

## RIEGO

### INTERACCIÓN RIEGO NUTRICIÓN

#### I. RESPUESTA DEL ARROZ AL AGREGADO DE NITRÓGENO EN DOS ÉPOCAS DE INUNDACIÓN CON Y SIN APLICACIÓN PREVENTIVA DE FUNGICIDA

Enrique Deambrosi <sup>\*/</sup>  
Ramón Méndez <sup>\*/</sup>  
Stella Avila <sup>\*/</sup>  
Alvaro Roel <sup>\*/</sup>

#### INTRODUCCIÓN

En 1999-2000 culminó una etapa de evaluación de tres años de la respuesta del arroz al momento de inundación y agregado de nitrógeno. El resumen de los resultados de ese estudio enmarcado en el Convenio INIA-PRENADER, será presentado en forma oral en la Reunión Técnica (I) de Arroz de INIA Treinta y Tres y publicado en la Serie Técnica de INIA.

En el transcurso de esa investigación se fueron generando nuevas interrogantes, sobre diversos aspectos que se considera interaccionan con los factores manejados, dando lugar a las diferentes respuestas observadas en los distintos años. Uno de ellos lo constituye el impacto o severidad de las enfermedades del tallo, que de acuerdo a otros estudios realizados en forma independiente está muy relacionado con la época de inundación por un lado y por el agregado de nitrógeno por otro. Como consecuencia de ello, en el año anterior

se comenzó a estudiar en INIA Tacuarí la incidencia de la aplicación de un fungicida preventivo en la respuesta del arroz a las aplicaciones de nitrógeno, en las dos épocas de inundación.

En 2000-01 se decidió comenzar un estudio de tres años desarrollando esta línea de trabajo con las dos variedades más sembradas en el país.

Se considera que los estudios de interacción deben ser evaluados a través de varios años, para poder ser interpretados correctamente y en esta publicación sólo se presenta un informe de avance, parcial, con algunos de los resultados obtenidos en la última zafra agrícola.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue instalado en la Unidad Experimental Paso de la Laguna, sobre un suelo de la Unidad La Charqueada, que presentaba las siguientes características:

<sup>\*/</sup> Ing. Agr., M. Sc., Programa Arroz

Análisis de suelos:

| pH(H <sub>2</sub> O) | M.O.<br>% | P(Bray 1) | K<br>meq/100g |
|----------------------|-----------|-----------|---------------|
| 5,4                  | 2,71      | 6,4       | 0,22          |
| 5,4                  | 3,26      | 7,1       | 0,23          |
| 5,4                  | 3,59      | 8,1       | 0,25          |

Se consideraron dos ensayos diferentes: uno con la variedad INIA Tacuarí y el otro con El Paso 144, manejándose en general con los mismos criterios.

La siembra se realizó el 3. 11. 00 con una sembradora en línea, a razón de 650 semillas viables/m<sup>2</sup> corregidas por germinación.

Se fertilizó en la siembra en el surco con 100 kg/ha de 0-46/46-0.

El primer riego se realizó el 21. 11. 00

Las malezas fueron controladas mediante la aplicación de una mezcla de tanque de Propanil (4,0 l/ha), Facet (1,3 l/ha), Command (0,8 l/ha) y Basagran (2,0 l/ha) el 5. 12. 00

Se utilizó el diseño de bloques al azar con un arreglo de parcelas subdivididas, con tres repeticiones.

En la parcela mayor se ubicó la época de inundación, en la subparcela la aplicación (o no) de fungicida, y en las sub-subparcelas las dosis de nitrógeno.

Se consideraron dos épocas de inundación:

- 1) temprana, 7. 12. 00, aproximadamente 18 días después de completada la emergencia;
- 2) tardía, 26. 12. 00, aproximadamente 37 días después de completada la emergencia.

El tratamiento de aplicación de fungicida preventivo fue realizado con azoxistrobin (Amistar 0,8 l/ha) cuando

las parcelas presentaban un 50-70% de floración. Las fechas de aplicación variaron de acuerdo al estado de desarrollo del arroz en las distintas combinaciones de los otros factores: INIA Tacuarí, inundación temprana: 9.02.01; INIA Tacuarí, inundación tardía: 13.02.01; El Paso 144, inundación temprana: 21.02.01; El Paso 144, inundación tardía: 23.02.01.

Para los tratamientos de nitrógeno, ubicados en las parcelas más pequeñas, se utilizó urea como fuente (46%). En el cuadro 4.1 se presenta la distribución de las dosis de acuerdo a los estados de desarrollo del arroz: siembra, macollaje y elongación de entrenudos.

Las aplicaciones de nitrógeno correspondientes a la siembra, por una razón de manejo, se realizaron a mano en cobertura enseguida de la emergencia. Las aplicaciones de macollaje se realizaron en seco, bañándose inmediatamente en el caso de la inundación tardía y dejando establecida la inundación en la temprana.

Cuadro 4.1 Tratamientos de nitrógeno

| Nitrógeno (kg/ha) |           |                       |       |
|-------------------|-----------|-----------------------|-------|
| Siembra           | Macollaje | Elongación entrenudos | Total |
| 0                 | 0         | 0                     | 0     |
| 10                | 15        | 15                    | 40    |
| 10                | 35        | 35                    | 80    |
| 10                | 55        | 55                    | 120   |

Al comienzo de floración se extrajeron al azar muestreos de plantas en 0,5 m de surco, para analizar producción de materia seca y absorción de nitrógeno y fósforo.

En forma previa a la cosecha se realizó lectura del estado sanitario de las parcelas. A su vez, se extrajeron al azar

dos muestras de 0,3 m de surco para analizar componentes del rendimiento.

### Resultados preliminares y discusión

#### INIA Tacuarí

Se obtuvo un promedio de 8.476 kg/ha de arroz con un coeficiente de variación de 6,0%. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 4.2.

La época de inundación no tuvo efectos significativos en los rendimientos, ni tampoco su interacción con las aplicaciones de nitrógeno ni con la de fungicida.

La aplicación de fungicida incrementó en forma significativa el rendimiento (Sin: 8.337, Con: 8.652 kg/ha respectivamente; prob.: 0,02) y existió una respuesta muy significativa a las aplicaciones de nitrógeno.

En la figura 4.1 se pueden observar en forma gráfica las respuestas a la aplicación de nitrógeno. Si bien no existió interacción nitrógeno x fungicida, a los efectos de visualizar en forma simultánea los dos efectos se presentan por separado las respuestas del arroz al nutriente, con y sin la aplicación del fungicida. Cuando no se aplicó este último la respuesta no ajustó

a ningún modelo polinomial, por lo que se incluyeron los promedios reales; con el fungicida la respuesta obtenida se presenta según una ecuación de segundo grado.

Los incrementos por la presencia del fungicida no fueron de gran magnitud, y se puede apreciar en la figura que la diferencia incremental existió cuando se aplicó el nutriente. Sin nitrógeno, el rendimiento fue algo mayor sin el fungicida.

La curva de respuesta presenta un máximo físico en 84 kg/ha de nitrógeno con una eficiencia de 14,8 kg de arroz por kg de nitrógeno aplicado.

Cuadro 4.2 Efectos de los tratamientos sobre el rendimiento. INIA Tacuarí

| Fuente de variación    | Probabilidad |
|------------------------|--------------|
| Época inundación       | 0,21         |
| Fungicida              | 0,02         |
| Inundación x Fungicida | 0,16         |
| Nitrógeno              | 0,001        |
| Inundación x Nitrógeno | 0,35         |
| Fungicida x Nitrógeno  | 0,18         |
| Inundac. x Fung.x Nit. | ns           |
| Promedio               | 8.476        |
| C.V.%                  | 6,0          |

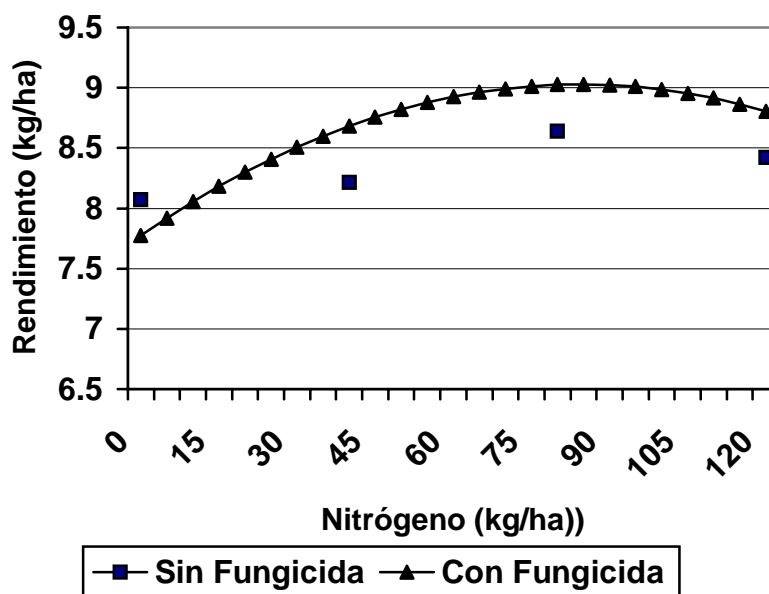


Figura 4.1. Rendimiento. Respuesta de INIA Tacuarí a la aplicación de nitrógeno con y sin uso de fungicida. (CF  $y = 7.77588 + 0.02969x - 0.00017588x^2$   $R^2 = 0,42^{**}$ )

Cuadro 4.3 Efectos de los tratamientos sobre la Podredumbre de los Tallos. INIA Tacuarí

| Fuente de variación    | Probabilidad |
|------------------------|--------------|
| Época inundación       | ns           |
| Fungicida              | 0,001        |
| Inundación x Fungicida | 0,35         |
| Nitrógeno              | 0,007        |
| Inundación x Nitrógeno | ns           |
| Fungicida x Nitrógeno  | ns           |
| Inundac. x Fung.x Nit. | ns           |
| Promedio               | 13,9         |
| C.V.%                  | 109,4        |

Con respecto a la variación de las enfermedades en respuesta a los factores manejados se presentan en los cuadros 4.3 y 4.4 un resumen de los análisis estadísticos realizados.

Cuadro 4.4 Efectos de los tratamientos sobre el Manchado Confluyente de las Vainas. INIA Tacuarí

| Fuente de variación    | Probabilidad |
|------------------------|--------------|
| Época inundación       | ns           |
| Fungicida              | 0,42         |
| Inundación x Fungicida | 0,22         |
| Nitrógeno              | ns           |
| Inundación x Nitrógeno | ns           |
| Fungicida x Nitrógeno  | ns           |
| Inundac. x Fung.x Nit. | ns           |
| Promedio               | 34,5         |
| C.V.%                  | 55,3         |

En el primero de ellos se puede observar que con un coeficiente de variación muy alto, tanto la aplicación del fungicida como la de nitrógeno afectaron los índices de severidad de la Podredumbre de los Tallos, sin detectarse interacciones significativas. Los promedios obtenidos por acción del fungicida fueron: SF: 23,0 CF:4,8 y por las aplicaciones del nutriente:  $N_0$ :4,9  $N_{40}$ :10,2  $N_{80}$ :12,6 y  $N_{120}$ : 27,8.

Con respecto al Manchado Confluyente de las vainas no se encontraron diferencias significativas por ninguno de los factores manejados.

El Paso 144

Con menor significación que en INIA Tacuarí, también en El Paso 144 la aplicación de nitrógeno y el uso de fungicida provocaron variaciones en el rendimiento. En el cuadro 4.5 se presenta el resumen del análisis estadístico realizado. En este caso existió interacción entre la respuesta al nitrógeno y la época de inundación.

Se obtuvieron en promedio 8.435 kg/ha, tan sólo 41 kg diferente de la media registrada en INIA Tacuarí.

Las medias de rendimientos obtenidas por la aplicación del fungicida fueron:  
SF: 8.264 kg/ha CF: 8.607 kg/ha.

En la figura 5.2 se pueden observar las respuestas de El Paso 144 a las aplicaciones de nitrógeno según las distintas épocas de inundación. Existió una interacción muy grande con el manejo del agua, obteniéndose respuestas realmente muy diferentes.

En la inundación temprana se partió de un nivel de rendimientos muy bajo cuando no se agregó N, y luego se expresó una gran respuesta, que presentó el máximo físico en 112 kg/ha con una producción de 9.127 kg/ha y una eficiencia de conversión de 17,6 kg de arroz por unidad de nutriente aplicado.

Con respecto a la baja producción obtenida en los testigos, es de destacar que en las parcelas de este tratamiento se observó síntomas de espiga erecta.

Otro aspecto que puede haber incidido en la respuesta obtenida fue la presencia temporal de "Bichera" (larva de la raíz) en alguna zona del ensayo; los primeros amarillamientos de plantas en las parcelas mayores de inundación temprana, fueron justamente observados en las unidades correspondientes a los testigos.

El arroz producido con el manejo tardío de la inundación alcanzó casi el mismo potencial de rendimientos (8.955 kg/ha), con una dosis mucho menor del nutriente (46 kg), pero con una eficiencia también menor, dado que se partió de un nivel de rendimientos del testigo más alto (10 kg de arroz/kg N). Con la utilización de mayores dosis, se deprimieron los rendimientos.

Cuadro 4.5 Efectos de los tratamientos sobre el rendimiento. El Paso 144

| Fuente de variación           | Probabilidad |
|-------------------------------|--------------|
| <b>Época inundación</b>       | ns           |
| <b>Fungicida</b>              | 0,07         |
| <b>Inundación x Fungicida</b> | ns           |
| <b>Nitrógeno</b>              | 0,03         |
| <b>Inundación x Nitrógeno</b> | 0,01         |
| <b>Fungicida x Nitrógeno</b>  | 0,27         |
| <b>Inundac. x Fung.x Nit.</b> | ns           |
| <b>Promedio</b>               | 8.435        |
| <b>C.V.%</b>                  | 11,2         |

Con respecto a la incidencia de los factores manejados sobre el estado sanitario, se presentan en los cuadros 4.6 y 4.7 los resultados de los análisis estadísticos realizados.

Existió una tendencia poco significativa de variación (0,10 para Podredumbre de los tallos y 0,09 para Manchado Confluyente de las Vainas) debida a las épocas de inundación. Ni el nitrógeno, ni la aplicación de fungicida afectaron

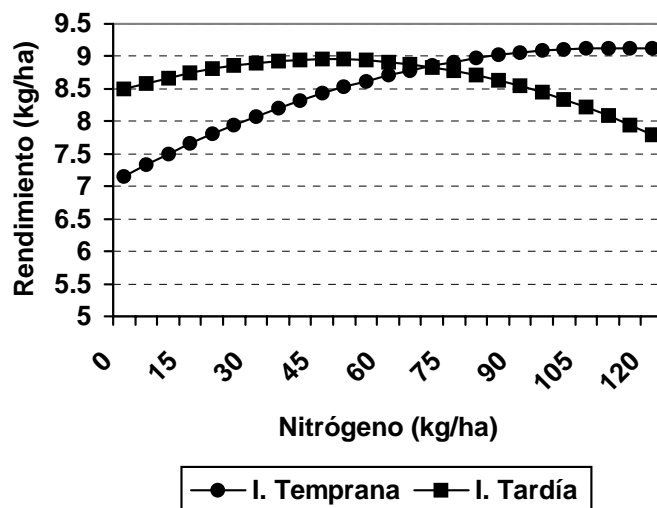


Figura 4.2. Rendimiento. Respuesta de El Paso 144 a las aplicaciones de nitrógeno según dos épocas de inundación.

al *Sclerotium oryzae*, mientras que solamente el fungicida y de manera poco probable (probabilidad 0,09) hizo variar la severidad de la *Rhizoctonia oryzae sativae*.

En el cuadro 4.8 se pueden observar los efectos de la inundación sobre ambas enfermedades.

Los índices promedio del Manchado Confluyente de las Vainas por la acción del fungicida fueron:  
SF: 53,3 CF: 45,9.

Cuadro 4.6 Efectos de los tratamientos sobre la Podredumbre de los Tallos. El Paso 144

| Fuente de variación    | Probabilidad |
|------------------------|--------------|
| Época inundación       | 0,10         |
| Fungicida              | 0,15         |
| Inundación x Fungicida | ns           |
| Nitrógeno              | 0,23         |
| Inundación x Nitrógeno | ns           |
| Fungicida x Nitrógeno  | ns           |
| Inundac. x Fung.x Nit. | ns           |
| Promedio               | 36,7         |
| C.V.%                  | 36,4         |

Cuadro 4.7 Efectos de los tratamientos sobre el Manchado Confluyente de las Vainas. El Paso 144

| Fuente de variación    | Probabilidad |
|------------------------|--------------|
| Época inundación       | 0,09         |
| Fungicida              | 0,09         |
| Inundación x Fungicida | 0,31         |
| Nitrógeno              | 0,25         |
| Inundación x Nitrógeno | ns           |
| Fungicida x Nitrógeno  | ns           |
| Inundac. x Fung.x Nit. | ns           |
| Promedio               | 49,6         |
| C.V.%                  | 29,2         |

Cuadro 4.8. Efectos de la época de inundación en los índices de severidad de las enfermedades del tallo. El Paso 144

| Época inundación | Podredumbre del Tallo | Manchado C. de las Vainas |
|------------------|-----------------------|---------------------------|
| Temprana         | 42,3                  | 46,9                      |
| Tardía           | 31,0                  | 52,4                      |
| Promedio         | 36,7                  | 49,6                      |
| Probab.          | 0,10                  | 0,09                      |