{-1} de clomazone y quinclorac, respectivamente, en un volumen de caldo de 120 L.ha^{-1}. Luego de la aplicación, los herbicidas permanecieron en el suelo sin lámina de agua por 1 y 15 días para los tratamientos temprano y referencia, respectivamente.

Las parcelas se regaron individualmente y disponían de un aforador en cada una de ellas que permitía cuantificar la cantidad de agua utilizada. Desde el momento en que se inundó el cultivo se mantuvo una lámina de 10 cm de profundidad. Las variables climáticas (temperatura, humedad, precipitaciones), fueron obtenidas de la Estación Meteorológica ubicada en la propia UEPL. Además se utilizaron sensores HOBO en cada tratamiento de riego para medir el comportamiento de la humedad y de la temperatura del agua y del aire a lo largo del estudio.

Para el análisis cuantitativo de los herbicidas, se hicieron muestreos de suelo, agua y grano. En el caso de suelo, se recolectaron muestras compuestas de 10

cm de profundidad (10 puntos), un día antes de la aplicación del herbicida (DAA), un día después de la aplicación (DDA) y previo a la cosecha. Además, para el tratamiento referencia, se recolectaron muestras a los 7 y 16 DDA. Previamente al análisis, las muestras de suelo fueron liofilizadas por 24 hs y se almacenaron a -20 °C en la Estación Experimental de INIA Las Brujas.

En el caso del agua, se recolectaron muestras compuestas de la lámina de agua de las parcelas (8 puntos), 4 horas después de la inundación, 1, 2, 3, 6, 8, 10, 14, 17, 22, 27, 30, 36, 41, 48, 54, 61, 68, 75 días después de la inundación (DDI) y previo al momento de drenaje de las parcelas (previo a cosecha). También se hicieron muestreos en el Río Olimar, fuente de agua del sistema y en el canal de conducción del agua de riego. Las muestras de agua se mantuvieron a 4 °C, se centrifugaron y filtraron con filtro 0.4 μm. La Cátedra de Inmunología de la Facultad de Química determinó las concentraciones de clomazone por Elisa y de quinclorac por HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). El Elisa utilizado fue el desarrollado en el marco del presente FPTA (N° 226), el cual presenta una muy buena correlación con la técnica HPLC (y = 0,98 - 0,15; R^2= 0,98), en el rango de 2-18 ppb. El límite de detección del método por HPLC es de 0,5 ppb.

Para analizar grano, se tomo una muestra compuesta de lo cosechado (asegurando que la misma sea representativa), el 9 y 12 de marzo de 2010 para el tratamiento temprano y de referencia, respectivamente. Dicho análisis fue realizado por el Laboratorio de Análisis Orgánico de la Facultad de Química, mediante el método de Cromatografía de Gases acoplada a Espectrómetro de Masas. El límite de detección es de 10 ppb.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A la fecha de publicación de este artículo aún no se dispone de los resultados de los análisis de quinclorac en agua, ni tampoco de las determinaciones hechas para la matriz suelo, por lo que se presentarán únicamente los resultados de los análisis de clomazone en agua y las determinaciones en grano.

Determinaciones en agua

Para ambos manejos del agua se observó que la concentración del herbicida clomazone aumentó a partir del día en que se inundó el cultivo hasta llegar a un valor máximo y luego descendió con el tiempo (Figura 1).

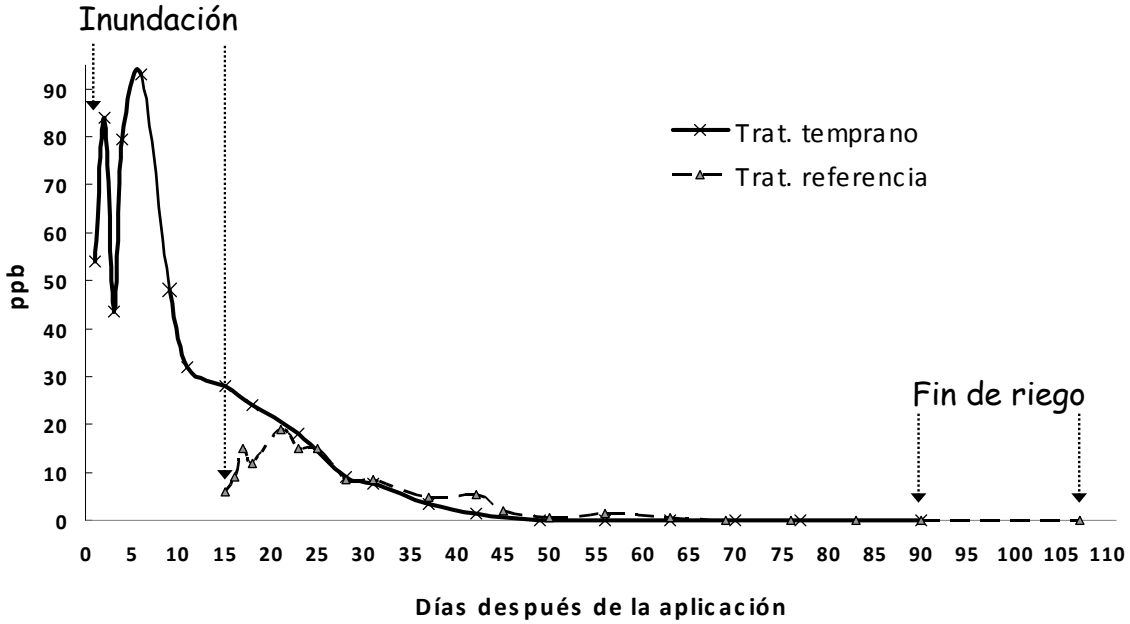


Figura 1. Concentración de clomazone en agua para los tratamientos de riego temprano y de referencia. UEPL/ INIA, Treinta y Tres, Uruguay. 2010. Tratamiento temprano: inundación el 17 noviembre, Tratamiento referencia: inundación el 1° diciembre.

La concentración del producto en la muestra recolectada el día en que se inundó el cultivo fue 9 veces mayor en el tratamiento temprano respecto al de referencia. Los datos obtenidos evidencian que hubo condiciones favorables para la disipación del herbicida durante el período en que el tratamiento referencia estuvo sin lámina de agua.

El herbicida clomazone sufre degradación microbiana la cual es promovida por una alta humedad en suelo y altas temperaturas (Colombia, 2005; Modernel, 2002), condiciones que se dieron en el período considerado, del 16 de noviembre al 1° de diciembre de 2009 (Figura 2).

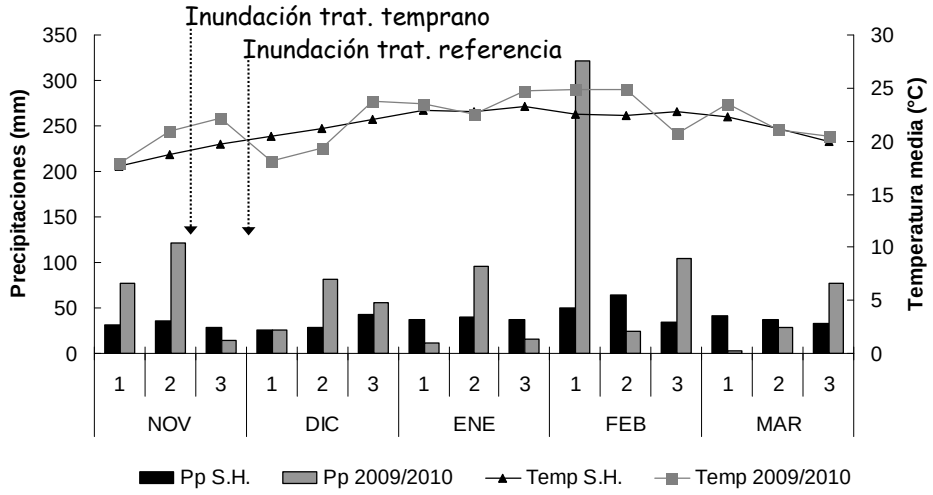


Figura 2. Precipitaciones (mm) y temperatura media (°C) desde noviembre a marzo para la Serie Histórica (S.H) y la zafra 2009/2010. Datos de la Estación Meteorológica de la UEPL/INIA, Treinta y Tres, Uruguay. Tratamiento temprano: inundación el 17 noviembre, Tratamiento referencia: inundación el 1° diciembre.

Sin embargo, parte de esta disipación puede deberse al transporte del producto hacia fuera del área donde fue aplicado (parcela). Este transporte se puede dar vía agua de lluvia, ya que este herbicida es altamente soluble en agua (1100 mg/L, según Tomlin, 2000), y/o por medio del aire, dado que la volatilización es una vía de disipación de gran incidencia para este herbicida, considerando que posee una alta presión de vapor, de $1.44x10^{-4}$ mmHg (EPA, 2007 y Thelen et al., 1988).

Dadas las abundantes precipitaciones ocurridas en la presente zafra y particularmente en noviembre de 2009, se considera que el escurrimiento fue una importante vía de disipación del producto durante el periodo en que el tratamiento referencia estuvo sin lámina de agua. Como se puede observar en la Figura 3, en dicho período llovió 120 mm, con dos eventos intensos de 30 y 74 mm registrados el 18 y 19 de noviembre, respectivamente (3 y 4 días después de haber aplicado el herbicida). De muestras tomadas del drenaje del tratamiento referencia (agua que estaba escurriendo) los días 18, 19 y 20 de noviembre, se detectó residuos de 400, 22 y 53 ppb de clomazone, respectivamente.

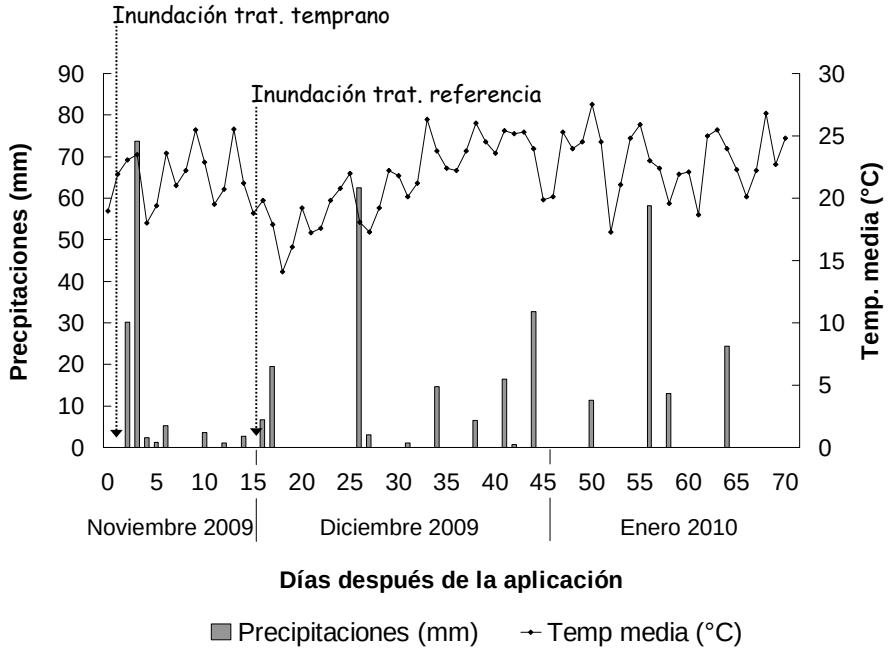


Figura 3. Precipitaciones (mm) y temperatura media (°C) desde el 16/11/2009 al 25/01/2010. Datos de la Estación Meteorológica de la UEPL/INIA, Treinta y Tres, Uruguay. Tratamiento temprano: inundación el 17 noviembre, Tratamiento referencia: inundación el 1° diciembre.

El nivel de residuo de clomazone se ubicó por debajo del límite estipulado para aguas superficiales (3 ppb) a partir de los 37 DDI para el tratamiento temprano y de 29 DDI para el de referencia. Si a estos valores los llevamos a una misma escala temporal expresada en días después de la aplicación, correspondería a 38 y 44 DDA, respectivamente.

Si comparamos los resultados encontrados esta zafra con los de la zafra anterior (2008/09), se puede apreciar que las curvas siguen los mismos patrones (Figura 4), aunque en la zafra pasada se obtuvieron concentraciones mayores en el tratamiento temprano y la tasa de disipación fue más lenta en ambos tratamientos (en promedio se requirió 5 días más para alcanzar valores menores a 3 ppb). En términos

generales, a partir de la información generada en este estudio (bajo los manejos de agua evaluados) se puede decir que el máximo de concentración de clomazone en agua se alcanzó entre el 6to y 9no día luego de establecida la inundación y que se necesitó esperar entre 30 y 40 días luego de haber inundado el cultivo, para obtener niveles en agua inferiores a 3 ppb.

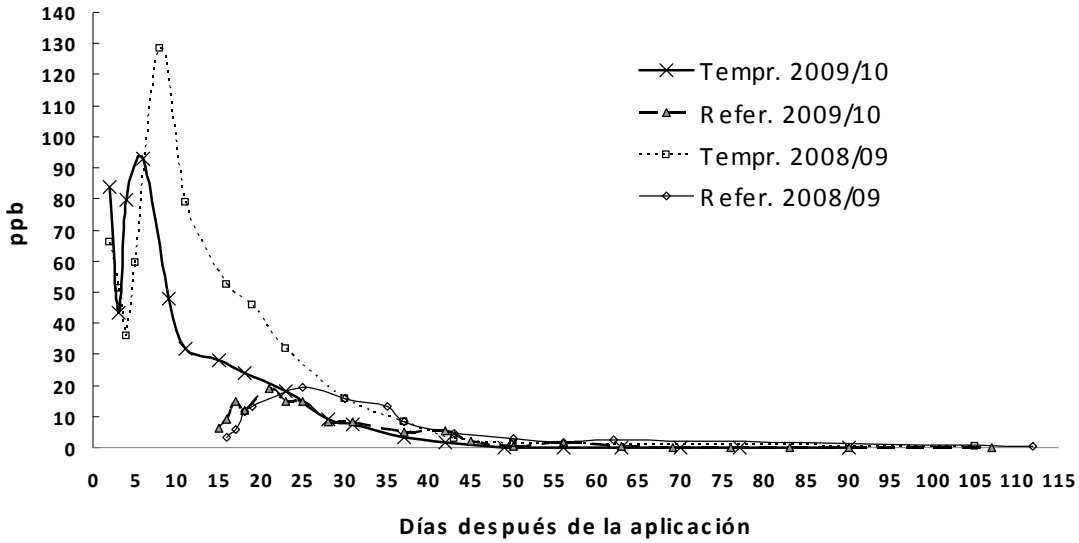


Figura 4. Concentración de clomazone en agua para los tratamientos de riego temprano y de referencia para las zafras 2009/2009 y 2009/2010. UEPL/ INIA, Treinta y Tres, Uruguay. Tempr.: Tratamiento temprano, Refer.: Tratamiento referencia.

Por último se debe resaltar que durante el período en que se llevo a cabo este estudio no se detectó residuos de clomazone en el agua del Río Olimar (fuente de agua), ni en el canal de riego, por lo que no hubo entrada de producto por fuera del sistema.

Determinaciones en grano

Se analizó a cosecha residuos de clomazone y quinclorac en granos de arroz pulido, siendo el período entre la aplicación de los herbicidas y la recolección de la muestra de 113 y 116 DDA para el tratamiento temprano y referencia, respectivamente. En ninguno de los tratamientos se detecto niveles de herbicidas por encima del límite de detección de la técnica 10 ppb. Cabe destacar los niveles máximos de residuos (LMR) fijados por la Unión Europea para estos agroquímicos son de 10 y 5000 ppb para clomazone y quinclorac, respectivamente.

CONCLUSIONES

Se ha desarrollado una nueva herramienta analítica, sencilla, selectiva y de bajo costo para la determinación de residuos de clomazone, con un límite de sensibilidad por debajo del límite máximo de residuos de plaguicidas establecido por la Unión Europea para aguas superficiales.

El manejo del agua afectó el comportamiento del herbicida clomazone en el ambiente. De los datos obtenidos, resulta importante adoptar y delinear prácticas de manejo del agua que eviten o minimicen el movimiento de esta hacia fuera del cultivo en los primeros días luego de la inundación (fundamentalmente ante inundaciones tempranas del cultivo) y en el/los baño/s que se realicen, de manera de preservar la calidad de los recursos hídricos.

Bajo las condiciones en las cuales se realizó el estudio, a cosecha no se

detectaron niveles de residuos en agua, ni en granos, por encima de 0,5 ppb y 10 ppb, respectivamente.
El presente estudio permite ir generando información acerca de cómo las prácticas de manejo actuales interaccionan con los niveles de disipación de los agroquímicos y constituye el pilar inicial para delinear buenas prácticas de manejo que permitan alcanzar buenos niveles productivos, preservando a su vez el medio ambiente.

AGRADECIMIENTOS
A los funcionarios de la Sección: José Correa, Julio Gorosito, Irma Furtado y Adán Rodríguez. Al personal de la Unidad de Biotecnología de la Estación Experimental de INIA Las Brujas, especialmente a Marco Dalla Rizza, Paola Díaz Dellavalle y Andrea Cabrera por su valiosa colaboración para liofilizar las muestras de suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COLOMBIA. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2005. Resolução N° 681. República de Colombia. Disponible en:<http://www1.minambiente.gov.co/> Acceso en: 20 abril, 2009.

EPA, U.S. Environmental Protection Agency. 2007. Summary Document Registration Review: Initial Docket. Disponible en: <http://www.epa.gov> Acceso en: julio, 2009.

MATTICCE, J.D.; SKULMAN, B.W.; NORMAN, R.J.; GBUR, E.E. 2010. Analysis of river water for rice pesticides in eastern Arkansas from 2002 t0 2008. In Journal of Soil and Water Conservation, v. 65, N° 2, p. 130-140.

MARCHESAN, E.R.; ZANELLA, L.A.; DE AVILA, L.A.; CAMARGO, E.R.; DE OLIVEIRA MACHADO, S.L.; MACEDO, V.R.M. 2007. Rice herbicide monitoring in two Brazilian rivers during rice growing season. Scientia Agricola 64 (2), p. 131-137.

MOLINA, F.; CANTOU, G.; ROEL, A. 2009 Biblioteca virtual de INIA. Disponible en: <http://www.inia.org.uy/estaciones/ttres/actividades/Resumen%202008%202009.pdf> Acceso en: julio, 2009.

MOLINA, F.; CANTOU, G.; ROEL, A. 2010. Biblioteca virtual de INIA. Disponible en: <http://www.inia.org.uy/estaciones/ttres/actividades/2010/Resumen_2009_10.pdf> Acceso en: agosto, 2010.

THELEN, K.D.; KELLS, J.J.; PENNER, D. 1988. Comparision of application methods and tillage practices on volatilization of clomazone. Weed Technology, v. 2, p. 323-326.

TOMLIN, C.D.S, ed. 2000. The Pesticide Manual. 12 edition. Surrey, United Kingdom: British Crop Protection Council.

ZANELLA, R.; PRIMEL E.G.; MACHADO, S.L.O.; GONÇALVES, E.E.; MARCHESAN, E. 2002. Monitoring of the herbicide clomazone in environmental water samples by solid-phase extraction and high-performance Liquid chromatography with ultraviolet detection. Journal of Chromatography, v. 55, p. 573-577.

MEJORAMIENTO GENÉTICO

COMPORTAMIENTO DE L5502

Pedro Blanco[1/], Federico Molina[1/], Stella Ávila[1/], Fernando Pérez[1/]
Andrés Lavecchia[2/], Victoria Bonnècarrere[3/]

INTRODUCCIÓN

La línea experimental de calidad americana L5502 ha mostrado alto potencial de rendimiento, buena calidad molinera y moderada a alta resistencia a *Pyricularia.* Esta línea ingresó en evaluación preliminar en 2002/03, por lo que ha sido ampliamente evaluada. Si bien en las primeras 3 zafras sólo fue evaluada en un ensayo anualmente (Treinta y Tres), junto a las variedades comerciales, desde 2005/06 fue incluida en ensayos internos de evaluación final y avanzados (T. y Tres y Artigas), así como en la red Nacional de Evaluación de Cultivares (INASE-INIA). En 2006/07 se inició su purificación y multiplicación en la Unidad Técnica de Semillas, y a partir de 2007/08 fue evaluada también en ensayos en fajas, localizados en predios de productores. En el marco del convenio de evaluación final, validación y liberación de cultivares entre INIA y el sector arrocero, L5502 comenzó a ser evaluada en pequeñas áreas comerciales en 2008/09, siendo sembrada en 3 localizaciones en 2009/10.

En este artículo se presenta un resumen de la información acumulada sobre este cultivar a nivel experimental y sus principales características. Se cuenta con una base de datos de 48 ensayos con laboreo convencional de 2002/03 a 2009/10, habiéndose excluido el ensayo de 2003/04 por haber sido afectado por granizo. Entre los 48 ensayos se consideran ensayos parcelarios preliminares, intermedios y avanzados, de evaluación final (épocas de siembra, resistencia a enfermedades del tallo), ensayos en fajas y de la Red de Evaluación de Cultivares de Arroz.

También se incluye información de viveros de resistencia a *Pyricularia grisea* con inoculación artificial, así como evaluación de resistencia con inoculación de aislamientos individuales de este patógeno en invernáculo, identificación de genes de resistencia por marcadores moleculares (Unidad de Biotecnología), ensayos de resistencia a frío en condiciones controladas, ensayo bioclimático y grado de blancura.

RESULTADOS

Rendimiento y calidad de grano

Rendimiento. En la base de datos mencionada (48 ensayos en 7 años), L5502 promedió un rendimiento de 9.062 kg/ha, 7% superior al de INIA Tacuarí y similar al de El Paso 144 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento, calidad y dimensiones de grano de L5502 y variedades testigo en ensayos de 2002/02 a 2009/10 (n=48).

Cultivar	Rend.		B.Tot.	Entero	Yesa.	Amilo.	Disp. Álcali	Largo	Rel . L/A
	kg/ha	% Tcrí	%	%	%	%		mm	
L5502	9062	107	69.1	61.7	5.3	26.1	4.9	6.97	3.09
INIA Tacuarí	8448	100	70.0	63.7	6.3	25.9	4.9	6.46	3.11
Bluebelle	6740	80	70.1	59.9	5.9	24.8	5.1	6.62	3.02
INIA Olimar	9279	110	68.0	60.5	3.3	26.9	6.5	6.89	3.32
El Paso 144	8987	106	68.6	59.2	7.1	26.3	6.2	6.52	2.99

[1/] INIA Treinta y Tres
[2/] INIA Tacuarembó
[3/] INIA Las Brujas

Como forma de comparar los rendimientos individuales de INIA Tacuarí y L5502 en esta base de datos, en la Figura 1 se grafican los rendimientos de ambos cultivares, donde cada punto representa el rendimiento en un mismo ensayo. La línea recta representa el mismo rendimiento para ambos cultivares en un ensayo determinado, mientras que los puntos localizados por encima de la línea significan mayores rendimientos de L5502, los localizados por debajo significan mayores rendimientos de INIA Tacuarí. L5502 tuvo mayor rendimiento en 69% de los ensayos, alcanzando un máximo de 12.350 kg/ha, frente a 11.200 del testigo. En esta figura no fue considerado un ensayo en fajas localizado en Vergara, donde INIA Tacuarí había alcanzado 12.450 kg, pero el testigo había sufrido daño de pájaros.

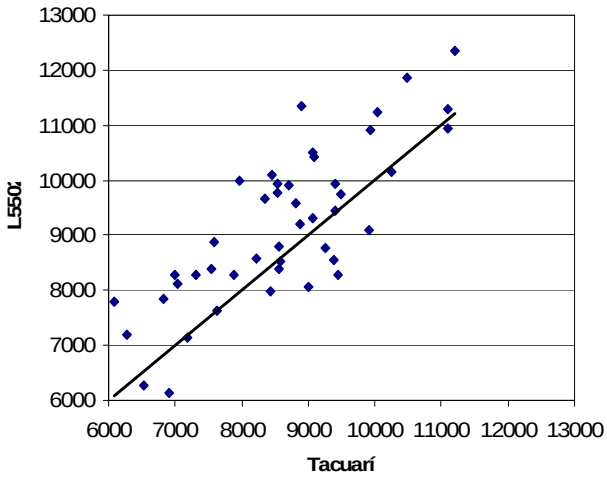


Figura 1. Rendimientos (kg/ha) de INIA Tacuarí y L5502 en ensayos de 2002/03 a 2009/10. La línea representa el mismo rendimiento para ambos cultivares en un ensayo determinado.

Rendimiento por localidad. La base de datos de los 48 ensayos fue clasificada por región, identificándose 6 localizaciones: Treinta y Tres (Paso de la Laguna y 7ª Sección), Rincón de Ramírez, Río Branco, Rocha, Tacuarembó y Artigas. Al promediar los rendimientos por localidad, puede observarse que L5502 rindió más que INIA Tacuarí en todas las localidades (Figura 2). Por su parte, en Treinta y Tres, Rincón de Ramírez y Rocha, sus rendimientos fueron similares o superiores a los de El Paso 144, por lo que L5502 presentaría adaptación específica para la zona media y sur de la Cuenca de la Laguna Merín.

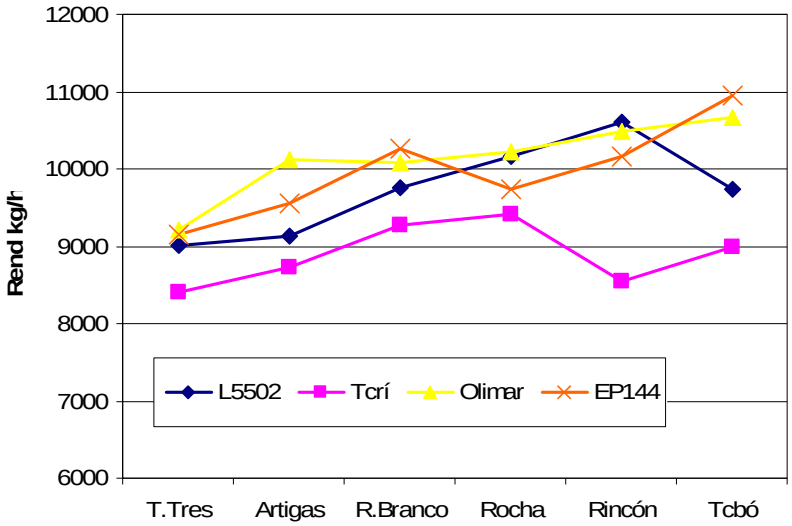


Figura 2. Rendimiento por localidad de L5502 y variedades testigo en ensayos de 2002/03 a 2009/10 (n=48). Localidades ordenadas por rendimiento promedio creciente.

Calidad de grano. Si bien L5502 posee granos notoriamente más largos que los de INIA Tacuarí, mantiene buena calidad molinera. Su porcentaje de grano entero es de 61,7%, inferior al de INIA Tacuarí pero superior al de las demás variedades comerciales, y el porcentaje de yesado es levemente inferior al de INIA Tacuarí (Cuadro 1). El contenido de amilosa y la dispersión en álcali de L5502 son similares a los de INIA Tacuarí y típicos de los granos largos del sur de EEUU. Por su parte, el perfil de viscosidad de L5502, realizado con viscosímetro Brookfield, presentó algunas diferencias con el de INIA Tacuarí, alcanzando una viscosidad final menor al enfriamiento. Sin embargo, en pruebas de cocción realizadas no se han detectado inconvenientes.

Aspecto de grano. A nivel experimental se han realizados pruebas de pulido en molino SATAKE y McGill. Este último, por su forma de pulir el grano retira el salvado y el embrión sin desgastar las puntas del mismo dejando un aspecto de grano similar al logrado por la industria, como se aprecia en la Foto 1. También es notoria la diferencia de tamaño en grano entre INIA Tacuarí y L5502

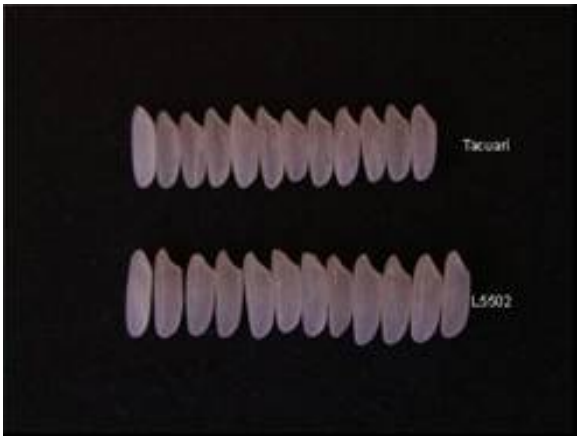


Foto 1. Granos procesados de INIA Tacuarí y L5502.

Características agronómicas y componentes de rendimiento

L 5502 posee un tipo de planta semienano, con hojas erectas de color verde oscuro y senescencia lenta, y una altura de planta promedio de 80 cm (Cuadro 2). Por su arquitectura de planta, sus panojas están menos expuestas al daño de pájaros que las de INIA Tacuarí (Foto 2). El ciclo a floración de L5502 es 6 días más largo que el de INIA Tacuarí y 3 días más corto que el de El Paso 144, aunque su maduración es más lenta.

El macollaje y tamaño de panoja de L5502 son intermedios entre los de INIA Tacuarí y las variedades tropicales, mientras que sus granos son pesados, similares a los de INIA Olimar. Por su parte, el promedio de esterilidad de espiguillas de L5502 fue menor que el de las variedades comerciales. En algunos ensayos afectados por la enfermedad fisiológica Espiga Erecta, la línea experimental mostró baja incidencia del problema y buena fertilidad.

Cuadro 2. Características agronómicas y componentes del rendimiento de L5502 y variedades testigo en ensayos de 2002/03 a 2009/10 (n=48).

Cultivar	Altura	C.Flor	Mad	Est	Pan/ m^2	Granos pan.	Peso 1000 gr.
	cm	días	días	%			g
L5502	80	103	169	15.3	532	92	27.2
INIA Tacuarí	84	97	155	20.2	512	103	21.3
Bluebelle	102	105	161	24.2	483	91	23.1
INIA Olimar	84	101	161	17.2	545	79	27.3
El Paso 144	88	106	165	19.8	550	75	26.9

Foto 2. Cultivo de L5502 en La Charqueada, Treinta y Tres

Sanidad

Enfermedades del tallo. L5502 ha mostrado mejor sanidad en los tallos que INIA Tacuarí. En el Cuadro 3 se observa la incidencia de Manchado de vainas y podredumbre del tallo determinados con dos sistemas diferentes. El Índice de Severidad (IS) de estas enfermedades, expresado en porcentaje, se utiliza en los ensayos de evaluación final y Red de Evaluación, mientras que el Sistema de Evaluación Standard (SES) se utiliza en ensayos preliminares a avanzados, expresándose en valores de 1 a 9.

Brusone. L5502 también ha mostrado mayor resistencia a *Pyricularia grisea*, causante del Brusone, que las variedades comerciales. En los viveros de campo con inoculación artificial con una mezcla de aislamientos del patógeno, promedió una lectura de 2, mientras que los promedios para INIA Tacuarí y El Paso 144 fueron de 4 y 8, respectivamente.

Cuadro 3. Incidencia de *Rhizoctonia sp,* (Rhiz.), *Sclerotium oryzae* (Scler.) (Sistema de Evaluación Standard e Indice de Severidad) y de *Pyricularia grisea* (Pyri) en vivero con inoculación artificial del patógeno (mezcla de aislamientos), para L5502 y variedades testigo en ensayos de 2002/03 a 2009/10.

Cultivar	Rhiz. SES	Scler. SES	Rhiz. IS %	Scler. IS %	Pyri SES
L5502	1.8	5.4	14.5	20.5	2
INIA Tacuarí	3.5	6.3	22.0	26.6	4
Bluebelle	1.8	7.4	8.4	50.8	4
INIA Olimar	1.3	4.6	7.5	24.7	8
El Paso 144	1.8	5.8	8.2	30.8	8

SES: Sistema de Evaluación Standard. 1: Resistente, 9: Muy Susceptible

Genes de resistencia a Brusone y pruebas de patogenicidad. En trabajos realizados en la Unidad de Biotecnología, utilizando marcadores moleculares, se determinó que L5502 posee el gen mayor de resistencia a Brusone designado como Pi2 (Bonnecarrère et. al. 2009). Este es uno de los genes, junto a Pi1 y Pi33, identificados en un proyecto regional cooperativo como relevantes para conferir resistencia a los linajes de *Pyricularia* presentes en la región. El gen Pi2 no se encuentra presente en ninguna de las variedades comerciales y también está presente en otras dos líneas experimentales de calidad americana de las que se ha multiplicado semilla (L5287 y L5688).

En otros trabajos realizados por la Unidad de Biotecnología, los aislados del patógeno han sido caracterizados molecularmente usando dos tecnologías diferentes, AFLP y Pot2 (Bonnecarrere et. al. 2009, y 2010 SAD 611. Mediante estas técnicas, los aislamientos del hongo, que presenta alta variabilidad, son clasificados en linajes o familias, en las que se espera similar comportamiento. Recientemente se culminó un trabajo en invernáculo en INIA Treinta y Tres, en el que las variedades comerciales, progenitores y líneas promisorias fueron inoculadas con aislamientos representativos de 3 de los grupos del patógeno de mayor prevalencia en el país (clasificación por AFLP). L5502 mostró buena resistencia a los 2 grupos que afectan severamente a las variedades tropicales, el Paso 144 e INIA Olimar. INIA Tacuarí es afectada moderadamente por estos grupos. Por su parte, al ser inoculado con aislamientos representativos de un grupo que ataca con mayor severidad a INIA Tacuarí, pero no afecta a las variedades tropicales, la reacción de L5502 fue de resistencia (Cuadro 4). Este trabajo completo se presenta en el capítulo sobre enfermedades y plagas de la presente publicación (Ávila et al 2010).

Cuadro 4. Tipo de mancha y porcentaje de área foliar afectado con *Pyricularia* para L5502 y variedades testigo al ser inoculadas con aislamientos de los 3 grupos del patógeno.

	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Promedio	
Cultivar	Tipo de Mancha	%	Tipo de Mancha	%	Tipo de Mancha	%	Tipo de Mancha	%
El Paso 144	3.6	66.5	0.9	2.0	3.8	57.0	2.8	41.8
INIA Olimar	3.7	81.9	0.5	0.1	3.7	65.7	2.6	49.2
INIA Tacuarí	1.9	4.8	2.6	3.5	2.2	5.4	2.2	4.6
L 5502	1.4	1.7	1.6	1.7	2.0	1.3	1.7	1.6

Tipo de Mancha de 0 a 4, donde 0 no presenta manchas y 4 presenta manchas típicas y bien desarrolladas

Resistencia a Frío

En la zafra 2008/09 se llevaron a cabo dos ensayos de resistencia a frío en condiciones controladas en INIA Treinta y Tres (Pérez et al 2009). Se evaluó la resistencia a frío, en etapa vegetativa y reproductiva, de los materiales promisorios del programa de mejoramiento, entre los que se incluyó L5502 y L5287.

La resistencia a frío en etapa vegetativa se cuantificaba mediante dos mediciones. La primera consistía en ver cuánto se veía afectado el sistema fotosintético de los cultivares, luego de un tratamiento de frío (36 horas a 5º C). Esta medición se realizó media hora después de haber retirado los materiales de la cámara de frío. La segunda medición consistió en una evaluación visual 7 días post tratamiento. Los resultados encontrados sugieren que L5502 no vio afectado su sistema fotosintético al igual que el testigo resistente (L2825CA). Mientras El Paso 144 vio reducida su capacidad de respuesta de manera importante. De forma complementaria, las evaluaciones visuales mostraron una muy buena resistencia a frío de L5502 en etapas vegetativa (2 a 4 hojas). Es de destacar que, de acuerdo a la escala utilizada, L5502 tenía valores de 3,8 mientras que INIA Tacuarí y El Paso 144 tenían valores de 5,7 y 5,8, respectivamente.

La resistencia a frío en etapa reproductiva fue medida a través del porcentaje de esterilidad. Los materiales se sometieron a 5º C durante 36 horas previo a la floración (embarrigado). Se dejó el mismo grupo de materiales sin tratamiento de forma de poder medir el incremento de esterilidad en cada cultivar. El incremento de esterilidad en L5502 fue de 5,8% mientras que en el testigo resistente fue de 4,1% (L2825CA) y en el testigo susceptible fue de 12 % (El Paso 144).

En resumen, L5502 se muestra como un cultivar moderadamente tolerante en etapa vegetativa (2 a 3 hojas) y resistente en etapa reproductiva. Estas características son muy deseables en un material de ciclo intermedio a largo permitiendo ampliar la ventana de siembra.

Resumen de Evaluación en Fajas

Desde hace tres zafras se vienen realizando ensayos en fajas en diferentes localidades. Las mismas están conformadas con los materiales en etapas finales de evaluación. En la zafra 2007/08 se realizaron 3 ensayos en la zona este y uno en el norte, mientras que en las dos últimas zafras se realizaron 4 ensayos en la zona Este (Vergara, Río Branco, 18 de Julio y 7ª de T. y Tres) (Molina et. al. 2008 y 2009). A continuación se presenta el resumen de los tres años donde se incluyó a El Paso 144, INIA Olimar, INIA Tacuarí y L5502, para la variable rendimiento en bolsas por hectárea (Cuadro 5). De forma complementaria, en el Cuadro 6 se presentan los desvíos de cada cultivar respecto a la media de cada ensayo por año, en bolsas por hectárea. Esta variable tiene la finalidad de minimizar el efecto año a la hora de realizar promedios de los tres años.

Como se puede ver en el Cuadro 5, en promedio de los 3 años, L5502 rindió igual que El Paso 144 y 22 bolsas más que INIA Tacuarí. Respecto a las localidades, se puede ver que en Vergara y Rocha L5502 tuvo mejor adaptación. En cambio, en Río Branco y la 7ª sección de T. y Tres, la adaptación fue a favor de El Paso 144. Es importante mencionar que para el caso de T. y Tres se incluye el ensayo de la zafra 2009/10 donde se realizó el mismo sobre un rastrojo de sorgo. En dicho ensayo la siembra fue realizada con poca preparación de suelo y las lluvias posteriores a la siembra provocaron una emergencia desuniforme. En tales condiciones se podría decir que L5502 tiene menos adaptación que un cultivar *Indica* (ver ensayos en fajas).

La sumatoria de desvíos para los tres cultivares como se puede ver en el Cuadro 6 es positiva, es decir que estos cultivares rindieron más que la media de sus respectivos ensayos en el año en cuestión. En la zafra 2007/08 y 2008/09, L5502 mostró ser el cultivar más productivo, mientras que en el 2009/10 rindió en promedio 12 bolsas menos que El Paso 144. En base a estos resultados, L5502 podría tener mayor capacidad de aprovechar las mejores condiciones ambientales como las que se dieron en la zafras 2008/09 y 2006/07.

Cuadro 5. Rendimiento de las últimas tres zafras.

	Rendimiento (bolsas/ha)				
Cultivar	**RBranco**	**Vergara**	**TyTres**	**Rocha**	**Promedio**
El Paso 144	209	203	202	195	202
INIA Olimar	195	210	191	205	200
INIA Tacuarí	187	171	173	188	180
L5502	198	212	194	203	202
Promedio	195	194	186	197	193

Cuadro 6. Desvío respecto a la media de rendimiento por año y su sumatoria en los 3 años.

	Desvío de Rendimiento (bolsas/ha)			Sumatoria
Cultivar	**2009/10**	**2008/09**	**2007/08**	**desvíos**
El Paso 144	30	48	12	90
INIA Olimar	12	35	15	62
L5502	18	60	26	104

Bioclimático

En la zafra 2008/09, L5502 fue incluida en el ensayo bioclimático. El mismo tuvo por objetivo caracterizar materiales y generar información para ajustar el modelo de suma térmica para cada cultivar (Méndez et. al 2009). Del ensayo se desprende que L5502 precisó 656 grados días de emergencia a primordio floral (base 10º C) mientras que El Paso 144 e INIA Tacuarí precisaron 702 y 606 grados días respectivamente. De emergencia a inicio de floración, L5502 se comportó en forma muy similar a El Paso 144, siendo la diferencia entre éstas muy pequeña. En ensayos de campo del programa de Mejoramiento se observa la misma tendencia, siendo la diferencia a floración de 2 a 3 días a favor de L5502. Por último, a madurez fisiológica, L5502 requirió de 1423 grados días mientras que INIA Olimar requirió 1343. En resumen L5502 tiene un ciclo similar a El Paso 144 llegando un par de días antes a primordio y floración, mientras que a madurez fisiológica llegan en el mismo tiempo.

Grado de Blancura

Esta característica es medida para determinar el grado de molinado de una muestra de arroz. Los valores de referencia que se manejan son entre 38 y 40 grados de blancura. El color está determinado por factores ambientales, genéticos y de procesamiento de la muestra (secado, almacenado y molinado). En los ensayos en fajas 2009/10 se usó un tiempo fijo (55'') de molinado que permitió llegar al rango requerido de la mayoría de los cultivares. A continuación se presenta el grado de blancura promedio alcanzado por algunos cultivares en los 4 ensayos (Cuadro 7). Como se puede observar en el cuadro, a un mismo tiempo de pulido, L5502 logró mayor grado de blancura. Probablemente, si se ajustara el grado de blancura para cada cultivar, INIA Tacuarí requeriría más pulido, lo cual traería aparejada una merma en el blanco total y en el entero, mientras que L5502 requeriría menos tiempo de molinado (pulido) para llegar al mismo grado de blancura.

Cuadro 7 Grado de blancura promedio de 4 ensayos.

Cultivar	**Grado de blancura**
El Paso 144	40.6
INIA Olimar	41.0
INIA Tacuarí	37.1
L5502	42.2

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bonnecarrère V., Capdeville F., Blanco P., 2009; Marcadores moleculares para la identificación de líneas y cultivares portadores de genes de resistencia a *Pyricularia grisea*. En INIA, Actividades de Difusión Nº 571, Treinta y Tres.

Pérez F., Bonnecarrère V., Rosas J., López A., Ramírez D., Barrios A., 2009, Respuesta a bajas temperaturas en estadios vegetativos de cultivares elite y avanzados del programa de mejoramiento genético de INIA. En INIA, Actividades de Difusión Nº 571, Treinta y Tres.

Pérez F., Barrios A., 2009, Respuesta a bajas temperaturas en estadios reproductivos de cultivares de arroz. En INIA, Actividades de Difusión Nº 571, Treinta y Tres.

Méndez R., Deambrosi E., 2009, Bioclimático de variedades y líneas experimentales. En INIA, Actividades de Difusión Nº 571, Treinta y Tres.

Molina F., Blanco P., Pérez F., Silvera W., 2009, Evaluación de cultivares en fajas. En INIA, Actividades de Difusión Nº 571, Treinta y Tres.

Molina F., Blanco P., Pérez F., Silvera W., 2008, Evaluación de cultivares en fajas. En INIA, Actividades de Difusión Nº 545, Treinta y Tres.

Avila S. et. al. 2010. En INIA, Actividades de Difusión Nº 611, Treinta y Tres.

RESUMEN DE C-289

Fernando Pérez de Vida[1/]

En la etapa de evaluación final se incluyó el cultivar C-289, en RNEC y "evaluación final interna del programa" (Ensayos en Fechas de siembra). Este cultivar es originado en el cruzamiento de Koshihikari / INIA Tacuarí, realizado en 1996. Koshihikari es una variedad lanzada en 1956 en Fukui, Japón siendo sus características especiales el aroma y sabor, de típico uso en la elaboración de sushi[1]. La adaptación de esta tradicional variedad japonesa a las condiciones de Uruguay es aceptable, su rendimiento en parcelas experimentales (UEPL) fue de 5,49 ton/ha en promedio de 8 años (90/91-97/98), con ciclo a floración entorno a 91 días. Sin embargo el potencial de rendimiento de cultivares más productivos como INIA Tacuarí y El Paso 144, fue de 7.08 y 7.28 ton/ha respectivamente, en los mismos años. Los cultivares *japónica* templado más productivos de los evaluados en esa serie fueron S-201 (7.4 ton/ha) y Sasanishiki (6.7 ton/ha). De esta manera se buscó la combinación de mayor potencial, dado por características de planta moderna INIA (macollaje y hojas erectas, poco abierto a madurez, con tallos robustos), aportado por Tacuarí y la calidad culinaria especial de esta variedad japonesa. La amplia tolerancia a frío de los parentales a su vez aseguraría una buena adaptación a las condiciones del Este del país principalmente.

Foto 1. Cultivar Koshihikari, tipo de planta semienano de macollaje medio, semiabierto, tallos débiles y flexibles. Hojas semi-decumbentes.

C-289 y un grupo de cultivares de grano corto y medio generados en cruzamientos locales fueron evaluados en ensayos de rendimiento en UEPL desde la zafra 2002/03 hasta 2005/06 (Cuadro 1). En 2006/07 se descartó el ensayo por

[1/] INIA Treinta y Tres

[1] Plato de origen japonés con base en arroz cocido adobado con vinagre de arroz, azúcar, sal y otros ingredientes, incluyendo pescados o mariscos. Este plato es uno de los más reconocidos de la gastronomía japonesa y uno de los más populares internacionalmente.

problemas de implantación en varios de los tratamientos. En 2007/08 se discontinuaron los ensayos ante la exhaustiva evaluación previa y falta de nuevo germoplasma; en esa zafra se comenzó a vislumbrar el interés por el cultivar C-289, por lo que se realizó una primera purificación de semilla (150 panículas por hilera, hileras madre) en UEPL (Pérez de Vida, 2008). La elección de este cultivar entre varias líneas experimentales de grano corto fue basada en una evaluación sensorial de sus cualidades culinarias por la empresa SAMAN. Esta superlativa priorización en características de calidad es novedoso para las condiciones del país y pauta el destino a mercados de alto valor del producto al cual estaría orientada su producción. En 2008/09 esta línea es incluida por primera oportunidad en los ensayos de RNEC, cumpliendo en la pasada zafra su segundo año de evaluación.

Resultados

Los resultados históricos obtenidos con C-289 indican que en el cruzamiento con INIA Tacuarí se obtuvo una mejora importante en el rendimiento respecto a la línea materna. La productividad media fue de 7889 kg/ha en 4 años de evaluación (2002/03 a 2005/06) (Cuadro 2). La calidad molinera es adecuada con excelente % de grano entero, y granos yesados inferiores a la base de comercialización (Cuadro 2). La línea hermana C-286 fue inicialmente la seleccionada para continuar su potencial proyección, sin embargo, la evaluación sensorial determinó que C-289 alcanzaba altos estándares de aroma, sabor y textura, similares a su parental Koshihikari. De igual manera condicen con ésta, los parámetros de % de amilosa y dispersión en álcali.

El tipo de planta fue sustancialmente modificado en la recombinación con INIA Tacuarí; en particular C-289 presenta abundante macollamiento y tallos de mayor robustez y menor flexibilidad que la variedad japonesa. El macollaje y las hojas son de tipo erecto. Las hojas y granos son carentes de pilosidad. Por otra parte, la sanidad a enfermedades de tallos es superior –en particular frente al complejo de Rhizoctonia spp.- respecto a Tacuarí. La altura total de plantas –desde el nivel del suelo a la punta de la hoja bandera- en promedio es de 82 cm, (con valores extremos de 68 cm y 92 cm) acorde a los ideotipos asociados a alta productividad. En función de su follaje verde intenso, alta capacidad de macollamiento, baja estatura de planta y fortaleza de tallos se puede estimar una respuesta positiva al agregado de nitrógeno. No se tiene información de respuesta a fertilización en este cultivar. Por otra parte, aunque no se dispone de información cuantitativa, el desarrollo foliar (principalmente en hoja bandera y mayor macollaje) es superior al de Koshihikari. Respecto a INIA Tacuarí, en 2009/10, el largo de la hoja bandera fue menor en C-289 (25,4 vs. 23,5 respectivamente, dif no signf. MDS=5.1). La capacidad de la canopia de interceptar radiación solar en floración fue algo superior en INIA Tacuarí (0,63% vs. 0,52% [MDS=0,21%]) en dos ensayos de UEPL.

La duración del ciclo a floración representa un caso de segregación transgresiva, ya que las 3 líneas avanzadas del cruzamiento tienen ciclos significativamente mayores (115 días) (Cuadro 2) que los parentales (Koshihikari = 91 días e INIA Tacuarí = 87 días). Sin embargo, este cultivar presenta una importante variación en el ciclo a floración dependiendo de la fecha de siembra; según datos de la zafra 2009/10, el ciclo fue de 121, 104 y 91 días en siembras de 20 de octubre, 12 de noviembre y 9 de diciembre respectivamente. De acuerdo a estos resultados, un cultivo en una siembra temprana (por Ej. 10 de octubre) tendría su floración próxima al final de la primera década de febrero. La tolerancia a frío en estadios reproductivos en este cultivar es superior a la mayoría de los materiales en evaluación final (Pérez de Vida 2010, capítulo de Ecofisiología en esta publicación). Bajo condiciones controladas, el nivel de daño por frío en prefloración (expresado como % de esterilidad de granos bajo tratamiento de frío – % de esterilidad en testigos sin incidencia de fríos) fue significativamente menor en C-289 (7.2%) que el registrado en cultivares como El Paso 144 (44.1%), INIA Olimar (31.9%) e INIA Tacuarí (32.8%).

C-289 se caracteriza por tener alto macollaje efectivo –algo inferior a cultivares indica (El Paso 144, INIA Olimar, FL03195)-, y panículas de bajo número potencial de granos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Componentes del rendimiento en C-289

	Pan/m^2	Gr/Pan	%Est	P1000
09/10[a]	606	64	34,4	26,6
09/10[b]	583	78	40,2	25,9
09/10[c]	450	77	36,4	25,5
09/10[d]	623	79	35,6	27
08/09[a]	614	84	15,3	28
08/09[b]	514	73	15,4	29,2

Época de siembra a=1era, b=2da en ensayos de red nacional de evaluación de cultivares; c= 1era (20/Oct), d=2da (12/Nov) épocas de siembra en evaluación final interna del programa de mejoramiento de arroz INIA. Ensayos en UEPL.

En estos ensayos el manejo de las coberturas de nitrógeno aplicada de modo uniforme a cultivares de diferentes ciclos, puede resultar desajustado al primordio para este genotipo de ciclo largo, por ende aplicado de modo muy temprano a la aparición del mismo. Esto puede exacerbar ese modo de construir el rendimiento. En ensayos de épocas de siembra en UEPL en 2009/10 el tamaño de fosa definido por este cultivar fue reducido -aprox. 42000 granos/m^2-, lo cual impuso una primera restricción para obtener un alto rendimiento.

Sin embargo, en esta zafra el % de esterilidad de granos resultó en el componente asociado a situaciones de bajo potencial; este componente expresó altos valores causado por la incidencia de Espiga Erecta en los ensayos en UEPL (RNEC y ensayos de épocas de siembra). Bajo menor presión de Espiga Erecta, el rendimiento comparado de INIA Tacuarí y C-289 fue 7,7 y 7 ton/ha respectivamente (promedio de 3 ensayos de evaluación de granos cortos y medios, sembrados el 10/11/2009).

En condiciones que no favorecieron la incidencia de este estrés fisiológico, el rendimiento promedio de las dos últimas zafras (2008/09 y 2009/10) fue de 7869 kg/ha en Río Branco (Cerro Largo) y 8600 kg/ha en Cinco Sauces (Tacuarembó). En UEPL en 2008/09 –año de muy alto potencial- C-289 rindió entre 10280 (época 1) y 9220 kg/ha (época 2) (Lavecchia y Deambrosi, 2009). En ensayo de fajas en Río Branco, este cultivar produjo 227 bolsas/ha (11350 kg/ha) (Molina 2009 com. pers.).

En conclusión, C-289 es un novel cultivar promisorio que posibilita la producción competitiva de arroz para mercados de la más alta exigencia en calidad culinaria. Su productividad es superior a la del parental japonés, ubicándose entorno a las 7,9 ton ha en condiciones experimentales.

Cuadro 2 .Resultados de evaluación de cultivares *japónica* templado (granos cortos y medios) en zafras 2002/03 a 2005/06 en UEPL.

Nº	Cultivar	Cruzamiento	Rend	B.Tot.	Entero	Yesa.	Mancha	Altura	C. Flor.	IS Rhizo.	IS Scler.	Pyri	Amilo	Disp. Alcali
			TyTres	%	%	%	%	cm	días				%	
1	C 111	Kshk/S201	7525	71.0	63.2	4.1	1.9	82	119	0	3	5.7	21.8	6.0
2	C 112	Kshk/S201	7122	71.7	66.1	1.5	1.0	82	122	0	3	5.7	21.1	6.0
3	C 113	Kshk/S201	7479	71.6	67.4	2.2	1.3	81	122	0	3	7.0	22.4	6.0
4	C 115	Kshk/S201	7504	72.1	63.2	4.9	0.5	79	114	0	4	5.7	23.7	6.0
5	C 116	Kshk/S201	7569	72.0	66.4	1.3	1.1	81	117	0	3	5.3	23.1	6.2
6	C 118	Kshk/S201	6819	72.1	63.5	1.4	1.2	87	117	0	3	4.3	22.4	6.2
7	C 124	Snsk/RU8801121-229	7364	70.4	65.3	7.9	1.7	84	97	0	5	2.7	21.1	6.0
8	C 157	Snsk/S201	7667	71.1	62.3	6.1	1.2	81	124	0	4	7.3	22.4	6.5
9	C 158	Snsk/S201	7413	71.7	62.2	3.0	1.2	77	104	0	4	7.0	23.7	6.3
10	C 180	Snsk/L1892	7612	71.5	56.4	6.9	0.7	72	99	3	7	5.0	20.5	5.8
11	C 205	Snsk/L1172	7053	69.8	64.2	4.5	1.0	72	95	2	5	4.3	20.5	4.7
12	C 214	Snsk/L1172	7306	71.4	68.3	2.3	2.7	80	112	1	5	4.3	21.8	6.6
13	C 215	Snsk/L1172	7705	71.8	64.3	4.1	0.4	78	108	2	6	5.0	22.4	6.5
14	C 225	Snsk/Caraguatá	7049	70.4	67.5	5.3	3.0	72	99	1	4	3.0	18.5	4.7
15	C 252	Fuzi102/L1892	7036	69.9	62.6	6.7	2.1	72	96	2	5	1.7	21.8	5.7
16	C 253	Fuzi102/L1892	6951	70.3	56.4	12.1	1.8	73	99	3	6	2.7	20.5	5.2
17	C 286	Kshk/Tacuarí	8402	72.0	67.9	3.8	0.3	82	115	1	5	3.3	23.1	6.0
18	C 288	Kshk/Tacuarí	8010	71.5	65.2	4.2	4.8	81	115	0	5	3.3	23.1	5.7
19	**C 289**	**Kshk/Tacuarí**	**7889**	**71.4**	**61.7**	**4.8**	**1.5**	**82**	**115**	**0**	**5**	**3.3**	**22.1**	**6.0**
20	C 293	Snsk/Pecos	7014	71.8	55.9	8.2	0.9	84	103	2	6	3.3	27.7	5.9
21	C 301	Fuzi102/S201	8403	71.6	68.1	6.2	1.7	82	116	0	4	5.3	23.4	5.8
22	Bengal		7153	71.4	60.4	5.7	2.5	75	104	1	6	1.6	22.4	5.7
23	EEA-404		5367	71.2	55.6	8.0	1.1	125	108	1	6	2.2	19.8	6.2
24	Perla		6304	71.2	56.2	2.7	1.8	90	96	0	8	3.5	22.5	6.0

COMENTARIOS GENERALES SOBRE LA EVALUACIÓN INTERNA DE CULTIVARES

Pedro Blanco[1/], Fernando Pérez de Vida[1/], Federico Molina[1/], Stella Ávila[1/], Andrés Lavecchia[2/], Victoria Bonnecarrère[3/], Walter H. Silvera[1/], Juan Rosas[1/], Graciela Arismendi[1/]

INTRODUCCIÓN

La estrategia general de evaluación interna de cultivares del programa de mejoramiento genético consiste en realizar la evaluación parcelaria preliminar e intermedia de los materiales en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (Treinta y Tres), mientras que la evaluación avanzada se realiza simultáneamente en esta localización y en la Unidad Experimental Paso Farías (Artigas), en ensayos conducidos por INIA Tacuarembó. Una excepción a esto lo constituyen los materiales Indica desarrollados por FLAR para la zona tropical, que generalmente se introducen directamente en Artigas y la selección se realiza en base a la evaluación en esa localidad. En la zafra 2009/10, sin embargo, debido a las abundantes precipitaciones registradas en la zona Norte en el periodo de

1/ INIA Treinta y Tres
2/ INIA Tacuarembó
3/ Unidad Técnica de Biotecnología

siembra, algunos de los ensayos localizados en Paso Farías fueron sembrados en diciembre, lo cual limitó su potencial de rendimiento, mientras que otros ensayos no fueron sembrados.

Los ensayos de parcelas pequeñas, localizados en los campos experimentales, fueron complementados con ensayos regionales localizados en predios de productores. A diferencia de lo realizado años anteriores, en que los cultivares promisorios incluidos en estos ensayos eran evaluados en fajas, en 2009/10 se utilizaron parcelas grandes con repeticiones.

Adicionalmente, en el marco del acuerdo de evaluación final, validación y liberación de cultivares con el sector arrocero, una de estas líneas experimentales promisorias, L5502, fue cultivada por productores en 3 localizaciones en la zona Este.

En la zafra 2009/10, la siembra de los ensayos de evaluación interna localizados en Paso de la Laguna se realizó entre el 20/10 y el 13/11, con excepción del ensayo de época de siembra tardía de los cultivares en Evaluación Final. La implantación y desarrollo de los ensayos localizados en Paso de la Laguna fue buena, pero los ensayos preliminares, cosechados en último término, fueron afectados por una fuerte granizada, la cual provocó importantes daños que afectaron la evaluación.

En la zafra pasada, se evaluaron un total de 2.013 cultivares. Con respecto al tipo de material, si se excluyen las introducciones realizadas en la zafra, del remanente de 1.618 cultivares evaluados, 43% fueron de grano largo de calidad americana, 36% de grano largo de tipo tropical o Indica, 14% Clearfield y 7% de grano corto o medio.

Los cultivares se distribuyeron en ensayos Avanzados, Intermedios y Preliminares, contando los primeros con tres repeticiones y los últimos con dos (Cuadro 1). Adicionalmente a los ensayos mencionados, un grupo de 12 cultivares fue incluido en ensayos de Evaluación Final, junto a variedades comerciales, con 4 repeticiones.

En el conjunto de líneas se evaluó rendimiento, características agronómicas, comportamiento industrial, calidad culinaria e incidencia de enfermedades del tallo. Las líneas experimentales en evaluación Avanzada e Intermedia, fueron también incluidas en el vivero de resistencia a *Pyricularia grisea*, bajo inoculación artificial con una mezcla de aislados del patógeno. En los ensayos localizados en Artigas, se evaluó rendimiento y calidad industrial.

Durante 2010, la Unidad Técnica de Biotecnología continuó utilizando marcadores moleculares para identificar genes de resistencia a *Pyricularia grisea* en los cultivares en evaluación final, variedades y progenitores. Además de los marcadores para los genes Pi1 y Pi2, se incorporaron marcadores para el gen Pi33. Asimismo, el laboratorio regional de INIA Treinta y Tres, continuó trabajando en selección asistida por marcadores moleculares para incorporar estos genes de resistencia al patógeno en cultivares Indica y se retomaron trabajos en cultivo de anteras para acelerar el proceso de desarrollo de cultivares en algunos cruzamientos de interés.

La mayor parte de la información presentada en el capítulo de Mejoramiento Genético se refiere a los cultivares incluidos en evaluación final y avanzada.

Cuadro 1. Ensayos y viveros sembrados en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (T. y Tres) y número de cultivares en evaluación en 2009/10 (excluidos los ensayos de evaluación final y los testigos). Se indican los ensayos que también fueron sembrados en la Unidad Experimental Paso Farías (Artigas).

Avanzada		Intermedia		Preliminar	
Ensayo	**Nº cult.**	**Ensayo**	**Nº cult.**	**Ensayo**	**Nº cult.**
E5-1 *	18	E2-1	61	E 1-1	61
E4-1	28	E2-2	61	E 1-2	60
E4-2 *	18	E2-3	57	E 1-3	60
E3-1	23	E2-4	21	E 1-4	61
E3-2	20	E2-1CL	60	E 1-5	61
E3-3	26	E2-2CL	60	Semi E1-1	46
E3-4	23	E2-3CL	26	Semi E1-2	46
E3-5	21	E2-4CL	46	Semi E1-3	46
E5-1CL *	8	Semi III *	30	Semi E1-4	46
E5-2CL	6	Semi IV *	30	Semi E1-5	46
E4-1CL *	16	Gr Cortos y Medios 2	42	Semi E1-6	46
Semi I	22			Semi E1-7	46
Semi II	28			Semi E1-8	46
				Semi E1-9	46
				Semi E1-10	30
				Semi E1-11	30
				INQR - IRRI #	240
				Gr Cortos y Medios 1	46
				Gr Cortos y Medios 3	32
				FLAR Subtropico	20
				FLAR Frío	20
				Progenitores pot.	10
				Resistencia durable	105
Subtotal	**257**		**494**		**1250**

(*) Ensayos sembrados también en Paso Farías, conducidos por INIA Tacuarembó

(**) Vivero sembrado exclusivamente en Paso Farías, conducido por INIA Tacuarembó

(#) Material introducido

EVALUACIÓN FINAL

Estos ensayos internos, localizados en Paso de la Laguna, cuentan con cuatro repeticiones y tienen la finalidad de evaluar respuesta a fechas de siembra, resistencia a enfermedades del tallo y adaptación a siembra directa. En la zafra 2009/10 se incluyeron 12 líneas experimentales, de las cuales 8 ingresaron por primera vez, junto a las variedades comerciales disponibles. Estas 8 líneas también fueron propuestas para la Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Arroz (INIA-INASE). Las líneas experimentales que ya habían sido evaluadas en años anteriores fueron purificadas y/o multiplicadas por la Unidad de Semillas. En la pasada zafra se condujeron tres ensayos de épocas de siembra y uno con inoculación artificial con *Sclerotium oryzae*.

De las 12 líneas experimentales incluidas en estos ensayos, 8 fueron de calidad americana, 1 tropical, 2 Clearfield y 1 de grano corto. Entre los testigos, además de las variedades comerciales locales, se incluyó a Puitá INTA CL y a una línea local como testigo resistente a frío.

CULTIVARES DE CALIDAD AMERICANA

Evaluación Avanzada

Los 177 cultivares de calidad americana en esta etapa se agruparon en ensayos E5, E4 y E3, cumpliendo 5, 4 y 3 años de evaluación, respectivamente, contando todos ellos con tres repeticiones (Cuadro 1). En el capítulo se presenta información de la zafra para los cultivares incluidos en los ensayos E5 y E4, así como un resumen

de la información generada desde su ingreso en evaluación.

Los materiales E5 más destacados fueron también incluidos en los en los ensayos de Evaluación Final y Red de Evaluación de Cultivares de la zafra. Por su parte, los cultivares E4 más destacados serán seleccionados para ingresar en esos ensayos en la próxima zafra.

Evaluación Intermedia

En esta etapa se incluyeron 200 líneas experimentales obtenidas en su totalidad a partir de cruzamientos locales, que completaron dos años de evaluación (E2), agrupándose en 4 ensayos (Cuadro 1). Estas líneas representan 33% del numeroso grupo ingresado en 2008/09 en evaluación preliminar, habiéndose seleccionado por rendimiento, calidad molinera y resistencia a enfermedades del tallo, descartándose el resto. En 2009/10 presentaron un buen comportamiento y aproximadamente 50% serán seleccionadas para continuar con el proceso en la próxima zafra.

Evaluación Preliminar

Un total de 303 líneas experimentales de calidad americana, provenientes de cruzamientos locales, ingresaron en esta etapa, siendo distribuidas en 5 ensayos con dos repeticiones (E1-1 a E1-5) (Cuadro 1). En base a la información generada en esta primera evaluación, aproximadamente 40% serán seleccionadas para continuar el proceso en la zafra siguiente.

CULTIVARES CLEARFIELD

Las actividades de desarrollo de cultivares de arroz resistentes a la familia de herbicidas Imidazolinonas, adaptados a las condiciones locales, se conducen en el marco de un acuerdo de investigación con la empresa BASF. La resistencia fue obtenida por mutaciones inducidas, por Louisiana State University (LSU) y más recientemente por INTA, por lo que estos materiales no son transgénicos. La utilización del sistema Clearfield permite alcanzar el control químico del arroz rojo y de un amplio espectro de malezas. Localmente, los trabajos se han focalizado en incorporar la segunda generación de resistencia obtenida por LSU, introducida al programa en 2001.

En la pasada zafra se evaluaron 224 cultivares Clearfield, provenientes de cruzamientos locales así como de selección en material segregante introducido, en ensayos avanzados e intermedios. La evaluación se realizó con una aplicación de Kifix de 0,21 kg/ha, mostrando los materiales muy buen nivel de resistencia.

Evaluación Avanzada

Los 30 cultivares Clearfield en esta etapa se agruparon en ensayos E5 (E5-1 CL y E5-2 CL) y E4-1 CL, cumpliendo 5 y 4 años de evaluación, respectivamente (Cuadro 1). De los cultivares E5, 8 son de calidad americana, procedentes de selección en poblaciones segregantes introducidas de LSU, mientras que otros 6 son de tipo tropical, procedentes de cruzamientos entre variedades locales Indica y materiales resistentes introducidos. Tres cultivares de calidad americana ya han sido evaluados previamente en la Red de Evaluación de Cultivares, presentando un comportamiento superior al de la variedad introducida CL161, de similar calidad de grano. Una de las líneas de tipo tropical (CL146) fue incluida en estos ensayos en 2009/10.

La mayoría de los 16 cultivares E4 también es de tipo tropical, provenientes de los mismos cruzamientos locales, pero en este caso se realizó una generación de selección adicional, que permitió obtener algunas líneas con calidad molinera más estable que la de las líneas tropicales E5. Una de ellas (CL244) también fue incluida en la Red de Evaluación de Cultivares en 2009/10. Estas líneas se destacan frente a la variedad Puitá INTA CL por mantener buen comportamiento también en siembras tardías.

En el capítulo se presenta información obtenida en la zafra 2009/10 sobre los cultivares E5 y E4, así como un resumen de la información generada desde su ingreso en evaluación.

Evaluación Intermedia

El grupo estuvo compuesto por 192 líneas experimentales, obtenidas en su totalidad a partir de cruzamientos locales, que completaron dos años de evaluación, siendo distribuidas en 4 ensayos (E2-1 CL a E2-4 CL) (Cuadro 1). Estas líneas son el 45% del numeroso grupo ingresado en 2008/09 en evaluación preliminar. Entre las líneas en esta etapa de evaluación, se encuentra el primer grupo de líneas Clearfield de calidad americana provenientes de cruzamientos locales, que constituye el 30%, siendo las restantes de tipo tropical.

CULTIVARES DE TIPO *INDICA*

La evaluación **interna** de cultivares *Índica* se realiza en 2 sitios experimentales – Unidad experimental (UE) Paso de la Laguna (PL), Treinta y Tres y Paso Farías (PF), Artigas-. Por otra parte, la Red Nacional de Evaluación de Cultivares (RNEC, acuerdo INIA/INASE) -donde se incluía un cultivar de este grupo- se realiza además en Tacuarembó y Río Branco (Cerro Largo). En UEPL se establecieron ensayos de evaluación avanzada (60 cultivares), intermedia (60) y preliminar (414); así como se manejaron dos viveros FLAR. En UEPF se sembraron sólo los ensayos de etapa intermedia (60 entradas), quedando sin evaluación 2 ensayos preliminares específicos (60 entradas) para esa localidad y un vivero FLAR Trópico con 240 líneas.

INTRODUCIÓN DE MATERIALES

Se participó en un proyecto internacional coordinado por la International Network for Quality Rice (INQR), con el propósito de determinar la incidencia de yeso en un amplio rango de condiciones ambientales y estudiar aspectos genéticos de este defecto. Con esta finalidad, se introdujo desde el International Rice Research Institute (IRRI) una colección de 240 cultivares, los que fueron evaluados en 3 repeticiones, en hileras individuales, enviándose muestras a IRRI para determinación de calidad molinera y aspecto de grano. Algunos de estos cultivares mostraron excelente vigor y tipo de planta y serán evaluados en parcelas en la próxima zafra, así como utilizados en cruzamientos con cultivares locales.

EVALUACIÓN DE CULTIVARES EN ENSAYOS EN FAJAS

Federico Molina[1/], Pedro Blanco[1/], Walter Silvera[1/], Luis A Casales[1/]

INTRODUCCIÓN

Una de las etapas más importantes en el desarrollo de variedades es la evaluación final de los materiales. Paralelamente a los ensayos de evaluación final en INIA Treinta y Tres (Paso de la Laguna), se instalaron ensayos en fajas en diferentes localidades. Esta información en conjunto con los ensayos de la Red de Evaluación de Cultivares es sumamente interesante para poder identificar los mejores materiales y observar el comportamiento en un rango más amplio de ambientes. Por otro lado, en la Unidad Experimental Paso de la Laguna, los suelos han sufrido una elevada intensidad de uso. Esto determina, en ocasiones, que el potencial de los cultivares esté limitado por dicho factor.

Desde hace cuatro años se retomó este tipo de pruebas. En la zafra 2006/07se localizo en la 7ª Sección de Treinta y Tres una prueba en fajas con 10 materiales logrando buenos resultados.

Por otro lado, en la zafra 2007/08 se realizaron 4 ensayos en fajas y en 2008/09 se realizaron cuatro ensayos en fajas en el Este del país, donde se pudo confirmar los buenos valores de rendimiento y calidad molinera obtenidos por L5502. En base a estos resultados se decidió continuar con las pruebas a pequeña escala en predios comerciales (5 a 10 ha) y continuar introduciendo nuevos materiales en fajas.

En la zafra pasada se cosecharon parte de las áreas de prueba pre comercial, especialmente de L5502, logrando muy buenos resultados a pesar de lo adverso del año, con el propósito de contar con semilla para la próxima zafra.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la zafra 2009/10 se instalaron ensayos en fajas en cuatro localidades abarcando un espectro interesante de suelos, clima y manejos. Todas las fajas fueron sembradas con una sembradora Semeato experimental con tren de siembra comercial. En las diferentes localidades, la siembra se realizó sobre un suelo laboreado en primavera con diferente intensidad y laboreo de verano. A continuación se presentan los resultados de análisis de suelo (Cuadro 1) y los datos más relevantes de la instalación y manejo de las fajas. En todos los casos, las fajas fueron manejadas por los productores de la misma manera que la chacra.

Se evaluaron 4 materiales de calidad americana o tipo japónica tropical (L5388, L5502, L5287, L5688 y tres testigos (INIA Olimar, INIA Tacuarí y El Paso 144). Se sembraron 7 fajas de 6,6 metros de ancho por 15 metros de largo con 3 repeticiones en cada localidad. A la cosecha se cortaron 9 m^2 por faja, también se realizaron muestreos para componentes de rendimiento. Luego de la cosecha se procesaron las muestras de los diferentes materiales para determinar calidad molinera.

A diferencia de años anteriores, donde la repetición estaba dada por las diferentes localidades, este año se instalaron ensayos con repetición en cada localidad, lo que permitió realizar un análisis más exhaustivo del comportamiento de los materiales en cada localidad y en su conjunto. Los ensayos se analizaron estadísticamente de forma conjunta y en el caso en que se detecto interacción localidad por cultivar, se realizó el análisis individual por localidad (ensayo).

[1/] INIA Treinta y Tres

Cuadro 1. Análisis de suelo

Localidad	P Bray-1 ppm	P Ac. Citr. ppm	K meq/100gr	M.O. %	pH H2O
18 de Julio (Rocha)	4.4	4.7	0.18	3.0	6.0
Vergara (TyT)	5.0	-	0.16	2.5	5.5
7ª Secc. (TyT)	-	7.3	0.22	3.2	5.7
Rio Branco (Cerro Largo)	-	9.0	0.21	1.6	5.3

Cuadro 2 Manejo de las fajas por localidad

Datos	18 de Julio Rocha	Vergara TyT	7ª Sección TyT	Rio Branco Cerro Largo
Fecha de Siembra	17-nov	30-oct	22-oct	29-oct
Densidad (kg/ha)	150-175	150-175	125-155	150-175
Fertilización				
Formula	7/40/7	9/40/13	12/52 y 0/0/60	*9/40/13
Base (kg/ha)	200	180	80/50	105
Macollaje (urea kg/ha)	70	60	100	60
Primordio (urea kg/ha)	70	60	-	60
Herbicida post emergente	si	si	si	si
Fungicida	si	si 2	no	si

* En el laboreo de verano se aplicaron 300 kg/ha de Fosforita

RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados más relevantes de los ensayos. La información se analizara de la siguiente manera: primero se presenta el análisis conjunto de todas las localidades, para luego enfocarse en el análisis por localidad en el caso que se detecto interacción.

En el cuadro 3 se detallan los componentes de rendimiento. Para el número de panojas por metro cuadrado y granos por panoja se detectaron diferencias entre localidades y cultivares y no se detectó interacción cultivar por localidad. Si bien dichos componentes pueden variar con los diferentes manejos, son características intrínsecas de cada cultivar al igual que el peso de grano por lo cual es lógico que no se detecte interacción.

Cuadro 3. Componentes del rendimiento para las diferentes localidades

Localidad	Nº Plantas /m2	Panojas /m2	Granos /pan	Esterilidad %	Peso 1000 granos (gr)
Rio Branco	400	492	99	16	26.4
Vergara	296	562	106	23	25.1
T y Tres (7ª)	257	454	106	12	26.5
18 de Julio (Roch.)	527	574	95	14	27.3
Sig. Loc. (Prob)	0.00	0.01	ns	0.00	0.00
Sig. Cul. (Prob)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sig. Loc*Cul (Prob)	0.00	ns	ns	0.00	ns

El número de plantas y la esterilidad se vieron afectados por la interacción cultivar-localidad (Cuadro 4 y 5). En todos los ambientes se obtuvo un muy buen stand de plantas en los cultivares evaluados. En el caso de Treinta y Tres, fue la localidad donde se recuperaron menos plantas lo cual estuvo asociado a menor densidad de siembra, cama de siembra menos preparada y exceso de lluvia post siembra. Esto provocó no solo un menor stand inicial de plantas, sino que la variabilidad entre las parcelas fue mayor, con un coeficiente de variación de 16%. Para el caso de Rocha, la situación fue diferente, recuperándose demasiadas plantas (527 pl/m^2 en promedio), principalmente a consecuencia de una muy buena cama de siembra y una lluvia posterior a la siembra de 25 mm.

Cuadro 4. Número de plantas por metro cuadrado para las diferentes localidades

	Número de plantas/m^2				
Cultivar	**RB**	**Ver**	**TyT**	**Rocha**	**Promedio**
El Paso 144	362	327	261	472	355
INIA Olimar	419	326	234	489	367
INIA Tacuarí	531	357	309	758	489
L5388	401	305	291	493	373
L5502	405	305	285	516	378
L5287	427	295	278	490	373
L5688	339	258	194	595	347
Media	400	296	257	527	370
Sign. Bloque	ns	ns	ns	0.00	-
Sign. Cultivar	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00
CV%	7.8	13.6	16.0	7.0	10.0
MDS (0.05)	54	70	75	66	-

En el cuadro 5 se presenta la interacción de cultivar por localidad para el porcentaje de esterilidad. El valor promedio de todos los ensayos fue bajo (16%), este valor es un buen indicador de la incidencia de frío o enfermedades en los ensayos. En particular, este año no se detectaron problemas de frío en floración (más de 3 días consecutivos con temperaturas inferiores a 15º C). Para la localidad de Vergara, como se puede ver en el cuadro, los porcentajes de esterilidad fueron más altos que las demás localidades, probablemente asociado a una peor sanidad en los tallos (Cuadros 10 y 11). Al igual a los años anteriores, L5502 fue el cultivar que obtuvo valores más bajos y estables en las diferentes localidades. Estos resultados se han visto confirmados con trabajos de resistencia a frío realizados en cámara con condiciones controladas (Pérez SAD 571). Teniendo en cuenta los resultados anteriores, durante las tres últimas zafras en un total de 12 ensayos en fajas, L5502 fue el material que presentó en promedio menor esterilidad.

Dentro de los testigos, INIA Olimar se mostró muy fértil logrando valores en torno al 10% en 3 localidades y solamente 25% de esterilidad en Vergara. En dicha localidad, como ya se menciono anteriormente, la incidencia de enfermedades fue mayor (Cuadro 10 y 11)

Cuadro 5. Porcentaje de esterilidad por cultivar y localidad

	Esterilidad %				
Cultivar	RB	Ver	TyT	Rocha	Promedio
El Paso 144	17	24	12	18	18
INIA Olimar	10	25	10	12	14
INIA Tacuarí	12	36	13	11	18
L5388	21	31	16	15	20
L5502	11	17	9	16	13
L5287	18	22	10	13	16
L5688	25	14	12	11	16
Media	16	23	12	14	16
Sign. Bloque	ns	ns	0.03	ns	-
Sign. Cultivar	0.00	0.00	0.02	ns	0.00
CV%	23.4	24.0	18.5	22.0	23.2
MDS (0.05)	6	10	4	-	-

Para los componentes en los que no se detectó interacción se presentan los resultados en el cuadro 6. El número de panojas por metro cuadrado varió entre 467 (en el caso de L5688) y 569 (para L5502). En general los cultivares americanos son menos macolladores que los tropicales, esto se ve reflejado principalmente en L5688 y L5388. En el caso de L5502, es el material americano que presenta mayor número de panojas. Estos resultados se han confirmado en ensayos anteriores donde dicho material tuvo un buen macollaje y un poder de compensación similar a los materiales tropicales.

Cuadro 6. Componentes de rendimiento promedio de todas las localidades

Cultivar	Panojas /m2	Granos /pan	Peso 1000 granos (gr)
El Paso 144	558	102	27.5
INIA Olimar	542	85	28.5
INIA Tacuarí	502	106	22.0
L5388	474	122	25.3
L5502	569	93	28.1
L5287	499	101	25.0
L5688	467	108	26.7
Media	520	101	26.3
CV%	12	13	4.1
MDS (0.05)	92	26	5

En cuanto al tamaño de la panoja, L5388 presento 122 granos por panoja siendo el material con mayor tamaño de panoja. Es claro que éste componente se ve afectado por la cantidad de panojas, observándose en este caso un efecto de compensación, donde L5388 fue uno de los materiales que tenía menos panojas por metro cuadrado.

El peso de grano es una característica menos variable y está más bien determinado por la variedad (genética). INIA Tacuarí tuvo el menor peso de grano como es característico. Las líneas evaluadas

presentaron mayor peso que el testigo americano (INIA Tacuarí) y solo L5502 superó en peso de grano a El Paso 144, logrando valores similares a INIA Olimar.

Para el caso del rendimiento se detectó interacción genotipo (cultivares) ambiente (localidad). En el cuadro 7 se presentan los resultados obtenidos en bolsas secas y limpias. El promedio de los ensayos se ubico en 38 bolsas por encima de la media nacional y 38 bolsas por debajo de los rendimientos obtenidos en estos mismos ensayos en la zafra 2008/09. Las localidades de Rocha y Vergara fueron los mejores ambientes en términos de potencial de rendimiento, superando a Treinta y Tres y Río Branco en el orden de 20 bolsas. Para el caso de la localidad de Treinta y Tres es importante mencionar que las condiciones de la cama de siembra (más rusticas) y las lluvias, demoraron la instalación definitiva del ensayo, lo cual de cierta forma se ve reflejado en el rendimiento final. Paralelamente, en las condiciones antes mencionadas se puede ver que las variedades americanas ven más disminuido su potencial que las tropicales. La localidad de Río Branco no presentó potenciales altos. Al igual que otros años INIA Olimar rindió menos que el Paso 144 en dicha localidad. En términos generales el único cultivar que logro posicionarse con la letra “a” en todas las localidades fue L5502. Seguido de éste se encuentran los demás cultivares como El Paso 144 e INIA Olimar. Estos resultados concuerdan con los resultados obtenidos en las 2 zafras anteriores en 8 ensayos, donde L5502 fue el material americano más destacado. Se podría resumir que los años de mayor potencial como la zafra 2008/09, L5502 logró rendimientos supriores al El Paso 144 y en años de menor potencial (como la zafra 2009/10) obtuvo el mismo rendimiento.

Cuadro 7. Rendimiento en bolsas por hectárea en las diferente localidades

	Rendimiento (bolsas/ha)				
Cultivar	**RB**	**Ver**	**TyT**	**Rocha**	**Promedio**
EP144	179 a	203 a	177 a	185 bc	186
INIA Olimar	153 b	192 ab	178 a	202 a	181
INIA Tacuarí	152 b	171 b	169 ab	190 abc	170
L5388	166 ab	187 ab	152 b	194 ab	175
L5502	178 a	199 ab	160 ab	195 ab	183
L5287	166 ab	187 ab	147 b	180 cd	170
L5688	150 b	176 ab	172 a	169 d	167
Media	165	187	167	188	177
Sign. Bloque	0.02	ns	ns	ns	-
Sign. Cultivar	0.00	ns	0.00	0.00	0.00
CV%	8	10	8	4	7.3
MDS (0.05)	22	31	23	13	-

Cuadro 8. Calidad Industrial por localidad

Localidad	Blanco	Entero	Yesado	Manchado
	Total %	%	%	%
Rio Branco	70.5	64.2	3.4	0.7
Vergara	71.1	66.1	5.5	1.0
T y Tres (7ª)	71.0	66.0	3.4	0.7
18 de Julio (Roch.)	72.1	67.0	3.0	0.7
Sig. Loc. (Prob)	0.00	0.01	0.01	0.03
Sig. Cul. (Prob)	0.00	0.00	0.00	0.00
Sig. Loc*Cul (Prob)	0.02	0.00	0.00	ns

Del análisis en conjunto para calidad molinera se desprende que para Blanco total, Entero y Yesado se encontró interacción cultivar por localidad (Cuadro 8). A continuación se presentan los valores promedios por localidad (Cuadro 9)

Cuadro 9. Calidad industrial (porcentaje de entero y yesado) para las 4 localidades

	Rio Branco		Vergara		Treinta y Tres		Rocha		Promedio	
	Entero	Yesado	Entero	Yesado	Entero	Yesado	Entero	Yesado	Entero	Yesado
Cultivar	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
El Paso 144	64.7	5.2	66.6	8.0	65.5	4.1	65.5	3.1	65.6	5.1
INIA Olimar	62.0	1.3	63.3	3.0	65.7	1.3	64.6	1.4	63.9	1.8
INIA Tacuarí	67.5	4.4	68.3	3.6	68.6	2.8	69.9	4.4	68.6	3.8
L5388	65.7	1.8	65.6	3.4	65.9	2.8	68.8	2.5	66.5	2.6
L5502	65.5	2.1	68.1	3.5	64.1	4.7	67.1	3.1	66.2	3.4
L5287	65.3	6.2	64.9	13.3	67.0	4.4	68.8	4.0	66.5	7.0
L5688	58.2	2.1	65.2	3.4	64.5	3.8	65.3	2.7	63.3	3.0
Media	64.2	3.4	66.0	5.5	66.0	3.3	67.0	3.0	65.8	3.8
Sign. Bloque	ns	0.0	ns	ns	ns	ns	0.0	ns	-	-
Sign. Cult.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ns	0.0	0.0	0.0	0.0
CV%	3.1	13.8	2.0	14.7	1.5	20.0	1.1	14.0	2.0	15.9
MDS (0.05)	3.4	1.7	2.3	2.7	1.7	-	1.2	1.3	-	-

El porcentaje de entero estuvo muy por encima de la base de comercialización (58%). Los valores de yeso fueron bajos a excepción de algunos materiales en la localidad de Vergara. Dentro de los materiales que cumplieron 2 y 3 años de evaluación en fajas, como L5388 y L5502 se reiteró el buen comportamiento en molino.

En el caso de enfermedades del tallo, solamente se realizaron las lecturas de tres localidades (Vergara, Río Branco y Rocha). Por lo que la información presentada corresponde al análisis conjunto de dichas localidades. En los índices determinados (para *Rhizoctonia y Sclerotium*) se encontró interacción para enfermedad por localidad, información que se aprecia en los cuadros 10 y 11.

Como se puede ver en el cuadro 10 la localidad de Vergara fue la que presentó mayor índice de *Sclerotium*, siendo los cultivares americanos menos afectados. Las localidades de Río Branco y Rocha presentaron valores intermedios aunque los cultivares *índica* tuvieron valores más altos que los *japónica*. Dentro de los materiales *japónica tropical* no hay una gran diferenciación por incidencia de *Sclerotium*, presentando las líneas valores similares al testigo INIA Tacuarí.

Cuadro 10. Índice de Severidad de *Sclerotium* a cosecha para tres localidades

	IS Sclerotium			
Cultivar	**RB**	**Ver**	**Rocha**	**Promedio**
El Paso 144	31.8	52.1	32.7	38.9
INIA Olimar	17.6	40.2	33.4	30.4
INIA Tacuarí	14.2	35.2	21.3	23.6
L5388	11.7	40.9	20.2	24.3
L5502	17.1	33.5	18.4	23.0
L5287	11.3	32.3	14.6	19.4
L5688	14.7	25.0	20.1	19.9
Media	19.8	38.9	23.3	27.3
Sign. Bloque	ns	0.06	ns	-
Sign. Cultivar	0.00	0.00	0.00	0.0
CV%	16.6	14.0	13.5	14.0
MDS (0.05)	5.8	9.8	5.5	-

En cuanto a *Rhizoctonia* se puede ver en el cuadro 11 que los materiales *índica* (El Paso 144 e INIA Olimar) junto a L5688 fueron los que presentaron menor incidencia. L5287 mostró valores bajos de la enfermedad (3,2 RB y 0,8 Rocha) en dos localidades, sin embargo en Vergara aumentó su incidencia. L5388 presentó un comportamiento similar al testigo INIA Tacuarí. Sin embargo, L5502 mostró valores similares al testigo en Vergara y Río Branco y valores muy bajos en Rocha respecto a INIA Tacuarí

Cuadro 11. Índice de Severidad de *Rhizoctonia* a cosecha para tres localidades

	IS *Rhizoctonia*			
Cultivar	**RB**	**Ver**	**Rocha**	**Promedio**
El Paso 144	0.1	1.6	1.0	0.9
INIA Olimar	0.1	1.4	0.7	0.8
INIA Tacuarí	16.5	23.8	23.5	21.3
L5388	19.0	23.8	22.8	21.9
L5502	24.0	15.3	2.6	14.0
L5287	3.2	17.8	0.8	7.2
L5688	0.4	0.7	5.4	2.2
Media	8.1	10.7	7.2	8.7
Sign. Bloque	ns	ns	ns	-
Sign. Cultivar	0.00	0.00	0.00	0.0
CV%	60.0	34.9	32.6	43.0
MDS (0.05)	8.8	6.8	4.1	-

CONCLUSIÓN

Dentro de los materiales evaluados, nuevamente se destaca la línea L5502, que logró mantener una ventaja considerable de rendimiento en los 3 años en relación al testigo INIA Tacuarí y valores superiores o iguales a El Paso 144. Dicho material presenta buena calidad molinera, bajo porcentaje de esterilidad y un peso y aspecto de grano superior al testigo. Una característica particular a destacar de L5502, si bien no fue evaluada en estos ensayos, es la resistencia a *Pyricularia*. Este material se ha comportado a lo largo de varios años en la cama de infección de *Pyricularia* como resistente a moderadamente resistente cuando El Paso 144 es susceptible.

AGRADECIMIENTOS

Muy especialmente a los productores Hugo Favero, Martín y Federico Gigena, Fabiano Andrade y Ramiro Miraballes por haber proporcionado el campo y conducir el manejo de estas fajas.

A los Molinos SAMAN y CASARONE y su equipo técnico por brindar apoyo en esta actividad.

A la sección Mejoramiento Genético y Operaciones por haber sembrado y cosechado las fajas.

EVALUACIÓN FINAL

Fernando Pérez de Vida[1/], Pedro Blanco[1/], Federico Molina[1/], Walter H. Silvera[1/] Juan Rosas[1/]

INTRODUCCIÓN

En esta zafra 2009/10 se dieron condiciones ambientales que limitaron la siembra en época de los cultivos. Un porcentaje superior al 20% se sembró tardíamente (después del 15 de noviembre) en el área nacional (Molina et al 2010). La media de los rendimientos comerciales fue de aprox. 7 ton/ha.

Cuadro 1. Rendimientos nacionales y condiciones de radiación solar en zafras 2006/07 a 2009/10.

Año	Rend. (t-ha)	Horas sol[1]	Horas sol[2]
2006/07	7,9 (96)	480 (97)	630 (88)
2007/08	8,1 (99)	490 (99)	719 (100)
2008/09	8,2 (100)	493 (100)	711 (99)
2009/10	7,1 (87)	432 (87)	660 (92)

1= suma de horas sol en Enero y Febrero; 2= suma de horas sol en Enero, Febrero y Marzo. Datos de la estación meteorológica de UEPL.

Esta zafra 2009/10 presentó menores rendimientos a las 3 precedentes. En términos globales hubo un menor número de horas sol, en periodos relevantes para la formación del rendimiento (Cuadro 1). La reducción en radiación se extendió también al mes de marzo, por lo cual se vieron afectadas las áreas con siembras tardías. En 2006/07, la menor disponibilidad de horas sol en marzo se asoció a una mínima área de siembra tardía por lo cual no se resintió la productividad de ese año.

Considerando los requerimientos de acumulación térmica de INIA Olimar (ciclo intermedio) y los parámetros climáticos de la zafra en la región Este del país, se simularon las condiciones ambientales (temperatura y horas sol) en las que se habría desarrollado el cultivo en tres fechas contrastantes de siembra (15 de Octubre [15Oct], 15 de Noviembre [15Nov] y 15 de diciembre [15dic]). Estas representan aprox. las fechas en que se alcanzó el 50, 30 y 20% respectivamente del área de siembra en la región Este del país (Molina et al 2010). La temperatura media disponible para el desarrollo de un cultivo de ciclo intermedio fue más favorable para las siembras más tardías en todos los estadios, con la excepción del llenado de granos de la siembra de “15dic” (Figuras 1 y 2).

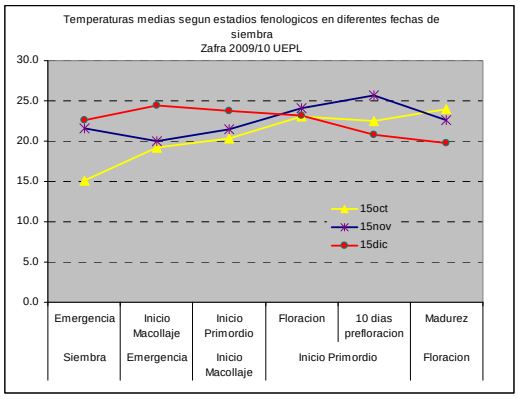


Figura 1. Simulación de Temperaturas medias en estadios fisiológicos de un cultivar de requerimientos de acumulación térmica similar a INIA Olimar en tres fechas de siembras durante 2009/10.

Este período transcurría desde el 10 de marzo hasta el día 20 de abril. Por otra parte, la temperatura media afectando el período 10 días pre-floración presenta importantes variaciones, favoreciendo a la siembra “15Nov” (22,5; 25,7 y 20,8° C respectivamente por su orden de siembra). El número de días con temperatura menor a 15° C fue importante en las situaciones extremas de esta simulación; cultivos de mediados de octubre habrían sufrido 5 días de bajas temperaturas mínimas (prom=13.5° C) y los del 15 de diciembre presentaron 6 días por debajo de 15° C (prom=12,2° C). La siembra de mediados de noviembre habría

[1/] INIA Treinta y Tres

transcurrido sin estrés térmico en sus estadios principales.

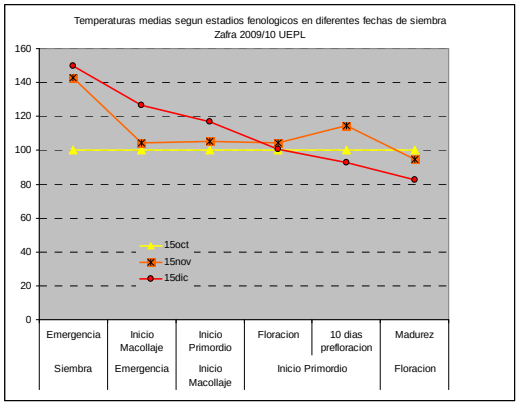


Figura 2. Simulación de Temperaturas medias en estadios fisiológicos de un cultivar de requerimientos de acumulación térmica similar a INIA Olimar en tres fechas de siembras durante 2009/10. Valores relativos a siembra del 15 de Octubre (=100).

Desde el punto de vista de la radiación incidente, analizado a través de las horas sol disponible en la zafra, se destaca la siembra de mediados de octubre como la que presentó mejores condiciones para la fotosíntesis del cultivo, en particular en momentos críticos para la formación del rendimiento, -embarrigado y 10 días pre-floración-. (Figura 3).

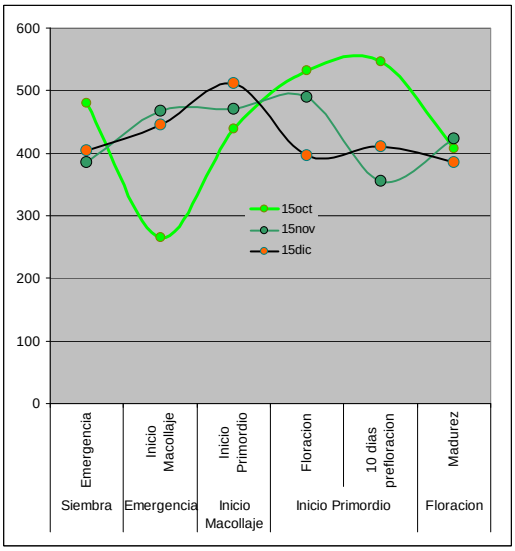


Figura 3. Simulación de radiación media en estadios fisiológicos de un cultivar de requerimientos de acumulación térmica similar a INIA Olimar en tres fechas de siembras durante 2009/10.

Es apreciable la similitud en las condiciones para llenado de grano, en todas las fechas de siembra simuladas

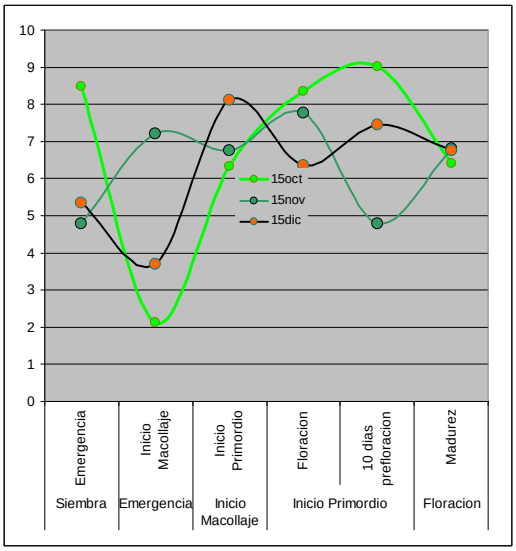


Figura 4. Simulación de Horas sol en estadios fisiológicos de un cultivar de requerimientos de acumulación térmica similar a INIA Olimar en tres fechas de siembras durante 2009/10.

Según este análisis, las condiciones térmicas no fueron limitantes para las siembras de noviembre, aunque las horas sol fueron inferiores al óptimo para ese año. Las siembras más tardías presentaron condiciones de mayor estrés de temperatura –similar a las siembras tempranas-, pero adicionalmente con un mayor déficit de luz solar en periodos prefloración. En términos relativos, las buenas condiciones al final del verano, permitieron cierta compensación por medio de condiciones de radiación similares entre las tres fechas de siembra. Estos registros favorables habrían permitido el logro de un rendimiento superior al que podría preverse al final del periodo de siembra.

COMPARACIÓN DE FECHAS DE SIEMBRA

En el año 2009/10 se realizaron 3 fechas de siembra del grupo de cultivares en evaluación final del programa de mejoramiento genético, en la Unidad Experimental “Paso de la Laguna” (UEPL). Estas fueron, 20 de Octubre, 12 de Noviembre y 9 de Diciembre de 2009. Las condiciones climáticas no permitieron la realización de una siembra más temprana (fin de setiembre-primeros días de octubre)

como se planificara. El experimento de siembra de diciembre se condujo hasta que la ocurrencia de granizo obligó su discontinuación.

El análisis de la productividad en las 2 fechas de siembras del 20 de octubre (Ep1) y 12 de noviembre (Ep2) destaca que la segunda fecha presentó un rendimiento significativamente superior, 8160 vs 7280 kg/ha (P=0,001). Si consideramos a Ep1 como ubicada medianamente dentro del rango de época "óptima" y a Ep2 en un extremo de la misma, el resultado esperado favorecería a la primera. Sin embargo, -como se mencionara- las condiciones climáticas favorecieron a la siembra de noviembre. Los datos de horas sol y temperaturas medias en diferentes estadios del cultivo dan una idea de las condiciones en que se desarrollaron los genotipos (Figuras 5, 6, 7, 8).

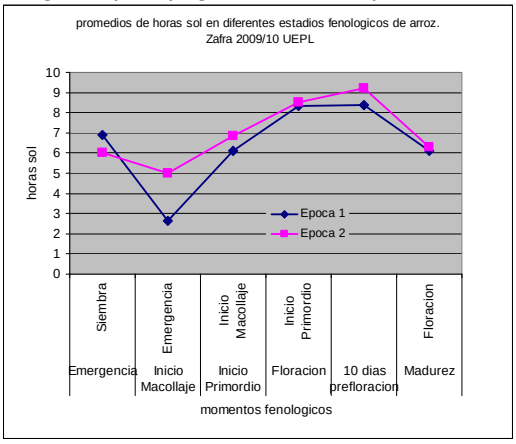


Figura 5.

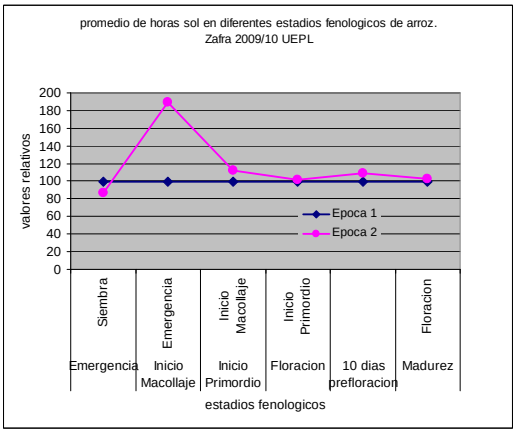


Figura 6.

En Ep1 se presentaron condiciones menos favorables en el periodo vegetativo del cultivo, tanto en disponibilidad de radiación como de temperaturas. En el inicio de reproductivo hasta pre-floración las diferencias fueron menores, pero aun favorecen a la siembra más tardía.

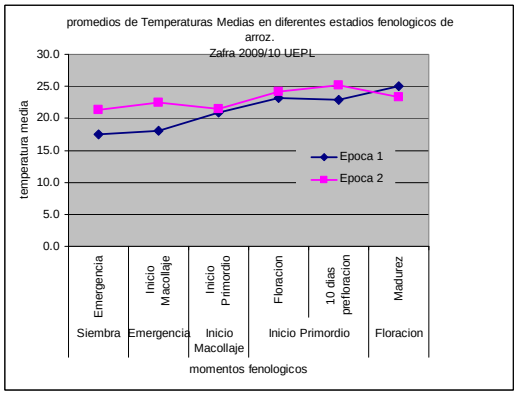


Figura 7.

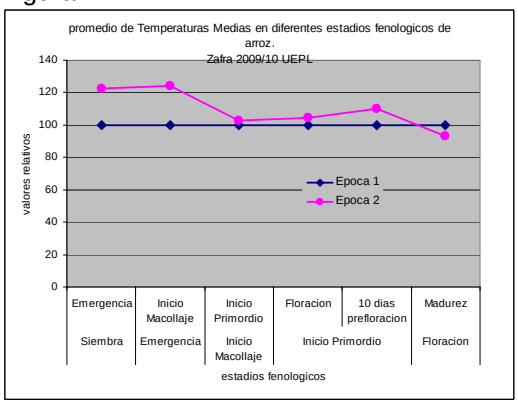


Figura 8.

De esta manera resulta concordante que en esta siembra se defina una "fosa" para la acumulación de carbohidratos –que finalmente es el rendimiento- de mayor capacidad: 66370 vs 55350 granos/m^2 (P=0,001).La mayor capacidad de rendimiento en Ep2 estuvo asociada principalmente a la definición de un mayor número de panículas/m^2 (pan/m^2) y en menor medida al peso de granos; ya que en los demás componentes del rendimiento no se constataron diferencias significativas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Componentes del rendimiento en dos épocas de siembra, zafra 2009/10. Paso de la Laguna.

	Pan/m^2	GrTot /Pan	%Est	P1000 Granos
Ep1 20Oct	483.5	117.9	20.9	24.32
Ep2 12Nov	567.5	120.5	20.9	24.52
Prob	0.0001	0.333	0.97	0.023

La mayor disponibilidad de recursos ambientales como los mencionados habría

favorecido el macollaje efectivo en Ep2. En igual sentido, se comprueba un mayor desarrollo de la canopia en los cultivares sembrados en Ep2. El porcentaje de intercepción de radiación incidente a floración fue de 60,2% en Ep2 vs. 52,9% en Ep1 (P=0,003). La altura de las plantas fue también mayor en Ep2 (89,2 cm) que en Ep1 (85,4) (P=0,001), sin embargo dicha mayor elongación no fue debido al desarrollo de la hoja bandera (Ep1=24,1 cm vs Ep2=24,5 cm, P=0,22ns). El desarrollo de la hoja bandera, fue máximo en el tercer ensayo sembrado en 9 de diciembre (27,6 cm.) siendo significativamente superior a las siembras anteriores. El ciclo de los cultivares en dicha siembra transcurrió con temperaturas levemente mayores a las anteriores siembras –con la excepción del llenado de granos- pero con niveles de radiación sensiblemente inferiores (datos no mostrados). En esas condiciones, los cultivares respondieron con una mayor elongación de la hoja principal, sin embargo no alcanzaron el nivel de intercepción (54,9%) de radiación de la Ep2 (60,2%). Como se mencionara, este ensayo no se pudo cosechar por daño de granizo. En un plano especulativo, las condiciones de temperatura no habrían sido limitantes para la expresión del rendimiento, en cambio los niveles de radiación fueron 40% inferiores en el periodo de embarrigado (coincidentes con un periodo de varios días de lluvias en el mes de febrero), lo cual habría reducido el potencial de las siembras de diciembre.

Considerando la productividad de los 2 experimentos cosechados, un modelo de regresión identifica (selección por stepwise) las variables: % de intercepción, panículas/m^2 y N° de granos/panícula (R^2=0,167, P=0,001). En el modelo no se incluyeron los cultivares que expresaron mayor susceptibilidad a espiga erecta (C289 y FL03195). En dicho caso, el porcentaje de esterilidad de granos no fue significativo aunque las condiciones de temperatura media fueron diferentes entre las dos épocas de siembra (22,9 vs. 25,2°C, Ep1 y Ep2 respectivamente). El número de días con temperatura mínima inferior a 15° C, fue mayor en Ep1 (3 días con Temp. minima media=13,7; Ep2 presentó 1 día con 14,8° C). Los resultados indicarían que en las condiciones de estos experimentos, las condiciones al final de macollaje y primordio fueron determinantes de las diferencias en productividad.

EVALUACION FINAL DE CULTIVARES

El grupo de cultivares en evaluación final estuvo conformado por 6 cultivares testigos, 12 cultivares del flujo de germoplasma del programa y una variedad introducida. Los testigos El Paso 144, INIA Olimar e INIA Tacuarí son referentes de rendimiento entre el material *Indica* (las 2 primeras) y *japónica* tropical.; INIA Caraguatá es el testigo en sanidad y calidad culinaria, así como Bluebelle en este último aspecto. L2825CA es una línea experimental destacada por su tolerancia a bajas temperaturas en todos los estadios (vegetativos y reproductivos).

Cuadro 3. Lista de cultivares en Evaluación Final.

Nº	Cultivar
1	El Paso144
2	Tacuarí
3	Olimar
4	L5502
5	L5688
6	C289
7	L6315
8	L6317
9	L6399
10	L6329
11	L6662
12	CL146
13	CL244
14	FL03195
15	Caraguatá
16	L2825 CA
17	Bluebelle
18	L5287
19	Puita INTA

Tres cultivares evaluados se identifican con la tecnología Clearfield, siendo Puita INTA el cultivar introducido y es referencia para los genotipos originados en INIA. Ocho cultivares son *japónica* tropical, o calidad americana (líneas “L”, Cuadro 3) y uno es *japónica* templado, de calidad especial (grano corto, línea “C”). Un cultivar es producto del acuerdo con el Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego (FLAR), cultivar “FL”, destacado por su resistencia a *Pyricularia*. Como se mencionara, esta evaluación se hace en varias épocas de siembra como medio para estudiar la interacción de los cultivares con el ambiente.

Resultados y discusión

El rendimiento físico medio de los cultivares evaluados en esta serie de ensayos fue de 7720 kg/ha; un 9,5% superior al registrado en el área comercial nacional. Sin embargo considerando sólo las variedades comerciales (El Paso 144, INIA Olimar e INIA Tacuarí, promedio=8408 kg/ha) la brecha fue superior al 20%. Como se mencionara no se tienen en cuenta siembras tardías, lo cual si ocurrió en el área nacional.

Considerando los rendimientos ponderados por su calidad molinera, el grupo de cultivares de mayor productividad fue integrado por los testigos El Paso 144 e INIA Olimar, así como nuevos cultivares de tipo grano largo americano: L5287, L5502, L6315, L6317, L6329, L6399 y L6662. No existieron diferencias significativas dentro de este grupo. Los materiales CL presentaron menores rendimientos, siendo no significativas las diferencias entre los materiales INIA (CL146 y CL244) con la variedad de referencia Puita INTA. Bluebelle, FL03195 y C289 se vieron afectadas por Espiga Erecta –presentan altos porcentajes de esterilidad- y por ende son los de mas bajos rendimientos.

En cuadro 4 se reportan las valores de rendimiento, calidad molinera, componentes del rendimiento, y características agronómicas de interés (ciclo, altura, largo de hoja bandera y panículas, % de intercepción de radiación y reacción a *Pyricularia grisea*) de los genotipos evaluados. La mayoría de las variables no presentaron interacción significativa cultivares*época de siembra, por lo cual se presentan valores medios de las 2 fechas (Cuadro 4).

Los componentes del rendimiento no presentaron interacción cultivar*época de siembra; se destaca el grupo de cultivares L6315, L6317, L6329, L6399 y L6662 con panículas numerosas en granos (media=158 granos/pan). Estos definen las "fosas potenciales" más significativas del grupo (más de 70 mil granos/m^2). L6329 es una excepción, por un menor número de panículas/m^2. El % de esterilidad, primer escalón en la concreción de dicho potencial es de 23% en el grupo, mientras que los testigos *Indica* (El Paso 144 e INIA Olimar) presentan 16%. En experimentos controlados de tolerancia a frío (Pérez de Vida, en esta publicación) se obtuvieron resultados contrastantes, donde L6662, L6315, L6329 y L6399 presentaron % de esterilidad de 27,8%, 24,6%, 21,3% y 19,5%; mientras que L6317 tuvo 37,5%, valor similar al de los testigos tropicales (El Paso 144=44,1% e INIA Olimar=31,9%). Estos resultados en cultivares *Indica*, susceptibles a bajas temperaturas, sugieren otro origen para la baja fecundación de flores en el grupo de *Japónicas*. La pronunciada reducción en horas de sol durante llenado de granos en Ep1 y Ep2, podría haber contribuido a la reducida fertilidad en estos cultivares.

En % de granos enteros y yesados, se obtuvo una significativa interacción cultivar*fecha de siembra. Los valores medios de cultivares en ambas fechas de siembra se presentan en cuadro 5. Varios cultivares de tipo *Indica* presentaron mayores valores de % de granos yesados en la primer fecha de siembra (El Paso 144, INIA Olimar, CL146, FL03195, Puita), mientras cultivares de calidad "tipo americana" presentaron la tendencia inversa (INIA Tacuari, L5502, L6315, L6317, L6329, L6399, L2825CA). Las condiciones generales para el llenado de grano fueron superiores en disponibilidad de radiación y temperatura para la primera fecha de siembra. Los cultivares *Japónica* tropical fueron los que capitalizaron mejor dichas condiciones para realizar el llenado de granos con menores consecuencias en el % de granos yesosos. Los cultivares indicas se benefician en Ep2 por mayores niveles de temperatura y radiación en prefloración. INIA Olimar presenta valores bajos y estables en ambas condiciones, como es característico en esta variedad.

La reacción a *Pyricularia grisea* fue evaluada en condiciones de cama de infección (S. Ávila, 2010). Con una alta presión de incidencia del patógeno, se destacan L5502 y L5287 como los cultivares con mayores niveles de resistencia, mientras que los cultivares testigos *Indica* (El Paso 144 e INIA Olimar) resultan susceptibles – como esperable de acuerdo a sus antecedentes-. Varios cultivares de calidad americana presentan reacción intermedia, con valores similares a INIA Tacuari (5). Por otra parte, INIA Caraguatá y FL03195, presentan valores de moderada resistencia, al igual que en evaluaciones precedentes.

Cuadro 4. Rendimiento, componentes, rendimiento de molino y características agronómicas de cultivares en evaluación final. Promedios de 2 épocas de siembra, UEPL. 2009/10.

Variedades	SSL vr[1]	SSL vr[2]	SSL	Rend[3]	BTot.%	Entero%	Yesa %	Manch%	Pan/m2	GrTot/ pan	%Est	Peso 1000 grs
El Paso 144	102	114	9100	8727	70.6	66.7	5	1.91	589	102.3	16.4	25.6
Tacuarí	95	105	8432	8055	71.6	66.7	6.1	0.75	509	146.1	20	21.6
Olimar	98	109	8690	8442	69.6	64.1	2.6	0.9	622	96.6	16.2	26.8
L5502	102	113	9079	8724	70.7	65.7	4.1	0.61	506	109.3	15.5	26.6
L5688	91	101	8116	7733	73.2	64.8	2.9	1.32	434	125.2	15.9	25.5
C289	39	43	3468	3349	71.8	62	1.3	2.05	536	77.9	36	26.2
L6315	101	112	8949	8507	72.1	67.3	5	0.41	511	153.1	22.4	22.3
L6317	96	107	8558	8166	71	66.8	4.4	0.71	464	168	21.8	20.9
L6399	102	114	9106	8639	72.2	66.6	4.3	0.63	389	163.1	23.5	24.2
L6329	104	116	9274	9079	71.7	62.8	7.9	0.45	543	158.3	25.7	22.8
L6662	95	106	8470	8049	71.8	67.1	4.7	0.39	481	150	21.9	21.7
CL146	92	103	8210	8040	69.7	62.5	4.4	1.1	492	102.9	16.7	27.9
CL244	89	99	7934	7829	68.8	61.6	2.7	0.75	555	96.4	15	25.5
FL03195	69	77	6140	6152	70.3	56	1.5	5.13	552	91.6	38.8	25.8
Caraguatá	85	94	7542	7023	73.9	68.8	3.8	0.28	607	106.2	19.6	23.4
L2825 CA	82	91	7284	7332	71.2	61.7	11.8	0.51	475	89.2	15.4	26.2
Bluebelle	79	88	7057	6819	71.8	63.9	5.7	0.7	553	123.3	27.7	23.1
L5287	98	109	8694	8270	72.5	66.9	7.2	0.5	624	102	17.7	24.4
Puita	90	100	7970	7756	70.1	63.6	1.5	2.66	563	104	13.7	23.9
Promedios			8004	7720	71.3	64.5	4.6	1.1	527	119.2	21	24.4
Cult			<.000	<.000	0	0.006	0.022	0.75	<,000	<,000	<,000	0.095
Epoca			<.000	<.000	<.000	<.000	<.000	<.000	<,000	0,511	0,876	<.000
Int Cult*Ep			0.203	0.118	0.661	0	<.000	0.055	0,322	0,083	0,371	0.084
Desv.Est			848.9	787.4	0.766	2.531	0.361	0.346	79.4	17.7	7.2	0.593
Media			8003	7720	71.24	64.68	2.022	0.912	529.1	119.3	20.4	24.43
Coef Var			10.61	10.2	1.08	3.91	17.87	37.95	15	14.9	35.5	2.4
MDS			1189	1086	1.074	3.546	2.205	0.485	111.2	24.9	10.2	0.831
Epoca 1			7536	7281	71.1	64.1	4.2	1.2	485	118	21.1	24.4
Epoca 2			8472	8160	71.5	64.9	4.9	1	568	120.5	21	24.5

Variedades	50%Fl (dias)	Altura (cm)	LHB[4] (cm)	LP[5] (cm)	%de intercep	L[7]	A[8]	L/A[9]	Pyri
El Paso 144	98	92	25.8	23.1	0.562	6.49	2.17	3	9
Tacuarí	93	86	25.4	18.4	0.63	6.64	2.08	3.19	5
Olimar	94	87	24.7	22.9	0.653	6.93	2.02	3.44	8
L5502	96	81	24.9	20.5	0.588	7.06	2.25	3.14	5
L5688	102	92	27.6	22.7	0.559	7.09	2.18	3.25	1
C289	112	79	23.5	15.3	0.521	4.85	3.04	1.59	6
L6315	94	87	24.5	19.1	0.604	6.68	2.1	3.18	5
L6317	95	89	24.9	19.8	0.582	6.56	2.02	3.25	5
L6399	98	98	21.8	19.3	0.469	6.71	2.21	3.04	6
L6329	95	83	27.1	20.3	0.55	6.95	2.08	3.34	5
L6662	94	87	25.2	19.8	0.652	6.59	2.07	3.18	5
CL146	98	90	24.7	22.3	0.552	7.01	2.1	3.34	9
CL244	91	85	21.4	21.8	0.504	6.49	2.05	3.04	9
FL03195	105	89	23.4	19.3	0.523	6.54	2.32	2.82	4
Caraguatá	100	83	46.4	19.3	0.56	6.8	2.18	3.13	4
L2825 CA	93	73	22.7	19	0.509	7.27	2.15	3.38	7
Bluebelle	98	108	27.7	23.3	0.5	6.7	2.19	3.06	5
L5287	95	81	22.9	20.5	0.636	6.96	2.15	3.23	1
Puita	99	90	22	21.2	0.568	6.45	2.06	3.13	5
Promedios	97	87	25.6	20.4	0.564	6.67	2.18	3.09	
Cult	<.000	<.000	<.000	0.076	0.012	<.000	0.01	0.001	
Epoca	<.000	<.000	<.000	<.000	0.013	<.000	<.000	<.000	
Int Cult*Ep	0.839	0.078	0.001	0.002	0.324	0.245	0.036	0.02	
Desv.Est	4.349	3.89	4.067	2.06	0.153	0.126	0.035	0.062	
Media	91.65	87.3	25.6	20.48	0.555	6.671	2.18	3.097	
Coef Var	4.7	4.5	15.9	10.1	27.6	1.9	1.6	2	
MDS	6.071	5.45	5.06	2.57	0.213	0.177	0.05	0.088	
Epoca 1	106	85.4	26.73	20.18	0.53	6.62	2.17	3.08	
Epoca 2	89	89.2	24.48	20.65	0.6	6.73	2.19	3.1	

1 SSL vr= rendimiento corregido por calidad molinera (%Blanco total [BTot], %entero, % yesado [%Yesa]), referido al promedio de El Paso 144 e INIA Olimar; 2= SSLvr referido promedio del ensayo; 3=Rendimiento (kg/ha); 4= largo de hoja bandera (cm); 5= largo de panicula (cm); 6= % de intercepción de radiación solar; 7 L= largo de granos pulidos, 8 A= ancho de granos pulidos; 9 L/A= relacion largo:ancho.

Cuadro 5. % de grano entero y % de yesado en cultivares en evaluación final en dos épocas de siembra. UEPL, 2009/10.

	Entero %		Yesado %	
Cultivar	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
El Paso 144	66.3	67.1	7.2	2.8
Tacuarí	66.5	67.0	4.7	7.4
Olimar	63.3	64.9	2.8	2.4
L5502	65.5	65.9	2.4	5.8
L5688	64.6	65.0	3.3	2.4
C289	sd	68.4	1.6	1.0
L6315	67.3	67.3	2.2	7.7
L6317	66.8	66.8	3.6	5.3
L6399	65.9	67.3	3.3	5.3
L6329	62.1	63.5	6.5	9.3
L6662	67.7	66.5	3.2	6.2
CL146	61.6	63.4	5.0	3.8
CL244	61.3	62.0	2.5	2.8
FL03195	57.3	54.7	1.9	1.1
Caraguatá	67.8	69.8	4.3	3.2
L2825 CA	62.5	60.9	8.4	15.1
Bluebelle	65.6	62.3	6.9	4.6
L5287	67.0	66.8	7.9	6.5
Puita	63.1	64.1	2.0	0.9
Medias	64.6	64.9	4.2	4.9
Cultivar	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Desvío Estándar	2.25	2.79	1.51	1.41
Media	64.0	65.3	4.2	4.98
Coef Variación (%)	3.5	4.3	36.1	28.4
MDS	3.20	3.96	2.15	2.01

EVALUACIÓN AVANZADA DE CULTIVARES DE CALIDAD AMERICANA

Pedro Blanco[1/], Federico Molina[1/], Andrés Lavecchia[2/], Walter H. Silvera[1/], Luis Casales[1/]

INTRODUCCIÓN

Los 177 cultivares en esta etapa se agruparon en ensayos E5, E4 y E3, cumpliendo 5, 4 y 3 años de evaluación, respectivamente. El ensayo E5-1 incluyó 18 líneas experimentales, mientras que las 46 líneas E4 se agruparon en dos ensayos (E4-1 y E4-2). Por su parte, las 113 líneas E3 se distribuyeron en 5 ensayos, los que sólo se condujeron en Treinta y Tres. En la presente publicación solamente se presenta información de los materiales más avanzados, E5 y E4, no incluyéndose la correspondiente a los ensayos E3.

En base a la información previa, las 5 líneas experimentales E5 más destacadas también fueron incluidas en los ensayos de evaluación final y Red de Evaluación de Cultivares de la zafra. La información generada hasta el momento sobre las líneas E4 será utilizada para seleccionar las que ingresarán a esos ensayos en 2010/11.

En esta sección se presentan los resultados de la zafra 2009/10 y el resumen de la información disponible desde el ingreso de los cultivares a evaluación (2005/06-2009/10). Si bien los ensayos E5-1 y E4-2 fueron sembrados en Treinta y Tres y Artigas, debido a la siembra tardía realizada en ésta localidad, para la zafra 2009/10 sólo se presenta la información de rendimiento correspondiente a Treinta y Tres.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos de Treinta y Tres estuvieron localizados en Paso de la Laguna y la siembra se realizó el 22/10. Las parcelas

1/ INIA Treinta y Tres
2/ INIA Tacuarembó

fueron de 6 hileras de 3,4 m a 0,20 de separación y la densidad de siembra fue de 165 kg/ha de semilla, corregidos por germinación.

La fertilización basal fue realizada al voleo e incorporada con disquera, aplicándose 16,2 kg/ha de N, 72 kg/ha de P_2O_5 y 23,4 kg/ha de K_2O. Los ensayos recibieron dos aplicaciones de urea, en macollaje y primordio, de 27,6 kg/ha de N cada una. El control de malezas fue realizado con una mezcla de tanque, en aplicación terrestre, de Propanil + Facet + Command + Cyperex (3 + 1,25+ 0,85 l/ha + 0,2 kg/ha).

El diseño fue de bloques completos al azar, con tres repeticiones. En los cuadros se incluye información de los análisis de varianza, indicándose si existieron diferencias significativas para cultivares o repeticiones, a través del nivel de probabilidad (diferencias significativas: 0,05> P >0,01; muy significativas: P <0,01). También se incluyen el Coeficiente de Variación (CV%) y la Mínima Diferencia Significativa (MDS P <0,05). Los signos de "+" y "-" indican diferencias significativas de cada cultivar con el testigo INIA Tacuarí en la respectiva columna de medias.

Se evaluó rendimiento, calidad industrial y culinaria, características agronómicas e incidencia de enfermedades al final del ciclo. Esta última evaluación, al igual que la de *Pyricularia*, se realizó por el Sistema de Evaluación Estándar, con escala de 1 a 9, donde 1= Resistente y 9= Muy Susceptible.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

E5-1

Zafra 2009/10. El rendimiento de INIA Tacuarí en el ensayo de Treinta y Tres fue limitado, con 7,6 t/ha, mientras que los máximos rendimientos fueron alcanzados por la línea experimental L6399, una de las incluidas en los ensayos de evaluación final, seguida por El Paso 144 (9,3 y 9,2 t/ha, respectivamente) (Cuadro 1). L6399 se destacó también por su muy buena calidad molinera, mientras que El Paso 144, al igual que otras líneas experimentales, mostraron alta incidencia de Yesado en el ensayo localizado en Treinta y Tres. Como aspecto negativo, L6399 fue susceptible a *Pyricularia* (7) en el vivero con inoculación artificial. Es de hacer notar que el testigo INIA Tacuarí mostró una infección inusualmente alta en este vivero, alcanzando una lectura de 8.

Las demás líneas experimentales incluidas en los ensayos finales (L6329, L6315, L6317 y L6662) no tuvieron un rendimiento destacado en el ensayo E5 de esta zafra. Las líneas aromáticas L 6966 y L6970, provenientes de un cruzamiento con Dellmont, tuvieron rendimientos de 9 t/ha, pero la primera de ellas tuvo alta incidencia de yesado.

Cuadro 1. Evaluación Avanzada, E5-1, 2009/10. Rendimiento, calidad culinaria y características agronómicas en Treinta y Tres, y calidad molinera en Treinta y Tres y Artigas.

Nº	Cultivar	Rend. kg/ha	Altura cm	C. Flor. días	IS Rhizo. (1)	IS Scler. (1)	Pyri (1)	Bl. Total % TyT	Bl. Total % Art.	Entero % TyT.	Entero % Art.	Yesa. % TyT.	Yesa. % Art.	Disp. Alcali
5	L6399	9336	96 +	97	3.3	6.0	7.0	71.7	72.7 +	65.1	66.5	4.5	1.2 -	5.0
22	**El Paso 144**	**9238**	**96 +**	**103 +**	**2.7 -**	**5.0**	**9.0**	**69.0 -**	**69.4 -**	**65.1**	**63.6**	**11.9 +**	**3.3**	**6.0**
10	L6493	9135	99 +	101 +	3.7	5.7	7.0	71.9	73.1 +	60.9 -	55.7 -	5.9	2.1	5.3
8	L6530	9027	76	96	4.7	5.7	7.0	70.9	72.0 +	66.9	68.3 +	5.7	1.7 -	4.3
4	L6400	9018	93 +	97	4.0	5.7	7.0	71.6	72.0 +	66.0	65.0	5.3	1.3 -	5.2
3	L6320	9011	84	96	4.3	5.7	7.0	71.2	71.3	67.1	67.0	3.9	0.8	4.3
15	L6966	9000	83	100 +	4.0	5.0	1.0	69.8 -	71.3	62.0 -	64.3	11.0 +	0.7 -	4.0
16	L6970	8997	86 +	100 +	5.3	5.7	1.0	69.8 -	70.8	61.8 -	62.7	7.9	0.8 -	4.0
6	L6329	8851	76	95	7.7	5.7	6.0	70.2	72.5 +	59.7 -	62.7	11.8 +	1.8 -	5.0
7	L6334	8767	83	96	7.0	6.3	0.0	71.0	72.7 +	62.2 -	63.9	9.2 +	1.3 -	4.5
1	L6315	8696	85	96	5.3	6.3	7.0	71.7	71.2	66.8	64.5	4.6	2.9	4.2
12	L6485	8668	99 +	103 +	1.7 -	5.7	0.0	72.6 +	72.8 +	63.6 -	60.2 -	5.5	2.2	5.0
9	L6559	8660	82	95	6.7	6.0	7.0	71.3		67.6		3.3		5.1
17	L6898	8644	84	96	5.3	5.7	8.0	71.8	72.4 +	68.6 +	68.5 +	3.8 -	1.2 -	4.0
11	L6502	8546	100 +	102 +	4.7	6.0	0.0	72.9 +	72.9 +	65.6	55.6 -	4.8	2.3	5.5
18	L6848	8520	80	96	5.3	5.3	8.0	71.6	72.4 +	66.6	67.6 +	6.0	0.5 -	4.8
2	L6317	8483	88	97	5.0	5.0	7.0	71.3	70.4	67.0	65.1	3.4	3.9	4.0
13	L6662	8407	87 +	96	3.7	5.7	7.0	70.6	71.4	65.9	65.3	5.3	1.2 -	5.1
21	**INIA Olimar**	**8404**	**88 +**	**97 +**	**3.3**	**4.7**	**9.0**	**69.2 -**	**69.0 -**	**65.4**	**62.5**	**2.1 -**	**0.7 -**	**6.0**
14	L6611	8302	84	97	4.3	5.3	8.0	71.1	71.5	65.9	65.4	9.9 +	0.9 -	5.3
19	**INIA Tacuarí**	**7602**	**80**	**95**	**5.7**	**6.3**	**8.0**	**71.0**	**70.8**	**65.8**	**64.5**	**6.3**	**3.1**	**4.0**
20	**INIA Caraguatá**	**7515**	**85**	**102 +**	**3.0**	**6.0**	**4.0**	**72.1 +**	**72.3 +**	**68.0**	**64.6**	**5.4**	**0.6 -**	**5.0**
	Media	**8674**	**87**	**98**	**4.6**	**5.7**	**5.7**	**71.1**	**71.7**	**65.2**	**64.0**	**6.3**	**1.6**	**4.8**
	P Bloque	0.016	0.58	0.22	0.12	0.00		0.50	0.05	0.70	0.20	0.00	0.08	
	P Cult	0.059	0.00	0.00	0.02	0.64		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	CV %	6.9	3.4	1.4	37.0	15.0		0.9	0.9	2.1	2.7	26.3	48.4	
	MDS	989	4.8	2.3	2.8	1.4		1.0	1.1	2.2	2.9	2.7	1.3	

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 1 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible

Comportamiento en las últimas zafras. En el promedio de los 5 años de evaluación (2005/06 – 2009/10), en Treinta y Tres, INIA Tacuarí tuvo un rendimiento de 8,7 t/ha, de los más bajos de los cultivares incluidos en el ensayo. Tres de las líneas experimentales que fueron ingresadas a evaluación final, L6329, L6315 y L6399, alcanzaron los mayores rendimientos promedio (9,6 a 9,7 t/ha), similares a los de El Paso 144 (Cuadro 2), superando a INIA Tacuarí en 12 a 10%. L6399 posee plantas vigorosas y altas, con hojas erectas, mayor tolerancia a *Rhizoctonia* y menor incidencia de yesado que INIA Tacuarí. Por el contrario, no aporta resistencia a Brusone respecto a este testigo. En este sentido, L6329 y L6315 mostraron una tolerancia algo mayor que el testigo.

Cuadro 2. Evaluación Avanzada, E5-1. Promedios de rendimiento, calidad industrial y características agronómicas en Treinta y Tres (5 años) y Artigas (2 años).

Nº	Cultivar	Rend. kg/ha	Altura	C.Flor.	IS Rhizo.	IS Scler.	Pyri	Entero %		Yesa. %		Amilo %	Disp. Alcali
		TyT	cm	días	(1)	(1)	(1)	TyT.	Art.	TyT.	Art.		
6	**L6329**	9705	78	100	6.5	6.4	2.3	59.7	58.3	7.5	2.9	22.4	5.2
1	**L6315**	9686	84	99	5.4	5.8	3.3	64.6	62.0	4.5	2.7	26.5	4.8
22	**El Paso 144**	**9597**	**87**	**105**	**2.3**	**6.0**	**7.5**	**61.3**	**63.3**	**7.2**	**4.9**	**25.8**	**6.1**
5	**L6399**	9589	95	102	3.0	5.8	4.3	61.4	64.1	4.5	1.4	25.4	5.0
4	L6400	9577	93	103	2.6	5.5	4.0	61.3	62.4	4.4	1.3	23.8	5.1
8	L6530	9567	78	99	5.5	6.2	3.8	66.0	65.8	5.3	1.9	22.8	5.0
2	**L6317**	9529	84	100	4.9	5.5	2.8	64.2	64.1	3.8	2.8	25.0	4.8
3	L6320	9474	84	101	5.7	6.2	3.0	64.9	64.2	4.3	1.2	27.7	4.9
21	**INIA Olimar**	**9437**	**84**	**101**	**2.5**	**5.6**	**7.5**	**60.5**	**62.1**	**2.6**	**1.4**	**26.9**	**6.2**
10	L6493	9436	96	106	4.0	5.8	1.8	62.9	56.5	5.9	4.0	26.0	5.1
9	L6559	9435	85	99	6.3	6.3	4.3	65.0	61.3	4.5	1.6	21.4	5.1
7	L6334	9402	84	100	5.7	6.5	2.5	59.1	60.3	6.1	2.6	21.6	5.1
13	**L6662**	9370	85	99	5.2	6.4	4.3	65.4	63.4	5.8	2.8	24.9	5.1
14	L6611	9323	84	100	3.6	5.9	4.5	65.0	63.3	8.7	3.8	24.7	5.1
11	L6502	9313	96	106	4.3	5.8	0.0	64.7	56.5	4.9	4.3	24.9	5.2
12	L6485	9248	95	110	2.5	5.6	0.3	62.4	60.6	4.9	4.0	23.4	5.0
17	L6898	9201	85	99	5.8	6.4	4.8	66.2	65.6	5.1	1.5	22.5	5.2
18	L6848	8970	82	99	5.2	6.3	3.5	65.2	63.8	5.1	1.1	23.4	5.3
19	**INIA Tacuarí**	**8693**	**82**	**97**	**5.8**	**6.6**	**4.1**	**64.4**	**62.5**	**5.6**	**3.5**	**24.6**	**4.9**
15	L6966	8461	82	103	5.1	6.4	0.5	59.2	60.5	5.6	2.0	22.2	4.8
16	L6970	8344	83	103	4.4	6.7	0.5	58.2	59.5	4.1	1.7	23.5	4.8
20	**INIA Caraguatá**	**7902**	**80**	**108**	**2.0**	**5.3**	**1.6**	**63.9**	**63.1**	**3.2**	**2.3**	**25.7**	**5.3**
	Media	**9239**	**86**	**102**	**4.5**	**6.0**	**3.2**	**63.0**	**62.0**	**5.2**	**2.5**	**24.3**	**5.1**

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 1 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible

E4-1

Zafra 2009/10. Este ensayo, que sólo fue sembrado en Treinta y Tres, reunió cultivares provenientes de 5 cruzamientos y alcanzó un buen rendimiento promedio (8,7 t/ha), similar al del ensayo E5-1. Los máximos rendimientos fueron alcanzados por un grupo de líneas experimentales, una de las cuales, L7613, rindió 10,1 t/ha, superando significativamente a INIA Tacuarí (Cuadro 3). Estas líneas tuvieron excelente rendimiento de grano entero, significativamente superior al de INIA Tacuarí, y muy baja incidencia de yesado, pero no aportan buena resistencia a Brusone.

Comportamiento en las últimas zafras. En el promedio de los 4 años de evaluación (2006/07 – 2009/10), el rendimiento del grupo de cultivares fue de 9,2 t/ha. INIA Tacuarí tuvo un rendimiento de 8,7 t/ha, siendo superada por la mayoría de las líneas y por las variedades tropicales testigo (Cuadro 4). La línea de mayor potencial, L7481, tuvo un rendimiento 8% mayor que INIA Tacuarí. Ésta y otras líneas tuvieron rendimientos intermedios entre los de INIA Olimar y El Paso 144, con excelentes porcentajes de grano entero e incidencia de yesado inferior a la de El Paso 144 y en algunos casos que INIA Tacuarí. Sin embargo, la mayoría de estas líneas no aporta una resistencia a Brusone significativamente superior a la del testigo de calidad americana.

La línea L7613, con rendimientos destacados en las dos últimas zafras, mostró un rendimiento similar al promedio del grupo, debido a su baja producción en el primer año de la serie (2006/07).

Cuadro 3. Evaluación Avanzada, E4-1, 2009/10. Rendimiento, características agronómicas, calidad molinera y culinaria en Treinta y Tres.

N°	Cultivar	Rend. kg/ha		Altura cm		C.Flor. días		Rhizo. IS (1)		Scler. IS (1)		Pyri (1)	B.Tot. %		Ent. %		Yesa. %		Disp. Álcali
27	L 7613	10112	+	81	-	99	+	4.7		6.7		7	71.1		67.7	+	1.5		4.0
22	L 7600	9747		88		99	+	3.7		6.7		7	72.2		67.7	+	3.0		5.0
28	L 7659	9726		87		100	+	3.3		7.0		7	72.7		66.6		4.3		4.5
23	L 7604	9297		89		96		2.3	-	6.0	-	6	72.1		67.8	+	1.7		4.0
31	**INIA Olimar**	9278		**89**		**96**		**1.0**	**-**	**5.7**	**-**	**9**	**68.9**	**-**	**62.9**		**1.5**		**6.0**
25	L 7647	9275		81	-	99	+	4.0		6.0	-	7	71.4		64.9		2.4		5.0
24	L 7607	9139		88		97		3.7		6.7		6	71.5		66.9		2.3		4.3
13	L 7503	9088		89		99	+	4.7		6.0	-	6	71.5		67.9	+	1.7		4.7
32	**El Paso 144**	9021		**91**		**101**	**+**	**2.0**	**-**	**6.3**		**9**	**69.3**	**-**	**65.8**		**5.1**	**+**	**6.0**
26	L 7591	9007		90		97		4.0		6.7		8	72.3		68.7	+	2.8		5.0
30	**INIA Tacuari**	8891		**86**		**94**		**5.3**		**7.0**		**6**	**71.9**		**64.7**		**2.7**		**5.0**
3	L 7422	8875		79	-	102	+	5.0		6.0	-	5	73.2	+	68.3	+	1.5		5.0
17	L 7649	8797		83		97	+	4.3		6.3		8	71.5		67.1	+	1.8		5.0
11	L 7502	8782		84		98	+	4.7		6.7		6	72.1		68.1	+	1.7		5.0
1	L 7405	8774		77	-	98	+	5.7		5.7	-	8	72.6		68.5	+	1.5		5.0
5	L 7417	8738		81	-	100	+	5.0		6.7		5	72.2		63.6		0.9	-	5.1
18	L 7624	8704		86		96		4.3		6.0	-	6	70.8	-	66.3		2.0		4.5
19	L 7594	8667		88		97	+	3.3		6.7		8	71.6		67.4	+	1.9		5.0
10	L 7481	8639		84		96		5.0		6.7		5	72.4		66.2		5.2	+	4.2
4	L 7452	8556		89		97		4.0		6.3		0	72.8		69.0	+	1.6		5.0
14	L 7514	8492		91		96		4.3		6.3		7	71.5		67.0	+	2.3		5.0
20	L 7592	8492		88		99	+	4.3		6.7		8	72.1		68.2	+	2.7		5.0
16	L 7559	8417		85		97		5.0		6.7		7	71.4		66.0		2.7		4.3
8	L 7434	8368		86		98	+	4.3		5.7	-	4	71.9		65.5		0.8	-	5.1
15	L 7500	8348		84		97	+	5.0		6.3		7	71.9		67.8	+	1.7		5.0
7	L 7427	8293		82		98	+	3.7		6.3		4	72.5		67.5	+	1.1	-	5.0
6	L 7420	8137		84		103	+	3.0	-	5.7	-	6	71.0		62.9		1.8		5.2
12	L 7464	8075		85		95		6.0		6.0	-	4	72.6		63.9		2.9		5.0
9	L 7402	7822		83		101	+	4.3		5.3	-	0	72.4		64.6		0.9	-	5.3
21	L 7617	7809		86		101	+	3.7		6.0	-	4	71.5		64.2		5.7	+	5.0
29	**INIA Caraguatá**	7571	-	**85**		**102**	**+**	**3.3**		**6.7**		**1**	**72.1**		**67.2**	**+**	**3.3**		**5.0**
2	L 7401	7253	-	85		100	+	4.7		6.0	-	0	73.0	+	63.4		0.9	-	5.1
	Media	8693		85		98		4.1		6.3		5.7	71.8		66.4		2.3		4.9
	P Repet.	0.043		0.852		0.003		0.000		0.110			0.000		0.000		0.021		
	P Cultivar	0.003		0.000		0.000		0.012		0.027			0.000		0.000		0.000		
	CV %	8.1		3.4		1.7		31.5		8.9			0.8		2.1		21.3		
	MDS 0.05	1157		4.7		2.8		2.1		0.9			0.9		2.3		1.6		

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 1 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible

Cuadro 4. Evaluación Avanzada, E4-1. Promedios de rendimiento, calidad industrial y características agronómicas en Treinta y Tres (4 años).

N°	Cultivar	Rend kg/ha	Altura cm	C.Flor. días	Rhizo. IS (1)	Scler. IS (1)	Pyri (1)	B Total %	Entero %	Yesa. %	Disp. Álcali
31	**INIA Olimar**	**9935**	**88**	**98**	**1.6**	**5.9**	**8.0**	**67.3**	**60.5**	**4.7**	**6.0**
10	L 7481	9607	84	97	5.6	6.7	4.0	70.2	63.9	7.2	4.6
1	L 7405	9568	80	98	5.2	6.4	5.5	69.7	64.7	7.8	5.0
11	L 7502	9487	83	99	5.5	6.2	4.5	70.0	65.2	5.2	5.0
13	L 7503	9459	86	99	4.6	6.4	4.5	69.5	65.0	4.4	4.9
3	L 7422	9447	80	102	5.5	6.2	4.0	71.1	64.5	5.2	5.0
28	L 7659	9414	88	100	4.0	6.4	5.5	70.8	64.2	7.5	4.5
32	**El Paso 144**	**9376**	**91**	**101**	**2.0**	**6.1**	**8.0**	**67.7**	**59.7**	**8.1**	**6.0**
5	L 7417	9366	83	99	4.6	6.6	4.0	70.4	62.5	4.4	5.1
4	L 7452	9342	94	99	4.3	6.3	1.5	71.5	66.9	5.4	5.0
17	L 7649	9312	85	99	5.4	6.8	5.5	70.3	65.4	7.7	5.0
12	L 7464	9267	84	96	6.2	6.3	2.5	70.2	61.6	5.2	5.1
14	L 7514	9223	92	97	4.1	6.3	5.0	69.6	64.0	5.2	5.0
18	L 7624	9209	87	95	4.7	6.5	4.5	69.0	63.3	6.0	4.5
6	L 7420	9177	84	104	3.7	5.7	4.5	68.9	59.9	4.3	5.1
22	L 7600	9168	89	99	4.3	6.5	5.5	70.4	65.8	6.5	5.0
7	L 7427	9165	84	99	4.6	6.3	3.5	70.2	62.4	5.5	5.0
27	L 7613	9123	84	99	5.6	7.1	5.0	70.1	66.4	4.8	4.0
8	L 7434	9098	85	99	4.9	5.9	3.5	70.5	63.1	4.5	5.1
2	L 7401	9050	84	101	4.5	6.0	1.5	70.2	61.7	5.1	5.1
15	L 7500	9045	83	99	5.7	6.2	5.0	69.6	64.6	4.4	5.1
23	L 7604	9013	90	99	3.8	6.4	4.5	70.4	65.2	5.7	4.0
19	L 7594	8997	88	99	4.6	6.7	5.5	69.9	64.7	6.0	5.0
25	L 7647	8993	80	100	4.1	6.0	5.5	70.0	64.2	4.4	5.0
24	L 7607	8968	89	99	5.2	6.7	5.0	69.9	64.6	5.7	4.3
9	L 7402	8951	85	101	4.4	6.0	1.5	70.2	61.4	6.5	5.2
20	L 7592	8930	88	99	5.5	7.2	5.5	70.3	65.5	6.8	5.0
26	L 7591	8859	87	97	5.0	7.1	5.5	70.5	66.0	6.0	5.0
30	**INIA Tacuari**	**8858**	**85**	**94**	**6.1**	**7.2**	**4.5**	**69.3**	**62.9**	**6.2**	**5.0**
16	L 7559	8826	87	98	5.4	6.9	5.0	68.6	62.0	6.5	4.3
21	L 7617	8751	84	103	4.4	6.4	3.5	70.0	62.9	7.0	5.0
29	**INIA Caraguatá**	**7994**	**83**	**104**	**3.6**	**6.4**	**1.0**	**70.7**	**65.3**	**5.3**	**5.0**
	Media	**9155**	**86**	**99**	**4.6**	**6.4**	**4.5**	**69.9**	**63.7**	**5.8**	**4.9**

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 1 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible

E4-2

Zafra 2009/10. Este ensayo, que fue sembrado en ambas localidades, reunió cultivares provenientes de 5 cruzamientos y alcanzó un rendimiento promedio (7,6 t/ha), inferior al de los ensayos de evaluación avanzada mencionados previamente. Entre los cultivares se encuentran algunos provenientes de un cruzamiento con la variedad aromática Dellmont, mientras que otros provienen de cruzamientos con mutantes de EEA-404, obtenidos mediante radiación, por lo que éstos últimos no presentan la calidad típica de los granos largos del sur de EEUU.

INIA Tacuarí mostró un rendimiento inferior al de los ensayos mencionados previamente (6,9 t/ha) (Cuadro 5), siendo superado significativamente por INIA Olimar y por un grupo de líneas experimentales (L7810, C324 y L7761). Estas líneas provienen de cruzamientos en los que uno de los progenitores fue INIA Olimar, un mutante de EEA-404 y Dellmont, respectivamente. Estos dos últimos progenitores aportaron buena resistencia a *Pyricularia*. Si bien C324 mostró problemas de calidad molinera, otra de las líneas provenientes del mismo cruzamiento, C308, tuvo buena sanidad y calidad, manteniendo un rendimiento significativamente superior al de EEA-404.

Cuadro 5. Evaluación Avanzada, E4-2, 2009/10. Rendimiento, calidad culinaria y características agronómicas en Treinta y Tres, y calidad molinera en Treinta y Tres y Artigas.

Nº	Cultivar	Rend. kg/ha		Altura		Com. Flor.		Rhizo. IS (1)		Scler. IS (1)		Pyri	B.Total %			Entero %			Yesado %			Disp. Álcali
		TyT		cm		días							TyT		Art	TyT		Art	TyT		Art	
22	**INIA Olimar**	**9541**	**+**	**92**	**+**	**96**		**1.3**	**-**	**6.0**	**-**	**9**	**69.3**	**-**	**68.7**	**-**	**61.6**	**-**	**64.0**	**1.8**		**0.5**	**-**	**6.0**
16	L 7810	8671	+	92	+	103	+	1.7	-	6.0	-	6	69.4	-	70.6		67.7		65.9	2.1		1.6		6.0
8	C 324	8633	+	97	+	97		1.0	-	6.0	-	1	70.0	-	70.5	-	61.2	-	52.0	- 12.3	+	6.4	+	6.0
11	L 7761	8307	+	82		101	+	3.0		6.3		1	71.0		71.0		65.8		66.8	5.9	+	0.8	-	5.2
6	L 7724	8213		78	-	97		4.0		6.7		5	71.5		71.2		67.0		64.1	2.6		1.7		5.1
2	L 7672	8182		79	-	98		4.3		7.3		6	70.3		71.3		60.1	-	62.1	- 4.7		1.5		5.2
4	L 7708	7996		87		96		2.3		7.0		8	71.5		71.5		67.6		66.5	2.3		1.5		5.1
7	C 323	7924		99	+	95		2.7		6.3		1	70.5		70.9		61.0	-	51.8	- 9.8	+	6.5	+	6.0
9	C 308	7914		101	+	101	+	1.0	-	6.0	-	1	72.4	+	72.9	+	68.1		69.9	+ 5.9	+	2.9		6.0
3	L 7696	7849		77	-	97		3.3		7.0		7	71.2		71.4		62.3		59.8	- 6.2	+	1.9		5.1
17	L 7833	7846		81	-	102	+	1.7	-	6.7		1	72.2	+	71.6		67.0		66.3	2.6		1.0	-	5.0
10	L 7759	7737		80	-	102	+	2.7		6.3		1	71.3		71.2		65.7		65.0	5.2	+	0.8	-	4.5
12	L 7751	7608		80	-	101	+	4.7		7.0		1	70.8		70.8		65.6		65.6	3.4		0.4	-	5.1
13	L 7764	7525		86		101	+	3.0		6.7		1	69.8	-	70.2	-	63.9		63.1	- 4.4		0.7	-	5.1
1	L 7673	7503		77	-	98		4.0		7.3		8	71.5		70.9		63.0		61.3	- 6.6	+	1.5		5.0
14	L 7752	7207		83		101	+	3.0		6.7		1	71.0		71.2		65.7		65.2	3.8		1.0	-	5.0
5	L 7707	7120		87		97		2.3		6.3		8	71.3		71.4		67.9		67.1	2.1		0.8	-	5.0
15	L 7778	7113		83		100	+	3.3		7.3		6	70.8		71.9		66.5		66.4	1.6		0.9	-	4.4
21	**INIA Tacuari**	**6906**		**86**		**97**		**4.7**		**7.3**		**7**	**71.0**		**71.7**		**66.2**		**65.5**	**2.8**		**2.7**		**4.8**
18	L 7832	6809		83		102	+	3.7		6.7		1	72.1	+	71.9		65.2		68.2	+ 2.1		1.5		5.0
20	**EEA- 404**	**5749**		**130**	**+**	**107**	**+**	**1.0**	**-**	**8.3**		**4**	**71.9**	**+**	**71.3**		**64.2**		**65.8**	**5.4**	**+**	**4.2**		**7.0**
19	**Perla**	**3793**	**-**	**92**	**+**	**91**	**-**	**0.0**	**-**	**6.0**	**-**	**9**	**70.0**	**-**	**69.4**	**-**	**60.0**	**-**	**50.4**	**- 2.4**		**0.6**	**-**	**6.0**
	Media	**7552**		**88**		**99**		**2.7**		**6.7**		**4.2**	**71.0**		**71.1**		**64.7**		**63.3**	**4.4**		**1.9**		**5.3**
	P Repet.	0.003		0.031		0.000		0.001		0.015			0.000		0.902		0.215		0.009	0.121		0.000		
	P Cultivar	0.000		0.000		0.000		0.037		0.009			0.000		0.000		0.002		0.000	0.000		0.000		
	CV %	10.6		3.7		1.9		53.1		10.1			0.7		1.0		4.2		2.2	15.3		25.2		
	MDS 0.05	1318		5.4		3.1		2.5		1.1			0.8		1.1		4.4		2.3	2.1		1.8		

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 1 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible

Comportamiento en las últimas zafras. En el promedio de los 4 años de evaluación, el rendimiento del grupo de cultivares fue de 8,5 t/ha. INIA Tacuarí tuvo un rendimiento de 8,7 t/ha y el máximo correspondió a INIA Olimar, con 9,8 t/ha (Cuadro 6). Se mantuvo el buen comportamiento de L7810, de tipo tropical, mientras que la línea de calidad americana de mejor rendimiento fue L7708, manteniendo buena calidad molinera. Las líneas provenientes de cruzamientos con mutantes de EEA-404, así como las de Dellmont, mantuvieron buena resistencia a *Pyricularia* a lo largo del período. Entre las primeras, C308 es la que tiene mejor calidad de grano, con un rendimiento moderado, pero muy superior al de EEA-404.

Cuadro 6. Evaluación Avanzada, E4-2. Promedios de rendimiento, calidad industrial y características agronómicas en Treinta y Tres (4 años).

Nº	Cultivar	Rend kg/ha	Altura cm	C.Flor. días	Rhizo. IS (1)	Scler. IS (1)	Pyri (1)	B Total %	Entero %	Yesa. %	Disp. Álcali
22	**INIA Olimar**	**9819**	**88**	**98**	**1.6**	**6.0**	**7.8**	**67.5**	**59.3**	**4.9**	6.0
16	L 7810	9249	84	104	2.2	5.9	3.0	68.0	64.2	5.8	6.0
6	L 7724	9137	80	95	4.4	6.9	4.0	70.0	61.9	7.9	5.1
4	L 7708	9117	87	96	4.8	6.9	4.7	70.0	64.7	4.9	5.1
17	L 7833	9109	81	102	3.8	6.6	3.0	71.0	65.5	5.0	5.0
7	C 323	9097	94	95	2.3	6.8	0.7	67.8	53.8	11.4	6.0
1	L 7673	9044	78	98	4.9	7.1	5.3	69.9	61.1	9.6	5.0
2	L 7672	8985	84	97	5.4	7.2	4.0	69.3	57.8	8.8	5.2
11	L 7761	8926	85	98	4.3	6.5	1.3	69.4	60.6	6.1	5.2
8	C 324	8901	94	96	1.7	6.8	0.7	68.6	56.3	11.3	6.0
3	L 7696	8854	81	97	4.0	6.7	4.7	70.1	59.2	8.6	5.1
15	L 7778	8852	84	101	4.0	6.9	4.3	70.3	64.4	3.6	4.4
10	L 7759	8831	85	99	3.2	6.6	1.7	69.7	60.5	6.1	4.5
9	C 308	8705	99	98	1.0	6.4	0.7	70.1	64.2	7.4	6.0
12	L 7751	8659	82	98	4.7	6.6	1.7	69.3	60.8	4.6	5.1
21	**INIA Tacuari**	**8625**	**86**	**96**	**6.1**	**7.2**	**4.5**	**69.5**	**63.5**	**5.6**	**4.8**
13	L 7764	8570	86	100	3.7	6.7	2.7	68.0	58.1	6.2	5.1
5	L 7707	8557	87	96	4.7	6.7	5.0	69.8	64.9	4.1	5.0
18	L 7832	8535	81	102	4.4	6.7	2.7	71.0	63.3	5.6	5.0
14	L 7752	8352	82	99	3.7	6.3	1.3	69.2	62.0	5.5	5.0
19	**Perla**	**5019**	**94**	**87**	**0.7**	**6.8**	**6.0**	**69.8**	**54.1**	**4.7**	6.0
20	**EEA- 404**	**4414**	**127**	**101**	**1.0**	**8.3**	**4.0**	**71.8**	**65.4**	**5.0**	7.0
	Media	**8516**	**88**	**98**	**3.5**	**6.8**	**3.3**	**69.5**	**61.2**	**6.5**	**5.3**

EVALUACIÓN AVANZADA DE CULTIVARES CLEARFIELD

Federico Molina[1/], Pedro Blanco[1/], Andrés Lavecchia[2/], Walter H. Silvera[1/] , Luis Casales[1/]

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de cultivares de arroz Clearfield, resistentes a la familia de herbicidas Imidazolinonas, se realiza en el marco de un acuerdo de investigación con la empresa BASF. Esta resistencia fue obtenida por métodos convencionales de mejoramiento (mutaciones inducidas), originalmente por Louisiana State University (LSU), por lo que estos materiales no son transgénicos. Más recientemente, una nueva fuente de resistencia fue desarrollada por INTA, en Argentina, de la cual se obtuvo la variedad Puitá INTA. La utilización del sistema Clearfield, combinando variedades resistentes e Imidazolinonas, permite incorporar el control químico del arroz rojo, controlando también un amplio espectro de malezas.

El programa de mejoramiento genético de arroz de INIA comenzó a trabajar en este objetivo en 1998, a partir de la introducción de LSU de materiales con la primera generación de resistencia a las imidazolinonas, de la que se originaron variedades como IRGA 422 CL. Si bien se avanzó hasta seleccionar cultivares de buen comportamiento agronómico, esta fuente no presentaba una tolerancia consistente en nuestras condiciones, lo cual podía traer problemas de fitotoxicidad para la variedad y presentar limitantes para lograr un buen control de arroz rojo. Por tales motivos, en acuerdo con BASF, se decidió discontinuar el material de primera generación y enfocar el desarrollo de germoplasma basado en la segunda generación de resistencia lograda por LSU.

[1/] INIA Treinta y Tres
[2/] INIA Tacuarembó

Esta fuente de resistencia fue obtenida mediante mutagénesis en la variedad Cypress, con un nivel de tolerancia mucho mayor que el de la primera generación. A partir de esta fuente se desarrollaron variedades e híbridos, como CL 161 y XL8.
La introducción de materiales Clearfield de segunda generación se concretó en 2001, realizándose selección en las líneas segregantes F3 introducidas y cruzamientos con materiales locales adaptados, con el propósito de mejorar el tipo de grano y las características agronómicas.

En esta sección se presenta la información de los cultivares Clearfield que se encuentran en etapas avanzadas del proceso de mejoramiento, incluyendo los resultados de la zafra 2009/10 y el resumen de la información disponible desde el ingreso de los cultivares a evaluación. Los materiales en esta etapa se agruparon en los ensayos E5CL y E4CL, cumpliendo 5 y 4 años de evaluación respectivamente. Los materiales de tipo *japónica tropical* fueron incluidos en el ensayo E5-1CL y los de tipo *Índica* en el E5-2CL. Por su parte, la mayoría de los materiales que conformaron el ensayo E4-1CL son de tipo *Índica*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos fueron localizados en Paso de la Laguna, la siembra se realizó el 22/10. Las parcelas fueron de 6 hileras de 3,4 m a 0,20 de separación y la densidad de siembra fue de 165 kg/ha de semilla, corregidos por germinación.

La fertilización basal fue realizada al voleo e incorporada con disquera (16,2 kg/ha de N, 72 kg/ha de P_2O_5 y 23,4 kg/ha de K_2O). Los ensayos recibieron dos aplicaciones de urea, en macollaje y primordio, de 27,6 kg/ha de N cada una. El control de malezas en fue realizado con Kifix + Plurafac, a razón de 0,21 kg/ha + 0,2 l/ha.

El diseño fue de bloques completos al azar, con tres repeticiones. En los cuadros se incluye información de los análisis de varianza, indicándose si existieron diferencias significativas para cultivares o repeticiones, a través del nivel de probabilidad (diferencias significativas: 0,05> P >0,01; muy significativas: P <0,01). También se incluyen el Coeficiente de Variación (CV%) y la Mínima Diferencia Significativa (MDS P <0,05). Los signos de "+" y "-" indican diferencias significativas de cada cultivar con el testigo CFX18 (E5-1CL) y Puitá INTA (E5-2CL y E4-1CL) en la respectiva columna de medias.

Se determinó rendimiento, calidad industrial, características agronómicas e incidencia de enfermedades al final del ciclo. Esta última evaluación, al igual que la de *Pyricularia*, se realiza por el Sistema de Evaluación Estándar, con escala de 1 a 9, donde 1= Resistente y 9= Muy Susceptible.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

E5-1CL

Zafra 2009/10. En este ensayo se incluyeron 8 líneas de tipo *japónica tropical*, junto a 2 testigos. Estas líneas provienen de selección local en el material segregante directamente introducido de EEUU. Solamente Puitá INTA (Testigo *índica*) superó significativamente el rendimiento del testigo, CFX 18. La línea CL 104 superó en 1000 kg/ha a CFX18, aunque no difirieron estadísticamente, pero presentó problemas de yesado. En general los materiales del ensayo son de ciclo igual o algo más corto que el del testigo, como se puede ver en el cuadro 1. En cuanto a yesado, existen materiales con menor incidencia que el testigo (CFX18), pero sus rendimientos tendieron a ser menores, aunque las diferencias no alcanzaron a ser significativas. En cuanto a enfermedades, no se ven avances significativos en estos materiales. Finalmente, en cuanto a calidad molinera, al igual que otros años, CFX 18 tiene muy buen comportamiento, sin embargo, hay materiales que si bien no son mejores, no difieren estadísticamente del testigo. En el año, no se destaca ningún material de grano largo americano en relación a CFX 18. Sin embargo, CL114 puede ser un material interesante debido a que es un grano medio CL lo cual le daría una ventaja adicional en el mercado en relación a los materiales CL de grano largo.

Comportamiento en las últimas zafras. La línea más destacada en rendimiento en los

cinco años de evaluación fue CL104, superando al testigo en un 20%, pero presentó problemas de yesado. En el Cuadro 2 también se observan algunos materiales, como CL50, CL106 y CL52, que promediaron 15% más de rendimiento que CFX18 y valores similares al de Puitá INTA, con buena calidad molinera. Este grupo de líneas posee ciclo más corto que CFX18 y algunas de ellas tienen mejor porte de planta.

Cuadro 1. Evaluación Avanzada, E5-1CL, 2009/10. Rendimiento, características agronómicas y calidad molinera.

		Rend.		Altura	C.Flor.		Rhiz.	Scler.	Pyri.	B.Tot.		Entero	Yesado
N°	Cultivar	kg/ha		cm	días		(1)	(1)	(1)	%		%	%
1	CL50	7577		81	99	-	4.3	6.7	0	71.4	-	66.5	5.2
2	CL52	8278		87	98	-	3.7	6.3	0	71.5	-	66.5	8.1
3	CL51	7733		85	99	-	2.7	5.7	0	71.6	-	67.6	3.5
4	CL46	7702		90	97	-	3.0	5.7	6	72.6		68.7	4.2
5	CL43	7067		82	100	-	3.0	6.3	6	71.2	-	66.9	3.3
6	CL104	9042		85	100		4.7	6.3	0	73.5		68.7	15.6
7	CL106	8488		92	102		4.0	6.0	0	72.6		66.4	12.0
8	CL114	7119		94	96	-	2.0	6.0	3	70.9	-	68.1	6.6
9	**CFX 18**	8035		87	102		4.0	6.7	1	72.8		66.7	9.4
10	**Puitá**	9338	+	91	101		1.3	7.3	7	70.0	-	65.5	3.4
	Media	8038		87	99		3.3	6.3	2	71.8		67.2	7.1
	P Bloque	0.18		0.88	0.01		0.00	0.61		0.04		0.17	0.35
	P Cultivar	0.02		0.17	0.00		0.10	0.30		0.00		0.53	0.00
	CV %	9.2		4.7	0.9		40.4	12.3		0.6		2.9	33.2
	MDS (0.05)	1274		7.1	1.5		2.3	1.3		0.8		3.3	4.1

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 1 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible

Cuadro 2. Evaluación Avanzada, E5-1CL. Promedios de rendimiento, calidad industrial y características agronómicas en Treinta y Tres (5 años) y Artigas (2 años). El rendimiento promedio no es la media de las localidades, sino de los años de la serie.

		Rendimiento			Com.					Entero		Yesa.	
N°	Cultivar	kg/ha			Altura	Flor.	Rhiz.	Scler.	Pyri.	%		%	
		TyT.	Art.	Media	cm	días	(1)	(1)	(1)	TyT.	Art.	TyT.	Art.
6	CL104	9319	8482	9125	76	101	4.2	6.5	2.0	67.5	60.3	10.3	3.2
10	**Puitá**	9118	9104	8937	84	101	4.0	6.9	5.3	62.9	62.3	2.6	1.5
1	CL50	9054	8043	8747	79	99	4.9	7.1	2.4	65.1	61.9	6.0	2.3
7	CL106	9018	7994	8747	83	103	4.4	5.2	2.5	66.3	63.0	7.2	1.7
2	CL52	8953	8213	8745	80	99	4.3	6.7	2.2	64.5	61.7	7.3	2.7
3	CL51	8812	8288	8658	79	100	4.0	6.5	2.8	65.8	63.7	4.6	2.2
4	CL46	8703	7966	8445	84	99	4.6	5.9	4.0	67.6	64.4	4.3	1.2
5	CL43	8265	7884	8099	78	99	3.6	6.8	3.2	65.7	63.3	3.6	1.0
8	CL114	8167	7377	8029	86	95	2.4	5.4	1.6	65.3	61.0	7.5	3.2
9	**CFX 18**	7699	7730	7591	76	104	4.2	6.5	1.9	68.0	62.7	4.9	2.1
	Media	8711	8108	8512	76	100	4.1	6.3	2.8	65.9	62.4	5.8	2.1

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 1 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible

E5-2CL

Zafra 2009/10. A diferencia del ensayo anterior, todos los materiales son de tipo *índica*. Estas líneas provienen de cruzamientos de materiales Clearfield con INIA Olimar e IRGA 417. En el Cuadro 3 se presenta la información de las variables más importantes. Para este ensayo el testigo fue Puitá INTA, también se incluyó la línea CL244 como una testigo adicional debido a su buen comportamiento en las últimas zafras, la misma proviene de este mismo grupo de materiales pero se encontraba un año más atrasada en el proceso de evaluación (E4). Como se ve en el cuadro, ningún material superó al testigo Puitá INTA, solamente CL244 y CL 146 lograron rendimientos estadísticamente iguales al testigo. En general, el ciclo de las líneas fue más corto que el del testigo y poseen similar altura de planta. En cuanto a enfermedades, se destacó la línea CL117, siendo esta moderadamente resistente a *Pyricularia.* Los valores de entero y yeso fueron mejores a los de años anteriores para este grupo de materiales pero solamente CL 244 presentó tan buena calidad como Puitá INTA.

Cuadro 3. Evaluación Avanzada, E5-2CL, 2009/10. Rendimiento características agronómicas y calidad molinera.

N°	Cultivar		Rend. kg/ha		Altura cm	C.Flor. Días		Rhiz. (1)		Scler. (1)	Pyri. (1)	B.Tot. %		Entero %		Yesado %	
1	CL 146		8868		91	99	-	1.3		5.7	9.0	70.0		63.3	-	3.6	+
2	CL 142	- 1	7489	-	89	96	-	2.0		6.0	6.0	70.4		65.5		4.8	+
3	CL 117		7876	-	94	96	-	1.7		6.0	5.0	68.5	-	64.5		4.9	+
4	CL 137		8094	-	85	99	-	1.3		6.0	9.0	69.9		63.5	-	6.3	+
5	CL 120		7678	-	92	97	-	2.0		6.7	9.0	68.4	-	62.7	-	2.8	
6	CL244		8588		88	94	-	2.3	+	6.3	9.0	69.1	-	64.8		1.9	
7	**CFX 18**		7965	-	88	103		3.0	+	6.7	1.0	73.1	+	69.7	+	7.4	+
8	**Puitá**		9561		91	103		1.3		6.0	7.0	70.5		66.4		2.1	
	Media		8265		90	98		1.9		6.2	6.9	70.0		65.0		4.2	
	P Bloque		0.40		0.13	0.51		0.58		0.03		0.8		0.7		0.5	
	P Cultivar		0.03		0.10	0.00		0.01		0.57		0.0		0.0		0.0	
	CV %		8.1		3.5	1.1		25.0		10.9		0.9		2.2		9.8	
	MDS (0.05)		1172		5.6	1.9		0.8		1.2		1.1		2.5		1.4	

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 1 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible

Comportamiento en las últimas zafras. En el Cuadro 4 se muestra el resumen de información de los materiales en los últimos cinco años. Respecto a rendimiento, solamente se observó una ventaja del 3% de la línea CL146 en relación al testigo Puitá. CL 244 no debe considerarse porque tiene solo un año de evaluación en esta serie.

Las ventajas que presentaba este grupo de materiales respecto a Puita INTA en los primeros años de evaluación, se han visto disminuidas al incluir más años. Esto es probablemente consecuencia del mejor desempeño de materiales de ciclo más largo y susceptibles a frío, principalmente porque estos últimos años se sembraron más temprano los ensayos.

Cuadro 4. Evaluación Avanzada, E5-2CL. Promedios de rendimiento, calidad industrial y características agronómicas en Treinta y Tres (5 años) y Artigas (2 años). El rendimiento promedio no es la media de las localidades, sino de todos los ensayos de la serie.

N°	Cultivar	Rendimiento kg/ha			% Puitá	Altura	Com. Flor.	Rhiz.	Scler.	Pyri.	Entero %		Yesa. %	
		TyT	Art.	Media		cm	días	(1)	(1)	(1)	TyT	Art.	TyT	Art.
1	CL 146	8774	9177	8729	103	84	101	3	6	6.8	58.4	57.6	6.7	4.6
2	CL 142 - 1	8334	8534	8259	98	84	94	3	7	5.4	57.8	52.0	6.3	3.3
3	CL 117	8521	8087	8289	98	84	94	3	7	3.8	60.7	57.1	5.6	4.0
4	CL 137	8450	8555	8279	98	79	97	4	7	6.6	60.3	52.8	5.8	5.0
5	CL 120	8297	9122	8215	97	84	97	2	7	5.6	59.0	55.3	3.5	3.1
6	L244	8588		8588	101	88	94	2	6	9.0	64.8		1.9	
7	**CFX 18**	8157	6990	7736	91	78	105	5	6	2.3	69.7	62.1	5.1	2.6
8	**Puitá**	8497	8215	8462	100	81	99	3	6	4.8	60.8	56.7	2.6	0.9
	Media	8452	8383	8319.7	98.3	82.7	97.6	3.0	6.5	5.5	61.4	56.2	4.7	3.4

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 1 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible

E 4-1CL

Zafra 2009/10. Este grupo de materiales esta constituido por 4 tipos de cruzamientos, entre cuyos progenitores se encuentra INIA Olimar, IRGA 417, IRGA 416 y Drew. De los tres ensayos, el E4-1CL fue el más productivo. La media de rendimiento del ensayo fue de 8554 kg/ha y no se detectaron diferencias entre cultivares (P. Cultivar 0,10) (Cuadro 5). Algunos de los materiales poseen ciclo más corto y no difirieron en rendimiento y calidad respecto al testigo (Puitá INTA).

Cuadro 5. Evaluación Avanzada, E4-1CL, 2009/10. Rendimiento, calidad molinera y características agronómicas.

N°	Cultivar	Rend. kg/ha	Altura cm	C.Flor. días		Rhiz. (1)		Scler. (1)	Pyri. (1)	B.Tot. %		Entero %		Yesado %	
1	CL 244	8096	92	96	-	2		5	9	68.6	-	63.5		0.7	
2	CL 234	9412	90	97	-	2		6	9	69.3		65.4		0.6	
3	CL 247	7898	98	96	-	2		5	9	68.3	-	60.2	-	0.6	
4	CL 257	8007	88	94	-	1		5	9	70.0		65.3		1.7	+
5	CL 248	8915	93	96	-	2		6	9	68.8		62.4	-	0.5	
6	CL 211	7788	90	95	-	2		5	4	69.2		65.5		1.1	
7	CL 249	8515	87	94	-	2		6	9	68.6	-	60.6	-	0.7	
8	CL 212	8486	92	94	-	1	-	5	5	68.9		64.1		1.7	+
9	CL 235	8708	86	95	-	2		6	9	68.6	-	63.9		1.1	
10	CL 243	9466	90	96	-	2		5	9	69.3		65.9		0.6	
11	CL 231	8768	88	94	-	2		6	9	68.6	-	63.3	-	0.5	
12	CL 246	7704	89	95	-	1	-	5	9	68.6	-	63.6		0.5	
13	CL 298	9229	87	94	-	2		6	9	69.9		60.9	-	2.7	+
14	CL 262	7681	79	- 93	-	2		5	9	68.6	-	63.2	-	0.9	
15	CL 318	8996	85	95	-	2		6	9	68.2	-	64.0		0.5	
16	CL 179	8800	81	- 99	-	5	+	6	1	73.3	+	68.6		3.8	+
17	**CL 54**	7999	89	97	-	3		6	1	71.6	+	66.7		1.4	+
18	**Puitá**	9509	91	103		2		7	7	69.4		66.2		0.7	
	Media	8554	89	96		2		6	8	69.3		64.1		1.1	
	P Bloque	0.82	0.17	0.00		0.00		0.00		0.02		0.20		0.00	
	P Cultivar	0.10	0.00	0.00		0.00		0.10		0.00		0.00		0.00	
	CV %	9.9	4.6	1.4		31.6		12.4		0.6		2.5		19.3	
	MDS (0.05)		7	2		1				0.7		2.7		0.9	

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 1 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible

Comportamiento en las últimas zafras. En el Cuadro 6 se presenta la información de los últimos cuatro años de evaluación en la localidad de Treinta y Tres. En este caso, es importante mencionar que en la zafra 2007/08 estos materiales fueron sembrados tarde. En dicha zafra, la media de rendimiento del ensayo fue de 7.700 kg/ha y el testigo Puita rindió 4.864 kg/ha. Como se puede ver en el Cuadro 6, el ranking del testigo (Puitá) es bien diferente al observado en la zafra 2009/10 (Cuadro 5). Estas diferencias permiten afirmar que algunos materiales desarrollados localmente se comportan de forma más estable desde el punto de vista de rendimiento y en algunos casos conservan buena calidad. Entre éstos, se destaca CL 244, que logró una ventaja de 1000 kg/ha sobre Puitá, con buena calidad molinera y ciclo 6 días más corto. Por último es importante destacar el comportamiento del cultivar CL179 (*japonica*), que en 4 años de evaluación se ha mostrado como resistente a *Pyircularia* con rendimientos por encima del testigo y calidad aceptable.

Cuadro 6. Evaluación Avanzada, E4-1CL. Promedios de rendimiento, calidad industrial y características agronómicas (4 años).

N°	Cultivar	Rend kg/ha	Altura Cm	C.Flor. días	Ros (1)	Scle (1)	Pyri (1)	B.Tot. %	Entero %	Yesa. %
2	CL 234	9423	84	96	3	6	8	67.8	59.3	2.0
13	CL 298	9397	84	92	3	6	8	68.9	56.9	4.9
1	CL 244	9262	85	90	3	6	8	67.4	60.7	2.4
10	CL 243	9190	84	96	2	6	8	67.3	58.4	1.9
5	CL 248	9160	83	96	4	7	8	67.0	58.9	2.0
15	CL 318	9112	83	96	4	7	8	67.3	60.8	1.5
16	CL 179	9018	75	97	6	6	1	71.5	64.8	5.6
9	CL 235	9004	85	93	4	6	8	61.9	59.7	2.4
7	CL 249	9002	83	92	4	6	8	67.4	55.6	1.5
4	CL 257	8994	83	94	3	6	8	68.2	59.5	3.3
3	CL 247	8992	88	95	3	6	8	67.2	53.9	1.6
8	CL 212	8962	89	95	2	5	3	67.5	58.4	3.1
11	CL 231	8950	85	94	3	6	8	67.4	58.8	1.2
14	CL 262	8836	81	89	4	6	8	67.6	59.6	2.5
6	CL 211	8833	86	95	4	6	4	67.8	58.9	2.6
12	CL 246	8587	81	92	3	6	8	67.6	60.3	1.8
18	**Puitá**	8431	81	97	3	6	7	67.4	59.0	1.8
17	**CL 54**	8339	84	95	4	6	2	71.5	65.6	2.5
	Media	8972	84	94	3	6	6	67.7	59.4	2.5

(1) Equivalencia con Sistema de Evaluación Estándar: 1 a 3 = Resistente, 4 = Moderadamente Resistente 5 = Moderadamente Susceptible, 7 = Susceptible, 8 y 9 = Muy Susceptible

EVALUACIÓN DE CULTIVARES INDICA

Fernando Pérez de Vida[1/], Juan Rosas, Andrés Lavecchia[2/], Walter H. Silvera[1/]

INTRODUCCIÓN

La evaluación **interna** de cultivares *Índica* se realiza en 2 sitios experimentales – Unidad experimental (UE) Paso de la Laguna (PL), Treinta y Tres y Paso Farías (PF), Artigas-. Por otra parte, la red nacional de evaluación de cultivares (RNEC, acuerdo INIA/INASE) -donde se incluía un cultivar de este grupo- se realiza además en Tacuarembó y Río Branco (Cerro Largo).

Cuadro 1. Flujo de germoplasma **Estable,** subtipo *Indica* 2009/10.

Origen	Etapa de Evaluación	n (cultivares)
Ev. avanzada	Final[1]	1
Ev. intermedia	Avanzada[2]	60
Ev. preliminar	Intermedia[3]	60
Vivero FLAR trópico 0809	Preliminar[4]	60
Selección local F7	Preliminar[5]	414
Vivero FLAR trópico 0910	Introducción	240
Vivero FLAR templado 0910	Introducción	20
Vivero FLAR sub-trop 0910	Introducción	20
Selección local F5+F6	Selección final	650

[1] Red nacional de evaluación de cultivares (acuerdo INIA-INASE); cultivar FL03195. Ensayos de evaluación interna del programa de mejoramiento genético de INIA: [2] (ensayos semienanos 1 y 2, purificación de semilla), [3] (ensayos semienanos 3 y 4), [4] ensayos semienanos E1-10 y 11 (UEPF, Artigas); [5] ensayos semienanos E1-1 a 9 (UEPL, Treinta y Tres).

En UEPL se establecieron ensayos de evaluación avanzada (60 cultivares), intermedia (60) y preliminar (414); así como se manejaron dos viveros FLAR. En UEPF se sembraron solo los ensayos de etapa intermedia (60 entradas), quedando sin evaluación 2 ensayos preliminares específicos (60 entradas) para esa localidad y un vivero FLAR Trópico con 240 líneas (Cuadro 1).

EVALUACIÓN AVANZADA

Cuadro 2. Lista de cultivares en ensayos semienanos 1 y 2, UEPL y UEPF 2003/04 a 2008/09.

	Semi 1		**Semi 2**
N°	Cultivar	N°	Cultivar
1	L4806	1	L5913
2	L3821	2	L5903
3	L4811	3	L5912
4	L3790	4	L5825
5	L4816	5	L5823
6	L4814	6	L5805
7	L4820	7	L5830
8	FL01986	8	L5941
9	FL02635	9	L5945
10	FL04225	10	L5937
11	FL03195	11	L5850
12	FL01983-	12	L5879
13	FL04489	13	L5855
14	FL04542	14	L5916
15	FL04530	15	L5920
16	FL04546	16	L5897
17	FL04518	17	L5893
18	FL04459	18	L5896
19	FL04538	19	L5797
20	FL04337	20	L6168
21	FL04489	21	L5904
22	FL04337	22	L5816
23	FL04337	23	L5949
24	FL04337	24	L5881
		25	L5894
		26	L5895
		27	L5793
30	INIA Cuaró	30	INIA Olimar
31	INIA Olimar	31	El Paso 144
32	El Paso 144	32	INIA Cuaró

En esta zafra, el ensayo de evaluación avanzada se orientó a la purificación de semilla (siembra de hileras madre), sin evaluación de rendimiento. Los cultivares en

[1/] INIA Treinta y Tres
[2/] INIA Tacuarembó

este grupo han sido extensamente evaluados en varios (7 a 10) experimentos durante 4 a 6 años, en UEPL y UEPF, desde la zafra 2003/04 a 2008/09. Algunos cultivares del grupo han sido incluidos en los mencionados ensayos de RNEC en años anteriores (L4806, L4811, L3821CA, FL04489-12M-1P-6M en 2007/08 y 2008/09; FL04337-18M-9P-4M en 2008/09 y FL03195-2P-3-3P en 2009/10).

El grupo final de 51 cultivares (Cuadro 2) consiste en su mayoría de germoplasma INIA producto de cruces locales y 17 cultivares de origen FLAR, introducidos en diversos viveros. Se incluyeron como testigos de alto potencial y amplia adaptación a los cultivares El Paso 144 e INIA Olimar, así como INIA Cuaró por su participación como parental en varias de las líneas evaluadas. INIA Cuaró es parental en dos de los cultivares más promisorios de "Semi1" (L4806 y L4811), y en 16 cultivares en "Semi2".

Resultados

Los cultivares más promisorios de esta serie fueron las líneas L4806, L3821CA y L4811. Estos materiales de tipo de planta moderno, semienanos, de intermedio a alto macollaje obtuvieron rendimientos similares a los testigos, en diversos ensayos. En figura 1 se destaca la similitud de potencial de las mencionadas líneas experimentales comparadas con INIA Olimar, así como su similar patrón de adaptación a diferentes ambientes productivos. La dispersión de los puntos en el gráfico señala la aleatoriedad en el cultivar de mayor rendimiento –para un rango de potencial entre 8500-11500 kg/ ha-

En ensayos de la RNEC, durante dos años (2007/08-2008/09) y en 4 localidades (Artigas, Tacuarembó, Río Branco y Treinta y Tres) L4806 obtuvo un rendimiento (SSL) 300 kg inferior a INIA Olimar (diferencia no significativa, MDS=788 kg/ha).

En ensayos similares de la RNEC, en los años 2004/05 y 2005/06, L3821CA alcanza rendimientos estadísticamente similares a los testigos (El Paso 144 e INIA Olimar) (Lavecchia y Deambrosi 2006).

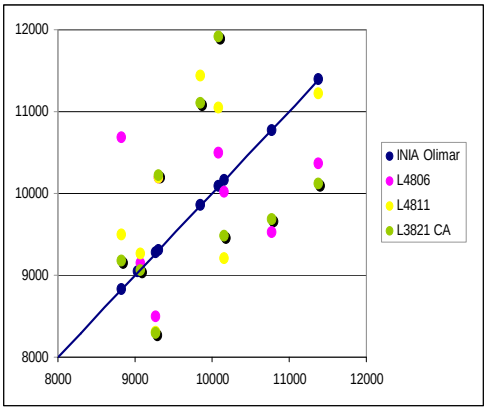


Figura 1. Rendimientos de L4806, L4811 y L3821CA en relación a INIA Olimar. Datos de 9 experimentos en 4 zafras, 2005/06 a 2008/09, en UEPL y UEPF.

Para ambos cultivares, la calidad molinera fue intermedia a El Paso 144 e INIA Olimar en % de granos yesados. Los valores de % granos enteros tienden a superar a los de Olimar, asociados a granos con relación L/A típicas de granos largos finos (>3), inferiores a las de la variedad (3.48). Desde el punto de vista de la calidad culinaria L4806 y L3821CA presentan valores de amilosa intermedio-altos y baja temperatura de gelatinización (inferiores a 70 grados). Estos cultivares fueron evaluados por el Departamento de Control de Calidad de SAMAN. En una escala que toma como referencia a IRGA417 =4.5, los nuevos cultivares fueron evaluados =3, cuando El Paso 144 es valorado 2 e INIA Olimar es 3.5-4 (M.Pereda, com. Pers. 2009). En particular, el perfil amilografico de L3821CA, presentó similitud con el de IRGA417 (Figura 2) (Arrastia y Pérez de Vida 2009), sin embargo este novel cultivar no reproduce las características de soltabilidad de granos post-cocción de la variedad brasileña de referencia.

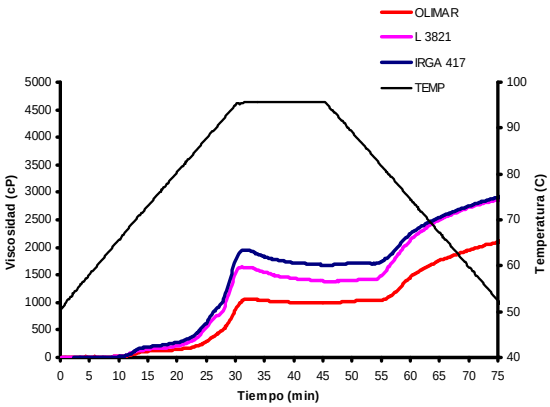


Figura 2. Perfil de viscosidad de amilasa (Brookfield) en cultivares L3821CA, INIA Olimar e IRGA 417.

La sanidad ante enfermedades causadas por hongos en los nuevos cultivares no supera a las variedades testigo. En particular, la reacción a Pyricularia es típicamente de "muy susceptibles" para el conjunto comparado. L4806 y L3821CA ofrecen una ventaja sólo en un carácter secundario: ausencia de pilosidad en hojas y granos.

Por otra parte, cultivares de origen FLAR contribuyen con mayores niveles de resistencia a Pyricularia. En ese sentido se ha visualizado desde 2006/07 la importancia de evaluar genotipos con esta característica en la instancia de RNEC. En dicho año se introdujo a FL04489-12M-1P-6M (N°13 en "Semi1"). Su comportamiento productivo ha sido más destacado en condiciones de suelos livianos (Río Branco y Tacuarembó) y ausencia de condiciones para la ocurrencia de la enfermedad fisiológica "Espiga Erecta". En ensayos de evaluación interna (Cuadro 3), dicho cultivar ha presentado un potencial productivo inferior a los testigos (9%) pero con resistencia estable a Pyricularia (puntaje=2.3, en escala 1 resistente- 9 muy susceptible). En el mismo sentido, en la zafra 2009/10 se introdujo en evaluación final (RNEC) al cultivar FL03195 (N°11). Este cultivar presentó un potencial equiparable a los testigos, con una adaptación muy similar a FL04489 e igual reacción a Pyricularia. Las características de rendimiento industrial fueron próximas a los testigos (El Paso 144 e INIA Olimar) (Lavecchia y Deambrosi 2010).

En el grupo de cultivares en "Semi2", nueve presentan rendimientos (SSL) de +5% a -3% respecto al promedio de los testigos (9531 Kg./ha) (Cuadro 4). En ocho de ellos INIA Cuaró es el parental en un cruce simple; los cruzamientos de ésta con CT9506 e IRGA417 fueron los más productivos. En general estas líneas presentan reacción más tolerante a Pyricularia. En particular, las líneas L5903 y L5904 originadas en el cruzamiento INIA Cuaró x CT9506, fueron de las más productivas y con resistencia a Pyricularia superior a los testigos (Cuadro 4). Su calidad molinera es similar a la de El Paso 144, presentando mayores valores de % de yesado que INIA Olimar. Del mismo ensayo, los cultivares L5945 y L5949 (Cuaró x IRGA417) presentan una mejor calidad molinera con resistencia moderada (5) a Pyricularia y potencial de rendimiento similar a los testigos (9500-9600 kg/ha, promedio de 6 años de evaluación) (Cuadro 4).

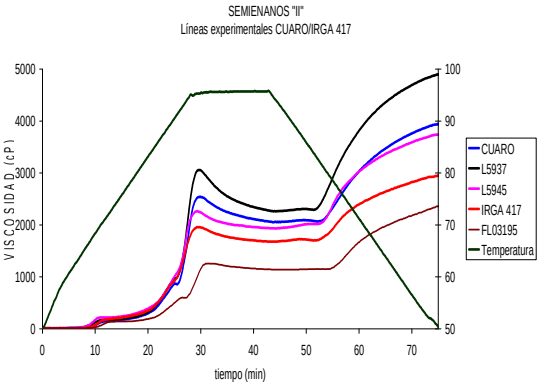


Figura 3. Perfil de viscosidad de amilasa (Brookfield) en cultivares FL03195, INIA Cuaró, IRGA 417 y líneas derivadas.

El perfil amilográfico de estas líneas parece indicar una cocción diferente a la de su parental IRGA417, con valores superiores de "breakdown" y en particular mayor consistencia en la pasta fría (Figura 3).

Los cultivares de este grupo con mejor comportamiento frente a *Pyricularia* serán avanzados mediante "hileras madre" y lotes de multiplicación de semilla inicial en la zafra 2010/11. Al mismo tiempo se realizan

pruebas de patogenicidad con diferentes linajes de *Pyricularia* y determinaciones a nivel molecular para determinar que genes de resistencia se asocian a la resistencia en los cultivares.

Cuadro 3. Evaluación de cultivares Indica en ensayo Semi1, Promedios 2005/06 a 2008/09.

Semi1	Variable[1]		SSL	SSL	SSL	SSL	Rend	Rend	Rend	Rend	BT%	BT%	BT%	Ent%	Ent%	Ent%
	Localidad[2]		Prom	UEPL	Tbo	UEPF	UEPL	UEPL	Tbo	UEPF	UEPL	Tbo	UEPF	UEPL	Tbo	UEPF
Cultivar	n	Vr[3]		Conv	Conv	Conv	Conv	SD	Conv	Conv	Conv	Conv	Conv	Conv	Conv	Conv
1	10	**103**	10253	9938	11719	9836	9955	7810	11338	9939	68.7	69.1	68.2	60.6	65.3	57.1
2	10	**100**	9988	10089	10833	9465	9804	8910	10487	9728	68.7	69.2	68	63	66.4	60.1
3	10	**102**	10140	10177	11528	9409	10113	8688	11183	9619	69.3	69.5	68.9	59.7	65.6	57.4
4	10	**95**	9534	9619	9997	9217	9518	8513	10271	9342	68.4	69.1	67.7	61.4	64.7	58.9
5	10	93	9286	9114	10981	8611	9169	6999	10683	8816	67.6	67.9	67.2	58.4	63.8	60.6
6	10	89	8857	8693	10440	8230	8891	8146	10285	8596	67.6	68.1	66.3	57.5	65.4	56.3
7	10	86	8629	9218	8870	7920	9200	8452	8691	8231	67.6	68.1	66.7	57.7	65.1	57.9
8	10	95	9520	9652	10671	8812	10011	8832	11048	9539	68	68.8	68.2	54.4	63.4	54.4
9	10	89	8899	8749	9734	8632	8916	8167	9785	8817	67.9	69.3	68.6	58.9	62.4	60
10	10	95	9494	9416	10665	8985	9666	8728	11126	9380	69.3	69.8	69	56.6	61.1	56.7
11	10	**98**	9744	9347	11571	9226	9224	7927	11264	9459	69.2	70.1	69.4	56.3	63.5	56.9
12	10	91	9056	8849	9436	9073	9137	7875	9370	9549	69.2	69	68.6	57	62.9	53.7
13	7	91	9129	9323	9828	8703	9821	9486	10571	9160	66.4	68.9	67.3	52.8	59	55.3
14	7	94	9362	9721	9958	8805	10024	8775	10491	9538	69	69.9	68.9	51.5	56.3	53.3
15	7	94	9377	9283	10461	9108	10211	8518	10851	9613	65.6	67.8	65.8	50.9	55.9	53
16	7	94	9393	10269	9835	8370	10497	8594	9863	8672	67.9	68.8	67.7	54.7	60.6	54.6
17	7	89	8898	9045	9019	8710	10036	9595	9792	9441	67.1	68.6	66.6	46.4	56.9	49.2
19	7	92	9213	9383	10429	8637	9531	8066	10670	8940	68.2	69.8	68	53.7	61.7	57.5
21	7	91	9118	9380	9657	8677	9858	8636	9907	9572	67.5	68.2	67	57	61.9	58
22	7	90	9012	8821	10376	8749	8939	7863	10067	8720	68.2	70.2	68.2	57.4	63.8	61.4
20	7	91	9105	9079	8851	9217	9532	9366	9186	9471	67.9	69.5	67.9	54.5	57.5	56.7
23	7	94	9402	9238	10007	9364	9450	8703	10645	9382	67.8	69.4	69.4	55.1	62.6	58.9
24	7	97	9642	9416	10990	9419	9684	8231	10555	9267	68.4	69.9	69.3	58.8	60.7	62.3
30	10	**101**	10071	9874	11649	9479	9715	8454	11314	9517	68.2	69.1	68.1	61.6	66.2	60.3
31	10	**103**	10241	10093	11747	9636	10188	6888	11509	9753	67.5	68	67.1	56.8	64.7	59.4
32	10	**97**	9642	9442	10759	9283	9689	9028	12058	9536	68	68.4	67.8	59.2	63.2	57.5

Semi1	Variable[1]	Yes%	Yes%	Yes%	Altura	50%Flor.	L/A	L	A	Amil.	Disp.	Pyri	Rizot.	Scler.
	Localidad[2]				UE	UE				%	Alcali	UE		
		UEPL	Tbo	UEPF	PL	PL						PL	UEPL	UEPL
Cultivar	n	Conv	Conv	Conv										
1	10	4.4	6.1	4.5	73	109	3.27	5.73	1.75	27.2	6	7.3	1	6
2	10	4.5	4.7	4.5	78	111	3.23	6.38	1.98	25.6	6.5	7.3	1	6
3	10	5.4	4.8	5.2	74	114	3.19	6.06	1.9	28.2	6	7.3	2	6
4	10	5.1	5.2	5.2	77	113	3.31	6.46	1.95	23.7	6.5	6.8	1	5
5	10	2.7	1.9	3.4	73	109	3.22	6.33	1.96	27.9	5.2	5.5	2	6
6	10	2.9	1.4	3.5	75	110	3.39	6.31	1.86	26.9	5.3	5.3	2	5
7	10	2	2.7	2.7	76	113	3.17	5.9	1.86	26.9	5.5	5.5	2	6
8	10	7.3	5.3	8.1	77	114	3.3	6.35	1.93	26.6	5.2	1.8	1	5
9	10	2.9	9	4.4	75	113	3.09	5.99	1.94	27.5	5.8	2	1	5
10	10	9.5	11.8	11.1	78	113	3.15	6.38	2.03	28.2	6	1.3	1	6
11	10	3.4	9.5	4.2	79	118	2.98	6.1	2.05	26.6	6.5	2.5	1	5
12	10	7.6	6.4	8.8	82	122	3.44	6.28	1.83	26.9	6.4	1.5	1	6
13	7	6.6	8.6	11.1	72	115	3.39	6.44	1.9	27.4	6	2.3		
14	7	9	13	12.9	74	117	3.37	6.74	2	24.8	6	0.3		
15	7	4.9	10.2	5.6	72	110	3.1	5.96	1.93	24.2	6	1.3		
16	7	5.7	3.5	5.3	85	121	2.98	5.78	1.94	27.4	6	0.3		
17	7	6	6.1	6.7	75	112	2.68	5.16	1.93	27.4	6	1		
19	7	2.3	6.8	5	81	118	3.32	5.98	1.8	24.8	6	1.3		
21	7	9.5	13.9	9.4	74	114	2.78	5.29	1.9	26.1	6	2		
22	7	3.9	6.7	2.7	81	111	3.39	6.26	1.85	26.1	6.3	0.7		
20	7	5.5	9.3	5.2	66	114	3.2	6.36	1.99	26.1	5.6	0.3		
23	7	4.5	7.5	4.2	68	114	3.24	6.15	1.9	26.8	5.6	0.3		
24	7	2.9	6.7	2.9	79	113	3.39	6.24	1.84	25.5	6.7	3.7		
30	10	5.6	5.8	4.3	79	113	2.84	6.21	2.19	27.5	6.5	7	1	6
31	10	4.8	2.4	3.1	76	110	3.48	6.39	1.84	27.2	6.5	7.5	1	5
32	10	7.6	7.9	8.6	79	117	3.04	5.66	1.86	26.6	6.5	8	1	6

1= Variables evaluadas SSL: rendimiento (Kg./ha) expresado en sano, seco y limpio (ponderación según premios y castigos establecidos por ley considerando %BT, %Ent, %Yes); Rend: rendimiento físico en Kg./ha; %BT: blanco total; %Ent: % de grano entero; %Yes: % de granos yesados. Altura: altura total de plantas. 50%Flor.= numero de dias a %0% de floracion. L/A, L, A= relacion largo/ancho, largo y ancho de granos molinados. Amil%= % de amilasa. Disp.Alcali= dispersión en alcali. Pyri= reacció a Pyricularia grisea en camas de infección; Rhiz= Rhizoctonias spp; Scler.= Slerotium orizae observaciones en parcelas.
2= Localidades UEPL= unidad experimental Paso de la Laguna, Treinta y Tres; Tbo= Cinco sauces, Tacuarembó; UEPF= unidad experimental Paso Farías, Artigas.
3= valor relativo a promedio de testigos INIA Cuaró (N°30), INIA Olimar (N°31) y El Paso 144 (N°32) (9985 Kg./ha).
N= número de ensayos. Conv= siembra en laboreo convencional; SD= siembra directa.

Cuadro 4. Evaluación de cultivares Indica en ensayo Semi2, Promedios 2003/04 a 2008/09.

Semi2	Variable[1]		SSL	SSL	SSL	Rend	Rend	Rend	BT%	BT%	Ent%	Ent%
	Localidad[2]		Prom	UEPL	UEPF	UEPL	UEPL	UEPF	UEPL	UEPF	UEPL	UEPF
Cultivar	n	Vr[3]		Conv	Conv	Conv	SD	Conv	Conv	Conv	Conv	Conv
1	9	97	9247	8888	9607	9068	8508	9960	68.8	68.3	60.5	62.2
2	9	**105**	9965	9069	10860	9066	8070	11059	70.1	69.6	59.7	61.9
3	9	96	9195	8980	9410	9063	7573	9980	69	68.5	59.1	63.7
4	9	90	8602	8851	8353	9012	7996	9020	68.7	68.9	60	62.8
5	9	92	8797	9001	8594	9097	9416	8802	68.7	69	59.7	62.5
6	9	97	9273	9106	9440	9130	9031	9209	68.6	69.1	58.7	62.9
7	9	93	8891	8778	9005	8708	8964	8815	68.1	68.3	60.5	64
8	9	97	9219	9279	9159	9277	8420	9514	67.6	67.6	61.5	62.6
9	9	**100**	9484	9392	9576	9384	7497	9560	67.7	67.6	61.6	62.3
10	9	98	9342	9230	9454	9158	8052	9537	68.4	67.5	60.3	63
11	9	95	9018	9105	8931	8940	7095	9326	70.8	70	61.6	59.2
12	9	96	9123	8787	9460	8608	7289	9270	69.1	69.1	62.1	62.1
13	9	90	8590	8755	8424	8379	6885	8341	70.6	70.5	64.1	63.5
14	9	99	9482	9326	9637	9290	8573	9613	68.3	68.1	60.4	61.5
15	9	97	9272	8642	9901	8791	8847	9825	69.8	69.5	59.6	63.5
16	9	98	9325	9395	9254	9616	9050	9421	66.8	67.2	59	63
17	9	98	9304	9441	9166	9571	8440	9801	67.1	66.7	55.2	60.7
18	9	96	9184	8907	9461	8995	8912	9598	67.9	67.6	60	63.8
19	9	96	9188	8868	9508	8794	8973	9559	69.8	70.2	60.2	62.9
20	9	97	9246	8585	9907	8672	8706	9475	68.8	69.9	57.7	65.3
21	9	**100**	9488	8725	10250	9040	9366	10346	69.2	69.6	53.4	62.6
22	9	97	9217	8747	9688	8804	8822	9452	68.7	69.1	58.5	62.6
23	9	**102**	9679	8975	10383	9125	8923	10415	67.9	68	59.4	61.7
24	9	93	8825	8788	8863	8753	7472	8783	69.8	69	60.2	58.6
25	9	96	9115	8730	9501	8785	8490	9586	67.4	67.5	58.5	63
26	9	96	9175	8845	9506	9017	8622	9635	68	67.3	57.9	62.3
27	9	94	8957	8890	9023	8991	8423	8815	68.8	69.4	59.8	61.3
30	9	101	9612	8979	10245	9616	6261	10319	67	67.2	56.1	58.7
31	9	95	9044	9015	9072	9324	9036	9481	68.2	67.3	55.8	59.5
32	7	104	9937	9052	10823	8934	9245	10738	68.7	68.8	60.2	63.6

Semi2	Variable[1]	Yes%	Yes%	Altura	50F	50F	L/A	L	A	Pyri	Rizot.	Scler.
	Localidad[2]	UEPL	UEPF	UEPL	UEPL	UEPL	UEPL	UEPL	UEPL	UEPL	UEPL	UEPL
Cultivar	n	Conv	Conv	Conv	Conv	SD					Conv	Conv
1	9	9	18	79	109	110	3.23	6.23	1.93	4	2	7
2	9	7.8	13.2	82	116	116	3.09	6.26	2.03	3	2	6
3	9	8.3	17.8	80	106	108	3.34	6.26	1.88	3.3	2	7
4	9	13.2	19.2	85	114	113	3.16	6.36	2.01	3.7	2	5
5	9	10.5	16	85	110	108	2.95	6.11	2.08	4		4
6	9	2.3	4.5	84	113	110	3.21	6.41	2	7.7		5
7	9	2.4	4.7	78	110	109	3.11	6.1	1.96	3.7	3	5
8	9	3.2	4.6	79	108	106	3.03	6.01	1.99	4.7	2	6
9	9	6.7	9	79	105	105	3.33	5.99	1.8	4.7	2	7
10	9	2.6	3.1	80	107	107	3.08	6.01	1.95	4.3	2	6
11	9	9.7	11.7	84	110	109	2.83	5.91	2.09	4	5	7
12	9	6.5	4.2	83	109	108	3.28	5.83	1.78	3.7	4	6
13	9	4.6	4.6	81	112	109	3.04	5.81	1.91	3.7	6	6
14	9	4	5.8	78	110	105	3.27	5.93	1.81	7.7	2	6
15	9	6.7	10.4	78	110	109	2.91	5.6	1.93	7	2	5
16	9	9.1	10.8	86	115	109	2.97	5.91	1.99	7.3	3	6
17	9	7.1	14.4	85	115	109	2.96	5.93	2	8	2	6
18	9	5.2	9	81	114	108	3.05	5.88	1.93	7.7	2	6
19	9	5.9	12.3	85	109	107	3.07	6.14	2	4.7	1	4
20	9	4.9	8.9	80	109	107	2.87	6	2.09	4.7	4	5
21	9	8.3	11.9	82	115	113	3.26	6.31	1.94	3.7	1	6
22	9	2.3	7.3	84	112	111	3.13	5.94	1.9	4.3	1	4
23	9	7.5	10.3	81	107	106	3.29	6	1.83	5.3	1	6
24	9	7.1	8.4	84	106	105	3.12	5.89	1.89	5	4	6
25	9	8.8	12.3	86	116	107	3.19	6.03	1.89	5	2	7
26	9	7.7	11	81	113	108	3.21	6.03	1.88	7.3	3	7
27	9	10.3	17.2	85	108	108	2.91	5.98	2.05	5.3	2	5
30	9	2.8	4.5	81	110	108	3.44	6.33	1.84	8	2	6
31	9	8.5	11.7	85	116	108	3.06	5.96	1.95	8.4	2	7
32	7	4.7	2.6	81	112	108	3.24	5.91	1.83	8	2	6

1= Variables evaluadas SSL: rendimiento (Kg./ha) expresado en sano, seco y limpio (ponderación según premios y castigos establecidos por ley considerando %BT,%Ent, %Yes); Rend: rendimiento físico en Kg./ha; %BT: blanco total; %Ent: % de grano entero; %Yes: % de granos yesados. Altura: altura total de plantas. 50%Flor.= numero de días a %0% de floracion. L/A, L, A= relacion largo/ancho, largo y ancho de granos; Molinazos. Amil%= % de amilasa. Disp.Alcali= dispersión en alcali. Pyri= reacció a Pyricularia grisea en camas de infección; Rhiz= Rhizoctonias spp; Scler.= Slerotium orizae observaciones en parcelas.
2= Localidades UEPL= unidad experimental Paso de la Laguna, Treinta y Tres; Tbo= Cinco sauces, Tacuarembó; UEPF= unidad experimental Paso Farías, Artigas. 3= valor relativo a promedio de testigos; INIA Olimar (N°30), El Paso 144 (N°31) e INIA Cuaró (N°32) (9531 kg./ha). N= número de ensayos. Conv= siembra en laboreo convencional; SD= siembra directa.

EVALUACIÓN INTERMEDIA

Cuadro 5. Lista de cultivares en ensayos semienanos 3 y 4, UEPL y UEPF 2009/10.

Semi 3		Semi 4	
N°	Cultivar	N°	Cultivar
1	FL005090-8M-12-Mb	1	FL05998-2M-1-3P-3P
2	FL005090-8M-11-M	2	FL05998-2M-1-6P-1P
3	FL005090-8M-5-M	3	FL06093-6M-3-1P-3P
4	FL005089-14M-24-M	4	FL06012-3M-13-1P-1P
5	FL05463-1P-4-1P-3P-M	5	FL06014-3M-6-1P-1P
6	FL05482-8P-4-2P-1P-M	6	FL06045-11M-1-1P-1P
7	FL05516-8P-3-5P-1P-M	7	FL06045-11M-1-1P-2P
8	FL05564-8P-1-2P-2P-M	8	FL06045-11M-1-1P-3P
9	FL05602-12P-3-1P-2P-M	9	FL06100-6M-10-1P-1P
10	FL04459-6M-21P-4M-1-2P	10	FL06000-5M-15-1P-1P
11	FL04540-2M-10P-5M-1	11	FL06024-7M-6-1P-1P
12	FL04540-2M-23P-5M-1	12	FL06057-8M-6-1P-1P
13	FL04534-5M-8P-4M-3P-M	13	FL06057-8M-6-1P-3P
14	FL04518-7M-33P-5M-2P-M	14	FL06058-9M-6-2P-2P
15	FL06733-16P-1-3P-4P	15	FL06086-3M-7-2P-1P
16	FL06890-2P-9-2P-1P	16	FL06086-3M-7-2P-2P
17	FL06562-3P-5P-2P-2P	17	FL06226-M-3P-3P-2P
18	FL06609-6P-1P-1P-3P	18	FL06226-M-5P-1P-2P
19	FL06093-6M-3-1P-2P	19	FL06231-M-7P-1P-2P
20	FL06096-15M-3-1P-1P	20	FL06240-M-1P-3P-1P
21	FL06226-M-3P-3P-1P	21	FL06271-M-1P-1P-1P
22	FL06234-M-17P-2P-1P	22	FL06272-M-5P-2P-1P
23	FL06249-M-10P-2P-1P	23	FL06428-M-4-1P-1P
24	FL06368-M-7-2P-2P	24	FL06428-M-4-1P-2P
25	FL06377-M-1-1P-3P	25	FL06485-M-4-1P-1P
28	L4806	28	FL06499-M-15-1P-2P
29	L 3821 CA	29	FL06508-M-2-2P-1P
30	L 4811	30	FL06508-M-2-2P-2P
31	El Paso 144	31	El Paso 144
32	INIA Olimar	32	INIA Olimar

Los ensayos “semi3” y “semi4” se sembraron de modo contiguo el 10 de noviembre de 2009 en UEPL y 9 de diciembre en UEPF (Lavecchia). La amplia mayoría de los cultivares son de origen FLAR, y se han recibido como parte de diversos viveros en años anteriores. Se mantuvieron en evaluación L4806, L4811 y L3821CA -germoplasma INIA- también incluidos en evaluación avanzada (Cuadro 5).

Resultados

La productividad media (sano, seco y limpio “SSL”) de los cultivares en “semi3” fue de 7316 kg/ha en UEPL y 8480 en UEPF (Cuadro 6). En “semi4” los rendimientos fueron 8216 y 7956 en los mismos sitios (Cuadro 7); esto evidencia que el primer grupo fue el de mayor susceptibilidad a “Espiga erecta”, -de ocurrencia general en UEPL, en esta zafra-. Las variedades testigo El Paso 144 e INIA Olimar rindieron 9433 y 9144 respectivamente. En “semi3” los rendimientos medios mas destacados fueron de 10300 kg/ha en L3821CA, entorno a 9800 Kg./ha en cultivares N°1, L4806 y L4811 (Cuadro 6), acorde a los antecedentes de las líneas experimentales INIA como se comentara y datos en Cuadro 8; en “semi4” el cultivar N°7, N°13 y N°15 rinden entorno a 9800-9300 kg/ha (Cuadro 7). En general, el comportamiento molinero del germoplasma en “semi4” fue muy adecuado en % de entero y % de yesado. Así mismo, los cultivares destacados son resistentes a Pyricularia. El cultivar N°7 (FL06045) se destaca en dos años de evaluación por alta productividad, adecuada calidad molinera y resistencia a Pyricularia (Cuadro 9). En notas de campo se ha destacado como un buen tipo de planta de alto macollamiento y panícula generosa (datos no mostrados).

Los resultados obtenidos en estos años de alta productividad, mayor incidencia de Pyricularia (a nivel de cama de infección) y “Espiga erecta” en UEPL ha permitido identificar cultivares promisorios. Estos son de origen FLAR introducidos como viveros en años anteriores.

EVALUACIÓN PRELIMINAR

En la zafra 2009/10 se evalúa un grupo de cultivares resultantes de la selección local de poblaciones segregantes de origen FLAR llegadas como F3 en la zafra 2004/05 y poblaciones de cruzamientos locales. El total de líneas disponibles para evaluación fue superior a 500. Ocho de nueve ensayos se sembraron de modo contiguo (fecha de siembra: 30 de octubre) y el último el 12 de noviembre en UEPL, sin embargo no se

pudo realizar la evaluación de rendimiento al ser afectados por granizo al final del ciclo. Las condiciones de campo permitieron la identificación de material susceptible a "Espiga erecta", razón por la cual se descartarán 18 líneas. Dos ensayos con germoplasma específico para la región norte fueron enviados a UEPF para su siembra. Sin embargo las condiciones climáticas no permitieron la siembra temprana de este material, por lo cual se descartó su evaluación en esta zafra.

Este germoplasma es de origen FLAR Trópico, habiendo sido introducido en la zafra 2008/09 como un vivero. Sus ciclos son de mayor duración que los genotipos que se seleccionan en las condiciones de UEPL y su inclusión tiene como objetivo la identificación de cultivares con adaptación específica a las condiciones del norte del país. En este sentido se recibirá un vivero FLAR Trópico para su evaluación introductoria en 2010/11 con 240 genotipos.

Cuadro 6. Resultados de evaluación de cultivares en “Semi3” 2009/10, UEPL y UEPF.

	Cultivares		SSL			Rend(kg/ha)			%BT			% entero			%Yesado	
N°	Genealogía	vr	Prom	UEPL	UEPF	Prom	UEPL	UEPF	Prom	UEPL	UEPF	Prom	UEPL	UEPF	Prom	UEPL	UEPF
1	FL005090-8M	103	9855	10658	9051	10408	10914	9903	67,5	68,5	66,6	56,4	60,6	52,2	1,9	1,5	2,4
2	FL005090-8M	99	9440	9978	8903	9819	10003	9636	69,5	70,2	68,9	60,1	63,9	56,4	3,8	1,7	5,9
3	FL005090-8M	93	8882	10873	6892	9261	10971	7552	68,8	69,5	68,0	59,4	63,1	55,8	3,6	1,8	5,5
4	FL005089-14M	87	8362	8997	7728	9231	9454	9007	67,9	68,6	67,2	54,4	59,0	49,8	2,6	1,1	4,0
5	FL05463-1P	77	7362	5841	8883	7841	6000	9681	69,0	70,0	68,0	58,5	61,2	55,7	0,9	0,2	1,6
6	FL05482-8P	72	6916	5055	8777	7163	5097	9230	69,3	69,8	68,8	61,2	63,2	59,3	1,6	0,7	2,6
7	FL05516-8P	84	8068	7186	8951	8902	7607	10197	69,0	70,0	68,0	55,0	58,2	51,8	1,9	0,5	3,4
8	FL05564-8P	68	6495	5760	7231	7669	6051	9287	67,4	67,5	67,4	50,7	59,1	42,3	2,4	1,8	3,0
9	FL05602-12P	99	9486	9515	9457	9696	9549	9843	69,0	69,5	68,5	61,9	63,6	60,1	1,3	1,0	1,5
10	FL04459-6M	73	7031	5734	8328	8067	6372	9761	68,8	69,6	68,0	52,2	52,7	51,8	5,0	0,9	9,1
11	FL04540-2M	93	8890	9544	8236	9122	9771	8472	68,6	68,8	68,5	61,5	61,6	61,4	1,2	0,6	1,7
12	FL04540-2M	96	9161	9137	9185	9417	9267	9567	68,6	69,0	68,2	61,3	62,6	60,0	1,4	0,9	1,9
13	FL04534-5M	92	8820	8225	9415	9514	8592	10437	68,7	69,4	68,0	57,2	59,6	54,8	5,3	5,2	5,4
14	FL04518-7M	83	7988	8084	7893	8582	8311	8854	69,4	70,4	68,5	57,5	61,3	53,6	3,8	2,9	4,7
15	FL06733-16P	58	5542	3694	7390	6322	4083	8561	66,1	65,8	66,4	54,2	55,5	53,0	5,7	1,4	10,0
16	FL06890-2P	67	6406	4487	8326	6983	4657	9309	66,6	68,0	65,1	57,0	60,5	53,5	0,8	0,1	1,5
17	FL06562-3P-	60	5760	4582	6938	6264	4910	7619	67,8	66,9	68,7	56,5	57,3	55,7	1,0	0,5	1,5
18	FL06609-6P-	75	7217	7987	6448	8034	8142	7926	61,1	70,2	52,0	52,8	61,3	44,3	1,3	1,2	1,5
19	FL06093-6M	64	6095	3926	8265	6728	4035	9420	68,2	68,8	67,6	57,5	60,9	54,1	4,9	1,3	8,6
20	FL06096-15M	58	5510	3890	7129	5884	4179	7589	68,7	67,3	70,2	58,5	56,8	60,1	4,6	1,7	7,6
21	FL06226-M	75	7229	6873	7585	7409	6800	8019	70,0	70,8	69,2	62,4	65,1	59,8	3,1	1,0	5,2
22	FL06234-M	90	8594	8348	8839	9024	8368	9680	68,7	69,1	68,3	59,5	63,6	55,4	1,2	0,6	1,7
23	FL06249-M	62	5970	3451	8489	6239	3613	8865	69,1	68,8	69,4	59,9	60,0	59,8	1,5	0,4	2,6
24	FL06368-M	82	7810	6655	8965	8244	6739	9750	68,4	68,6	68,2	59,4	62,6	56,2	1,8	0,2	3,4
25	FL06377-M	53	5107	2062	8152	5594	2094	9094	67,5	68,5	66,5	57,7	61,7	53,7	1,3	0,4	2,2
28	L4806	102	9814	9448	10179	9972	9274	10670	69,5	70,2	68,7	62,6	65,9	59,4	1,7	1,4	2,0
29	L 3821 CA	108	10326	10246	10406	10393	10192	10594	69,7	70,4	69,1	63,3	64,4	62,2	1,3	1,3	1,4
30	L 4811	101	9662	10255	9069	9743	10149	9337	69,8	70,2	69,3	63,2	65,0	61,3	2,6	3,0	2,2
31	El Paso 144	100	9569	9592	9545	9923	9597	10248	68,7	69,5	67,8	61,0	64,6	57,5	5,3	6,1	4,5
32	INIA Olimar	100	9594	9399	9790	9769	9518	10020	68,9	69,2	68,5	62,2	62,8	61,7	1,3	1,0	1,6

	Cultivares	L	A	L/A	altura	cf	Pyri[2]
N°	Genealogía	Prom	Prom	Prom	UEPL	UEPL	UEPL
1	FL005090-8M	6.72	2,05	3,34	81	110	5
2	FL005090-8M	6.76	2,10	3,23	77	111	0
3	FL005090-8M	6.96	2,07	3,38	88	112	6
4	FL005089-14M	7.07	2,02	3,51	82	113	6
5	FL05463-1P	7.07	2,18	3,25	83	125	0
6	FL05482-8P	7.2	2,10	3,44	74	119	0
7	FL05516-8P	6.86	2,13	3,23	77	124	0
8	FL05564-8P	6.71	2,26	2,97	81	131	0
9	FL05602-12P	6.75	2,10	3,22	75	107	9
10	FL04459-6M	6.74	2,17	3,10	81	114	0
11	FL04540-2M	6.67	2,06	3,24	75	107	9
12	FL04540-2M	6.77	2,10	3,22	73	107	9
13	FL04534-5M	6.68	2,13	3,14	80	115	0
14	FL04518-7M	6.75	2,14	3,16	81	116	0
15	FL06733-16P	6.62	2,38	2,78	83	119	1
16	FL06890-2P	6.98	2,29	3,05	77	128	0
17	FL06562-3P-	6.73	2,17	3,10	97	121	1
18	FL06609-6P-	6.51	2,16	3,02	73	128	0
19	FL06093-6M	6.67	2,14	3,12	83	117	5
20	FL06096-15M	6.46	2,26	2,86	83	129	4
21	FL06226-M	6.55	2,17	3,02	79	114	0
22	FL06234-M	6.49	2,06	3,15	75	115	6
23	FL06249-M	6.91	2,16	3,21	85	117	3
24	FL06368-M	6.59	2,10	3,14	79	109	0
25	FL06377-M	6.53	2,09	3,13	80	125	3
28	L4806	6.38	2,08	3,07	70	108	9
29	L 3821 CA	6.46	2,07	3,13	78	111	9
30	L 4811	6.52	2,10	3,10	80	109	9
31	El Paso 144	6.37	2,20	2,90	81	108	9
32	INIA Olimar	6.79	2,11	3,21	75	107	9

1= valor relativo al promedio de cultivares testigos (N°31: El Paso 144 y N°32: INIA Olimar) 2= evaluación de reacción a Pyricularia en cama de infección (S.Avila, 2010)

Cuadro 7. Resultados de evaluación de cultivares en "Semi4" 2009/10, UEPL y UEPF.

	Cultivar			SSL			Rend(kg/ha)			%BT			% entero	
Nº	Genealogía	Vr[1]	Prom	UEPL	UEPF	Prom	UEPL	UEPF	Prom	UEPL	UEPF	Prom	UEPL	UEPF
1	FL05998-2M-1-3P-3P	84	7704	8541	6867	7931	8522	7341	68,9	69,3	68,4	53,0	59,2	46,7
2	FL05998-2M-1-6P-1P	95	8742	9802	7682	8959	9768	8151	69,2	70,1	68,4	53,3	58,7	48,0
3	FL06093-6M-3-1P-3P	78	7181	5695	8667	7255	5789	8722	68,3	68,0	68,6	57,6	57,1	58,1
4	FL06012-3M-13-1P-1P	85	7814	7338	8289	7863	7282	8443	69,6	69,9	69,4	57,3	59,7	55,0
5	FL06014-3M-6-1P-1P	88	8086	7317	8854	8220	7172	9268	68,7	69,3	68,0	56,7	62,7	50,7
6	FL06045-11M-1-1P-1P	95	8691	9258	8125	8866	9194	8537	69,5	70,1	68,8	54,5	59,5	49,5
7	FL06045-11M-1-1P-2P	107	9858	9837	9878	9770	9681	9859	69,1	69,9	68,3	60,7	61,5	59,8
8	FL06045-11M-1-1P-3P	99	9131	9443	8819	9139	9268	9010	69,1	69,8	68,3	58,6	62,0	55,2
9	FL06100-6M-10-1P-1P	77	7081	7404	6758	6887	7215	6558	69,8	69,5	70,0	63,8	63,7	64,0
10	FL06000-5M-15-1P-1P	91	8344	8454	8235	8545	8542	8549	68,1	68,1	68,2	55,1	57,7	52,5
11	FL06024-7M-6-1P-1P	100	9164	9299	9028	9006	9132	8879	70,5	70,5	70,4	61,1	61,2	61,0
12	FL06057-8M-6-1P-1P	96	8831	8835	8827	8730	8489	8970	69,7	70,8	68,6	60,7	65,2	56,2
13	FL06057-8M-6-1P-3P	102	9352	9297	9406	9452	9325	9579	67,7	67,3	68,2	58,2	60,2	56,1
14	FL06058-9M-6-2P-2P	98	8955	9030	8881	9051	8871	9231	69,7	70,1	69,3	56,4	61,5	51,2
15	FL06086-3M-7-2P-1P	102	9361	10129	8503	9568	10150	9000	69,1	69,5	68,7	54,4	60,2	48,6
16	FL06086-3M-7-2P-2P	81	7475	8251	6698	7691	8226	7156	69,5	69,9	69,0	52,4	58,7	46,2
17	FL06226-M-3P-3P-2P	78	7145	6512	7778	7054	6307	7801	69,8	70,6	69,0	61,2	63,9	58,5
18	FL06226-M-5P-1P-2P	92	8459	8631	8287	8273	8328	8219	69,1	69,6	68,7	63,5	65,6	61,4
19	FL06231-M-7P-1P-2P	80	7333	8013	6654	7432	8067	6796	67,9	68,5	67,3	57,2	58,2	56,3
20	FL06240-M-1P-3P-1P	91	8391	9010	7773	8212	8694	7730	69,8	70,3	69,4	62,5	64,9	60,1
21	FL06271-M-1P-1P-1P	78	7131	7910	6353	7087	7750	6423	69,3	70,1	68,4	59,9	62,3	57,5
22	FL06272-M-5P-2P-1P	71	6508	6269	6747	6391	6143	6639	69,9	69,6	70,2	61,8	62,5	61,1
23	FL06428-M-4-1P-1P	65	5973	5453	6494	6932	5458	8407	69,4	69,5	69,4	55,2	58,6	51,7
24	FL06428-M-4-1P-2P	71	6517	5893	7140	6658	5951	7364	69,5	69,0	69,9	54,4	57,0	51,7
25	FL06485-M-4-1P-1P	72	6578	6652	6503	7177	6782	7572	66,3	66,9	65,6	45,7	57,3	34,1
26	FL06499-M-15-1P-2P	95	8693	9320	8066	8890	9319	8460	68,4	68,5	68,3	55,0	59,5	50,5
27	FL06508-M-2-2P-1P	81	7459	8249	6669	8414	8189	8640	67,9	69,0	66,8	57,3	60,2	54,4
28	FL06508-M-2-2P-2P	90	8265	7801	8730	8435	7721	9150	67,9	68,8	67,0	56,3	61,4	51,2
31	El Paso 144	105	9641	9681	9602	9554	9468	9641	68,7	68,9	68,5	61,2	63,6	58,7
32	INIA Olimar	95	8714	9059	8370	8909	8971	8847	67,8	67,9	67,7	55,6	62,1	49,2

	Cultivar	%Yesado			L	A	L/A	altura	cf	Pyri[2]
Nº	Genealogía	Prom	UEPL	UEPF	Prom	Prom	Prom	UEPL	UEPL	UEPL
1	FL05998-2M-1-3P-3P	0,7	1,0	0,4	6,66	2,22	2,99	114	82	4
2	FL05998-2M-1-6P-1P	0,4	0,5	0,4	6,65	2,24	2,97	114	90	1
3	FL06093-6M-3-1P-3P	1,7	1,2	2,2	6,74	2,18	3,09	126	82	6
4	FL06012-3M-13-1P-1P	0,3	0,3	0,2	6,98	2,18	3,21	128	75	7
5	FL06014-3M-6-1P-1P	1,0	1,2	0,7	6,75	2,28	2,96	125	85	1
6	FL06045-11M-1-1P-1P	1,2	1,9	0,6	6,72	2,28	2,95	111	86	1
7	FL06045-11M-1-1P-2P	0,8	1,4	0,3	7,00	2,27	3,08	113	81	1
8	FL06045-11M-1-1P-3P	1,0	1,5	0,4	6,96	2,29	3,04	105	82	0
9	FL06100-6M-10-1P-1P	0,3	0,4	0,1	6,31	2,11	2,99	102	86	4
10	FL06000-5M-15-1P-1P	0,2	0,2	0,3	6,63	2,06	3,22	117	85	5
11	FL06024-7M-6-1P-1P	0,3	0,4	0,2	6,51	2,17	3,00	129	81	6
12	FL06057-8M-6-1P-1P	0,4	0,5	0,3	6,99	2,30	3,04	126	80	5
13	FL06057-8M-6-1P-3P	0,8	1,0	0,6	7,07	2,31	3,06	123	83	0
14	FL06058-9M-6-2P-2P	0,6	0,9	0,4	6,57	2,15	3,05	113	84	5
15	FL06086-3M-7-2P-1P	0,9	1,4	0,3	6,51	2,14	3,04	114	82	6
16	FL06086-3M-7-2P-2P	0,4	0,7	0,2	6,48	2,15	3,01	113	89	6
17	FL06226-M-3P-3P-2P	0,3	0,4	0,2	6,69	2,13	3,14	119	77	0
18	FL06226-M-5P-1P-2P	1,2	1,6	0,7	6,25	2,18	2,87	119	78	0
19	FL06231-M-7P-1P-2P	0,1	0,1	0,0	6,66	2,10	3,18	116	87	5
20	FL06240-M-1P-3P-1P	1,2	2,0	0,5	6,53	2,21	2,95	119	83	4
21	FL06271-M-1P-1P-1P	4,5	5,0	3,9	6,54	2,33	2,81	113	88	4
22	FL06272-M-5P-2P-1P	0,2	0,3	0,1	6,93	2,07	3,35	100	73	4
23	FL06428-M-4-1P-1P	0,5	0,6	0,4	7,00	2,14	3,27	119	90	1
24	FL06428-M-4-1P-2P	0,4	0,5	0,3	7,04	2,13	3,30	118	84	1
25	FL06485-M-4-1P-1P	0,1	0,1	0,1	6,36	2,12	3,00	114	85	0
26	FL06499-M-15-1P-2P	1,4	2,3	0,4	6,79	2,12	3,20	113	81	0
27	FL06508-M-2-2P-1P	0,2	0,2	0,2	6,72	2,14	3,14	124	75	0
28	FL06508-M-2-2P-2P	0,2	0,3	0,2	6,66	2,15	3,09	126	71	0
31	El Paso 144	3,1	5,3	0,9	6,43	2,22	2,89	108	80	9
32	INIA Olimar	0,4	0,7	0,1	6,68	2,13	3,14	107	70	9

1= valor relativo al promedio de cultivares testigos (N°31: El Paso 144 y N°32: INIA Olimar) 2= evaluación de reacción a Pyricularia en cama de infección (S.Avila, 2010)

Cuadro 8. Cultivares en "Semi3", valores promedios de dos años de evaluación 2008/09 y 2009/10 (4 años en tratamientos 1 a 4 y 26 a 28).

		SSL				Rend(kg/ha)			%BT			% entero		
N°	Vr[1]	Prom	UEPL	UEPF	Vr[1]	Prom	UEPL	UEPF	Prom	UEPL	UEPF	Prom	UEPL	UEPF
1	98	9435	9698	9171	101	10012	10172	9851	66,8	66,7	66,9	53,5	55,1	52,0
2	95	9202	9341	9063	96	9516	9469	9563	68,8	68,9	68,7	58,2	60,0	56,4
3	94	9008	9581	8435	95	9476	9892	9060	67,9	68,1	67,7	56,9	58,8	55,1
4	90	8680	8750	8610	95	9469	9228	9710	67,1	67,7	66,5	51,5	55,3	47,7
5	84	8274	6706	9843	86	8528	6737	10320	69,0	69,5	68,5	58,8	60,8	56,7
6	79	7812	6340	9285	80	7938	6276	9600	69,6	70,0	69,3	61,6	63,7	59,5
7	86	8446	7263	9630	90	8961	7485	10437	69,4	69,6	69,1	56,1	59,4	52,8
8	76	7491	6549	8433	83	8260	6762	9758	67,9	68,3	67,6	55,1	60,8	49,5
9	98	9664	9607	9720	99	9854	9681	10026	68,6	68,8	68,3	59,7	60,6	58,7
10	78	7724	6187	9261	90	8951	7155	10747	68,8	68,9	68,6	48,5	46,5	50,5
11	98	9660	10211	9108	99	9840	10318	9362	68,2	68,7	67,8	60,0	60,7	59,3
12	98	9661	9885	9438	99	9845	9970	9720	68,4	68,9	67,9	59,7	60,5	59,0
13	94	9306	8770	9842	102	10119	9347	10892	68,7	69,2	68,2	56,8	58,6	55,0
14	88	8657	8228	9086	96	9506	8901	10112	69,3	70,0	68,6	54,7	56,5	52,9
15	71	7031	6506	7556	77	7690	6823	8558	67,8	67,9	67,7	56,9	58,6	55,3
16	76	7570	7074	8066	79	7851	7012	8690	68,3	69,2	67,5	58,5	62,2	54,8
17	77	7613	7372	7853	80	7981	7342	8619	69,1	68,9	69,2	55,9	61,1	50,6
18	78	7738	8326	7149	82	8141	8385	7897	65,5	70,5	60,6	55,9	59,6	52,2
19	74	7331	6541	8121	80	7940	6735	9145	68,9	69,4	68,4	57,9	59,2	56,5
20	69	6822	6377	7267	72	7127	6344	7909	70,0	69,5	70,4	58,6	60,9	56,3
21	77	7565	7744	7386	77	7605	7601	7608	70,1	70,8	69,3	62,8	63,7	61,8
22	90	8893	9001	8785	93	9192	8999	9385	69,0	69,1	69,0	59,7	61,7	57,6
23	72	7146	6024	8269	73	7224	5975	8473	70,0	70,0	70,0	61,2	61,5	60,8
24	84	8268	7790	8746	89	8812	7949	9675	68,5	68,4	68,6	53,6	58,8	48,4
25	74	7392	6040	8745	77	7634	6012	9256	67,8	68,3	67,3	58,8	61,7	55,9
26	105	10070	10019	10122	101	10045	9987	10102	68,6	68,8	68,4	62,2	62,5	61,9
27	105	10064	10302	9827	101	10047	10086	10008	68,7	68,9	68,5	62,9	62,6	63,1
28	104	9990	10392	9588	101	9993	10336	9651	69,3	69,4	69,2	61,7	60,7	62,6
31	97	9376	9816	8935	98	9766	10060	9472	68,2	68,5	67,9	59,8	60,5	59,1
32	103	9914	10028	9799	102	10081	10149	10014	67,8	68,0	67,6	59,1	59,2	59,1

	%Yesado			L	A	L/A	altura	cf	Pyri[2]
N°	Prom	UEPL	UEPF	Prom	Prom	Prom	UEPL	UEPL	UEPL
1	6,1	5,5	6,8	7,0	2,1	3,28	81	115	3
2	7,7	6,2	9,3	7,1	2,2	3,22	78	113	1
3	8,9	7,2	10,5	7,2	2,2	3,27	87	114	5
4	6,3	4,7	7,8	7,2	2,1	3,39	85	114	5
5	2,2	1,7	2,8	7,3	2,3	3,17	89	123	1
6	4,3	3,4	5,3	7,4	2,2	3,35	79	118	1
7	3,4	2,3	4,4	7,0	2,2	3,14	84	123	0
8	4,7	4,7	4,6	7,1	2,4	2,97	91	128	1
9	2,5	1,8	3,2	6,9	2,2	3,16	83	103	8
10	8,6	5,2	12,0	6,8	2,3	2,97	86	116	0
11	2,4	1,7	3,2	6,9	2,2	3,17	85	103	9
12	2,5	1,7	3,2	7,0	2,2	3,17	79	104	8
13	8,5	8,5	8,5	7,0	2,2	3,11	85	114	0
14	7,6	8,4	6,7	6,9	2,2	3,08	86	113	1
15	8,1	5,0	11,2	6,9	2,5	2,78	83	117	1
16	2,4	1,7	3,2	7,2	2,4	2,99	76	122	0
17	2,2	1,1	3,4	6,9	2,3	3,02	93	118	1
18	2,6	1,8	3,4	6,8	2,3	2,95	70	122	3
19	9,3	4,5	14,2	6,9	2,3	3,06	80	111	5
20	6,7	3,0	10,4	6,7	2,4	2,81	80	122	3
21	4,7	1,8	7,6	6,8	2,3	3,02	71	107	0
22	4,3	2,5	6,0	6,8	2,2	3,15	71	106	3
23	3,7	2,0	5,4	7,2	2,3	3,17	77	110	4
24	2,7	2,0	3,5	6,7	2,2	3,03	70	101	0
25	1,8	0,7	2,8	6,9	2,2	3,15	80	118	2
26	4,1	4,1	4,1	5,9	1,9	3,20	73	109	8
27	4,0	3,8	4,1	6,4	2,0	3,19	77	111	8
28	5,2	5,4	5,0	6,2	2,0	3,16	76	112	8
31	10,7	9,1	12,2	6,6	2,3	2,88	85	112	9
32	4,1	3,0	5,1	7,0	2,2	3,17	80	107	9

1= valor relativo al promedio de cultivares testigos (N°31: El Paso 144 y N°32: INIA Olimar) 2= evaluación de reacción a Pyricularia en cama de infección (S.Avila, 2010)

Cuadro 9. Cultivares en "Semi4", valores promedios de dos años de evaluación 2008/09 y 2009/10.

	SSL				Rend(kg/ha)				%BT			% entero		
N°	vr	Prom	UEPL	UEPF	vr	Prom	UEPL	UEPF	Prom	UEPL	UEPF	Prom	UEPL	UEPF
1	88	7972	8795	7148	92	8537	9181	7893	68.9	69.4	68.5	53.5	57.4	49.6
2	97	8802	9727	7878	100	9228	10022	8435	69.1	69.6	68.5	53.5	55.8	51.2
3	90	8191	8015	8368	94	8697	8334	9061	68.9	69.1	68.7	57.7	56.9	58.4
4	90	8188	8410	7967	88	8164	8267	8062	69.9	70.3	69.6	58.6	61.0	56.2
5	94	8543	8312	8773	92	8489	8084	8895	69.3	70.0	68.5	60.3	63.4	57.1
6	99	9002	9402	8602	102	9497	9763	9231	69.4	69.8	69.1	52.0	53.8	50.1
7	105	9575	9558	9592	102	9474	9426	9522	69.3	69.9	68.6	60.8	60.9	60.7
8	103	9311	10059	8562	102	9473	10014	8931	69.2	69.7	68.6	57.6	60.6	54.5
9	85	7682	8170	7195	81	7505	8000	7009	69.6	69.4	69.8	63.2	62.9	63.5
10	95	8593	8626	8560	98	9055	9125	8986	68.0	67.5	68.5	50.3	50.1	50.5
11	96	8740	9130	8349	92	8577	8875	8278	70.9	71.1	70.7	62.3	62.7	61.8
12	98	8900	9543	8256	96	8873	9314	8432	69.2	69.9	68.4	59.5	63.2	55.8
13	101	9203	9304	9102	101	9381	9323	9440	68.4	68.4	68.3	58.0	59.7	56.3
14	99	8989	9105	8873	102	9463	9342	9585	69.1	69.1	69.2	53.1	57.0	49.2
15	102	9224	9993	8454	103	9586	9990	9181	68.9	69.2	68.7	53.4	59.5	47.4
16	88	7970	8600	7341	89	8246	8511	7981	68.8	69.9	67.6	52.8	60.1	45.4
17	84	7652	7290	8014	82	7638	7209	8067	69.6	70.5	68.7	60.7	60.8	60.6
18	97	8822	9142	8501	97	8955	9076	8833	69.2	69.8	68.6	63.5	65.0	62.0
19	89	8076	8820	7332	88	8170	8863	7477	68.0	68.2	67.7	57.6	58.8	56.3
20	92	8315	8648	7983	94	8724	9078	8370	69.7	70.2	69.2	57.5	56.7	58.3
21	85	7744	8084	7403	90	8299	8460	8139	69.1	70.0	68.3	54.9	59.2	50.5
22	82	7419	7093	7745	80	7459	6994	7924	69.3	69.5	69.1	60.4	61.4	59.4
23	77	7031	7068	6995	85	7891	7310	8471	70.0	70.3	69.7	55.9	59.3	52.4
24	81	7337	7434	7239	83	7671	7582	7761	70.0	70.1	70.0	55.8	57.9	53.7
25	82	7427	7659	7195	86	7951	7928	7974	66.4	67.0	65.9	48.3	54.6	42.1
26	95	8594	8791	8396	97	8950	9106	8794	68.5	68.4	68.5	55.5	58.0	53.1
27	94	8541	9301	7781	99	9136	9400	8871	68.2	69.1	67.4	56.9	57.6	56.2
28	93	8408	8225	8590	94	8682	8482	8882	68.2	68.9	67.5	55.3	55.6	55.1
31	101	9167	9517	8817	101	9349	9566	9132	68.4	68.8	68.0	58.3	60.0	56.5
32	99	8991	9012	8970	99	9196	9111	9281	67.6	67.6	67.6	56.3	58.4	54.2

	%Yesado			L	W	L/W	altura	cf	pyri
N°	Prom	UEPL	UEPF	Prom	Prom	Prom	UEPL	UEPL	UEPL
1	6.8	6.8	6.9	6.82	2.33	2.93	76	114	4
2	4.1	3.6	4.6	6.77	2.33	2.91	84	114	1
3	10.2	5.6	14.8	6.83	2.27	3.02	79	122	5
4	1.2	0.9	1.4	7.17	2.25	3.18	72	125	5
5	2.4	1.9	2.9	6.98	2.39	2.92	78	125	1
6	4.6	4.2	5.0	6.81	2.37	2.88	77	106	1
7	1.8	1.9	1.8	7.21	2.37	3.05	75	111	1
8	4.2	3.6	4.8	7.17	2.38	3.01	73	109	0
9	0.7	1.0	0.5	6.51	2.22	2.94	82	103	2
10	1.3	0.9	1.7	6.54	2.20	2.99	77	119	3
11	3.0	1.2	4.7	6.75	2.25	3.00	77	123	5
12	1.9	1.8	2.1	7.19	2.38	3.02	74	122	3
13	3.3	2.1	4.6	7.23	2.42	3.00	77	115	2
14	4.5	4.3	4.8	6.74	2.27	2.98	74	109	3
15	3.3	2.8	3.8	6.80	2.25	3.02	78	110	5
16	2.0	1.6	2.4	6.76	2.26	2.99	79	111	4
17	3.4	2.4	4.5	6.93	2.26	3.07	74	115	0
18	9.4	7.7	11.0	6.46	2.27	2.84	72	115	0
19	1.0	1.0	1.0	6.89	2.18	3.17	79	113	5
20	9.5	10.0	9.0	6.48	2.29	2.84	78	117	2
21	8.2	10.6	5.7	6.74	2.43	2.77	80	108	2
22	2.6	0.5	4.8	7.14	2.16	3.30	69	101	2
23	7.8	7.3	8.3	7.12	2.23	3.19	85	118	1
24	6.4	4.6	8.2	7.19	2.22	3.25	78	120	1
25	0.9	1.1	0.7	6.54	2.20	2.98	80	114	0
26	5.6	7.2	4.0	6.98	2.21	3.16	78	113	0
27	2.9	2.8	3.1	6.84	2.24	3.06	73	119	0
28	3.3	3.4	3.1	6.74	2.26	2.99	71	119	0
31	5.2	6.0	4.4	6.52	2.33	2.80	76	107	9
32	2.2	1.9	2.6	6.83	2.22	3.08	69	103	9

1= valor relativo al promedio de cultivares testigos (N°31: El Paso 144 y N°32: INIA Olimar) 2= evaluación de reacción a Pyricularia en cama de infección (S.Avila, 2010)

CULTIVARES *JAPÓNICA* TEMPLADO

Fernando Pérez de Vida[1/], Juan Rosas[1/], Walter H. Silvera[1/]

INTRODUCCIÓN

Los ensayos de evaluación intermedia y preliminar se realizaron con 2 repeticiones y fueron sembrados el 10 de noviembre de 2009 en UEPL. Se utilizaron como testigos comunes a los 3 ensayos a INIA Tacuarí (potencial de rendimiento), C-289, M-202 y M-203. El rendimiento SSL promedio de estos (media corregida por mínimos cuadrados [JMP versión 7] fue de 8124, 7559, 8425 y 7872 kg/ha respectivamente. Dadas las condiciones ambientales particulares del año, en esa fecha se obtuvieron altos rendimientos en ensayos de "Epocas de Siembra" superiores a una fecha de octubre. El rendimiento medio de los ensayos fue de 7670 kg/ha en 115 cultivares evaluados; sin embargo, más de 30 cultivares rinden entre 9000 y 10900 Kg./ha, indicando el interesante potencial del germoplasma evaluado. La media de los 3 ensayos fue estadísticamente similar (medias corregidas por mínimos cuadrados de 7989, 7914 y 8023 kg/ha respectivamente en "gcym1", "gcym2" y "gcym3")

Cuadro 1. Flujo de germoplasma **Estable,** subtipo *Japónica* templado 2009/10.

Origen	Etapa de Evaluación	N (cultivares)
Ev. avanzada	Final[1]	1
Ev. intermedia	Avanzada	-
Ev. preliminar	Intermedia[2]	46
Selección local introducciones	Preliminar[3]	46
Reselección	Preliminar[4]	32

[1] Red nacional de evaluación de cultivares (acuerdo INIA-INASE); cultivar C-289. Ensayos de evaluación interna del programa de mejoramiento genético de INIA: [2] ensayo "gcym1", [3] ensayo "gcym2", [4] ensayo "gcym3". (UEPL, Treinta y Tres).

EVALUACIÓN INTERMEDIA

En el ensayo de cultivares en evaluación intermedia, se incluyó un grupo amplio de cultivares de origen local e introducido de varios orígenes. Algunos de estos son genotipos que las empresas agro-industriales han introducido inicialmente con propósitos comerciales; otros son introducidos por el programa con fines de investigación (Cuadro 2).

En particular resulta de interés la exploración de germoplasma de California, donde hay una extensa trayectoria de desarrollo de germoplasma japónica templado de alto potencial. Este ensayo se sembró de modo contemporáneo y contiguo a los de evaluación preliminar. El rendimiento de los testigos INIA Tacuarí y C-289 (comunes a todos los ensayos) fue de 7,5 y 6,8 ton/ha, respectivamente. Entre los materiales más productivos se encuentra la variedad californiana S-201 y varias líneas locales derivadas de esta (C-118, C-157, C-301, C-115, C-158), todos de granos cortos. En este grupo de alta productividad, y granos medios se destacan Bengal y SAP135 (Cuadro 3).

[1/] INIA Treinta y Tres

Cuadro 2. Lista de cultivares en ensayo gcym2, 2009/10

N°	Cultivar	Cruzamiento
1	C-111	Kshk/S201
2	C-113	Kshk/S201
3	C-115	Kshk/S201
4	C-116	Kshk/S201
5	C-118	Kshk/S201
6	C-124	Snsk/RU8801121
7	C-157	Snsk/S201
8	C-158	Snsk/S201
9	C-180	Snsk/L1892
10	C-205	Snsk/L1172
11	C-214	Snsk/L1172
12	C-215	Snsk/L1172
13	C-225	Snsk/Caraguatá
14	C-252	Fuzi102/L1892
15	C-286	Kshk/Tacuarí
16	C-288	Kshk/Tacuarí
17	C-293	Snsk/Pecos
18	C-301	Fuzi102/S201
19	SAP6	
20	SAP10	
21	SAP135	
22	SAP136	
23	SAP149	
24	SAP152	
25	SAP208	
26	Roma	
27	Perla	
28	EEA- 404	
29	Bengal	
30	Hispagran	
31	Thaiperla	
32	Balilla	
33	Hayate	
36	Yumanpey	
34	Milian 23	
35	Ilpumbyo	
37	INIA Tacuarí	
38	C289	Kshk/Tacuarí
39	M202	
40	m-101	
41	m-203	
42	m-301	
43	m-102	
44	s-201	
45	m-201	

En general se aprecia la menor productividad de variedades europeas y japonesas introducidas. Estas se destacan por tener valor comercial especial –en algunos casos mercados asociados a su denominación (por Ej.: Hayate, Yumanpey, Thaiperla, Hispagran, Roma, Perla)-, aunque con mediana adaptación a las condiciones locales. En estos casos la productividad es una característica de menor valor relativo, priorizándose características culinarias. Este parece ser un aspecto significativo para el segmento de mercado de granos cortos y medios. El avance de C-289 como línea promisoria responde a dicho criterio como se mencionara previamente.

Cuadro 3. Resultados de la evaluación de cultivares 2009/10 UEPL, GCYM2. Fecha de siembra 10 de noviembre de 2009

No. Trat	Cultivar	Vr1	SSL	Vr2	Rend	%BT	%ent	%Yes	%Manc	Largo	Ancho	L/W	Floracion	Altura	Pyri
44	S-201	159	11384	154	10983	69,7	66,6	4,9	0,1	5,10	3,01	1,70	87	84	9
5	C118	140	9987	135	9613	70,1	65,4	1,0	0,0	4,92	2,95	1,67	115	87	9
7	C157	139	9912	135	9593	68,9	65,8	1,2	0,3	4,99	2,91	1,72	117	79	9
29	Bengal	137	9788	133	9507	69,8	64,1	2,5	0,1	5,45	2,63	2,07	90	71	3
6	C124	133	9482	129	9187	69,1	65,6	4,1	0,4	5,11	2,69	1,90	84	80	5
12	C215	132	9466	127	9027	71,6	66,1	1,3	0,1	5,44	2,50	2,18	97	76	9
18	C301	132	9437	129	9170	68,8	64,9	2,4	0,2	5,02	2,90	1,73	109	80	9
21	SAP135	131	9380	127	9073	69,7	65,0	0,7	0,2	5,51	2,75	2,01	84	68	**1**
1	C111	131	9337	127	9013	69,1	66,1	1,0	0,2	5,10	2,90	1,76	111	81	9
11	C214	126	9034	121	8587	70,0	68,2	0,2	0,4	5,93	2,40	2,47	102	78	9
3	C115	124	8890	123	8740	69,3	62,3	1,2	0,2	4,89	2,76	1,77	109	75	9
8	C158	120	8562	117	8363	68,2	64,5	0,8	0,3	4,94	2,85	1,73	107	73	9
14	C252	116	8283	113	8063	68,7	64,8	3,3	0,2	5,34	2,62	2,04	85	70	0
17	C293	116	8267	117	8347	69,4	58,7	7,4	0,1	5,15	2,60	1,98	91	86	7
13	C225	112	8017	109	7770	69,0	65,3	1,0	0,4	5,12	2,62	1,95	86	69	6
9	C180	112	8013	111	7913	68,1	62,4	2,5	0,2	5,37	2,85	1,89	89	71	9
42	m-301	110	7880	107	7597	69,5	67,8	7,7	0,2	5,54	2,76	2,01	86	84	9
31	Thaiperla	110	7877	110	7817	69,8	67,1	10,2	0,1	5,10	3,03	1,68	88	78	9
4	C116	110	7860	107	7653	69,4	63,4	0,5	0,1	4,87	2,91	1,68	116	81	9
2	C113	110	7860	109	7740	67,9	63,1	0,1	0,2	4,90	2,76	1,78	119	77	9
35	Milian 23	109	7828	107	7620	68,4	65,0	1,4	0,3	4,87	2,90	1,68	100	65	5
10	C205	107	7679	104	7430	68,7	66,0	0,5	0,0	5,12	2,55	2,01	84	64	8
45	M-201	105	7482	101	7183	69,5	66,8	1,7	0,2	5,60	2,66	2,10	83	74	9
16	C288	103	7382	99	7083	69,8	66,6	1,9	0,2	4,90	2,97	1,65	111	75	8
30	Hispagran	103	7373	119	8483	68,1	62,6	37,0	0,0	5,39	3,01	1,79	86	77	9
25	SAP208	102	7278	99	7067	69,8	64,1	5,2	0,1	5,26	2,67	1,97	91	74	7
27	Perla	101	7225	101	7223	69,2	58,6	0,3	0,1	4,62	2,86	1,62	89	79	5
36	Ilpumbyo	100	7135	100	7130	69,1	58,5	0,9	0,0	4,64	2,84	1,63	90	83	6
22	SAP136	99	7112	100	7153	65,3	61,6	0,2	0,1	5,38	2,73	1,97	81	87	1
32	Balilla	98	7008	108	7700	67,7	51,9	15,7	0,2	4,64	2,87	1,62	87	80	9
33	Hayate	97	6941	96	6810	68,1	63,7	0,4	0,2	4,68	2,77	1,69	87	68	8
28	EEA- 404	92	6572	91	6507	69,2	62,0	4,4	0,3	5,80	2,55	2,27	99	108	5
26	Roma	92	6568	101	7183	66,1	61,6	21,8	0,2	5,49	2,97	1,85	84	104	9
20	SAP10	92	6565	105	7510	64,2	55,6	23,0	0,2	5,52	2,69	2,06	85	72	4
15	C286	84	6009	83	5880	68,2	64,2	2,5	0,9	4,85	2,88	1,69	109	77	8
19	SAP6	82	5878	82	5863	68,0	60,4	1,4	0,4	4,80	2,80	1,71	108	73	7
43	M-102	75	5377	72	5163	70,0	66,3	2,0	0,2	5,62	2,71	2,08	97	104	9
24	SAP152	75	5362	80	5690	65,1	52,2	3,7	0,2	5,00	2,74	1,82	86	84	5
40	M-101	73	5225	78	5523	67,1	50,1	4,2	0,1	4,89	2,70	1,81	81	69	9
23	SAP149	71	5102	81	5793	61,8	47,4	9,5	0,0	4,88	2,74	1,78	79	79	4
34	Yumanpey	69	4952	71	5063	67,9	55,8	0,7	0,3	5,29	2,51	2,11	99	73	5
37	Tacuarí	103	7360	105	7473	67,4	57,9	3,6	0,2	5,73	2,14	2,67	83	73	7
38	C289	97	6939	95	6773	69,3	62,6	1,3	0,3	4,82	2,89	1,67	111	75	7
41	M-203	112	8025	115	8210	68,8	63,4	14,5	0,2	5,69	2,77	2,06	85	78	9
39	M-202	100	7146	98	6963	69,2	64,0	0,7	0,1	5,40	2,79	1,93	83	73	9

EVALUACIÓN PRELIMINAR

Cuadro 4. Lista de cultivares *japónica* templado en evaluación preliminar. Año 2009/10 UEPL.

GCYM1		GCYM3	
N°	Cultivar	N°	Cultivar
1	Calady	1	C289-11
2	Prelude	2	C289-1
3	Magnolia	3	C289-2
4	Fortuna	4	C289-14
5	Calrose 1	5	C289-16
6	Ccalrose 2	6	C289-10
7	Early prolific	7	C289-3
8	Palmyra	8	C289-9
9	Vista	9	C289-7
10	Brazos	10	C289-4
11	Gody	11	C289-8
12	Golden steve	12	C289-17
13	Maxwell	13	C289-6
14	Terso	14	C289-13
15	M-202	15	C289-15
16	S-201	16	C289-12
17	M-201	17	C289-5
18	Orion	18	C289-1-12
19	Bengal	19	C289-1-6
20	Dellrose	20	C289-1-5
21	Dixiebelle	21	C289-1-13
22	Ddellmont	22	C289-1-14
23	Della	23	C289-1-2
24	Dawn	24	C289-1-10
25	Calmochi-201	25	C289-1-15
26	Akitakomachi	26	C289-1-1
27	Akiyutaka	27	C289-1-3
28	B85p2385	28	C289-1-8
29	Calmochi-101	29	C289-1-9
30	Calmochi-202	30	C289-1-4
31	Caloro	31	C289-1-7
32	Calpearl	32	C289-1-11
33	M-102	33	INIA Tacuarí
34	D16	34	C289
35	M-101	35	M-202
36	M-203	36	M-203
37	M-301		
38	M7		
39	Rexark rogue		
40	Rri-105		
41	S2-calpearl		
42	Ssorachi		
43	St25h		
44	St25m		
45	Toyonishiki		
46	Valencia 87		
47	INIA Tacuarí		
48	C289		

En evaluación preliminar se introdujeron en ensayos por primer año un grupo de 44 materiales introducidos (mayoría de origen USA) en ensayo “Gcym1” y 32 líneas experimentales originadas en reselecciones o variantes encontradas en C-289 (ensayo “Gcym3”). Los testigos comunes a ambos ensayos fueron INIA Tacuarí, C-289 y las variedades californianas M-202 y M-203 (Cuadro 4). Como se mencionara, los ensayos se sembraron contiguos y en la misma fecha (10 de noviembre de 2009). Se utilizaron 2 repeticiones en bloques completos al azr. El manejo fue el general para todos los ensayos del programa de mejoramiento genético. En el material introducido en “gcym1” hubo una gran dispersión en rendimientos, con una media de 6,8 Kg./ha. Los cultivares mas productivos alcanzaron más de 9 ton/ha, (promedio del tercio superior de 8,4 ton/ha) mientras Tacuarí y C-289 rindieron 8,7 y 6,8 ton/ha, respectivamente. El rendimiento en molino de este tipo de granos es muy alto de modo que la mayoría de los materiales tienen beneficios según los parámetros actualmente usados para la estimación de SSL. En el grupo se destacan por su alta productividad los cultivares Brazos, m7, M-201. En particular la variedad Orion (Arkansas, USA, 1992) presentó interesante potencial de rendimiento, buena calidad molinera, ciclo intermedio (91 dias) y resistencia a Pyricularia. Los ciclos a floración de la mayoría de los materiales fueron intermedios a los de los cultivares testigo (INIA Tacuarí [84 días], C-289 [l09 días]) (Cuadro 5).

Por otra parte, en el segundo ensayo “gcym3” constituido por material reseleccionado en C-289, se obtuvieron muy altos rendimientos (máximos superiores a 10 ton/ha). La media fue de 8,4 ton/ha, mientras que el tercio superior rindió 9,6 ton/ha. Los testigos INIA Tacuarí y C-289 produjeron 7,2 y 7,7 ton/ha respectivamente. Diez líneas rinden significativamente más que C-289. De modo llamativo, dichos cultivares de ciclos largos (110 días) y muy largos (130 días) expresaron alto potencial aun en una siembra del 10 de noviembre (Cuadro 6).

Cuadro 5. Resultados de evaluación preliminar de cultivares japónica templado, ensayo "gcym1". 2009/10 UEPL. Fecha de siembra 10 de noviembre de 2009

No.	Cultivar	Vr[1]	SSL	Vr[2]	Rend	%BT	%ent	%Yes	%Manc	Largo	Ancho	L/W	Floracion	Altura	Pyri
38	M7	124	9623	123	9108	70,2	69,1	0,6	0,2	5,55	2,75	2,02	97	93	9
10	brazos	123	9562	123	9122	70,4	67,4	4,7	0,2	5,31	2,78	1,91	86	86	8
17	m-201	121	9407	120	8875	70,6	69,7	1,0	0,5	5,62	2,69	2,09	86	73	9
44	st25m	120	9280	119	8808	69,8	68,9	0,6	0,4	5,66	2,80	2,02	85	84	9
18	orion	119	9204	118	8758	69,9	68,3	0,7	0,5	5,24	2,61	2,01	91	84	1
31	caloro	117	9091	116	8627	70,6	68,2	3,2	0,1	5,14	2,92	1,77	102	107	9
1	calady	114	8799	113	8373	70,1	68,0	3,2	0,1	5,69	2,83	2,01	106	110	9
16	s-201	112	8695	112	8340	71,0	69,5	7,6	0,2	5,11	3,00	1,71	89	78	9
30	calmochi-202	110	8487	112	8288	69,4	68,4	10,9	0,7	5,07	2,90	1,75	90	79	9
6	calrose 2	109	8439	109	8065	70,4	68,6	7,0	0,2	5,17	2,95	1,75	104	112	9
22	dellmont	109	8435	108	8003	70,5	68,4	2,1	0,1	6,40	2,36	2,71	92	68	1
29	calmochi-101	109	8416	110	8195	69,3	68,3	10,3	0,9	5,11	2,94	1,74	85	74	9
20	dellrose	108	8329	106	7869	70,4	69,3	1,3	0,4	5,22	2,58	2,02	86	69	1
15	m-202	106	8235	105	7775	70,6	69,6	0,7	0,4	5,76	2,78	2,08	84	84	9
11	gody	106	8230	106	7838	70,2	69,0	7,1	0,1	5,10	3,00	1,70	93	107	9
32	calpearl	106	8177	107	7906	68,7	66,1	2,8	0,4	5,50	2,92	1,88	82	71	9
46	valencia 87	103	7993	105	7824	68,1	64,2	0,8	0,3	4,97	2,95	1,68	85	73	9
33	m-102	101	7839	99	7315	71,5	70,8	0,4	0,4	5,80	2,70	2,15	101	110	9
5	calrose 1	101	7834	100	7427	70,3	69,1	0,6	0,3	5,76	2,81	2,05	99	111	9
14	terso	100	7779	98	7242	72,1	70,8	1,6	0,2	5,99	2,65	2,26	100	113	9
19	bengal	100	7731	99	7379	70,2	67,4	1,8	0,2	6,32	2,32	2,72	85	81	4
26	akitakomachi	99	7687	99	7342	69,5	68,2	0,5	0,4	4,94	2,85	1,73	84	76	4
7	early prolific	99	7629	99	7354	69,1	67,0	5,9	0,3	5,75	2,74	2,10	95	117	9
28	B85p2385	96	7449	96	7098	69,9	68,2	1,5	1,0	5,82	2,62	2,22	85	83	9
41	S2-calpearl	96	7430	98	7256	68,2	64,6	0,4	0,2	4,96	2,90	1,71	84	70	9
45	toyonishiki	94	7312	94	6940	70,4	68,1	0,4	0,1	4,90	2,86	1,71	88	84	5
9	vista	92	7152	90	6652	72,1	71,0	2,7	0,4	5,50	2,58	2,14	86	93	4
37	m-301	92	7114	91	6738	71,0	69,7	7,5	0,2	5,53	2,77	2,00	89	86	9
36	m-203	92	7111	91	6760	70,5	68,1	6,1	0,5	5,99	2,78	2,15	85	81	9
12	golden steve	88	6826	87	6475	70,6	68,3	0,9	0,2	5,41	2,47	2,19	98	106	1
24	dawn	85	6564	85	6302	69,2	67,0	0,3	0,4	6,21	2,02	3,07	96	104	1
27	akiyutaka	85	6553	85	6309	69,7	66,2	0,3	0,1	4,92	2,88	1,71	84	75	1
21	dixiebelle	84	6519	83	6177	70,4	68,7	0,1	0,4	5,94	2,18	2,72	89	63	1
43	st25h	82	6326	81	6027	69,6	68,1	0,4	0,5	5,59	2,78	2,01	83	77	9
3	magnolia	80	6214	80	5910	70,1	68,3	0,9	0,9	5,73	2,67	2,14	102	107	9
35	m-101	74	5738	74	5517	69,6	66,5	3,6	0,1	5,46	2,73	2,00	81	77	9
39	rexark rogue	74	5699	73	5402	70,2	68,9	0,2	4,1	5,35	2,31	2,32	110	109	5
40	rri-105	69	5333	76	5633	67,3	58,7	14,6	0,7	4,45	2,86	1,55	82	71	6
2	prelude	60	4612	59	4385	70,0	68,6	0,8	0,2	5,86	2,50	2,34	102	116	9
34	D16	58	4508	61	4558	66,8	59,0	0,0	6,9	5,16	2,39	2,16	90	68	9
25	calmochi-201	56	4345	59	4344	65,7	62,4	1,9	0,9	6,19	2,15	2,88	78	68	1
8	palmyra	54	4219	56	4119	68,5	64,6	1,8	0,6	5,53	2,55	2,17	86	106	5
13	maxwell	48	3742	50	3729	67,5	61,2	2,2	0,4	4,95	2,78	1,78	91	85	9
23	della	41	3161	52	3888	70,4	68,3	0,6	0,3	6,38	2,13	3,00	95	109	1
42	sorachi	40	3079	41	3020	67,9	63,8	0,3	1,2	4,57	2,78	1,64	67	65	6
4	fortuna	36	2751	36	2646	68,8	67,4	1,1	0,2	6,42	2,52	2,55	99	130	9
47	INIA Tacuarí	112	8709	114	8442	68,5	65,8	1,3	0,6	6,08	2,12	2,87	84	73	7
48	C289	88	6779	86	6400	70,5	69,0	0,4	0,2	4,90	2,94	1,67	109	81	8

Cuadro 6. Resultados de evaluación preliminar de cultivares japónica templado ensayo "gcym3". 2009/10 UEPL. Fecha de siembra 10 de noviembre de 2009

N°	Cultivar	Vr[1]	SSL	Vr[2]	Rend	%BT	%ent	%Yes	%Manc	Largo	Ancho	L/W	Floracion	Altura	Pyri
7	C289-1.3	146	10695	147	10767	68,4	65,7	14,1	0,3	4,97	2,85	1,74	112	85	8
27	C289-2.3	145	10664	138	10117	72,4	68,1	8,3	0,4	5,31	2,77	1,92	133	83	**5**
28	C289-2.8	139	10215	137	10063	70,4	65,7	10,9	0,3	5,28	2,82	1,87	133	79	**5**
21	C289-2.13	134	9836	134	9793	70,4	66,5	14,1	0,1	5,28	2,87	1,84	133	80	6
11	C289-1.8	133	9724	135	9877	68,9	63,1	12,8	0,2	5,08	2,92	1,74	113	89	8
31	C289-2.7	131	9629	126	9273	71,3	67,7	9,3	0,5	5,31	2,83	1,87	134	78	4
9	C289-1.7	129	9474	129	9477	68,9	66,0	12,5	0,2	4,92	2,87	1,72	113	81	8
32	C289-2.11	128	9403	123	9033	72,1	68,0	9,8	0,2	5,28	2,76	1,92	134	80	6
18	C289-2.12	123	8985	121	8847	70,0	65,0	10,0	0,3	5,23	2,82	1,86	133	79	6
6	C289-1.10	122	8956	124	9100	68,0	65,5	15,1	0,2	4,87	2,87	1,70	113	89	8
20	C289-2.5	121	8874	115	8457	71,3	68,3	7,8	0,4	5,35	2,76	1,94	134	79	6
25	C289-2.15	121	8866	121	8857	69,9	64,1	11,7	0,2	5,26	2,82	1,87	133	82	4
10	C289-1.4	121	8838	121	8837	68,6	65,9	12,9	0,1	4,86	2,77	1,75	113	80	8
29	C289-2.9	120	8832	121	8883	69,7	66,0	14,6	0,1	5,39	2,91	1,85	134	80	**1**
8	C289-1.9	117	8603	122	8913	67,4	64,4	18,5	0,3	4,81	2,82	1,71	114	86	8
2	C289-1.1	117	8586	119	8710	68,5	65,5	15,5	0,3	4,91	2,85	1,73	113	86	8
26	C289-2.1	116	8539	112	8210	71,8	67,5	9,4	0,4	5,25	2,83	1,85	134	82	**5**
23	C289-2.2	114	8386	112	8233	70,6	65,9	10,8	0,2	5,29	2,82	1,88	132	75	**5**
19	C289-2.6	112	8240	114	8390	69,2	64,0	14,5	0,3	5,17	2,79	1,85	133	77	**5**
12	C289-1.17	112	8195	107	7870	70,8	67,5	7,9	0,5	5,38	2,78	1,93	134	77	8
17	C289-1.5	110	8076	111	8163	68,4	65,5	14,5	0,1	4,88	2,87	1,70	114	80	7
30	C289-2.4	109	7979	110	8077	69,8	66,4	15,6	0,1	5,01	2,77	1,80	133	79	4
5	C289-1.16	108	7929	104	7637	71,6	68,7	10,7	0,4	5,25	2,76	1,90	134	77	**1**
3	C289-1.2	108	7922	106	7770	70,0	67,1	11,2	0,1	4,92	2,83	1,74	113	87	8
16	C289-1.12	107	7874	107	7847	68,4	65,9	11,6	0,2	4,83	2,74	1,76	113	89	8
22	C289-2.14	104	7607	102	7460	71,0	65,0	10,1	0,2	5,16	2,77	1,86	133	76	9
1	C289-1.11	102	7464	101	7427	67,9	64,5	9,0	0,3	4,93	2,82	1,75	115	84	8
4	C289-1.14	99	7282	97	7087	69,2	67,2	8,7	0,4	4,88	2,81	1,73	113	88	8
13	C289-1.6	96	7036	95	6963	68,6	65,8	10,3	0,2	4,91	2,85	1,72	113	90	8
14	C289-1.13	94	6914	94	6883	69,1	66,1	13,7	0,2	4,93	2,89	1,71	113	92	7
15	C289-1.15	93	6849	94	6890	68,2	65,4	12,7	0,2	4,87	2,80	1,74	115	86	7
24	C289-2.10	86	6329	82	6020	71,8	67,5	6,2	0,3	5,26	2,76	1,91	133	81	**1**
33	Tacuarí	96	7002	99	7243	67,5	59,4	11,4	0,1	5,88	2,21	2,66	83	75	5
34	C289	104	7661	105	7667	68,4	61,8	8,2	0,1	4,83	3,00	1,61	114	74	7
35	M202	117	8593	115	8447	69,2	62,1	2,6	0,2	5,51	2,89	1,91	84	75	9
36	M203	98	7181	108	7903	66,2	57,2	19,7	0,2	5,43	2,81	1,93	82	74	9

SELECCIÓN EN POBLACIONES SEGREGANTES

Pedro Blanco[1/], Fernando Pérez de Vida[1/], Federico Molina[1/], Walter H. Silvera[1/], Juan Rosas[1/], Graciela Arismendi[1/]

INTRODUCCIÓN

En la zafra 2009/10 se continuó con el proceso de selección para el desarrollo de cultivares de grano largo *Japónica tropical* (calidad americana), *Indica* (tropical), Clearfield, *Japónica templado* (granos cortos) y aromáticos. Se sembraron un total de 22.898 líneas segregantes en generaciones F3 a F6, en panojas por hilera. A éstas se sumaron 438 familias en generación F3 introducidas de FLAR (Indica) (Cuadro 1). Debido a los atrasos en la siembra causados por las lluvias ocurridas en noviembre, se decidió no sembrar las poblaciones F2 y la mayoría de las líneas segregantes F3, conservándose la semilla para la próxima zafra.

Respecto a la distribución de las líneas segregantes por objetivo de mejoramiento, de las 22.898 líneas F3 a F6 cultivadas, 59% fueron de calidad americana, 30% Indica, 6% Clearfield, 4% de granos cortos o medios y 1% aromáticas.

En 2009/10 también se cultivaron 94 poblaciones híbridas de diverso tipo de grano, provenientes de cruzamientos locales realizados en 2009, las cuales se cosecharon masalmente. De estas poblaciones F1, 45% correspondió a cruzamientos entre cultivares de calidad americana, 19% entre cultivares Indica, 8% a cultivares Clearfield y 19% a granos cortos o medios, mientras que el 9% restante fue entre cultivares de distinto tipo de grano.

MATERIALES Y MÉTODOS

La siembra de la mayoría de los materiales segregantes se realizó entre el 27/11 y el 18/12/09, luego de culminada la siembra de ensayos de rendimiento, comenzándose con las líneas segregantes más avanzadas de tipo tropical y de calidad americana, y finalizando con las poblaciones F4 de calidad americana y F5 Clearfield. Una excepción estuvo constituida por algunas poblaciones Indica, las cuales fueron sembradas el 20/10, junto con los primeros ensayos de rendimiento, para posibilitar la expresión de su potencial de rendimiento y verificar su tolerancia a bajas temperaturas en etapas tempranas. Entre éstas estuvieron las familias F3 introducidas de FLAR, así como líneas Indica F6 provenientes de selección en materiales FLAR introducidos anteriormente.

[1/] INIA Treinta y Tres

La siembra fue realizada con una sembradora experimental Hege 90, en hileras individuales (panojas por hilera) de 4,5 m, para las generaciones F3-F6. Las familias F3 provenientes de FLAR, fueron sembradas en parcelas de 6 hileras de 2 m de longitud. Por su parte, las poblaciones híbridas fueron sembradas en macetas, en invernáculo, y posteriormente se transplantaron al campo 50 de ellas, permaneciendo las restantes en invernáculo.

Se realizó una fertilización basal de 16,2 kg/ha de N, 72 kg/ha de P_2O_5 y 23,4 kg/ha de K_2O. Posteriormente se realizaron dos aplicaciones de urea, en macollaje y primordio, de 23 kg/ha de N cada una.

El control de malezas en las poblaciones convencionales se realizó con aplicaciones terrestres de diversas mezclas de herbicidas: Propanil + Facet + Command + Cyperex (4,5 + 1,4 + 0,8 l/ha + 0,20 kg/ha); Ricer + Command (0,2 + 0,9 l/ha); Power Rango + Command (2 + 0,9 l/ha). En las poblaciones Clearfield se realizó una aplicación terrestre de Kifix + Plurafac (0,21 kg/ha + 0,2 l/ha).

MATERIALES SELECCIONADOS

Como resultado del proceso de selección en las líneas segregantes y poblaciones de diverso tipo de grano, para la zafra 2010/11 se dispone de 11.947 panojas a ser sembradas en hileras individuales, 94 poblaciones masales F2 y 1.403 líneas experimentales F6 a F7 que están siendo evaluadas por calidad molinera, para definir cuales ingresarán a evaluación preliminar (Cuadro 1). A estos materiales deberán sumarse 14.492 panojas F3 y F5 que fueron seleccionadas en la zafra 2008/09 y conservadas, así como 48 poblaciones F2.

Materiales de calidad americana

Poblaciones híbridas (F1). Las 42 poblaciones F1 fueron cosechadas masalmente, dando origen a las poblaciones F2 para la próxima zafra. A estas se sumarán las 48 poblaciones F2 que fueron conservadas.

Panojas seleccionadas. En las líneas segregantes F4 y F5 de calidad americana (Japónica tropical) cultivadas en 2009/10, se seleccionaron un total de 6.468 panojas para continuar el proceso en la zafra 2010/11 (Cuadro 1), lo que constituye el 55% del total de panojas seleccionadas. A estas se sumarán las 7.921 panojas F3 conservadas.

Líneas seleccionadas. En generación F6, de las 4.243 líneas de calidad americana cultivadas, se seleccionaron 777 líneas experimentales por características agronómicas, las cuales están siendo analizadas por calidad molinera, para definir las que ingresarán a evaluación preliminar en 2010/11 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Selección en poblaciones segregantes. Número de hileras y poblaciones cultivadas en 2009/10, número de panojas y líneas experimentales seleccionadas para la próxima zafra y poblaciones y panojas conservadas de la zafra anterior.

Tipo	Generación	Poblaciones masales cultivadas	Líneas segregantes cultivadas	Panojas seleccionadas	Líneas experimentales seleccionadas	Poblaciones masales conservadas	Panojas conservadas
Japónica tropical	**F2**	-	**-**	-	-	48	-
	F3	-	-	-	-	-	7921
	F4	-	8130	5675	-	-	-
	F5	-	1065	793	-	-	-
	F6	-	4243	-	777	-	-
Clearfield	**F3 ****	-	-	-	-	-	3053
	F5 **	-	1336	860	-	-	585
Indica	**F3 INIA**	-	-	-	-	-	2933
	F3 FLAR	438	**-**	1536	-	-	-
	F5 FLAR	-	2268	1903	-	-	-
	F5 FLAR***	-	1953	-	334	-	-
	F5 INIA	-	1712	90			
	F6 FLAR	-	607	-	165	-	-
	F6 local		264	-	79		
	SSD	-	99	-	48	-	-
Gr. Cortos y Medios	**F3**	-	800	800	-	-	-
	F5	-	171	90	-	-	-
Aromáticos	**BC F3**	-	250	200	-	-	-
Total		-	**22898**	**11947**	**1403**	**48**	**14492**

* Poblaciones de diverso tipo de grano, cosechadas masalmente.
** Poblaciones Indica y de calidad americana.
*** F5 proveniente de contra estación en Colombia.

Materiales Clearfield

Poblaciones híbridas (F1). Las 8 poblaciones F1 Clearfield cultivadas en 2009/10 fueron cosechadas masalmente, para iniciar el proceso de selección en F2 en la próxima zafra. Parte de estas poblaciones F2 provienen de retrocruzamientos hacia progenitores locales de calidad americana y tropicales.

Panojas seleccionadas. En las líneas segregantes F5 Clearfield se seleccionaron un total de 860 panojas para continuar la selección individual en 2009/10 (Cuadro 1), representando el 7% del total de panojas seleccionadas. Las líneas segregantes F5 provienen en su totalidad de cruzamientos entre cultivares de calidad americana, mientras que las 3.053 panojas F3 conservadas pertenecen a numerosas poblaciones de tipo tropical.

Materiales de los Subtipos *Indica* y *Japónica* Templado

Generación de variabilidad genética: Cruzamientos. En la pasada zafra se realizaron un total de 44 cruzamientos entre simples (34), triples (9) y múltiples (1). La generación de nuevas poblaciones se orientó a varios objetivos: desarrollo de germoplasma Indica de alto potencial (10 cruzamientos); desarrollo de materiales con resistencia a *Pyricularia* mediante backcrosses (8 cruzamientos). En ambos casos se trabaja sobre background genético adaptado, incluyendo como parentales a variedades locales. Por otra parte se realizaron 18 cruzamientos en germoplasma *Japónica* Templado (granos cortos y medios), incluyendo parentales de buena adaptación local y particular tolerancia a bajas temperaturas. En este respecto, se utilizaron cultivares tolerantes del subtipo *japónica* tropical ("grano largo americano"): L2825CA e INIA Tacuarí (aportando este último también en potencial de rendimiento). Por ultimo, se hicieron cruzamientos entre materiales de los subgrupos mencionados.

Las poblaciones desarrolladas son indicativas de algunos de los objetivos planteados en el programa de mejoramiento. La incorporación de resistencia a *Pyricularia* ha tenido desde el comienzo del presente Plan Indicativo de Mediano Plazo (PIMP) (2006/07 a 2010/2011) una fuerte priorización. La estrategia principal ha sido la de incorporación de genes mayores de resistencia incluyendo el uso de retrocruzas con INIA Olimar y El Paso 144, apoyado por el uso de marcadores moleculares. El objetivo buscado es piramidar los genes Pi-1, Pi-2 y Pi-33, como vía de obtener niveles de resistencia durable al patógeno. Al momento se tienen plantas en estadio BC2F1 que se conoce cuentan con los dos primeros genes mencionados. En la zafra venidera se proyectan los primeros cruzamientos para incorporar el Pi-33. Resultados preliminares obtenidos por S. Ávila (com. pers. 2010) indicarían una relativa mayor contribución de Pi-2 a la resistencia a los linajes de mayor incidencia sobre las variedades indicas actuales. Como segunda estrategia para este objetivo, se realizaron cruzamientos con parentales con resistencia durable (introducidos en un vivero FLAR con ese propósito), y cultivares FLAR de reacción resistente en cama de infección (S. Ávila 2009).

Por otra parte, se generaron poblaciones orientadas a la búsqueda de genotipos de mayor productividad, basado en parentales adaptados a las condiciones locales.

Cuadro 2. Flujo de germoplasma Segregante (subtipos Indica y Japónica templado) 2009/10.

Generación	Origen	Siembra (pob/hil)	Selección (pan/hil)
F2	FLAR	-	-
	INIA	16	2933[(1)]
F3	FLAR	438	1536
	INIA	16	SSD
		800[(2)]	800
		250[(3)]	200
F4	FLAR	-	-
	INIA	-	-
F5	FLAR	2268	1903
	INIA	1712	90
Re-selección	FLAR/INIA		330
F5[(4)]	FLAR	1953	334
F6	FLAR	607	165
	INIA	264	79
	SSD	99	48

1 Material seleccionado en 2008-09 (no sembrado en 2009/10). 2 Material Japónica templado (granos cortos y medios). 3 Material aromático. 4 F5 proveniente de contra estación en Palmira, Colombia. Números subrayados son número de poblaciones y/o familias. SSD= descendencia por semilla simple.

Por último, a continuación de un proceso de introducción de germoplasma *japónica* templado (granos cortos y medios) se han seleccionado parentales que contribuyen al desarrollo de nuevas poblaciones. Germoplasma de California y Arkansas ha presentado interesante adaptación, incluyendo tolerancia a bajas temperaturas (por ej cv. M-202) y productividad (cv. Orion).

Poblaciones segregantes. En 2010/11 se recibirán 200 poblaciones F2 generadas por FLAR, a las cuales se le suman 25 de origen local. De acuerdo al Cuadro 1 se dispondrá para la siguiente zafra de 2.933 hileras en F3. Estas provienen de 16 poblaciones locales (mayoría cruces de variedades locales con líneas FLAR). En esta generación también se dispondrá de germoplasma "FLAR Templado" (793 entradas). En F4 se sembrarán aproximadamente 2.500 hileras. De estas, unas 1.500 son granos largos índicas (origen FLAR), 800 de germoplasma *japónica* templado (cruces locales) y 200 originadas en retrocruzas de cultivares locales con germoplasma tradicional iraní (aromáticas). Las líneas F6 serán 2.300 aproximadamente, incluyendo material en reselección. Por otra parte, ingresarán a primera evaluación en ensayos de rendimiento (con 2 repeticiones) en 2010/11, líneas en generación F6 y F7; en el campo se seleccionaron aprox. 650 hileras, su número final queda supeditado a los resultados (datos aún no disponibles) de análisis de molino (analizador de imágenes S21).

Las 414 líneas ingresadas a ensayos en 2009/10 deberán ser reevaluadas debido a que los ensayos Semi E1-1 a E1-9 fueron afectados por granizo próximo a cosecha. Se evaluó la incidencia de "Espiga erecta" por lo cual se descartaron 18 cultivares experimentales. Los ensayos Semi E1-10 y 11 y vivero FLAR –germoplasma FLAR Trópico- destinados a Artigas (UEPF) no fueron sembrados debido a que las condiciones climáticas no permitieron la siembra temprana. Todo este grupo de materiales se sumará a la evaluación de la siguiente zafra, por lo cual además sus resultados no se reportan en la siguiente sección.

ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO DE ARROZ

ASPECTOS DE LA ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO DE ARROZ EN URUGUAY: I. ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LOS ÚLTIMOS 15 AÑOS

Fernando Pérez de Vida[1/]

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se realizó un análisis de la productividad de arroz en los últimos 15 años, cubriendo el periodo de las zafras agrícolas 1995/96 a 2009/10. El objetivo principal del mismo es contribuir a comprender aspectos de eco-fisiología de la producción de arroz en Uruguay, en particular el efecto de las condiciones climáticas asociadas a diferentes fechas de siembra en la productividad en un entorno de altos rendimientos. Esto permitirá alcanzar una estimación del potencial de producción del ambiente y de las tecnologías en uso en el área comercial. La definición del período de análisis esta acorde con el propósito general ya que durante el tiempo mencionado se consolida el uso de cultivares de alto potencial y se mantiene una relativa homogeneidad en el germoplasma. En el recambio varietal, la variedad Bluebelle –buque insignia de la producción de arroz moderna en Uruguay-, pierde relevancia cediendo área de siembra principalmente a El Paso 144, INIA Tacuarí y posteriormente a INIA Olimar. La incorporación de tecnologías –incluyendo las variedades de origen local- significó un incremento de 51 % en el rendimiento nacional respecto a los 15 años previos (1980-1994). Los resultados de este análisis permitirán generar nuevas hipótesis de trabajo experimental con aplicación al mejoramiento genético.

RENDIMIENTO NACIONAL EN LOS ULTIMOS 15 AÑOS

El rendimiento nacional por ha (Rend ton/ha) presenta una tendencia lineal creciente a lo largo de las 15 zafras analizadas (Figura 1). El ajuste de una regresión Rendimiento vs. Zafra indica que de modo significativo (P=0,0027) se obtuvo una tasa de incremento en la productividad de aprox. 128 kg. Ha^{-1} $año^{-1}$. La media de rendimiento en el periodo fue de 6,78 ton/ha; obteniéndose al final del periodo los niveles mayores de productividad (entorno a 8 ton/ha, en 3 de los últimos 5 años).

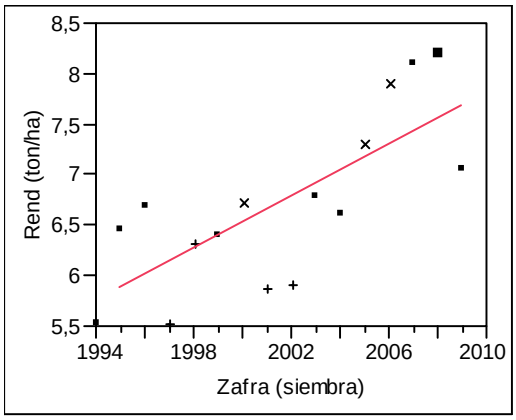


Figura 1. Regresión de rendimientos nacionales y zafras agrícolas 1995/96 a 2009/10.

VARIEDADES SEMBRADAS

El periodo estudiado comprende el comportamiento productivo de tres cultivares que en suma ocupan la mayoría (95,7%) del área de siembra nacional; de ésta, más del 80% (media= 81,9%; b=1,264 ns, P=0,07) es realizada con 2 cultivares del subtipo *Indica*, semienanos, de porte de planta erectos, de alto potencial de rendimiento, ciclos intermedio (INIA Olimar) a largo (El Paso 144) y susceptibles a Pyricularia.

El Paso 144, lanzado en 1986 (Chebataroff, 1985), se siembra en el 1% del área de la empresa SAMAN en la zafra 1988/89; 5 años después representa el 50% del área y al comienzo del periodo de este estudio (1995/96) ocupa el 74% del área de dicha

[1/] Técnico INIA Treinta y Tres

empresa (SAMAN, registros internos). En la totalidad del área nacional este cultivar ha sido el predominante, ocupando un 65,3% en promedio del periodo, con valores extremos de 60% (1998/99) y 74% (2003/04) (DIEA, 2007). El Paso 144 mantiene una tendencia estable de siembra (b =0,198 ns, P=0,447) en el periodo comprendido (Figura 2). INIA Olimar, último cultivar lanzado por el Programa de Mejoramiento Genético de INIA, alcanza un promedio de 14,8%. El novel cultivar presenta una tendencia de siembra incremental significativa (b=2,361*, P=0,0272) (Figura 3).

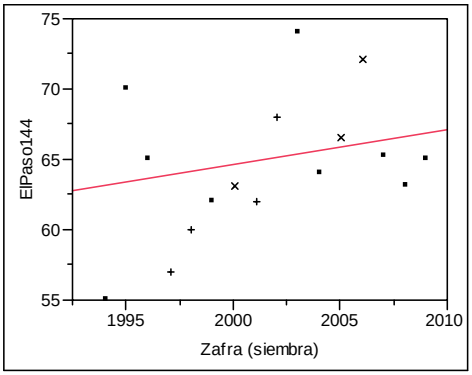


Figura 2. Porcentaje del área de siembra nacional realizada con cv. El Paso 144. R^2=0,062 ns Prob > F: 0,3696. El Paso 144 = -436,095 + 0,2503571*Zafra (siembra)

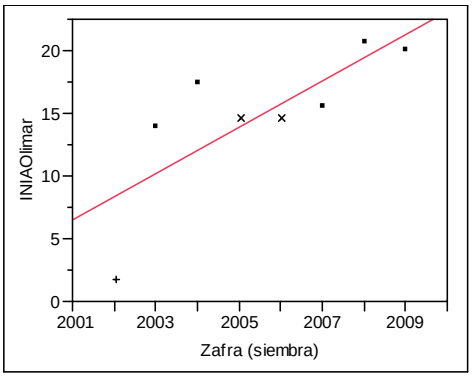


Figura 3. Porcentaje de área de siembra nacional realizada con cv INIA Olimar. R^2= 0,603* Prob>F: 0,0027. INIA Olimar = -3690,625 + 1,847619*Zafra (siembra)

Por otra parte, INIA Tacuarí alcanza aproximadamente un tercio del área en las zafras 1996/97 y 1997/98; posteriormente, su utilización decae significativamente (b=-1,206*, P=0,0485), con un porcentaje de siembra promedio de 21,5%. INIA Tacuarí es un cultivar *japónica*-tropical, sustituye estrictamente a Bluebelle en su destino de comercialización ("calidad americana").

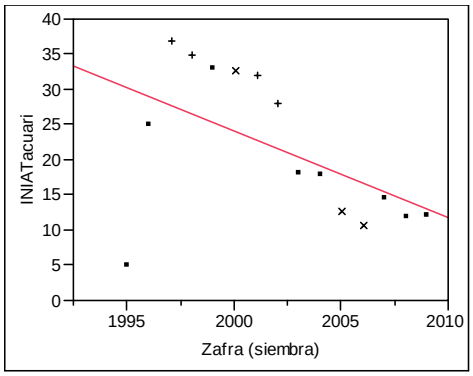


Figura 4. Porcentaje de área de siembra nacional realizada con cv INIA Tacuarí. R^2=0,272* Prob>F 0,0461. INIA Tacuarí = 2501,24 - 1,2385714*Zafra (siembra).

Los tres cultivares presentan alto potencial de rendimiento. En condiciones experimentales, y en una serie de 19 ensayos en 4 años de alta productividad (2005/06 a 2008/09) y tres sitios (Paso de la Laguna, Treinta y Tres; Cinco Sauces, Tacuarembó; Paso Farías, Artigas), INIA Olimar obtiene un rendimiento promedio de 9786 kg/ha y El Paso 144 de 9348 kg/ha (Pérez de Vida, 2009).

Por otra parte, INIA Tacuarí en 13 ensayos - excluyendo siembras tardías- en Paso de la Laguna (serie 2001/02 a 2008/09), presentó un rendimiento inferior a las variedades mencionadas, obteniendo un promedio de 7247 kg/ha vs. 8007 kg/ha de El Paso 144 y 8489 kg/ha de INIA Olimar. Según el análisis de varianza y separación de medias los tres cultivares difirieron estadísticamente entre ellos (P=0,05). La productividad de INIA Tacuarí fue 16,5% superior a Bluebelle (6222 kg/ha), en los mismos ensayos.

En condiciones comerciales, en los últimos 6 años el rendimiento físico de El Paso 144 fue significativamente superior al de los otros dos cultivares (Tabla 1). El rendimiento obtenido fue de 154.7, 148.9 y 147.8 bolsas/ha (ó 7.8, 7.6 y 7.5 ton/ha, medias ponderadas por área) para El Paso 144, INIA Tacuarí e INIA Olimar, respectivamente.
Así mismo, en el promedio de los cultivares, los mayores rendimientos se obtuvieron en

la región Norte del país, siendo estadísticamente diferentes a los obtenidos en la región Este (Tabla 1). La interacción año*región de producción es significativa, siendo la región Centro la más productiva en la zafra 2009/10; por otra parte, la correlación de los rendimientos en la región Este con los rendimientos nacionales es altamente significativa (r=0.986, P=0.0001, n=15).

Tabla 1. Rendimiento físico (1) (bolsas/ha) en cultivos comerciales en 6 años (2004/05 a 2009/2010). Análisis ponderado por área (has) sembrada por cultivar.

Cultivares			*Rendimiento*
El Paso 144	A		154,7
INIA Tacuarí		B	148,9
INIA Olimar		B	147,8
Regiones			*Rendimiento*
Norte	A		154,4
Centro	A	B	150,9
Este		B	146,1

(1) rendimiento físico es rendimiento de grano sin considerar ponderación de premios/castigos por calidad molinera (porcentaje de blanco total, de granos enteros, yesados y manchados). Bolsas de arroz son bolsas de 50 kg. (Estimado de la totalidad del área nacional, fuente: empresas arroceras agroindustriales SAMAN, CASARONE, Glencore, Arrozal 33, Coopar SA).

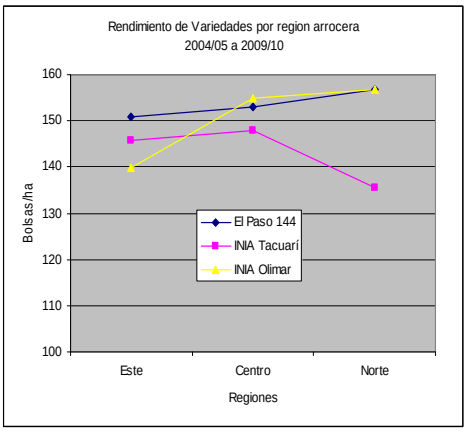


Figura 5. Rendimiento (bolsas/ha) de cultivares en áreas comerciales en las tres regiones principales de cultivo. (Región Este comprende los departamentos de Rocha, Lavalleja, Treinta y Tres, y Cerro Largo; Región Centro comprende los departamentos de Tacuarembo y Rivera; Región Norte comprende los departamentos de Artigas, Salto y Paysandú).

La tendencia en productividad de los cultivares en las diferentes regiones presenta variaciones que son detectadas como significativas en el análisis de varianza incluyendo al factor cultivar*región (datos no mostrados). Se destaca una mayor productividad de INIA Olimar en la zona norte del país (Figura 5), y la menor adaptación de INIA Tacuarí a la misma. El comportamiento superior de INIA Olimar, en productividad física y calidad molinera (datos no mostrados) explican su incremento en el área de siembra de la región norte a expensas de El Paso 144 (Figura 6).

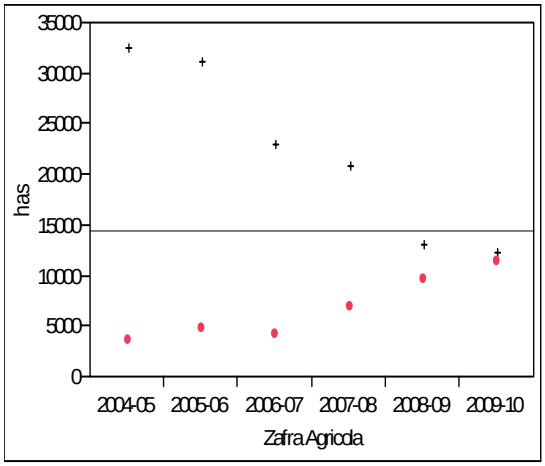


Figura 6. Evolución del área de siembra de INIA Olimar (símbolo= .) y El Paso 144 (símbolo=+) en la región Norte del país.

PRINCIPALES PRACTICAS CULTURALES

La información utilizada en esta sección tiene su origen en registros productivos de la empresa SAMAN. Dicha empresa ha sido a lo largo del periodo estudiado en este trabajo la de mayor área en el país. Su cobertura abarca en promedio un 60% del área nacional. Se asume que el paquete tecnológico promovido por SAMAN y aplicado por los productores vinculados a la empresa, no difiere sustancialmente con lo que realizan productores de otras empresas agro-industriales. Por ende los resultados serian extrapolables a todo el universo de la producción arrocera del país.

Control de malezas: área con herbicidas

El control de malezas es una práctica cultural ampliamente expandida en el cultivo de arroz en Uruguay. El área bajo control químico alcanza una media de 87%, presentando una tendencia creciente hasta

valores próximos al 100% en las últimas zafras (Figura 7). Considerando el perfil de los productores de arroz y su amplia adopción de técnicas culturales, la masiva difusión del uso de herbicidas, podría deberse a la intensificación del uso del suelo y la menor utilización de áreas vírgenes (campo natural) y retornos de largo plazo.

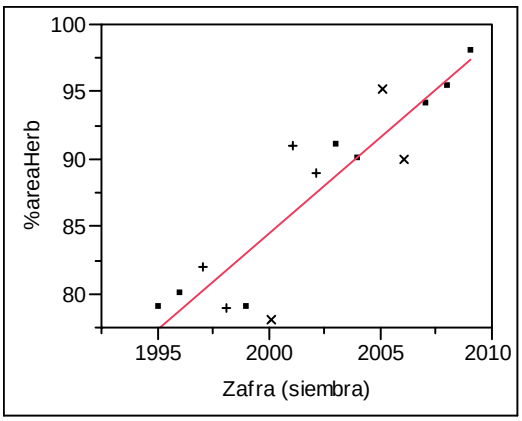


Figura 7. Regresión de % de área con aplicación de herbicidas y zafra agrícolas 1995/96 a 2009/10.

Nutrición del cultivo: área con fertilización

Fertilización Basal

La fertilización basal presenta una casi completa adopción en el área de cultivo (99,2%), presentando una muy escasa variación en el periodo (b=0,124, P=0,233)(Figura 8).

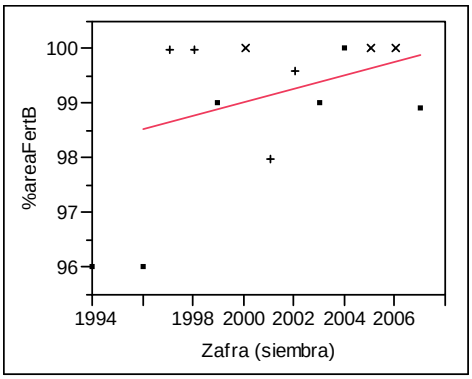


Figura 8. Regresión de % de área con fertilización basal y zafra agrícolas 1995/96 a 2009/10.

Las unidades de nitrógeno aplicadas como fertilización basal, siguen similar tendencia a % de área mencionado, con escasas variaciones interanuales en el periodo. La media fue de 16, 6 kg N^{-1} ha^{-1}.(Figura 9).

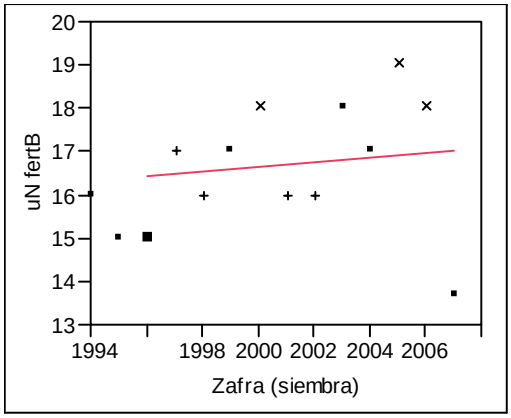


Figura 9. Regresión de unidades de nitrógeno aplicadas en fertilización basal y zafra agrícolas 1995/96 a 2009/10.

La fertilización basal con P_2O_5 presenta una leve tendencia a la baja en su dosis, (b=-0,554, P=0,113), con un valor medio de 60,6 unidades de P_20_5 ha^{-1}.(Figura 10).

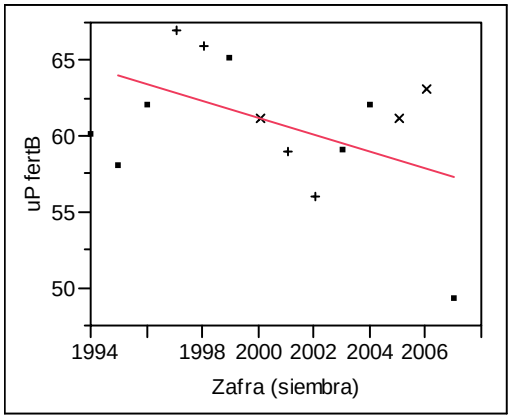


Figura 10. Regresión de unidades de fósforo aplicadas en fertilización basal y zafra agrícolas 1995/96 a 2009/10.

La fertilización con K presenta una adopción con dosis crecientes en el periodo (Figura 11), lo cual indica posiblemente una respuesta a la necesidad de reponer los niveles del nutriente en suelo, producto de la intensificación del cultivo; así como por su efecto sinérgico con niveles medios a altos de aplicación de N y P_2O_5, con particular impacto en mejorar la tolerancia a enfermedades de tallos.

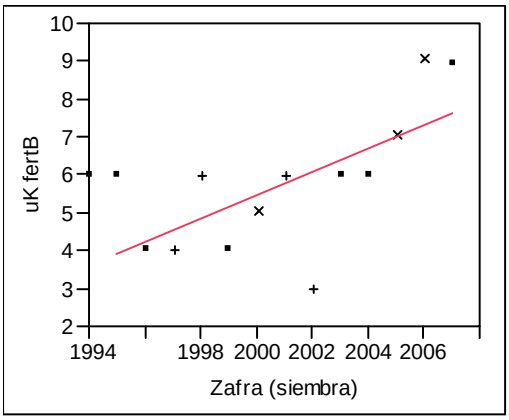


Figura 11. Regresión de unidades de potasio aplicadas en fertilización basal y zafra agrícolas 1995/96 a 2009/10.

Fertilización en Coberturas

La aplicación de fertilizante en cobertura comprende el uso del nitrógeno de forma fraccionada e integra aplicaciones en estadios de macollaje o primordio y su combinación. Su uso esta ampliamente extendido en la producción de arroz del país, y se justifica en una mayor eficiencia de uso del nutriente en la medida que su fraccionamiento permite acompasar las necesidades del cultivo (Deambrosi, Méndez, 2008, Evatt y Hodges, 1975). La tendencia a lo largo del periodo es a un uso creciente, con una media de 90% de adopción (Figura 12).

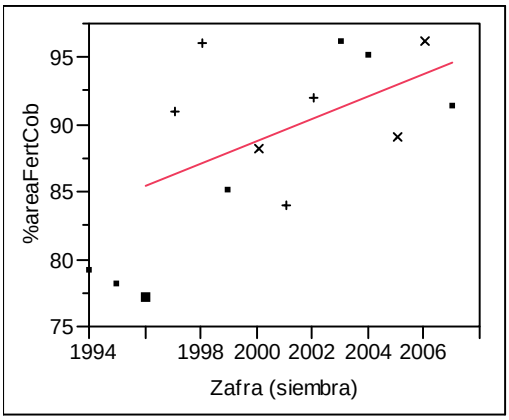


Figura 12. Regresión de % de área con fertilización en cobertura y zafra agrícolas 1995/96 a 2009/10.

La cantidad de N aplicado como cobertura también presenta una moderada tendencia creciente de menos de 1 kg ha^{-1}.$año^{-1}$ (b=0,705 ; P=0,0579), con una media de 35,5 kg ha^{-1}.(Figura 13)

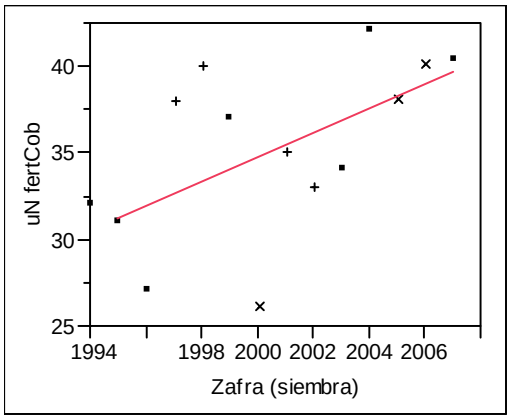


Figura 13. Regresión de unidades de nitrógeno aplicadas en cobertura (macollaje + primordio) y zafra agrícolas 1995/96 a 2009/10.

El total de N aplicado al cultivo, por ende, presenta una evolución significativa en el periodo(b=0,805; P=0,0385); con un valor medio de 52 kg ha^{-1}.(Figura 14)

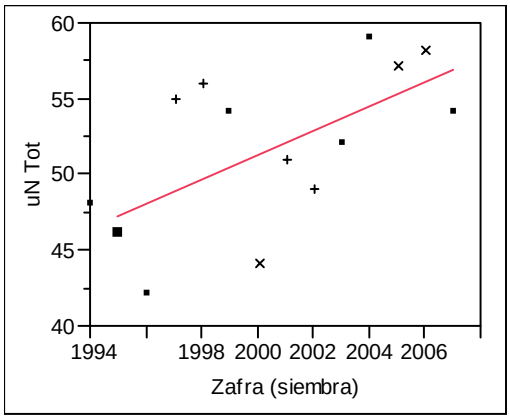


Figura 14. Regresión de unidades de nitrógeno total aplicadas y zafra agrícolas 1995/96 a 2009/10.

Control de enfermedades a hongos: área con fungicidas

El % de área con aplicación de fungicidas ha sido una de las prácticas con mayores cambios en el periodo 1995-2010. Su adopción presenta una alta tasa (más de 4% de incremento anual), lo cual seria indicativo de un incremento en la presión de enfermedades a hongos (Figura 15).

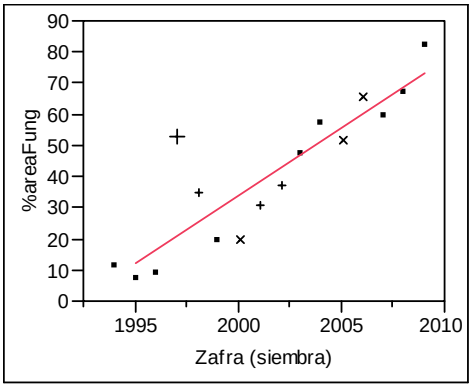


Figura 15. Regresión de % de área con aplicación de fungicidas y zafra agrícolas 1995/96 a 2009/10.

Rendimiento y prácticas de manejo

En este periodo de 15 años, la alta adopción de técnicas y tecnologías en el cultivo de arroz ha permitido obtener un rendimiento promedio de 6,78 ton ha^{-1} así como alcanzar productividades en el entorno a 8 ton. ha^{-1} en algunos años de la serie. Sin embargo, la variación de los rendimientos nacionales –aunque crecientes- no reflejó estrictamente las variaciones en los niveles de adopción de las mismas. En este sentido, el análisis de correlación de % de área bajo uso con agroquímicos (herbicidas, fertilizantes y fungicidas), y dosis de nutrientes vs. rendimiento, distingue como significativa su asociación con % de área con Herbicidas (r=0,534 , P=0,0406), fungicidas (r=0,499, P=0,0578) y unidades de K a la siembra (r=0,823, P=0,005).

Tabla 1 Coeficientes de correlación de rendimiento y parámetros de practicas culturales

Coef. de Correlación (r): Rend (ton/ha) Vs			
Variable	r	n	Prob
%areaHerb	0,5335	15	0,0406
%areaFung	0,4998	15	0,0578
%areaFertB	0,0961	13	0,7547
uN fertB	0,0096	13	0,9752
uP fertB	-0,4406	13	0,1318
uK fertB	0,8239	13	0,0005
%areaFertCob	0,2156	13	0,4793
uN fertCob	0,2497	13	0,4106
uN Tot	0,2377	13	0,4343

Sin embargo, y más allá de la simple asociación de variables, mediante un análisis de regresión múltiple incorporando las variables mencionadas, el método stepwise identifica a unidades de K a la siembra como la única variable asociada causalmente a la variación en rendimiento.

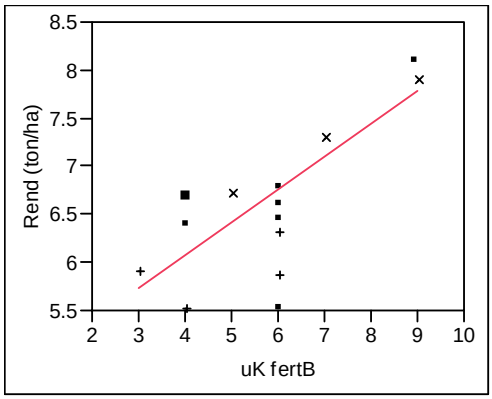


Figura 16. Regresión de unidades de potasio aplicadas en fertilización basal y rendimiento nacional en zafra agrícolas 1995/96 a 2009/10.

De acuerdo a este análisis ni el control de malezas o enfermedades ni la fertilización nitrogenada han tenido impacto en las variaciones en el rendimiento. La masividad de su uso en el sector arrocero ha establecido el alto nivel general de rendimientos (6,78 ton/ha). Alguna de las posibles causas podrían ser que su empleo creciente (por ej: fungicidas) este asociado a problemas crecientes (incidencia de hongos) y no en una utilización preventiva que permita la sinergia con otras practicas (aumento de la fertilización N). El mayor uso del recurso nitrógeno proveniente de fertilizantes no ha tenido una respuesta significativa en la variación de los rendimientos. De modo hipotético se podrían asumir varias razones para esta falta de respuesta en producción: la tasa de incremento anual es baja (menos de 1 kg ha^{-1}); el fertilizante agregado suple el aporte que de forma natural hacia el suelo en condiciones de menor intensidad de uso; otros nutrientes estarían limitando la respuesta; la mayor disponibilidad de N aumenta la incidencia de enfermedades a hongos y reduce la tolerancia a bajas temperaturas de los cultivos.

En tanto, el incremento en % de área con uso de herbicidas podría relacionarse a la utilización creciente de áreas de campo con problemas recurrentes de malezas, probablemente asociados a una mayor intensidad de uso o áreas con topografías marginales. En ese escenario, otros recursos (fertilidad, deficiencias

nutricionales, topografía) actuarían como limitantes del rendimiento, aun bajo un buen control de malezas. Es de considerar, -aun que no cuantificado en este análisis-, que se acepta en general que los principios activos utilizados permiten muy buenos niveles de control. Tampoco se reportan problemas de resistencia en las poblaciones de malezas (N.Saldain, com pers 2010), con la única excepción –aun minoritaria en área- de arroz rojo en campos bajo tecnología Clearfield® (Pérez de Vida, 2009).

CONCLUSIONES

En el período de 1995/96 a 2009/10, la productividad promedio nacional de arroz ha presentado una media de 6.78 ton/ha. Mediante regresión simple se estima un crecimiento anual de la productividad de 128 Kg./ha/año. Dicho promedio es 51% superior a la de un periodo precedente similar. Este cambio en la productividad ocurrió con una estructura varietal relativamente estable. Durante el mismo se consolidó el recambio varietal utilizándose en el 95% del área variedades de selección local. El Paso 144 ha sido la principal variedad utilizada (65% del área), siendo parcialmente desplazada por INIA Olimar –mayoritariamente en el norte del país-. INIA Tacuarí es el tercer cultivar con una utilización decreciente por los productores. El uso de estos cultivares de alto potencial ha permitido la exploración de un alto potencial en el marco de una profunda adopción de otras prácticas culturales principales (fertilización, control de malezas y enfermedades). Las variaciones en el rendimiento en el período por ende no se explican por las variaciones en el nivel tecnológico el cual se demuestra ser alto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DIEA 2010 Serie encuestas N°291.

MGAP variedades de arroz 1980

SAMAN Registros internos.

Pérez de Vida, F; ROSAS J; SALDAIN N; BONNECARRERE V Ecofisiologia del cultivo de arroz: Evaluación del riesgo de flujo génico entre arroz cultivado Clearfield y arroz rojo. In: Jornada Anual de Presentación de Resultados Experimentales de Arroz, 2008 Treinta y Tres Arroz Resultados Experimentales 2007-2008. Series Actividades de Difusión..2008.

Evatt NS., Hodges RJ. 1975. Developing efficient systems of fertilization of rice. In: Six decades of rice research in Texas, Research Monograph 4 June 1975. pp 31.

ASPECTOS DE LA ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO DE ARROZ EN URUGUAY: II. IMPORTANCIA DE LA FECHA DE SIEMBRA EN LA PRODUCTIVIDAD

Fernando Pérez de Vida[1/]

INTRODUCCION

En las condiciones del Este del país, de relativa marginalidad térmica para el cultivo de arroz (32 a 34 grados latitud Sur), se conoce la importancia de la fecha de siembra como primer medida de manejo para ubicar el desarrollo fenológico del cultivo en concordancia con la esperada oferta ambiental (Blanco y Pérez de Vida 1994). En un cultivo bajo riego, los parámetros de temperatura y radiación son los más relevantes a tener en cuenta para ajustar la demanda biológica por el cultivo y la oferta que esperamos del ambiente. En este sentido es conocida la respuesta varietal de las diferentes variedades en las condiciones del Este del país; destacándose la mayor adaptación de INIA Tacuarí a condiciones de siembra tardía (Blanco et al, 1993). Con información de la empresa SAMAN cubriendo el periodo de las zafras agrícolas 1995/96 a 2009/10, se analiza la distribución del área de siembra.

FECHAS DE SIEMBRA

En el periodo considerado y para todo el país, se destaca que las siembras se han concentrado en su mayor parte en los meses de octubre y noviembre, siendo menor la realización de siembras en septiembre y diciembre, por diferentes motivos (Figura 1). La siembra muy temprana se ve limitada por condiciones ambientales (exceso de humedad y baja temperatura en los suelos), mientras que las tardías se evitan por la mayor incidencia de bajas temperaturas y menor disponibilidad de radiación afectando las condiciones de crecimiento del cultivo en etapas de concreción del rendimiento.

En los 60 días de octubre y noviembre se ha concentrado el 88% del área de siembra. El rendimiento nacional se correlacionó correlación fue más significativa con el área sembrada tardíamente (2da quincena de noviembre + 1era de diciembre, r= -0,660, P=0,0054) (Figura 2). El signo negativo es indicador del efecto adverso en el rendimiento de la siembra tardía.

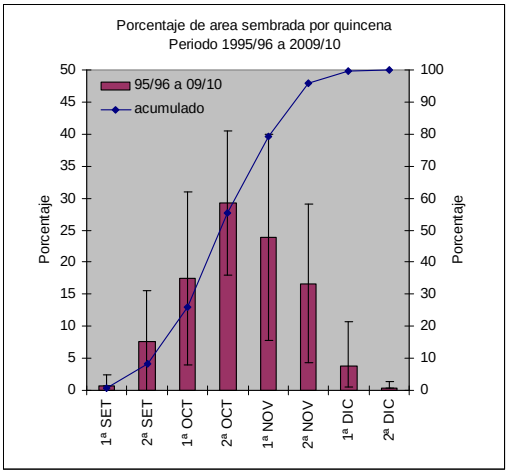


Figura 1. Distribución quincenal promedio del área de siembra nacional en la serie 1995/96 a 2009/10.

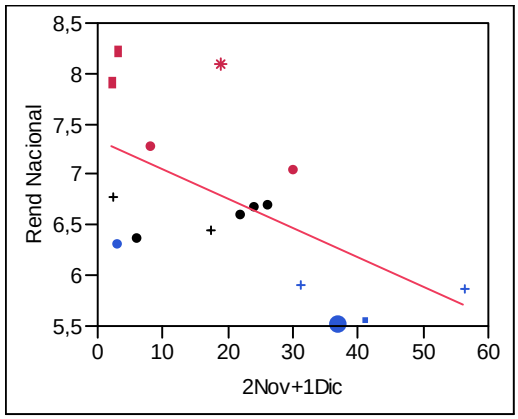


Figura 2. Regresión del rendimiento nacional con porcentaje del área de siembra tardía (2da quincena de noviembre [2Nov] + 1era quincena de diciembre [1Dic]).

Más de un 20% del área de siembra nacional se ubicó en promedio del periodo en fechas subóptimas para el posterior desarrollo del cultivo (Figura 1). En dos años de la serie se sembró aprox. un 20% del área en el mes de diciembre. La segunda quincena de

[1/] Técnico INIA Treinta y Tres

noviembre con una media de 17% presenta registros de generosa amplitud (2 a 40%). Estas variaciones en las fechas de siembra del cultivo fuera del período óptimo, serían indicativos de la variabilidad climática –régimen de lluvias- en la primavera. De este modo el porcentaje de siembra tardía (2nov+1dic) se relacionaría causalmente al nivel de precipitaciones del mes de noviembre (pp nov, R^2=0,330, P=0,0316, modelo seleccionado por método Stepwise) (Figura 3).

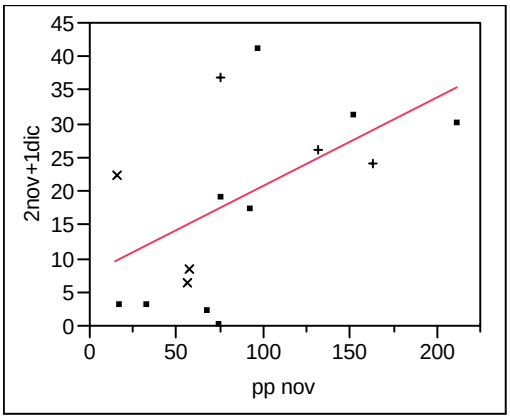


Figura 3. Regresión de porcentaje del área de siembra tardía (2da quincena de noviembre + 1era quincena de diciembre) con nivel de precipitaciones en el mes de noviembre, en la serie 1995/96 a 2009/10.

La relación de los rendimientos nacionales con la distribución del área de siembra se aprecia en figuras 4 y 5.

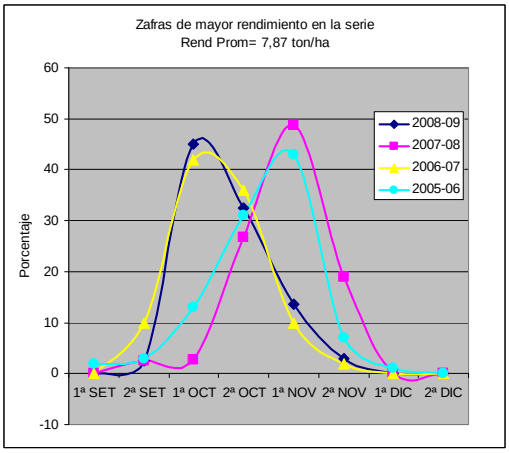


Figura 4. Porcentaje de área de siembra por quincena, en años de alta productividad en la serie 1995/96 a 2009/10. Datos de todo el país. (Fuentes: SAMAN, DIEA)

Los cuatro años de más alto rendimiento (promedio 7,87 ton/ha, figura 4) presentan mayores porcentajes de área sembrada en octubre e inicios de noviembre, en cambio las zafras menos productivas (rendimiento promedio = 5.48 ton/ha, figura 5) se obtuvieron en años con mayor área sembrada en la 2da quincena de noviembre y diciembre.

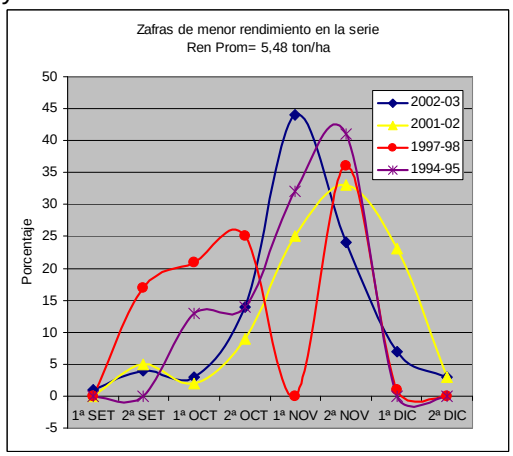


Figura 5. Porcentaje de área de siembra por quincena, en años de baja productividad en la serie 1995/96 a 2009/10. Datos de todo el país. (Fuentes: SAMAN, DIEA)

Como se mencionara INIA Tacuarí se caracteriza por una mayor adaptación a siembras tardías (Blanco et al, 1993), dado por un ciclo más corto a floración y principalmente debido a mayor tolerancia a bajas temperaturas en estadios reproductivos (Pérez de Vida, 1998, 2007). El área cultivada con Tacuarí, no se relaciona (r=0,08 ns) con el porcentaje de área realizada como siembra tardía en cada zafra; por lo cual se puede asumir que la decisión de siembra de INIA Tacuarí no esta determinada por las condiciones ambientales de un año particular. Esto indicaría que el uso de este cultivar esta en parte asociado a su valor productivo intrínseco, y no en un rol complementario de "cola de siembra" relacionado a su mayor tolerancia a bajas temperaturas. Sin embargo, en los últimos 6 años se aprecia una tendencia a retrasar la fecha de siembra de INIA Tacuarí e INIA Olimar respecto a El Paso 144, estrategia adecuada a los ciclos de vida de cada cultivar (Tabla 1). Sin embargo, considerando la información disponible para estos cultivares, sería deseable que los cultivares

Índica hubiesen completado su área de siembra a esa fecha (15 de noviembre), dejando el área remanente para su uso con INIA Tacuarí.

Tabla 1. Porcentaje promedio de área sembrada por variedad en las 6 ultimas zafras (2004/05 a 2009/10).

	El Paso 144	INIA Tacuarí	INIA Olimar
% de área de siembra hasta la 1er quincena de			
Octubre	32	13	23
Noviembre	94	71	82

En un porcentaje no totalmente cuantificado en este análisis, la inserción de INIA Tacuarí en los esquemas de siembra incluye su uso como "cabeza de siembra" como parte de estrategias de planificación de cosecha (por Ej., 11% de siembra en septiembre de 2008/09).

No se dispone información cuantitativa del uso complementario de variedades por parte de los productores. La alta relevancia para la cadena agro-industrial arrocera de la trazabilidad varietal podría ser una limitante para que el productor individual adopte un cambio varietal en corto plazo (una o dos semanas) -aun afectando un área menor de siembra, pausible de implantación tardía-. En algunos años de condiciones climáticas extremas (por ejemplo 2009/10) la disponibilidad de semilla podría ser una limitante para la consecución de la siembra del área tardía con el cultivar más adaptado.

CONDICIONES AMBIENTALES ESPERABLES SEGÚN FECHAS DE SIEMBRA.

En las condiciones del Este del país el atraso de la fecha de siembra supone exponer el cultivo a un ambiente productivo más carente en recursos, principalmente radiación solar. Considerando valores históricos de radiación (serie de años 1974 a 2010, UEPL), un cultivar con requerimientos térmicos similar a INIA Olimar (Méndez, 2010) tendría disponibles menores recursos energéticos para llenado de granos en una siembra tardía (15 de noviembre), respecto a siembras de mediados de octubre. Para siembras posteriores (15 de diciembre, Figura 6) serán aun más limitantes, afectando la productividad desde el inicio del periodo reproductivo (primordio). En términos relativos, el atraso en fecha de siembra desde el 15 de octubre a 15 noviembre supone una reducción del 8% en la disponibilidad de radiación en el periodo de llenado de granos. Una siembra del 15 de diciembre presenta una reducción esperada en recursos fotosintéticos del 16 y 24% en prefloración y llenado de granos respectivamente, comparado con fechas óptimas (Figura 6).

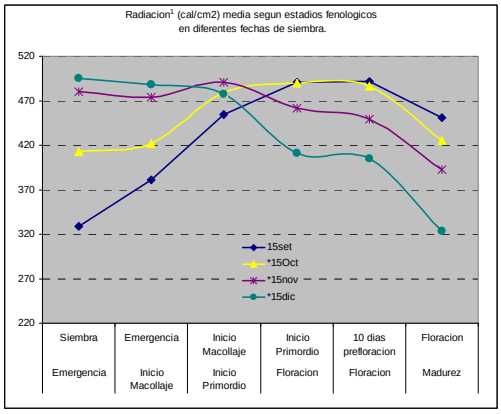


Figura 6. Niveles promedio de radiación disponible en diferentes estadios fenológicos en 4 fechas de siembra basados en datos meteorológicos históricos y requerimientos térmicos de INIA Olimar (ciclo intermedio)

La disminución en radiación disponible para llenado de granos en la medida que se atrasa la fecha de siembra es en términos absolutos y también relativos a los niveles disponibles en estadios previos (Figura 6). Para una siembra de mediados de diciembre se dispondría de 21% menos de radiación en post-floración respecto al periodo previo a floración (embuchado). En siembras del 15 de noviembre la disminución seria del 15%. La real magnitud de estos valores podría variar según el ideotipo del cultivar en uso. La disminución en la energía fotosintética disponible para el llenado de granos podría ser parcialmente compensada por la acumulación de reservas de carbohidratos en tallos y vainas en prefloración, en cultivares con esta capacidad. Se conocen reportes de cultivares que traslocan eficientemente dichas reservas durante el llenado de granos, contribuyendo a este proceso en hasta 30 a 40% (Tsunoda 1984; Wu G. et al 1998).

La fecha de siembra supone además exponer el cultivo a diferentes regimenes térmicos en diferentes estadios (Figura 7).

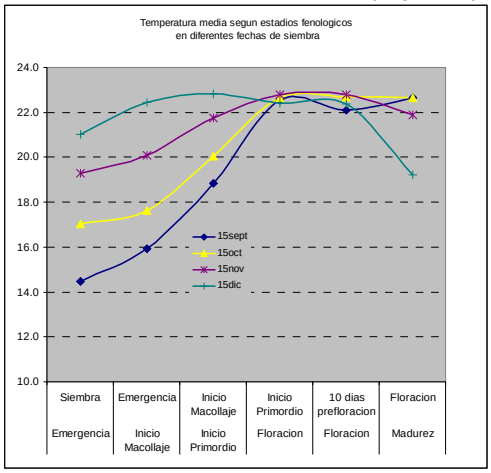


Figura 7. Niveles promedio de temperatura media en diferentes estadios fenológicos en 4 fechas de siembra basados en datos meteorológicos históricos y requerimientos térmicos de INIA Olimar (ciclo intermedio).

El arroz es susceptible a bajas temperaturas en diferentes estadios: vegetativo, reproductivo y llenado de granos (Murata y Matsushima, 1975). En las condiciones del Este del país, la ocurrencia esperada de baja temperatura nocturna, -potencialmente en detrimento de los procesos de formación de granos de polen-, son de similar entidad y probabilidad para un periodo de 70 a 75 días desde inicios de enero a marzo (datos en anexo). En dicho periodo existe un 30% de probabilidad de ocurrencia de temperaturas nocturnas por debajo del umbral de 15 grados Celsius. Sin embargo, para la serie de fechas de siembra simuladas, un cultivar de ciclo de vida intermedio (INIA Olimar) no se expondría a estreses diferenciales en prefloración (Figura 7).

De igual manera, es notoria la estabilidad en la temperatura media decádica desde inicios de enero a inicios de marzo; en cambio la radiación media decae aprox. 20% en ese mismo periodo (Figura 8), también Roel y Baethgen (2005).

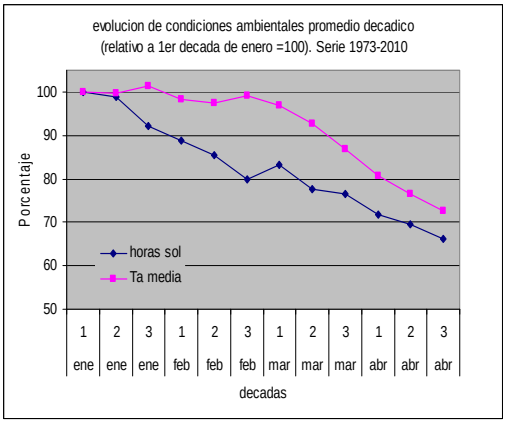


Figura 8. Temperatura y radiación media por década en enero a abril. Valores relativos a 1era década de enero=100). Serie de datos 1973-2010. Paso de la Laguna, Treinta y Tres

CONCLUSIONES

De acuerdo a este análisis, y a lo reportado por Deambrosi et al (1997), para la zona Este del país, donde se realiza aprox. un 60% del área nacional, se puede enfatizar en la mayor importancia relativa de la siembra en fecha temprana (periodo de hasta 45 días desde inicios de octubre) como vía de ajustar los requerimientos foto-energéticos del cultivo con la disponibilidad esperada. Dentro de ese rango de siembra y hasta 30 días posteriores (15 de diciembre) no deberían esperarse frecuencias diferenciales para eventos de baja temperatura en enero, febrero y primeros días de marzo (también Roel 1994), coincidentes con momentos críticos de microsporogénesis (desarrollo de granos de polen). En otros términos, considerando la oferta ambiental esperada de radiación y temperatura la ventana de siembra limitada por eventos de baja temperatura tiene una mayor amplitud, respecto a las limitaciones que impone la rápida declinación en los niveles de radiación en siembras tardías. De este modo, la tolerancia a bajas temperaturas en prefloración en el germoplasma es una condición necesaria pero no suficiente para mantener el rendimiento ante condiciones que dificulten la siembra en épocas adecuadas. Esta conclusión acordaría con los resultados obtenidos en condiciones experimentales, así como en áreas comerciales que relacionan la caída del rendimiento con mayor porcentaje de área de siembra en época tardía (2nov+1dic). En la

medida que el sector productor logre continuar disminuyendo el porcentaje de área de siembra en 2da quincena de noviembre y diciembre, se ampliará la posibilidad de explorar un mayor potencial de rendimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blanco P.; Pérez de Vida, F.; Píriz M., INIA-Tacuarí. Nueva variedad de arroz precoz de alto rendimiento. Ed. 1, Montevideo, INIA, 1993, v. 1, p. 10, ISBN: 997455649x

Blanco P.; Pérez de Vida, F. Mejoramiento Genético. In: Jornada Anual de Presentación de Resultados Experimentales de Arroz, 1994 Treinta y Tres Arroz Resultados Experimentales 1993-94. Series Actividades de Difusión N°25. 1994.

Deambrosi E., Méndez R., Roel A. 1997. Estrategia en la producción de arroz para un mejor aprovechamiento de las principales variables climáticas. Serie Técnica 89. INIA Treinta y Tres.

Méndez R. 2010. Boletín Agroclimático. INIA Treinta y Tres.

Murata Y., Matsushima S., 1975. Crop physiology some case history. Edited by LT Evans. Cambridge University Press.

Roel A., Baethgen W. 2005. Asociación entre fases de “El Niño” y la producción arrocera de Uruguay. Serie Técnica 148. INIA Treinta y Tres.

Wu G., Wilson L.T., McClung A.M. 1998. Contribution of rice tillers to dry matter accumulation and yield. Agronomy Journal 90:317-323.

IMPACTO AMBIENTAL DE LA TECNOLOGÍA CLEARFIELD EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE ARROZ CONTRASTANTES DE AMERICA LATINA: FLUJO GÉNICO ENTRE ARROZ CULTIVADO-ARROZ MALEZA

Fernando Pérez de Vida[1/], Juan Rosas[1/], Victoria Bonecarrère[2/]

INTRODUCCIÓN

En la zafra 2009/2010 basados en la colecta de material vegetal de arroz rojo (O.sativa L.) obtenida en el año 2007/2008, que se reportara en Informes de actividades de 2008 y 2009, se realizaron estudios de resistencia/susceptibilidad de plantas de arroz maleza a herbicidas de la familia imidazolinonas (nombre comercial: Ki+Fix, BASF®) bajo condiciones controladas. Adiconalmente se ajustaron las técnicas moleculares para la confirmación de la presencia de alelos de resistencia en plantas que resultaron “fenotípicamente” resistentes.

Se reporta un primer avance de resultados de la caracterización molecular de individuos identificados como resistentes a dosis 2x de los herbicidas imidazolinonas.

A) Screening de poblaciones muestreadas a campo mediante dosis letales de herbicidas imidazolinonas.

MÉTODOS

Se realizó el screening de resistencia/susceptibilidad de semillas de arroz maleza (complejo rojo/negro) obtenidas en campos comerciales: 1) "Arrozal Treinta y Tres" (departamento de Treinta y Tres) y 2) Establecimiento “El Espinillar” (Salto). Mediante esta técnica se intentó corroborar y eliminar falsos positivos de plantas encontradas en campo, lo cual reduciría el número de individuos a ser estudiados finalmente por métodos moleculares. A partir del material foliar de individuos resistentes se obtuvo ADN para estudios con técnicas moleculares. Se obtuvieron además muestras de semillas.

[1/] INIA Treinta y Tres
[2/] INIA Las Brujas

Historia de uso de la tecnología Clearfield en los sitios de colecta

1) "Arrozal Treinta y Tres" (departamento de Treinta y Tres). En este sitio se realizó un único cultivo de arroz cv. CL161 (BASF) en la zafra 2005/2006; en la zafra siguiente (2006/2007) el campo se mantuvo libre de cultivos y con laboreos de preparación ("laboreo de verano") para la implantación de un cultivo de arroz en la zafra 2007/2008 (A. Platero, com.pers., 2008). Este se realizó con el cultivar convencional El Paso 144 (no CL), y fue en el cual se obtuvieron las plantas de arroz rojo analizadas en el presente trabajo. Se obtuvieron muestras de 50 puntos.

2) Establecimiento "El Espinillar" (Salto). Para esta localidad se desconoce el historial de uso de la tecnología, excepto de la información disponible para el año de colecta y el año previo. En el sitio se muestrearon 3 áreas en las que se cultivaba la variedad convencional El Paso 144; dos de ellas con uso anterior (zafra 2006/07) de imidazolinonas y cultivares CL –Avaxi (híbrido, RICETEC) y Puitá (cultivar, INTA)- y en un área sin aplicación y con El Paso 144. En el año agrícola 2007/2008, se obtuvieron muestras de un total de 70 puntos (Saldain y Lopez), de los cuales 25 correspondieron a arroz rojo en el sector sin uso de la tecnología en el año previo.

El material colectado en estos sitios, fue georeferenciado en microescala (diversos puntos en cada campo comercial); sin embargo se utilizó un método diferente en cada sitio, se cosecharon como panículas individuales en el sitio 1 y de modo masal en el sitio 2. Cada punto dentro de un campo comercial representaba un "manchón" o spot en el que convergían varias plantas (en el orden de 10 a 50 aprox en un radio de unos 10m.), de algunas de las cuales se obtuvo una muestra de semillas, siguiendo el criterio anteriormente mencionado en cada sitio.

Para el grupo de semillas en **1)** se realizó la siembra en almacigueras en invernáculo, manteniendo identidad por familia (semilla de una misma panícula en "hilera" de almaciguera). Se dispone de identificación numérica y geo-referencia para cada planta, pudiéndose trazar de esa manera el origen de cada planta individualmente y relacionarla a una historia de manejo reciente del sector del campo al que pertenecieron. Se sembraron 4 semillas por cuadro de almaciguera en una misma línea (11 cuadros), siendo aproximadamente 44 semillas de cada panícula, conservándose el resto de las semillas de cada panícula. La aplicación de herbicida se realiza cuando tienen un desarrollo de 5 y 6 hojas.

Fotografía 1. Detalle de siembra de panículas de arroz rojo por hilera de almaciguera

Para el grupo de semillas colectadas en sitio **2)** se aplica el mismo método de siembra pero en cada hilera de la almaciguera se encuentran semillas sin relación de descendencia (originadas en varias plantas). Al momento de aplicación del herbicida las plantas cuentan con 3-4 hojas.

En cada almaciguera se siembran dos hileras de cultivares testigos tolerante a imidazolinonas (Puitá INTA) y susceptible (El Paso 144) (líneas rojas en foto 2).

Aplicaciones de herbicida "Ki+Fix". Se realiza una doble aplicación de dosis simple, con diferencia de 15 días entre ellas. Corresponde al tratamiento de la totalidad de las semillas en grupos 1) y 2). La metodología es la misma para ambos grupos de semillas, aunque esta se realiza desfasadamente en el tiempo por razones de disponibilidad de espacio en invernaculo para las almacigueras.

Fotografía 2. Detalle de siembra de hileras testigos (Cultivar Puita CL y El Paso 144)

El día 31/12/2009, se realiza la primer aplicación con pulverizadora de 4 picos de 2.10 m de amplitud de aspersión, caudal 140 L/há, incluyendo una mezcla de coadyuvante Plurafac (250 ml/há), Ki (500 ml/há) y Fix (52.5 g/há).Se preparan 600 mL de la mezcla para 28 almacigueras de arroz rojo. La dosis final aplicada fue 1.75 veces la recomendada.

El día 13/01/2010 se realiza la segunda aplicación. En ambas aplicaciones se superó la dosis recomendada para chacra en más de 50%.

Fotografía 3. Aplicación de herbicida Ki+Fix.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

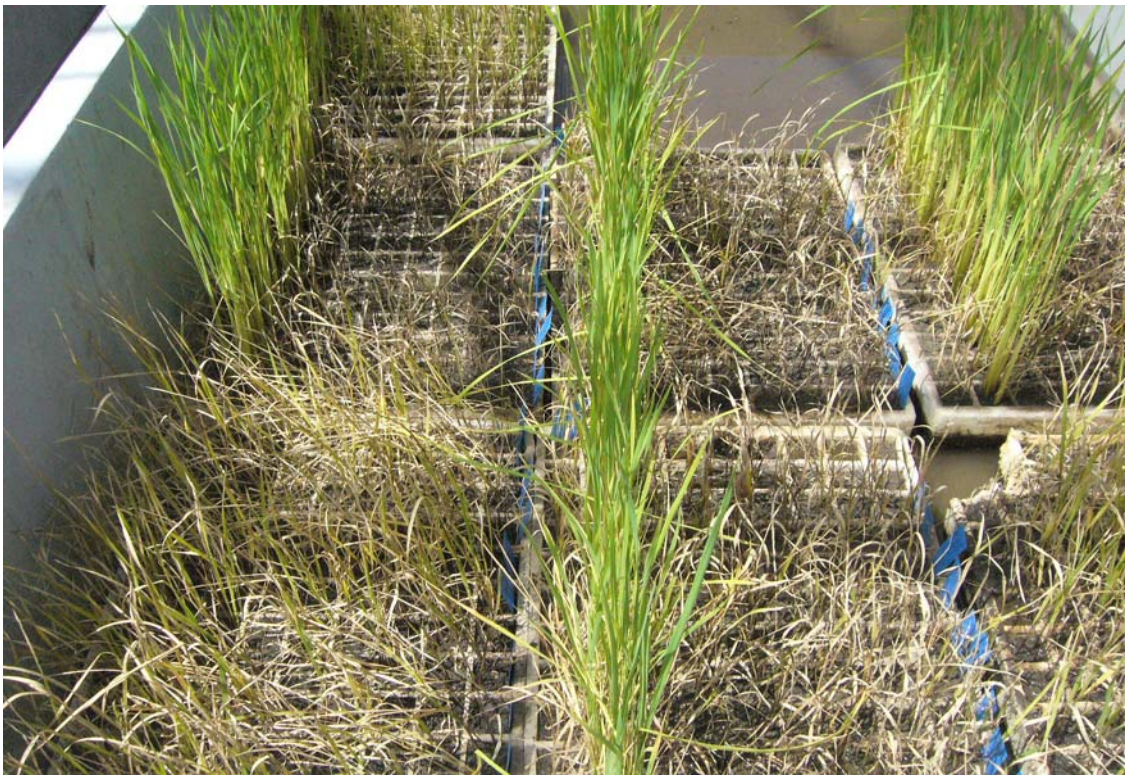
Sitio "Arrozal 33", Treinta y Tres.

Se realizó el conteo de semillas sembradas, emergidas y tratadas, así como las sobrevivientes a la doble aplicación del herbicida en las dosis recomendadas por la empresa BASF. En el material obtenido en el sitio **no** se encontraron plantas sobrevivientes al doble tratamiento en 50 puntos de muestreo que cubrían un área aprox de 10 ha. El área tuvo un solo cultivo CL en los 3 años previos, implicando una baja presión de selección *per se*, que favoreciera la predominancia de individuos resistentes al herbicida, así como se incluyó la utilización de mecanismos físicos (laboreos) para el control de la maleza en el año agrícola sin cultivo (2006/07). No se conoce si esta área tuvo algún período de pastoreo con animales ovinos o bovinos. Esta integración de métodos pudo ser efectiva para reducir o eliminar la presencia de individuos resistentes; sin embargo fue poco efectiva para el control significativo de arroz rojo/negro, que se mantenía latente en el banco de semillas en el suelo.

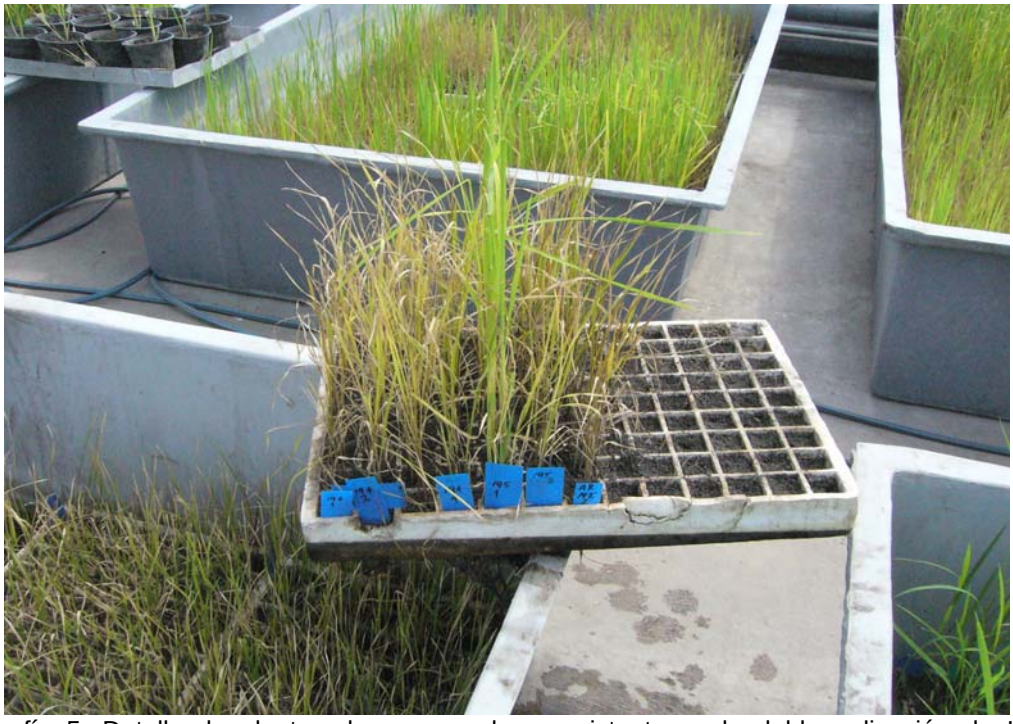
Sitio "El Espinillar", Salto.

El área muestreada abarca unas 40 has, sembradas con el cultivar convencional El Paso 144 en la zafra 2007/08. En la misma se distinguen dos áreas con historia reciente diferente, el sector **A** en figura 6 en la que no se realizó aplicación de herbicidas de la familia imidazolinonas en el año previo y los sectores B en los cuales se utilizaron un cultivar híbrido Avaxi CL, (**B1**) y la variedad Puita INTA CL (**B2**) en 2006/07. El área había sido cultivada con arroz durante 8 años consecutivos, aunque se desconoce la historia de uso de la tecnología Clearfield, en el período salvo lo especificado previamente.

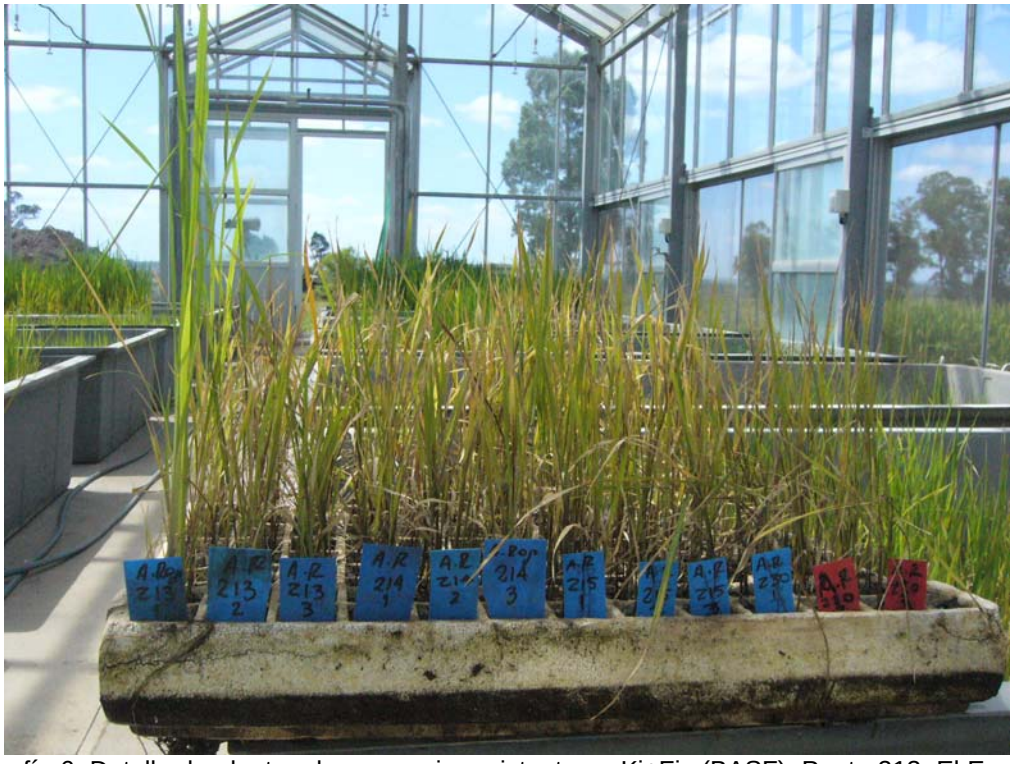
En la totalidad de 70 puntos muestreados se contabilizaron 3 con individuos resistentes, dos de ellos en el sector **A** (Puntos 195 y 213, distantes aprox 70m. uno de otro) y uno en el sector **B1** (punto 236) (Figura 6). Se obtuvo un total de 23 plantas resistentes. El método de colecta (masal) no permite estimar el momento (año) del evento de flujo génico por medio de la segregación de la característica en la progenie. Se prevé para la zafra siguiente evaluar la progenie de las plantas resistentes con ese objetivo. Esto es relevante así mismo para elucidar el origen de los individuos resistentes encontrados en el sector **A**. Se colectó tejido vegetal para su procesamiento molecular.



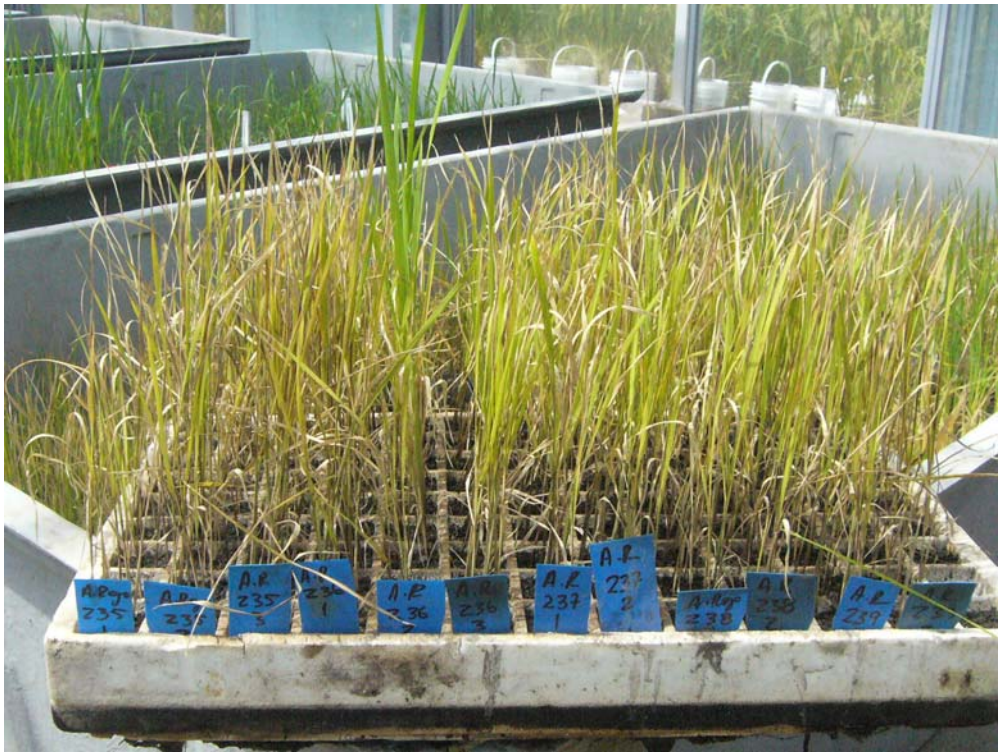
Fotografía 4 Resultado de control de arroz rojo con Ki+Fix en almacigueras. Hileras sobrevivientes de cultivar testigo Puita INTA CL. Sitio “Arrozal 33”



Fotografía 5. Detalle de plantas de arroz maleza resistentes a la doble aplicación de Ki+Fix (BASF), Punto 195, El Espinillar, Salto



Fotografía 6. Detalle de plantas de arroz rojo resistentes a Ki+Fix (BASF), Punto 213, El Espinillar, Salto.



Fotografía 7. Detalle de plantas de arroz maleza resistentes a Ki+Fix (BASF), Punto 236, El Espinillar, Salto.

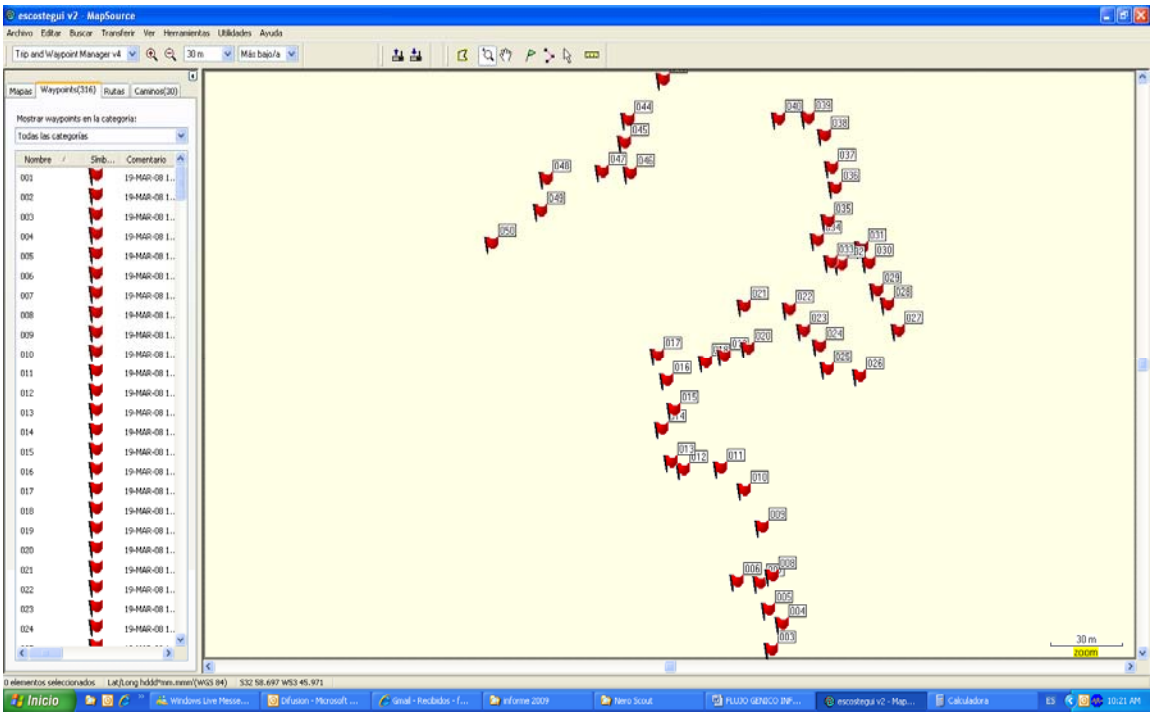


Figura 8 Detalle de mapa geo referenciado de puntos de colecta en Arrozal 33.

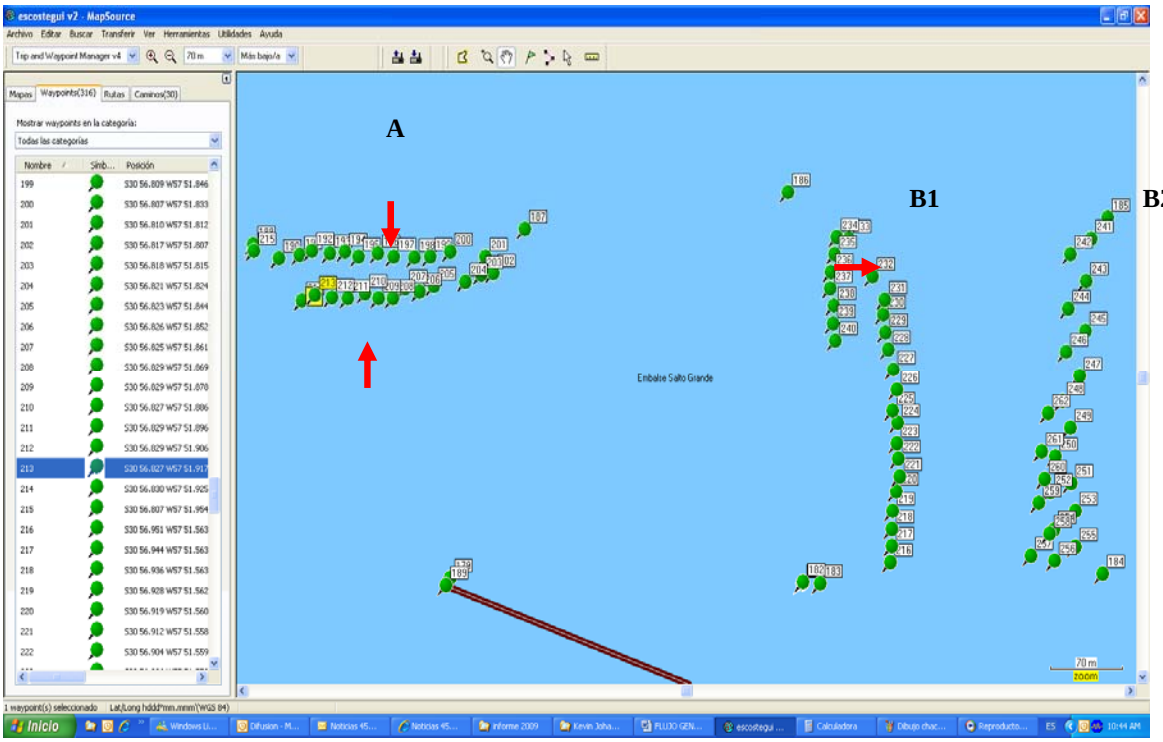


Figura 9. Mapa georeferenciado del sitio de colecta en El Espinillar, Salto.

B) Análisis molecular de mutaciones de resistencia a imidazolinonas en poblaciones de Arroz Rojo

MÉTODOS

Hasta la fecha se generó un banco de ADN con 782 accesiones (sin contar duplicados de respaldo) obtenido a partir de tejido verde de plantas de arroz rojo colectadas de chacras de las diferentes zonas arroceras del país, con distintas historias de manejo de la tecnología Clearfield® Se validó y optimizó la metodología de PCR alelo específica (AS-PCR) desarrollada por Oard *et al.* (2009) para la detección de la mutación presente en la variedad Clearfield CL161, que consiste en la sustitución de una guanina por una adenina en la posición 1883 de la secuencia nucleotídica del gen de la enzima ALS (mutación $G_{1883}A$). La metodología requiere dos reacciones de PCR para cada análisis, una para evidenciar la presencia o ausencia del alelo de resistencia, y la otra para el alelo de susceptibilidad (Figura 10).

El material vegetal corresponde al muestreo realizado en Noblia, Cerro Largo y cuyos resultados fueran reportados (Pérez de Vida et al 2009). Se conoce el sector de campo al que pertenece cada planta colectada de modo que se puede referir a una historia de uso. Para dicha situación de producción se tiene información completa acerca del uso previo de la tecnología Clearfield (Tabla 1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante esta AS-PCR se genotiparon en una primera etapa las accesiones del banco de ADN correspondientes a plantas sobrevivientes al screening por aplicación de imidazolinonas en plántulas a dosis letales, obteniéndose 139 genotipos.

De los 139 genotiops, 36 resultaron homocigotas resistentes, 53 heterocigotas y el resto homocigotas para el alelo susceptible en el locus estudiado (Tabla 1). Dicho de otra manera, el 58% de las plantas resistentes son portadoras de alelos que recibieron de CL161. La mayor frecuencia de dicho alelo se encuentra en el sector 3 del campo, como esperable de acuerdo a su historia de uso. De modo llamativo en el sector 2 –sin historia de uso con CL161-, aparecen plantas resistentes con el mismo alelo, lo cual podría indicar la movilidad física del gen a través de semillas de arroz rojo que contaminan al ser transportadas por diferentes medios (herramientas de campo, agua de regadío, aves, semilla de arroz contaminada con arroz rojo).

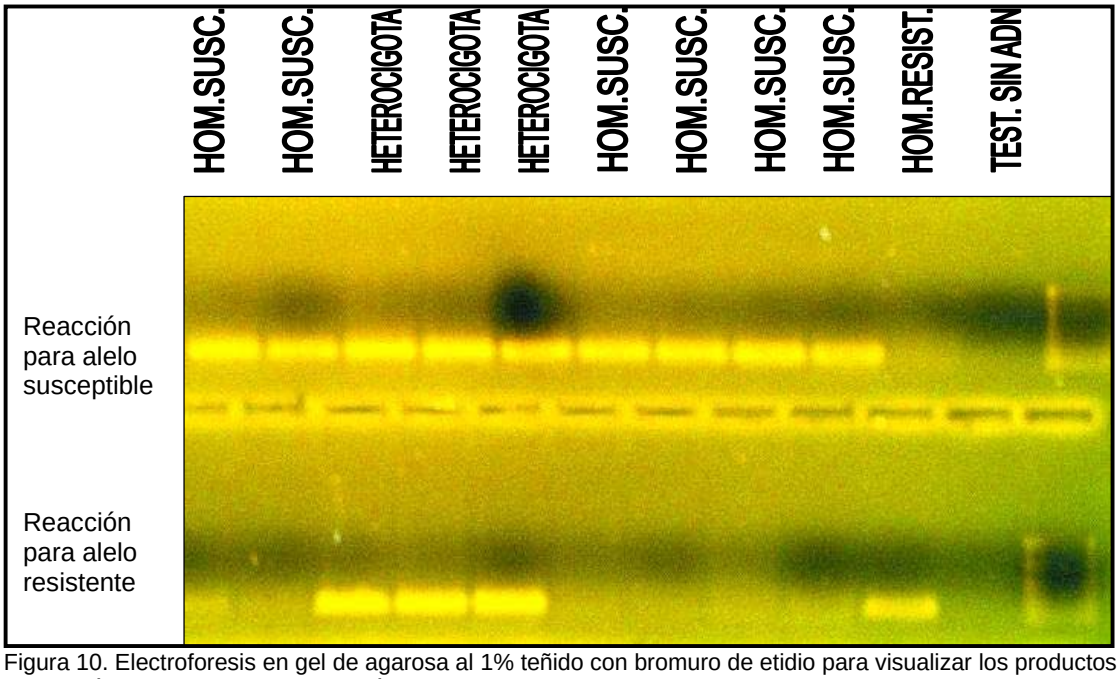


Figura 10. Electroforesis en gel de agarosa al 1% teñido con bromuro de etidio para visualizar los productos de la reacción de AS-PCR para mutación $G_{1883}A$

Tabla 1. Sectores de campo con diferente historia de uso con Clearfield (Noblia, Cerro Largo), y Resultados de genotipificación para la mutación $G_{1883}A$ (presente en CL161) de plantas de arroz rojo sobrevivientes a herbicida.

	Años de Uso con tecnología Clearfield			
Sector	"0"	"1"	"2"	"3"
Cultivar	-	-	-	CL161
	-	-	Puitá	CL161+Puita
	INIA Olimar	Puita	Puita	Puita
Uso de Herb./ n° total de aplicaciones	no	2	3	4
Presencia de arroz rojo	SI	SI	SI	SI
	Número de plantas de arroz rojo sobrevivientes a dosis 2x			
Homocigotas Resistentes	-	0	14 (28%)	21 (24,4%)
Heterocigotas Resistentes	-	0	12 (24,0%)	43 (50%)
Homocigotas Susceptibles1	-	3 (100%)	24 (48%)	22 (25,6%)
total	-	3 (100%)	50 (100%)	86 (100%)
1= plantas resistentes a herbicidas imidazolinonas sin alelos de resistencia de CL161				

CONCLUSIONES

Estos resultados constituyen la primera evidencia molecular de flujo de genes de resistencia desde variedades Clearfield a arroz rojo en nuestro país, y de la existencia en una chacra arrocera de híbridos resistentes a imidazolinonas portadores de la mutación $G_{1883}A$.

Las accesiones que resultaron fenotípicamente resistentes al herbicida, pero en las que no se detectó la mutación $G_{1883}A$, pueden interpretarse como posibles portadoras de otras mutaciones de resistencia, ya sea producto de hibridación con la otra variedad Clearfield sembrada en esa chacra (INTA-Puitá CL), o de mutaciones naturales presentes en forma basal en la población de malezas. Para elucidar esto, se trabaja actualmente en la optimización de otra AS-PCR capaz de detectar la mutación presente en la variedad INTA-Puitá CL (mutación $G_{336}A$). También se sintetizaron *primers* para 20 marcadores microsatélites ubicados a ambos lados del gen ALS/AHAS. Los marcadores que presenten polimorfismos entre arroz rojo y variedades Clearfield, permitirán estudiar aquellas accesiones portadoras de mutaciones de resistencia y determinar si éstas son producto de flujo génico o de mutaciones espontáneas.

Asimismo, se está poniendo a punto otra metodología de PCR alelo específica (KASP, KBioscience Laboratories) para las mutaciones presentes en las variedades Clearfield® INTA-Puitá CL, IRGA 422 CL y CL161, a fin de confirmar los resultados obtenidos y también contar con una metodología de alta procesividad que permita detectar todas las mutaciones de resistencia a imidazolinonas presentes en cultivos utilizados en la región.

En base a esta información y análisis previos (Pérez de Vida et al 2009) se puede afirmar de modo concluyente la ocurrencia de eventos de cruzamientos entre el cultivar Clearfield y el arroz rojo en el primer año de de uso de la tecnología. La continuidad en el uso de la tecnologia promueve la exclusión de alelos de tolerancia al herbicida y perpetua los genes de resistencia desvirtuando el propósito de la tecnología en plazos breves. Se puede estimar que en 4 años de uso continuo de los mismos herbicidas aprox el 90% de los individuos de arroz rojo serán resistentes. Seguramente a nivel visual se apreciará una baja densidad de los mismos en el campo, sin embargo su incremento dependerá únicamente de la capacidad de producir semillas viables, sin mecanismos químicos de mitigación.

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA A BAJAS TEMPERATURAS EN CULTIVARES DE ARROZ

En la zona Este de Uruguay, entre los paralelos 32 y 34 latitud Sur aprox., donde se cultiva más del 60% del área arrocera del país existen riesgos de ocurrencia de temperaturas por debajo de los umbrales de tolerancia para el cultivo; definiéndose así un ambiente de relativa marginalidad para algunos materiales genéticos. Estas temperaturas son plausibles de ocasionar distintos niveles de estrés al cultivo y potencialmente pérdidas, dependiendo del momento fenológico del cultivo y severidad (duración e intensidad) del estrés. En esta publicación se reporta que la ocurrencia de bajas temperaturas inferiores a 15 grados Celsius tienen una probabilidad de 30% en los meses de enero, febrero y primera década de marzo, en promedio de una serie 1973-2010. Es en este sentido que la evaluación del material genético del Programa de Mejoramiento Genético de Arroz (PMGA) de INIA adquiere mucha relevancia, de modo de conocer la respuesta de los materiales elite para su potencial uso como variedades comerciales, como parentales en la generación de nueva variabilidad, o para estudios básicos de procesos fisiológicos o genéticos.

RESPUESTA A BAJAS TEMPERATURAS EN ESTADIOS VEGETATIVOS DE CULTIVARES AVANZADOS DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO DE INIA

F. Pérez de Vida[1/], V. Bonnecarrère[2/], J.E. Rosas[1/], A. López[1/]

INTRODUCCIÓN

El estudio de la respuesta de cultivares a bajas temperaturas en estadios vegetativos permitiría hacer progresos desde el punto de vista genético para fortalecer los procesos de establecimiento y rápido crecimiento del cultivo. Alcanzar el stand de plantas deseado, y obtener una canopia que permita el uso mas eficiente de la globalidad de los recursos por una rápida intersección de la radiación incidente, así como ajustar los máximos requerimientos del cultivo con la oferta ambiental (radiación y temperatura) (Deambrosis, Mendez y Roel 1997; Pérez de Vida 2010) son eventos importantes en el establecimiento de un cultivo productivo; para los cuales la tolerancia a bajas temperaturas en estadios vegetativos tempranos podría contribuir significativamente permitiendo siembras más tempranas y/o enfrentar primaveras con temperaturas menores a las históricas.

[1/] INIA Treinta y Tres
[2/] INIA Las Brujas

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron 3 estudios de respuesta a estrés por bajas temperaturas; A) se evaluaron por segundo año un grupo de 150 cultivares índica y japónica tropical avanzados del PMGA y variedades testigos. Por otra parte se hicieron análisis metodológicos con un número reducido de cultivares; B) evaluación de la respuesta a la tolerancia a bajas temperaturas en diferentes hojas en estadio vegetativo (3-4 hojas) y C) la evolución del daño según horas de duración del tratamiento de frío. En todos los casos se sembró el material en almacigueras.Siguiendo el protocolo definido por M.Cruz (FLAR) se sometieron plantas de arroz en estadios vegetativo (3-4 hojas) a 8 grados Celsius durante 36 hs. (horas consecutivas, por ende, alternó horas diurnas y nocturnas), en cámara de crecimiento, disponiendo de luz solar.

Se realizaron dos tipos de evaluaciones: mediante fluorómetro* y score visual. Se realizaron dos repeticiones. Se utilizó un fluorímetro marca Hansatech. El procedimiento consistió en la lectura de

fluorescencia a los 30 minutos post tratamiento de frío y simultáneamente en potes testigos. Durante ese periodo de 30 minutos se mantiene en oscuridad el sector de hoja que recibe el haz de luz mediante un clip. Se utilizó la segunda hoja emergida en el estadio 3-4 hojas para hacer la determinación.

El principio de funcionamiento de este equipamiento se basa en que a la irradiación de un tejido vivo de clorofila con radiación fotosinteticamente activa (400 a 700 nm) o de onda corta menor a 400 nm, le sucede una irradiación de fluorescencia (F) a partir de la clorofila en el rango de 680 a 760 nm. Esta emisión se origina en tejido de clorofila "a" asociado al fotosistema II. Manteniendo la hoja (o planta entera) en la oscuridad se da un nivel mínimo de F, o F_0. Al recibir luz saturante, F alcanza un valor máximo F_m (Figura 1). La altura relativa de ese pico es indicador de la integridad del sistema fotosintético. En hojas sanas es mayor y baja sustancialmente según el grado de daño por un estrés, por ej. bajas temperaturas. En hojas mantenidas en oscuridad, esta emisión es la primera reacción detectada en fracción de segundos y es alternativa a la canalización de la energía de saturación de electrones como energía fotoquímica o disipación de calor. Estos procesos ocurren a continuación lo que se refleja en el descenso inmediato de la emisión de fluorescencia (Figura 1).

El indicador utilizado es el cociente F_v/F_m, siendo $F_v = F_m - F_0$. En hojas sin estrés dicho cociente es próximo a 0.80, en diversas especies. (Lambers et al 2000)

Las plantas se mantuvieron todo el tiempo en invernáculo con la excepción de las horas de tratamiento.

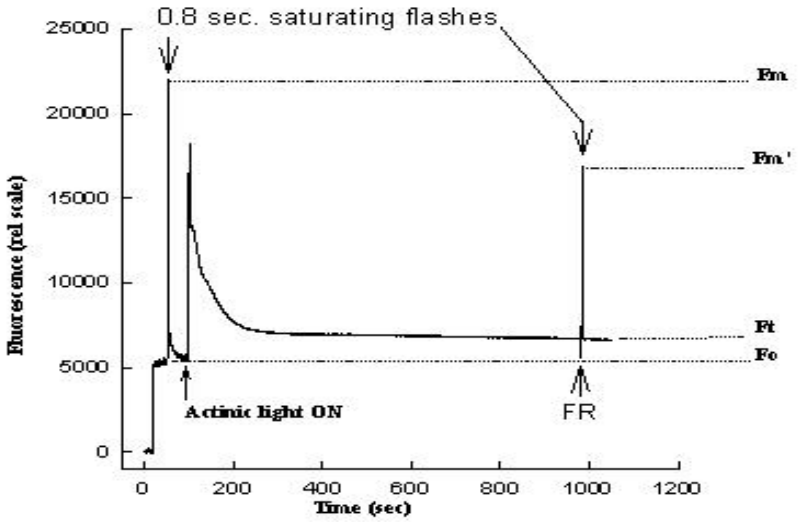


Figura 1. Se utiliza la medición de la reacción de fluorescencia de la clorofila para evaluar la capacidad fotosintética de la planta sometida a un estrés.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A) Evaluación fenotípica de Cultivares en Evaluación Avanzada: En la evaluación de 156 líneas experimentales de tipo *Indica* y *Japónica* Tropical se obtuvo un amplio rango de comportamientos indicando la diversidad alélicas para esta característica en el germoplasma local avanzado. Los cultivares testigos utilizados fueron **susceptibles**: El Paso 144, INIA Olimar, INIA Cuaró (Indicas); **tolerantes**: L2825CA, INIA Tacuarí (*Japónica* Tropical) y M202, C-289 y Quilla (*Japónica* Templado). Sin embargo la media de esta evaluación fue de 0.752 vs 0.631 en el año anterior. Debido a dificultades con el equipo de refrigeración de la cámara de crecimiento el tratamiento de frío se estableció en 8 grados,

mientras que el año anterior este fue en 5 grados Celsius. La correlación de resultados en dos años fue de 0.46**. En el promedio de dos años de evaluación, el ordenamiento de cultivares por su tolerancia señala que en el tercio más susceptible (50 cultivares con valores F_v/F_m entre 0.435 a 0.645) todos fueron *Indicas* (figura 2); mientras que en el tercio de cultivares mas tolerantes fueron todos menos 2 del subtipo *Japónica* templado.

Los cultivares testigos tolerantes presentaron un valor F_v/F_m promedio de 0.764 (máximo =0.777 L2825CA y mímino=0.757 (M-202); indicados en la parte superior de figuras 2 y 3). Unas 40 líneas experimentales presentaron valores iguales o superiores a estos. Al igual que en resultados del año anterior se destaca un grupo importante de genotipos de calidad americana con valores significativos de tolerancia al estrés de frío. Dichos valores son los esperados en plantas en ausencia total de estrés.

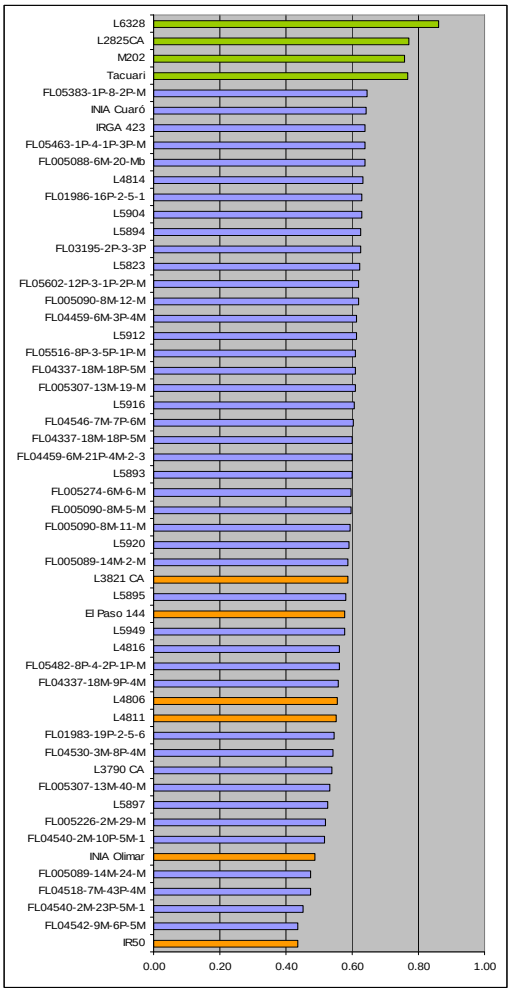


Figura 2. Histogramas de cultivares en tercio de mayor susceptibilidad a bajas temperaturas en vegetativo. Testigos tolerantes en parte superior (barras de color verde)

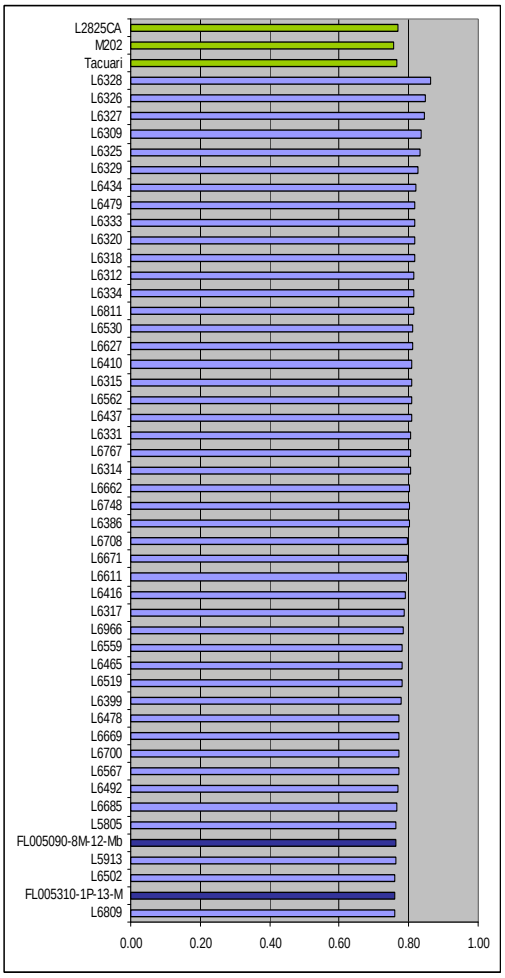


Figura 3. Histogramas de cultivares en tercio de mayor tolerancia a bajas temperaturas en vegetativo. Testigos tolerantes en parte superior (barras de color verde)

B) Evaluación de la respuesta a la tolerancia a bajas temperaturas en diferentes hojas en estadio vegetativo (3-5 hojas): se estudió la respuesta de las tres últimas hojas en cultivares susceptibles y tolerantes al estrés por baja temperatura, como herramienta para el mejor ajuste de la metodología de caracterización de la tolerancia. Se utilizó el fluorímetro Hansatech para evaluar el daño por frío mediante el parámetro $\mathbf{F_v/F_m}$. De acuerdo a figura 4, la más clara discriminación se da en la hoja más joven de la planta (última hoja). Como se viera en el año anterior es muy importante evitar el desecamiento de esta para una correcta evaluación.

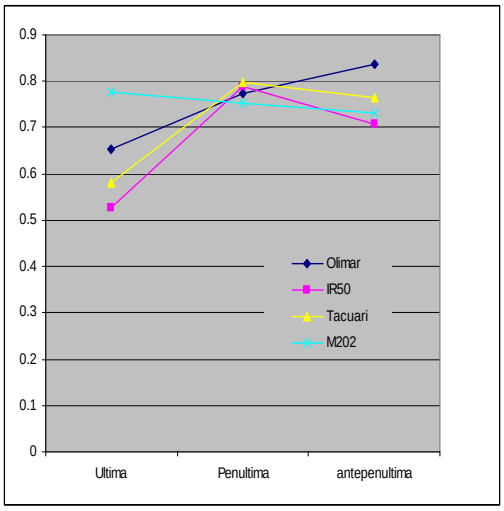


Figura 4. Determinación del daño por bajas temperaturas en sistema fotosintético (parámetro F_v/F_m) en diferentes hojas de plántulas (3-5 hojas) de arroz.

C) Evolución del daño según horas de duración del tratamiento de frío.

En este experimento se buscó conocer de modo preliminar el momento de ocurrencia del fallo en el sistema fotosintético a consecuencia de la baja temperatura. Para ello se sometieron plantas en la cámara de crecimiento a tratamientos de diferente duración (0 [testigo], 2, 4, 8, 14, 20, 26, 32 y 38 horas). Los resultados obtenidos indican que se necesitó un periodo de al menos 24 horas, para que en cultivares susceptibles se hiciera evidente en el parámetro $\mathbf{F_v/F_m}$ (Figura 5). La intensidad del estrés (8 grados Celsius) implica el amarillamiento, senescencia y mortalidad en cultivares susceptibles (IR50, INIA Olimar, El Paso 144). Estas condiciones –número de horas de modo continuo- no serían frecuentes en condiciones de campo. Sin embargo, niveles menores de estrés podrían afectar el vigor de plántulas susceptibles haciéndolas más propensas al ataque de hongos e insectos de suelo.

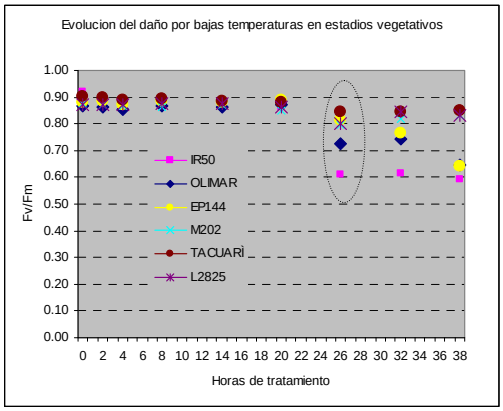


Figura 5. Evolución del daño por bajas temperaturas en sistema fotosintético (parámetro F_v/F_m) en plántulas (3-5 hojas) de arroz, en cultivares susceptibles (IR50, INIA Olimar, El Paso 144) y cultivares tolerantes (M-202, INIA Tacuarí y L2825CA).

RESPUESTA A BAJAS TEMPERATURAS EN ESTADIOS REPRODUCTIVOS DE CULTIVARES DE ARROZ

Fernando Pérez de Vida[1/], Sandra Díaz Solís[2/]

INTRODUCCIÓN

Diversos reportes señalan el estadio reproductivo en arroz como el más susceptible frente a un stress de baja temperatura. En particular, el proceso de fecundación de flores, y por ende de formación de granos es altamente susceptible a la ocurrencia de dicho estrés. La fecundación puede ser impedida por la nula o escasa viabilidad de los granos de polen, incluyendo una pobre habilidad para germinar en las estructuras florales femeninas. La inviabilidad del polen es atribuible al daño por frío en células germinales (estado de microsporogenesis) causando la alteración de membranas que deben mantenerse para la nutrición y maduración del polen. En este sentido se reporta que el periodo de microsporogenesis es uno de los más sensibles, durante 10 a 15 días previo al inicio de la floración.

En las condiciones del Este del país es esperable la ocurrencia de bajas temperaturas afectando dichos procesos con una probabilidad de 30% para los meses de enero, febrero e inicios de marzo. Esto implica que dicho nivel de riesgo es similar para siembras tempranas en inicios de octubre hasta fines de noviembre. Sin embargo, la variabilidad entre años es importante y pueden darse años con condiciones más estresantes y que reduzcan el potencial de rendimiento por esa vía. En condiciones experimentales de Paso de la Laguna, las variedades más utilizadas en cultivo expresan valores de esterilidad en el entorno de 24,4, 20,4 y 20,9% (El Paso 144, INIA Tacuari e INIA Olimar respectivamente), -obtenidos en 13 ensayos realizados en 8 años en UEPL-. En dichos experimentos no se descarta cierta incidencia de enfermedades de tallos afectando ese componente, en particular en INIA Tacuarí. En 3 años de ensayos bajo condición de temperatura controlada (cámara de crecimiento, 36 horas a 5 grados Celsius en prefloración) la incidencia de esterilidad por frío fue de 28,8% (El Paso 144), 21,4% (INIA Tacuari), 22,4% (INIA Olimar) y 18,3% en el testigo tolerante L2825CA.

También se reporta que durante la antesis propiamente, la baja temperatura podría afectar la germinación y progresión del tubo polínico en el proceso de fecundación. Sin embargo, de acuerdo a los registros climáticos disponibles en EEE, los eventos de bajas temperaturas son casi exclusivos de horas nocturnas, no impactando de esa manera en

[1/] INIA Treinta y Tres
[2/] Instituto Nacional del Arroz, Cuba

la fecundación, sino en la etapa de formación de los granos de polen.
En este estudio se propuso el objetivo de evaluar cultivares en evaluación final respecto a la tolerancia a bajas temperaturas en prefloración. Adicionalmente se estudió la incidencia de bajas temperaturas en diferentes momentos fisiológicos de prefloración en El Paso 144 e INIA Tacuarí.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluó el un grupo de cultivares en etapa de evaluación final del programa de mejoramiento genético (Cuadro 1).
Se utilizó un suelo no típico de la zona arrocera y de alta fertilidad. Se adicionó fertilizantes (200 Kg. de fosfato de amonio + 100 kg. de urea) asegurándose que la nutrición no fuera limitante. La evolución del color de la canopia permitió asumir que dicho objetivo se obtuvo a lo largo del ciclo. No hubo síntomas de espiga erecta. Se mantuvo una lamina de agua de 5 cm. a lo largo del ciclo de las plantas.

Se dispusieron 4 repeticiones en todos los tratamientos (incluyendo testigos). Cada repetición constó de un pote de 30 cm. de diámetro y 45 cm. de alto, en el que se establecieron 3 plantas. Se marcaron tallos de esas plantas para evaluar los componentes de rendimiento, excepto número de tallos por unidad de superficie, en el entendido que no serian afectados por los tratamientos (su definición se sustancia antes de los tratamientos de frío), ni reflejan una situación similar a las de campo, al presentarse en potes con mínima competencia en la conformación de la canopia. Los tallos marcados fueron un número variable (6 a 10) por pote, con la condición que su desarrollo estuviese comprendido entre +/- 6 cm. de distancia entre las aurículas de la penúltima hoja y la siguiente hoja bandera (periodo de 15 a 10 días antes de antesis) Los potes se mantuvieron a temperatura ambiente hasta el momento de tratamiento. Este se realizó a 8 grados Celsius durante 36 horas.

Se realizó la cosecha a madurez, manteniéndose la individualidad en los registros de aquellas panículas marcadas previo a floración. En cada panícula se contó el numero total de espiguillas, y se caracterizó los granos en cada posición (glumas distrofiadas, vacías, ausente –desgrane-, llenos, medios granos –granos mas livianos-). En particular se consideró como porcentaje de esterilidad a la suma de granos chuzos (vacíos, de glumas integras), mas espiguillas de glumas distrofiadas (por lo general blanquecinas y deformes).

Cuadro 1. Lista de cultivares en evaluación

Nº	Cultivar
1	El Paso144
2	Tacuarí
3	Olimar
4	C289
5	L6315
6	L6317
7	L6399
8	L6329
9	L6662
10	CL146
11	CL244
12	L2825 CA
13	Bluebelle
14	L5287

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tratamiento utilizado significó un incremento significativo en el % de esterilidad; en ausencia de estrés de baja temperatura se obtuvo un % de esterilidad promedio de 13,34, mientras que bajo el tratamiento de frío la media fue de 27,9%. Por otra parte, dicho tratamiento no modificó significativamente el proceso de llenado de granos por lo cual el Peso de 1000 granos fue similar (Testigo=25,6 gr., Frío=24,0 gr., diferencias ns). Resultados similares se obtuvieron en 2008, indicando la exactitud del procedimiento al afectar solo el componente “esterilidad de granos” sin modificar las condiciones de llenado de grano. Tratamientos de mayor duración podrían afectar el aparato fotosintético y por ende ocasionar menor capacidad de llenado de granos.

Se utiliza como parámetro para evaluar el efecto de la baja temperatura la diferencia en esterilidad bajo tratamiento de frío menos la esterilidad en testigos (Cuadro 2).

Los cultivares presentan diferencias muy significativas (P<,0001) en su tolerancia al estrés por baja temperatura en prefloración. Los cultivares de tipo Indica El Paso 144, INIA Olimar, CL146 y CL244, así como L6317 y Bluebelle (*japónica* tropical) son los de mayores registros en % de esterilidad (Cuadro 2).

Cuadro 2. % de esterilidad por tratamiento de bajas tempertaturas en prefloración en cámara de crecimiento

Cultivar								Least Sq Mean
El Paso 144	A							44,1
L6317	A	B						37,4
Bluebelle	A	B	C	D				32,7
INIA Olimar	A	B	C	D				31,9
CL146	A	B	C	D				31,7
CL244		B	C	D				30,0
L6662		B	C	D				27,7
L6315		B	C	D	E			24,6
L6329			C	D	E	F		21,3
L2825CA			C	D	E	F	G	20,2
Quilla				D	E	F	G	20,0
L6399				D	E	F	G	19,5
INIA Tacuarí					E	F	G	13,1
C289						F	G	7,1
L5287							G	6,4

Cultivares con igual letra no difieren significativamente (P 0.05)

Por otra parte, C-289, L5287, L6399, L2825CA, INIA Tacuarí y Quilla resultan los de mayor tolerancia. L5287 confirma los resultados obtenidos en el año anterior en estos experimentos, así como en condiciones de campo.

Susceptibilidad a daño por frío en prefloración en cultivares comerciales El Paso 144 e INIA Olimar.

Utilizando similares métodos a los previamente descriptos, se estudió en las dos variedades comerciales si presentaban diferencias en su susceptibilidad a frío en prefloración. Las plantas se sometieron a tratamiento en los siguientes estadios definidos por la distancia entre aurículas de la hoja bandera y la anterior: -6 cm, -3 cm, 0 cm, +3 cm y +6cm. Valores positivos indican que la inserción de la hoja bandera ha emergido de las vainas de la hoja precedente.

Ambos cultivares no se diferenciaron en el % de esterilidad total, ni en la esterilidad inducida por el tratamiento de bajas temperaturas en el promedio de varios momentos prefloración.

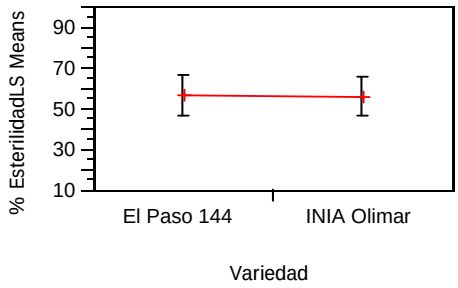


Figura 1. Porcentaje de esterilidad total en El Paso 144 e INIA Olimar bajo tratamiento de baja temperatura (8°C, 36 horas).

Cuadro 3. Porcentajes de esterilidad en cultivares

Level	Least Sq Mean	Std Error
El Paso 144	57,173162	4,8995125
INIA Olimar	56,086832	4,6784951

% de esterilidad inducida por frío (esterilidad en tratamiento de frío menos en testigo)		
Level	Least Sq Mean	Std Error
El Paso 144	48,693639	4,8995125
INIA Olimar	47,081302	4,6784951

El factor "momento de tratamiento" no presenta valores de esterilidad estadísticamente diferentes para el rango de tratamientos utilizados (Cuadro 4, Figura 2).

Cuadro 4. Valores de esterilidad según momento de tratamiento de frío. Distancia entre auriculas de hoja bandera y precedente.

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
-6	62,982949	8,4901116	60,4385
-3	44,270390	8,3315328	41,8014
0	53,612246	7,2402538	52,6405
3	61,466009	6,7551503	60,4715
6	60,715486	8,3697272	56,9354

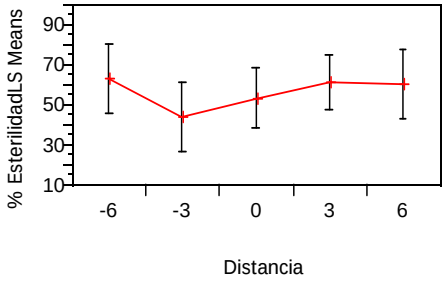


Figura 2. Porcentaje de esterilidad según momento fenológico de tratamiento.

Tampoco se obtuvo una interacción significativa cultivar*distancia de aurículas (momento de tratamiento), aunque en figura se aprecia un comportamiento diferente de los cultivares en "+6cm" (Figura 3).

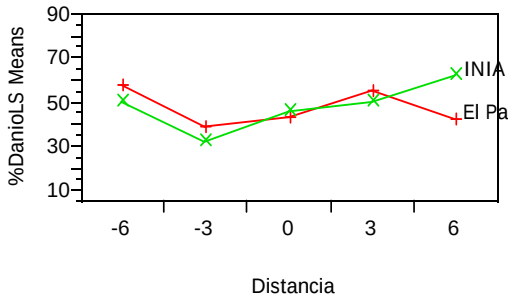


Figura 3. Porcentaje de esterilidad en cultivares INIA Olimar y El Paso 144 según momento fenológico prefloración.

En conclusión, ambos cultivares presentaron similar susceptibilidad al tratamiento de bajas temperaturas, expresando % de esterilidad por frío del orden de 47-48%, bajo las condiciones de este ensayo. El momento de estrés de frío no provocó diferencias significativas en el rango de tratamientos en prefloración (-6 a +6 cm de distancia entre aurículas).

CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA Y MOLECULAR DE LA TOLERANCIA A FRÍO EN ESTADIO REPRODUCTIVO DEL ARROZ

Juan Rosas[1/], Fernando Pérez de Vida[1/]

INTRODUCCIÓN

Como primera etapa del proyecto financiado por FONTAGRO "*Selección asistida por marcadores moleculares para tolerancia al frío del arroz en el cono sur latinoamericano; una estrategia para enfrentar la inestabilidad climática"*, se participó de un programa de entrenamiento en técnicas de caracterización fenotípica y genotípica de la tolerancia al frío en arroz, junto con investigadores de las demás instituciones participantes del proyecto (CIAT, FLAR, INTA e IRGA). El mismo se llevó a cabo en el National Agricultural Research Center for Hokkaido Region (NARCH), Japón, desde el 1/07/09 al 25/09/09. Se presentan aquí los resultados preliminares del análisis realizado durante el entrenamiento de un grupo de materiales del Programa de Mejoramiento de Arroz de INIA.

OBJETIVOS

Además de la formación de capacidades técnicas, los objetivos principales fueron:

- Evaluación preliminar de la aplicabilidad de los marcadores moleculares desarrollados en el NARCH en el germoplasma del programa de mejoramiento de INIA.
- Evaluación primaria de la variabilidad del germoplasma de los materiales locales en alelos con asociación a tolerancia al frío en estadio reproductivo reportada.

MATERIALES Y MÉTODOS

METODOLOGÍAS DE FENOTIPADO

El estudio fenotípico consistió en determinar el porcentaje de esterilidad en las panículas sometidas a bajas temperaturas durante la microsporogénesis. Se utilizaron dos tipos de tratamiento.

TRATAMIENTO CON AIRE FRÍO

Consiste en someter a las plantas a una temperatura ambiente de 12.0 +/-0.5°C durante 5 a 8 días, en cámara refrigerada. Se siembran 20 plantas por maceta (30 cm diámetro), conduciéndose en invernáculo hasta el momento de tratamiento. Se mantiene únicamente el tallo principal, podándose los secundarios (fig. 1), lo que permite, trabajando con en materiales de ciclo similar y bien caracterizado, que todos los tallos estén en el mismo estadio al ingresar al tratamiento.

[1/] INIA Treinta y Tres

Figura 1. Manejo de los tallos en las plantas para ser sometidas a tratamientos de agua o aire frío.

Las plantas ingresan al tratamiento al inicio de la etapa de primordio. Se estima que luego de finalizado el tratamiento, transcurrirán unos 7 a 9 días hasta la emergencia de la panícula. Cada planta es etiquetada con la fecha de ingreso al tratamiento, a fin de tener el dato del tiempo transcurrido desde el ingreso hasta la espigazón. Éste es dependiente del ciclo de la planta, e influirá en el impacto del tratamiento sobre la esterilidad.

De esta forma se someten a baja temperatura las microsporas en sus etapas iniciales de desarrollo (Figura. 2).

El tratamiento utilizado durante el entrenamiento fue de 5 días de duración. Ésta se determina en base al nivel de tolerancia de los materiales evaluados.

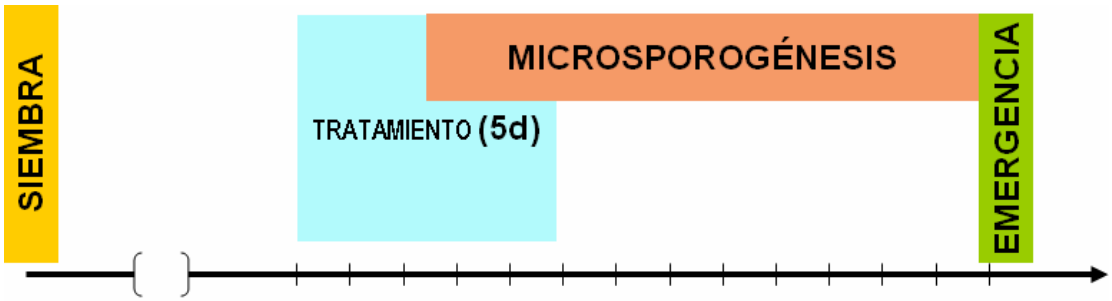


Figura 2. Momento de tratamiento con aire a 12°C, afectando el inicio de la microsporogénesis .

TRATAMIENTO CON AGUA FRÍA

La siembra y conducción de los materiales a evaluar es idéntica al tratamiento con aire frío. El ingreso al tratamiento es cuando la planta tiene de 8 a 10 hojas, y se mantiene hasta la emergencia de la panícula (aproximadamente un mes). Para el tratamiento se emplean tanques de agua circulante refrigerada a 19 +/- 1°C, con 20 cm de profundidad (Figura 3)

Figura 3. A) Tanque para agua circulante. Se observan los soportes de profundidad graduable y el ducto perforado por donde ingresa el agua refrigerada. B) Tanque con las plantas sometidas a tratamiento, ubicado en invernáculo. C) Plantas en tratamiento. Se observa que el agua cubre totalmente las estructuras reproductivas.

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ESTERILIDAD

Para cuantificar el efecto del tratamiento de bajas temperaturas en la viabilidad de las semillas de las plantas evaluadas, se determina el porcentaje de esterilidad de cada planta.

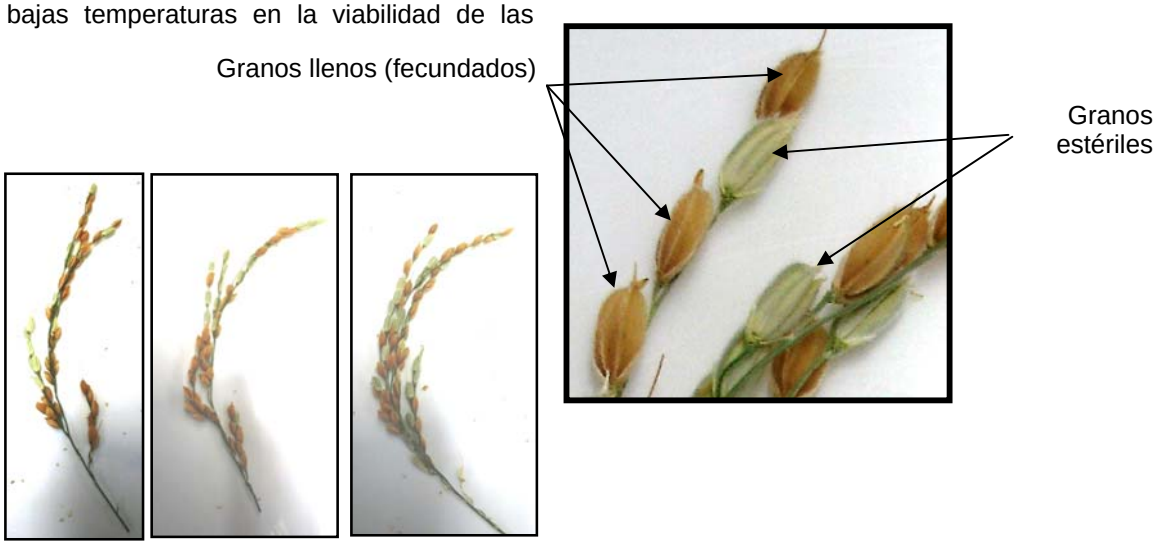


Figura 4. Detalle de panículas de arroz mostrando granos fértiles y estériles

Los granos estériles son fácilmente reconocibles (Figura 4) y diferenciables de los fecundados. Mediante su conteo en cada panícula se determina el % de esterilidad.

MATERIAL VEGETAL

Se analizaron molecularmente 76 materiales representativos del germoplasma del programa de mejoramiento, incluyendo líneas avanzadas tanto *Japonica Tropical* como *Indica*, y materiales de origen FLAR avanzados y seleccionados en Uruguay, estos últimos de tipo *Indica* (Tabla 1).

Tabla 1. Genotipos analizados molecularmente.

	Japonica Trop cal	*Indica*
Líneas avanzadas (Prog. MG N A)	52	4
Materiales origen FLAR avanzados y seleccionados en Uruguay	**0**	**26**

MARCADORES MOLECULARES

Para el genotipado se emplearon 21 marcadores moleculares desarrollados por el Grupo de Investigación en Tolerancia a Frío en Cultivos del NARCH, asociados con los QTLs de tolerancia a frío en el inicio del estadio reproductivo del arroz *qCtb1*, *qCtb2* (en cromosoma 4), y *qCTB8* más un cuarto QTL no reportado aún, ambos en cromosoma 8. Los marcadores utilizados son basados en PCR, desarrollados a partir de marcadores SCAR, secuencias clonadas en cromosomas bacterianos artificiales y microsatélites.

METODOLOGÍAS PARA ANÁLISIS GENOTÍPICO

Las muestras de ADN fueron extraídas utilizando el método CTAB según el protocolo adaptado de FAO/IAEA (2002), utilizando un equipo de maceración masiva de tejido desarrollado en nuestra Estación Experimental. Se amplificaron por PCR con un volumen final de 10 mL, conteniendo 5 mM de cada primer, 5 mL de GoTaq® Hot Start Green Master Mix (Promega) y agua destilada csp, en termociclador GeneAmp® PCR System 9700 (Applied Biosystems), con el programa: 1 ciclo de 4 min 94°C, 45 ciclos de 1 min 94°C, 1 min 55°C y 1 min 72°C, y 7 min 72°C. Los productos de PCR de los marcadores BAC1, PLA27, PLA41, PLA 46, PLA53 y RM38-2 fueron detectados en gel de poliacrilamida al 12%. Para los marcadores PLA19, PNK10, PNK2, PNK6, RM5647 y RM6670 se utilizó agarosa de alta resolución MetaPhor® (Cambrex) al 3%, y el mismo soporte al 4% para los marcadores BAC22, BAC28, CB28, CB8, RM3819 y RM5434. La electroforesis para SCAB11 se hizo en agarosa común al 1.2%. El gel se tiñó con solución de bromuro de etidio, visualizándose y fotografiándose los productos amplificados en transiluminador UV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

MÉTODOS DE FENOTIPADO

La brevedad del tratamiento por aire frío implica que para analizar genotipos con diversidad de ciclos, provocará variabilidad en la severidad del tratamiento que afectará la reproducibilidad y confiabilidad del método. Para evitarlo, los materiales deben ingresar al tratamiento en idénticos momentos fenológicos. Esto requiere un seguimiento cercano de los materiales, con importante dedicación del personal afectado. Esto no sucede con el fenotipado en tanques de agua fría, en los que el tratamiento más prolongado asegura someter a todos los materiales a frío durante toda la microsporogénesis. Sin embargo, este método requiere contar con las instalaciones necesarias de refrigeración y circulación de agua, acopladas a un invernáculo o casa de malla que asegure las condiciones óptimas de crecimiento. Se ha observado en situaciones de veranos excepcionalmente fríos, que los resultados del fenotipado en tanques de agua fría *vs.* campo irrigado no correlacionan bien. Esto puede deberse a que en el campo la temperatura del aire sea menor a la del agua (19°C), perdiendo el tratamiento capacidad discriminante.

ANÁLISIS GENOTÍPICO

EVALUACIÓN DE MARCADORES

Los marcadores moleculares fueron evaluados de acuerdo a su PIC (contenido de información de los polimorfismos) para la población estudiada. Aquellos marcadores con PIC inferior a 0.30 no se tomaron para el presente análisis, por corresponder a una predominancia casi total de un alelo sobre los demás. También se evaluó para cada marcador la resolución, es decir, la separación electroforética de las bandas en los geles utilizados para determinación de los tamaños de alelos asociados a tolerancia y susceptibilidad de los materiales usados como testigo. Una mala resolución hace poco confiables los resultados. Con estos criterios, de los 21 marcadores analizados, se seleccionaron 15.

Para los 76 materiales del programa de mejoramiento genético de arroz de INIA (56 líneas avanzadas y 20 de origen FLAR), se encontró un nivel aceptable de polimorfismo en 15 de los marcadores aplicados.

Éstos revelaron que el 36% de los materiales del programa de mejoramiento estudiados presentaron fragmentos del mismo tamaño alélico que los de las variedades tolerantes (“alelos T”) utilizadas como control. Se

observó una frecuencia mayor frecuencia de estos alelos en las variedades de tipo *japonica* (41%), contra un 24% en las de tipo *indica*. En contraste con materiales provistos por el CIAT (en su mayoría adaptados a clima tropical), los materiales uruguayos presentaron mayor porcentaje de alelos T (Figura. 4).

Al no contarse aun con datos fenotípicos de los materiales analizados, no se pudo estimar en ellos la asociación de los marcadores con la tolerancia a frío.

Estos resultados preliminares sugieren la utilidad de los marcadores para ser usados en selección asistida en el programa de mejoramiento, así como una presencia importante de alelos de tolerancia al frío en estadio reproductivo en los materiales locales. Para validar estos marcadores, se requieren estudios de asociación con poblaciones representativas de los programas de mejoramiento involucrados, los cuales se están llevando a cabo en CIAT / FLAR.

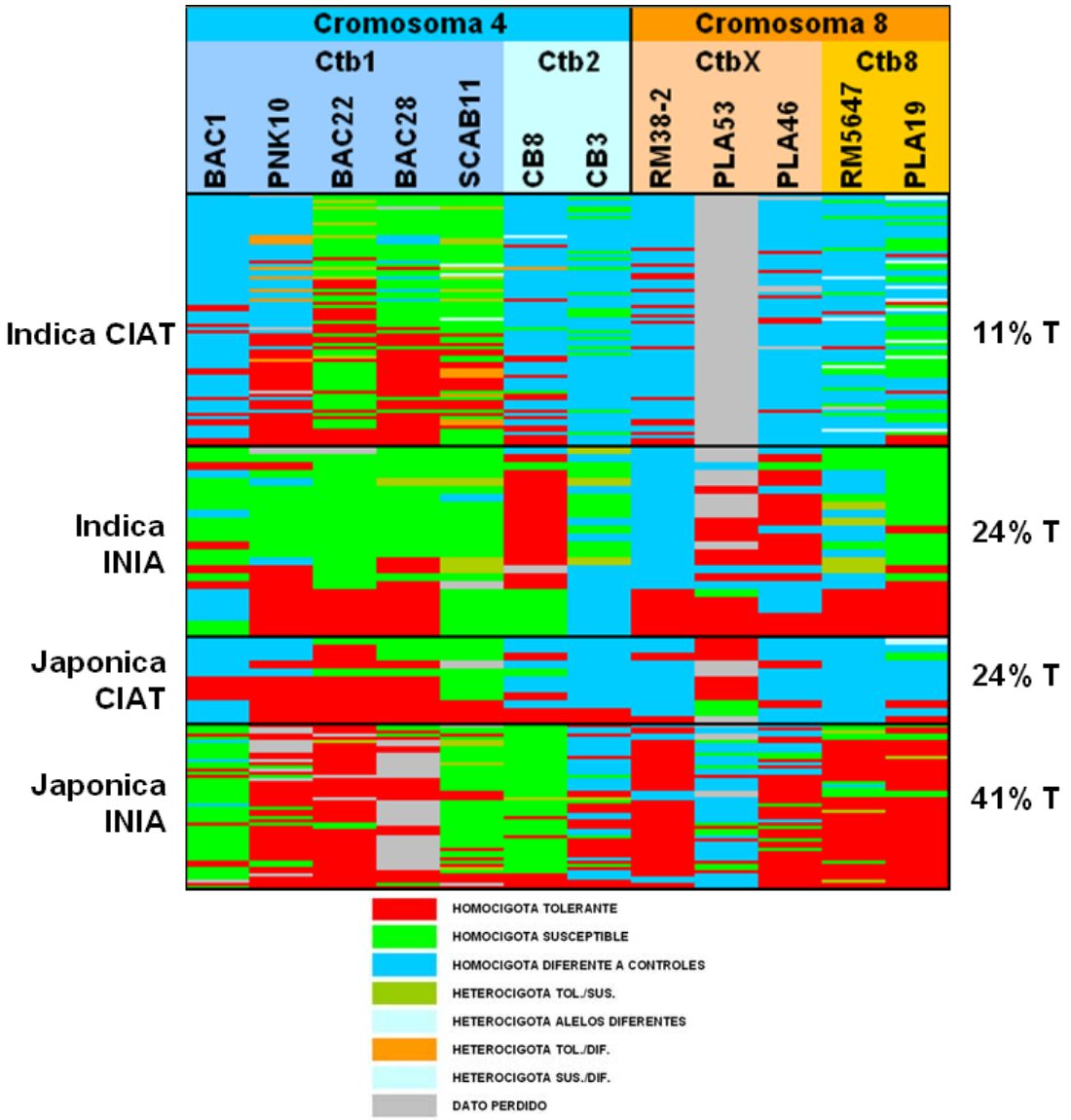


Figura 4. Frecuencias de alelos asociados a tolerancia a frío en materiales tipo *indica* y *japonica* de colecciones de germoplasma adaptado a clima tropical (CIAT) y a clima templado (INIA)

SEMILLAS

I. PRODUCCIÓN DE SEMILLA BÁSICA DE ARROZ

INFORME DE PRODUCCIÓN DE LA ZAFRA 2009/10

Ana Laura Pereira [1/] Ariel Pimienta[1/]

Cuadro 1. Mantenimiento genético y producción de semilla pré-básica de arroz

Variedad	Panojas/hilera	Semilla pré básica
	N° Sembradas	kg
L 5688	210	150
L 3621	100	100
CL 146	120	100
CL 244	139	125
EEA 404	167	170
El Paso 144	580	750

Cuadro 2. Producción de líneas promisorias

Variedad	Área sembrada	Rendimiento
	(ha)	kg
L 5287	0,5	2.842
L 5502	0,5	2.875

Cuadro 3. Producción de Semilla Categoría Básica - Zafra 2007/08

Variedad	Área Sembrada (ha)	Densidad siembra (kg/ha)	Rend. (kg/ha)	Semilla Obtenida kg
INIA Tacuarí	3,2	114	6.031	19.300
L 3000 INIA Olimar	2	112	6.265	12.530
El Paso 144	8,5	105	6.618	56.250
EEA 404	0. 4	93	4.750	1.900

[1/] INIA Treinta y Tres

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE PRODUCCIÓN Y USO DE SEMILLA BÁSICA

Cuadro 3. Área total, rendimiento promedio y total de semilla Básica

Zafra	Área	Rendimiento	S.obtenida
	(ha)	(bls/ha)	(bls)
90-91	16,7	133	1.870
91-92	19,6	113	1.744
92-93	28,6	95	2.088
93-94	25,9	133	2.745
94-95	29,0	163	4.717
95-96	21,0	168	2.845
96-97	25,3	160	3.087
97-98	24,5	98	1.838
98-99	29,0	138	3.323
99-00	23,6	185	3.590
00-01	7,6	145	800
01-02	17,1	122	1.650
02-03	19,7	146	2.175
03-04	17,6	115	1.667
04-05	20,2	131	2.040
05-06	16,5	150	2.016
06-07	11,5	174	1.673
07-08	16,0	131	2.099
08-09	11.8	114	1.349
09-10	14,1	128	1.800

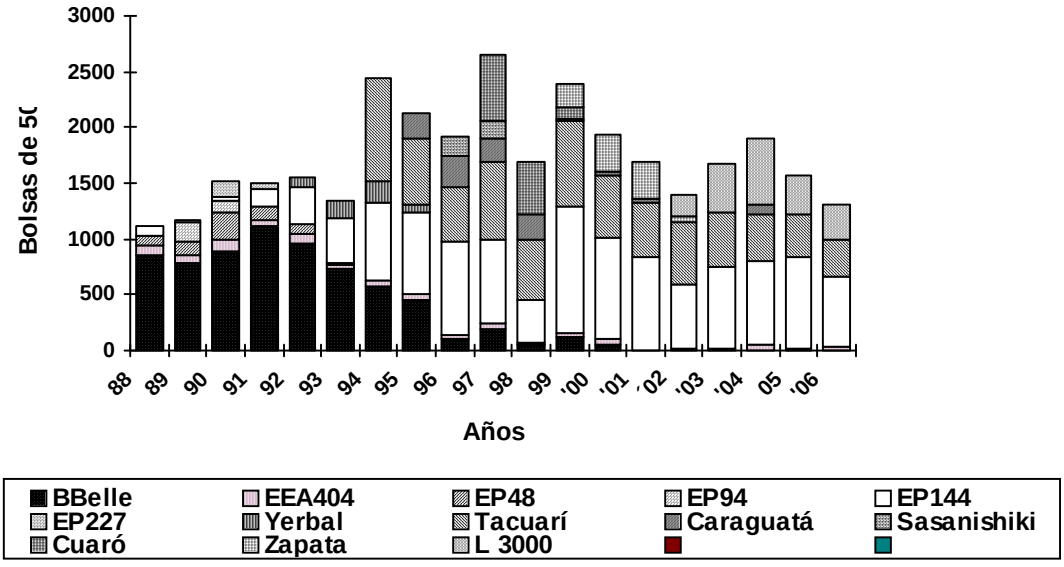


Figura 1. Semilla Básica vendida por variedad y por año (en bolsas de 50 kg).

II. CALIDAD EN SEMILLAS DE ARROZ

CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLAS DE ARROZ ALMACENADAS

Ana Laura Pereira[1/], Mabel Oxley[1/], Matheus Betemps[2/], Bruna Obes Corrêa[2/], Caroline Leal[2/]

INTRODUCCIÓN

El área que ocupa el cultivo de arroz en Uruguay en los últimos años se encuentra entre 150 mil y 200 mil hectáreas, siendo sembrada más del 90% de la misma con semilla certificada de las variedades El Paso 144, Tacuari y Olimar. La producción de semilla básica de arroz es el inicio de la multiplicación de la semilla que abastecerá a los productores. Esta se realiza en un área muy pequeña de aproximadamente 15 ha y está sujeta a la variabilidad climática de la región. Es importante asegurar el suministro de esta semilla produciendo excedentes que superen lo requerido para la zafra del año como forma de asegurar el suministro de esta semilla en años malos. La semilla sobrante se mantiene almacenada en condiciones de humedad y temperatura ambiente hasta la siguiente zafra en el galpón de INIA Treinta y Tres.

La longevidad de las semillas en el almacenamiento puede ser influenciada por la especie, la variedad, la calidad inicial de la semilla, el contenido de humedad de la semilla y la temperatura de almacenamiento (Tekrony et al., 1987).

Al considerar las causas de deterioro de las semillas, los dos factores más importantes son el contenido de humedad de la semilla y la temperatura a la que se almacena (Desai). Las mejores condiciones para mantener la calidad fisiológica son bajas temperaturas y humedad relativa del aire debido a que mantienen al embrión en baja actividad metabólica (Carvalho & Nakagawa, 1983 y Aguiar et al., 1993).La humedad ejerce una influencia mucho más pronunciada y directa en la longevidad de la semilla que la temperatura (Gregg y Fagundes, 1977).

Al abordar la influencia de la temperatura sobre la calidad de semilla, BASS, observa que las temperaturas entre 5 y 29º C son satisfactorias para el almacenamiento, pero las inferiores a 18º C son las más recomendables para la mayoría de las semillas.

La duración del almacenamiento es otra variante importante que debe ser considerada. Según Paricha et al. (1977) el deterioro de las semillas aumenta progresivamente con la extensión del tiempo de almacenamiento.

La reducción de la calidad fisiológica es una consecuencia determinada por el proceso de deterioro de la semilla, pues el deterioro es inexorable, irreversible, mínimo en la madurez fisiológica y variable entre semillas de una misma especie y entre semillas del mismo lote (Delouche y Baskin, 1973). La calidad fisiológica de las semillas influye directamente el stand inicial de plantas y el primer componente de calidad que muestra señales de deterioro es el vigor da las semillas, luego la reducción en la germinación y plántulas normales y, finalmente, la muerte de las semillas (Ferguson, 1995).

Existen varios métodos para determinar la calidad fisiológica de las semillas, donde la germinación, pureza y sanidad son tres criterios generalmente aceptados y determinados por análisis de rutina en los laboratorios de semillas. El vigor de semillas aparece como un cuarto criterio de calidad que se refiere principalmente al comportamiento en el campo.

De acuerdo con Franco y Petrini 2002, el test de germinación es un parámetro

[1/] INIA Treinta y Tres
[2/] Universidad Federal de Pelotas

utilizado para medir la viabilidad y predecir la emergencia en el campo cuando la siembra se realiza en condiciones ideales de suelo. Estas condiciones rara vez ocurren y este parámetro para la evaluación de la viabilidad sobre-estima la emergencia a campo, en porcentajes variables. Esto se debe al hecho de que el vigor integra factores que van más allá de la simple viabilidad.
Para Delouche (1974) el test de germinación es un parámetro poco sensible y engañoso del vigor de las semillas, porque se centra en la consecuencia final del deterioro y no tiene en cuenta la pérdida que se produce antes de que disminuya la capacidad de germinación.

El vigor de la semilla se entiende como la suma de las propiedades que determinan el nivel potencial de actividad y el desarrollo de una semilla o un lote de semillas durante la germinación y emergencia de plántulas (ISTA, 1981). Según AOSA (1983), el vigor comprende aquellas propiedades que determinan el potencial para una emergencia rápida, uniforme y para el desarrollo de plántulas normales en una amplia gama de condiciones ambientales.

Entre las varias causas que pueden inducir cambios en el nivel de vigor debe ser destacado: la constitución genética, ambiente y la nutrición de la planta madre, peso y tamaño de la semilla, la integridad de la semilla, deterioro y edad de la semilla, y patógenos (AOSA, 1983).

Varios test fueron desarrollados para evaluar el vigor en los lotes de semillas. Dentro de los considerados más importantes por la International Seed Testing Association (ISTA 1995) se encuentran:

a) métodos que se basan en la evaluación o el comportamiento de las plántulas;
b) métodos que someten la semilla a condiciones de estrés.

En el primer grupo se encuentran los tests que evalúan las características de la germinación o de las plántulas, tales como primer conteo del test de germinación, largo y peso de plántulas y la velocidad de germinación. Dentro de los test que someten la semilla a condiciones de estrés el más común es el de envejecimiento acelerado (Vieira & Carvalho, 1994). Este somete a la semilla a condiciones de alta humedad y temperatura previamente al test de germinación.
La germinación de la semilla básica de INIA almacenada hasta la zafra del año siguiente alcanza los valores requeridos por el Instituto Nacional de Semillas para su comercialización en esta categoría pero poco se sabe sobre su calidad fisiológica cuanto al vigor de las mismas. El objetivo de este estudio es comparar la calidad fisiológica de lotes de semillas de arroz almacenados en condiciones de humedad y temperatura ambiente durante seis y dieciocho meses.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el laboratorio de semillas del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en el departamento de Treinta y Tres. El trabajo constó de dos experimentos de igual diseño que fueron conducidos en el período de setiembre a noviembre del 2008 (experimento 1) y en el mismo periodo de 2009 (experimento 2).

El estudio consistió en comparar la calidad fisiológica de lotes de semillas almacenados por seis meses y lotes almacenados por 18 meses para las variedades Tacuarí, El Paso 144 y Olimar. En el experimento 1 se utilizaron lotes de las zafras agrícolas de 2006/07 y 2007/08 y en el experimento 2 fueron utilizados lotes de las zafras agrícolas de 2007/08 y 2008/09.

Para los dos años de experimentos el procedimiento experimental fue el mismo. Una vez cosechadas las semillas estas fueron secadas, maquinadas y almacenadas en bolsas de plastillera en condiciones de humedad y temperatura ambiente en el galpón de INIA Treinta y Tres. Las muestras utilizadas en el experimento fueron tomadas de una muestra compuesta de las bolsas

almacenadas en el galpón por 6 y 18 meses.

El análisis de la calidad fisiológica de los lotes se realizó a través de la germinación y tests de vigor. Los tests de vigor realizados en laboratorio fueron: el primer conteo del test de germinación, largo total de plántula, largo de raíz de plántula, peso de plántula, índice de velocidad de germinación y envejecimiento acelerado. Posteriormente se realizó el test de emergencia en el campo.

Test de germinación - se realizó con 200 semillas (cuatro repeticiones de 50) entre papel a 25°C y los conteos de plántulas realizados a los cinco y catorce días luego de la instalación del test.

Test del primer conteo de germinación - fue realizado conjuntamente con el test anterior y consta del registro del porcentaje de plántulas normales verificadas en el quinto día después de la instalación.

Largo de plántula - se sembraron entre papel cuatro repeticiones de 20 semillas colocadas en el germinador a 25 °C. Luego de 7 días se midió el largo total de plántulas normales y de sus raíces.

Peso de la materia seca de plántula - se determinó utilizándose las mismas plántulas del test de largo de plántula, colocadas en una estufa a 80 ° C durante 24 horas.

Test del índice de velocidad de germinación - se sembraron 200 semillas y se contaron diariamente las plántulas que tenían un tamaño mínimo de 3 cm hasta el decimocuarto día. Con los datos diarios de las plántulas germinadas se calculó la velocidad de germinación utilizando la fórmula del índice de velocidad de germinación de Maguire (1962).

Test de envejecimiento acelerado - fue conducido en la cámara de envejecimiento acelerado colocándose las semillas en cajas plásticas a 42 ºC y 100% de humedad relativa durante 72 horas. Transcurrido dicho período las semillas fueron colocadas a germinar de acuerdo a las recomendaciones del test de germinación.

Emergencia a campo - fue realizada sembrándose en 4 líneas de 5 m con 100 semillas cada una. El conteo de plántulas se realizó 21 días después de la siembra.

El diseño experimental fue completamente al azar siendo las medias comparadas a través del test de Tukey con un 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La germinación y el vigor de las semillas básicas de las variedades Tacuarí, El Paso 144 y Olimar con seis y 18 meses de almacenamiento para el experimento 1 y el experimento 2 se presentan los cuadros 1 y 2 respectivamente.

Cuadro 1. Resultados de análisis de germinación y los test de vigor de primer conteo de germinación (PCG), largo total de plántula (LTP), largo de raíz (LR), peso seco de plántula, índice de velocidad de germinación (IVG), envejecimiento acelerado (EA) y emergencia a campo para el experimento 1.

	Germ (%)		PCG (%)		LTP (mm)		LR (mm)		PSP (mg)		IVG		EA (%)		EC (%)	
Tacuari 18 ma	89,1	*b*	86,4	*b*	113,4	a	83,6	b	3,2	a	9,8	*b*	72,8	*ab*	52,8	*a*
Tacuari 6 ma	92,3	*ab*	90,1	*a*	117,5	a	91,1	a	3,2	a	11,4	*a*	86,3	*a*	57,8	*a*
El Paso - 18 ma	93,3	*ab*	92,6	*a*	139,6	a	101,7	b	4,2	a	14,1	*b*	73,0	*a*	66,5	*a*
El Paso - 6 ma	93,7	*ab*	92,8	*a*	142,2	a	107,4	a	4,0	a	14,6	*a*	75,9	*a*	64,5	*a*
Olimar 18 ma	91,8	*ab*	90.9	*ab*	151,0	a	110,0	a	4,3	a	13,0	*b*	65,0	*b*	58,4	*a*
Olimar 6 ma	95,4	*a*	94,8	*a*	158,2	a	117,9	a	4,3	a	14,8	*a*	77,6	*a*	65,8	*a*

Cuadro 2. Resultados de análisis de germinación y los test de vigor de primer conteo de germinación (PCG), largo total de plántula (LTP), largo de raíz (LR), peso seco de plántula, índice de velocidad de germinación (IVG), envejecimiento acelerado (EA) y emergencia a campo para el experimento 2.

	Germ (%)		PCG (%)		LTP (mm)		LR (mm)		PS (mg)		IVG		EA (%)		EC (%)	
Tacuari 18 ma	93,1	*b*	87,6	*b*	90,1	*a*	71,6	*b*	2,24	*a*	12	*b*	68,8	*b*	62,4	*a*
Tacuari 6 ma	95,3	*ab*	92,8	*a*	91,7	*a*	74,6	*a*	2,20	*a*	12,7	*a*	85,4	*a*	68,2	*a*
El Paso - 18 ma	95,6	*ab*	93,4	*a*	93,9	*a*	76,2	*a*	2,53	*a*	13,9	*a*	75,5	*b*	60,7	*a*
El Paso - 6 ma	94,6	*ab*	93	*a*	99,4	*a*	81,9	*a*	2,73	*a*	13,3	*b*	87,9	*a*	71,2	*a*
Olimar 18 ma	97,6	*a*	96	*a*	98,6	*b*	80,2	*b*	2,51	*a*	14,9	*a*	74,9	*a*	70,4	*a*
Olimar 6 ma	94,9	*ab*	93,3	*a*	103,7	*a*	85,3	*a*	2,55	*a*	14	*b*	83,6	*a*	73,6	*a*

La germinación de las semillas en el año de cosecha (seis meses de almacenamiento) es superior al 90% para todos los lotes y durante los dos años analizados. Estos valores indican una alta germinación y superan ampliamente el valor requerido por la legislación vigente en Uruguay para la comercialización de semilla básica de arroz. Al comparar el resultado de la germinación de los lotes almacenados durante 6 meses frente a los almacenados 18 meses no se encontraron diferencias significativas en ninguna variedad en los dos experimentos. Esto concuerda con los resultados de diez años obtenidos en el laboratorio de semillas de INIA Treinta y Tres (datos no publicados), donde no se detectaron diferencias entre la germinación a los cinco meses de almacenamiento y la almacenada por 17 meses para las mismas variedades.

En un estudio que verificaba la longevidad de semillas de arroz en condiciones normales de galpón en Minas Gerais con temperaturas medias de 22ºC y humedad de 70%, Fonseca et al. (1979), encontraron estabilidad de la germinación de semillas de arroz hasta el décimo cuarto mes y sin que sufrieran pérdidas en su calidad fisiológica durante 16 meses.

A partir de los resultados presentados en los cuadros 1 y 2 se observa que para los tests de vigor se verifican diferencias en largo de raíz, índice de velocidad de

germinación, primer conteo de germinación y envejecimiento acelerado.

Para el primer conteo de germinación se observa que la variedad Tacuarí presento menor germinación en los lotes con 18 meses de almacenamiento en comparación a los de seis meses para los dos experimentos.
La variedad Tacuari fue la única que presentó diferencias en el primer conteo de germinación, donde se identificó menor porcentaje en las semillas almacenadas por 18 meses.

La velocidad de germinación varió entre tiempo de almacenamiento. En el experimento 1 las tres variedades tuvieron una mayor velocidad de germinación en los lotes almacenados por seis meses. Lo mismo ocurre con la variedad Tacuarí en el experimento 2, pero no para Olimar y El Paso 144 en que se da lo contrario. Esto probablemente puede ser debido a la presencia de hongos encontrados en la semilla como Curvularia sp. y Helmintosporium sp. en los lotes de la zafra 08/09 que estarían interfiriendo y disminuyendo la velocidad de germinación de estas semillas.

En los tests relacionados al crecimiento de plántulas se observaron diferencias principalmente en el largo de raíz donde las plántulas provenientes de semillas de los lotes con seis meses de almacenamiento fueron más largas para las variedades Tacuarí y Olimar en el experimento 1 y en la variedad El Paso 144 en el experimento 2. En el largo total de plántula, a pesar de registrarse valores algo menores para las plántulas provenientes de semillas con mayor tiempo de almacenamiento, fue significativo sólo para la variedad Olimar en el experimento 2.

El peso seco de las plántulas no difirió entre tiempos de almacenamiento, o sea que a pesar de observar-se diferencias en el largo de las mismas, este crecimiento no fue suficiente para manifestarse en el peso. Este test parece no ser eficaz en la diferenciación del vigor de lotes como se ha observado en varios estudios tanto para arroz como para otras especies.

En los resultados del test de envejecimiento acelerado, en el experimento1, la variedad Olimar presentó menor germinación en los lotes con 18 meses de almacenamiento. En el experimento 2 el mismo resultado se da para las variedades Tacuari y El Paso 144 manifestándose menor germinación en los lotes de mayor tiempo de almacenamiento.

La emergencia a campo no presentó diferencias entre tiempos de almacenamiento en los dos experimentos para ninguna de las variedades.

Analizando el resultado de la emergencia a campo se observa que a pesar de algunos tests dejar en evidencia mayor vigor para los lotes con menor tiempo de almacenamiento, esto no se refleja en las condiciones de campo. Se podría decir entonces, que para la región este, cuando la semilla de buena calidad es mantenida en buenas condiciones de almacenamiento de un año para otro no llevaría a problemas en la emergencia del cultivo de arroz.

Observándose los valores obtenidos en los test que involucran el crecimiento de las plántulas y la velocidad de la germinación puede verificarse el mayor crecimiento y vigor de las variedades tropicales en relación a Tacuarí. Esto se repite en la emergencia a campo.

Dentro de las variedades en estudio se observó que la más susceptible al tiempo de almacenamiento es INIA Tacuarí debido a que para los dos años fue la que mostró diferencias en más tests de vigor.

Los tests en que las diferencias de vigor entre el tiempo de almacenaje fueron más notorios son el envejecimiento acelerado, largo de raíz e índice de velocidad de germinación.

CONCLUSIÓN

La calidad fisiológica de semillas de arroz de buena calidad y bien almacenadas es

poco afectada por un período de almacenamiento de hasta 18 meses para las condiciones de humedad y temperatura de la región. La germinación de lotes almacenados por 18 meses no es menor a los lotes almacenados por seis meses, pero si su vigor, verificado en diferentes test para las tres variedades sin que esto afectara la emergencia a campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bass, L.N. Controlled atmosphere and seed storage. Seed Science and Technology, 1 (2): 463-92,1973.

Delouche, J.C., Baskin, C.C. Acelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Science & Technology, v. 1, p. 427-452, 1973.

Delouche, J.C. Maintaining soybean seed quality. Proc. TVA SYMPSON Soybean Prod., Marketing and Use. TVA Bull. Y69m Muscle Shoals, Ala.: 40-63 USA. 1974.

Ferguson, J.N. An introduction to seed vigour testing. In: Seed vigour testing seminar, 1995, Copenhagen. (Proceedings…) Zurich: International Seed Testing Association, p. 1-9,1995.

Franco, D.F., Petrini, J.A. Testes de Vigor em Sementes de Arroz. Comunicado Técnico 68. Embrapa, 2002.

ISTA. International Seed Testing Association, Handbook of Vigour Test Methods. Zurich, Switzerland, ISTA. 72 p., 1981.

Seeds Handbook. Biology, production, processing, and storage. Second Edition. AOSA (Association of Oficial Seed Analysts). Seed vigor testing hadbook. Zurich, AOSA, 88 p (Contribution Nº 32 The Handbook on Seed Testing). 1983.

Tekrony, D.M.; Egly, D.B.; White, G.M. Seed production and technology. In: Wilcox, J.R. (Ed). Soybeans: Improvement, Production and Uses. 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, p.295-353, 1987.

Vieira, R.D.; Carvalho, N.M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: UNESP. 163 p. 1994.

AGRADECIMIENTOS

A los funcionarios de la Unidad de Semillas Ariel Pimienta, Miguel Duplatt y Juan Duplatt.