



REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY -  
MINISTERIO DE GANADERIA, AGRICULTURA Y PESCA  
PROGRAMA DE GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA  
DIRECCION DE INVESTIGACION

**CENTRO DE  
INVESTIGACIONES  
AGRÍCOLAS**  
"Alberto Boerger"

# **INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**No.7**



REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY  
MINISTERIO DE GANADERIA, AGRICULTURA Y PESCA

MINISTRO  
Ing. Agr. Pedro Bonino Garmendia

SUB SECRETARIO  
Cr. Ricardo Lombardo

DIRECTOR GENERAL  
Dr. Carlos Delpiazzo

SUB DIRECTOR GENERAL  
Sr. Pedro Olmos

PROGRAMA DE GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

DIRECTOR GENERAL  
Ing. Agr. Armando Rabuffetti (M.Sc., Ph.D.)

DIRECCION DE INVESTIGACION  
(Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger")  
Director, Ing. Agr. John Grierson (M.Sc.)

ESTACION EXPERIMENTAL LA ESTANZUELA - (EELE)  
Director, Ing. Agr. Mario Allegri (M.Sc.)

ESTACION EXPERIMENTAL LAS BRUJAS - (EELB)  
Encargado, Ing. Agr. César Maeso

ESTACION EXPERIMENTAL DEL ESTE - (EEE)  
Director, Ing. Agr. Carlos Mas (M.Sc.)

ESTACION EXPERIMENTAL DEL NORTE - (EEN)  
Director, Ing. Agr. José Silva (M.Sc.)

ESTACION EXPERIMENTAL DE CITRICULTURA - (EEC)  
Director, Ing. Agr. Ismael Müller (M.Sc.)

ESTACION EXPERIMENTAL ANIMALES DE GRANJA - (EEAG)  
Encargado, Ing. Agr. César Maeso



REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY  
MINISTERIO DE GANADERIA, AGRICULTURA Y PESCA  
PROGRAMA DE GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA  
DIRECCION DE INVESTIGACION

CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS  
"ALBERTO BOERGER"

# INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

N° 7

AÑO 7 No. 1



MINISTERIO DE GANADERIA,  
AGRICULTURA Y PESCA

Generación y Transferencia de Tecnología  
Estación Experimental "LAS BRUJAS"

BIBLIOTECA

## FRACCIONAMIENTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA EN TRIGO DE SIEMBRA TEMPRANA PARA GRANO Y DOBLE PROPOSITO\*

A. García Lamothe\*\*  
D. Martino

### RESUMEN

A efectos de lograr un uso eficiente de los fertilizantes nitrogenados para la producción de grano de trigos sembrados en abril y mayo con eventual utilización para pastoreo, cobra especial importancia la aplicación fraccionada de los mismos.

Se analizaron los resultados de tres experimentos realizados en 1984 en La Estanzuela, en los que se evaluó la producción de forraje y grano de trigo cv. Estanzuela Dorado con diferentes estrategias de dosis y momentos de aplicación de urea. Uno de los experimentos fue instalado a continuación de una pradera de trébol rojo, y los dos restantes en un campo con varios años de agricultura y baja capacidad de suministro de N.

El período postsiembra se caracterizó por una gran abundancia de lluvias (en 60 días, 25 días con lluvias con un total de 226 milímetros).

La producción de forraje hasta el comienzo de la encañazón respondió positivamente al agregado de hasta 150 kg de N/ha a la siembra (12 y 4 kg de MS/ha de N en chacras vieja y nueva, respectivamente), lo que estuvo más asociado al desarrollo de cada macollo que a un incremento en la tasa de macollaje. La aplicación de la mitad de la dosis al comienzo del macollaje no aumentó la respuesta.

El rendimiento de grano, sin pastoreo, aumentó linealmente con la fertilización nitrogenada. La magnitud de la respuesta varió con el momento de la aplicación: 5, 8 y 8 kg de grano/kg de N para toda la siembra; 1/2 de la dosis al inicio del macollaje, y un 1/2 de la dosis al comienzo del alargamiento de los entrenudos, respectivamente.

El pastoreo simulado mediante cortes disminuyó el rendimiento de grano (en promedio, de 1.420 a 851 kg/ha) habiendo ocurrido las máximas disminuciones relativas con el mayor nivel de N a la siembra. La respuesta a N fue nula en la chacra nueva. En la chacra vieja la respuesta en grano al N fue lineal hasta 150 kg de N/ha, y de una magnitud de 2, 3 y 6 kg de grano/kg de N para aplicaciones todo a la siembra; 1/2 de la dosis al inicio del macollaje, y 1/2 de la dosis luego del corte, respectivamente.

Se analiza además el comportamiento de los componentes del rendimiento en todas las situaciones.

### SUMMARY

The current interest in early sown wheats (April-May) for grain production and eventually, forage production, has promoted recent studies on the N-fertilizer efficiency.

Three field experiments were conducted in the fall of 1984 at "La Estanzuela", where the effects of rate and splitting of nitrogen fertilization were studied to assess the best strategy of the N fertilization.

Two experiments sites were selected differing in their crop history: a N-depleted soil by continuous cropping with a wheat-fallow sequence and a red clover stubble, with a higher N supplying capacity.

Precipitation during the early period of growing season was above normal (and determined low N efficiency).

The addition of N up to 150 kg/ha increased forage production which was associated mainly to an increase of individual tiller weight. Splitting fertilization had no significant effect on forage yield.

The grain yield was linearly related to N application. The extent of this response varied from 5 kg for each kg of N applied, when all the fertilizer was applied at sowing, to 8 kg when splitting half at sowing, half at tillering or at stem elongation.

The practice at cutting the wheat at stem elongation (first node) resulted in a mean decrease in grain production of approximately 570 kg/ha being greatest with the highest N rate applied all at sowing.

In the wheat-fallow sequence, grain production response to N was linear and positive up to 150 kg/ha, and the grain yield increased 2, 3 and 6 kg for each kg at N applied, at sowing date, half at sowing-half at tillering, and half at sowing-half at stem elongation, respectively.

Heads/m<sup>2</sup>, kernels/head, and grain weight are also discussed in relation to grain yields.

### INTRODUCCION

El interés en evitar las dificultades inherentes a las siembras de junio y julio utilizando cultivos de trigo aptos para siembras tempranas, así como la posibilidad de utilizar la aptitud forrajera de estos materiales en períodos críticos, conduce a la necesidad de evaluar la respuesta a la fertilización nitrogenada que al igual que otras variables, pueden alterar su comportamiento en siembras de abril y mayo.

Un problema asociado a estas siembras tempranas es el de la pérdida de eficiencia de la fertilización nitrogenada. La alta intensidad de las lluvias de otoño e inicio del invierno y la baja capacidad de almacenamiento de agua después de veranos húmedos o después de prolongados períodos de barbecho, pueden conducir a pérdidas considera-

bles de nitrógeno por lixiviación. También la denitrificación puede actuar en tal sentido, cuando se dan períodos de anaerobiosis donde, a su vez, se suman los problemas de escaso crecimiento radicular, muerte de raíces y baja absorción de nutrientes. En trigos de siembra temprana la capacidad de suministro de nitrógeno del suelo tendría consecuentemente, más importancia relativa en la determinación de la respuesta al nitrógeno que en trigos de siembra normal, pues el nitrógeno disponible inicialmente, inclusive aquél proveniente del fertilizante, estaría más expuesto a las condiciones que favorecen su pérdida.

Los antecedentes con respecto al fraccionamiento de la fertilización nitrogenada sugerida como práctica para incrementar la eficiencia del fertilizante, muestran diferentes comportamientos según las condiciones climáticas (3, 4), capacidad de mineralización del nitrógeno del suelo y texturas (1), entre otros factores.

Del análisis de cuatro años de experimentos sem-

\* Recibido para su publicación en febrero, 1987.

\*\* Técnicos (Ings. Agrs.), Proyecto Suelos, EELE.

brados en julio, en Brunosoles franco-arcillo-limosos, Pérez Sanabria (6) concluye que es más conveniente el fraccionamiento de nitrógeno en siembra y macollaje, especialmente en años con intensas precipitaciones en el período de postsiembra.

Olazábal y Suburú (5) evaluaron dos tipos de fraccionamiento en trigo, sembrado a principios de junio (2/3 de la siembra + 1/3 a los 90 días y 1/3 + 2/3, en los mismos momentos), encontrando tan sólo una pequeña tendencia a incrementar la eficiencia con el segundo tipo de fraccionamiento, aun cuando las condiciones climáticas posteriores a la siembra habrían determinado pérdidas de nitrógeno. Esta baja respuesta al fraccionamiento puede atribuirse a la escasa diferencia de niveles de nitrógeno utilizado en las refertilizaciones y a lo tardío de las mismas.

Los objetivos de este trabajo fueron:

- 1) Cuantificar en siembras tempranas de trigos con y sin pastoreo, la respuesta a la fertilización nitrogenada y al fraccionamiento de la misma, en un año en que las condiciones climáticas favorecieron la ocurrencia de pérdidas de nitrógeno luego de la misma.
- 2) Evaluar diferencias de comportamiento bajo condiciones de pastoreo entre una chacra nueva con un alto potencial de mineralización de N y una chacra vieja con bajo contenido de materia orgánica y pobres condiciones estructurales.

## MATERIALES Y METODOS

En otoño de 1984 se instalaron 3 experimentos en la Estación Experimental La Estanzuela.

Los experimentos 1 y 2 se realizaron sobre un Planosol Eutricto Melánico de textura franco-arcillo-limosa, con muchos años de agricultura continua y 2,8% de materia orgánica. Se sembraron el 9 de mayo con el cultivar E. Dorado. La densidad de siembra fue de 130 kg/ha (300 semillas viables por metro) y la población obtenida a los 60 días, de 125 plantas por metro cuadrado.

El ensayo 3 se instaló sobre un Brunosol Eutricto Melánico de textura franco-arcillo-limosa proveniente de una pradera de trébol rojo, con 4,8% de materia orgánica. Se sembró el 21 de abril con E. Dorado, a 130 kg/ha, lográndose una población de 140 plantas por metro cuadrado.

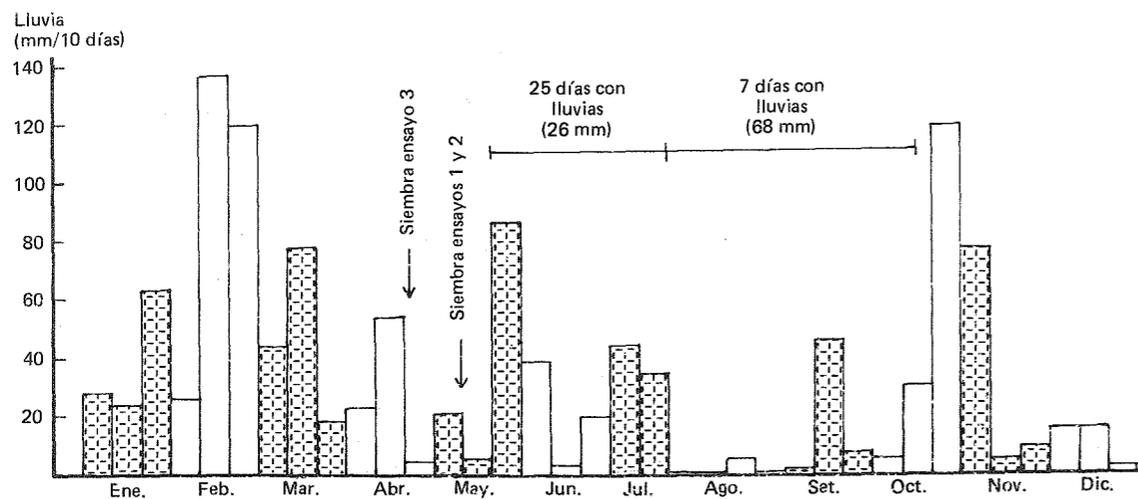


Figura 1. Precipitaciones (mm) cada diez días durante 1985 en la Estación Experimental La Estanzuela.

## Tratamientos

### Ensayo 1

Pastoreo simulado, mediante corte con una pastera Honda, el 5 de setiembre, al inicio de la encañazón. Se dejó un rastrojo de 6 cm de altura.

Sin pastoreo, manejo convencional del cultivo.

Niveles de N: 0, 50, 100 y 150 kg de N/ha bajo forma de urea.

Formas de aplicación:

- todo a la siembra,
- 1/2 a la siembra + 1/2 al inicio del macollaje (16 de julio),
- 1/2 a la siembra + 1/2 al inicio del alargamiento de los entrenudos (encañazón) o luego del pastoreo (6 de setiembre).

Se usó un diseño de parcelas divididas con 4 repeticiones, siendo los tratamientos con y sin pastoreo, las parcelas principales y correspondiendo a las subparcelas, los tratamientos de fertilización en combinación factorial de dosis x formas de aplicación. El tamaño de las parcelas fue de 2,5 m x 8 m y el área cosechada de 10 m<sup>2</sup>.

### Ensayos 2 y 3

Niveles de nitrógeno a la siembra: 0 kg/ha, 40 kg/ha.

Niveles de nitrógeno en la refertilización:

- 0, 40, 80 y 120 kg de N/ha cuando no se fertilizó a la siembra;
- 0, 30, 60 y 90 kg de N/ha cuando se fertilizó a la siembra.

El diseño experimental fue un factorial incompleto en bloques al azar con 4 repeticiones. Todo el experimento 2 fue cortado simulando pastoreo el 5 de setiembre, con pastera Honda, en tanto que el experimento 3 fue pastoreado con ovinos entre el 13 de julio y el 7 de agosto, realizándose la refertilización en ambos casos, luego del pastoreo. El tamaño de las parcelas fue de 2,5 x 8 metros.

En los tres ensayos se realizaron determinaciones de: plantas/m<sup>2</sup>, macollos/m<sup>2</sup>, rendimiento de forraje, rendimiento de grano y componentes del rendimiento.

En la figura 1 se presenta el registro de las precipitaciones ocurridas en La Estanzuela durante 1984.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Producción de forraje

En la chacra vieja se observó una importante respuesta lineal a la fertilización nitrogenada, obteniéndose un incremento de 12 kg de MS/ha, de modo que se alcanzó con 150 kg de N/ha, una producción siete veces superior que sin fertilización. Por otra parte, en la chacra nueva, la respuesta se ajustó a un modelo cuadrático, en donde el máximo nivel de materia seca se obtuvo con 120 kg de N/ha, con una respuesta del orden de 72% con respecto al testigo (fig. 2). En este caso, la eficiencia promedio en el rango de respuesta positiva al N fue de aproximadamente 5 kg de MS/kg de nitrógeno.

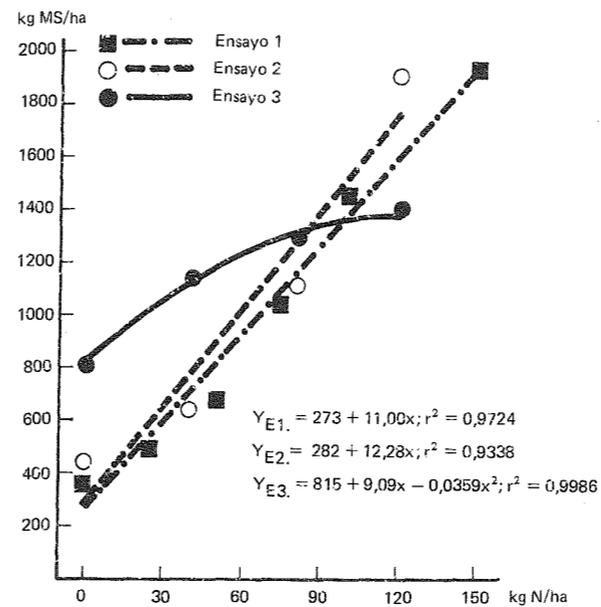


Figura 2. Respuesta en producción de forraje (kg MS/ha) al agregado de nitrógeno en el momento de la siembra para los tres experimentos evaluados.

En los experimentos 1 y 2, la respuesta lineal indica que aún con 150 kg de N/ha no se alcanzó la fase de incrementos decrecientes de los rendimientos, lo cual puede atribuirse en parte a pérdidas del nutriente por procesos de lixiviación y desnitrificación, que habrían disminuido la eficiencia del uso del nitrógeno del fertilizante. Dichos procesos, aunque no fueron medidos, es presumible que hayan ocurrido con gran intensidad dadas las condiciones de alta frecuencia de lluvias (fig. 1) que ocasionaron prolongados períodos de anegamiento del suelo.

En el experimento 3 la respuesta de tipo cuadrático evidencia la alta capacidad de mineralización de N del suelo, determinada por un elevado contenido de materia orgánica (4,8%), seguramente con una alta fracción "activa" de fácil mineralización de los residuos dejados por la pastura de trébol rojo anterior. Por otra parte, este ensayo fue sembrado tres semanas antes que los de la chacra vieja, y no sufrió las lluvias intensas y anegamiento sino hasta el inicio del macollaje, razón por la cual es de esperar que el cultivo haya utilizado una mayor proporción del N del fertilizante que en los otros casos. La mejor condición física de este suelo, a su vez, le habría conferido una mayor posibilidad de escapar a los efectos adversos de las lluvias.

Los menores niveles de producción alcanzados en el ensayo 3 se deben a que el momento de medi-

ción fue a la entrada del pastoreo, no habiéndose evaluado el crecimiento durante el mismo, mientras que los valores de los ensayos 1 y 2 corresponden al corte efectuado en setiembre, es decir, dos meses más tarde. Es por esta razón que se puede concluir que las diferencias observadas en rendimiento sin fertilización entre las chacras nueva y vieja, habrían sido aún mayores.

La respuesta en producción de forraje al agregado de N habría estado más asociada con el peso de macollos individuales que con el número de los mismos, especialmente en los ensayos de chacra vieja. En efecto, si bien hubo un incremento en el número de macollos por planta al aumentar la dosis de N (fig. 3), éste fue de pequeña magnitud comparado con el de materia seca. Las condiciones de anaerobiosis para las raíces, el encostramiento del suelo y la alta nubosidad en los dos meses siguientes a la siembra son factores que habrían limitado las tasas de macollaje.

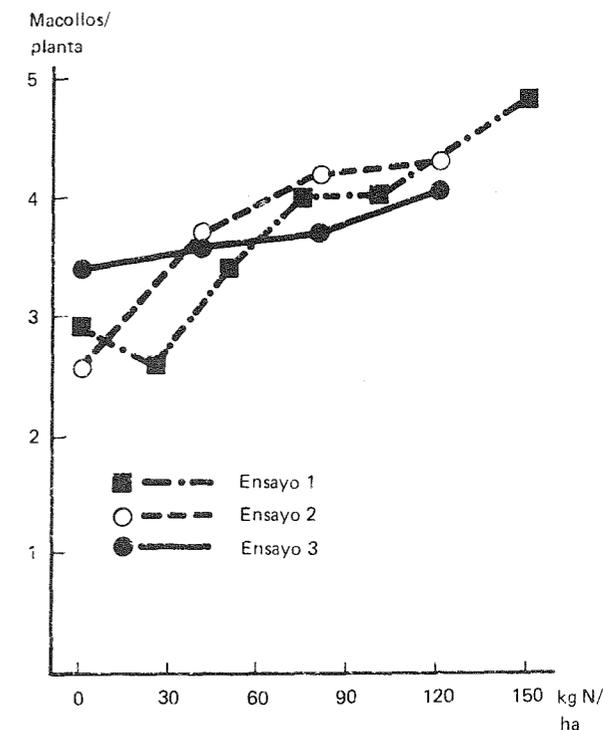


Figura 3. Efecto de la fertilización nitrogenada en la siembra sobre la tasa de macollaje en los tres ensayos.

No hubo diferencias de gran relevancia entre la aplicación de todo el N a la siembra y el diferir la mitad de la dosis al inicio del macollaje (fig. 4) aún cuando era previsible un efecto beneficioso del fraccionamiento, al estar parte del fertilizante menos expuesto a las condiciones desfavorables de postsiembra. Probablemente el leve déficit hídrico que sufrió el experimento 1 en el período de macollaje (fig. 1) haya impedido que el N agregado en ese momento se tradujera en mayor producción de materia seca.

### Rendimiento en grano

#### a) Sin pastoreo

En el cuadro 1 se presenta el análisis de varianza del rendimiento en grano del ensayo 1, apreciándose que todos los tratamientos y sus interacciones lo afectaron significativamente.

Se determinó una respuesta lineal y positiva al nitrógeno aplicado a la siembra del orden de 5 kg de trigo/kg de N (figs. 5 y 6), obteniéndose con la dosis máxima un incremento de 90% con respecto al trigo.

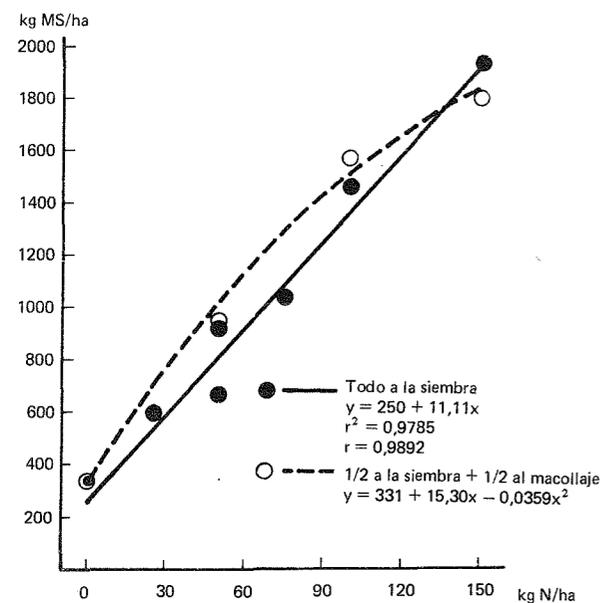


Figura 4. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje (kg MS/ha) según momentos de aplicación del fertilizante.

Cuadro 1. Análisis de varianza de los rendimientos en grano del ensayo 1.

Fuente de variación	Gl	CM	F	Nivel de significación
Bloques	3	57672,24	0,92	
Cortes	1	6409990,13	102,40	$P \approx 0$
Error (a)	3	62600,09		
Dosis de N	2	1813994,76	67,97	$P \approx 0$
Fraccionamiento de N	2	856295,01	32,09	$P \approx 0$
Dosis x fraccionamiento	4	51829,28	1,94	$P < 0,118$
Dosis x cortes	2	356091,13	13,34	$P < 0,0002$
Fraccionamiento x cortes	2	271763,04	10,18	$P < 0,0002$
Dosis x fraccionamiento x cortes	4	42267,60	1,58	$P < 0,19$
Error (b)	48	26686,64	---	
Total	71	---	---	

$\bar{X}$ : 1189,85.  
CV (cortes): 21,0%.  
CV (dosis): 13,7%.

El fraccionamiento del nitrógeno aumentó la eficiencia de la fertilización, aproximadamente al doble (figs. 5 y 6) habiéndose obtenido con 150 kg de N/ha un aumento de 140% con respecto al testigo. Para cada dosis individual no existieron diferencias significativas ( $P \leq 0,01$ ) entre los dos momentos de refertilización. Aunque se advierte una tendencia a ser más eficiente la fertilización al macollaje. No obstante, es conocido el efecto beneficioso de aplicaciones tardías sobre calidad del grano, a través de aumentos en el contenido de proteína.

El hecho de que las respuestas observadas en el ensayo 1 fueron lineales, merece las mismas consideraciones ya efectuadas anteriormente, con respecto a los procesos de pérdida del nitrógeno del suelo.

En el caso de fertilización nitrogenada exclusivamente a la siembra, el único componente que afectó al rendimiento en forma significativa ( $P \leq 0,01$ ) fue el número de espigas por unidad de superficie (cuadro 2), lo que se relacionó con el efecto del nitrógeno sobre la tasa de macollaje (fig. 3). El nitrógeno a la siembra no habría tenido efecto sobre aquellos componentes del rendimiento determi-

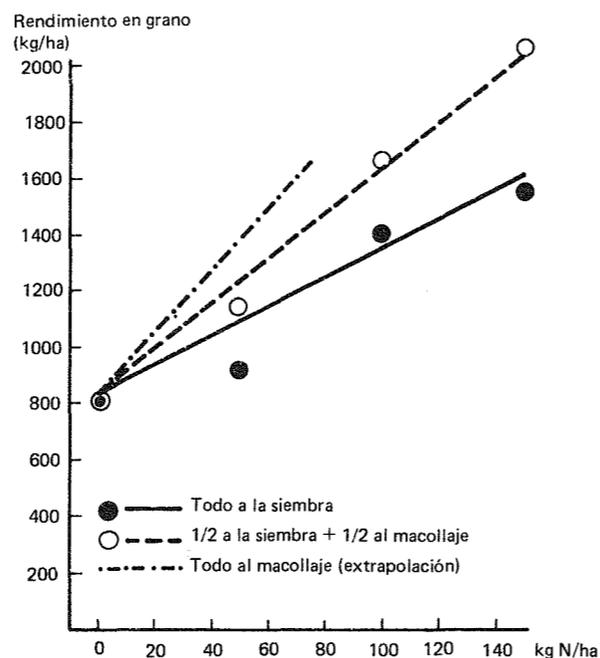


Figura 5. Respuesta en grano (kg/ha) a la fertilización con N en trigo sin pastoreo según la forma de aplicación en el ensayo 1.

nados más tardíamente, como granos/espiguilla y peso de granos.

Cuando se refertilizó al macollaje, tanto el número de espigas/m<sup>2</sup> como el número de espiguillas por espiga estuvieron asociados a las variaciones en rendimiento. En estos tratamientos el N afectó positivamente el número de espiguillas formadas. Este componente se determina entre la formación de la primera yema doble, al inicio del macollaje y la producción de la espiguilla terminal, por lo que pudo darse un efecto directo del nitrógeno

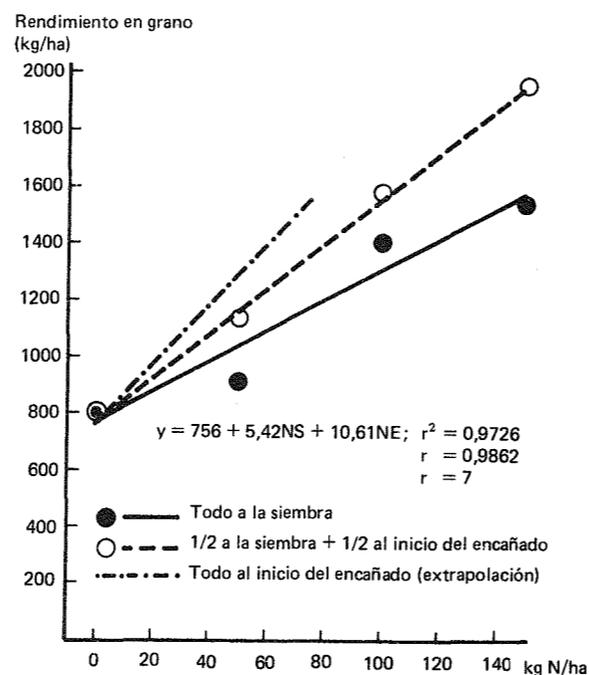


Figura 6. Respuesta en grano (kg/ha) a la fertilización con N en trigo sin pastoreo, según la aplicación se haya efectuado totalmente a la siembra o fraccionada al inicio del encañado, en el ensayo 1.

## b) Con pastoreo simulado

### Efecto del corte

Los tratamientos sin corte rindieron en promedio 1.420 kg/ha en tanto que el rendimiento promedio cuando se cortó fue de 851 kg/hectárea. La magnitud de las reducciones observadas por efecto del corte osciló entre el 21 y el 57% del rendimiento del trigo sin cortar, debiéndose estas variaciones a los diferentes tratamientos de fertilización.

Estas mermas en rendimiento estuvieron asociadas a una disminución en el número de espigas por unidad de superficie, así como a una reducción en el rendimiento individual de las espigas (fig. 8). Este hecho estaría explicado por el daño mecánico del corte al decapitar ápices reproductivos. En primer lugar tanto los tallos principales como los macollos tienen más probabilidad de ser dañados, por ser éstos los que más tempranamente elevan sus ápices, además de poseer una posición espacial tal que los hace más vulnerables. Por otro lado, se ha visto que en general los macollos de orden más tardío, aparte de tener una probabilidad de supervivencia menor, por poseer un sistema radicular menos desarrollado, experimentan un desarrollo relativamente rápido y producen espigas de menor tamaño (2) por lo que es explicable que el rendimiento de las espigas individuales sea menor, como se observó en este ensayo.

Cuadro 2. Matrices de correlaciones para el rendimiento y sus componentes

A. TODO A LA SIEMBRA (SIN CORTE)				
	1	2	3	4
1. Espigas/m <sup>2</sup>	1,00			
2. Espiguillas/espiga	0,73***	1,00		
3. Granos/espiga	0,44	0,81***	1,00	
4. Peso de 1.000 semillas	0,36	0,71***	0,71***	1,00
5. Rendimiento (kg/ha)	0,70***	0,38	0,21	0,05
B. 1/2 SIEMBRA - 1/2 MACOLLAJE (SIN CORTE)				
	1	2	3	4
1. Espigas/m <sup>2</sup>	1,00			
2. Espiguillas/espiga	0,46*	1,00		
3. Granos/espiga	0,04	0,74***	1,00	
4. Peso de 1.000 semillas	0,25	0,40	0,10	1,00
5. Rendimiento (kg/ha)	0,74***	0,59**	0,31	0,42
C. 1/2 SIEMBRA - 1/2 ENCAÑAZON (SIN CORTE)				
	1	2	3	4
1. Espigas/m <sup>2</sup>	1,00			
2. Espiguillas/espiga	0,50**	1,00		
3. Granos/espiga	0,56**	0,84***	1,00	
4. Peso de 1.000 semillas	0,53**	0,80***	0,63***	1,00
5. Rendimiento (kg/ha)	0,72***	0,66***	0,61**	0,69***

\*  $P < 0,10$ .  
\*\*  $P < 0,05$ .  
\*\*\*  $P < 0,01$ .  
\*\*\*\*  $P < 0,001$ .

aplicado, al aumentar la disponibilidad del nutriente para la planta y/o un efecto indirecto, favoreciendo el crecimiento de raíces secundarias, que también resultaría en un mejor nivel nutricional.

Los rendimientos obtenidos por la refertilización al alargamiento de los entrenudos fueron afectados significativamente ( $P \leq 0,05$ ) por todos los componentes del rendimiento, aunque los últimos componentes determinados no tuvieron la posibilidad de compensar la merma de los componentes determinados anteriormente, principalmente las espigas/m<sup>2</sup> (fig. 7), por lo que se observó una tendencia en favor del fraccionamiento 1/2 a la siembra y 1/2 al macollaje, si bien los rendimientos en grano obtenidos en los dos momentos de refertilización no difirieron significativamente entre sí.

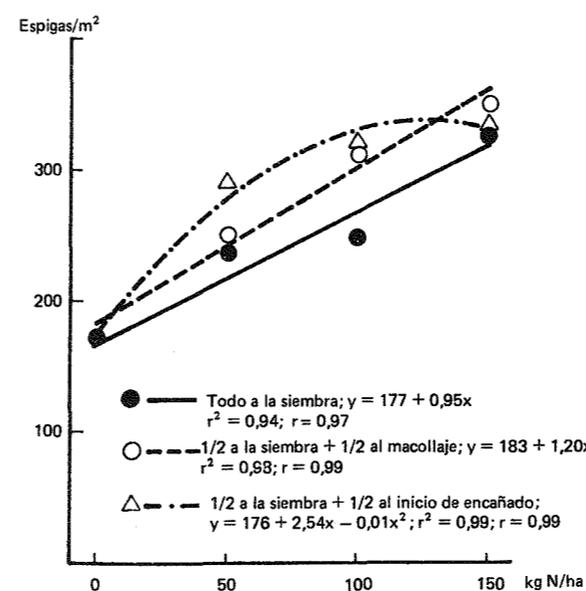


Figura 7. Respuesta en número de espigas por unidad de superficie a la fertilización con N en trigo sin pastoreo.

Grano/espiga

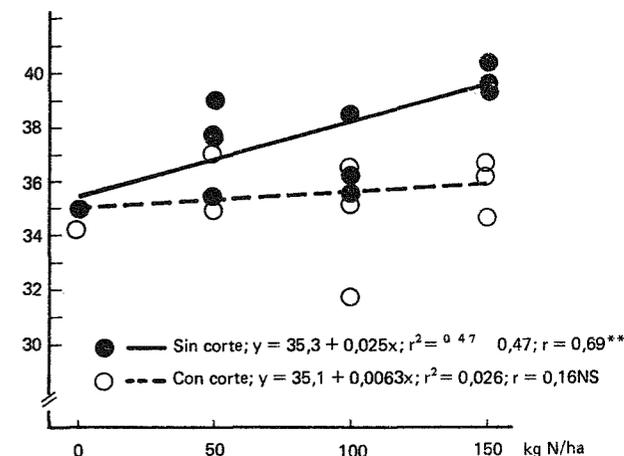


Figura 8. Respuesta en granos por espiga a la fertilización con N en trigo con y sin pastoreo.

### Respuesta a la fertilización

En la chacra nueva la respuesta al N fue nula (fig. 9). Seguramente el suelo aportó la totalidad de los requerimientos de N del cultivo, aún para el brote luego del pastoreo, por lo que no se obtuvo beneficio alguno con la fertilización nitrogenada. Incluso se apreció una tendencia a la disminución de los rendimientos con las dosis crecientes de N después del corte, en los tratamientos que recibieron 40 unidades del nutriente a la siembra. Evidentemente bajo estas condiciones, los procesos de pérdidas mencionados anteriormente, no fueron de la magnitud de aquellos ocurridos en los ensayos 1 y 2. En la chacra vieja las características propias del suelo y su condición física es probable que hayan propiciado mayores pérdidas por desnitrificación, pues se observó que contrariamente a lo esperado, la respuesta al nitrógeno aplicado a la siembra fue muy baja. Se obtuvieron ape-

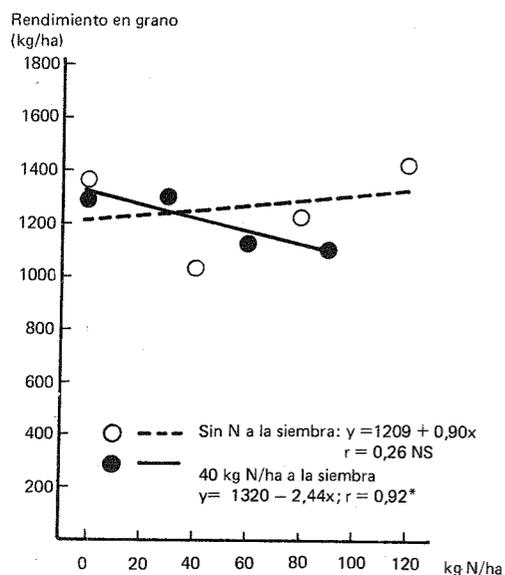


Figura 9. Respuesta en grano (kg/ha) a la fertilización con N luego del pastoreo con ovinos según el nivel de N aplicado a la siembra en el ensayo 3.

nas 2 kg de trigo por kilo de N aplicado (figs. 10 y 11).

El fraccionamiento del fertilizante, mitad a la siembra mitad al macollaje, no mejoró la eficiencia del mismo (fig. 10). El N absorbido por el cultivo en su etapa vegetativa se habría perdido en el forraje por lo que no pudo traducirse en la producción de granos.

La fertilización después del corte, en cambio, mejoró notablemente la eficiencia del fertilizante (fig. 11), determinándose una respuesta de 15 kg de trigo por kilo de N aplicado totalmente después del corte. Esta eficiencia fue calculada por extrapolación, ya que en este experimento 1 no existió el tratamiento de nitrógeno aplicado totalmen-

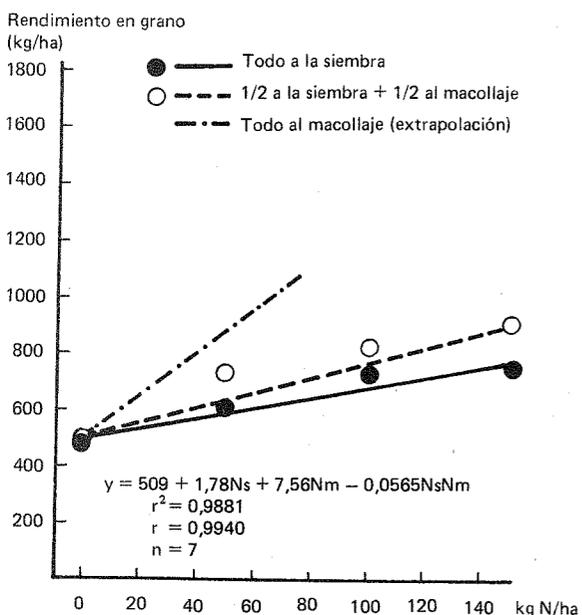


Figura 10. Respuesta en grano (kg/ha) a la fertilización con N en trigo pastoreado según la forma de aplicación en el ensayo 1.

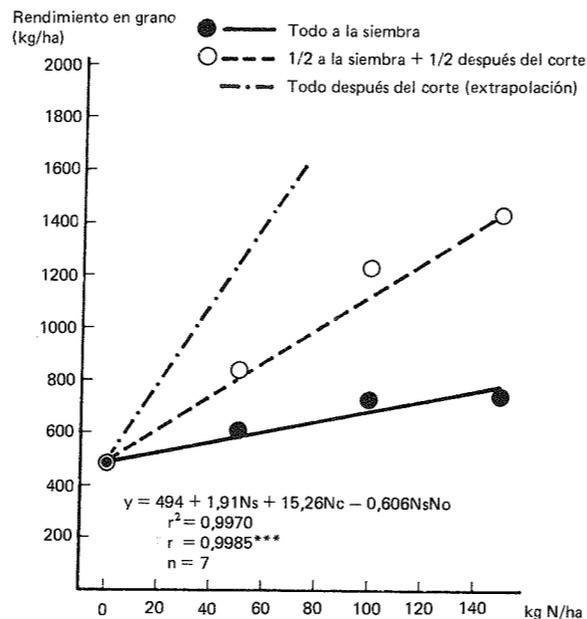


Figura 11. Respuesta en grano (kg/ha) a la fertilización con N en trigo pastoreado, según la forma de aplicación en el ensayo 1.

te a la siembra. No obstante, la validez de esta determinación queda corroborada por la curva de respuesta al N obtenida en el experimento 3. En la figura 12 puede apreciarse que la curva de respuesta determinada es muy similar a la calculada por extrapolación. A su vez, queda en evidencia que los 40 kg de N/ha aplicados a la siembra, prácticamente no tuvieron efecto sobre el rendimiento.

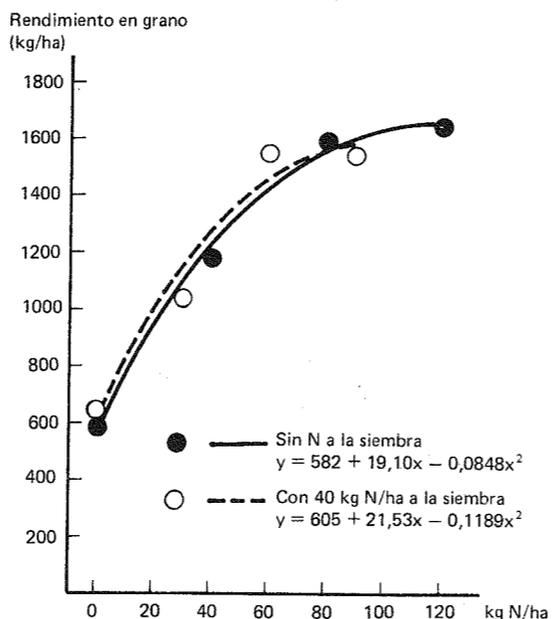


Figura 12. Respuesta en grano (kg/ha) a la fertilización con N luego del pastoreo simulado, según el nivel de N aplicado a la siembra en el ensayo 2.

#### Componentes del rendimiento

Cuando se fertilizó con N previo al pastoreo, ninguno de los componentes del rendimiento medidos en el ensayo 1 se vio afectado significativamente. En contraposición a lo observado en el tri-

go sin pastoreo, donde todas las correlaciones estudiadas fueron positivas, cuando se pastoreó y se aplicó todo el N a la siembra se determinaron correlaciones negativas aunque no significativas ( $P \leq 0,10$ ) entre los componentes del rendimiento y el rendimiento (cuadro 3). En cambio, las correlaciones determinadas para el trigo referilizado después del corte, revelan que tanto el número de espigas por metro cuadrado como el peso de 1.000 semillas estuvieron relacionados positivamente con las variaciones en rendimiento obtenidas por las dosis de N aplicadas. Este hecho sugiere que además del daño mecánico, el corte puede dar lugar a un estrés nutricional como se mencionó anteriormente, que puede ser parcialmente compensado con una adecuada fertilización que satisfaga las necesidades del cultivo para el rebrote.

Cuadro 3. Matrices de correlaciones entre componentes del rendimiento.

A. TODO A LA SIEMBRA (CON CORTE)				
	1	2	3	4
1. Espigas/m <sup>2</sup>	1,00			
2. Espiguillas/espiga	0,11	1,00		
3. Granos/espiga	0,26	0,22	1,00	
4. Peso de 1.000 semillas	0,20	0,39	-0,38	1,00
5. Rendimiento (kg/ha)	-0,18	-0,11	0,08	-0,37

B. 1/2 SIEMBRA - 1/2 MACOLLAJE (CON CORTE)				
	1	2	3	4
1. Espigas/m <sup>2</sup>	1,00			
2. Espiguillas/espiga	0,14	1,00		
3. Granos/espiga	0,13	0,60**	1,00	
4. Peso de 1.000 semillas	0,57**	0,36	-0,20	1,00
5. Rendimiento (kg/ha)	0,38	0,13	0,12	0,39

C. 1/2 SIEMBRA - 1/2 CORTE (CON CORTE)				
	1	2	3	4
1. Espigas/m <sup>2</sup>	1,00			
2. Espiguillas/espiga	-0,19	1,00		
3. Granos/espiga	-0,27	0,47*	1,00	
4. Peso de 1.000 semillas	0,63***	0,50**	0,12	1,00
5. Rendimiento (kg/ha)	0,55***	0,24	0,22	0,71***

\*  $P < 0,10$ .  
\*\*  $P < 0,05$ .  
\*\*\*  $P < 0,01$ .

Con esta práctica de manejo, además de lograr una mayor tasa de supervivencia de macollos (cuadro 4) que se tradujo en un incremento en el número de espigas por metro cuadrado, se incre-

Cuadro 4. Porcentaje de supervivencia de macollos.

Modo de aplicación	Kilos de N/hectárea			
	50	100	150	$\bar{X}$
Todo a la siembra	51	42	36	43
1/2 a la siembra	56	50	45	50
1/2 al macollaje	63	53	57	58

mentó significativamente el peso de los granos. Es probable que este incremento sea atribuible a un efecto de la aplicación tardía de N sobre la duración del área foliar y el movimiento de fotosintatos desde las hojas. En condiciones de N no limitante, es sabido que tanto el contenido de proteína como el de almidón del grano pueden aumentar linealmente con la absorción del nutriente por la planta aún durante el período de llenado del grano, por lo que (aunque no se determinó el porcentaje de N en los granos) es presumible que el mismo haya incrementado con las dosis crecientes de N aplicadas después del corte, mejorando su calidad.

#### BIBLIOGRAFIA

- CLAPP, J. G. 1973. Rate and time of nitrogen application on Blueboy wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agronomy Journal* 65: 5-7.
- DARWINKEL, B. A., HAG, Ten y KUIZENGA, J. 1977. Effect of sowing date and seed rate on crop development and grain production of winter wheat. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 25: 83-94.
- GARNER, F. H. y SANDERS, H. G. 1936. Investigations in crop husbandry. III. Effect of time of application of sulphate of amonia to wheat. *Journal of Agricultural Science* 26: 316-327.
- GINGRICH, J. R. y SMITH, F. W. 1953. Investigations of small grain response to various applications of nitrogen, phosphorus and potassium on several Kansas soils. *Soil Science Society of America Proceedings* 17: 383-386.
- OLAZABAL, G. y SUBURN, J. C. 1985. Efecto de la fertilización nitrogenada, densidad de siembra y defoliación sobre la producción de grano de trigo. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay. *Fac. de Agronomía*. 88 p.
- PEREZ SANABRIA, J. M. 1981. Efecto de la aplicación de nitrógeno en siembra y macollaje sobre el cultivo de trigo. *Investigaciones Agronómicas* 2 (1): 22-26.

## EFFECTO DE LAS EPOCAS, METODOS DE LABOREO PRIMARIO Y NIVELES DE NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)\*

R. Méndez\*\*

### RESUMEN

En la zafra agrícola 1983/84 se instaló un ensayo para evaluar el efecto de los métodos, épocas de laboreo primario y niveles de nitrógeno sobre los rendimientos de arroz (*Oryza sativa* L.).

Se utilizaron tres métodos: arada, excéntrica y cincel vibrocultor; dos épocas: temprana (marzo) y tardía (setiembre), y cuatro niveles de nitrógeno: 0, 40, 80 y 120 kg/hectárea. Se midió el rendimiento en grano y el contenido de nitratos a 5 y 10 cm de profundidad.

Se obtuvieron efectos significativos a los niveles de nitrógeno y altamente significativos a la interacción épocas por niveles de nitrógeno.

En la época temprana no se encontraron diferencias significativas para métodos, niveles de nitrógeno y la interacción métodos por laboreo.

En la tardía se encontraron efectos altamente significativos a niveles de nitrógeno y a métodos de laboreo primario al 10% siendo superior el arado de rejas.

Se encontraron efectos significativos al 10% para métodos y a la interacción épocas por métodos en el contenido de nitratos a 5 cm, y significativos al 5% para épocas para el contenido de nitratos a 10 centímetros.

Se concluye que: 1) La época de laboreo primario no influyó en los rendimientos de arroz. Las herramientas probadas no influyeron significativamente en la época temprana de laboreo, pero sí en la tardía donde el arado de rejas fue superior a los demás. 2) La realización de las labores tempranas significa un ahorro de nitrógeno. 3) Con la preparación temprana hay un incremento en el contenido de nitratos.

### INTRODUCCION

Las operaciones de laboreo son un componente importante dentro del costo de producción del arroz, donde ocupa alrededor del 15% de los gastos directos del cultivo.

Los productores realizan las labores primarias en distintas épocas, a fines del otoño, en el invierno o en la primavera, continuando luego con las distintas operaciones secundarias. La técnica mejorada propone para un campo nuevo o retorno, comenzar con la rotura de tapias en el verano previo a la siembra y continuar con el arado de rejas o excéntrica y labores alternadas de nivelación. Para el rastreo se recomienda realizar las labores primarias con excéntrica.

En nuestro país existe solamente un trabajo de investigación referente a la incidencia de esta práctica en los rendimientos y son muy escasos los conocimientos sobre época de preparación, efectos de los distintos equipos y efectos en la disponibilidad de nitrógeno.

El presente ensayo se estableció con el objetivo de conocer los efectos de la época de preparación primaria y la comparación de los distintos métodos primarios así como su incidencia en la disponibilidad de nitrógeno.

### ANTECEDENTES

La tesis de Casas, Canedo y Méndez (4) es el único antecedente a nivel nacional del estudio de los efectos del laboreo sobre distintas características de importancia.

Utilizaron para el ensayo: 1) dos épocas de laboreo: invernal (15 de julio y 15 de agosto) y otra primaveral (1 al 30 de octubre); 2) dos tipos de campo: campo nuevo y rastreo; 3) cuatro máquinas: un ara-

\* Recibido para su publicación en julio, 1986.

\*\* Técnico (Ing. Agr.) del Proyecto Experimentación Integrida, EEE.

do de rejas, un arado de 3 discos, una rastra excéntrica y una sembradora a zapata (como cincel), y 4) dos profundidades: 10 y 20 centímetros.

realizaron las siguientes determinaciones: disponibilidad de  $\text{NO}_3$  y  $\text{NH}_4$ ; nitrógeno foliar total; componentes del rendimiento y rendimiento en grano.

Obtuvieron los siguientes resultados:

#### A. DISPONIBILIDAD DE AMONIO Y NITRATOS:

1) Campo de rastreo: no hay efecto significativo de la época y la profundidad sobre el contenido de amonio y nitratos.

2) Campo nuevo: en el contenido de amonio no hay efecto significativo a la época ni a la profundidad.

En el contenido de nitratos, hay efecto altamente significativo a la época de laboreo, siendo la temprana la mejor. No encontraron efectos a las profundidades.

#### B. NITROGENO TOTAL FOLIAR:

1) Campo de rastreo: encontraron efecto significativo a máquinas, siendo el arado de rejas el más destacado.

2) Campo nuevo: hay efecto significativo a máquinas, donde predomina la excéntrica. No hay efecto a la profundidad.

#### C. RENDIMIENTO EN GRANO:

1) Campo de rastreo: se encontró efecto significativo a la interacción máquina por profundidad, donde la excéntrica a 20 cm fue superior a las demás máquinas. No se encontraron efectos significativos a las épocas ni a las profundidades.

2) Campo nuevo: no encontraron efectos significativos de las variables estudiadas.

### REVISION BIBLIOGRAFICA

Según Allison (1) y Blake (2), bajo el término laboreo se incluyen todas las operaciones de manipu-

lación del suelo durante la preparación de la cama de semillas y en el subsiguiente crecimiento del cultivo.

Para Marchesi (7) el laboreo consiste en las diversas manipulaciones mecánicas del suelo para hacerlo más apto al crecimiento de las plantas cultivadas.

#### A. Propósitos de laboreo

Para Allison (1) y De Datta (5) los mayores beneficios y propósitos de una preparación de tierras convencional para la mayoría de los cultivos son:

- preparación de una sementera conveniente,
- control y eliminación de malezas,
- incorporación y mezcla de fertilizantes y abonos,
- incremento de la porosidad y aereación del suelo,
- mezcla en el suelo de los depósitos de la lixiviación,
- dar al suelo una fina preparación para absorción de nutrientes.

Los beneficios del laboreo para el cultivo de arroz no varían mayormente; sin embargo, a causa de que el arroz es cultivado en diversos sistemas de manejo de agua y tierras, las prácticas de laboreo varían con el sistema aplicado (5).

En el sur de E.U.A., donde es practicada la siembra de arroz en hilera, se desea una sementera madura, firme y libre de malezas. El primer paso es la arada o disquada de 10 a 20 cm de profundidad para enterrar los residuos del cultivo previo. La tierra es así nivelada y un cultivador de campo puede ser usado para la preparación final previo a la siembra [Huey, 1977, citado por De Datta (5)].

#### B. Efectos del laboreo en las propiedades físicas y químicas para el suelo preparado en seco

##### 1. Propiedades físicas [según De Datta (5)]:

a. Agregado del suelo: el laboreo deja el suelo en un estado de mayor agregación y suelto, mejorando la estructura del suelo. La incorporación de materia orgánica mejora dicha agregación.

b. Humedad del suelo: el laboreo rompe la conexión de capilaridad con la superficie del suelo lo cual reduce la evaporación de la humedad del suelo. El excesivo laboreo reduce la infiltración de la humedad del suelo.

c. Porosidad y aereación: se altera la estructura del suelo incrementando su porosidad y aereación.

d. Compactación del suelo: existe un efecto negativo del laboreo a largo plazo debido a la compactación. Esto es a causa del continuo pasaje de la maquinaria. Sin embargo, en un estudio a campo, la compactación del suelo a 1,88 g/cm<sup>3</sup> ayudó a conservar el nitrógeno, incrementar la eficiencia del fertilizante nitrogenado y reducir la conductividad hidráulica. La compactación incrementó también el rendimiento por encima de la preparación en barro (puddling).

e. Temperatura del suelo: el laboreo crea una temperatura del suelo favorable para el establecimiento de las plántulas. Se afloja el suelo, lo que resulta en un descenso de la conductividad térmica y capacidad calórica. Esto incrementa el aislamiento térmico y resistencia al flujo de agua de las capas húmedas del suelo a la atmósfera.

##### 2. Propiedades químicas

Para García (1980) (8) y Rabuffetti (1983) (9), la actividad microbiana se ve incrementada por el laboreo ya que hay una modificación de la dinámica del agua y del aire, la temperatura y aporte de materia orgánica (vegetales, residuos de cosecha). La relación carbono/nitrógeno del material incorporado al suelo generalmente es alto comparada con la de los micro-

organismos. Al incrementarse la actividad microbiana, debido al sustrato energético, los microorganismos consumen el nitrógeno mineral del suelo para equilibrar aquella relación, lo que trae un descenso en el nitrógeno disponible.

A medida que pasa el tiempo y va desapareciendo la materia orgánica descomponible (material energético), va disminuyendo la actividad microbiana y con ella la población. El nivel de nitrógeno del suelo se va recuperando debido a un incremento de los productos de la degradación metabólica y por muerte de los microorganismos.

Con respecto a la descomposición de la materia orgánica del suelo, el laboreo primario provoca una mayor aereación, lo que trae aparejado una mayor velocidad de oxidación de la materia orgánica acelerándose su pérdida (8).

El laboreo incrementa la actividad biológica en el suelo, pero también se expone una pulgada o más de la capa superior del suelo a un rápido secado y luego de cada secado y un rehumedecimiento, ocurre una explosión de actividad biológica por 2 ó 3 días. Esto muestra que el secado libera compuestos orgánicos puesto que la cantidad de actividad biológica es directamente proporcional al suministro de energía. El efecto del laboreo es liberar nitrógeno como amonio, que es oxidado en mayor parte a nitratos (1).

La mayor fuente de nitrógeno para el arroz es la mineralización de la materia orgánica del suelo aún en los casos en que son aplicados fertilizantes nitrogenados a una alta tasa. Generalmente de un 50 a 80% o más del nitrógeno en el arroz tiene su origen en la materia orgánica. El proceso de mineralización es afectado por la temperatura del suelo, nivel de humedad, humedecimiento y secado, cantidad de materia orgánica en el suelo, contenido de arcilla, enmiendas orgánicas y otros factores (3).

Con respecto a la respuesta a la fertilización nitrogenada, en ensayos ubicados en su mayoría sobre terreno preparado en el verano previo (laboreo temprano), se ha obtenido respuesta significativa al nitrógeno y en algunos casos depresiva con el suelo y ataque de enfermedades en algunas parcelas (1982-82 y 1983-84). En general, el óptimo físico ha variado de 60 unidades de nitrógeno (año 1982-83) a 106 unidades (año 1980-81) (13, 14, 15, 16, 17, 18).

#### C. Efecto de la época de preparación de tierras

La época de preparación del suelo es un factor importante ya que está delimitando el tiempo de descomposición de la materia orgánica y de ahí la disponibilidad de nitrógeno para el futuro cultivo.

Según Reynolds (1954), citado por De Datta (5), establece que la arada de verano es frecuentemente practicada en Texas para los campos infectados con arroz rojo u otras malezas. Luego del verano, la tierra es nivelada y disquada para la eliminación de malezas. La tierra arada en el otoño es mantenida generalmente rugosa hasta la primavera y entonces es disquada preparándose para la siembra. Los suelos pesados arados en la primavera requieren más laboreo siguiente para obtener una sementera deseable, de aquellos que se preparan en el otoño o en la entrada de la primavera.

La incorporación al suelo de un residuo de alta relación carbono/nitrógeno provoca un proceso de inmovilización de nitrógeno (6), por lo que debería esperarse una menor disponibilidad en el caso de una arada tardía.

En general se ha establecido que la preparación temprana del suelo es superior en rendimientos a una preparación tardía.

Se piensa que la superioridad de la preparación temprana sobre las tardías no solo se debe a una

mayor disponibilidad de nitrógeno sino también a mejores propiedades físicas. Preparando con antelación se da tiempo a que por secado y humedecimiento los agregados grandes se conviertan en pequeños. Existe suficiente tiempo para que las raíces de los rastrojos, de los pastos y malezas evolucionen completamente (8).

Marchesi (7), en trigo, establece que la arada temprana aparece como fundamental para la preparación del suelo, sobre todo cuando se entierra abundante vegetación y/o residuos orgánicos. En estos casos, y en relación a la arada tardía, la arada temprana equivale a una fertilización con 40 unidades de nitrógeno.

Labella (6), con trigo, obtuvo una reducción sistemática de los rendimientos con la preparación tardía.

Para Baethgen (1982) (12), la preparación temprana en trigo ofrece una mayor calidad frente a la tardía a través de los siguientes mecanismos:

- Existe más tiempo para que se dé una agregación natural en el suelo.
- Existe más tiempo para que tengan lugar los procesos de descomposición y mineralización de la materia orgánica del suelo, liberándose de esa manera cantidades de nutrientes especialmente el nitrógeno.
- Hay mayores posibilidades de que exista una buena descomposición de los residuos vegetales presentes en el suelo en el momento de la arada, ya sea malezas o restos de cultivos anteriores.

#### D. Efecto de la profundidad de preparación

La profundidad de arada afecta el grado de inversión del pan de tierra y, a través de esto, la ubicación de los residuos (6).

Al aumentar la profundidad se aumenta el volumen de suelo sobre el cual actúan los procesos que mejoran la aereación, humedad, activación microbiana y condiciones físicas para las raíces.

Para el arroz, Moomaw y Curfs (10) han encontrado que el laboreo profundo del suelo aumenta de 5 a 10% los rendimientos en un 60% de los ensayos, no obteniendo respuesta en los demás casos.

Pinto Gondim (11) concluye, en su trabajo de efecto de la profundidad de preparación en el rendimiento, que no hay efecto de la profundidad sobre el rendimiento en grano de arroz.

#### MATERIALES Y METODOS

En la zafra agrícola 1983-84 se instaló un ensayo donde se probaron laboreos primarios realizados con tres tratamientos diferentes (arado, excéntrica y cincel vibrocultor), interaccionando con fertilización nitrogenada (0, 40, 80 y 120 kg de N por hectárea) y en dos épocas (temprana: verano anterior, y tardía: primavera) en un campo del sistema arroz-pastura correspondiente a un arroz sobre cuatro años de pradera. El Sistema de Producción instalado en la Estación Experimental del Este se basa en una rotación con 2 años de arroz y 4 de pasturas.

El laboreo primario temprano fue realizado el 10 de marzo de 1983 para la arada, excéntrica y cincel vibrocultor.

El laboreo primario tardío fue realizado en las siguientes fechas: arada, el 12 de setiembre de 1983; excéntrica, el 15 de setiembre de 1983, y el cincel vibrocultor, el 21 de setiembre de 1983.

En setiembre de 1983, tanto el laboreo primario temprano como el tardío fueron seguidos por una labor de excéntrica (2 pasadas), disquera (2 pasadas) y una nivelación, excepto para el cincel que se realizó

una labor de cincel, dos disqueadas y una nivelación.

La preparación para la siembra se hizo para todas las parcelas con una excéntrica liviana, una disqueada, una rastra de dientes y una nivelación.

Fue sembrado el 4 de diciembre de 1983 con 220 kg de semilla de la variedad Bluebelle en hileras a 15 cm de distancia con una sembradora comercial JD 8350 de 24 discos, fertilizándose con 150 kg de la fórmula 0-39-40-0 en la hilera. Luego fue compactado con un rodillo.

La fertilización nitrogenada fue realizada con urea a las dosis de 0, 40, 80 y 120 kg/ha, incorporada con disquera la mitad previo a la siembra y la otra mitad al primordio floral.

El diseño utilizado fue el de parcelas subdivididas en 3 bloques siendo la parcela principal la época, la parcela el método de laboreo y la subparcela los niveles de nitrógeno. Se analizó luego separando las épocas y analizando como parcela dividida, siendo la parcela principal el método de laboreo y la subparcela los niveles de nitrógeno.

Se cosecharon dos cuadrados de 5 m<sup>2</sup> cada uno, los que se sumaron para el rendimiento de cada subparcela.

Se realizó, previo a la siembra, un muestreo de suelos a 5 y 10 cm para efectuar análisis de nitratos en la D.S.F. Este muestreo se hizo en la parcela (métodos de laboreo).

#### RESULTADOS Y DISCUSION

##### A. Efecto de los métodos, épocas de laboreo primario y niveles de nitrógeno sobre el rendimiento en grano

A continuación, en el cuadro 1, se presentan los resultados obtenidos en el análisis de varianza por el diseño de parcelas subdivididas.

Cuadro 1. Resultados del análisis de varianza sobre rendimiento en grano.

Causa	Significación al:		
	1%	5%	10%
Bloques	NS	S	S
Épocas	NS	NS	NS
Métodos	NS	NS	NS
Ep. x Mét.	NS	NS	NS
Niveles de N	NS	S	S
Ep. x Niv. de N	S	S	S
Mét. x Niv. de N	NS	NS	NS
Ep. x Mét. x Niv. de N	NS	NS	NS

NS: No significativo.  
S: Significativo.  
CV%: Parcelas grandes: 0,67%.  
CV%: Parcelas: 3,62%.  
CV%: Suparcelas: 6,34%.

Como se puede observar, hay resultados significativos al 5% para niveles de nitrógeno y al 1% para la interacción épocas de laboreo por niveles de nitrógeno. Esta respuesta a nitrógeno está de acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos de fertilización realizados sobre praderas de 4 años o campo nuevo (13, 14, 15, 16, 17, 18). En las figuras 1 y 2 se grafican los resultados.

En el cuadro 1 no se encuentran diferencias significativas entre los laboreos temprano y tardío y tampoco entre métodos de laboreo, aunque para éstos existe una tendencia a disminuir entre arada, excéntrica y cincel, como se ve en la figura 3.

Para tratar de entender la interacción épocas de laboreo y niveles de nitrógeno, se realizó el estudio

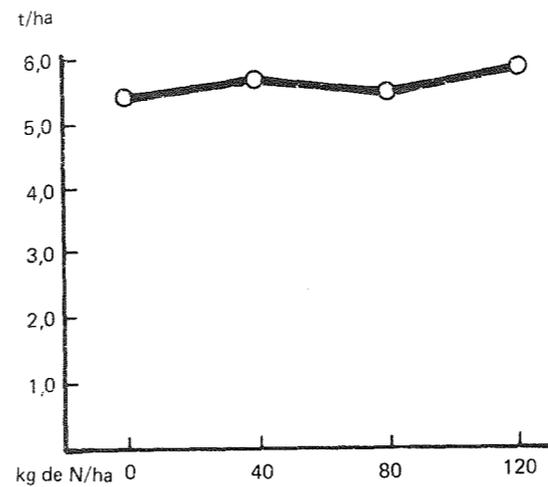


Figura 1. Respuesta a la fertilización nitrogenada.

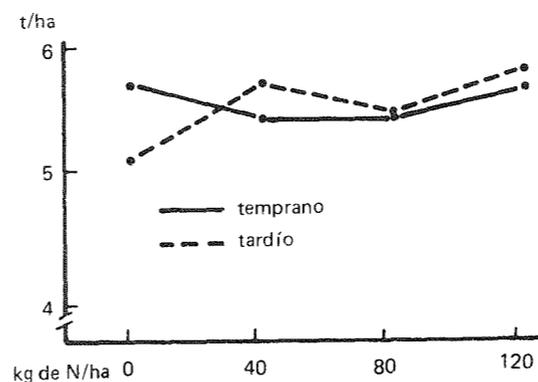


Figura 2. Respuesta a la fertilización nitrogenada en dos épocas de laboreo primario.

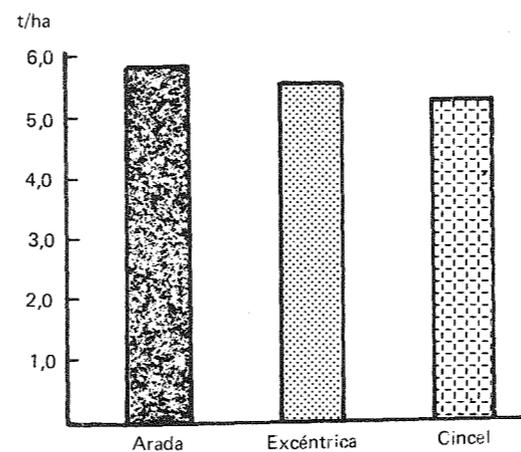


Figura 3. Efecto de los métodos de laboreo primario sobre el rendimiento (no significativo).

del análisis de varianza bajo el diseño de parcelas divididas en la que cada época se consideró como un ensayo por separado. Bajo este diseño la parcela principal fue métodos de laboreo primario y las subparcelas, los niveles de nitrógeno. Los resultados de este análisis se muestran en los cuadros 2 y 3.

En el cuadro 2 no se obtuvieron diferencias significativas ni para métodos, ni a niveles de nitrógeno ni a la interacción métodos por niveles.

Cuadro 2. Resultados del análisis de varianza para el laboreo primario temprano.

Causa	Significación al:		
	1%	5%	10%
Bloques	NS	NS	NS
Métodos	NS	NS	NS
Niveles de N	NS	NS	NS
Mét. x Niv. de N	NS	NS	NS
CV%: Parcela principal:	4,79%		
CV%: Subparcelas:	5,78%		

Cuadro 3. Resultados del análisis de varianza para el laboreo primario tardío.

Causa	Significación al:		
	1%	5%	10%
Bloques	NS	S	S
Métodos	NS	NS	S
Niveles de N	S	S	S
Mét. x Niv. de N	NS	NS	NS
CV%: Parcela principal:	1,76%		
CV%: Subparcelas:	6,86%		

En el cuadro 3 vemos que hay diferencias significativas al 10% a métodos de laboreo primario y a 1% para niveles de nitrógeno.

Esta diferencia en la respuesta a la fertilización nitrogenada debido a la época de laboreo primario puede deberse a lo establecido en la revisión bibliográfica (7, 8, 9, 12).

En el laboreo primario temprano, debido a un mayor tiempo de descomposición y mineralización de la materia orgánica, existió mejor disponibilidad de nitrógeno y no se encontró respuesta. En la época de laboreo primario tardío el tiempo aparentemente no fue suficiente para una descomposición y mineralización de la materia orgánica, por lo que la disponibilidad de nitrógeno para las plantas fue menor. Al existir esta inmovilización temprana de nitrógeno hubo respuesta a la fertilización nitrogenada. Puede observarse en la figura 2 la diferencia en rendimiento existente en el nivel 0 de nitrógeno.

Por otra parte, y corroborando lo anterior, puede observarse en las figuras 5, 6 y 7 la diferente cantidad de nitratos en las dos épocas.

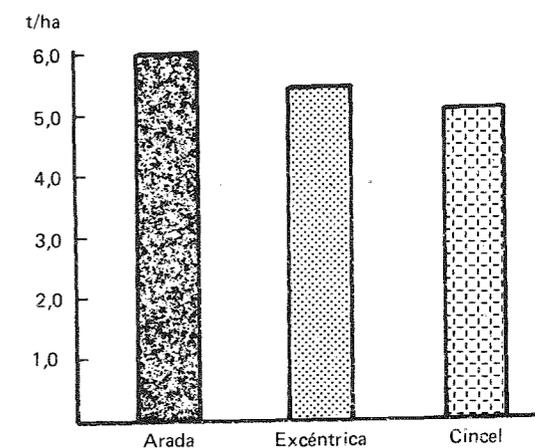


Figura 4. Efecto del método primario del laboreo en época tardía sobre el rendimiento.

Cuadro 4. Prueba de Duncan al 5%. Época tardía.

Método	Toneladas/hectárea (media)
Arada	6.014 a
Excéntrica	5.470 b
Cinzel	5.192 b

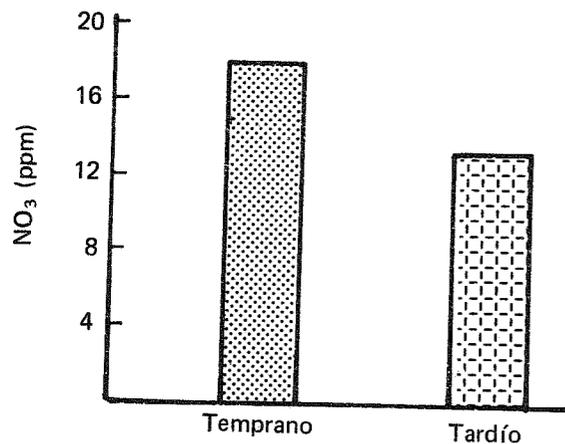


Figura 5. Efecto de la época de laboreo primario sobre el contenido de nitratos a 5 cm (no significativos).

Cuadro 5. Análisis de varianza. Contenido de nitratos (ppm) a 5 centímetros.

Causa	Significación al:		
	1%	5%	10%
Bloques	NS	NS	NS
Épocas	NS	NS	NS
Métodos	NS	NS	S
Ep. x Mét.	NS	NS	S

CV%: Parcela principal: 25,03%  
CV%: Subparcelas: 31,28%

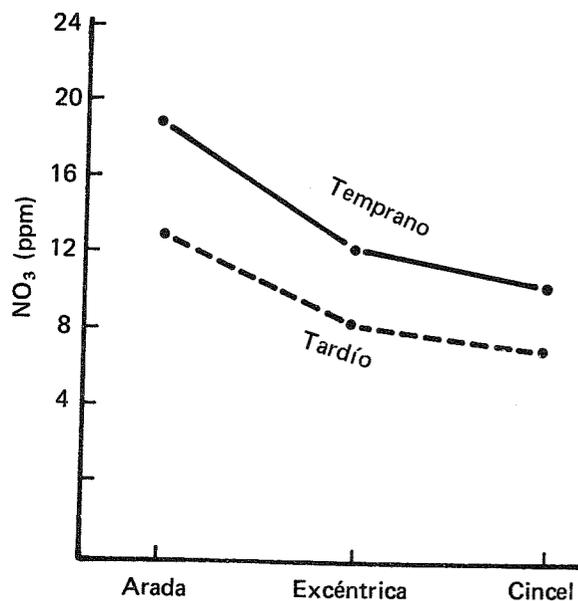


Figura 6. Efecto de la época y método de laboreo primario sobre el contenido de nitratos a 5 centímetros.

La significación al 10% a métodos de laboreo primario (fig. 4 y cuadro 3) puede deberse a la modalidad de la herramienta a integrar o dejar en superficie la materia vegetal. El arado de rejas invierte el pan de tierra y con él los restos vegetales. En cambio, la excéntrica y el cinzel dejan los restos vegetales en la superficie, influyendo en el porcentaje de emergencia. La excéntrica y el cinzel tuvieron menos mineralización de la materia orgánica comparado con el arado de rejas, como puede observarse en el contenido de nitratos a 5 y 10 cm (figs. 6 y 8).

Podemos observar en la figura 4 y el cuadro 4 la superioridad del arado de rejas frente a las demás herramientas.

**B. Efectos de los métodos y épocas de laboreo primario sobre el contenido de nitratos a 5 y 10 centímetros**

**1. Contenido de nitratos a 5 centímetros**

En el cuadro 5 y en las figuras 5 y 6 se pueden apreciar los efectos de las épocas y métodos de laboreo primario sobre el contenido de nitrato a 5 centímetros.

Se obtuvieron diferencias significativas al 10% a métodos y a la interacción épocas por métodos. También se obtuvo una correlación altamente significativa de 0,80 entre rendimiento y contenido de nitratos a 5 centímetros.

**2. Contenido de nitratos a 10 centímetros**

En el cuadro 6 se observan los resultados obtenidos en el análisis de varianza para el contenido de nitratos a 10 centímetros.

Cuadro 6. Análisis de varianza para el contenido de nitratos (ppm) a 10 centímetros.

Causa	Significación al:		
	1%	5%	10%
Bloques	NS	NS	NS
Épocas	NS	S	S
Métodos	NS	NS	NS
Ep. x Mét.	NS	NS	NS

CV%: Parcela principal: 3,34%  
CV%: Subparcelas: 25,17%

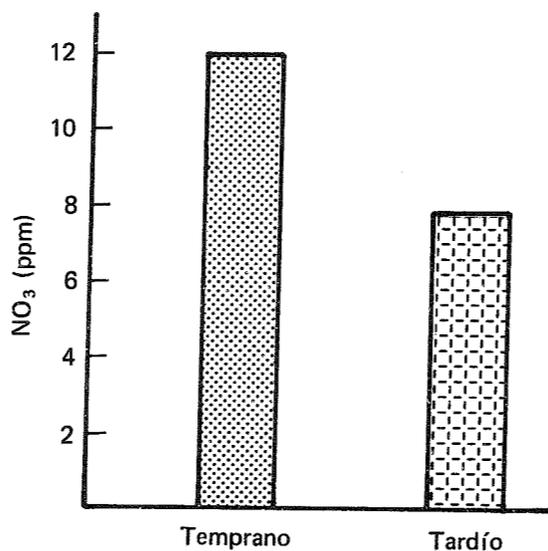


Figura 7. Efecto de la época de laboreo primario sobre el contenido de nitratos a 10 centímetros.

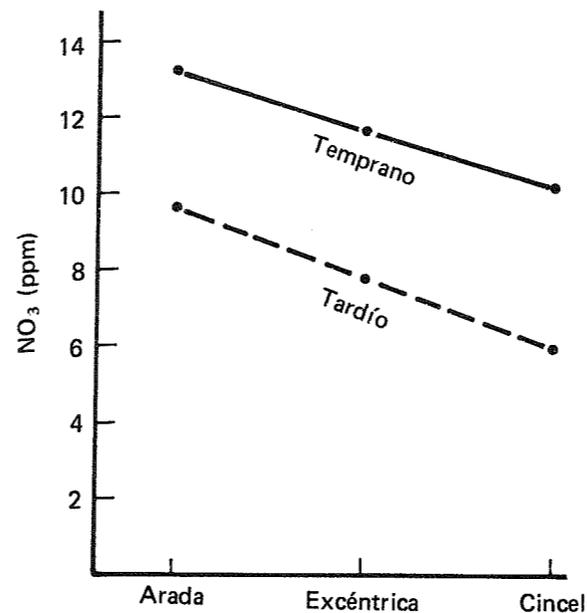


Figura 8. Efecto de la época y método de laboreo primario sobre el contenido de nitratos a 10 cm (no significativo).

En la figura 7 vemos la diferencia existente en el contenido de nitratos a 10 cm entre el laboreo temprano y el tardío. Se encontró una correlación altamente significativa de 0,69 entre nitratos a 10 cm y rendimiento. Estos resultados están de acuerdo con la literatura revisada (7, 8, 12).

La época de laboreo temprana permitió una mineralización y liberación de nitrógeno en mayor cantidad con respecto a la tardía no incidiendo las pérdidas por posible desnitrificación en el período.

**CONCLUSIONES**

En las siguientes conclusiones debe tenerse en consideración que son solamente resultados de un año y este efecto es muy importante, y por lo tanto debe seguir estudiándose la incidencia de esta práctica sobre los rendimientos.

Del ensayo realizado puede concluirse lo siguiente:

1. Los resultados permiten concluir que el laboreo primario para el arroz puede realizarse en cualquier época de las estudiadas y con cualquier tipo de herramienta si se lo efectúa en época temprana. En época tardía, es importante la herramienta a usar, donde el arado de rejas demuestra ser superior a las demás.
2. Desde el punto de vista de la fertilización nitrogenada, es conveniente la preparación de la tierra

en el verano-otoño previo a la siembra ya que la misma permite una descomposición y mineralización total de la materia orgánica incorporada. Si se realiza una preparación tardía, debe agregarse nitrógeno, con el consecuente incremento de costos.

3. Hay un incremento en el contenido de nitratos con una preparación temprana del suelo, lo que permite un ahorro de fertilizante nitrogenado.

**BIBLIOGRAFIA**

1. ALLISON, F. E. 1973. Soil organic matter and its role in crop production. 1 ed. Amsterdam. Elsevier Scientific Publishing. pp. 484-499.
2. BLAKE, R. G. 1963. Objectives of soil tillage related to field operations and soil management. Neth. J. Agric. Sci., 22 (2 special issue): 130-139.
3. BROADBENT, F. E. 1979. Mineralization of organic nitrogen in paddy soils. In IRRI. Nitrogen and rice. Los Baños, Filipinas, IRRI. pp. 105-118.
4. CASAS, J., CANEDO, G. y MENDEZ, A. 1977. Evaluación de los métodos de laboreo primario utilizados en el cultivo del arroz en el Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 106 p.
5. DE DATTA, S. K. 1981. Principles and practices of rice production. 1 e. Nueva York. Wiley. pp. 259-296.
6. LABELLA, S. J. 1974. Laboreo para trigo. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger". Boletín Técnico N° 14. 45 p.
7. MARCHESI, E. 1971. Laboreo. In Universidad de la República. El trigo en el Uruguay. Montevideo. pp. 29-55.
8. MONTEVIDEO. FACULTAD DE AGRONOMIA. 1980. Manejo de suelos. Montevideo. pp. 1-33.
9. -----, 1983. Nitrógeno. Montevideo. pp. 11-23.
10. MOOMAW, J. C. y CURFS, H. P. 1971. Aspectos generales y particulares de la labranza del arroz. Reunión de expertos en la mecanización de la producción y elaboración del arroz. pp. 1-11.
11. PINTO GONDIM, L. A. 1985. Profundidade de preparo do solo para arroz irrigado. Lavoura Arrozeira 38 (356): 3-6.
12. SEMINARIO SOBRE TECNOLOGIA DE TRIGO, COLONIA, URUGUAY. 1982. La investigación en laboreo para trigo en Uruguay. s.l. Programa Cooperativo de Investigación Agrícola. 1982. pp. 123-142.
13. URUGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. ESTACION EXPERIMENTAL DEL ESTE. 1980. Reunión técnica anual de arroz-soja. Resumen de resultados de experimentación, año 1979-80. Treinta y Tres.
14. -----, 1981. Resultados de la Experimentación Regional en cultivos arroz-soja. 1980-81.
15. -----, 1982. Resultados de la Experimentación Regional en cultivos arroz-soja. 1981-82.
16. -----, 1983. Resultados de la Experimentación Regional en cultivos arroz-soja. 1982-83.
17. -----, 1984. Resultados de la Experimentación Regional en cultivos arroz-soja. 1983-84.
18. -----, 1985. Resultados de la Experimentación Regional en cultivos arroz-soja. 1984-85.

## EFFECTOS DEL MANEJO Y TIPO DE TRIGO EN UNA PASTURA ASOCIADA\*

N. Altier\*\*  
J. García

### RESUMEN

Se estudiaron los efectos resultantes de instalar una pastura asociada a trigos de hábitos contrastantes sembrados temprano a dos densidades y espaciamientos y con y sin cortes. Las distintas combinaciones de estas variables dieron lugar a ambientes diferentes para la implantación de la pastura, siendo la luz el factor predominante de competencia: a mayor biomasa del trigo, menor penetración de luz y menor rendimiento de la pastura. La defoliación redujo el rendimiento de los trigos entre un 13 y 33%, pero al reducir en forma importante la biomasa de éstos, permitió una excelente implantación de la pastura.

Cuando no se defolió el trigo, la pastura no consiguió implantarse.

### SUMMARY

The effects of contrasting wheat types sown at two rates and spacings with and without cutting on the establishment of a pasture mixture are described. Light was found to be the main factor of competition, the higher the aerial biomass of wheat, the lower the light penetration and pasture yield. Cutting reduced wheat grain yields from 13 to 33% but reducing at the same time the aerial biomass of wheat, improved pasture establishment. When the wheat crop remain uncut since sowing, the pasture establishment failed.

### INTRODUCCION

La siembra de pasturas asociadas a trigo es una práctica extendida en el Uruguay y actualmente existe un creciente interés por variedades de siembra temprana. Asimismo, la siembra de trigo en abril-mayo posibilita el pastoreo en un período donde normalmente se producen carencias de forraje de calidad.

Existe una importante variación en arquitectura de planta entre cultivares de trigo, lo cual sugiere que algunos de ellos pueden estar mejor adaptados para recuperarse luego del pastoreo. Por otra parte, estos "tipos" de trigo que difieren en hábito de crecimiento, macollaje, altura, etc., dan lugar a diferentes situaciones de competencia en la pastura asociada, incidiendo además factores tales como el manejo del cultivo, la densidad y espaciamiento en la siembra, etcétera. En condiciones de luz y fertilidad no limitantes, la competencia por luz es el factor determinante, existiendo una relación directa entre crecimiento de las especies forrajeras y la penetración de luz a través del cultivo (Flanagan y Washko, 1950; Pritchett y Nelson, 1951; Klebesadel y Smith, 1959; Santhirasegaram y Black, 1967). Independientemente del tipo de cultivo asociado, la pastura se beneficia cuando el mismo es pastoreado en etapas tempranas debido a la mayor disponibilidad de luz que recibe con este manejo (Genest y Stepler, 1973). Se evita de esta manera, obtener pasturas con tapices abiertos que son fácilmente invadidos por malezas (Heddlé y Herriot, 1955; Cullen, 1964).

Se ha determinado también una relación negativa entre la biomasa aérea de los cultivos y la instalación y producción posterior de las especies forrajeras (Kilcher y Heinrichs, 1960). Aquellas variedades que dado su porte, altura, capacidad de macollaje y número de tallos tienen menor rendimiento biológico permiten una mayor penetración de luz y como consecuencia, un mejor estableci-

miento de las forrajeras asociadas (Flanagan y Washko, 1950; Collister y Kramer, 1952; Hoen y Oram, 1967; Días y Tavella, 1979).

Los efectos de la densidad y espaciamiento del cultivo varían en función de las malezas y disponibilidad de agua. Si no existe un buen control de malezas, reducciones en la densidad de siembra llevan generalmente a menores rendimientos de grano, sin beneficiar a las especies de la pastura (Tossell y Fulkerson, 1960; Morrison, 1966). En cambio, cuando la disponibilidad de agua no es suficiente, los mejores resultados se obtienen con densidades menores y aquel espaciamiento que conduzca a una distribución equidistante de plantas, debido a que disminuye la competencia por humedad y luz (Harper, 1946; Pendleton y Dungan, 1953; Kilcher y Heinrichs, 1960; Donald, 1963). Por el contrario, en suelos con alta capacidad de retención de agua, es posible obtener un buen establecimiento de la pastura sin modificar la densidad y espaciamiento del cultivo respecto a cuando es sembrado puro (Bula *et al.*, 1954; Smith *et al.*, 1954; Symonds y Salaberry, 1976).

Con el objetivo de evaluar los efectos de los factores mencionados, se realizó este trabajo en el que se comparan tres variedades de trigo de hábito contrastante, sometidas a manejos diferentes y a dos densidades de siembra y espaciamientos entre hileras.

En este artículo se analizan los efectos de dichas variables sobre la instalación y producción de la pastura, y en otro subsiguiente se analizarán más detalladamente las variaciones en los rendimientos del trigo y sus componentes.

### MATERIALES Y METODOS

El experimento se sembró el 8 de mayo de 1981 en la Estación Experimental La Estanzuela, Colonia, sobre un suelo Brunosol éutrico típico, de buena fertilidad. Se fertilizó con 60 U de  $P_2O_5$ /ha de superfosfato incorporadas a la siembra y 90 U de N/ha de urea en cobertura fraccionadas: 45 U de N/ha el 22/5/81 y 45 U de N/ha el 18/6/81.

Los tratamientos se detallan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	"Tipo"	Manejo	Densidad (kg/ha)	Espaciamiento (m)
1	Erecto	Con cortes	110	0,15
2	Intermedio	Con cortes	110	0,15
3	Postrado	Con cortes	110	0,15
4	Erecto	Sin cortes	110	0,15
5	Intermedio	Sin cortes	110	0,15
6	Postrado	Sin cortes	110	0,15
7	Intermedio	Con cortes	70	0,30
8	Postrado	Con cortes	70	0,30
9	Erecto	Sin cortes	70	0,30
10	Pastura convencional sin trigo			

Se utilizaron los siguientes cultivares como representantes de tres "tipos" contrastantes (fig. 1):

	Hábito de crecimiento	Capacidad de macollaje	Altura a la cosecha (cm)	Ciclo
E. Tarariras	Erecto	Baja	106	Intermedio
Buck Namuncurá	Intermedio	Media-alta	106	Largo
Trigal 800	Postrado	Alta	102	Largo

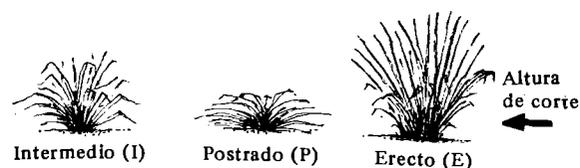


Figura 1. Caracterización de los distintos tipos de trigo.

Se evaluaron 2 combinaciones de densidades de siembra y distancia entre líneas: 110 kg/ha y 0,15 m; 70 kg/ha y 0,30 m. El manejo con cortes (c/c) consistió en dos defoliaciones con pastera dejando un rastrojo de 4 cm, a los 62 y a los 95 días de la siembra; en el otro manejo (s/c) se dejó crecer al trigo ininterrumpidamente hasta la cosecha. La pastura asociada fue una mezcla de festuca Tacuabé (10 kg/ha), trébol blanco Zapicán (1 kg/ha) y lotus San Gabriel (9 kg/ha), implantada al voleo. Como testigo se sembró la misma mezcla en forma convencional. Los tratamientos (cuadro 1) se dispusieron en bloques al azar con 4 repeticiones. Por razones de espacio, y

Cuadro 2. Trigo. Producción de forraje, rendimiento de grano y características asociadas.

Espaciamiento	Manejo	Tipo	Producción de forraje MS (t/ha)	Número de macollos/m <sup>2</sup>		Macollos vivos (%)	Rendimiento de grano (t/ha)	Biomasa aérea MV (t/ha)
				Totales	Vivos			
0,15	Con corte	E	2,13	841	393	47	1,35	6,5
0,15	Con corte	I	2,54	1.341	1.086	81	2,44	17,0
0,15	Con corte	P	2,06	1.197	1.137	95	3,42	11,9
0,15	Sin corte	E					2,09	26,3
0,15	Sin corte	I					2,80	26,5
0,15	Sin corte	P					4,12	22,6
0,30	Con corte	I	2,07	826	737	89	2,10	12,8
0,30	Con corte	P	1,76	705	665	94	3,12	8,7
0,30	Sin corte	E					3,52	16,6
MDS 5%			0,26	307	348	10	0,81	5,8

por experiencia previa, las combinaciones de las variables consideradas no siguen los criterios de un factorial completo. El tamaño de las parcelas fue de 2,25 x 5,00 metros.

Se realizó una determinación de humedad del suelo a 10 y 20 cm de profundidad, el 8/9/81, en los tratamientos 2, 5, 7 y 10; la penetración de luz en el estrato superior de la pastura se midió con un fotómetro Light Master EEL tipo C el 2/10/81 en todos los tratamientos.

Las determinaciones realizadas en el trigo fueron: rendimiento de forraje (acumulado al 11/8/81), número de macollos vivos y muertos por metro cuadrado en preespigazón, número de macollos reproductivos por metro cuadrado y peso de planta en espigazón cuyo producto permitió estimar la biomasa aérea, y rendimiento de grano (área de cosecha 2,70 m<sup>2</sup> por parcela). En la pastura se determinó el porcentaje de cobertura y vigor (escala de 0 a 5) postcosecha del trigo a través de estimación visual, rendimiento de forraje por medio de 5 cortes con pastera dejando un rastrojo de 4 cm (28/12/81, 19/2/82, 25/6/82, 20/9/82 y 15/11/82), y composición botánica por método gravimétrico y/o estimaciones visuales previas al corte.

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### A. Trigo

La producción de forraje acumulada de los dos cortes, el rendimiento en grano y el rendimiento biológico del trigo se presentan en el cuadro 2.

La entrega de forraje fue determinada principalmente por el hábito de crecimiento inicial de la variedad de trigo y su capacidad de macollaje (fig. 1). Buck Namuncurá, variedad de porte intermedio y muy macolladora, ofreció al corte el mayor volumen de forraje. En cambio, Trigal 800, también muy macolladora pero con hábito de crecimiento inicial postrado, produjo rendimientos significativamente menores. Estanzuela Tarariras, a pesar de su baja capacidad de macollaje, dado su porte erecto y su ciclo más precoz, dio rendimientos similares a Trigal 800. Estos resultados coinciden con los de Dellazoppa y Henry (1949). En cualquier caso, los trigos sembrados a 70 kg/ha y espaciamientos de 0,30 m rindieron menos forraje.

La distinta arquitectura de plantas de las variedades condicionó una respuesta diferencial a la defoliación en la medida que el área foliar remanente fue mayor en los tipos postrados y menor en los erectos, los que a su vez sufrieron una mayor pérdida de macollos por remoción de puntos de crecimiento. Observaciones de macollaje realizadas luego de terminados los cortes y previo a la espigazón (cua-

\* Recibido para su publicación en febrero, 1987. Forma parte del trabajo de Tesis de Graduación del primer autor.

\*\* Técnico (Ing. Agr.) y Jefe del Proyecto Forrajeras (M.Sc.), EEE, respectivamente.

de enmalezamiento, o bien a problemas sanitarios como consecuencia del monocultivo.

Las curvas de respuesta y las dosis económicamente óptimas de nitrógeno del trigo luego de festuca pura tuvieron, en general, un comportamiento intermedio en relación al de trigo continuo y pasturas con leguminosas, lo cual era esperable, dado que las leguminosas al incorporar nitrógeno, inducen una menor respuesta en los cultivos subsiguientes a ellas; por otro lado, como ya fue discutido, la disponibilidad de nitrógeno para los cultivos siguientes a festuca sería mayor que con trigo continuo, razón por la cual la respuesta es menor.

También se evidenciaron diferencias entre leguminosas en cuanto a sus efectos sobre las respuestas a nitrógeno; éstas generalmente fueron más importantes luego de trébol rojo, tal como se visualiza a través de las dosis económicamente óptimas (cuadro 6).

El comportamiento de las especies de leguminosas varió levemente con el ensayo, y más concretamente con su productividad, lo cual lleva a pensar que ésta y no la especie en sí misma sería el factor más importante en la determinación de la residualidad de nitrógeno. Por ejemplo, en el primer año de trigo en el ensayo A, las ecuaciones de respuesta a nitrógeno y las dosis económicamente óptimas fueron similares luego de trébol rojo y trébol blanco, y éstas a su vez fueron mayores que luego de alfalfa (fig. 5 a y cuadro 6). Este comportamiento se relaciona claramente con una mayor producción de materia seca de alfalfa, tanto en el último año de pasturas (fig. 4) como en el total de las mismas (fig. 3).

En el ensayo B la producción de materia seca en el último año para las dos especies perennes, fue notoriamente mayor que la de trébol rojo (fig. 4), lo cual se tradujo en una mayor respuesta después de éste, que se manifestó a través de dosis económicamente óptimas más elevadas, aún hasta el cuarto año de trigo (cuadro 6). Si bien la alfalfa produjo cerca del doble de materia seca en toda la vida de las pasturas en relación al trébol blanco, la producción en el último año fue similar para ambos, lo que explicaría la escasa diferencia en las respuestas a nitrógeno en los trigos subsiguientes. De todas formas, se manifestó una tendencia a obtener mayores respuestas luego de trébol blanco.

En el ensayo C también se visualiza la relación entre respuesta a nitrógeno y productividad de las pasturas. El trébol blanco fue la especie más productiva, tanto en el último año como en el total (figs. 3 y 4), lo que habría inducido menores respuestas posteriores a nitrógeno. El trébol rojo y la alfalfa tuvieron ambos una producción de alrededor de 1.550 kg de MS/ha en el último año. A pesar de ello, en el primer trigo posterior, la dosis económicamente óptima luego de la alfalfa fue de 58 kg de N/ha y luego de trébol rojo 150 kg de N/ha, lo que sugeriría una mayor capacidad de la alfalfa para dejar nitrógeno residual.

#### 4. Estimación del aporte de nitrógeno de las leguminosas a los trigos subsiguientes

En base a las ecuaciones de respuesta, se estimaron las cantidades de nitrógeno que requería el trigo sembrado luego de festuca para igualar los rendimientos sin fertilización del trigo sembrado a continuación de las pasturas con leguminosas. Estos valores representan el aporte de nitrógeno a los cultivos subsiguientes por parte de las leguminosas, y se muestran en el cuadro 7.

En términos generales se puede asumir que los valores presentados en el cuadro 7 están viciados de algunos errores que son intrínsecos del método

Cuadro 7. Aporte de nitrógeno de las diferentes leguminosas a los sucesivos cultivos posteriores de trigo.

Edad de chacra	Ensayo /año	Trébol rojo	Trébol blanco	Alfalfa	Promedio
1	A/76	42	47	47	55
	B/77	4	47	44**	32
	C/78	0	57	41	33
Promedio 1° año de trigo		15	51	54	40
2	A/77	25	0	0	8
	B/78	7	12	29	16
	C/79	0	14**	31	15
Promedio 2° año de trigo		11	9	20	13
3	A/78	14	43	9	22
	B/79	25	58	84	56
	C/80	0	0	3	1
Promedio 3° año de trigo		13	52	32	26
4	A/79	66	39	54	53
	B/80	0	4	10	5
Promedio 4° año de trigo		33	22	32	29
5	A/80	0	0	0	0
	Promedio 5° año de trigo		0	0	0

\*\* No hubo respuesta significativa. Se utilizaron los rendimientos promedio de los 4 niveles de N.

utilizado, y que llevan a subestimar el aporte de nitrógeno por las leguminosas:

- Como se discutió anteriormente, las parcelas de festuca pura sufrieron una cierta contaminación con plantas de trébol blanco, lo cual obviamente constituye una fuente de error, ya que las estimaciones se realizaron partiendo del supuesto de que en dichas parcelas no hubo fijación simbiótica de nitrógeno.
- Esta forma de estimación asume que el nitrógeno agregado como fertilizante tiene un efecto aditivo sobre el nitrógeno mineral del suelo, lo cual no es así, ya que al agregar nitrógeno se inhiben los procesos de mineralización, provocando un fenómeno de sustitución del nitrógeno del suelo por nitrógeno de la urea.
- El número de plantas de festuca por unidad de superficie y su vigor no son los mismos para las siembras puras o en asociación con leguminosas. Esto determina que la presencia o ausencia de éstas no sea la única diferencia entre ambos casos.

Cabe señalar, además, que estos valores se aproximan a la realidad en la medida en que los rendimientos de trigo dependen del nitrógeno disponible en el suelo, ya que fueron calculados a partir de las curvas de respuesta a nitrógeno. En las situaciones en que opera un factor que inhibe fuertemente la respuesta del trigo al agregado de nitrógeno, este tipo de estimaciones fracasan, pues se produce normalmente una gran sobreestimación frente a pequeños cambios en los rendimientos. Tal es el caso del año 1977, fundamentalmente en el ensayo A en donde, debido al ataque de "golpe blanco", se impidió una respuesta normal al nitrógeno. A pesar de esta limitación, y debido a que los rendimientos estuvieron muy asociados al nivel de nitrógeno ntrico del suelo, las estimaciones efectuadas por este método son de una validez considerable, al menos en términos relativos.

Los cultivos de trigo recibieron, promedialmente, 40, 13, 26, 29 y 0 kg de N/ha en el primer año al quinto año, respectivamente. Es decir, que existió

una contribución efectiva de N de las pasturas por lo menos hasta el cuarto año. Es de destacar que estas cifras son muy afectadas por las condiciones climáticas de los diferentes años que intervienen en los promedios. En el ensayo A en 1979, que fue un año de alta mineralización, las tres especies de leguminosas, aún cuatro años después de aradas las pasturas, aportaron 53 kg de N/ha (cuadro 7), cifra similar a la estimada para el primer año de trigo en el mismo ensayo. Ello estaría sugiriendo que el efecto de las leguminosas podría continuar manifestándose durante más tiempo, lo cual no se puede determinar debido a que 1980 —el último año del ensayo— se caracterizó por una pobre mineralización de nitrógeno.

En los tres primeros años de trigo, el aporte de nitrógeno proveniente de las leguminosas perennes fue dos a cuatro veces más importante que el de trébol rojo, siendo similares en el cuarto año. Las especies perennes no mostraron diferencias consistentes entre ellas.

También fueron estimadas las diferencias en aporte de nitrógeno entre las pasturas con leguminosas y trigo continuo (cuadro 8). El procedimiento seguido fue similar al anterior, utilizándose las curvas de respuesta luego de trigo continuo en lugar de festuca. Los valores son superiores a los del cuadro 7, como consecuencia de las diferencias entre festuca y trigo continuo, y muestran una tendencia a decrecer con la edad de la chacra, aunque aún en el quinto año el trigo recibió 18 kg de N/ha más cuando el manejo anterior fue de pasturas con leguminosas.

Cuadro 8. Diferencias en aporte de nitrógeno a los trigos posteriores entre el tratamiento de trigo continuo y las diferentes pasturas.

Edad de chacra	Ensayo /año	Festuca	Trébol rojo	Trébol blanco	Alfalfa	Promedio
1	A/76	31	92	99	132	108
	B/77	33	42	126	121**	96
	C/78	41	38	85	73	65
Promedio 1° año de trigo		35	57	103	109	90
2	A/77*	—	—	—	—	—
	B/78	13	30	43	79	51
	C/79	96	43	103**	112	86
Promedio 2° año de trigo		55	37	73	96	68
3	A/78	0	16	73	3	31
	B/79	0	20	93	150	88
	C/80	20	16	7	23	15
Promedio 3° año de trigo		7	17	58	59	45
4	A/79	38	110	81	98	96
	B/80	27	13	33	42	29
Promedio 4° año de trigo		33	62	57	70	63
5	A/80	18	17	16	22	18
	Promedio 5° año de trigo		18	17	16	22

\* No ajustó ninguna ecuación para trigo continuo.

\*\* No hubo respuesta significativa. Se utilizaron los rendimientos promedio de los 4 niveles de N.

## AGRADECIMIENTO

La información que aquí se presenta es resultado de una tarea de investigación de muchos años sobre variables agronómicas que se manifiestan en la rotación de pasturas y cultivos.

Al culminar en esta publicación un resumen de los principales resultados, los autores deseamos expresar un reconocimiento a la tarea de planeamiento e iniciación de los experimentos por los Ings. Agrs. Lavalleja Castro y Elsa M. de Zamuz y su posterior atención por los Ings. Agrs. José Pérez y Eduardo Capurro, quienes no pudieron culminar esta actividad experimental por haberse alejado de la Institución.

## BIBLIOGRAFÍA

- BLANCHOU, G. 1968. Contribución de diferentes especies de leguminosas y la influencia de la fertilización nitrogenada en la productividad de una pradera de gramínea. Tesis Mag. Sc., La Estanzuela, Uruguay, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 90 p. (Mimeografiado.)
- CASTRO, J. L., PEREZ SANABRIA, J. y ZAMUZ, E. M. de. 1972. Fertilización nitrogenada del trigo. I. Respuesta del cultivo. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", Estación Experimental La Estanzuela. Boletín Técnico N° 16.
- ELGIN JUNIOR, J. H. y LEGG, J. O. Measuring nitrogen fixation in seven alfalfa cultivars (Summary). 35. Field Crops Laboratory, PGGI, ARS, USDA, Beltsville, Maryland, E.U.A.
- HEARD, A. J. 1965. The effect of the nitrogen content of residues from leys on amount of available soil nitrogen and on yield of wheat. Journal of Agricultural Science, Cambridge 64 (3): 329-334.
- HENZELL, E. F. y VALLIS, I. 1977. Transfer of nitrogen between legumes and other crops. In Ayanaba, A. y Dart, P. J. eds. Biological nitrogen fixation in farming systems of the tropics. Chichester, UK, Wiley. pp. 73-88.
- HOOGERKAMP, M. 1973. Accumulation of organic matter under grassland and its effect on grassland and on arable crops. Agricultural Research Reports (Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen) N° 806. 24 p.
- HOYT, P. B. y HENNIG, A. M. F. 1971. Effect of alfalfa and grasses on yield of subsequent wheat crops and some chemical properties of a Gray Wooded Soil. Canadian Journal of Soil Science 51 (2): 177-183.
- PAGE, J. B. 1972. Arable crop rotations. Journal of the Royal Agricultural Society of England 133: 98-105.
- RIXON, A. J. 1972. Yield and quality of four wheat crops subsequent to annual and perennial irrigated pastures. Australian Journal to Agricultural Research 23 (4): 561-571.
- ROBERT, M. D. y ROMERO, G. 1978. Evaluación del efecto de diferentes pasturas y su duración en las propiedades físicas del suelo y el primer cultivo posterior. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 80 p.
- SILVA GENNEVILLE, M. 1966. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y leguminosas asociadas sobre la producción de una pradera. Tesis Mag. Sc., La Estanzuela, Uruguay, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 92 p. (Mimeografiado.)
- STEELE, R. G. D. y TORRIE, J. H. 1960. Principles and procedures of statistics. Nueva York, McGraw-Hill. pp. 222-229.
- TUOHEY, C. L. y ROBSON, A. D. 1980. The effect of cropping after medic and non-medic pastures on total soil nitrogen, and on the grain yield and nitrogen content of wheat. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 20 (103): 220-228.
- UNIVERSITY OF FLORIDA. 1972. Latin American tables of feed composition. Florida. 62 p.
- URUGUAY. Ministerio de Ganadería y Agricultura. DIEA. 1973. Censo General Agropecuario 1970. Montevideo.

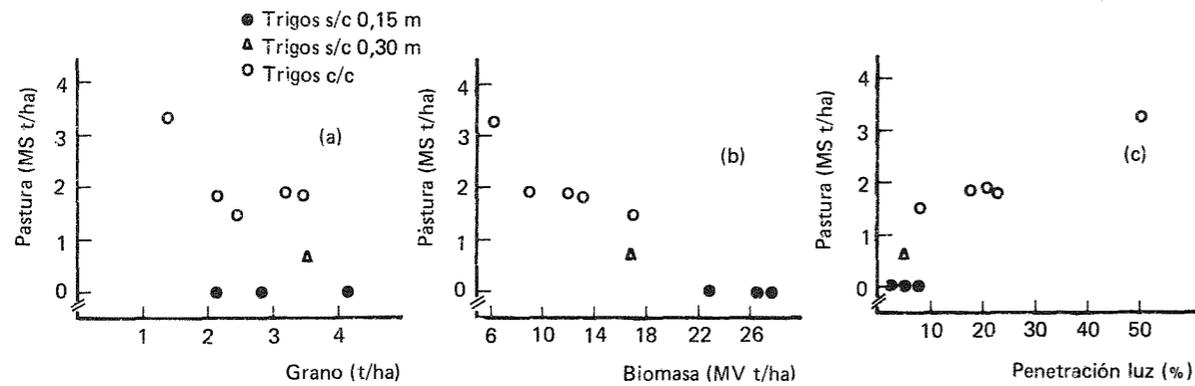


Figura 2. Relaciones entre rendimiento de la pastura, rendimiento en grano del trigo, biomasa del trigo y penetración de luz.

Resulta claro de los resultados de este experimento, que a mayor biomasa del trigo menor penetración de luz y menor rendimiento de la pastura. Estos resultados son concordantes con los encontrados por Flanagan y Washko (1950), Pritchett y Nelson (1951), Klebesadel y Smith (1959), Santhirasegaram y Black (1967) y Genest y Stepler (1973). La relación con el rendimiento de grano del trigo (fig. 2a), aunque negativa, no fue significativa estadísticamente. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que por la naturaleza de los tratamientos, fue posible obtener, dentro de un rango de rendimientos de grano, valores muy contrastantes de biomasa. Los trigos a densidad normal y no defoliados, con rendimientos de grano de 2 a 4 t/ha y biomasa de 22 a 26 t de MV/ha, no permitieron la instalación de la pastura, mientras que dentro de ese mismo rango de rendimientos de grano, los trigos defoliados permitieron la implantación de la misma. De manera que cuando analizamos la relación entre rendimiento de grano y pastura, debemos tener en cuenta que un trigo que rinde 2,5 t/ha sembrado el 1° de mayo, ejercerá mucho mayor efecto competitivo que otro que también produzca 2,5 t/ha pero que se haya sembrado el 1° de julio. Las biomasa que desarrollarán serán diferentes, como así también el período durante el cual son capaces de sombrear casi totalmente la pastura.

## CONCLUSIONES

1. Trigos de hábitos contrastantes, sometidos a defoliación simulando pastoreos produjeron entre 1,7 y 2,6 t de MS/ha; paralelamente redujeron su rendimiento de grano entre 13 y 35%. Por su buena entrega de forraje y menor reducción en cosecha de grano se destacó el tipo de hábito intermedio.
2. Las distintas combinaciones de tipos de trigo, manejo y espaciamientos originaron diferencias en rendimiento de grano, biomasa y penetración de luz, que dieron lugar a ambientes diferentes para la instalación de la pastura. La luz fue el factor predominante en la competencia cultivo/pastura: a mayor biomasa del trigo, menor penetración de luz y menor rendimiento de la pastura.
3. La instalación de pasturas asociadas con trigo en siembras tempranas, principios de mayo, son factibles en la medida que el cultivo sea pastoreado; de lo contrario, la competencia que ejerce el cultivo no permitiría su implantación. Sembrando el trigo a 0,30 m se logró una regular implantación cuyos rendimientos posteriores fueron menores.
4. La producción de forraje en el año siguiente a la cosecha del trigo estuvo relacionada con la implantación y rendimiento inicial. En términos generales, las pasturas asociadas a trigos defoliados produjeron rendimientos similares a los de la convencional.

## BIBLIOGRAFIA

1. BULA, R. J., SMITH, D. y MILLER, E. 1954. Measurements of light beneath a small grain companion crop as related to legume establishment. *Botanical Gazette* 115: 271-278.
2. COLLISTER, E. H. y KRAMER, H. H. 1952. The effect of oat variety on the stand and development of red clover. *Agronomy Journal* 44: 385.
3. CULLEN, N. A. 1964. The effect of nurse crops on the establishment of pasture. II. Cereal nurse crops. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 7 (1): 52-59.
4. DELLAZOPPA, J. G. y HENRY, T. 1949. La explotación de los trigales en su doble aspecto de productores de forraje verde y granos. *Archivo Fitotécnico del Uruguay* 4: 3-9.
5. DIAZ, R. y TAVELLA, C. M. 1979. Efecto del tipo de pastura, variedad y densidad de trigo en siembras asociadas. La Estanzuela, Uruguay. Informe provisorio.
6. DONALD, C. M. 1963. Competition among crop and pasture plants. *Advances in Agronomy*, 15: 1-118.
7. FLANAGAN, T. R. y WASHKO, J. B. 1950. Spring grain characteristics which influence their value as companion crops. *Agronomy Journal* 42: 460.
8. GENEST, J. y STEPLER, H. 1973. Effects of companion crops and their management on the undersown forage seedling environment. *Canadian Journal of Plant Science* 53: 285-290.
9. HARPER, H. J. 1946. Effect of row spacing on the yield of small grain nurse crops. *Journal of the American Society of Agronomy* 38: 785-794.
10. HEDDLE, R. G. y HERRIOTT, J. B. D. 1955. The establishment, growth and yield of ultra-simple grass seeds mixtures in the South-East of Scotland. II. The effects of varying grass and clover seed rates. *Journal of the British Grassland Society* 10: 157-167.
11. HOEN, K., ORAM, R. N. 1967. Establishment of perennial pasture grasses under a cover crop in a Mediterranean type of environment. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 7: 241-248.
12. KILCHER, M. R. y HEINRICH, D. H. 1960. The use of cereal grains as companion crops in dryland forage crop establishment. *Canadian Journal of Plant Science* 40: 81-93.
13. KLEBESADEL, L. J. y SMITH, D. 1959. Light and soil moisture beneath several companion crops as related to the establishment of alfalfa and red clover. *Botanical Gazette* 121: 39-46.
14. MORRISON, J. 1966. Effects of cover crop and sowing dates on grass/clover swards in the Kenya Highlands. *East African Agricultural and Forestry Journal* 32 (1): 25-30.
15. PENDLETON, J. W. y DUNGAN, G. H. 1953. Effect of different oat spacings on growth and yield of oats and red clover. *Agronomy Journal* 45: 442-444.
16. PRITCHETT, W. L. y NELSON, L. B. 1951. The effect of light intensity on the growth characteristics of alfalfa and bromegrass. *Agronomy Journal* 43: 172-177.
17. SANTHIRASEGARAM, K. y BLACK, J. N. 1967. Competition between wheat and undersown pas-

ture in the year of sowing and the effect of undersowing on the yield of pasture in the following year. *Journal of the British Grassland Society* 22: 239-244.

18. SMITH, D., LOWE, H. J., STROMMEN, A. M. y BROOKS, G. N. 1954. Establishment of legumes as influenced by the rate of sowing on the oat companion crop. *Agronomy Journal* 46: 449-451.

19. SYMONDS, R. y SALABERRY, S. 1976. Región Litoral-Oeste. In CIAAB. Avances en pasturas IV. T. 1: Producción de pasturas. Montevideo, MAP. pp. 1-37.
20. TOSSELL, W. E. y FULKERSON, R. S. 1960. Rate of seeding and row spacing of an oat companion crop in relation to forage seedling establishment. *Canadian Journal of Plant Science* 40: 500-508.

## EFECTO DE LA FECHA DE PLANTACION DE BULBOS DE CEBOLLA SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE LA SEMILLA\*

J. E. Arboleña Dufour\*\*,  
J. M. Villamil Lucas  
Masasuke Itoh

### RESUMEN

Durante las temporadas 1979-80, 1980-81 y 1984-85 se estudió en la Estación Experimental Las Brujas el efecto de la fecha de plantación de bulbos de cebolla sobre el rendimiento y la calidad de la semilla.

Las fechas de siembra fueron el 25 de mayo, 25 de junio y 26 de julio en 1979; el 14 de mayo, 17 de junio y 17 de julio en 1980 y el 28 de marzo, 26 de abril, 4 de junio y 26 de julio de 1984.

El cultivar utilizado fue Valenciana Sintética 14 multiplicación Las Brujas.

El tamaño de las umbelas decreció al retrasarse la fecha de plantación. Se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de semilla por umbela, por bulbo y por hectárea, sólo en 1979-80 y 1984-85. Al retrasarse la fecha de plantación el rendimiento decreció. En 1980-81 se observó una tendencia a disminuir el rendimiento con las fechas de plantación más tardías.

No hubo efecto de la fecha de plantación sobre el porcentaje de germinación de la semilla ni sobre el peso de 1.000 semillas.

### ABSTRACT

Experiments to determine the influence of planting dates on the yield and quality of the onion seed were conducted for the season 1979-80, 1980-81 and 1984-85.

They were carried out at Las Brujas Experimental Station, located at the South area of Uruguay.

Selected bulbs were planted 25 may, 25 june and 26 july in 1979; 14 may, 17 june and 17 july in 1980; 28 march, 26 april, 4 june and 26 july in 1984.

Valencia Sintética 14 onion bulbs were used in all experiments.

The diameter of umbels decreased at late planting dates.

Differences in seed yields were found, only in 1979-80 and 1984-85. Later planting dates yielded the lowest. In 1980-81 there were not significant differences in yield between treatments, although the same trend was evident when the planting dates were delayed.

The date of planting had no influence either on the germination percentage or the weight of 1,000 seed.

### INTRODUCCION

La fecha de plantación, generalmente, juega un rol muy importante en la producción final de un cultivo. Esto obedece a que la producción está íntimamente relacionada al desarrollo vegetativo y por lo tanto al aparato fotosintético que la planta sea capaz de producir previo a la etapa reproductiva.

A medida que se atrasan las fechas de plantación o de siembra de diferentes especies, el volumen foliar alcanzado es menor. Ello repercute directamente en la producción final, ya sean frutos, semillas, bulbos, etcétera.

Diversos autores (4, 7, 8, 11) encontraron que el atraso de las fechas de siembra o de plantación de diversas especies hortícolas tuvieron un efecto negativo sobre el rendimiento de los cultivos.

Jones y Emsweller (5) encontraron influencia significativa de la fecha de plantación de bulbos de cebolla sobre el rendimiento de semilla por hectárea, en dos de los tres años de investigación, disminuyendo aquél al retrasarse la fecha de plantación.

Enzie (1) estudió el efecto de la fecha de plantación de bulbos de cebolla sobre el rendimiento y la calidad de la semilla desde 1944 hasta 1947.

Encontró diferencias significativas entre las fe-

chas de plantación en dos de los años probados y siempre la última fecha fue la que rindió menos.

El porcentaje de germinación de la semilla no fue afectado por el efecto de la fecha de plantación en ningún año.

Jones y Mann (6) afirman que el fotoperíodo tiene muy poco efecto en la iniciación de la floración siendo inducida casi totalmente por las bajas temperaturas. Por su parte, Schweisguth (10) sostiene que la mejor temperatura para la conservación de los bulbos oscila entre 8 y 10 °C y que a su vez favorece la formación de primordios florales. Afirma que las condiciones externas no parecen tener una influencia preponderante sobre la floración.

Los productores en Uruguay, generalmente plantan los bulbos de cebolla para obtener su semilla, durante los meses de junio y julio, prorrogándose en algunos casos hasta agosto. Esto es realizado en forma empírica ya que no existen investigaciones al respecto en nuestro país.

En la Estación Experimental Las Brujas, a partir de 1978 se llevó a cabo un Convenio de Cooperación en Investigación Hortícola entre Japón y Uruguay.

Uno de sus objetivos fue el mejoramiento de cebolla y en forma particular el del cultivar Valenciana Sintética 14.

Tal Convenio consistía en apoyar ese programa de mejoramiento, en todas aquellas técnicas de manejo que contribuyeran a tornar más productivo el cultivar mejorado. Por tal motivo, se inició en el año 1979 un trabajo de investigación para evaluar el efecto que tendrían diferentes fechas de plantación de

bulbos, sobre el rendimiento y la calidad de la semilla producida.

### MATERIALES Y METODOS

Estos estudios se realizaron en la Estación Experimental Las Brujas, en el sur del Uruguay, durante los períodos 1979-80, 1980-81 y 1984-85.

Los suelos utilizados fueron clasificados como Brunosoles y Vertisoles desarrollados sobre formación Libertad, siendo comunes a aquellos de extensas zonas del departamento de Canelones donde se concentra la mayor producción de cebolla del sur del país.

En 1979-80 y 1980-81 los bulbos se plantaron a una distancia de 0,90 m entre filas y a 0,15 m en la fila.

La parcela fue de una hilera de 20 bulbos en 1979-80 y de 18 en 1980-81.

En 1984-85 se usó una distancia de 1 m entre filas y 0,15 m en la fila, plantándose en la hilera 12 bulbos.

El diseño experimental fue de bloques completamente al azar con tres repeticiones en los dos primeros períodos y de cinco en 1984-85.

Las fechas de plantación fueron:

- período 1979-80: 25/5, 25/6 y 26/7,
- período 1980-81: 14/5, 17/6 y 17/7,
- período 1984-85: 28/3, 26/4, 4/6 y 26/7.

El cultivar utilizado en todos los períodos fue Valenciana Sintética 14, multiplicación Las Brujas.

El peso promedio de los bulbos plantados fue de 165 g, 177 g y 233 g en 1979-80, 1980-81 y 1984-85, respectivamente.

La fertilización consistió en el agregado de 225 unidades de N y K<sub>2</sub>O y 300 unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectárea en 1979-80 y 1980-81. Se aplicaron 50 unidades de N y K<sub>2</sub>O y 100 unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectárea en 1984-85. El fertilizante se distribuyó en el fondo del surco mezclándolo con azada.

El control de malezas fue mecánico en los dos primeros períodos, mientras que en 1984-85 se aplicó Linuron a razón de 1,5 kg/ha, complementándolo con labores culturales cuando fue necesario.

Antes que las plantas volcaran sus hojas sobre las entrefilas se realizó un aporque.

Los tratamientos sanitarios se realizaron cada 7 a 10 días, sobre la base de los siguientes específicos: Mancozeb, Clorotalonil, Metalaxil, Captafol y oxicloloro de cobre. Cuando se notó la presencia de trips se aplicó Endosulfán.

Como medida para proteger los escapos de posibles daños ocasionados por el viento, luego de la emisión de los escapos florales se colocaron 3 a 4 tutores de 1 m de altura (caña de Castilla) en cada parcela. De tutor a tutor se tiraron dos líneas de hilo de nylon para sostener los escapos.

Se consideró como momento de cosecha cuando las primeras inflorescencias mostraron algunos frutos abiertos permitiendo observar la semilla madura.

Se cortaron los escapos dejándoles 15 cm de tallo floral, colgándolos a la sombra para su secado, durante 30 a 40 días. Se completó esta operación exponiéndolos al sol.

En los dos primeros ensayos se trilló en forma manual y en 1984-85 por medio de una trilladora para trabajos experimentales.

La limpieza final se realizó por el método de floración en agua.

Se determinó el peso de 1.000 semillas en base a 3 muestras por parcela. La germinación de la semilla se realizó en base a 3 muestras de 100 semillas por parcela utilizando un incubador ISUZU FR-N-04. La semilla se colocó entre papel de filtro en cajas de Petri esterilizadas.

Se mantuvieron a una temperatura promedio de 20 °C (± 2 °C). El primer recuento de semilla germinada se realizó a los 6 días y el segundo a los 10 días.

A partir del inicio de la brotación de los bulbos y de emisión de los escapos se registró la fecha de brotación y de emisión de escapos de todas las plantas en cada parcela en los tres períodos. En 1980-81 y 1984-85 se registró la fecha de apertura de las flores de los escapos siguiendo el mismo procedimiento.

Con estos registros se calculó la fecha media de brotación, de emisión de escapos y de apertura de las flores.

En las dos primeras temporadas se contaron el número de escapos primarios y secundarios por planta.

En los tres períodos se contó el número total de escapos por planta.

En 1980-81 y 1984-85 se midió el diámetro de las umbelas más grandes de cada planta en todas las parcelas.

En 1980-81 se contaron el número de flores y de frutos por umbela, de una muestra de cada tratamiento y se calculó el porcentaje de flores cuajadas.

Además, en 1984-85 se midió la longitud del tallo floral.

### RESULTADOS

#### 1. Relación entre la fecha de plantación y el desarrollo del cultivo

El número de días comprendidos entre las fechas de plantación y las fechas medias de brotación de los bulbos fue menor al atrasarse aquéllas. Las mismas relaciones se observaron con respecto a los períodos comprendidos entre las fechas medias de brotación y las de emisión de escapos y de apertura de las flores de los escapos. Estos resultados se presentan en el cuadro 1.

En el cuadro 2 se puede observar que los períodos entre la fecha media de emisión de escapos y la fecha media de apertura de las flores y el comprendido entre ésta y la fecha de cosecha fueron similares tanto en 1980-81 como en 1984-85. La diferencia en días entre esos períodos en los distintos tratamientos fue menor que en los períodos previos a la emisión de los escapos.

En las figuras 1, 2, 2' y 3 se observa que se produjo una disminución en el número de días comprendidos entre la fecha de plantación y los distintos estados del cultivo con el atraso en la fecha de plantación.

En el cuadro 3 se presentan el número promedio de escapos primarios y secundarios por bulbo para las dos primeras temporadas y el número medio total por bulbo para las tres temporadas.

El tamaño de las umbelas evaluado a través de su diámetro en 1980-81 y 1984-85 decreció al atrasarse la fecha de plantación. Se constataron diferencias altamente significativas entre los tratamientos en ambos períodos. El largo del tallo floral, medido solamente en 1984, no mostró diferencias significativas entre los tratamientos. Estos re-

\* Recibido para su publicación en julio, 1986.

Trabajo presentado en la 9na. Reunión Anual de la Asociación Argentina de Horticultura y 2da. Reunión Latinoamericana de Horticultura, La Plata, Argentina, Set. 15-19, 1986.

\*\* Técnico Asistente (Ing. Agr.) y Jefe Proyecto Hortalizas (Ing. Agr.) EELB, y Técnico (Ing. Agr.) Experto en Genética y Manejo de Cultivos Hortícolas del J.I.C.A. (Japón), respectivamente.

Cuadro 1. Días desde la plantación hasta la brotación, de fecha media de brotación a fecha media de emisión de escapos y a fecha media de apertura de las flores de los escapos (períodos 1979-80, 1980-81 y 1984-85).

Fecha de plantación	Año	Días desde la plantación hasta la fecha media de brotación		Días desde la fecha media de brotación hasta la fecha media de emisión de escapos		Días desde la fecha media de brotación hasta la fecha media de apertura de las flores de los escapos	
		escapos primarios	escapos secundarios	escapos primarios	escapos secundarios	escapos primarios	escapos secundarios
25 de mayo	1979	48	67	-	-	-	-
25 de junio	1979	34	56	-	-	-	-
26 de julio	1979	18	48	-	-	-	-
Diferencia en días entre la primera y última fechas		(30)	(19)	-	-	-	-
14 de mayo	1980	30	99	133	151	173	
17 de junio	1980	17	82	110	131	153	
17 de julio	1980	18	61	85	107	125	
Diferencia en días entre la primera y última fechas		(12)	(38)	(48)	(44)	(48)	
28 de marzo	1984	42	130	-	183	-	
26 de abril	1984	37	107	-	161	-	
4 de junio	1984	28	84	-	135	-	
26 de julio	1984	19	57	-	102	-	
Diferencia en días entre la primera y última fechas		(22)	(73)	-	(81)	-	

Cuadro 2. Días entre las fechas medias de emisión de escapos y las de apertura de flores y los comprendidos entre éstas y las fechas de cosecha, en los períodos 1980-81 y 1984-85.

Fecha de plantación	Año	Días entre la fecha media de emisión de escapos y la fecha media de apertura de las flores de los escapos		Días entre la fecha media de apertura de las flores y la fecha de cosecha	
		escapos primarios	escapos secundarios	escapos primarios	escapos secundarios
14 de mayo	1980	52	40	59	41
17 de junio	1980	49	43	57	40
17 de julio	1980	46	40	54	39
Diferencias entre la primera y última fechas		(6)	(0)	(5)	(2)
28 de marzo	1984	53	-	57	-
26 de abril	1984	54	-	54	-
4 de junio	1984	51	-	57	-
26 de julio	1984	45	-	49	-
Diferencias entre la primera y última fechas		(8)		(8)	

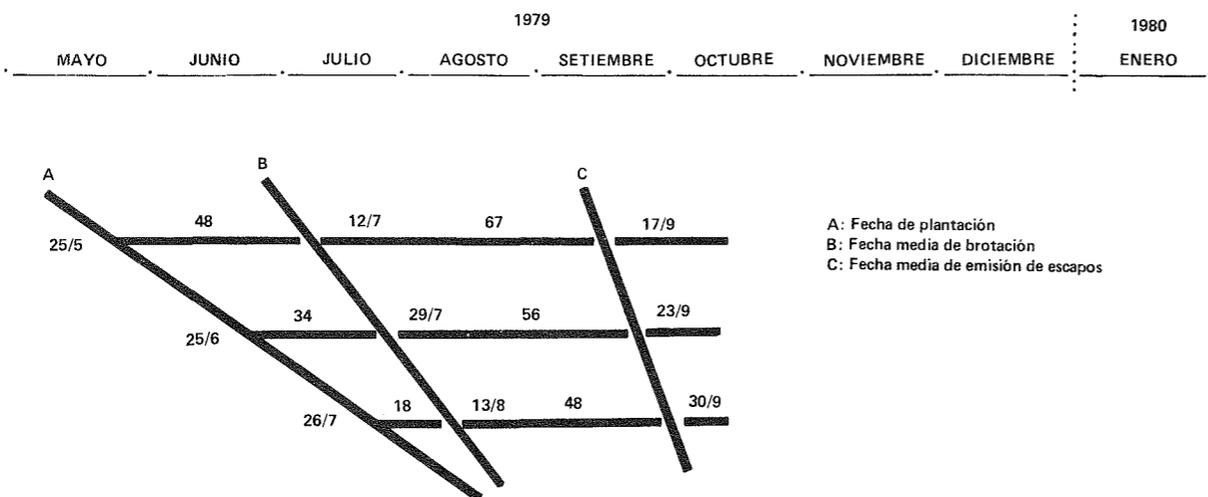


Figura 1. Efecto de la fecha de plantación sobre el desarrollo del cultivo de bulbos de cebolla para producción de semilla. Temporada 1979-80.

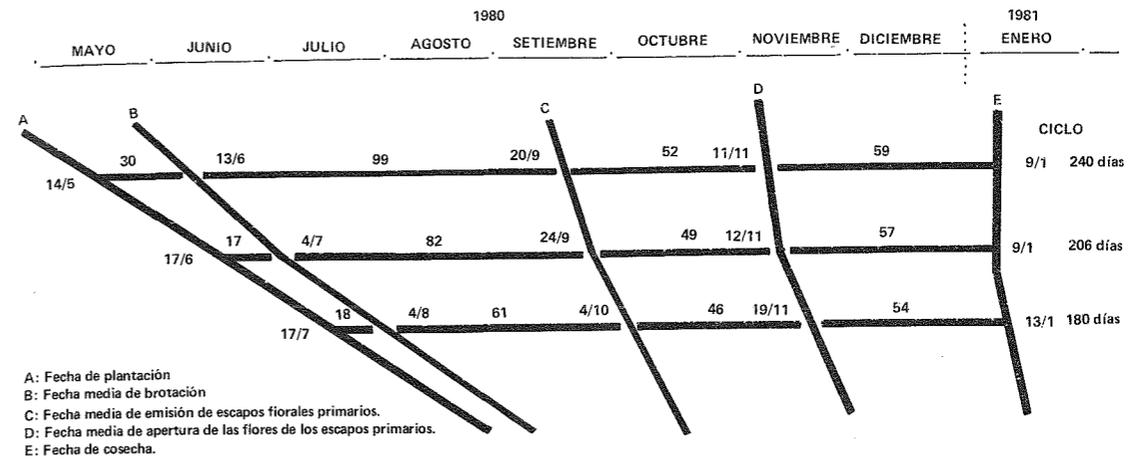


Figura 2. Efecto de la plantación sobre el desarrollo del cultivo de bulbos de cebolla para producción de semilla. Temporada 1980-81.

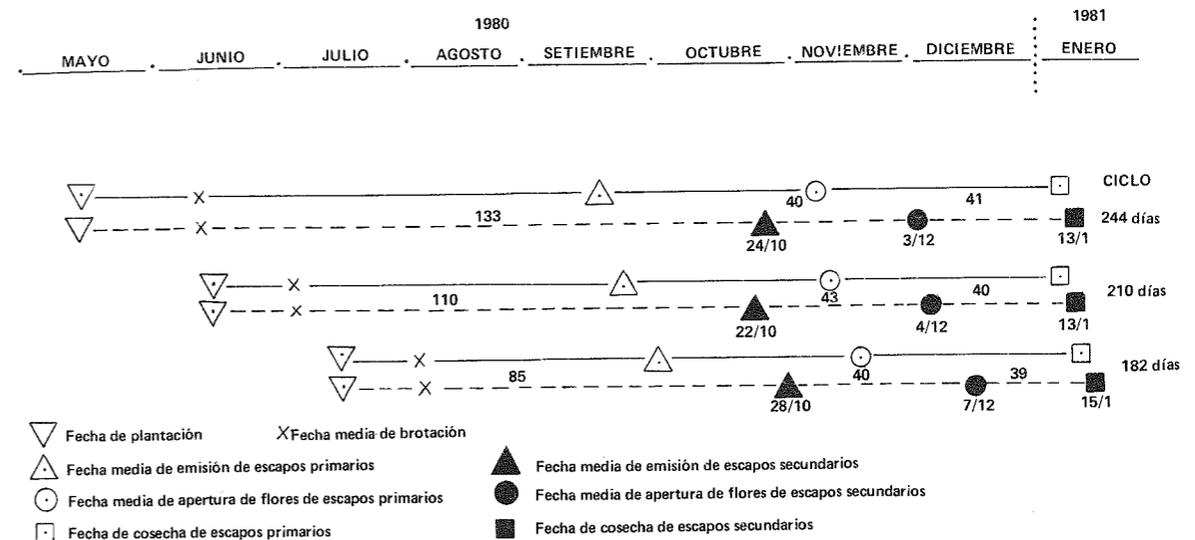


Figura 2'. Efecto de la fecha de plantación sobre el desarrollo del cultivo de bulbos de cebolla para producción de semilla. Temporada 1980-81.

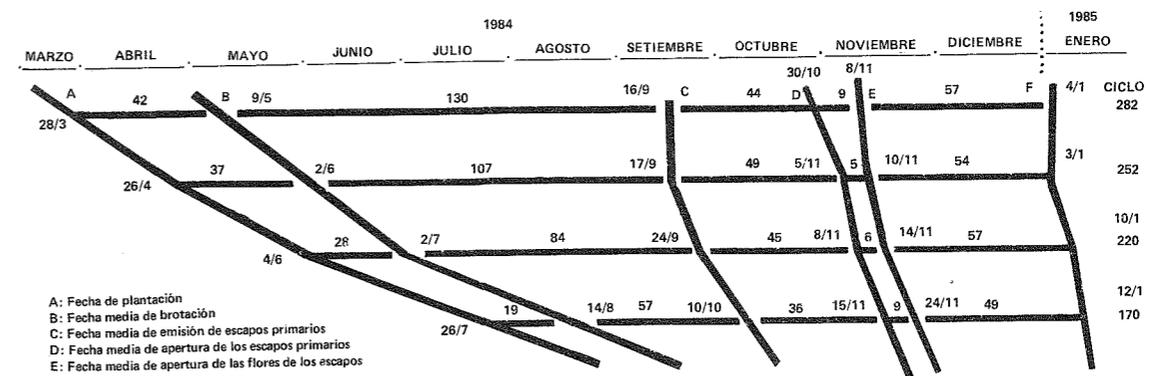


Figura 3. Efecto de la fecha de plantación sobre el desarrollo del cultivo de bulbos de cebolla para producción de semilla. Temporada 1984-85.

sultados se presentan en el cuadro 4 y en las figuras 4 y 5.

En el año 1980 se tomó una muestra de las umbel- las de cada tratamiento y se contaron el número de flores y de frutos por inflorescencia. Se observó una

disminución del número de flores y frutos por umbela de la primera a la última fecha de plantación. El porcentaje de flores cuajadas tendió a crecer de la primera a la última fecha de plantación. Estos resultados se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 3. Número medio de escapos primarios y secundarios por bulbo en 1979-80 y 1980-81 y número promedio de escapos totales por bulbo en las tres temporadas.

Fecha de plantación	Año	Número medio de escapos florales por bulbo		Número medio de escapos totales por bulbo
		primarios	secundarios	
25 de mayo	1979	2,98	0,97	3,95
25 de junio	1979	2,79	1,28	4,07
26 de julio	1979	2,70	1,45	4,16
14 de mayo	1980	3,84	1,43	5,26
17 de junio	1980	3,41	2,29	5,70
17 de julio	1980	3,52	2,06	5,58
28 de marzo	1984	—	—	3,63
26 de abril	1984	—	—	4,33
4 de junio	1984	—	—	5,30
26 de julio	1984	—	—	4,50

Cuadro 4. Diámetro de umbelas para 1980-81 y 1984-85 y largo del tallo floral para 1984-85.

Fecha de plantación	Año	Diámetro de umbelas (cm)	Largo del tallo floral (cm)
14 de mayo	1980 <sup>1</sup>	11,1 a**	—
17 de junio	1980	10,2 b	—
17 de julio	1980	9,2 c	—
C.V.		1,96	
28 de marzo	1984 <sup>2</sup>	9,66 a**	93,2
26 de abril	1984	9,43 ab	94,3
4 de junio	1984	9,04 b	92,5
26 de julio	1984	8,44 c	89,6 N.S.
C.V.		3,68	4,35

<sup>1</sup> Evaluado el 28/12.

<sup>2</sup> Evaluado el 12/12.

\*\* Los tratamientos seguidos por la misma letra no difieren significativamente entre sí de acuerdo con la prueba de Duncan al 0,01 de significación.

Cuadro 5. Número de flores y frutos por umbela y porcentaje de flores cuajadas, para el período 1980-81.

Fecha de plantación	Flores por umbela		Frutos por umbela		Flores cuajadas %
	N°	%	N°	%	
14 de mayo	2.451	100	1.274	100	53,7
17 de junio	1.892	83	1.016	80	54,5
17 de julio	1.635	66	933	73	58,2

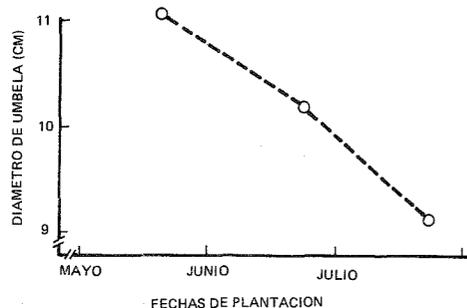


Figura 4. Relación entre la fecha de plantación y el diámetro de las umbelas para el período 1980-81.

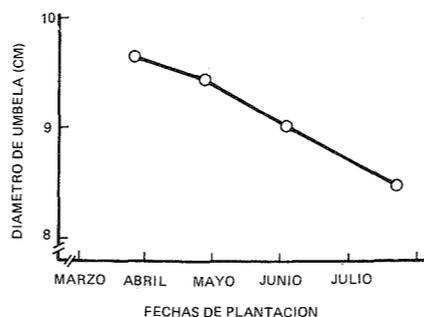


Figura 5. Relación entre la fecha de plantación y el diámetro de las umbelas para el período 1984-85.

Cuadro 6. Rendimiento de semilla por umbela, por bulbo y por hectárea en 1979-80.

Fechas de plantación	Rendimiento de semilla por		
	Umbela (g)	Bulbo (g)	Hectárea (kg)
25 de mayo	6,14 a*	24,2 a***	1.539 a**
25 de junio	5,69 ab	23,2 a	1.465 a
25 de julio	4,64 b	19,3 b	1.208 b
C.V.	9,70	5,95	5,30

\* Las medias seguidas por la misma letra no son diferentes estadísticamente entre sí ante la prueba a rango múltiple de Duncan al nivel de significación del 10%.

\*\* Las medias seguidas por la misma letra no son diferentes estadísticamente entre sí ante la prueba a rango múltiple de Duncan al nivel de significación del 5%.

\*\*\* Las medidas seguidas por la misma letra no son diferentes entre sí ante la prueba a rango múltiple de Duncan al 1%.

Cuadro 7. Rendimiento de semilla por umbela, por bulbo y por hectárea para la temporada 1980-81.

Fechas de plantación	Rendimiento de semilla por		
	Umbela (g)	Bulbo (g)	Hectárea (kg)
14 de mayo	5,59	28,4	1.909
17 de junio	4,69	26,8	1.905
17 de julio	4,57	24,8	1.604
	N.S.*	N.S.	N.S.
C.V.	9,14	6,61	12,65

N.S.: No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 8. Rendimiento de semilla por umbela, por bulbo y por hectárea para la temporada 1984-85.

Fechas de plantación	Rendimiento de semilla por		
	Umbela (g)	Bulbo (g)	Hectárea (kg)
28 de marzo	3,17 a*	11,27 ab*	692 ab**
26 de abril	3,10 a	12,29 a	802 a
4 de junio	3,38 a	11,90 a	793 a
26 de julio	1,71 b	6,89 b	459 b
C.V.	27,96	28,24	28,38

\* Los promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente ante la prueba a rango múltiple de Duncan al nivel de significación del 5%.

\*\* Los promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente ante la prueba a rango múltiple de Duncan al nivel de significación del 10%.

## 2. Relación entre las fechas de plantación y el rendimiento de semilla

La producción de semillas se evaluó a través del rendimiento por umbela, por bulbo y por hectárea.

Estos resultados se presentan en los cuadros 6, 7 y 8.

Se observa una disminución del rendimiento por umbela, por bulbo y por hectárea al atrasarse la fecha de plantación en los tres períodos.

En 1979 se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 0,05 para el rendimiento de semilla por hectárea y al 0,10 para el peso de semilla por inflorescencia.

Las fechas de mayo y junio no mostraron diferencias en sus resultados aunque fueron diferentes con relación a la fecha de julio para el rendimiento de semilla por bulbo y por hectárea.

La fecha de julio no difirió de la de junio en el rendimiento por umbela, y fue estadísticamente diferente a la de mayo.

En el período 1980-81 los análisis de varianza no detectaron diferencias significativas entre los tratamientos. De todos modos, el rendimiento decreció al atrasarse la fecha de plantación.

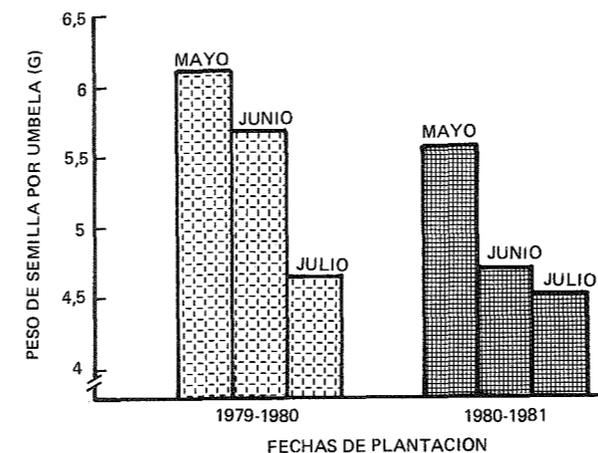


Figura 6. Relación entre el peso de semilla por umbela y la fecha de plantación para los períodos 1979-80 y 1980-81.

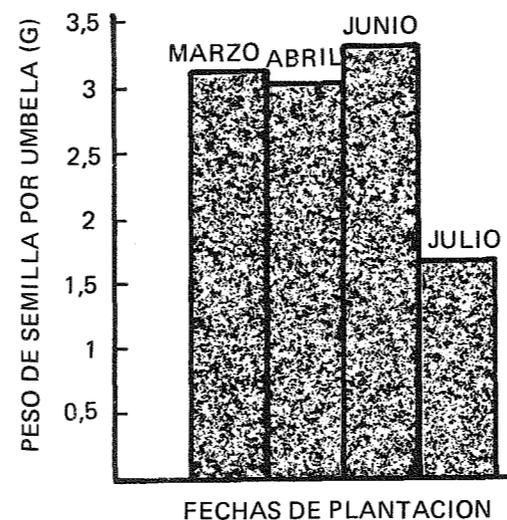


Figura 7. Relación entre el peso de semilla por umbela y la fecha de plantación para el período 1984-85.

La última fecha fue la que rindió menos por umbela, por bulbo y por hectárea.

En 1984-85 se detectaron diferencias significativas al 0,05 en el rendimiento de semilla por umbela y por bulbo y al 0,10 para el rendimiento de semilla por hectárea.

La fecha de marzo no fue diferente de la de julio tanto para el rendimiento por bulbo como por hectárea, mientras que ésta fue diferente a las de abril y junio.

En relación al rendimiento por umbela, las tres fechas no fueron diferentes entre sí y todas ellas fueron diferentes a la fecha de julio.

En las figuras 6, 7, 8 y 9 se grafican las relaciones entre las fechas de plantación y el rendimiento de semilla por umbela, por bulbo y por hectárea para las tres temporadas estudiadas (1979-80, 1980-81 y 1984-85).

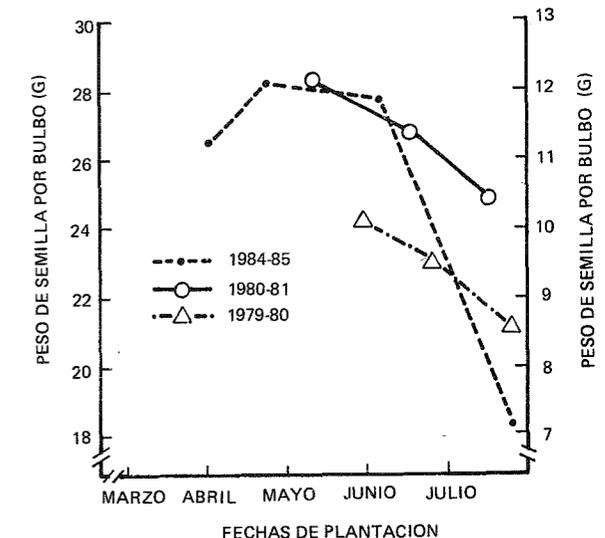


Figura 8. Relación entre las fechas de plantación y el rendimiento de semilla por bulbo para las temporadas 1979-80, 1980-81 y 1984-85.

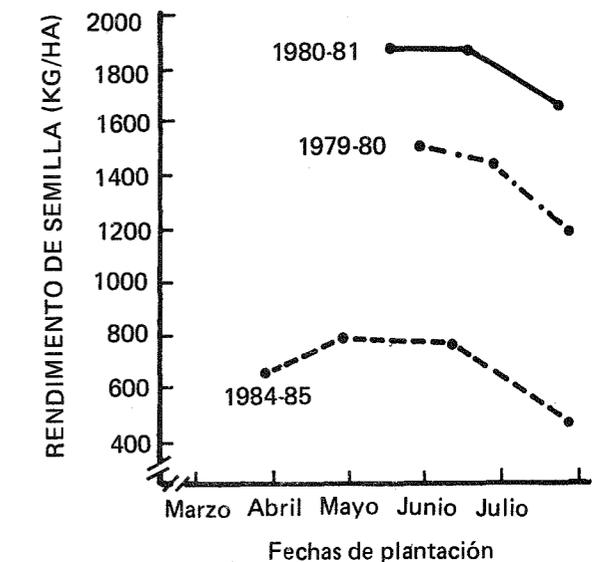


Figura 9. Relación entre las fechas de plantación y el rendimiento de semilla por hectárea para las temporadas 1979-80, 1980-81 y 1984-85.

### 3. Relación entre las fechas de plantación y la calidad de la semilla

La calidad de la semilla se evaluó a través de dos parámetros: a) el peso de 1.000 semillas y b) el porcentaje de germinación.

En el cuadro 9 se presentan los resultados del peso de 1.000 semillas y el porcentaje de germinación para las temporadas 1979-80, 1980-81 y 1984-85.

Cuadro 9. Porcentaje de germinación y peso de 1.000 semillas para la temporada 1979-80, 1980-81 y 1984-85.

Fechas de plantación	Año	Peso de 1.000 semillas (g)	Germinación de la semilla (%)
25 de mayo	1979	3,55	89,2
25 de junio	1979	3,50	89,5
26 de julio	1979	3,55 N.S.	86,5 N.S.
C.V.		7,86	5,62
14 de mayo	1980	3,20	90,6
17 de junio	1980	3,11	87,4
17 de julio	1980	3,29 N.S.	88,0 N.S.
C.V.		3,67	2,83
28 de marzo	1984	2,95	82,0
26 de abril	1984	3,08	89,4
4 de junio	1984	2,91	88,8
26 de julio	1984	2,75 N.S.	80,6 N.S.
C.V.		9,58	7,83

Cuadro 10. Temperatura media, máxima media y mínima media del aire; humedad media del aire; total de precipitaciones y de horas de sol, evaporación del tanque A y del piche para el período 1979-80.

Mes	Año	Temperatura del aire			Humedad media del aire (%)	Total de precipitaciones (mm)	Horas de sol	Evaporación	
		Media	Máxima media	Mínima media				Piche (mm)	Tanque A (mm)
Mayo	1979	12,0	18,4	7,8	79	32,4	194	106	84
Junio	1979	10,6	16,7	5,4	73	4,5	211	99	67
Julio	1979	11,9	17,3	7,3	83	50,9	170	84	77
Agosto	1979	12,4	16,9	8,3	83	142,6	155	70	66
Setiem.	1979	12,4	18,1	7,5	74	13,2	193	114	112
Octubre	1979	16,4	21,8	10,8	77	57,0	105	130	153
Noviem.	1979	17,8	22,9	12,1	68	47,9	245	202	189
Diciem.	1979	20,8	26,3	15,0	70	95,0	274	157	271
Enero	1980	23,4	29,9	16,8	65	18,5	329	189	278

FUENTE: Proyecto Clima de la Estación Experimental Las Brujas.

Cuadro 11. Temperatura media, máxima media y mínima media del aire; humedad media del aire; total de precipitaciones y de horas de sol, evaporación del tanque A y del piche para el período 1980-81.

Mes	Año	Temperatura del aire			Humedad media del aire (%)	Total de precipitaciones (mm)	Horas de sol (total)	Evaporación	
		Media	Máxima media	Mínima media				Piche (mm)	Tanque A (mm)
Mayo	1980	16,1	19,9	12	86	143	152	63	45
Junio	1980	10,3	14,3	6,5	84	126	121	65	46
Julio	1980	9,7	15,3	4,5	80	94	165	78	45
Agosto	1980	10,7	16,6	5,7	76	48	211	89	78
Setiem.	1980	12,2	19,1	6,3	64	99	268	139	127
Octubre	1980	15,8	20,4	11,1	78	130	224	106	141
Noviem.	1980	18,6	24,6	13,3	72	210	241	172	145
Diciem.	1980	22,4	29,6	16,8	69	16	320	131	145
Enero	1981	22,6	27,9	16,4	72	153	354	168	206

FUENTE: Proyecto Clima de la Estación Experimental Las Brujas.

Es de mencionar que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en ninguno de los tres períodos ni para el peso de 1.000 semillas ni para el porcentaje de germinación.

En los cuadros 10, 11 y 12 se presentan los datos climáticos de temperatura media, máxima media y mínima media del aire; humedad del aire; total de precipitaciones y de horas de sol y evaporación del tanque A y del piche para los períodos estudiados.

### DISCUSION

A través del análisis de los períodos comprendidos entre la fecha de plantación y la brotación de los bulbos, la emisión de los escapos florales, la apertura de flores y la cosecha, surge que los períodos entre los distintos estados fenológicos del cultivo se fueron acortando cuando se retrasaba la fecha de plantación.

En los últimos estados fenológicos, las diferencias en días entre esos períodos, en las distintas fechas de plantación, fueron menores con relación a los estados anteriores.

Es decir que hasta el momento de la emisión de los escapos, al comenzar la etapa reproductiva, el período que tuvieron las plantas para completar el desarrollo vegetativo fue menor cuando correspondió a una fecha de plantación más tardía. Por consiguiente, en las últimas fechas de plantación las plantas alcanzaron el momento de la formación de los escapos y de apertura de flores con un aparato fotosintético menor.

Ese menor desarrollo de las últimas fechas se pu-

Cuadro 12. Temperatura media, máxima media y mínima media del aire; humedad media del aire; total de precipitaciones y de horas de sol, evaporación del tanque A y del piche para el período 1984-85.

Mes	Año	Temperatura del aire			Humedad media del aire (%)	Total de precipitaciones (mm)	Horas de sol (total)	Evaporación	
		Media	Máxima media	Mínima media				Piche (mm)	Tanque A (mm)
Marzo	1984	20,1	25,5	16,1	78	78	254	162	143
Abril	1984	15,6	19,4	11,4	81	107	194	115	70
Mayo	1984	12,3	17,2	8,5	78	98	130	110	56
Junio	1984	8,8	12,9	5,4	84	69	122	64	37
Julio	1984	8,6	12,4	5,3	85	150	102	67	49
Agosto	1984	9,3	15,0	4,6	74	24	183	124	79
Setiem.	1984	12,9	17,3	8,9	81	53	138	115	92
Octubre	1984	17,3	23,0	12,3	73	164	270	167	158
Noviem.	1984	18,1	23,1	13,0	72	74	270	167	173
Diciem.	1984	18,3	24,0	12,3	62	33	337	225	221
Enero	1985	23,7	28,7	18,4	65	50	310	270	286

FUENTE: Proyecto Clima de la Estación Experimental Las Brujas.

do constatar a través de su efecto en el tamaño de las umbelas, que fue disminuyendo a medida que se atrasaron las fechas de plantación, tanto en 1980-81 como en 1984-85.

Los resultados encontrados concuerdan con los de varios autores (4, 7, 11) quienes detectaron un efecto negativo sobre el rendimiento al atrasarse la fecha de siembra en varias especies hortícolas.

Si bien en 1980-81 no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, hubo una clara tendencia decreciente del mismo con el atraso de la fecha de plantación. El mayor rendimiento se obtuvo en la primera fecha, lo que concuerda con los resultados obtenidos por otros autores (1, 5).

En 1980-81 el rendimiento de semilla por umbela disminuyó de la primera a la última fecha de plantación (5,59 a 4,47 gramos). A su vez, el número medio de escapos por planta mostró una tendencia contraria. Ello podría explicar por qué no se encontraron diferencias entre los tratamientos en ese año.

El menor rendimiento obtenido en las fechas de plantación más tardías podría estar explicado por el menor ciclo alcanzado por las plantas en esas fechas, que entraron en la fase reproductiva con un menor volumen de aparato fotosintético.

Las diferencias de rendimiento encontradas entre las dos primeras temporadas y la última se debieron casi seguramente a las condiciones climáticas y a su influencia desfavorable al estado sanitario de las plantas.

En la temporada 1984-85 existieron condiciones más húmedas y una frecuencia de precipitaciones mayor durante la floración y formación de la semilla que en 1979-80 y 1980-81, lo que pudo haber afectado negativamente a la polinización.

Esas condiciones, a su vez, favorecieron el desarrollo de enfermedades tales como la mancha púrpura (*Alternaria porri*) y el mildiú (*Peronospora destructor*), con su consecuencia negativa sobre la producción al provocar una pérdida considerable del follaje.

En ninguno de los tres años se encontró efecto de la fecha de plantación sobre el porcentaje de germinación de la semilla, lo que concuerda con lo obtenido por otro autor (1).

### CONCLUSIONES

1. Los períodos comprendidos entre la plantación de los bulbos y la brotación, la emisión de los escapos y la apertura de las flores se acortaron a medida que se atrasó la fecha de plantación.

2. El número de días entre los últimos estados fenológicos, es decir de la emisión de escapos a la floración y de ésta a la cosecha, fue similar entre casi todas las fechas en 1980-81 y 1984-85. La mayor diferencia estuvo entre la fecha de plantación y la brotación de los bulbos y de ésta hasta el momento de la emisión de los escapos.

3. El tamaño de las umbelas decreció a medida que se atrasaron las fechas de plantación.

4. El ciclo total del cultivo fue decreciendo al hacerse más tardías las fechas de plantación.

5. Se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de semilla por umbela, por bulbo y por hectárea entre las diferentes fechas de plantación en 1979-80 y 1984-85.

En 1980-81, si bien no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, hubo una clara tendencia a disminuir el rendimiento de semilla por umbela de la primera a la última fecha.

6. Se observó una tendencia decreciente del rendimiento de semilla por umbela, por bulbo y por hectárea con el atraso de las fechas de plantación para los tres períodos.

7. No hubo efecto estadísticamente significativo de las fechas de plantación sobre el porcentaje de germinación y el peso de 1.000 semillas.

### AGRADECIMIENTOS

A los Ings. Agrs. César R. Maeso, José Ubilla y a los Tec. Agrs. Rafael Mackinon, Mario Cabot, Carlos Poetti, a la Ayudante Sra. Beatriz Acosta y al Bachiller Juan Carlos Gilsanz de la Estación Experimental Las Brujas, y al Ing. Agr. Masakatsu Tanaka del J.I.C.A. por la colaboración prestada durante la ejecución de estos trabajos.

### BIBLIOGRAFIA

1. ENZIE, J. V. 1972. Somé cultural practices affecting seed production on the White Grano Onion. In New Mexico State University. Agricultural Experimental Station Special Report N° 12. pp. 1-12.
2. ITOH, M. et al. 1981. Aportes a la producción de semilla de cebolla en el Uruguay. Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. HORT 1-COM., 2. Montevideo, Uruguay. pp. 9-11.
3. VILLAMIL, J. y ARBOLEYA, J. 1985. Las investigaciones sobre el crecimiento de la semilla de cebolla en el Uruguay. (1) Relación entre la fecha de plantación de bulbos y rendimiento y calidad de la semilla. Annual Meeting of Hokkaido Society for Horticultural Science 18: 72-73.

4. IZQUIERDO, J., MAESO, C. y VILLAMIL, J. 1981. Efecto de las fechas de almácigo y trasplante sobre la producción de cebolla valenciana. *Investigaciones Agronómicas* 2 (1): 34-37.
5. JONES, H. A. y EMSWELLER. 1972. Effect of storage, bulb size, spacing, and time of planting on production of onion seed. University of California, Berkeley, California. Bulletin 628. 14 p.
6. ----- y MANN, L. K. 1963. Onion and their allies. Interscience Publishers, Inc., Nueva York, Chapter VIII, 68 p.
7. MAESO, C. 1980. Efecto de fechas de siembra en cultivares de cebolla para bulbo. *Investigaciones Agronómicas* 1 (1): 65-71.
8. ----- 1982. Efecto de fechas de siembra en el comportamiento de cultivares de tomates para industria. *Investigaciones Agronómicas* 3 (1): 14-17.
9. PORTER, R. H. Ensayos para determinar la calidad de las semillas de granja y jardín. p. 102.
10. SCHWEISGUTH, B. 1976. L'oignon. Chapitre II. Le matériel végétal. *Physiologie de l'oignon, adaptation des cultivars et aptitude a la conservation*. INVUFLEC. pp. 27-32.
11. UBILLA, J. e ITOH, M. 1984. Efecto de la fecha de plantación sobre el rendimiento y la calidad del ajo colorado. *Investigaciones Agronómicas* 5 (1): 49-53.
12. VINCENT, L. C. 1960. Onion seed production in Eastern Washington. Washington Agricultural Experiment Station. Institute of Agricultural Sciences. Washington State University. Bulletin N° 612. 3 p.

CONTROL QUIMICO DE TIZON TEMPRANO  
 [*Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones & Grout]  
 EN TOMATE PARA INDUSTRIA\*

D. C. Maeso\*\*

RESUMEN

Durante las temporadas 1981-82, 1982-83, 1983-84 y 1984-85 se llevaron a cabo en la Estación Experimental Las Brujas cuatro ensayos sobre el control químico de enfermedades de follaje en tomate para industria cultivar "Loica".

La principal enfermedad detectada en los ensayos fue el tizón temprano, causado por el hongo *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones & Grout.

En los ensayos de 1981-82 y 1982-83 se compararon la mayoría de los fungicidas recomendados para el cultivo, encontrándose que captafol, clorotalonil y fentin acetato de estaño (a las dosis utilizadas) se comportaron mejor en 1981-82 y que clorotalonil, fentin acetato de estaño + maneb, oxiclورو de cobre + maneb + zineb, sales de cobre + mancozeb y mancozeb lo hicieron en 1982-83.

En los ensayos de 1983-84 y 1984-85 se evaluaron diferentes momentos de comienzo de aplicaciones de clorotalonil, mancozeb y la alternancia de éstos. La aplicación preventiva, independientemente del producto utilizado, fue la que mostró los mejores resultados.

Es de hacer notar que el clorotalonil demostró un control aceptable, aún comenzando los tratamientos después de la aparición de síntomas de tizón temprano.

ABSTRACT

During 1981-82, 1982-83, 1983-84 and 1984-85's seasons four trial on the tomato cv. "Loica" (industry purpose) foliar disease chemical control were performed.

Early blight [*Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones & Grout] had the main incidence on the trials.

Fungicides advised for tomato disease control were tested on 1981-82 and 1982-83.

Captafol, chlorotalonil, and triphenil tin acetate have had the best performance in 1981-82.

Chlorotalonil, triphenil tin acetate + maneb, copper oxychloride + maneb + zineb, copper salts + mancozeb and mancozeb alone did the best in 1982-83.

Different ways of delaying first spray of chlorotalonil, mancozeb and their alternance were tested in 1983-84 and 1984-85. Preventive spray schedules, no matter the compound employed showed the best results, but there was a chlorotalonil capacity to bring a quite good control even though applied after setting of early blight symptoms.

INTRODUCCION

En el Uruguay se plantan actualmente 2.861 ha de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (18), siendo una de las principales hortalizas cultivadas. Más del 50% de esa superficie está cubierta por tomate para industria (1.502 ha), el cual presenta características diferentes del tomate para mercado ya que su cultivo es semiextensivo y prácticamente en secano.

El cultivar más utilizado, "Loica", exhibe muy buenos rendimientos en condiciones de secano (9) y posee cierta tolerancia a algunas virosis (6) y hongos del suelo (17). Sin embargo, año a año se ve muy atacado por el tizón temprano (*A. solani*) siendo ésta prácticamente la principal enfermedad fungosa que posee el cultivo, ya que quizá debido a la época de plantación y al no uso de riego durante su ciclo, muy pocas veces se registran condiciones favorables para ataques de tizón tardío [*Phytophthora infestans* (Mont.) Dby] (7).

En nuestro país existe una gran cantidad de fungicidas registrados para control de *A. solani* en tomate (1, 2) y los agricultores según su experiencia personal, prefieren el uso de uno u otro. En tomate para industria, hasta el momento no se ha estudiado la eficiencia de los distintos fungicidas y su aplicación de forma de minimizar el control químico en un tipo de cultivo como éste, que requiere abaratamiento de costos.

El presente trabajo surge de una línea de investigación planteada con varios objetivos:

\* Recibido para su publicación en agosto, 1986.

\*\* Técnico Asistente (Ing. Agr.) Proyecto Protección Vegetal, FELB.

— Observar año a año la distribución de las principales enfermedades fungosas en el ciclo del cultivo con y sin control químico y su incidencia sobre los rendimientos.

— Estudiar la eficacia de la mayoría de los fungicidas recomendados en el país para tomate.

— Luego de conocer lo anterior, comparar alternativas de control que tendría el productor de tomate para industria, tratando de reducir el número de aplicaciones de fungicidas por temporada.

MATERIALES Y METODOS

En las temporadas 1981-82, 1982-83, 1983-84 y 1984-85 se realizaron cuatro ensayos en el campo experimental de la Estación Experimental Las Brujas, sobre el control químico de tizón temprano en tomate para industria. En las dos primeras temporadas se efectuó un comparativo que incluyó gran parte de los específicos usados en Uruguay para controlar esta enfermedad, mientras que en los dos últimos períodos se estudiaron diferentes momentos de inicio de aplicaciones y la complementación de dos productos fungicidas de distintas efectividad y características, según la evolución de la enfermedad.

El diseño empleado en los cuatro ensayos fue bloques al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental constaba de cuatro hileras de 3 m cada una, realizándose las evaluaciones en las dos centrales para eliminar el efecto de borde. Se usó el cultivar "Loica" a una distancia de plantación de 1,20 m entre filas y 0,30 m en la fila.

La aplicación de los fungicidas se hizo cada 7-10

días con máquina manual de mochila, con un gasto de agua promedio aproximado de 900 litros por hectárea. Junto a los fungicidas, se adicionaba un insecticida, en la mayoría de los casos acephato (Orthe-ne) a la dosis de 1 kg/ha y cuando lo requería, un compuesto acaricida.

Las evaluaciones de daños al follaje por tizón temprano se llevaron a cabo según una escala visual de grados de 0 a 5, donde:

- 0: planta sin síntomas,
- 1: ataques leves en hojas inferiores,
- 2: ataque moderado en hojas inferiores y leve en las superiores,
- 3: ataque severo en hojas inferiores y moderado en las superiores,
- 4: ataque severo en toda la planta, y
- 5: planta muerta por la enfermedad.

Con los datos de dicha escala se construyó el siguiente índice de severidad (IS):

$$IS = \frac{\sum \text{grados } 0-5 \times N^{\circ} \text{ de plantas con ese grado} \times 100}{N^{\circ} \text{ total de plantas examinadas} \times 5}$$

El índice de severidad fue transformado según la fórmula  $\text{arc sen } \sqrt{IS}$  previo a su análisis estadístico.

Se evaluaron los rendimientos totales y comerciales (frutos sanos de peso mayor de 40 g) en peso por hectárea.

#### Ensayo 1

Se hizo una siembra directa el 23/11/81. La primera aplicación de fungicidas se realizó el 12/1/82 previo a la aparición de tizón temprano que se registró el 3/3/82 en las parcelas testigo. Se hicieron dos evaluaciones de daños al follaje por *A. solani* (3/3/82 y 15/4/82) y se acumularon los rendimientos de 12 cosechas semanales a partir del 24/2/82.

En este ensayo se registró un importante ataque del ácaro del bronceado del tomate (*Aculops lycopersici* Maesse), el cual tuvo diferente intensidad en las parcelas debido a un efecto acaricida secundario exhibido por parte de algunos de los fungicidas. Dicho hecho motivó una evaluación de daños por esa plaga.

Los tratamientos evaluados en el ensayo 1 fueron: anilazina (Dyrene 50% WP), 3,00 kg/ha; clorotalonil (Daconil 2787), 2,50 kg/ha; fentín acetato de estaño + maneb (Brema), 1,50 kg/ha; fentín hidróxido de estaño (Duter extra), 0,80 kg/ha; mancozeb (Dithane M45), 3,00 kg/ha; folpet (Phaltan), 2,50 kg/ha; oxiclورو de cobre + maneb + zineb (Cuprosan 311 Super D), 4,00 kg/ha; sales de cobre + mancozeb (Trimiltox forte), 4,00 kg/ha; captafol (Difolatan 4F), 2,50 l/ha; fentín acetato de estaño (Brestan

60), 0,50 kg/ha; milfuram (Chevron 20615), 1,00 kg/ha; triforine (Saprol), 1,00 l/ha, y testigo no tratado.

El milfuram se aplicó con la intención de tener un testigo tratado contra tizón tardío (*P. infestans*).

#### Ensayo 2

Fue trasplantado el 21/12/82. La aplicación de fungicidas se comenzó el 1/2/83 y los primeros síntomas de tizón temprano en las parcelas testigo se observaron el 28/2/83.

Se realizaron dos evaluaciones de daños al follaje (23/3 y 19/4/83) por *A. solani* y se registraron los rendimientos en ocho cosechas a partir del 3/3/82.

Los tratamientos evaluados en el ensayo 2, fueron: captafol (Difolatan 4F), 2,50 l/ha; anilazina (Dyrene 50% WP), 3,00 kg/ha; clorotalonil (Daconil 2787 W 75), 2,50 kg/ha; fentín acetato de estaño + maneb (Brema), 1,50 kg/ha; folpet (Phaltan), 2,50 kg/ha; oxiclورو de cobre + maneb + zineb (Cuprosan 311 Super D), 4,00 kg/ha; sales de cobre + mancozeb (Trimiltox Forte), 4,00 kg/ha; mancozeb (Dithane M45), 3,00 kg/ha; fentín hidróxido de estaño (Duter Extra), 0,80 kg/ha; mancozeb (Dithane M45 CE), 3,00 l/ha, y testigo no tratado.

#### Ensayo 3

Este ensayo fue trasplantado el 5/12/83. Se utilizaron dos compuestos fungicidas: clorotalonil (Bra-vo 500) y mancozeb (Dithane M45).

Se compararon tres momentos de inicio de la aplicación de fungicidas: a) aproximadamente 40 días después del trasplante, aplicación preventiva; b) aparición de síntomas de tizón temprano, y c) enfermedad instalada.

Las dosis de las aplicaciones de clorotalonil y mancozeb para el momento a eran de 3,00 l/ha y 2,50 kg/ha, respectivamente; para el b, 3,50 l/ha y 3,00 kg/ha, y para el c, 4,00 l/ha y 3,50 kg/hectárea.

A su vez, se hicieron dos tratamientos combinados: 1) mancozeb, 2,50 kg/ha, preventivo y clorotalonil, 3,50 l/ha, luego de aparición de síntomas, y 2) mancozeb, 3,00 kg/ha, luego de aparición de síntomas y clorotalonil, 4,00 l/ha, a partir de la instalación de la enfermedad.

En el cuadro 1 aparece el detalle de los tratamientos, la fecha de comienzo y el número de aplicaciones efectuadas.

Se realizaron dos evaluaciones de daños al follaje (17/2 y 14/3/84) y se registraron los rendimientos de siete cosechas a partir del 15/2/84. El ciclo productivo de este ensayo se acortó sensiblemente debido a la incidencia de una granizada de gran intensidad (última cosecha 28/3/84).

Cuadro 1. Tratamientos probados en los ensayos 3 y 4. Las Brujas, 1983/84 y 1984/85.

Tratamiento y dosis por producto comercial por hectárea	Momento de inicio de las aplicaciones	Fechas		Número total de aplicaciones		
		1983/84	1984/85	1983/84	1984/85	
		Mancozeb 80%	2,50 kg	AP*	13/1	21/1
Mancozeb 80%	3,00 kg	AS	8/2	11/2	6	6
Mancozeb 80%	3,50 kg	EI	15/2	27/2	5	4
Mancozeb 80%	2,50 kg + clorotalonil 50%	AP	13/1	21/1	6	7
Mancozeb 80%	3,00 kg + clorotalonil 50%	AS	8/2	11/2	1	2
Clorotalonil 50%	4,00 litros	EI	15/2	27/2	5	4
Clorotalonil 50%	3,00 litros	AP	13/1	21/1	9	9
Clorotalonil 50%	3,50 litros	AS	8/2	11/2	6	6
Clorotalonil 50%	4,00 litros	EI	15/2	27/2	5	4

\* AP: preventivo; AS: aparición de síntomas; EI: enfermedad instalada.

#### Ensayo 4

Este ensayo fue trasplantado el 3/12/84. Los tratamientos comparados fueron los mismos del ensayo 3. Las fechas de comienzo y el número de aplicaciones efectuadas aparecen en el cuadro 1.

Se llevaron a cabo dos evaluaciones de daños al follaje (25/3 y 8/4) por tizón temprano. En esta temporada, a diferencia de las anteriores, se registró un ataque de tizón tardío (*P. infestans*) cuya incidencia fue evaluada con la misma escala que para *A. solani* el 25/3/85. La evaluación realizada el 8/4/85, por lo tanto, correspondía a intensidad visual de daños por ambas enfermedades.

Se hicieron siete cosechas a partir del 25/2/85 en las que se evaluaron los rendimientos.

#### Correlaciones entre incidencia de *Alternaria solani* y rendimientos del cultivar "Loica"

Con los datos corregidos de incidencia de tizón temprano y rendimientos obtenidos en los cuatro años se calcularon los coeficientes de correlación y las rectas de regresión lineal entre ambos parámetros de forma de visualizar mejor el efecto de la enfermedad en la producción del cultivar "Loica".

#### RESULTADOS

##### Ensayo 1

Los resultados se exponen en el cuadro 2.

El análisis de las evaluaciones de incidencia de *A. solani* revela diferencias entre los tratamientos. Todos los tratamientos, excepto milfuram, el cual ya se sabía a priori que no controlaba tizón tempra-

Cuadro 2. Comparativo de fungicidas contra tizón temprano en tomate para industria cultivar "Loica". Las Brujas, 1981-82.

Tratamiento y dosis de producto comercial por hectárea	Incidencia de <i>A. solani</i> <sup>A</sup>		Daños por <i>Aculops lycopersici</i> <sup>ABC</sup>	Rendimientos (toneladas/ha)	
	3/3	15/4		Totales	Comerciales
Fentín hidróxido de estaño 60% 0,80 kg	7,83 <sup>B</sup> cd	21,84 <sup>B</sup> cde	4,31 c	64,00 <sup>B</sup> a	56,00 <sup>B</sup> a
Folpet 50% 2,50 kg	13,80 bcd	19,37 cde	11,90 c	57,00 ab	49,00 ab
Fentín acetato de estaño 4,4% + maneb 62,4% 1,50 kg	20,45 abcd	19,03 cde	19,31 bc	57,00 ab	48,00 ab
Anilazina 50% 3,00 kg	11,25 cd	21,84 cde	10,45 c	57,00 ab	49,00 ab
Captafol 39% 2,50 litros	6,28 d	13,54 e	4,31 c	53,00 ab	48,00 ab
Oxicloruro de cobre 30% + maneb 10% + zineb 10% 4,00 kg	16,85 bcd	24,31 cde	43,08 ab	52,00 ab	43,00 ab
Fentín acetato de estaño 54% 0,50 kg	6,45 d	17,86 de	4,31 c	46,00 bc	41,00 ab
Clorotalonil 75% 2,50 kg	17,20 bcd	13,54 e	10,45 c	44,00 bc	36,00 bc
Mancozeb 80% 3,00 kg	19,38 ab	28,84 bcd	40,17 ab	45,00 bc	36,00 bc
Sales de cobre 45% + mancozeb 20% 4,00 kg	16,75 bcd	22,27 cde	39,21 a	44,00 bc	36,00 bc
Testigo sin tratar	35,83 a	39,87 ab	49,03 a	44,00 bc	36,00 bc
Triforine 18,7% 1,00 litro	13,80 bcd	30,85 bc	47,01 a	44,00 bc	36,00 bc
Milfuram 6% 1,00 kg	25,08 abc	43,61 a	39,06 ab	33,00 c	24,00 c
Coefficiente de variación (%)	61	34		21	24

A: Datos en porcentaje corregidos por  $\text{arc sen } \sqrt{\%}$ .

B: Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5% de acuerdo con la prueba de Duncan.

C: Datos extraídos de Núñez y Maeso (12).

Cuadro 3. Comparativo de fungicidas contra tizón temprano en tomate para industria cultivar "Loica", Las Brujas, 1982-83.

Tratamiento y dosis de producto comercial por hectárea	Incidencia de <i>A. solani</i> <sup>A</sup>		Rendimiento (t/ha)	
	23/3	19/4	Totales	Comerciales
Captafol 39% 2,50 litros	34,38 a <sup>B</sup>	26,48 a <sup>B</sup>	47 <sup>NS</sup>	41 a <sup>B</sup>
Anilazina 50% 3,00 kg	32,17 a	26,17 a	47	40 a
Clorotalonil 75% 2,50 kg	26,16 b	23,59 a	44	38 a
Fentín acetato de estaño 4,4% + maneb 62,4% 1,50 kg	25,53 b	24,87 a	44	38 a
Folpet 50% 2,50 kg	18,70 ab	30,75 a	43	36 ab
Oxicloruro de cobre 30% + maneb 10% + zineb 10% 4,00 kg	17,89 b	25,62 a	41	36 ab
Sales de cobre 45% + mancozeb 20% 4,00 kg	23,59 b	22,65 a	44	36 ab
Mancozeb 80% 3,00 kg	23,87 b	23,51 a	41	36 ab
Fentín hidróxido de estaño 60% 0,80 kg	33,08 a	31,45 a	41	35 ab
Mancozeb 45% 3,00 litros	30,28 ab	31,95 a	36	30 b
Testigo sin tratar	39,87 a	63,81 b	38	30 b
Coefficiente de variación (%)	27	20	11	11

A: Datos corregidos por  $\text{arc sen } \sqrt{\%}$ .

B: las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5% de acuerdo con la prueba de Duncan.

NS: No se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

no, difieren del testigo sin tratar. El mejor comportamiento fungicida fue exhibido por captafol, clorotalonil y fentín acetato de estaño. El resto de los tratamientos mostraron una acción intermedia pero superior al testigo sin tratar.

El efecto diferencial del ataque del ácaro del bronceado impidió que los valores de rendimientos siguieran la tendencia de las evaluaciones de daños por tizón temprano. Es así que para rendimientos comerciales clorotalonil, mancozeb, sales de cobre + mancozeb, triforine y milfuram no difieren del testigo sin tratar. El resto de los fungicidas no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí, destacándose el rendimiento obtenido en las parcelas tratadas con fentín hidróxido de estaño.

#### Ensayo 2

Los resultados se exponen en el cuadro 3.

En la evaluación del 23/3 se destacan: clorotalonil, fentín acetato + maneb, oxiclورو de cobre + maneb + zineb, sales de cobre + mancozeb y mancozeb 80%. En la evaluación del 19/4 las diferencias estadísticas entre productos desaparecen pero se distancian en forma importante del valor de infección del testigo sin tratar.

No se obtuvieron diferencias en rendimientos totales (incluyendo frutos pequeños, con podredumbres, etc.) pero sí se pueden separar tres grupos en cuanto a rendimientos comerciales. Captafol, anilazina, clorotalonil y fentín acetato + maneb presentaron los rendimientos comerciales más altos. Folpet, oxiclورو de cobre + maneb + zineb, sales de cobre + mancozeb, mancozeb 80% y fentín hidróxido de estaño mostraron valores intermedios y finalmente mancozeb 45% (probablemente subdosificado) no se diferenció del testigo sin tratar.

#### Ensayo 3

Los resultados aparecen en el cuadro 4.

Se observa un mejor efecto del control preventivo contra *A. solani* independientemente del producto considerado. A pesar de ello, todos los tratamientos ensayados difieren del testigo sin tratar.

El inicio de aplicaciones a la aparición de tizón temprano y con la enfermedad instalada presentan valores intermedios, notándose que la aplicación

Cuadro 4. Distintos momentos de inicio de aplicaciones de fungicidas para el control de *Alternaria solani*. Las Brujas, 1983-84.

Tratamientos y dosis de producto comercial por hectárea	Inicio de aplicaciones	Incidencia de <i>A. solani</i> <sup>A</sup>		Rendimientos (t/ha)	
		17/2	14/3	Totales	Comerciales
Mancozeb 80% 2,50 kg	AP*	12,90 a <sup>B</sup>	42,10 a <sup>B</sup>	14,17NS	13,05 ab <sup>B</sup>
Mancozeb 80% 3,00 kg	AS	39,20 bc	60,00 bc	13,17	12,00 abc
Mancozeb 80% 3,50 kg	EI	36,30 b	67,20 bc	13,25	12,39 ab
Mancozeb 80% 2,50 kg + clorotalonil 50% 3,50 litros	AP	0,00 a	42,10 a	13,94	12,90 ab
Mancozeb 80% 3,00 kg + clorotalonil 50% 4,00 litros	EI	39,20 bc	56,80 b	11,90	11,00 bc
Clorotalonil 50% 3,00 litros	AP	0,00 a	39,20 a	14,17	13,42 a
Clorotalonil 50% 3,50 litros	AS	39,20 bc	56,80 b	14,29	13,47 a
Clorotalonil 50% 4,00 litros	EI	36,30 b	63,40 bc	11,90	11,10 abc
Testigo sin tratar	—	45,00 c	90,00 d	10,61	9,61 c
Coeficiente de variación (%)		47,06	16,48	14,06	13,77

\* AP: preventivo; AS: aparición de síntomas; EI: enfermedad instalada.

A: Datos corregidos por arc sen  $\sqrt{\%}$ .

B: Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5% de acuerdo con la prueba de Duncan.

NS: No se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

de clorotalonil a aparición de síntomas y el tratamiento combinado de mancozeb a aparición de síntomas con clorotalonil a partir de enfermedad instalada son levemente superiores al resto.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en rendimientos totales. Los rendimientos comerciales presentan igual tendencia que las evaluaciones de daños al follaje destacándose el control preventivo con clorotalonil y aún la aplicación de éste luego de la aparición de la enfermedad.

El efecto de causas ajenas al ensayo sobre los rendimientos (ver materiales y métodos) evitó que se vieran diferencias mayores entre los tratamientos.

#### Ensayo 4

Los resultados se exponen en el cuadro 5.

El tratamiento preventivo con clorotalonil 50% a 3,00 l/ha se destaca en cuanto a control del tizón temprano. También se logró un buen control con mancozeb 80% aplicado preventivamente y a aparición de síntomas, mancozeb preventivo + clorotalonil a partir de primeros síntomas, mancozeb a partir de primeros síntomas + clorotalonil a partir de enfermedad instalada y clorotalonil a partir de primeros síntomas.

La mayoría de los tratamientos exhibieron un buen control de *Phytophthora infestans*, salvo aquellos cuya aplicación tenía lugar luego de cierto grado de ataque con tizón temprano, y que probablemente permitió el establecimiento de un nivel de daño por tizón tardío muy difícil de eliminar con los tratamientos posteriores.

Los mejores valores de rendimientos (ya sean totales o comerciales) se lograron con los tratamientos preventivos. Las aplicaciones a partir de síntomas y luego de enfermedad instalada con clorotalonil muestran rendimientos algo mayores a los del testigo sin tratar a pesar de no diferir de éste significativamente.

#### Correlaciones entre incidencia de tizón temprano y rendimientos

Los coeficientes de correlación lineal y regresión entre porcentaje de infección por tizón temprano (corregidos por arc sen  $\sqrt{\%}$ ) y rendimientos totales y comerciales en los ensayos, aparecen en el cuadro 6.

En la mayoría de los casos se encuentra un mayor

Cuadro 5. Distintos momentos de inicio de aplicación de fungicidas para el control de *A. solani*. Las Brujas, 1984-85.

Tratamiento y dosis de producto comercial por hectárea	Inicio de aplicación	Incidencia de <i>A. solani</i> <sup>A</sup>		Incidencia de <i>P. infestans</i> ; 25/3	Rendimientos (t/ha)	
		25/3	8/4		Totales	Comerciales
Mancozeb 80% 2,50 kg	AP*	21,43 ab <sup>B</sup>	59,11 ab <sup>B</sup>	16,70 ab <sup>B</sup>	38,21 a <sup>B</sup>	34,22 a <sup>B</sup>
Mancozeb 80% 3,00 kg	AS	17,35 a	64,98 ab	16,45 ab	28,26 d	25,85 c
Mancozeb 80% 3,50 kg	EI	38,49 cd	70,39 bc	33,62 cd	29,35 cd	26,17 c
Mancozeb 80% 2,50 kg + Clorotalonil 50% 3,50 litros	AP	13,82 a	58,58 ab	12,91 a	34,00 abc	31,07 ab
Mancozeb 80% 3,00 kg + clorotalonil 50% 4,00 litros	AS	14,88 a	66,31 abc	17,05 ab	30,53 bcd	27,10 bc
Clorotalonil 50% 3,00 litros	EI	10,31 a	49,78 a	9,92 a	34,21 ab	30,95 ab
Clorotalonil 50% 3,50 litros	AS	8,36 a	59,26 abc	16,01 ab	30,23 bcd	27,67 bc
Clorotalonil 50% 4,00 litros	EI	33,34 bc	70,40 bc	27,79 bcd	31,21 bcd	27,99 bc
Testigo sin tratar	—	49,95 d	78,79 c	41,84 d	27,50 d	24,27 c
Coeficiente de variación(%)		42,13	12,06	40,87	26,83	27,95

\* AP: preventivo; AS: aparición de síntomas; EI: enfermedad instalada.

A: Datos corregidos por arc sen  $\sqrt{\%}$ .

B: Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente al nivel de 5% de acuerdo con la prueba de Duncan.

Cuadro 6. Coeficiente de correlación y rectas de regresión lineal entre incidencia de tizón temprano y rendimientos totales y comerciales del cultivar "Loica". Las Brujas, 1981-85.

Temporada	Fecha de <sup>A</sup> evaluación de daños considerados (x)	Rendimientos totales (y1)			Rendimientos comerciales (y2)		
		r	a	b	r	a	b
1981-82	3/3	-0,51NS	57,29	-0,47	-0,59*	51,01	-0,57
	15/4	-0,59*	62,03	-0,53	-0,64*	55,86	-0,59
1982-83	23/3	-0,09NS	43,80	-0,05	-0,23NS	39,84	-0,13
	19/4	-0,53NS	47,05	-0,16	-0,67*	42,02	-0,20
1983-84	17/2	-0,65NS	14,36	-0,05	-0,64NS	13,38	-0,05
	14/3	-0,83**	17,00	-0,07	-0,82**	16,00	-0,07
1984-85	25/3	-0,43NS	33,87	-0,10	-0,50NS	30,92	-0,11
	8/4	-0,68*	48,96	-0,27	-0,74*	45,00	-0,27
Total	Febrero-marzo	-0,35*	45,15	-0,41	-0,34*	38,71	-0,33
1981-85	Marzo-abril	-0,74**	57,69	-0,53	-0,72**	48,75	-0,43

A: Referirse a los cuadros 2, 3, 4 y 5.

\* Coeficiente significativo al nivel del 5%.

\*\* Coeficiente significativo al nivel del 1%.

NS: Coeficiente no significativo.

grado de asociación cuando se toman los datos de daños por tizón temprano de la evaluación final.

Al usar los valores de los cuatro ensayos se obtuvieron unos coeficientes de correlación lineal altamente significativos, lo que permite suponer que a través del período considerado, los rendimientos del cultivar "Loica" tienen una relación lineal con el grado de infección del follaje por tizón temprano evaluado hacia el final del cultivo (marzo-abril) (ver figura 1).

Es de destacar que el coeficiente de correlación entre incidencia de enfermedad y rendimientos para 1981-82 difiere del citado por Maeso y Núñez (12), ya que en esa oportunidad el tizón temprano no se evaluó por medio del IS, sino que se tomó una muestra de hojas y a partir de ella se calculó el porcentaje de hojas afectadas.

#### DISCUSION

Durante las cuatro temporadas estudiadas se constataron ataques de importancia de tizón temprano (*A. solani*); solo en 1984-85 el tizón tardío tuvo cierta relevancia en los ensayos. Eso quizás esté muy

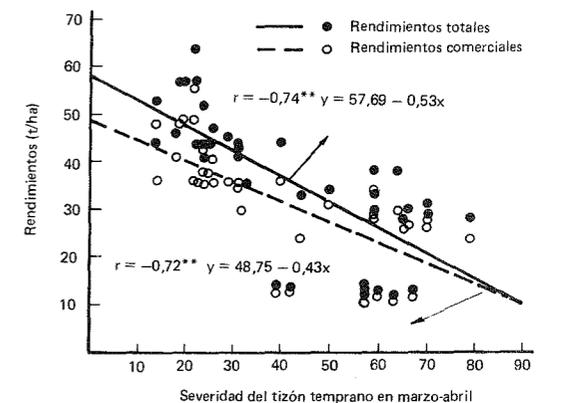


Figura 1. Relación entre porcentaje de infección por tizón temprano corregido por arc sen  $\sqrt{\%}$  (x) y rendimientos totales y comerciales del cultivar "Loica". Datos totales 1981-85.

asociado a las condiciones climáticas durante la época de cultivo empleada, las cuales no comprendieron en la mayoría de los casos, períodos favorables para el ataque de dicha enfermedad.

La falta de otras enfermedades fungosas como viruela (*Septoria lycopersici* Speg.) y mancha gris (*Stemphylium solani* Web.) probablemente además de lo anterior se deba al poco nivel de inóculo en el campo experimental.

En cuanto al tizón temprano, luego del cálculo de las correlaciones lineales y sus rectas de regresión, se puede establecer que su incidencia sobre los rendimientos es fuerte. Las variaciones en los rendimientos comerciales observadas en los ensayos pueden ser explicadas en un 50% ( $r^2 = 0,51$ ) por las variaciones en el nivel de daños al follaje en el período marzo-abril.

Tomando en cuenta los datos observados en los ensayos, las pérdidas en rendimientos comerciales ocasionadas por el tizón temprano (diferencias entre testigo sin tratar y tratamiento con mejor control), oscilarían entre 36 y 26%. Ello estaría justificando el uso de productos de cierto costo en el control de la enfermedad.

En los ensayos 1 y 2 surgen dos grupos de productos en cuanto a eficiencia que justificarían su empleo en el cultivo en forma preventiva y periódica. El primero, de muy buen control formado por los fungicidas a base de estaño (trifenil hidróxido y acetato de estaño), las ftalamidas (captafol, folpet), clorotalonil y anilazina. El segundo grupo de control aceptable estaba constituido por los carbamatos y sus mezclas con compuestos a base de cobre. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por otros autores (3, 4, 8, 13, 14, 15, 16).

Al estudiar la posibilidad de retardar la primera aplicación de los fungicidas y la sustitución de productos por otros de mayor eficiencia cuando la enfermedad sobrepasaba determinados valores de daño (ensayos 3 y 4), se encontró que el mejor control de tizón temprano se logra con pulverizaciones preventivas y que ese factor es aún de mayor importancia que el producto empleado (entre los dos probados). Sin embargo, observando los datos obtenidos, se puede apreciar que el retardo del inicio de aplicaciones sería menos peligroso con cierto tipo de productos.

## CONCLUSIONES

En las cuatro temporadas consideradas, la enfermedad que más afectó al cultivar de tomate para industria "Loica" usado para el ensayo, fue el tizón temprano (*A. solani*).

Su efecto depresivo sobre los rendimientos comerciales de los ensayos varió entre 26 y 36%.

Existe una correlación lineal altamente significativa entre rendimientos comerciales en los ensayos (y) y nivel de tizón temprano en la parcela durante los meses de marzo-abril (x) (última evaluación de cada ensayo), siendo  $y = 48,75 - 0,43x$  la recta de regresión lineal.

Entre los compuestos evaluados en los ensayos 1 y 2 existen algunos que permiten un muy buen control de esta enfermedad aplicados periódicamente (cada 7-10 días) y en forma preventiva.

El mejor control de tizón temprano (*A. solani*) se logra mediante aplicaciones preventivas, existiendo la posibilidad con algunos productos de lograr

un control aceptable al ser aplicados luego de la aparición de los síntomas.

## BIBLIOGRAFIA

- ARBIZA, H. *et al.* 1983. Guía uruguaya para la protección vegetal. SATA. 415 p.
- BOROUCHOVITCH, M. 1980. Nómima de plaguicidas agrícolas registrados en el Uruguay hasta el 30/VI/1980 al amparo del Decreto 149/977 del 15/III/1977. Montevideo, Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección General de Servicios Agronómicos. Dirección de Sanidad Vegetal. Cartilla N° 7. 39 p.
- CADENA, M. y PALACIOS, A. Evaluación de fungicidas para el control de los tizones temprano y tardío del tomate, causados por *Alternaria solani* (Ellis & Martin) Sor. y *Phytophthora infestans* (Mont.) Dby. en la zona de Atlatlahuacan, Mor. Agricultura Técnica en México.
- COFFEY, M. D., WHITBREAD, R. y MARSHALL, C. 1975. The effect of early blight disease caused by *Alternaria solani* on shoot growth on young tomato plants. *Annals of Applied Biology*, 80 (1): 17-26.
- DATAR, V. V. y MAYER, C. E. 1981. Assessment of losses in tomato yield due to early blight. *Indian Phytopathology*, 34 (2): 191-195.
- LASA, C. *et al.* 1981. Algunas enfermedades que afectan actualmente los cultivos hortícolas en Uruguay. *Investigaciones Agronómicas*, 2 (1): 97-100.
- 1982. La peste negra del tomate: una importante virosis. *Investigaciones Agronómicas*, 3 (1): 73-79.
- LODHA, P. C. y PRASAD, N. 1975. Efficacy of some fungicides and antibiotics against alternariosis of tomato. *Phytopathologia Mediterranea*, 14 (1): 21-22.
- MAESO, C. 1982. Efecto de fechas de siembra en el comportamiento de cultivos de tomate para industria. *Investigaciones Agronómicas*, 3 (1): 14-17.
- MAESO, D. 1982. Evaluación de fungicidas para el control de tizón temprano (*Alternaria solani*) en tomate. In Reunión Técnica, Sta. Montevideo, Uruguay, 1982. Trabajos. Montevideo, Facultad de Agronomía. p. 84.
- y NUÑEZ, S. 1982. Fungicide evaluation on the tomato early blight control and their secondary effect against the tomato rust mite. *Fungicide and Nematicide Test Volume* 38.
- y NUÑEZ, S. 1983. Acción secundaria de fungicidas sobre *Aculops lycopersici* Maesse en tomate. *Investigaciones Agronómicas*, 4 (1): 3-5.
- RAJAGOPAL, R. y VIDHYASEKARAN, P. 1982. Control of leaf spot diseases of tomato. *Pesticides*, 16 (7): 16.
- REZENDE, L. *et al.* 1968. Controle das doenças de parte aérea do tomateiro. *O Biológico*, 34 (1): 197-201.
- STEVENSON, W. R. 1977. Use of captafol and chlorothalonil on reduce application method schedules for tomato disease control in Indiana. *Plant Disease Reporter*, 61 (9): 803-805.
- THIND, T. S. y SHOOTY, J. S. 1982. Persistence of fungitoxicity of Dithane M-45 on some tomato varieties. *Indian Phytopathology*, 35 (4): 657-660.
- UBILLA, J. y MOCHIZUKI, T. 1983. Evaluación de la resistencia a marchitamiento causado por *Fusarium oxysporium* f. *lycopersici* (Sac.) Sny. & Hans y *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold en tres cultivares de tomate. *Investigaciones Agronómicas*, 4 (1): 79-80.
- URUGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. DIEA. 1983. Censo General Agropecuario 1980. Montevideo. 102 p.

## EFFECTO DE DISTINTOS PARAMETROS DE CRECIMIENTO Y CARACTERISTICAS DE LA RES EN LA COMPOSICION, RENDIMIENTO Y PESO DE CORTES VALIOSOS DEL CUARTO TRASERO DE NOVILLOS HEREFORD\*

2. Estudio de relaciones entre algunos componentes de la carcasa. Ecuaciones de regresión múltiple combinando dichos componentes para la predicción del peso y porcentaje de los tres tejidos principales

J. Vizcarra\*\*  
J. M. Mieres  
D. Vaz Martins

## RESUMEN

Se trabajó con la misma información presentada en la primera parte de este trabajo (Vizcarra *et al.*, 1986). De los componentes de la carcasa, los del bloque de la 10a., 11a. y 12a. costillas fueron los mejores predictores de los kilos y porcentaje de grasa, así como del porcentaje de músculo. El peso de la nalga junto con el de la media res fue el subconjunto de mayor acuerdo en la predicción de músculo. En general cuando todas las variables fueron combinadas, hubo un incremento en la predicción. Las medidas en las costillas no fueron buenas estimadoras del peso y porcentaje de los tejidos, por lo que no es aconsejable su uso en ecuaciones de predicción.

## SUMMARY

The experiment is described in the first part of this work (Vizcarra *et al.*, 1986). The best predictor among the carcass components of the kilogrammes and percentage of fat was the rib cut. The weight of the rump together with the weight of the half carcass was the subgroup that best predict the muscle. Generally, when all the variables were combined, the accuracy of predictions increased. The rib measurements were not good estimators of the weight and percentage of the tissues, for that reason its employment in prediction equations is not recommendable.

## INTRODUCCION

En la primera parte de este trabajo (Vizcarra *et al.*, 1986) se puso de manifiesto la necesidad de objetivizar los métodos de evaluación de reses para estimar de manera más exacta su composición.

En esta segunda contribución, se estudia la relación existente entre algunos componentes de la carcasa con el peso y porcentaje de los tres tejidos principales.

Se incluye además ecuaciones de regresión múltiple combinando las 25 variables seleccionadas en todo el trabajo.

## MATERIALES Y METODOS

Se trabajó con la información de 48 animales provenientes de un experimento sobre el efecto del peso de faena en novillos criados en un régimen intensivo de engorde en pastoreo (Vaz Martins *et al.*, 1973). Estos fueron estratificados de acuerdo con su fecha de nacimiento (31/10/68 al 18/12/68) y peso vivo, y fueron sorteados en cuatro tratamientos.

El manejo fue igual para todo el rodeo. La alimentación se realizó a base de praderas cultivadas, cultivos anuales y campo natural mejorado.

Los tratamientos consistieron en cuatro gru-

pos de pesos de faena. El grupo I de 12 animales fue faenado con un promedio de peso de campo de 350 kilos. El II y el III, de 13 animales cada uno, faenados a los 400 y 450 kg, respectivamente, y el grupo IV de 10 animales con pesos promedios de 500 kilos.

## Características estudiadas

La faena se realizó luego de 48 horas de ayuno sin acceso al agua. Posteriormente ambos lados fueron cortados en forma transversal a nivel de la 8a. costilla y cada cuarto fue pesado. Se tomó como peso de la media res la suma del cuarto delantero más trasero.

## 1. Medidas del cuarto trasero derecho

Se tomaron las siguientes medidas:

A) El peso y el porcentaje (referido a la media res y al trasero) de los siguientes cortes deshuesados y desgrasados (fig. 1):

Bife angosto	Lomo	Cuadril
Nalga	Cuadrado	Peceto
Bola de lomo	Palomita	Vacío
Garrón	Tortugueta	

B) El peso y el porcentaje (referido a la media res y al trasero) de la suma de los siete cortes valiosos (bife angosto, lomo, cuadril, nalga, cuadrado, peceto y bola de lomo).

C) El peso y el porcentaje (referido a la media res y al trasero) del hueso, grasa y músculo. Se tomó como músculo la suma de todos los cortes desgrasados y deshuesados.

\* Entregado para su publicación en febrero, 1987. Forma parte del Trabajo de Tesis de Graduación (Fac. de Agronomía) de los dos primeros autores.

\*\* Técnico (Ing. Agr.) Proyecto Bovinos de Carne, Técnico (Ing. Agr.) Proyecto Lechería, y Jefe de Proyecto (Ing. Agr., M.Sc.) Bovinos de Carne, EEL, respectivamente.

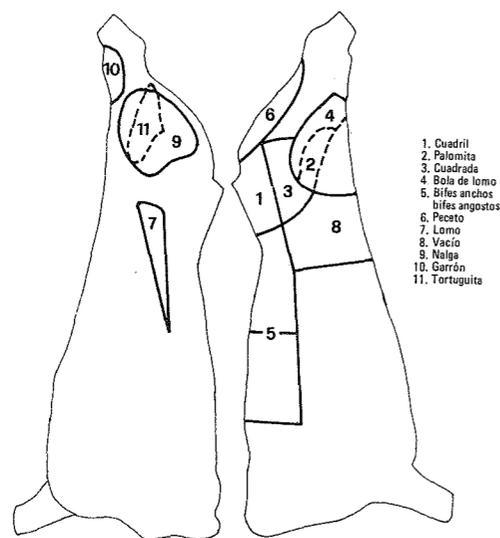


Figura 1. Cortes comerciales del cuarto trasero derecho.

D) La relación músculo/hueso del cuarto trasero.

2. Componentes del bloque de la 10a., 11a., y 12a. costillas

Se tomaron las siguientes medidas:

- A) El peso del bloque de la 10a., 11a. y 12a. costillas.  
 B) El peso y el porcentaje de hueso, grasa, músculo y tendón.  
 C) La relación músculo/hueso.

3. Medidas en la 10a., 11a. y 12a. costillas

Las costillas fueron dibujadas sobre un papel de acetato, del cual posteriormente fueron sacadas las distintas medidas, como lo describe Nauman (1952) (fig. 2).

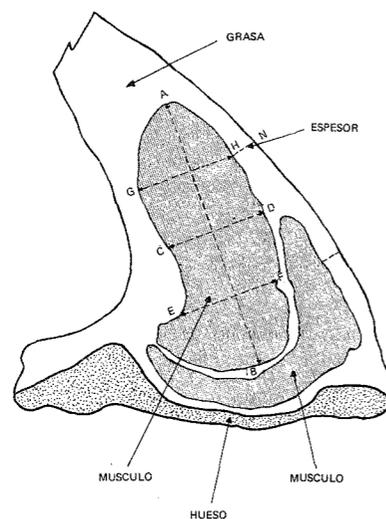


Figura 2. Medidas tomadas en las costillas.

Area del *Longissimus dorsi*: siguiendo el contorno de este músculo, con un planímetro de compensación polar.

Largo del *Longissimus dorsi*: esta distancia se toma a lo largo del eje mayor del músculo (A-B).

Ancho del *Longissimus dorsi*: tres medidas son

promediadas para el ancho del músculo. La primera (C-D) es hecha perpendicularmente a la línea usada para determinar el largo (A-B) a nivel del punto medio de dicha línea. La segunda (G-H), es paralela a la primera y es tomada a un cuarto del largo del borde ventral del músculo. La tercera (E-F) es tomada igual que la anterior, pero a partir del borde dorsal del músculo.

Espesor de grasa sobre el *Longissimus dorsi*: se tomó una sola medida (N-H), perpendicular al borde externo de la grasa, a nivel de la cuarta parte del borde ventral (G-H).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. Componentes de la carcasa

#### 1.1. Cortes valiosos y no valiosos del cuarto trasero

Se tomaron 11 cortes comerciales del cuarto trasero, los cuales fueron estudiados independientemente, así como la suma de los siete cortes valiosos. También se calculó la relación músculo/hueso para ver su variación según los tratamientos.

El análisis de varianza mostró que el peso de todos los cortes, al igual que la suma de los siete cortes valiosos, tendía a aumentar con el peso de faena. Por el contrario, cuando eran expresados en porcentaje la tendencia era opuesta, excepto para el cuadrado, la nalga y el peceto que no diferían estadísticamente.

La relación músculo/hueso no difirió significativamente con el incremento del peso de faena, lo cual está en desacuerdo con los trabajos de Willis *et al.* (1968, 1974), quienes observaron que esta relación aumentaba, aunque hay que considerar que estos autores trabajaron con la disección completa de la carcasa.

Se desarrollaron ecuaciones de regresión simple para el peso de todos los cortes, la suma de los siete cortes valiosos y su porcentaje, así como también la relación músculo/hueso. No fueron estudiados los porcentajes de los cortes debido a que el análisis de varianza mostró que algunos de ellos no diferían significativamente entre tratamientos, mientras que otros lo hacían sólo al 5%.

En el cuadro 1 se presentan las variables seleccionadas que posteriormente fueron incluidas en ecuaciones de regresión múltiple. Las restantes variables, por la menor magnitud de sus coeficientes de correlación, aparecen en el apéndice I.

Como se observa en el cuadro, todas las correlaciones son significativas al 1% y en general éstas coinciden con las encontradas por distintos autores (Cole *et al.*, 1969; Callow, 1962; Ramsey *et al.*, 1965), aunque el sistema de trozado es diferente.

El cuadrado fue el corte que mejor predijo los kilos de hueso y grasa, mientras que la nalga lo fue del músculo. Por otra parte, la tortugueta fue la mejor predictora del porcentaje de hueso, mientras que para el porcentaje de grasa, tanto el cuadrado como la tortugueta tuvieron el más alto coeficiente de correlación. Para el porcentaje de músculo, las correlaciones más altas correspondieron al cuadrado y a la bola de lomo.

A pesar del alto grado de asociación de los distintos cortes con los tejidos, el peso de la media res es un mejor indicador de la variación en kilos y porcentaje, por lo que, una medida simple como ésta sería más aconsejable que el uso de los cortes para la predicción de músculo, grasa y hueso.

Solamente la nalga explicó un 2% más de la variación en peso de músculo de lo que lo hizo la media res, lo cual puede ser debido a que dicho corte representa una gran proporción del cuarto trasero.

Cuadro 1. Coeficientes de correlación simple entre el peso de algunos cortes, peso de la media res con los tres tejidos principales.

	Lomo	Nalga	Cuadrado	Peceto	Bola de lomo	Tortugueta	Peso media res
Hueso (kg)	0,70**	0,82**	0,87**	0,81**	0,86**	0,74**	0,88**
Hueso (%)	-0,54**	-0,50**	-0,54**	-0,41**	-0,47**	-0,55**	-0,60**
Grasa (kg)	0,69**	0,65**	0,79**	0,65**	0,76**	0,73**	0,84**
Grasa (%)	0,55**	0,42**	0,59**	0,47**	0,57**	0,59**	0,67**
Músculo (kg)	0,79**	0,95**	0,93**	0,86**	0,88**	0,80**	0,94**
Músculo (%)	-0,50**	-0,36**	-0,56**	-0,44**	-0,56**	-0,55**	-0,63**

\*\* Probabilidad menor a 0,01.

Cuadro 2. Ecuaciones de regresión múltiple combinando el peso de algunos cortes, con y sin el peso de la media res para la predicción de los tres tejidos.

	R
1) Hueso (kg) = 2,81 + 0,87 (X11) + 0,94 (X12)	0,89**
2) Hueso (kg) = 2,07 + 0,04 (X22) + 0,91 (X12)	0,90**
3) Hueso (%) = 21,30 - 2,12 (X13)	0,55**
4) Hueso (%) = 23,40 - 0,05 (X22)	0,60**
5) Grasa (kg) = -6,48 + 4,05 (X11)	0,79**
6) Grasa (kg) = -10,32 + 0,20 (X22)	0,84**
7) Grasa (%) = 4,99 + 3,47 (X11)	0,59**
8) Grasa (%) = 0,59 + 0,18 (X22)	0,67**
9) Músculo (kg) = 7,53 + 2,58 (X10) + 2,34 (X11)	0,97**
10) Músculo (kg) = 5,93 + 2,38 (X10) + 0,12 (X22)	0,97**
11) Músculo (%) = 72,81 - 2,61 (X11)	0,56**
12) Músculo (%) = 76,00 - 0,13 (X22)	0,63**

a) X10: nalga; X11: cuadrado; X12: bola de lomo; X13: tortugueta; X22: peso de media res.

b) Las ecuaciones impares no incluyen el peso de media res.

\*\* Probabilidad menor a 0,01.

A partir de los cortes seleccionados, se desarrollaron ecuaciones de regresión múltiple las cuales se presentan en el cuadro 2.

El programa no incluyó el lomo ni el peceto, debido a que no contribuyeron sobre el límite prefijado del 1%.

Como se puede ver en el cuadro 1, la predicción de los tejidos en peso es siempre mejor que en porcentaje.

Cuando el peso de la media res es incluido en las ecuaciones, ninguna de las otras variables contribuyen en la predicción, excepto para hueso en kilos, donde la bola de lomo hace un aporte de 3,6% y en la de músculo donde la nalga es la primera variable entrante debido a su mayor coeficiente de correlación simple (cuadro 1).

Según Harrington y King (1963), Hinks y Prescott (1974), la asociación entre el contenido de músculo y los cortes es mejorado con la inclusión del peso de la carcasa, reduciéndose marcadamente el error estándar.

Parece ser entonces, que el bajo aporte que hacen los cortes sobre el peso de la media res, no justifique su inclusión en ecuaciones de predicción.

#### 1.2. Componentes del bloque de la 10a., 11a. y 12a. costillas

Se hizo la disección de la 10a., 11a. y 12a. costillas, separando sus cuatro componentes (hueso, grasa, músculo y tendones) y se realizó el análisis de varianza para el peso y porcentaje de los cuatro tejidos, así como para la relación músculo/hueso.

Este análisis mostró una clara tendencia a aumentar el peso de todos los componentes al igual que el

porcentaje de grasa con el incremento en peso de faena ( $P < 0,01$ ). Por el contrario, el porcentaje de hueso y tendón mostró una tendencia opuesta; el porcentaje de músculo solamente decreció significativamente según la prueba de Tuckey entre los tratamientos II y IV.

La misma prueba indicó que la relación músculo/hueso incrementaba, no encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos III y IV. Willis *et al.* (1968 y 1974), trabajando con la disección completa de la carcasa, encontraron resultados similares, aunque Murray *et al.* (1972) vieron que variaba según el plano de alimentación que se considerase.

Posteriormente, se desarrollaron ecuaciones de regresión simple para todas las características estudiadas, y en base a la magnitud de sus coeficientes de correlación, se seleccionaron cinco variables las cuales se presentan en el cuadro 3, para luego ser combinadas en ecuaciones de regresión múltiple. El resto de las correlaciones se presentan en el apéndice II.

Cuadro 3. Coeficientes de correlación simple entre los componentes del bloque, el peso de la media res con los tres tejidos principales.

	Peso bloque	Hueso (kg)	Grasa (kg)	Grasa (%)	Músculo (kg)	Peso media res
Hueso (kg)	0,76**	0,67**	0,63**	0,37**	0,71**	0,88**
Hueso (%)	-0,58**	-0,28	-0,69**	-0,65**	-0,51**	-0,60**
Grasa (kg)	0,80**	0,52**	0,91**	0,81**	0,67**	0,84**
Grasa (%)	0,68**	0,38**	0,87**	0,85**	0,54**	0,67**
Músculo (kg)	0,79**	0,65**	0,64**	0,36**	0,77**	0,94**
Músculo (%)	-0,65**	-0,39**	-0,83**	-0,82**	-0,50**	-0,63**

\* Probabilidad menor a 0,05.

\*\* Probabilidad menor a 0,01.

Como se ve en el cuadro, la grasa de bloque en peso, es la mejor predictora del porcentaje de todos los tejidos y del total de grasa, e incluso mejor que el peso de la media res.

De las variables seleccionadas, el peso del bloque es el mejor predictor de los kilos de hueso y músculo, aunque el peso de la media res estuvo más altamente correlacionado que éste.

Distintos autores han utilizado el porcentaje de grasa del bloque como predictor del porcentaje de grasa total.

Hankins y Howe (1947) desarrollaron una ecuación de regresión simple obteniendo un coeficiente de correlación de 0,93, el cual concuerda con los resultados posteriormente encontrados por Allen *et al.* (1966) y Brackelsberg *et al.* (1968). Estos valores son un poco mayores al de 0,85 encontrado en el presente trabajo, siendo los kilos de grasa del bloque el más altamente correlacionado con el porcentaje de grasa total del cuarto trasero.

La correlación entre el músculo del bloque con el músculo del cuarto trasero es similar a la encontrada por Cole *et al.* (1959, 1960) y Ramsey *et al.* (1966) para el total de la media res, quienes trabajaron con la disección de la 9a., 10a. y 11a. costillas.

Cuadro 4. Ecuaciones de regresión múltiple combinando los componentes del bloque, con y sin el peso de la media res, para la predicción de los tres tejidos.

	R
1) Hueso (kg) = 4,77 + 1,88 (X14)	0,76**
2) Hueso (kg) = 2,53 + 0,07 (X22)	0,88**
3) Hueso (%) = 21,14 - 3,82 (X15)	0,69**
4) Hueso (%) = 21,14 - 3,82 (X15)	0,69**
5) Grasa (kg) = 0,07 + 5,61 (X15)	0,91
6) Grasa (kg) = -4,83 + 11,25 (X15) + 0,07 (X22)	0,93**
7) Grasa (%) = 2,96 + 10,40 (X15) + 0,39 (X16)	0,88**
8) Grasa (%) = 2,96 + 10,40 (X16)	0,88**
9) Músculo (kg) = 15,34 + 6,46 (X14)	0,79**
10) Músculo (kg) = 7,16 + 0,24 (X22)	0,94**
11) Músculo (%) = 74,55 - 7,85 (X15) - 0,30 (X16)	0,85**
12) Músculo (%) = 74,55 - 7,85 (X15) - 0,30 (X16)	0,85**

a) X14: peso del bloque; X15: grasa (en kg); X16: grasa (en porcentaje); X22: peso de media res.  
b) Las ecuaciones impares no incluyen el peso de media res.  
\*\* Probabilidad menor a 0,01.

En base a estas cinco variables se desarrollaron ecuaciones de regresión múltiple que se presentan en el cuadro 4.

De las cinco variables estudiadas, ni el hueso ni el músculo intervinieron en las ecuaciones, debido a que no tuvieron una contribución sobre el límite prefijado del 1%. La predicción de los tejidos en peso es siempre mejor que en porcentaje.

La grasa del bloque en kilos explicó toda la variación en porcentaje de hueso, y una combinación de ésta con el porcentaje de grasa fue la que mejor predijo el porcentaje de grasa y músculo total.

En la ecuación 6 se puede ver que el peso de la media res hizo un aporte de 3,7% sobre el peso de grasa del bloque, para la predicción de grasa total, lo cual está indicando que la influencia del peso de la grasa del bloque es independiente del peso de la media res.

El peso del bloque es la única variable que aporta en la predicción de hueso y músculo en kilos, pero cuando el peso de la media res es incluido, ninguna otra variable contribuye sobre ésta; esto es debido a la alta correlación ( $r = 0,87$ ) entre el peso del bloque y el de la media res.

Los componentes del bloque son buenos estimadores de la composición de la carcasa, por lo que deberían ser tomadas en cuenta en ecuaciones de predicción.

### 1.3. Medidas de las costillas

#### 1.3.1. Medida de la 10a. costilla

El análisis de varianza mostró que las medidas de largo, ancho y superficie de la 10a. costilla tendían a incrementar hasta los 450 kg de peso, disminuyendo en el último tratamiento, aunque según la prueba de Tuckey no hay diferencias significativas entre el III y IV.

El espesor de grasa tendía a incrementar con el peso de faena, descendiendo entre los tratamientos II y III aunque no es estadísticamente significativo.

Posteriormente se realizaron ecuaciones de regresión simple incluyéndose largo, ancho promedio, espesor de grasa y área del ojo del bife. En base a la magnitud de sus correlaciones se seleccionaron tres variables, que luego serían combinadas en ecuaciones de regresión múltiple. Estas son presentadas en el cuadro 5 y las restantes en el apéndice III.

El ancho promedio fue la variable que mejor estimó el peso de todos los tejidos, así como el porcen-

Cuadro 5. Coeficientes de correlación simple entre medidas de la 10a. costilla, el peso de la media res con los tres tejidos principales.

	Ancho promedio	Espesor de grasa	Área ojo de bife	Peso media res
Hueso (kg)	0,66**	0,39**	0,56**	0,88**
Hueso (%)	-0,47**	-0,26	-0,49**	0,60**
Grasa (kg)	0,61**	0,48**	0,53**	0,84**
Grasa (%)	0,49**	0,47**	0,42**	0,67**
Músculo (kg)	0,72**	0,32*	0,69**	0,94**
Músculo (%)	-0,45**	-0,48**	-0,35**	-0,63**

\* Probabilidad menor a 0,05.

\*\* Probabilidad menor a 0,01.

taje de grasa. El área del ojo del bife (*Longissimus dorsi*) fue la mejor estimadora del hueso en porcentaje, mientras que el espesor de grasa lo fue del músculo.

En todos los casos el peso de la media res tuvo coeficientes de correlación mayores a los de todas estas variables.

En el cuadro 6 se presentan las ecuaciones de regresión múltiple desarrolladas a partir de las variables seleccionadas.

Cuadro 6. Ecuaciones de regresión múltiple combinando medidas de la 10a. costilla, con y sin peso de la media res, para la predicción de los tres tejidos.

	R
1) Hueso (kg) = 2,75 + 1,25 (X17) + 1,06 (X18)	0,70**
2) Hueso (kg) = 2,55 + 0,07 (X22)	0,88**
3) Hueso (%) = 21,75 - 0,08 (X19)	0,49**
4) Hueso (%) = 23,36 - 0,05 (X22)	0,60**
5) Grasa (kg) = -9,89 + 3,38 (X17) + 4,37 (X18)	0,71**
6) Grasa (kg) = -10,32 + 0,20 (X22)	0,84**
7) Grasa (%) = 0,33 + 2,30 (X17) + 5,07 (X18)	0,61**
8) Grasa (%) = 0,59 + 0,18 (X22)	0,67**
9) Músculo (kg) = 8,64 + 4,90 (X17)	0,72**
10) Músculo (kg) = 7,16 + 0,24 (X22)	0,94**
11) Músculo (%) = 76,06 - 4,28 (X18) - 2,12 (X17)	0,60**
12) Músculo (%) = 76,00 - 0,13 (X22)	0,63**

a) X17: ancho promedio; X18: espesor de grasa; X19: superficie; X22: peso de la media res.

b) Las ecuaciones impares no incluyen el peso de media res.  
\*\* Probabilidad menor a 0,01.

Se observa que ninguna de las medidas estudiadas hizo un aporte significativo en las ecuaciones cuando se incluyó el peso de la media res, lo cual está indicando la baja capacidad de predicción de estas variables.

#### 1.3.2. Medidas de la 11a. costilla

El análisis de varianza mostró tendencias similares a las vistas para las medidas de la 10a. costilla.

Las variables analizadas fueron las mismas, pero se seleccionaron solamente el espesor de grasa y el área del ojo del bife, debido a que eran las únicas dos variables con coeficientes de correlación lo suficientemente altos (cuadro 7). El resto de las correlaciones se presentan en el apéndice III.

La grasa tanto en kilos como en porcentaje es mejor predicha por el espesor de grasa así como el porcentaje de músculo, mientras que el área del ojo del bife es mejor predictora de los kilos de hueso y músculo.

Cuadro 7. Coeficientes de correlación simple entre medidas de la 11a. costilla, el peso de la media res con los tres tejidos principales.

	Espesor de grasa	Área ojo bife	Peso de media res
Hueso (kg)	0,51**	0,60**	0,88**
Hueso (%)	-0,47**	-0,47**	-0,60**
Grasa (kg)	0,65**	0,53**	0,84**
Grasa (%)	0,59**	0,40**	0,67**
Músculo (kg)	0,52**	0,72**	0,94**
Músculo (%)	-0,56**	-0,33*	-0,63**

\* Probabilidad menor a 0,05.

\*\* Probabilidad menor a 0,01.

El peso de la media res siempre estuvo mejor correlacionado que cualquiera de estas dos variables.

En el cuadro 8 se presentan las ecuaciones de regresión múltiple desarrolladas a partir del espesor de grasa, el área del ojo de bife y el peso de la media res.

Cuadro 8. Ecuaciones de regresión múltiple combinando medidas de la 11a. costilla con y sin el peso de la media res, para la predicción de los tres tejidos.

	R
1) Hueso (kg) = 5,54 + 0,07 (X21) - 1,45 (X20)	0,68**
2) Hueso (kg) = 2,55 + 0,07 (X22)	0,88**
3) Hueso (%) = 21,85 - 0,05 (X21) - 1,40 (X20)	0,56**
4) Hueso (%) = 23,36 - 0,05 (X22)	0,60**
5) Grasa (kg) = -1,11 + 6,66 (X20) + 0,16 (X21)	0,73**
6) Grasa (kg) = -10,32 + 0,20 (X22)	0,84**
7) Grasa (%) = 13,95 + 8,32 (X20)	0,59**
8) Grasa (%) = 0,59 + 0,18 (X22)	0,67**
9) Músculo (kg) = 16,02 + 0,31 (X21) + 4,42 (X20)	0,78**
10) Músculo (kg) = 7,16 + 0,24 (X22)	0,94**
11) Músculo (%) = 66,04 - 6,27 (X20)	0,56**
12) Músculo (%) = 76,00 - 0,13 (X22)	0,63**

a) X20: espesor de grasa; X21: superficie; X22: peso de la media res.

b) Las ecuaciones impares no incluyen el peso de la media res.  
\*\* Probabilidad menor a 0,01.

Se ve que al igual que las medidas de la 10a. costilla, éstas no aportan sobre el peso de la media res, por lo que tampoco serían útiles en ecuaciones de predicción.

#### 1.3.3. Medidas de la 12a. costilla

La tendencia general es similar a las vistas para las otras dos costillas, aunque el ancho E-F en este caso no difirió significativamente entre los tratamientos.

Se desarrollaron ecuaciones de regresión simple para la predicción de los tres tejidos, cuyas correlaciones se presentan en el apéndice III. No se seleccionó ninguna variable para el desarrollo de ecuaciones de regresión múltiple, debido a que el número de observaciones era reducido.

#### 1.3.4. Medidas de la 10a. y 11a. costillas

En base a la combinación de las variables seleccionadas para la 10a. y 11a. costillas, se desarrollaron ecuaciones de regresión múltiple, para ver si se lograba un mejor ajuste en la predicción.

Cuando no se incluyó el peso de la media res, la combinación de estas variables mejoró en algunos

casos el grado de asociación, pero cuando fue incluido, ninguna de ellas contribuyó en la predicción.

Distintos autores (Butterfield, 1964; Field *et al.*, 1966; Henderson *et al.*, 1966) han empleado el espesor de grasa en ecuaciones de predicción de los tejidos, encontrando una buena asociación con la grasa separable y con el porcentaje de músculo, incluso cuando es ajustado por peso de carcasa. Sin embargo, los resultados del presente estudio no están de acuerdo, debido a que esta variable no redujo el error estándar cuando el peso de la media res era incluido.

El área del ojo del bife es otra de las medidas comúnmente usadas. Hedrick *et al.* (1965) encontraron que es mejor predictora del peso que del porcentaje de carne y que su capacidad de predicción aumenta en sentido anteroposterior, lo cual está de acuerdo con los resultados de este trabajo.

Cole *et al.* (1960, 1962), Fitzhugh *et al.* (1965) y Tuma *et al.* (1967) observaron que cuando el área del ojo del bife era ajustada por peso de carcasa, la correlación entre ésta y la cantidad de carne comestible bajaba sensiblemente, lo cual indica que la mayor causa de variación en carne es debida al peso de carcasa y no el área del *Longissimus dorsi*. Esto está de acuerdo con los datos aquí presentados, ya que el programa no consideró dicha variable cuando el peso de la media res fue incluido.

#### 1.4. Ecuaciones de regresión múltiple, combinando los componentes de la carcasa, con y sin el peso de la media res, para la predicción de los tres tejidos

En base a las variables seleccionadas de los cortes valiosos y no valiosos, de los componentes del bloque y de la 10a. y 11a. costillas, se desarrollaron las ecuaciones que se presentan en el cuadro 9.

Como era de esperar, la predicción de los tejidos en forma porcentual siempre tuvo coeficientes de correlación menores a cuando fueron calculadas en peso.

El peso de la media res solamente interviene en la predicción de hueso y músculo en kilos, sustituyendo en ambos casos al cuadrado lo cual es debido a la alta correlación de 0,93 entre estas dos variables.

La grasa del bloque fue la variable independiente que mayor contribución hizo en la predicción de hueso, grasa y músculo en porcentaje, así como para los kilogramos de grasa.

La predicción de músculo (ecuación 10), además de tener un muy alto coeficiente de correlación múltiple, ofrece la ventaja de combinar los kilos de nalga y los de la media res con una medida negativa como lo es la grasa del bloque. Esto está de acuerdo con el modelo propuesto por Butterfield (1964), quien sugirió la siguiente fórmula para la predicción del músculo total:  $K1 - K2$  (espesor de grasa) +  $K3$  (peso de la res). El hecho de incorporar dentro de una ecuación una medida positiva de la cantidad de carne como lo es el peso de la canal, con una medida negativa de la cantidad de grasa, permitiría la selección de animales de mayor peso y más magros.

#### 2. Ecuaciones de regresión múltiple combinando el peso de los no componentes de la carcasa, las medidas lineales y los componentes de la carcasa, con y sin el peso de la media res para la predicción de los tres tejidos

Todas las variables seleccionadas en el presente trabajo así como las presentadas en la primera contribución (peso de no componentes de la carcasa y medidas lineales) fueron combinadas en ecuaciones de regresión múltiple y los resultados se presentan en el cuadro 10.

Las variables de mayor aporte para la predic-

Cuadro 9. Ecuaciones de regresión múltiple, combinando los componentes de la carcasa, con y sin el peso de la media res, para la predicción de los tres tejidos.

	R
1) Hueso (kg) = 2,81 + 0,87 (X11) + 0,94 (X12)	0,89**
2) Hueso (kg) = 2,07 + 0,04 (X22) + 0,91 (X12)	0,90**
3) Hueso (%) = 21,14 - 3,82 (X15)	0,69**
4) Hueso (%) = 21,14 - 3,82 (X15)	0,69**
5) Grasa (kg) = -8,45 + 6,55 (X15) + 1,95 (X11) + 0,26 (X16)	0,94**
6) Grasa (kg) = -8,45 + 6,55 (X15) + 1,95 (X11) + 0,26 (X16)	0,94**
7) Grasa (%) = 2,96 + 10,40 (X15) + 0,39 (X16)	0,88**
8) Grasa (%) = 2,96 + 10,40 (X15) + 0,39 (X16)	0,88**
9) Músculo (kg) = 7,53 + 2,58 (X10) + 2,34 (X11)	0,97**
10) Músculo (kg) = 4,24 + 1,84 (X10) + 0,19 (X22) - 4,03 (X15)	0,98**
11) Músculo (%) = 74,55 - 7,85 (X15) - 0,30 (X16)	0,85**
12) Músculo (%) = 74,55 - 7,85 (X15) - 0,30 (X16)	0,85**

a) X10: nalga; X11: cuadrado; X12: bola de lomo; X15: grasa del bloque (en kilos); X16: grasa del bloque (en porcentaje); X22: peso de la media res.

b) Las ecuaciones impares no incluyen el peso de la media res.

\*\* Probabilidad menor a 0,01.

Cuadro 10. Ecuaciones de regresión múltiple combinando las 25 variables seleccionadas, con y sin el peso de la media res para la predicción de los tres tejidos.

	R
1) Hueso (kg) = -5,40 + 0,78 (X11) + 1,02 (X1) + 0,07 (X5)	0,92**
2) Hueso (kg) = -5,40 + 0,03 (X22) + 0,06 (X5) - 0,53 (X4) + 0,75 (X12) + 0,64 (X1)	0,94**
3) Hueso (%) = 21,14 - 3,82 (X15)	0,69**
4) Hueso (%) = 21,14 - 3,82 (X15)	0,69**
5) Grasa (kg) = -30,98 + 6,45 (X15) + 0,30 (X7) + 0,20 (X16)	0,94**
6) Grasa (kg) = -30,98 + 6,45 (X15) + 0,30 (X7) + 0,20 (X16)	0,94**
7) Grasa (%) = 2,96 + 10,40 (X15) + 0,39 (X16)	0,88**
8) Grasa (%) = 2,96 + 10,40 (X15) + 0,39 (X16)	0,88**
9) Músculo (kg) = 7,53 + 2,58 (X10) + 2,34 (X11)	0,97**
10) Músculo (kg) = 4,24 + 1,84 (X10) + 0,19 (X22) - 4,03 (X15)	0,98**
11) Músculo (%) = 100,82 - 10,39 (X15) + 2,29 (X10) - 0,29 (X7) - 0,67 (X8)	0,89**
12) Músculo (%) = 100,82 - 10,39 (X15) + 2,29 (X10) - 0,29 (X7) - 0,67 (X8)	0,89**

a) X1: peso de extremidad posterior; X4: peso de riñonada derecha; X5: largo de res; X7: ancho de res; X8: ancho de pierna; X10: nalga; X11: cuadrado; X12: bola de lomo; X15: grasa de bloque en kilos; X16: grasa de bloque en porcentaje; X22: peso de la media res.

b) Las ecuaciones impares no incluyen el peso de media res.

\*\* Probabilidad menor a 0,01.

ción de los tres tejidos tanto en kilos como en porcentaje fueron las mismas que las del cuadro 9, indicando que los componentes de la carcasa son mejores predictores que las medidas de peso de los no componentes y las lineales.

El mejor acuerdo de predicción para kilos de hueso fue dado por la ecuación 2, que combinaba cinco variables, pero su ventaja es relativa frente a la que se obtiene con la combinación del peso de la media res, largo de res y peso de riñonada (ver ecuación 2 del cuadro 6 de la primera contribución).

Las ecuaciones para la predicción de grasa en kilos y porcentaje fueron tan altas como aquellas vistas en el cuadro 9, siendo la única diferencia (ecuación 5) la sustitución del cuadrado por el ancho de res. Parece ser entonces que una combinación de las medidas del bloque ya sea con el cuadrado o con el ancho de res, son mejores estimadores de la grasa que las medidas de peso de los no componentes con las lineales, dado que sus coeficientes de correlación son de mayor magnitud.

La ecuación 10 para la predicción de kilos de músculo es igual a la vista en el cuadro 9. A pesar de la poca diferencia que hay con el coeficiente de correlación presentado en el cuadro 6 de la pri-

mera contribución, ésta ofrece la ventaja de incluir una medida negativa de la grasa, por lo que sería más aconsejable su uso.

El coeficiente de correlación múltiple para la predicción porcentual de músculo es mayor al que se ve en el cuadro 9, pero la inclusión de cuatro variables no justificaría su uso, por lo que la más recomendada sería aquella que incluye las dos medidas de grasa del bloque.

### CONCLUSIONES

1. Los componentes del bloque fueron los mejores predictores de los kilos y porcentaje de grasa así como del porcentaje de músculo, explicando un 86, 78 y 72% de la variación, respectivamente.
2. La ecuación de regresión que combinó los kilos de nalga con el peso de la media res dio un coeficiente de correlación de 0,97, siendo éste el mayor valor dentro de todos los subconjuntos estudiados. Cuando se combinaron todas las variables, el acuerdo de predicción aumentó solo un 1,2%, pero el hecho de incorporar dentro de la ecuación una medida negativa de grasa, llevaría a la producción de animales magros y de mayores pesos.

3. El limitado valor predictivo de las medidas en las costillas, se demuestra por el hecho de que al ser combinadas con el peso de la media res, éstas no hacen un aporte significativo. En vista de esto, no sería aconsejable su uso en ecuaciones de predicción.
4. Los coeficientes de correlación múltiple que se obtienen a partir de los componentes de la car-

casa para la predicción de músculo y grasa, son mayores a los del peso de los no componentes y los de las medidas lineales.

Es cuestionable si la ventaja que se obtiene en el acuerdo de predicción justifique el trozado de la res, ya que esto implica un atraso en las tareas de faena y, al mismo tiempo, en su valor comercial.

Apéndice I. Coeficientes de correlación simple entre el peso de algunos cortes y los tres tejidos.

Características	Hueso		Grasa		Músculo	
	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)
Bife angosto	0,64**	-0,37*	0,45**	0,26	0,73**	-0,28
Cuadril	0,50**	-0,20	0,28	0,14	0,57**	-0,12
Palomita	0,67**	-0,35*	0,41**	0,21	0,75**	-0,29*
Vacío	0,63**	-0,29*	0,34*	0,13	0,74**	-0,16
Garrón	0,60**	-0,23	0,33*	0,15	0,65**	-0,18

\* Probabilidad menor a 0,05.

\*\* Probabilidad menor a 0,01.

Apéndice II. Coeficientes de correlación simple entre algunas medidas del bloque y los tres tejidos principales.

Características	Hueso		Grasa		Músculo	
	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)
Hueso en porcentaje	-0,53**	0,67**	-0,69**	-0,67**	-0,59**	0,67**
Músculo en porcentaje	-0,15	0,25	-0,36*	-0,39**	-0,09	0,40**
Tendón en kilogramo	0,51**	-0,21	0,28	0,15	0,55**	-0,20
Tendón en porcentaje	-0,54**	0,63**	-0,76**	-0,75**	-0,54**	0,74**
Relación músculo/hueso	0,34*	-0,48**	0,39**	0,36*	-0,45**	-0,35*

\* Probabilidad menor a 0,05.

\*\* Probabilidad menor a 0,01.

a) Los porcentajes son referidos al peso del bloque.

Apéndice III. Coeficientes de correlación simple entre algunas medidas de la 10a., 11a. y 12a. costillas y los tres tejidos principales.

Características	Hueso		Grasa		Músculo	
	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)
10a. costilla Largo A-B	0,33**	-0,29*	0,22	0,17	0,42**	-0,19
11a. costilla Largo A-B	0,36*	-0,44**	0,40**	0,32*	0,47**	-0,29*
Ancho promedio	0,56**	-0,29*	0,38**	0,28	0,58**	-0,31*
12a. costilla Largo A-B	0,36*	-0,36*	0,29	0,18	0,52**	-0,10
Ancho promedio	0,49**	-0,28	0,42**	0,32*	0,52**	-0,27
Grasa N-H	0,36*	-0,31*	0,51**	0,52**	0,27	-0,52**
Superficie	0,66**	-0,51**	0,61**	0,47**	0,76**	-0,40*

\* Probabilidad menor a 0,05.

\*\* Probabilidad menor a 0,01.

### BIBLIOGRAFIA

1. ALLEN, D. M. R., MERKEL, R. A. y MAGEE, W. T. 1966. Estimation of beef carcass composition from the physically separable components of some wholesales cuts. *Journal of Animal Science* 25 (4): 1279. (Abs.)
2. BRACKELSBURG, P. O. *et al.* 1968. Relationship of selectional characteristics to beef carcass composition. *Journal of Animal Science* 27 (1): 39-44.
3. BUTTERFIELD, R. M. 1964. Estimation of carcass composition: the anatomical approach. *Carcass composition and appraisal of meat animals.* (Symposium). Melbourne, CSIRO. pp. 1-13.
4. CALLOW, E. H. 1962. The relationship between the weight of a tissue in a single joint and the total weight of tissue in a side of beef. *Animal Production* 4 (1): 37-46.
5. COLE, J. W., ORME, L. E. y KINCAID, C. M. 1959. Correlation of rib-eye size and separable lean of various beef cuts to total separable lean of the carcass. *Journal of Animal Science* 18 (3): 1155. (Abs.)
6. -----, ORME, L. E. y KINCAID, C. M. 1960. Relationship of loin eye area, separable lean of various beef cuts and carcass measurements to total carcass lean in beef. *Journal of Animal Science* 19 (1): 89-94.
7. -----, RAMSEY, C. B. y EPLEY, R. H. (h.) 1962. Simplified method for predicting pounds of lean in beef carcasses. *Journal of Animal Science* 21 (2): 355-361.

8. -----, RAMSEY, C. B. y EPLEY, R. H. (h.) 1966. Relationships between carcass weight and muscle, fat and bone in bull carcasses. *Journal of Animal Science* 25 (2): 588. (Abs.)
9. FIELD, R. A., SCHOONOVER, C. O. y NELMS, G. E. 1966. Adjusted *Longissimus dorsi* areas in bulls of different weights. (Abs.) *Journal of Animal Science* 25 (2): 588.
10. FITZHUGH, H. A. *et al.* 1965. Methods of predicting the weight of boneless roast and steak meat from easily obtained beef carcass measurements. *Journal of Animal Science* 24 (1): 168-172.
11. HANKINS, O. G. y HOWE, P. E. 1946. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. USDA Tech. Bulletin 926.
12. HARRINGTON, G. y KING, J. W. B. 1963. A note on the prediction of muscular tissue weight in sides of beef. *Animal Production* 5: 327-328.
13. HEDRICK, H. B. *et al.* 1965. Factors affecting *Longissimus dorsi* area and fat thickness of beef and relation between these measurements and retail yield. *Journal of Animal Science* 24 (2): 333-337.
14. HENDERSON, D. W., GOLL, D. E. y KLINE, E. A. 1966. Measures of carcass yield and tenderness of two muscles in four groups of beef carcasses. *Journal of Animal Science* 25 (2): 329-333.
15. HINKS, C. E. y PRESCOTT, J. H. D. 1974. A note on the prediction of carcass composition in beef cattle. *Animal Production* 19 (1): 115-117.
16. MURRAY, D. M., TULLOH, N. M. y WINTER, W. H. 1972. Growth rate and muscle: bone ratio in cattle. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* 9: 360-364.
17. NAUMAN, H. D. 1952. A recommended procedure for measuring and grading beef carcass evaluation. Fifth Reciprocal Meat Conference. University of Missouri. pp. 108-112. (Fotocopia.)
18. RAMSEY, C. B. *et al.* 1966. Prediction of separable muscle in carcasses of seven breeds of steers. (Abs.) *Journal of Animal Science* 25 (1): 256.
19. TUMA, H. J. *et al.* 1967. Method of predicting kilograms of retail cuts in the beef carcass. *Journal of Agricultural Science* 68 (2): 301-306.
20. VAZ MARTINS, D., ROZZAS, S. y SCARSI, J. C. 1973. Primer Congreso Nacional de Producción Animal. EEP. Facultad de Agronomía. (Documento.)
21. VIZCARRA, J., MIERES, J. M. y VAZ MARTINS, D. Efecto de distintos parámetros de crecimiento y características de la res en la composición, rendimiento y peso de cortes valiosos del cuarto trasero de novillos Hereford. *Investigaciones Agronómicas* 6: 60-67.
22. WILLIAMS, D. R. *et al.* 1974. Composition of beef carcasses. II) The use of regression equations to estimate total tissue components from observations on intact and quartered sides and partial dissection date. *Journal of Animal Science* 83 (1): 79-85.
23. WILLIS, M. B. *et al.* 1968. Carcass composition of Brahman bulls fed high energy diets and slaughtered at different live weights. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 2 (1): 83-91.

## REPETIBILIDAD Y REPRODUCTIBILIDAD DE DOS ESCALAS PARA ESTIMAR LA CONDICION CORPORAL DE VACAS HEREFORD\*

J. A. Vizcarra  
W. Ibáñez  
R. Orcasberro\*\*

### RESUMEN

La eficiencia de los rodeos de cría depende, en gran parte, del estado nutricional de las vacas en distintos momentos críticos de su ciclo reproductivo.

La condición corporal ("grado de gordura") es una medida subjetiva que permite estimar el estado nutricional de las vacas y que tiene la ventaja, frente al peso vivo, de no estar afectada por el tamaño del animal, el peso de la carga fetal y el llenado del tracto digestivo.

El uso de una escala estándar, a nivel nacional, que permita calificar los animales según su condición corporal, sería una herramienta importante para tomar decisiones de manejo en los rodeos de cría.

Por este motivo, en la Estación Experimental La Estanzuela se comenzó a evaluar, bajo condiciones locales, dos escalas de condición corporal: 1) la desarrollada en la Estación Experimental de Ellinbank, para bovinos de leche, que considera 8 categorías y se basa en la apreciación visual del animal (C.A.V.), y 2) la utilizada por la East of Scotland College of Agriculture, para bovinos de carne, que considera 4 categorías y se basa en la palpación del lomo del animal (C.P.)

En el invierno de 1986 se llevó a cabo un experimento con 121 vacas Hereford, del rodeo de la Estación Experimental La Estanzuela (CIAAB), de diferentes edades, con el objeto de comparar la bondad de ambas escalas.

Tres jueces distintos, trabajando individualmente, calificaron los animales, según las pautas de ambas escalas, en dos momentos del día (mañana y tarde).

En base al análisis de los componentes de la varianza se estimó la repetibilidad (correlación entre los puntajes de condición corporal asignados por un mismo juez a un mismo animal en diferentes momentos) y reproductibilidad (correlación entre la calificación asignada por distintos jueces a los mismos animales) en ambas escalas. C.A.V. presentó valores más altos que C.P. en repetibilidad y reproductibilidad (0,80 vs. 0,70 y 0,69 vs. 0,64, respectivamente).

La precisión de la calificación fue también superior en la escala de C.A.V. lo cual sugiere que ésta podría ser tomada como guía para tipificar la condición corporal de vacas Hereford en el país.

### SUMMARY

Efficiency of beef cattle breeding herds is greatly dependant on cows' nutritional status at different critical moments of their reproductive cycle.

Body conditions ("fatness grade") is a subjective measurement that allows to estimate the cow's nutritional status having the advantage, in relation to body weight, that is not affected by size of animal, the weight of the fetal load or the gastrointestinal tract fill.

The use of a National standard system to scoring animals according to their body condition would be an important tool to make decision on feeding strategies of the breeding herd.

Based on the mentioned reasons, the "Estación Experimental La Estanzuela" (CIAAB), started the evaluation, under local conditions, two systems of body condition scoring: 1) the system developed at Ellinbank, for dairy cattle, that considers 8 scores and is based on visual evaluation of the animal (C.A.V.); and 2) the system adopted by the East of Scotland College of Agriculture, that considers 4 scores and is based on loin palpation of the animal (C.P.).

An experiment with 121 Hereford cows of different ages was conducted to evaluate the goodness of both systems.

Animals were scored according to C.A.V. and C.P. systems by three different judges, working individually, in the morning and in the afternoon of the same day. Repetibility (correlation between an animal's score on one occasion and its score by a different observer), were estimated by means of the variance components analysis obtained with both, C.A.V. and C.P. systems. C.A.V. showed higher repetibility and reproductibility values than C.P. (0.80 vs. 0.70 and 0.69 vs. 0.64, respectively). Score precision was also higher for C.A.V. which suggests that it could be used as a system to scoring body condition of Hereford cows in Uruguay.

### INTRODUCCION

La eficiencia total de la producción de carne en Uruguay, tiene una relación directa con la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría.

Para lograr un buen comportamiento, es necesario satisfacer los requerimientos energéticos de la vaca en épocas claves del ciclo reproductivo.

Tradicionalmente, tanto en investigación como en extensión, se ha usado el peso vivo como forma de medir la magnitud de las reservas corporales. Sin embargo, este sistema adolece de serias desventajas (Grainger y McGowan, 1982):

- 1) En rodeos donde existen diferentes razas, el peso vivo está más afectado por el tamaño del animal que por sus reservas corporales.

\* Entregado para su publicación en febrero, 1987.

\*\* Técnico (Ing. Agr.) Proyectos Bovinos de Carne, Técnico Auxiliar (Per. Agr.) Servicio Biometría, EELE, y Técnico (Ing. Agr., M.Sc.) Facultad de Agronomía, respectivamente.

- 2) Las vacas preñadas normalmente ganan peso debido al desarrollo del feto y no por el aumento de sus reservas.
- 3) El peso vivo se ve afectado por el llenado del tracto digestivo, debido a la variación diaria que existe en el nivel de alimentación. Por cada kilogramo de materia seca ingerida, puede haber hasta 5 kg extra de contenido ruminal.

Para minimizar dichos inconvenientes, se ha incorporado el uso de escores que evalúan la condición corporal de las vacas.

La condición corporal es un concepto subjetivo que intenta evaluar el estado nutricional de las vacas en base al grado de gordura que presenta el animal en relación a su tamaño (Evans, 1978).

Diversos países desarrollados han incorporado este tipo de medidas para tomar decisiones de manejo del rodeo. Es así que en Australia por ejemplo, existen 3 sistemas para calificar el ganado (Grainger y McGowan, 1982). El primero se desarrolló

para ser usado en ovinos, y a partir de éste se creó otro para ganado de carne. En la Estación Experimental de Ellinbank se desarrolló una escala de 8 puntos para estimar la condición por apreciación visual del ganado lechero (Earle, 1976).

En Gran Bretaña existe un score para calificar ganado de carne basado en la escala australiana para ovinos, donde la estimación de condición se realiza por palpación del lomo (Edwards *et al.*, 1979).

El sistema utilizado en Nueva Zelanda es muy similar al de Ellinbank pero tiene 10 grados en vez de 8. En E.U.A. se utiliza una escala de 9 puntos para ganado de carne (BCS) utilizando como criterio una combinación de la apreciación visual y la palpación del lomo (Cantrell *et al.*, 1982; Richards *et al.*, 1986).

En todas estas escalas, el valor 1 identifica al animal muy flaco y el valor más alto el extremo opuesto.

Sin embargo, tanto en Uruguay como en los demás países del cono sur, no se han adoptado este tipo de índices. Esta falta de antecedentes se puso de manifiesto en el Seminario sobre Tecnología para el Incremento de la Tasa Reproductiva de los Rodeos (Verde, 1985), donde se consideró importante establecer índices que permitan describir el estado corporal de los rodeos de cría.

En este sentido es que en la Estación Experimental La Estanzuela (CIAAB) se comenzó, a partir de 1986, una línea de trabajo cuyo objetivo es poner en marcha una escala de puntos para calificar los animales según su condición corporal.

Los trabajos preliminares (Méndez *et al.*, 1986) fueron presentados en el 12avo. Congreso de la AAPA en la República Argentina.

El objetivo de este trabajo es el de estimar la repetibilidad y reproductibilidad de la condición por apreciación visual (C.A.V.) según la escala de Ellinbank y la condición por palpación (C.P.) de la East of Scotland College of Agriculture (ESCA).

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en invierno de 1986 en la Estación Experimental La Estanzuela (CIAAB) con un rodeo de 121 vacas Hereford.

Tres jueces previamente entrenados, calificaron todo el ganado durante la mañana otorgándole a cada animal un valor para condición por apreciación visual y otro para condición por palpación. Durante la tarde del mismo día se calificó nuevamente todo el rodeo.

Los jueces recibieron estrictas instrucciones de no consultarse entre ellos durante la calificación y dado el gran número de animales, era prácticamente imposible recordar el valor que le había asignado a un determinado animal durante la mañana.

Para el análisis estadístico se asumió el siguiente modelo general descrito por Evans (1978):

$$Y_{ijk} = U + V_i + J_j + (VJ)_{ij} + R_{k(j)} + E_{ijk}$$

donde

- $Y_{ijk}$  = score para el animal  $i$ , juez  $j$ , repetición  $k$
- $U$  = media general
- $V_i$  = efecto del  $i$ (ésimo) animal,  $i = 1 \dots n$
- $J_j$  = efecto del  $j$ (ésimo) juez,  $j = 1 \dots m$
- $(VJ)_{ij}$  = interacción animal = juez
- $R_{k(j)}$  = efecto fijo de la repetición dentro de jueces
- $E_{ijk}$  = residuales,  $k = 1 \dots p$

La repetibilidad se define como:

$$r1 = \frac{\sigma^2 V + \sigma^2 J + \sigma^2 VJ}{\sigma^2 V + \sigma^2 J + \sigma^2 VJ + \sigma^2 E}$$

La reproductibilidad se define como:

$$r2 = \frac{\sigma^2 V}{\sigma^2 V + \sigma^2 J + \sigma^2 VJ + \sigma^2 E}$$

La varianza de la estimación se define como:

$$\text{var}(U + V_i) = \sigma^2 J + \sigma^2 VJ + \sigma^2 E/p$$

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los animales calificados según la escala de Ellinbank presentaron valores extremos de 2,00 y 5,50 mientras que según la escala por palpación lo hicieron entre 1,5 y 3,5.

En el cuadro 1 se presentan los promedios de calificación de los 121 animales para ambas escalas.

Cuadro 1. Promedios aritméticos para los tres jueces en dos momentos (mañana y tarde) según los dos tipos de escalas.

	JUEZ 1		JUEZ 2		JUEZ 3	
	M	T	M	T	M	T
C.A.V.	3,55	3,71	3,74	3,70	3,40	3,45
C.P.	2,47	2,47	2,38	2,27	2,55	2,44

Como se puede observar, los animales promedialmente estaban en una condición de 3,5 y 2,5 (C.A.V. y C.P., respectivamente), indicando que el promedio del rodeo se encontraba en el invierno en condición pobre a levemente moderada (según la descripción de Ellinbank).

Considerando el modelo estadístico anterior descrito, se realizó análisis de varianza para cada sistema de calificación y se calcularon los componentes de la varianza a través de la esperanza de los cuadrados medios (cuadro 2).

Cuadro 2. Componentes de la varianza debida a vacas ( $\sigma^2 V$ ), jueces ( $\sigma^2 J$ ), interacción vacas X jueces ( $\sigma^2 VJ$ ) y residuales ( $\sigma^2 E$ ) para C.A.V. y C.P.

	Número de animales	Número de jueces	$\sigma^2 V$	$\sigma^2 J$	$\sigma^2 VJ$	$\sigma^2 E$
C.A.V.	121	3	0,273	0,020	0,022	0,081
C.P.	121	3	0,104	0,006	0,004	0,049

Como se puede ver, la mayor parte de la variación se debe a diferencias entre animales ( $\sigma^2 V$ ).

La varianza de los residuales ( $\sigma^2 E$ ), es el error experimental y dicho error tiende a cero cuando en cada animal, cada juez, da el mismo score.

Del mismo modo, la sumatoria de la varianza debida a jueces más la varianza de la interacción vacas X jueces tiende a cero cuando cada animal es calificado igual por todos los jueces.

En base a estos resultados se calculó la repetibilidad y la reproductibilidad de ambas medidas (cuadro 3).

Cuadro 3. Repetibilidad y reproductibilidad de la escala de Ellinbank C.A.V. y la utilizada por el East of Scotland College of Agriculture C.P., evaluadas en La Estanzuela.

	Repetibilidad	Reproductibilidad
C.A.V.	0,80	0,69
C.P.	0,70	0,64

La repetibilidad indica la correlación que existe entre el score que se da a las vacas en un momento (mañana) y el score que da el mismo juez en otro momento (tarde).

Como se puede ver en el cuadro 3, la escala de Ellinbank tuvo mejor índice de repetibilidad. Esto se debe a que el error experimental fue relativamente mayor en la escala de la ESCA.

La reproductibilidad indica la correlación que existe entre el score que da a las vacas un juez y el score que da otro juez diferente. También aquí la condición por apreciación visual estuvo mejor correlacionada que la condición por palpación.

Evans (1978) analizó los datos de seis experimentos, donde la estimación de condición se realizó por palpación del lomo (escala de la ESCA). Los valores de repetibilidad variaron entre 0,54 y 0,89, mientras que los de reproductibilidad lo hicieron entre 0,39 y 0,76. En promedio, dichos valores son similares a los encontrados en el presente trabajo.

Para ambas medidas la reproductibilidad es significativamente inferior a la repetibilidad, lo cual indica que cuando se implemente un sistema de calificación se deberá hacer un periódico y cuidadoso entrenamiento de los jueces para estandarizar la escala.

La varianza de la estimación es otro elemento importante que indica la precisión con que cada animal es calificado.

El valor de dicho parámetro fue de 0,082 y 0,035 para C.A.V. y C.P., respectivamente. Esto está indicando que si tomamos dos desvíos estándar —y según la escala de Ellinbank que tiene 8 grados— podemos tener en cada animal un error de aproximadamente  $\pm 1/2$  punto de condición (con la probabilidad  $< 0,05$ ), mientras que para la escala de la ESCA que tiene 4 grados, el error es de  $\pm 1/3$  punto de condición.

## CONCLUSION

En base a los resultados se puede concluir que la escala de Ellinbank (C.A.V.) se adapta mejor a nuestras condiciones ya que tiene mejores índices de re-

petibilidad y reproductibilidad que la escala de la ESCA (C.P.).

Existe una ventaja adicional en favor de ésta, ya que la calificación por apreciación visual puede realizarse directamente en el campo mientras que para dar un puntaje de condición por palpación hay que sujetar el animal lo cual implica el traslado del rodeo a instalaciones apropiadas.

## BIBLIOGRAFIA

- CANTRELL, J. A. *et al.* 1982. The influence of postpartum nutrition and weaning age of calves on cow body condition, estrus, conception rate and calf performance of fall-calving beef cows. Oklahoma, E.U.A. Agricultural Experiment Station. Research Report. P. 824. pp. 8-15.
- EARLE, D. 1976. A guide to scoring dairy cow condition. The Journal of Agriculture for the Farmers of Victoria 74 (7): 228-231.
- EDWARDS, R. A. *et al.* 1979. Feeding the farm animals —beef cattle. The Scottish Agricultural College 44: 34-35.
- EVANS, D. G. 1978. The interpretation and analysis of subjective body condition scores. Animal Production 26: 119-125.
- GRAINGER, G. y MCGOWAN, A. A. 1982. The significance of precalving nutrition of the dairy cow. In Conference on dairy production from pasture. Proceedings. pp. 135-171.
- MENDEZ, J. *et al.* 1986. Condición corporal durante el entore y preñez en vacas Hereford. (Abs.) Revista Argentina de Producción Animal (Supl 1): 108.
- RICHARDS, M. W., SPITZER, J. C. y WARNER, M. B. 1986. Effect of varying levels of postpartum nutrition and body conditions at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. Journal of Animal Science 62 (2): 300-306.
- VERDE, L. S. 1985. Seminario sobre Tecnología para el incremento de la tasa reproductiva de los rodeos. Conclusiones y recomendaciones. Asunción, Paraguay. IICA/BID/PROCISUR (Mimeografiado).



## RESIDUALIDAD DEL NITROGENO DEJADO POR PASTURAS. I. EFECTO DE LA COMPOSICION BOTANICA DE LAS PASTURAS\*

D. Martino, M. Caldeyro,  
A. Bozzano, W. Baethgen y R. Díaz\*\*

### RESUMEN

Se evalúan los efectos de pasturas de diferente composición y de monocultivo de trigo sobre el suministro de nitrógeno a los cultivos posteriores a ellos en un experimento de nueve años de duración (1972-1980) instalado en la Estación Experimental La Estanzuela.

El experimento constó de tres ensayos idénticos, instalados en tres años diferentes, siendo los tratamientos festuca pura y en mezcla con tres leguminosas (trébol blanco, trébol rojo y alfalfa), cada uno con tres duraciones (dos, tres y cuatro años). A ellos se sumó un tratamiento de trigo continuo. Luego de las pasturas se sembró trigo con cuatro niveles de fertilización nitrogenada (0, 50, 100 y 150 kg de N/ha) durante tres a cinco años consecutivos.

Una gran parte de la variación en rendimientos fue explicada por las fluctuaciones de las condiciones climáticas en los años evaluados, que incidieron fundamentalmente en los niveles de disponibilidad de nitrógeno para los cultivos.

Los rendimientos de trigo continuo fueron: 53, 83, 84, 83 y 70% de los rendimientos sin fertilización luego de pasturas en el primer al quinto cultivo posterior, respectivamente, mientras que la diferencia en disponibilidad de nitrógeno entre ambos fue, respectivamente, de 90, 68, 45, 63, y 18 kg de N/ha, lo que llevó a que las respuestas fueran mayores luego de trigo continuo. La festuca tuvo un comportamiento intermedio.

Luego de pasturas con leguminosas perennes, los niveles de nitrógeno mineral y los rendimientos, fueron mayores que luego de pasturas con trébol rojo. El aporte de nitrógeno de las leguminosas en promedio, fue de 40, 13, 26, 29 y 0 kg de N/ha en el primer al quinto cultivo, respectivamente. El aporte de alfalfa, trébol blanco y trébol rojo al primer cultivo de trigo fue de 54, 51 y 15 kg de N/ha, respectivamente. Se detectó aporte de nitrógeno hasta el cuarto año de trigo. Las diferencias entre especies se relacionaron principalmente con diferencias en la productividad de la pastura.

### SUMMARY

The effect of different legumes and wheat monoculture on nitrogen residuality was evaluated in a long-term trial (1972-1980) at La Estanzuela Experimental Station.

Three identical experiments were established in 1972, 1973 and 1974. The treatments were plain fescue and three mixtures with white clover, red clover and alfalfa. Each pasture had three durations: two, three, and four years. There was also a test treatment of continuous wheat. The evaluation of the residual effects was performed on wheat as test crop with split plots at four levels of nitrogen (0, 50, 100 and 150 kg N/ha) during three to five consecutive years.

The main source of yield variation was due to climatic variations among years, which greatly affected  $\text{NO}_3\text{-N}$  availability.

Wheat in continuous cropping yielded 53, 83, 84, 83 and 70% of wheat after pasture in the first to fifth crop, respectively, whereas the differences in nitrogen availability were 90, 68, 45 and 63 and 18 kg N/ha respectively. Therefore, yield responses to nitrogen were greatest in continuous cropping. Wheat yield after plain fescue had an intermediate behaviour.

$\text{NO}_3\text{-N}$  availability and wheat yield were higher after perennial legumes than after red clover. The average Nitrogen residuality of the three legumes was 40, 13, 26, 29 and 0 kg N/ha from the first to fifth wheat crop respectively. On the other hand, the nitrogen residuality of alfalfa, white clover, and red clover on the first wheat crop was 54, 51 and 15 kg N/ha respectively. Nitrogen residuality was evident until the fourth wheat crop. The differences in residual effects among species were much related to their dry matter production.

### INTRODUCCION

En la región litoral oeste-sur del Uruguay, que comprende los departamentos de Paysandú, Río Negro, Soriano y Colonia, de acuerdo con el Censo General Agropecuario de 1980 (17), se destina anualmente 530.000 ha a cultivos extensivos, mientras que 236.000 ha se encuentran bajo pasturas artificiales permanentes, es decir que, por cada hectárea de pasturas, se dedica aproximadamente 2 ha a agricultura, relación que sugiere un intenso uso agrícola del suelo aún suponiendo que toda la superficie destinada a cultivos está en rotación con las pasturas. Sin embargo, cuando se comparan estos registros con los del Censo de 1970, se observa un significativo avance del área en rotación, pues en ese entonces sólo había un 23% de pasturas en relación a cultivos (15) y en 1980 es un 45%.

La inclusión de pasturas con leguminosas en rotación con los cultivos agrícolas, además de una diversificación de los rubros productivos reporta otros

\* Entregado para su publicación en febrero, 1987.

\*\* Técnico (Ing. Agr.), Técnico (Ing. Agr.), Ayudante Técnico (Exp. Agr.), Técnico (Ing. Agr., M.Sc., hasta 1985) y Jefe de Proyecto (Ing. Agr., M.Sc.), Proyecto Suelos EELE, respectivamente.

beneficios, tales como la reconstitución de las propiedades físicas del suelo y el control de algunas plagas y malezas (8), así como el control de procesos erosivos y un incremento en el nivel de nitrógeno en el suelo dado fundamentalmente a través del proceso de fijación simbiótica. El nitrógeno fijado de la atmósfera es en parte utilizado por la pastura, quedando otra fracción disponible para los cultivos siguientes a ella.

La cantidad de nitrógeno fijado y su residualidad varía con las especies, productividad, edad y manejo de las pasturas conteniendo leguminosas. El conocimiento del efecto que tienen estas variables permitirá no sólo diseñar rotaciones que aumenten la productividad haciendo un uso más eficiente del N residual sino que, dadas las limitaciones de las técnicas de análisis de suelo para estimar N disponible, se podrán predecir mejor las necesidades de N según el lugar que ocupen los cultivos en la rotación.

El porcentaje de leguminosas en la mezcla, las especies empleadas y su potencialidad productiva son factores que afectan marcadamente la cantidad de nitrógeno que es capaz de fijar una pastura. La productividad de la especie de leguminosa es la principal determinante, ya que existe una aso-

ciación directa entre la cantidad de materia seca producida por una leguminosa y la cantidad de nitrógeno incorporado al suelo por la muerte de raíces, nódulos y otros residuos que deja la pastura (3). La especie de leguminosa también afecta la cantidad de nitrógeno fijado, aunque no resulta claro si el efecto se origina de diferencias intrínsecas entre las especies o a que las mismas tienen variaciones en productividad. En nuestro país se han reportado valores promedio para trébol blanco (*Trifolium repens* L.) y trébol carretilla (*Medicago polymorpha* L.), respectivamente, de 150 y 80 kg de N/ha en un año (11) y 188 y 173 kg de N/ha en otro año (1).

En una rotación de pasturas y cultivos, cuando se incorporan al suelo los residuos de gramíneas y leguminosas, éstos pasan a formar parte de la fracción orgánica del mismo, y el nitrógeno contenido en ellos podrá quedar disponible para los cultivos subsiguientes. Los rendimientos de los cultivos que son sembrados a continuación de una pastura de gramíneas y leguminosas son afectados por ésta. Existen evidencias de que una parte muy importante de esa variación es atribuible a diferencias en el suministro de nitrógeno (4, 6, 7, 9, 13, 19).

En un intento de evaluar la cantidad de nitrógeno que transfiere una pradera a los cultivos que le siguen en una rotación en las condiciones del litoral del Uruguay, Castro, Pérez y Zamuz (2) estimaron que el trigo recibió de las pasturas previas en promedio, el equivalente a unos 250 kg/ha de urea en el primer año, y sostienen que este efecto declinaría rápidamente con los años, y desaparecería completamente en el cuarto cultivo sucesivo. Sin embargo, esto no es más que una aproximación y tanto las cantidades absolutas de nitrógeno transferido como la distribución en el tiempo y persistencia de esa transferencia, varían ampliamente con la composición botánica, manejo y duración de las pasturas y con las condiciones climáticas de los años en que se evalúa dicha transferencia.

Las gramíneas poseen un mayor desarrollo vegetativo que las leguminosas y sus residuos son de difícil descomposición dada su elevada relación carbono/nitrógeno y su alto contenido de fibras (14), todo lo cual conduce a que las pasturas con alto contenido de gramíneas inmovilicen nitrógeno y, en consecuencia, tengan un pobre poder de suministro de este nutriente.

El presente trabajo fue realizado en base a información obtenida en un experimento instalado en 1972 en la Estación Experimental La Estanzuela, y tiene los objetivos siguientes:

- Evaluar los efectos de pasturas con diferentes especies de leguminosas, instaladas en un suelo similar a los de la zona agrícola del litoral oeste-sur, desgastado por la realización de muchos años de agricultura continua, sobre el suministro de nitrógeno a los cultivos subsiguientes.
- Detectar qué factores de las pasturas tienen incidencia sobre la transferencia de nitrógeno a los cultivos. Este estudio será complementado con un análisis posterior de los efectos de la duración de las pasturas.
- Estimar las diferencias en la dinámica del nitrógeno del suelo, entre un monocultivo de trigo y un sistema de rotación de pasturas y cultivos.

### MATERIALES Y METODOS

Se instalaron tres ensayos idénticos en la Estación Experimental La Estanzuela iniciados el primero de ellos (A) en otoño de 1972, el segundo (B) en 1973, y el tercero (C), en el año 1974.

### 1. Diseño experimental

Los tres ensayos (A, B y C) se realizaron con un diseño factorial incompleto del tipo 3 x 4 + 1 en bloques al azar con tres repeticiones, combinándose cuatro mezclas diferentes de pasturas—festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.) con alfalfa (*Medicago sativa* L.), festuca con trébol blanco (*Trifolium repens* L.), festuca con trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) o festuca sola— con tres duraciones de las mismas (dos, tres y cuatro años). A éstos se agregó un tratamiento testigo de trigo continuo.

En el ensayo A se realizó la primera siembra de pasturas en el año 1972 (cuatro parcelas por bloque), en 1973 se sembraron cuatro más y, finalmente, en 1974 las cuatro restantes. En 1976 se aró todo el ensayo para sembrar trigo, siendo entonces la duración de las praderas dos, tres y cuatro años. Los ensayos B y C fueron establecidos siguiendo el mismo procedimiento, iniciándose en 1973 y 1974, respectivamente, de modo que en 1977 se aró todo el ensayo B y en 1978 el C.

Las repeticiones en el tiempo del mismo ensayo se realizaron con la finalidad de atenuar el posible efecto del año de implantación de las pasturas sobre el estado de las mismas.

A continuación de las pasturas, en cada ensayo, al sembrar el cultivo de trigo se introduce un nuevo factor, la fertilización con urea en cuatro niveles: 0, 50, 100 y 150 kg de N/hectárea. Cada parcela entonces, fue dividida en cuatro subparcelas, en las que se distribuyeron aleatoriamente las dosis de nitrógeno. Las parcelas principales midieron 8 m de ancho por 20 m de largo, mientras que la medida de las subparcelas fue de 2 m por 20 metros.

### 2. Descripción del suelo

De acuerdo con la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay (16), el suelo utilizado en este experimento es un Brunosol subéutrico típico, situado en el Campo Experimental N° 4 de la Estación Experimental, sobre Formación Libertad.

En el cuadro 1 se presentan algunos parámetros físicos y químicos que describen este suelo, medidos en el ensayo A al comienzo del mismo, en 1972. No se poseen los datos correspondientes a los otros dos ensayos, pero se presume que no difieren sustancialmente de los del ensayo A.

Cuadro 1. Características físicas y químicas del suelo en otoño de 1972 (ensayo A).

pH . . . . .	6,1
Materia orgánica (%) . . . . .	3,3
Nitrógeno total (%) . . . . .	0,20
$\text{P}_2\text{O}_5$ (ppm)	
Bray . . . . .	6
Resinas . . . . .	7
Densidad aparente ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	
0-20 cm . . . . .	1,36
20-40 cm . . . . .	1,48
40-60 cm . . . . .	1,47

Este suelo es característico de laderas con pendientes de 2 a 5% y es representativo de los suelos degradados por un intenso uso agrícola del área litoral sur del país.

## 3. Manejo de los ensayos

## Ensayo A

En mayo de 1972, previa aplicación de 500 kg/ha de superfosfato de calcio 21/23 a toda el área del ensayo, se sembraron doce parcelas con las pasturas que iban a tener cuatro años de duración (cuatro parcelas por bloque con cada una de las pasturas). Un año más tarde se sembraron las doce parcelas de pasturas de tres años, y en otoño de 1974 las de dos años. En mayo de 1974 también se sembraron con trébol rojo las parcelas de festuca que se habían instalado en 1972. En el cuadro 2 se muestran los cultivares y cantidades de semilla utilizados en las siembras de las pasturas.

Cuadro 2. Cultivares y cantidades de semilla utilizadas en las siembras de pasturas en los ensayos A, B y C.

Especie	Cultivar	Semilla (kg/ha)
Festuca	Kentucky 31	16 (pura)
Festuca	Kentucky 31	10 (mezclas)
Trébol blanco	Estanzuela Zapicán	3
Trébol rojo	Estanzuela 116	7
Alfalfa	Estanzuela Chaná	14

Todo el ensayo fue refertilizado con superfosfato granulado a razón de 300 kg/ha previo a las siembras de 1973 y 1974, y en agosto de 1975.

Se realizó un manejo con cortes efectuados con rotativa cuando las praderas alcanzaban 20 cm de altura, dejándose un rastrojo de 4 cm y el forraje picado sobre ellas.

En marzo de 1976, luego de pasar una rotativa, se aró toda la superficie del ensayo, dando comienzo a la etapa de cultivos.

El laboreo secundario se realizó en forma convencional, haciéndose una pasada de excéntrica, dos de rastra de dientes y una de discos. El 22 de junio se sembró trigo cv. Estanzuela Tarariras a 110 kg de semilla/hectárea. En el momento del macollaje se aplicaron los cuatro niveles de fertilización nitrogenada.

En 1977 (segundo cultivo) la preparación del suelo se realizó en forma similar, sembrándose el 21 de julio trigo cv. Estanzuela Sabiá a 105 kg/ha. En la siembra se aplicó la urea y 200 kg/ha de superfosfato de calcio granulado 21/23. Las subparcelas de 150 kg de N/ha recibieron 2/3 de esa cantidad en la siembra y el resto al macollaje.

La preparación del suelo para la siembra de 1978 fue muy intensa, realizándose un gran número de labores debido a la presencia de gramilla. El 14 de agosto se sembró el cultivar Estanzuela Sabiá (130 kg/ha), se aplicó superfosfato de calcio (200 kg/ha) y urea, fraccionando la dosis mayor (2/3 a la siembra y 1/3 al macollaje).

La siembra de 1979 se realizó el día 27 de julio, y la de 1980, el 7 de agosto, ambas con Estanzuela Sabiá (130 kg/ha).

En todos los casos, en el momento de la siembra, se realizó el muestreo del suelo, siguiendo el procedimiento que se detalla más adelante.

## Ensayos B y C

El manejo de estos ensayos fue muy similar al del ensayo A. Cabe resaltar solamente que las pasturas del ensayo C se refertilizaron solamente en el segundo año (1975) con 300 kg/ha de superfosfato de calcio granulado 21/23. Otro aspecto a destacar es que el ensayo B en 1977 fue sembrado con trigo el 4 de agosto, es decir, dos semanas más tarde que el ensayo A.

## 4. Determinación de nitratos en el suelo

## Muestreo de suelo

Cada año, previo a la siembra de trigo, se extrajeron muestras de suelo de las subparcelas sin fertilización. De cada subparcela se sacaron veinte tomas con sacabocados a una profundidad de 20 cm; éstas se mezclaron y de ellas se extrajo una única muestra por subparcela.

Las muestras fueron secadas a estufa a 40-45 °C, molidas y almacenadas en sobres de papel hasta el momento en que fueron analizadas en 1980.

## Técnica de análisis utilizada

El procedimiento seguido fue el siguiente: se pesaron 25 g de tierra, agregándose 125 ml de agua destilada y 20 gotas de solución de sulfato de cobre (solución saturada diluida una vez y media). Se agitó durante un minuto y posteriormente se dejó en reposo durante 30 minutos; luego se volvió a agitar durante 10 minutos, filtrándose hasta obtener 100 ml de solución, a los que agregó 1 ml de solución 0,4 M de sulfato de amonio. A continuación se midió la diferencia de potencial con un electrodo sensible al ion nitrato en un equipo Orion modelo 701, colocando el electrodo en la solución, la cual fue constantemente revuelta por un agitador magnético. Del valor obtenido en mV, comparado con una curva previamente ajustada por medio de soluciones de concentración conocida, se obtuvo la concentración de nitrógeno nitrato en la solución del suelo, expresada en ppm. Asumiendo una densidad aparente de 1,25 g/cm<sup>3</sup>, se calcularon los kilos/hectárea de nitrógeno nitrato en la capa de los 20 cm superiores del suelo.

## 5. Procedimientos estadísticos

Los rendimientos de trigo para cada ensayo en cada año fueron analizados utilizando las técnicas corrientes de análisis de varianza para un diseño factorial incompleto con parcelas divididas. En cada análisis se incluyeron 156 datos, provenientes de los 52 tratamientos y las tres repeticiones. En el cuadro 3 se muestran las fuentes de variación estudiadas, con sus respectivos grados de libertad.

Cuadro 3. Descomposición de la suma de cuadrados de los rendimientos de trigo en cada ensayo y en cada año, y grados de libertad de cada una de las fuentes de variación.

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloques	2
Tratamientos de pasturas (A)	12
Tipo de pastura	3
Duración de pastura	2
Interacción tipo x duración	6
Trigo continuo vs. pasturas	1
Error (A)	24
Tratamiento de nitrógeno (B)	3
Ajuste lineal	1
Ajuste cuadrático	1
Falta de ajuste	1
Interacción (A) x (B)	36
Nitrógeno x (Pasturas + trigo continuo)	12
Nitrógeno x duración de pastura	6
Nitrógeno x tipo x duración de pastura	18
Error (B)	78
Total	155

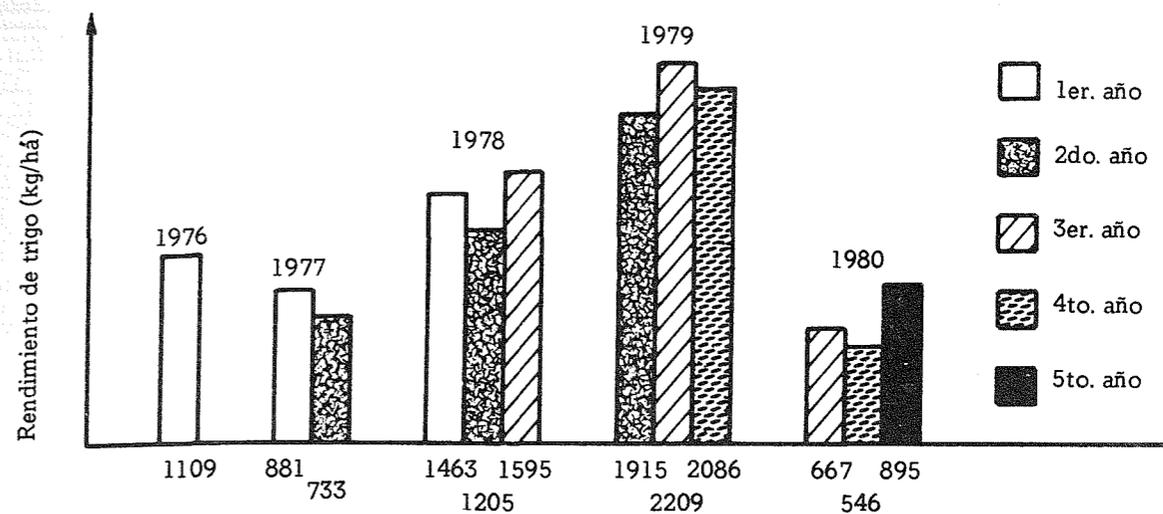


Figura 1. Efecto del año y la edad de la chacra sobre los rendimientos de trigo sin fertilización nitrogenada (kg/ha).

La suma de cuadrados de los niveles de fertilización nitrogenada fue descompuesta en sumas de cuadrados con un grado de libertad por medio de contrastes ortogonales (12). Se consideró que existió respuesta a nitrógeno cuando el componente lineal y/o cuadrático fueron significativos al nivel 10% de probabilidad.

## RESULTADOS Y DISCUSION

## 1. Caracterización de los años en que se desarrolló el experimento

Las variadas características climáticas de los años 1976 a 1980 tuvieron una alta incidencia en los rendimientos de trigo. La figura 1 muestra los rendimientos de trigo sin fertilización nitrogenada para las distintas edades de chacra\* en los diferentes años.

Se observa claramente que los rendimientos de trigo fueron mucho más afectados por el año que por la edad de la chacra, ya que la variabilidad dentro de cada año es poco consistente y menor que la variabilidad entre años. Dado el diseño experimental, el efecto de los años no se puede separar del efecto del ensayo, que es fundamentalmente atribuible a la variación en el año de implantación de las pasturas y en la producción de las mismas, así como a las posibles diferencias entre los suelos en que se instalaron los experimentos.

La cantidad y distribución de las lluvias caídas, fundamentalmente en el período presiembra, afectan los rendimientos de trigo a través de sus efectos sobre la disponibilidad de nitrógeno para el cultivo.

En la figura 2 se presentan las lluvias caídas mensualmente en cada uno de los cinco años del período estudiado, y el promedio de lluvias en cada mes tomando datos de 66 años (1915-1980). Se observa que en el año 1979 existió un período presiembra con lluvias relativamente escasas, generalmente por debajo del promedio histórico, lo cual permitió que se realizara una adecuada preparación del suelo y, por consiguiente, que se dieran las condiciones óptimas para la mineralización del nitrógeno orgánico (debido al secado y humedecimiento alternados y a la buena aereación del suelo) y al mismo tiempo, de mínimas pérdidas por lixiviación y denitrificación.

En 1980 las condiciones fueron totalmente inversas a las de 1979; durante un lapso muy prolongado anterior a la siembra hubo un exceso de llu-

\* En este trabajo se define edad de chacra como el número de años sucesivos de trigo luego de aradas las pasturas.

vias que impidió la buena realización del laboreo secundario. La deficiente preparación del suelo habría inhibido los procesos de mineralización, a la vez que el exceso de lluvias posiblemente haya provocado pérdidas de nitrógeno por denitrificación, o por lixiviación hacia capas profundas del suelo, lo cual no fue posible comprobar debido a que el muestreo del suelo se realizó a una profundidad de solo 20 centímetros.

Hubo además otros factores que actuaron en determinados años afectando los rendimientos. En 1976, cuando el cultivo ya estaba en condiciones de ser cosechado, se produjo una fuerte granizada que provocó una pérdida de grano estimada visualmente en un 35 a 40%, cifra que fue similar para todos los tratamientos.

En 1977 el trigo sufrió un fuerte ataque de golpe blanco (causado por *Fusarium graminearum* Schw.) que deprimió fuertemente los rendimientos, habiéndose verificado una mayor intensidad de infección en el ensayo A, que fue sembrado 15 días antes que el ensayo B.

## 2. Rendimientos de trigo sin fertilización nitrogenada

Los rendimientos de trigo variaron ampliamente con el manejo anterior del suelo (cuadro 4). Los menores rendimientos correspondieron al tratamiento de agricultura continua, mientras que luego de pasturas con leguminosas, éstos resultaron más elevados. Estas diferencias tan marcadas en rendimientos de trigo luego de pasturas y trigo continuo, podrían explicarse a través de la ocurrencia de dos fenómenos:

- 1) el deterioro de las propiedades físicas y nivel de nitrógeno mineral potencial del suelo, así como la pérdida de suelo por erosión, que se habrían producido como consecuencia del laboreo continuado del suelo, y
- 2) un incremento en la fertilidad del suelo debido a las pasturas con leguminosas.

Ello habría conducido a que la disponibilidad de nitrógeno fuese mayor luego de las pasturas en relación al tratamiento de trigo continuo. El cuadro 5 muestra que, efectivamente, en el momento de la siembra, los niveles de nitrógeno nitrato fueron superiores luego de las pasturas. Es de resaltar que dichos valores de N-NO<sub>3</sub> con los diferentes tratamientos y edades de chacra, tuvieron un comportamiento similar al de los rendimientos sin fertili-

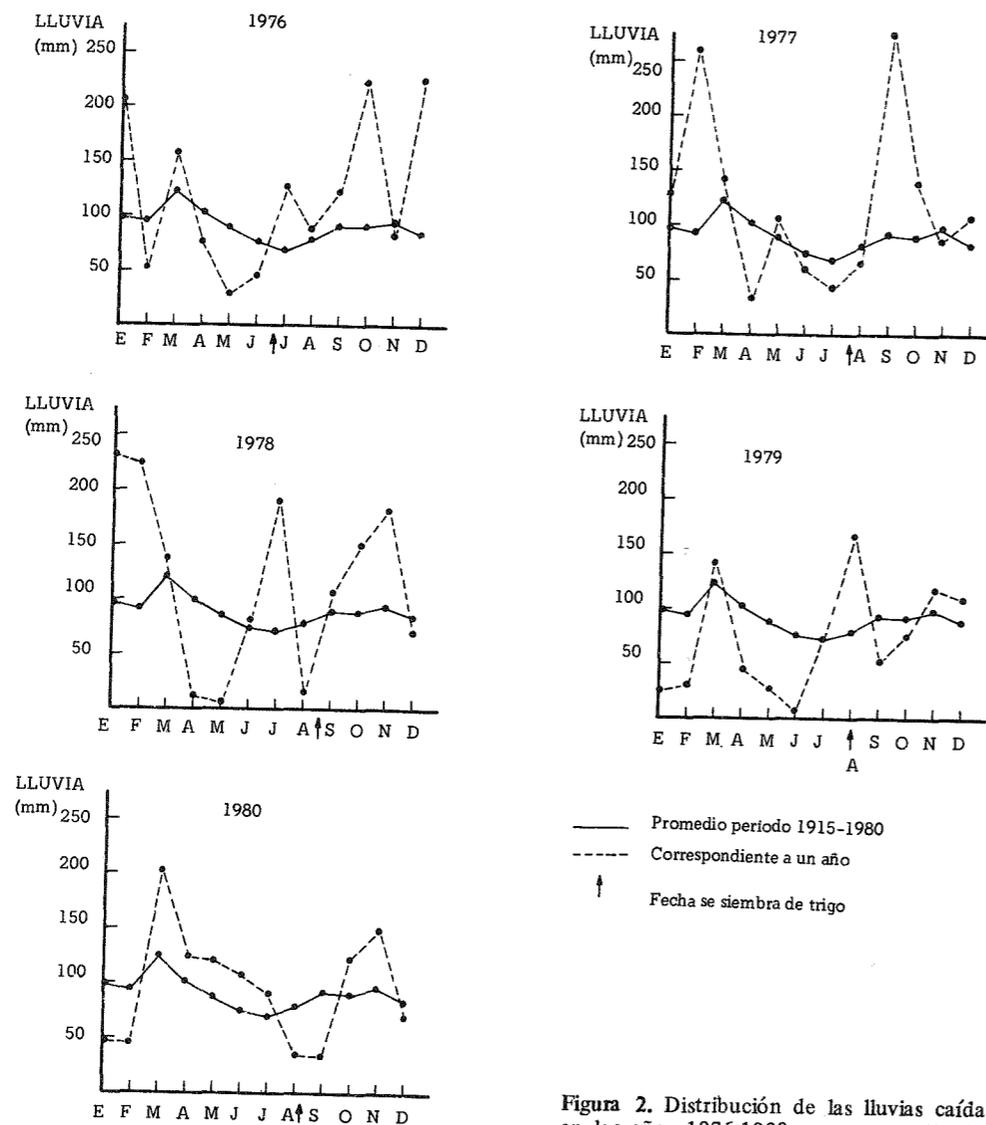


Figura 2. Distribución de las lluvias caídas mensualmente en los años 1976-1980 y en promedio del período 1915-1980.

zación mostrados en el cuadro 4, lo que apoya la hipótesis de que las variaciones en rendimiento son explicadas en gran parte por el nivel de nitrógeno mineralizable del suelo.

Resulta muy difícil cuantificar separadamente los dos efectos mencionados con anterioridad, pero en una simplificación teórica se puede suponer que la festuca sembrada pura sería una situación intermedia, y que la diferencia con las otras pasturas representaría el efecto beneficioso de las leguminosas en cuanto al aporte de nitrógeno proveniente de la fijación simbiótica, mientras que la diferencia con trigo continuo sería consecuencia de los efectos negativos del laboreo. La primera diferencia implica asumir que la producción del componente gramínea es igual en ambos casos (con y sin leguminosas), en tanto que la segunda puede ser válida bajo el supuesto de que los residuos de trigo y festuca tienen efectos similares sobre los cultivos sembrados a continuación; es decir que la única diferencia que existiría entre ambos tratamientos sería la realización o no de labores anuales. Es posible que, al hacer dicho supuesto, no esté sobredimensionado el deterioro de la fertilidad del suelo debido al laboreo ya que, en términos generales, se puede esperar una mayor incorporación de materia orgánica con la festuca y que esos residuos tengan una

menor relación C/N que la paja del rastrojo de trigo. Por otra parte, ya han sido reportados los efectos beneficiosos que tiene la festuca sobre las propiedades físicas del suelo dadas las características de sus residuos (10). Hay que considerar también que el trigo extrajo anualmente una determinada cantidad de nitrógeno en el grano, mientras que el nitrógeno consumido por la festuca ha reciclado al suelo.

Otro factor que puede incidir en la validez de estas estimaciones es la presencia de trébol blanco como maleza en las parcelas de festuca pura, que no pudo ser controlado totalmente y que estaría llevando a subestimar los aportes de nitrógeno por parte de las leguminosas.

Las diferencias entre tratamientos respecto de rendimientos de trigo sin fertilización y niveles de  $N-NO_3$  en la siembra, en general se van atenuando al pasar del primer al quinto año de trigo. Solamente el tratamiento de agricultura continua muestra una merma permanente en ambos parámetros con respecto a los demás tratamientos ( $P < 0,05$ ), la cual, de acuerdo con el esquema elaborado anteriormente es una estimación del deterioro de las propiedades físicas y químicas del suelo ocasionadas por el laboreo continuo.

Los efectos de las leguminosas, que son muy

Cuadro 4. Rendimiento de trigo (kg/ha) sin fertilización nitrogenada para cada tratamiento en los diferentes años y ensayos. Los valores seguidos por una misma letra no difieren entre sí al nivel 5% de probabilidad. Se presentan los promedios (kg/ha) para cada edad de chacra así como también los rendimientos promedio relativos (festuca = 100).

Edad de chacra*	Ensayo	Año	Trigo continuo	Festuca	Festuca + trébol rojo	Festuca + trébol blanco	Festuca + alfalfa	MDS (5%)
1	A	1976	399d	662c	1133b	1186b	1456a	149
	B	1977	509c	724b	730b	1044a	1027a	198
	C	1978	1056c	1293bc	1342b	1627a	1619a	240
Promedio			655d	893c	1068b	1286a	1364a	111
RR** (festuca = 100)			73	100	120	144	153	
2	A	1977	636b	772a	768a	687ab	703ab	108
	B	1978	982c	1006bc	1099bc	1234b	1481a	235
	C	1979	1635b	1935ab	1680b	1996a	2095a	272
Promedio			1084d	1230bc	1182cd	1306ab	1426a	121
RR (festuca = 100)			88	100	95	105	115	
3	A	1978	1428b	1374b	1589ab	1917a	1500b	335
	B	1979	1924b	1936b	2067b	2315a	2519a	233
	C	1980	531b	723a	669ab	564ab	724a	164
Promedio			1294d	1344cd	1442bc	1599a	1581ab	142
RR (festuca = 100)			96	100	107	119	118	
4	A	1979	1830c	1929bc	2176a	2058ab	2148a	182
	B	1980	377a	544a	483a	562a	596a	426
Promedio			1104b	1237ab	1330ab	1310ab	1372a	226
RR (festuca = 100)			89	100	108	106	111	
5	A	1980	630b	880b	890a	881a	927a	195
Promedio			630b	880a	890a	881a	927a	195
RR (festuca = 100)			72	100	101	100	105	

\* Años sucesivos de trigo.

\*\* Rendimiento relativo.

Cuadro 5. Disponibilidad de nitrógeno en el momento de la siembra del trigo (kg de  $N-NO_3$ /ha a 0-20 centímetros).

Edad de chacra	Ensayo	Año	Trigo continuo	Festuca	Festuca + trébol rojo	Festuca + trébol blanco	Festuca + alfalfa
1	A	1976	1	2	15	7	26
	B	1977	1	2	12	1	9
	C	1978	0	2	7	1	2
Promedio			1	2	11	3	12
2	A	1977	7	8	11	12	12
	B	1978	1	1	1	0	2
	C	1979	18	26	27	24	42
Promedio			9	12	13	12	19
3	A	1978	0	0	2	0	1
	B	1979	28	38	42	33	51
	C	1980	2	1	1	2	2
Promedio			10	13	15	12	18
4	A	1979	16	28	28	30	30
	B	1980	1	8	1	1	2
Promedio			9	18	15	16	16
5	A	1980	4	2	1	2	2

importantes en el primer año de trigo, disminuyen al incrementar la edad de la chacra, hasta hacerse prácticamente nulos en el cuarto año, lo cual se aprecia a través de los rendimientos (cuadro 4) y de los niveles de N-NO<sub>3</sub> a la siembra (cuadro 5).

Por otra parte, es posible establecer diferencias en el comportamiento de las especies de leguminosas en cuanto a sus efectos residuales sobre los cultivos posteriores. Las especies perennes fueron superiores en este aspecto al trébol rojo, especialmente en los primeros dos años de trigo.

Los rendimientos luego de alfalfa y trébol blanco en el primer año de trigo fueron, respectivamente, 53 y 44% superiores a los rendimientos luego de festuca, mientras que el trigo siguiente a trébol rojo rindió solamente un 20% más. En el segundo cultivo, dichos valores fueron 15 y 5% superiores y 5% inferiores, respectivamente.

La superioridad de las especies perennes radicaría en una mayor producción de materia seca de leguminosas en la etapa de pasturas con respecto al trébol rojo, principalmente en el último año de pasturas (figs. 3 y 4). Esta última variable, es decir, la productividad de materia seca del componente leguminoso hacia el final de la vida de las pasturas, estaría muy relacionado con el aporte de nitrógeno residual debido a su elevado contenido de N y su facilidad de mineralización por tratarse de residuos frescos poco humificados (4, 5).

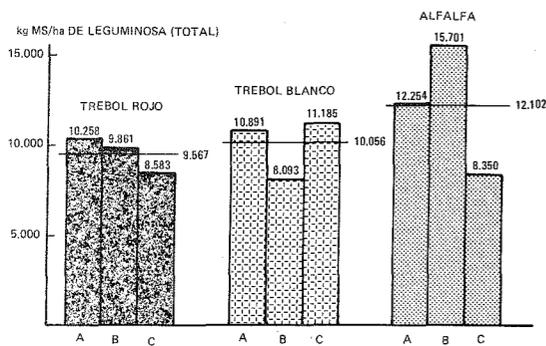


Figura 3. Producción del componente leguminoso de las pasturas en el total de la vida de las mismas en los tres ensayos.

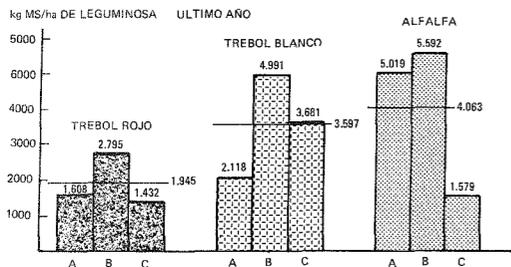


Figura 4. Producción del componente leguminoso de las pasturas en el último año de las mismas para los tres ensayos.

Si bien no se observó una diferencia significativa entre los valores promedios de rendimiento luego de las dos especies perennes, éstos mostraron una tendencia a ser superiores luego de alfalfa en todas las edades de chacra, pero fundamentalmente en los primeros años. Este comportamiento se puede relacionar con la mayor producción de materia seca de alfalfa en los ensayos A y B en el último año de pastura (fig. 4). En el ensayo C, sin embargo, la mayor producción de materia seca de trébol blanco no se manifestó en mayores rendimientos de trigo en

relación con alfalfa. Ello estaría sugiriendo una levemente mayor capacidad fijadora de nitrógeno por parte de la alfalfa por factores intrínsecos a la especie.

Los niveles de N-NO<sub>3</sub> a la siembra (cuadro 5) muestran similares tendencias que las de los rendimientos, es decir, son mayores luego de las leguminosas perennes, y a su vez existe una leve superioridad de la alfalfa con respecto al trébol blanco. Cabe acotar que estos valores de nitratos poseen la limitante de que corresponden solamente a los 20 cm superiores del perfil, y dada la movilidad de este anión, esa profundidad resulta insuficiente para medir la cantidad que puede ser extractada por las plantas. A pesar de ello, dichos valores tuvieron buena asociación con los rendimientos.

### 3. Respuesta al agregado de nitrógeno

Las curvas de respuesta a nitrógeno (fig. 5) evidencian también el marcado efecto de los años climáticos, destacándose las bajas respuestas en el año 1979 por ser un año que presentó altas disponibilidades de N-NO<sub>3</sub> a la siembra, y en 1977, debido al ataque de "golpe blanco", que habría limitado las mismas.

Es de destacar el hecho de que las respuestas en 1979, a pesar de los altos rendimientos sin N, se ajustaron en general al modelo lineal, lo que obedecería a que las intensas lluvias caídas en el período postsiembra (fig. 2) habrían mermado la eficiencia del fertilizante agregado, en tanto que en 1980, con menor potencial de rendimiento, las curvas son cuadráticas. Este año se caracterizó por la escasa pluviosidad durante el período de macollaje, lo cual habría favorecido la utilización en forma eficiente del nitrógeno proveniente de la urea, determinando que las mayores dosis fuesen excesivas.

Las respuestas a nitrógeno, estimadas a través de las dosis económicamente óptimas (para una relación de precios kilos de N/kilos de trigo de 5/1) muestran una tendencia a aumentar con la edad de la chacra, a pesar de la erraticidad de dichos valores, seguramente determinada por las diferencias entre años (cuadro 6).

Los efectos de las pasturas se fueron diluyendo con el tiempo y el quinto año de trigo ya no existían diferencias, tal como lo muestran las dosis económicamente óptimas de nitrógeno para los diferentes tratamientos. Esto también puede visualizarse gráficamente en la figura 5, en el hecho de que las curvas son tanto más similares entre sí, cuanto más vieja es la chacra.

Las diferencias que existieron en los rendimientos sin fertilización disminuyeron o se anularon con el agregado de nitrógeno, lo cual concuerda con la hipótesis de que éstas se habrían debido fundamentalmente a diferencias en el suministro de dicho nutriente.

Los modelos de respuesta fueron generalmente lineales para trigo continuo y de tipo cuadrático para los tratamientos de pasturas. En algunos casos, aún con una dosis de 150 kg de N/ha, luego de trigo continuo, no se alcanzaron los rendimientos de los trigos posteriores a pasturas. Esto podría deberse a que la cantidad de nitrógeno agregado habría sido insuficiente y con la aplicación de una dosis mayor se igualarían los rendimientos; por otro lado, algún otro factor limitativo ajeno al nitrógeno habría aparecido como consecuencia de la siembra continua de trigo, disminuyendo los potenciales rendimientos, como sería el caso del ensayo B en el segundo y tercer años de trigo (fig. 5 g y h). Esta limitación de la respuesta al nitrógeno podría ser atribuida a un deterioro de las propiedades físicas del suelo, o a un alto grado

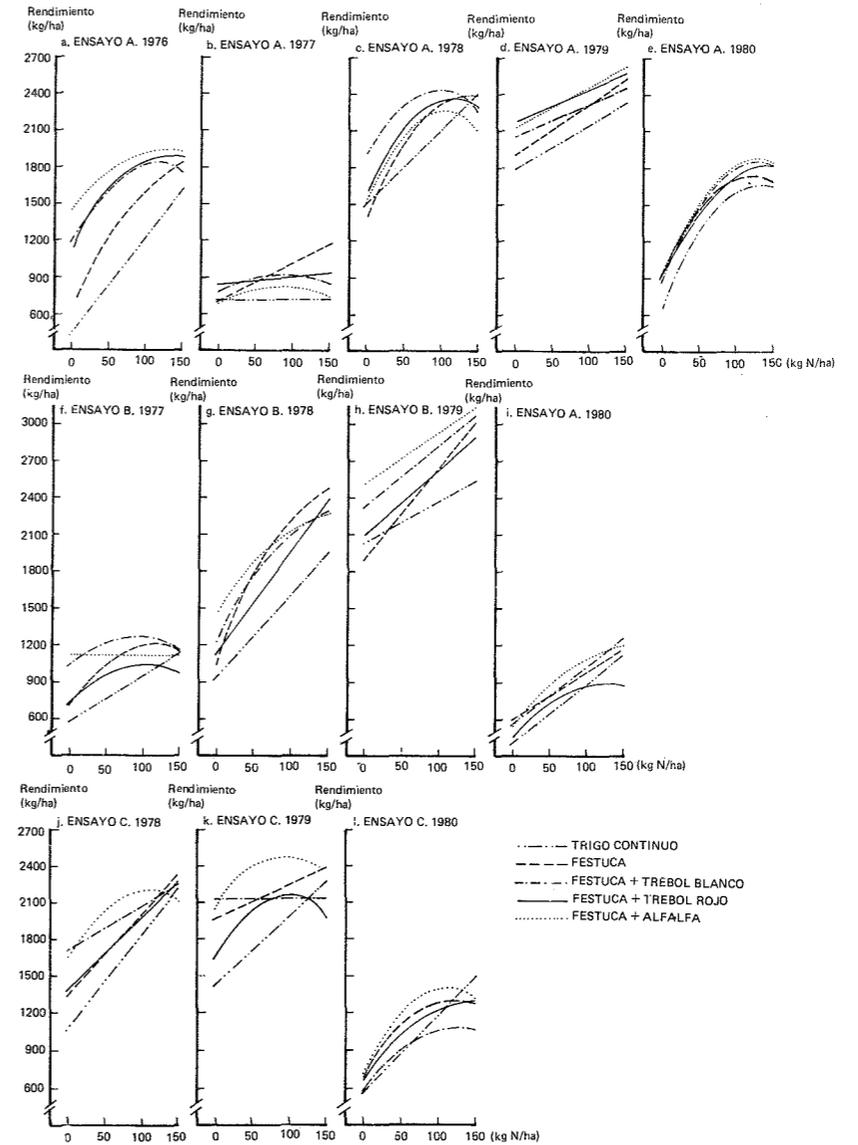


Figura 5. Curvas de respuesta a nitrógeno para cada tratamiento de cada año y en los tres ensayos.

Cuadro 6. Parámetros relacionados con la respuesta del trigo al agregado de nitrógeno para los diferentes manejos anteriores y distintas edades de chacra.

Chacra <sup>1</sup>	Ensayo	Año	Trigo continuo			Festuca			Festuca+trébol rojo			Festuca+tr. blanco			Festuca+alfalfa		
			a <sup>2</sup>	b <sup>3</sup>	c <sup>4</sup>	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1	A	1976	150	1604	8,0	114	1700	9,1	65	1687	8,5	68	1720	7,9	38	1695	6,3
	B	1977	0	590	---	50	1057	6,7	20	856	6,3	0	1044	---	0	---	---
	C	1978	150	2230	7,8	150	2285	6,6	150	2338	6,6	0	1734	---	58	2102	8,5
2	A	1977	0	---	---	0	772	---	0	788	---	0	678	---	0	696	---
	B	1978	150	1974	8,9	120	2378	11,4	150	2382	8,6	107	2150	8,6	77	2053	7,4
	C	1979	150	2275	4,3	0	1970	---	49	2050	7,6	0	---	---	43	2374	6,5
3	A	1978	150	2377	6,3	89	2272	10,1	70	2233	9,2	48	2280	7,6	68	2157	9,7
	B	1979	0	2028	---	150	3000	7,1	150	2885	5,5	0	2329	---	0	2524	---
	C	1980	87	1228	8,0	58	1137	7,1	57	1049	6,7	46	872	6,7	64	1291	8,9
4	A	1979	0	1796	---	0	1931	---	0	2189	---	0	2083	---	0	2145	---
	B	1980	0	414	---	62	929	6,2	36	694	5,9	0	567	---	0	611	---
5	A	1980	87	1545	10,5	86	1686	9,4	85	1747	10,1	77	1613	9,5	94	1686	8,1

<sup>1</sup> Años sucesivos de trigo.

<sup>2</sup> DEO (kg de N/ha) (relación de precios kg de N/kg de trigo = 5).

<sup>3</sup> y (DEO) (kg de trigo/ha).

<sup>4</sup> Eficiencia del nitrógeno para la DEO (kg de trigo/kg de N).

de enmalezamiento, o bien a problemas sanitarios como consecuencia del monocultivo.

Las curvas de respuesta y las dosis económicamente óptimas de nitrógeno del trigo luego de festuca pura tuvieron, en general, un comportamiento intermedio en relación al de trigo continuo y pasturas con leguminosas, lo cual era esperable, dado que las leguminosas al incorporar nitrógeno, inducen una menor respuesta en los cultivos subsiguientes a ellas; por otro lado, como ya fue discutido, la disponibilidad de nitrógeno para los cultivos siguientes a festuca sería mayor que con trigo continuo, razón por la cual la respuesta es menor.

También se evidenciaron diferencias entre leguminosas en cuanto a sus efectos sobre las respuestas a nitrógeno; éstas generalmente fueron más importantes luego de trébol rojo, tal como se visualiza a través de las dosis económicamente óptimas (cuadro 6).

El comportamiento de las especies de leguminosas varió levemente con el ensayo, y más concretamente con su productividad, lo cual lleva a pensar que ésta y no la especie en sí misma sería el factor más importante en la determinación de la residualidad de nitrógeno. Por ejemplo, en el primer año de trigo en el ensayo A, las ecuaciones de respuesta a nitrógeno y las dosis económicamente óptimas fueron similares luego de trébol rojo y trébol blanco, y éstas a su vez fueron mayores que luego de alfalfa (fig. 5 a y cuadro 6). Este comportamiento se relaciona claramente con una mayor producción de materia seca de alfalfa, tanto en el último año de pasturas (fig. 4) como en el total de las mismas (fig. 3).

En el ensayo B la producción de materia seca en el último año para las dos especies perennes, fue notoriamente mayor que la de trébol rojo (fig. 4), lo cual se tradujo en una mayor respuesta después de éste, que se manifestó a través de dosis económicamente óptimas más elevadas, aún hasta el cuarto año de trigo (cuadro 6). Si bien la alfalfa produjo cerca del doble de materia seca en toda la vida de las pasturas en relación al trébol blanco, la producción en el último año fue similar para ambos, lo que explicaría la escasa diferencia en las respuestas a nitrógeno en los trigos subsiguientes. De todas formas, se manifestó una tendencia a obtener mayores respuestas luego de trébol blanco.

En el ensayo C también se visualiza la relación entre respuesta a nitrógeno y productividad de las pasturas. El trébol blanco fue la especie más productiva, tanto en el último año como en el total (figs. 3 y 4), lo que habría inducido menores respuestas posteriores a nitrógeno. El trébol rojo y la alfalfa tuvieron ambos una producción de alrededor de 1.550 kg de MS/ha en el último año. A pesar de ello, en el primer trigo posterior, la dosis económicamente óptima luego de la alfalfa fue de 58 kg de N/ha y luego de trébol rojo 150 kg de N/ha, lo que sugeriría una mayor capacidad de la alfalfa para dejar nitrógeno residual.

#### 4. Estimación del aporte de nitrógeno de las leguminosas a los trigos subsiguientes

En base a las ecuaciones de respuesta, se estimaron las cantidades de nitrógeno que requería el trigo sembrado luego de festuca para igualar los rendimientos sin fertilización del trigo sembrado a continuación de las pasturas con leguminosas. Estos valores representan el aporte de nitrógeno a los cultivos subsiguientes por parte de las leguminosas, y se muestran en el cuadro 7.

En términos generales se puede asumir que los valores presentados en el cuadro 7 están viciados de algunos errores que son intrínsecos del método

Cuadro 7. Aporte de nitrógeno de las diferentes leguminosas a los sucesivos cultivos posteriores de trigo.

Edad de chacra	Ensayo /año	Trébol rojo	Trébol blanco	Alfalfa	Promedio
1	A/76	42	47	47	55
	B/77	4	47	44**	32
	C/78	0	57	41	33
Promedio 1° año de trigo		15	51	54	40
2	A/77	25	0	0	8
	B/78	7	12	29	16
	C/79	0	14**	31	15
Promedio 2° año de trigo		11	9	20	13
3	A/78	14	43	9	22
	B/79	25	58	84	56
	C/80	0	0	3	1
Promedio 3° año de trigo		13	52	32	26
4	A/79	66	39	54	53
	B/80	0	4	10	5
Promedio 4° año de trigo		33	22	32	29
5	A/80	0	0	0	0
	Promedio 5° año de trigo		0	0	0

\*\* No hubo respuesta significativa. Se utilizaron los rendimientos promedio de los 4 niveles de N.

utilizado, y que llevan a subestimar el aporte de nitrógeno por las leguminosas:

- Como se discutió anteriormente, las parcelas de festuca pura sufrieron una cierta contaminación con plantas de trébol blanco, lo cual obviamente constituye una fuente de error, ya que las estimaciones se realizaron partiendo del supuesto de que en dichas parcelas no hubo fijación simbiótica de nitrógeno.
- Esta forma de estimación asume que el nitrógeno agregado como fertilizante tiene un efecto aditivo sobre el nitrógeno mineral del suelo, lo cual no es así, ya que al agregar nitrógeno se inhiben los procesos de mineralización, provocando un fenómeno de sustitución del nitrógeno del suelo por nitrógeno de la urea.
- El número de plantas de festuca por unidad de superficie y su vigor no son los mismos para las siembras puras o en asociación con leguminosas. Esto determina que la presencia o ausencia de éstas no sea la única diferencia entre ambos casos.

Cabe señalar, además, que estos valores se aproximan a la realidad en la medida en que los rendimientos de trigo dependen del nitrógeno disponible en el suelo, ya que fueron calculados a partir de las curvas de respuesta a nitrógeno. En las situaciones en que opera un factor que inhibe fuertemente la respuesta del trigo al agregado de nitrógeno, este tipo de estimaciones fracasan, pues se produce normalmente una gran sobreestimación frente a pequeños cambios en los rendimientos. Tal es el caso del año 1977, fundamentalmente en el ensayo A en donde, debido al ataque de "golpe blanco", se impidió una respuesta normal al nitrógeno. A pesar de esta limitación, y debido a que los rendimientos estuvieron muy asociados al nivel de nitrógeno nítrico del suelo, las estimaciones efectuadas por este método son de una validez considerable, al menos en términos relativos.

Los cultivos de trigo recibieron, promedialmente, 40, 13, 26, 29 y 0 kg de N/ha en el primer año al quinto año, respectivamente. Es decir, que existió

una contribución efectiva de N de las pasturas por lo menos hasta el cuarto año. Es de destacar que estas cifras son muy afectadas por las condiciones climáticas de los diferentes años que intervienen en los promedios. En el ensayo A en 1979, que fue un año de alta mineralización, las tres especies de leguminosas, aún cuatro años después de aradas las pasturas, aportaron 53 kg de N/ha (cuadro 7), cifra similar a la estimada para el primer año de trigo en el mismo ensayo. Ello estaría sugiriendo que el efecto de las leguminosas podría continuar manifestándose durante más tiempo, lo cual no se puede determinar debido a que 1980 —el último año del ensayo— se caracterizó por una pobre mineralización de nitrógeno.

En los tres primeros años de trigo, el aporte de nitrógeno proveniente de las leguminosas perennes fue dos a cuatro veces más importante que el de trébol rojo, siendo similares en el cuarto año. Las especies perennes no mostraron diferencias consistentes entre ellas.

También fueron estimadas las diferencias en aporte de nitrógeno entre las pasturas con leguminosas y trigo continuo (cuadro 8). El procedimiento seguido fue similar al anterior, utilizándose las curvas de respuesta luego de trigo continuo en lugar de festuca. Los valores son superiores a los del cuadro 7, como consecuencia de las diferencias entre festuca y trigo continuo, y muestran una tendencia a decrecer con la edad de la chacra, aunque aún en el quinto año el trigo recibió 18 kg de N/ha más cuando el manejo anterior fue de pasturas con leguminosas.

Cuadro 8. Diferencias en aporte de nitrógeno a los trigos posteriores entre el tratamiento de trigo continuo y las diferentes pasturas.

Edad de chacra	Ensayo /año	Festuca	Trébol rojo	Trébol blanco	Alfalfa	Promedio
1	A/76	31	92	99	132	108
	B/77	33	42	126	121**	96
	C/78	41	38	85	73	65
Promedio 1° año de trigo		35	57	103	109	90
2	A/77*	—	—	—	—	—
	B/78	13	30	43	79	51
	C/79	96	43	103**	112	86
Promedio 2° año de trigo		55	37	73	96	68
3	A/78	0	16	73	3	31
	B/79	0	20	93	150	88
	C/80	20	16	7	23	15
Promedio 3° año de trigo		7	17	58	59	45
4	A/79	38	110	81	98	96
	B/80	27	13	33	42	29
Promedio 4° año de trigo		33	62	57	70	63
5	A/80	18	17	16	22	18
	Promedio 5° año de trigo		18	17	16	22

\* No ajustó ninguna ecuación para trigo continuo.

\*\* No hubo respuesta significativa. Se utilizaron los rendimientos promedio de los 4 niveles de N.

## AGRADECIMIENTO

La información que aquí se presenta es resultado de una tarea de investigación de muchos años sobre variables agronómicas que se manifiestan en la rotación de pasturas y cultivos.

Al culminar en esta publicación un resumen de los principales resultados, los autores deseamos expresar un reconocimiento a la tarea de planeamiento e iniciación de los experimentos por los Ings. Agrs. Lavalleja Castro y Elsa M. de Zamuz y su posterior atención por los Ings. Agrs. José Pérez y Eduardo Capurro, quienes no pudieron culminar esta actividad experimental por haberse alejado de la Institución.

## BIBLIOGRAFÍA

- BLANCHOU, G. 1968. Contribución de diferentes especies de leguminosas y la influencia de la fertilización nitrogenada en la productividad de una pradera de gramínea. Tesis Mag. Sc., La Estanzuela, Uruguay, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 90 p. (Mimeografiado.)
- CASTRO, J. L., PEREZ SANABRIA, J. y ZAMUZ, E. M. de. 1972. Fertilización nitrogenada del trigo. I. Respuesta del cultivo. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", Estación Experimental La Estanzuela. Boletín Técnico N° 16.
- ELGIN JUNIOR, J. H. y LEGG, J. O. Measuring nitrogen fixation in seven alfalfa cultivars (Summary). 35. Field Crops Laboratory, PGGI, ARS, USDA, Beltsville, Maryland, E.U.A.
- HEARD, A. J. 1965. The effect of the nitrogen content of residues from leys on amount of available soil nitrogen and on yield of wheat. Journal of Agricultural Science, Cambridge 64 (3): 329-334.
- HENZELL, E. F. y VALLIS, I. 1977. Transfer of nitrogen between legumes and other crops. In Ayanaba, A. y Dart, P. J. eds. Biological nitrogen fixation in farming systems of the tropics. Chichester, UK, Wiley. pp. 73-88.
- HOOGERKAMP, M. 1973. Accumulation of organic matter under grassland and its effect on grassland and on arable crops. Agricultural Research Reports (Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen) N° 806. 24 p.
- HOYT, P. B. y HENNIG, A. M. F. 1971. Effect of alfalfa and grasses on yield of subsequent wheat crops and some chemical properties of a Gray Wooded Soil. Canadian Journal of Soil Science 51 (2): 177-183.
- PAGE, J. B. 1972. Arable crop rotations. Journal of the Royal Agricultural Society of England 133: 98-105.
- RIXON, A. J. 1972. Yield and quality of four wheat crops subsequent to annual and perennial irrigated pastures. Australian Journal to Agricultural Research 23 (4): 561-571.
- ROBERT, M. D. y ROMERO, G. 1978. Evaluación del efecto de diferentes pasturas y su duración en las propiedades físicas del suelo y el primer cultivo posterior. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 80 p.
- SILVA GENNEVILLE, M. 1966. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y leguminosas asociadas sobre la producción de una pradera. Tesis Mag. Sc., La Estanzuela, Uruguay, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 92 p. (Mimeografiado.)
- STEELE, R. G. D. y TORRIE, J. H. 1960. Principles and procedures of statistics. Nueva York, McGraw-Hill. pp. 222-229.
- TUOHEY, C. L. y ROBSON, A. D. 1980. The effect of cropping after medic and non-medic pastures on total soil nitrogen, and on the grain yield and nitrogen content of wheat. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 20 (103): 220-228.
- UNIVERSITY OF FLORIDA. 1972. Latin American tables of feed composition. Florida. 62 p.
- URUGUAY. Ministerio de Ganadería y Agricultura. DIEA. 1973. Censo General Agropecuario 1970. Montevideo.

16. -----, Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Tomo I. Clasificación de suelos. Montevideo. 96 p.
17. -----, Ministerio de Agricultura y Pesca. DIEA. 1983. Censo General Agropecuario 1980. Montevideo.
18. WATSON, E. R. 1963. The influence of subterranean clover pastures on soil fertility. I. Short-term effects. Australian Journal of Agriculture Research 14: 796-807.
19. WILLIAMS, T. E., CLEMENT, C. R. y HEARD, A. J. 1960. Soil nitrogen status of leys and subsequent wheat yields. International Grassland Congress, 8th, Reading, England. Proceedings. England. pap. 10 A/2. pp. 237-241.

## RESIDUALIDAD DEL NITROGENO DEJADO POR PASTURAS

### II. EFECTO DE LA DURACION DE LAS PASTURAS\*

D. Martino, M. Caldeyro,  
A. Bozzano, W. Baethgen y R. Díaz\*\*

#### RESUMEN

Se evalúan los efectos de diferentes duraciones de pasturas de gramínea/leguminosa sobre el suministro de nitrógeno a los cultivos posteriores a ellas en un experimento de nueve años de duración (1972-1980) instalado en la Estación Experimental La Estanzuela.

El experimento constó de tres ensayos idénticos, instalados en tres años diferentes, siendo los tratamientos festuca pura y en mezcla con tres leguminosas (trébol blanco, trébol rojo y alfalfa), cada uno con tres duraciones (dos, tres y cuatro años). A ellos se sumó un tratamiento de trigo continuo. Luego de las pasturas se sembró trigo con cuatro niveles de fertilización nitrogenada (0, 50, 100 y 150 kg de N/ha) durante tres a cinco años consecutivos.

Los rendimientos relativos de trigo sin N luego de pasturas de cuatro años con respecto a los que siguieron a pasturas de dos años fueron: -6, -3, +7, +6 y +31% del primer al quinto cultivo sucesivo, respectivamente. El buen comportamiento de los primeros dos trigos sembrados luego de pasturas cortas se relacionó con una alta disponibilidad de nitrógeno, producto de la incorporación de materia orgánica rica en este nutriente y de fácil mineralización.

En base a las ecuaciones de respuesta a N de trigos que siguieron a festuca pura, y a los rendimientos sin N de los trigos sembrados luego de pasturas con leguminosas, se estimó el aporte de N residual de éstas. Las pasturas de cuatro años cedieron 131 kg de N/ha a los 5 cultivos de trigo posteriores y dicho suministro fue muy estable en el tiempo, mientras que las pasturas más cortas, aportaron una menor cantidad, concentrada principalmente en los primeros años de cultivo.

#### SUMMARY

The effect of pasture length on nitrogen residuality was evaluated in a long-term trial (1972-1980) at La Estanzuela Experimental Station.

Three identical experiments were established in 1972, 1973 and 1974. The treatments were plain fescue and three mixtures with white clover, red clover and alfalfa. Each pasture had three durations: two, three and four years. There was also a test treatment of continuous wheat. The evaluation of the residual effects was performed on wheat as test crop with split plots at four N levels (0, 50, 100 and 150 kg N/ha) during three to five consecutive years.

The pasture duration interact with the years of cropping on N residuality. Long term (four years) pastures have larger residuality than short term (two year) pastures on the third (7%), fourth (6%), and fifth (31%) year of cropping. On the other hand, short term pastures express higher N residuality than the long term ones on the first (6%) and second (3%) years of cropping. Soil organic matter stability is discussed on these results.

Indirect measurements estimated 131 kg of residual N per ha to the 5 wheat crops after the long term pastures (4 years), where as the two year pastures had less residuality of N (59 kg/ha). Furthermore the amount of N available each year was more stable from the first to the fifth crop with the four year pastures than with the two year ones.

#### INTRODUCCION

La introducción de pasturas en la región agrícola de secano del Litoral del Uruguay conformando sistemas agrícola-ganaderos, permite restaurar la fertilidad de los suelos frente a la degradación que ocasiona la agricultura convencional. Sin embargo, poco se sabe acerca de la velocidad de recuperación de aquellos componentes más importantes (materia orgánica y nitrógeno total) y de los períodos que deben durar las pasturas para alcanzar un sistema de manejo del suelo que restaure su condición original o por lo menos lo mantenga en equilibrio.

Las pasturas instaladas en un suelo degradado por la agricultura pueden demorar muchos años en alcanzar un estado de equilibrio. Russell (15) reportó un incremento lineal de la materia orgánica, aún luego de 39 años de pastura. Johnston (11) observó, en rotaciones cortas (tres años de pasturas y tres de cultivos), una disminución en el contenido de materia orgánica con el transcurso del tiempo, mientras que cuando se realizaron rotaciones de ciclo más largo (nueve a doce años de cada período) el nivel de la misma se mantuvo.

Cuando la etapa de pasturas es más prolongada, los residuos depositados por ellas tienen más tiempo para humificarse y luego, en la etapa de agricultura, se van a descomponer más lentamente que los residuos frescos dejados por pasturas de menor duración.

La cantidad de residuos que deja la pastura, así como su composición química varían ampliamente, y determinan la cantidad de nitrógeno suministrado a los cultivos subsiguientes (18). Según Henzell y Vallis (8), las diferencias entre residuos de leguminosas en cuanto a su capacidad para suministrar nitrógeno a los cultivos subsiguientes radican en los distintos contenidos de este elemento en ellos. Los materiales que contienen menos de 1,5% de nitrógeno, no mineralizan nada de este nutriente en el corto plazo. El nitrógeno de los residuos que no es mineralizado durante el primer año, pasa a formar parte de la materia orgánica del suelo, y se vuelve disponible sólo muy lentamente para los cultivos sucesivos. La importancia de estos fenómenos fue estudiada por Heard (7) quien estimó que el 42% de la variación en los contenidos de nitrógeno mineralizable en el suelo y el 71% de las variaciones en rendimiento del primer cultivo de trigo luego de una pastura, fueron atribuibles a diferencias en el porcentaje de nitrógeno en la materia macroorgánica depositada por ésta.

Es posible concluir entonces, que al arar una

\* Entregado para su publicación en febrero, 1987.

\*\* Técnico (Ing. Agr.), Técnico (Ing. Agr.), Ayudante Técnico (Exp. Agr.), Técnico (Ing. Agr., M.Sc., hasta 1985) y Jefe de Proyecto (Ing. Agr., M.Sc.), Proyecto Suelos EELE, respectivamente.

pradera, los residuos orgánicos con alto contenido de nitrógeno, ya sean restos de plantas, heces u orina, se descomponen liberando una gran cantidad de este nutriente, que podrá quedar disponible para el cultivo siguiente. Si los residuos de la pradera son relativamente ricos en carbono, el nitrógeno sufre una inmovilización en los tejidos microbianos, y podrá ser utilizado lentamente en los años sucesivos.

El porcentaje de plantas de leguminosas presentes en el tapiz en el momento de la roturación de las pasturas incide marcadamente en la residualidad inmediata del nitrógeno proveniente de la pastura (1, 2, 3, 4, 19). Se plantea entonces una gran interrogante en la región agrícola del litoral uruguayo acerca del rol de la gramilla (*Cynodon dactylon* L.) que deja restos con una elevada relación C/N, y que en la mayoría de las situaciones es la especie dominante en el momento de arar las pasturas viejas (6).

En general, las pasturas de mayor duración realizan un aporte de nitrógeno más importante y duradero que las pasturas cortas, siempre y cuando tengan buena persistencia productiva. El mayor aporte de las pasturas viejas se relaciona indudablemente con una mayor acumulación de nitrógeno, debido a que actúan durante un período más prolongado.

Cuando se diseña la rotación de un sistema de producción agrícola-ganadero es primordial conocer cuánto dura la residualidad de nitrógeno aprovechable por los cultivos, en función de la duración que haya tenido la pastura.

En este sentido, Holford (9), trabajando con dos tipos de suelo, estableció que los rendimientos de tres cultivos de trigo fueron similares luego de praderas de alfalfa de distintas edades, pero a partir del cuarto cultivo sucesivo de trigo, desapareció el efecto de la alfalfa de un año y medio, mientras que se siguió manifestando residualidad de nitrógeno luego de tres años y medio de pradera. Las cantidades de nitrógeno que absorbieron los cultivos de trigo provenientes de la alfalfa fueron entre 60 y 90 kg de N/ha/año luego de pasturas cortas y entre 139 y 176 kg de N/ha/año luego de pasturas de mayor duración. Como se puede observar, las pasturas más viejas suministraron una cantidad absoluta mayor que las pasturas jóvenes, pero la transferencia estimada por año de duración de la alfalfa fue de similar magnitud en ambos casos (entre 40 y 50 kg de N/ha/año de alfalfa).

Tas (16) determinó mayores rendimientos de trigo luego de pasturas de gramíneas y trébol de tres años de duración (5,82 t/ha) que luego de pasturas de un año (4,89 t/hectárea). En el segundo cultivo de trigo, a pesar de ser menor, el efecto continuó manifestándose. Williams (18) estudió el efecto de la duración de una pastura de gramínea y trébol blanco sobre el rendimiento de tres cultivos posteriores, que fueron trigo en el primer año, col en el segundo y cebada en el tercero. Los rendimientos luego de la pastura de tres años fueron 30, 16 y 17% superiores con respecto a los rendimientos luego de la pastura de un año de duración, para trigo, col y cebada, respectivamente. Es decir, que el efecto de la pradera se manifestó por lo menos hasta el tercer año de cultivos.

No obstante, otros autores no han encontrado un efecto significativo de la edad de la pastura sobre la transferencia de nitrógeno a los cultivos (10, 12). Watson (17), al aumentar la edad de una pradera de trébol subterráneo, de uno a cinco años, no obtuvo un incremento significativo en el rendimiento en grano del trigo posterior, aunque sí hubo un aumento en el rendimiento de materia seca y en la absorción de nitrógeno del trigo.

En un trabajo anterior (13) ya fue analizado el efecto de distintas especies de leguminosas sobre la residualidad del nitrógeno fijado por ellas. Aquí se discutirán aspectos relativos al efecto de diferentes duraciones de las pasturas.

## MATERIALES Y METODOS

Se instalaron tres ensayos idénticos en la Estación Experimental La Estanzuela iniciados, el primero de ellos (A), en otoño de 1972, el segundo (B) en 1973, y el tercero (C) en el año 1974.

### 1. Diseño experimental

Los tres ensayos (A, B y C) se realizaron con un arreglo factorial incompleto del tipo  $3 \times 4 + 1$  en bloques al azar con tres repeticiones, combinándose cuatro mezclas diferentes de pasturas—festuca (*Festuca arundinacea* Schreb) con alfalfa (*Medicago sativa* L.), festuca con trébol blanco (*Trifolium repens* L.), festuca con trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) o festuca sola— con tres duraciones de las mismas (dos, tres y cuatro años). A éstos se agregó un tratamiento testigo de trigo continuo.

En el ensayo A se realizó la primera siembra de pasturas en el año 1972 (cuatro parcelas por bloque); en 1973 se sembraron cuatro más y, finalmente, en 1974 las cuatro restantes. En 1976 se aró todo el ensayo para sembrar trigo, siendo entonces la duración de las praderas dos, tres y cuatro años. Los ensayos B y C fueron establecidos siguiendo el mismo procedimiento, iniciándose en 1973 y 1974, respectivamente, de modo que en 1977 se aró todo el ensayo B y en 1978 el C.

Las repeticiones en el tiempo del mismo ensayo se realizaron con la finalidad de atenuar el posible efecto del año de implantación de las pasturas sobre el estado de las mismas.

A continuación de las pasturas, en cada ensayo, al sembrar el cultivo de trigo se introduce un nuevo factor, la fertilización con urea en cuatro niveles: 0, 50, 100 y 150 kg de N/hectárea. Cada parcela, entonces, fue dividida en cuatro subparcelas, en las que se distribuyeron aleatoriamente las dosis de nitrógeno. Las parcelas principales midieron 8 m de ancho por 20 m de largo, mientras que la medida de las subparcelas fue de 2 m por 20 metros.

Otros detalles de los materiales y métodos empleados se reportan en la primera contribución de esta actividad experimental (13).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. Rendimiento de trigo sin fertilización nitrogenada

La edad de las pasturas en el momento de su roturación, aunque no en forma considerable, afectó el rendimiento de los cultivos de trigo posteriores a las mismas (cuadro 1). En términos generales, los rendimientos máximos en el primer cultivo correspondieron a los tratamientos de pasturas más cortas, mientras que, a partir del tercer año de agricultura, la situación se revirtió pasando a ser las pasturas de cuatro años de duración las que determinaron una mayor productividad.

La máxima producción de materia seca de leguminosas en una pradera se alcanza en el segundo año, decreciendo posteriormente, hasta que en el cuarto año se alcanza un predominio del componente gramínea, sea *Festuca* o *Cynodon* (6). Ello conduce a que la composición química de los residuos de una pastura al ser arada dependa de su edad en ese momento, siendo la relación C/N menor a los dos que a los cuatro años. Cuanto mayor es la productividad del componen-

Cuadro 1. Rendimiento de trigo (kg/ha) sin fertilización nitrogenada luego de diferentes pasturas en distintos años.

Edad de la chacra	Ensayo	Año	Trébol rojo			Trébol blanco			Alfalfa			MDS(5%)
			2 años	3 años	4 años	2 años	3 años	4 años	2 años	3 años	4 años	
1	A	1976	1293 a	1056b	1049b	1392a	976c	1189b	1449b	1731a	1188c	149
	B	1977	736ab	599b	856a	1119a	881b	1132a	1068a	1049a	963a	198
	C	1978	1520a	1196b	1310ab	1378b	1720a	782a	1641a	1714a	1476a	240
Promedio			1183a	95ac	1072b	1296ab	1192b	1368a	1386b	1498a	1209c	111
2	A	1977	736a	790a	777a	584b	780a	698a	670b	648b	791a	108
	B	1978	1107a	1042a	1147a	1421a	1176b	1106b	1511ab	1327b	1606a	235
	C	1979	1759a	1604a	1678a	2193a	2046a	1750b	2063a	2054a	2168a	272
Promedio			1201a	1145a	1201a	1399a	1334a	1185b	1415b	1343b	1522a	121
3	A	1978	1675a	1388a	1703a	1794b	1764b	2192a	1577a	1460a	1463a	335
	B	1979	2036b	1851b	2314a	2363a	2254a	2327a	2411b	2384b	2761a	233
	C	1980	622a	626a	758a	593a	618a	481a	709a	693a	770a	164
Promedio			1444b	1288c	1592a	1583a	1545a	1667a	1566ab	1512b	1665a	142
4	A	1979	2040b	2316a	2171ab	2030a	2113a	2032a	2249a	2124a	2072a	182
	B	1980	485a	344a	619a	478a	595a	614a	464a	634a	691a	426
Promedio			1263a	1330a	1395a	1254a	1354a	1323a	1357a	1379a	1382a	226
5	A	1980	828b	819b	1024a	792b	837ab	1015a	853b	819b	1108a	195

\* Años sucesivos de trigo.

Las comparaciones de medias son dentro de cada tipo de pastura.

te leguminosa, en una pastura que es incorporada al suelo, mayor es la cantidad de nitrógeno que se mineraliza en el corto plazo (7, 8), y ésta podría ser la causa de que los rendimientos en el primer año de trigo fueran superiores luego de pasturas de dos años. En los tres experimentos se observó una relación lineal entre la producción de materia seca de leguminosas en el último año de pasturas y el rendimiento de trigo en el primer año. Por cada tonelada de aumento en la materia seca de leguminosas el rendimiento aumentó, según los ensayos, entre 38 y 161 kg/ha (fig. 1).

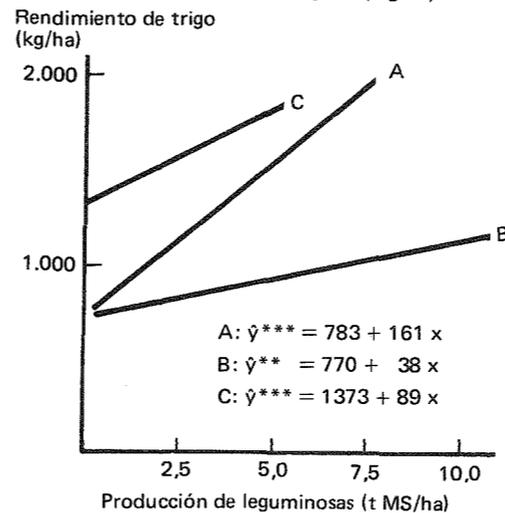


Figura 1. Relación entre los rendimientos del primer cultivo de trigo sin fertilización nitrogenada (kg/ha) y los rendimientos de leguminosas (t MS/ha) en el último año de las diferentes pasturas en los tres ensayos.

La mayor producción total de las pasturas más duraderas, así como la supuesta mayor estabilidad de la materia orgánica aportada por ellas, habrían permitido que en el largo plazo ocurriera

una mayor mineralización del nitrógeno, lo que habría llevado a que los rendimientos luego del tercer año de trigo fueran mayores a continuación de pasturas de cuatro años.

Asimismo, las propiedades físicas del suelo son mejoradas por pasturas de gramínea/leguminosa, y dicho efecto es tanto mayor, cuanto mayor es la duración de las pasturas, tal como lo determinaron Robert y Romero (14) en estos mismos experimentos. También al aumentar la edad de la chacra, las mismas se deterioran (5). Es de esperar que dicho deterioro se manifieste antes luego de pasturas de corta duración.

Los niveles de nitrógeno nítrico en el momento de la siembra de los cultivos de trigo muestran un aceptable grado de correspondencia con los rendimientos de grano, lo que parece confirmar los conceptos anteriores (cuadro 2). Allí se aprecia que en el primer año luego de las pasturas, el contenido de  $N-NO_3$  en los primeros 20 cm del perfil del suelo, es mayor en las de dos que en las de cuatro años. Lamentablemente no se dispone de la información acerca de capas más profundas, que indudablemente también participan en la dinámica del nitrógeno en el suelo, siendo en muchos casos más importantes que las superficiales. Por esta razón, se presentan en la figura 2 los niveles de  $N-NO_3$  para distintos tratamientos en el año 1979, el cual presentó características que determinaron una alta tasa de mineralización de la materia orgánica y una mínima lixiviación. Se observan allí las mismas tendencias, resaltándose los altos valores de  $N-NO_3$  en el segundo y tercer año de trigo luego de pasturas de alfalfa de dos y cuatro años, respectivamente. También es de destacar la escasa residualidad de las pasturas de trébol rojo de dos años, que ya en el segundo trigo mostraban valores inferiores que los de tres y cuatro años.

Cuadro 2. Contenido de nitrógeno nítrico (kg N-NO<sub>3</sub>/ha) en los 20 cm superficiales del suelo en el momento de la siembra de los trigos.

Especie	Trébol rojo			Trébol blanco			Alfalfa			Promedio		
	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Primer trigo	5	3	1	19	8	7	16	13	8	13	8	5
Segundo trigo	10	11	16	13	13	12	27	15	13	17	13	14
Tercer trigo	10	11	14	15	16	14	15	15	23	13	14	17
Cuarto trigo	12	18	18	16	11	18	15	15	18	14	15	18
Quinto trigo	4	2	1	1	1	2	3	3	1	3	2	1

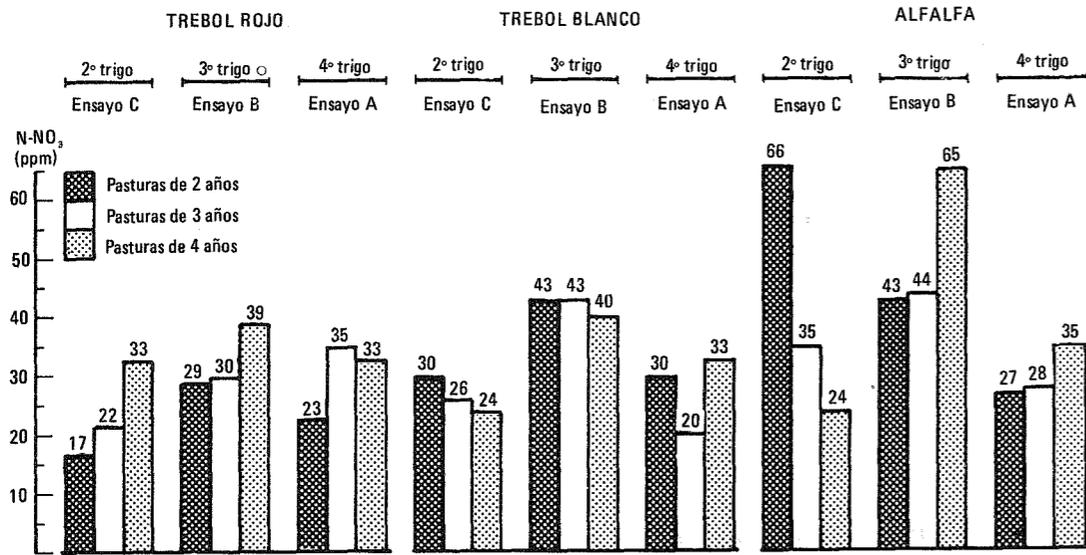


Figura 2. Nitrógeno nítrico en los 20 cm superficiales del suelo en el momento de la siembra de trigo en 1979.

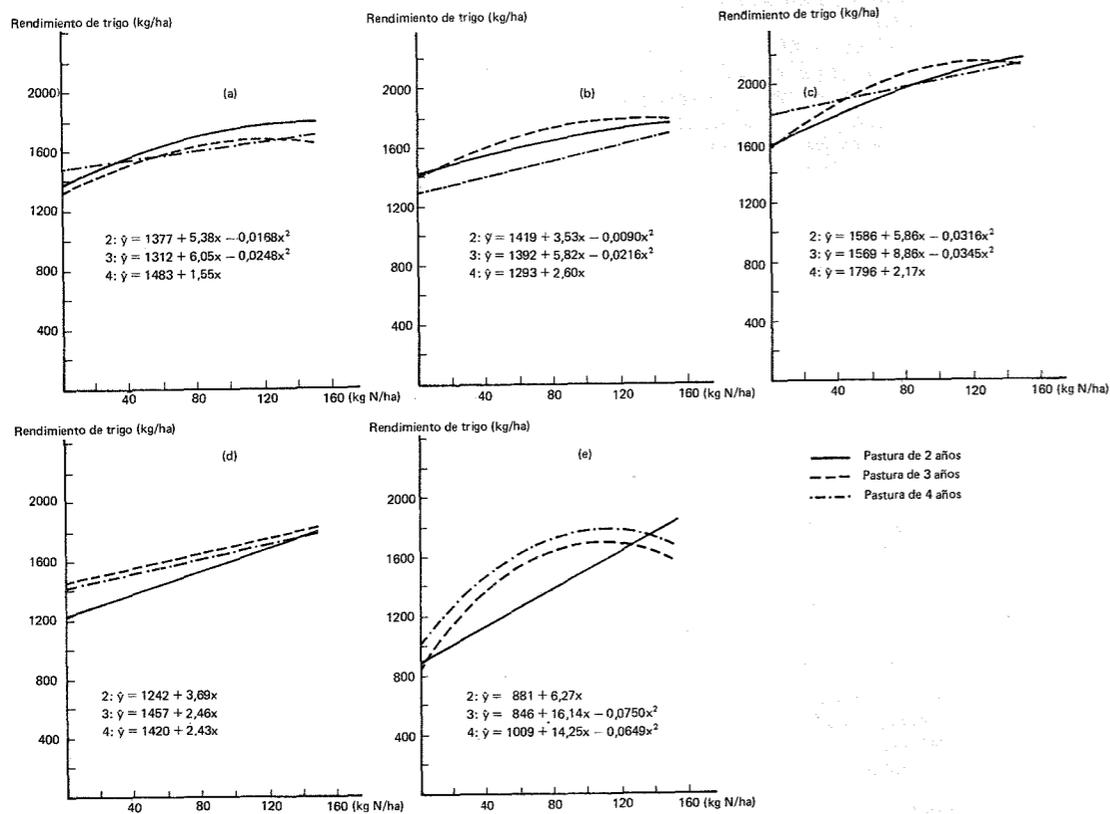


Figura 3. Respuesta de los cultivos de trigo sembrados luego de pasturas de trébol blanco a la fertilización nitrogenada (a), (b), (c), (d) y (e): primero al quinto cultivo, respectivamente. Todas las ecuaciones son significativas al nivel 10% de probabilidad, y fueron calculadas para el promedio de los tres ensayos.

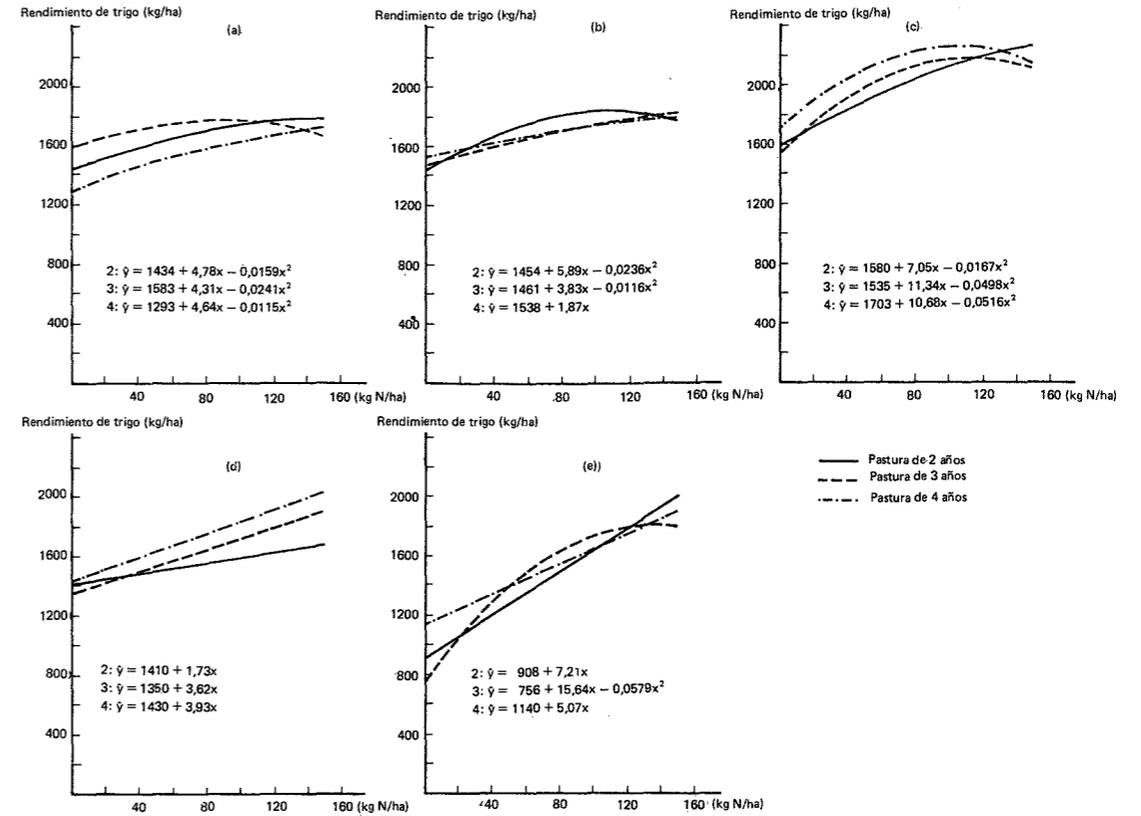


Figura 4. Respuesta de los cultivos de trigo sembrados luego de pasturas de alfalfa a la fertilización nitrogenada (a), (b), (c), (d) y (e): primero al quinto cultivo, respectivamente. Todas las ecuaciones son significativas al nivel 10% de probabilidad, y fueron calculadas para el promedio de los tres ensayos.

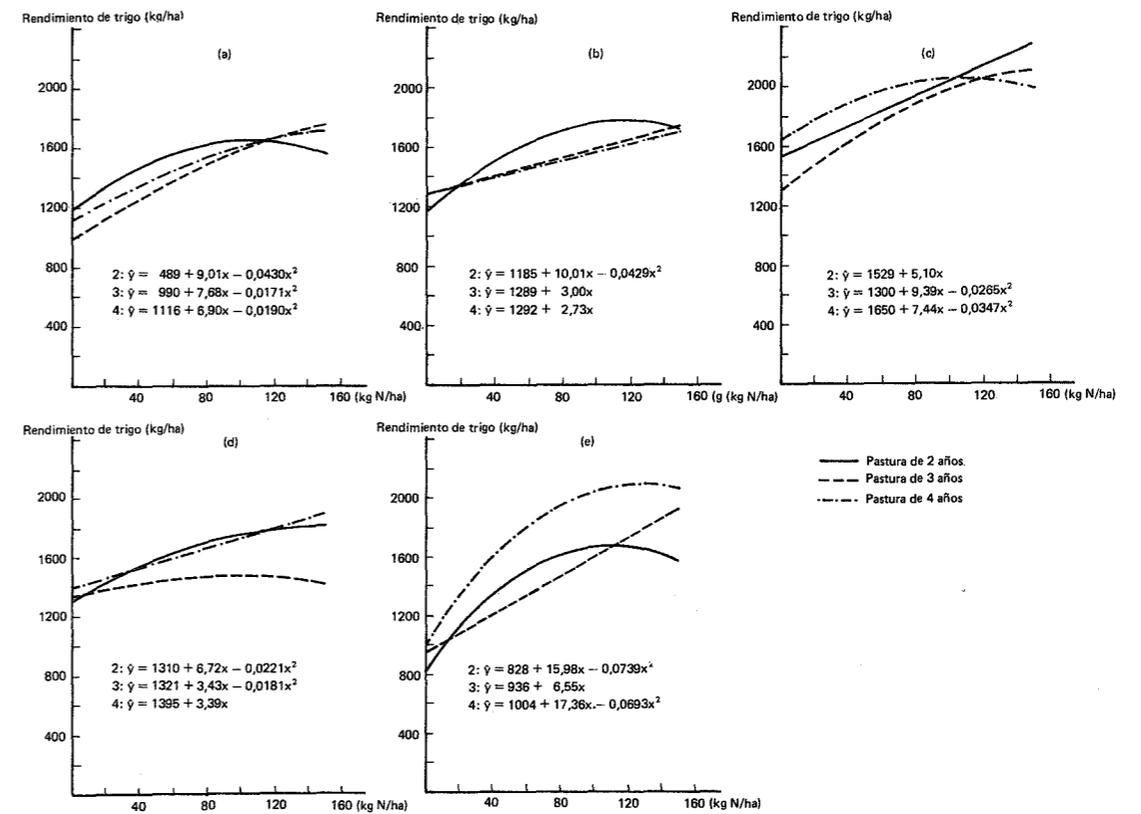


Figura 5. Respuesta a los cultivos de trigo sembrados luego de pasturas de trébol rojo a la fertilización nitrogenada (a), (b), (c), (d) y (e): primero al quinto cultivo, respectivamente. Todas las ecuaciones son significativas al nivel 10% de probabilidad y fueron calculadas para el promedio de los tres ensayos.

2. Respuesta al agregado de nitrógeno

En las figuras 3, 4 y 5 se presentan las curvas de respuesta a nitrógeno de trigos sembrados luego de trébol blanco, alfalfa y trébol rojo, respectivamente, para diferentes edades de chacra y duraciones de pasturas.

Las diferencias en rendimiento de grano sin fertilización, generalmente desaparecieron con el agregado de nitrógeno, lo que sugiere que las mismas eran atribuibles en gran parte a diferencias en la disponibilidad de este elemento. Solamente en el caso del quinto cultivo de trigo luego de trébol rojo y en el cuarto después de alfalfa, se observó una consistente superioridad de las pasturas de cuatro años, presumiblemente por alguna limitación en la condición física del suelo en el caso de las pasturas más breves.

Las respuestas a nitrógeno estimadas a través de las dosis a las cuales la pendiente de las curvas de regresión es igual a 5 (dosis económicamente óptimas para una relación de precios kg de N/kg de trigo igual a 5), fueron mayores para los tratamientos de dos años de duración, especialmente a medida que aumentó la edad de la chacra (cuadro 3).

Cuadro 3. Dosis de N económicamente óptimas (kg de N/ha para una relación de precios kg de N/kg de trigo = 5) en función de la especie y duración de la pastura previa en chacras de 1 a 5 años de agricultura.

	2 años	3 años	4 años
Trébol blanco	11	21	0
1 Trébol rojo	47	78	50
Alfalfa	0	0	0
Promedio	28	23	0
Trébol blanco	0	19	0
2 Trébol rojo	58	0	0
Alfalfa	19	0	0
Promedio	29	0	0
Trébol blanco	32	49	0
3 Trébol rojo	150	83	35
Alfalfa	61	64	55
Promedio	50	66	31
Trébol blanco	0	0	0
4 Trébol rojo	39	0	0
Alfalfa	0	0	0
Promedio	0	0	0
Trébol blanco	150	74	71
5 Trébol rojo	74	150	89
Alfalfa	150	92	150
Promedio	98	88	81

Cuadro 4. Estimación de la cantidad de N residual aportado por pasturas de leguminosas según su duración, para cinco cultivos de trigo posteriores a las mismas (kg de N/ha).

Especie	Trigo 1			Trigo 2			Trigo 3			Trigo 4			Trigo 5			Total		
	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Alfalfa	56	82	29	17	18	36	15	10	42	17	6	22	0	0	30	105	116	275
T. blanco	48	39	54	13	9	6	16	14	53	0	25	20	0	0	21	77	87	154
T. rojo	23	1	10	0	0	6	9	0	36	0	1	10	0	0	20	32	2	88
Promedio*	41	36	29	4	8	15	13	2	44	1	11	19	0	0	24	59	57	131

\* Debido a la metodología utilizada, el valor promedio no necesariamente debe coincidir con la simple media aritmética de los valores individuales de cada especie.

En el primer año de trigo no se verificó una mayor respuesta luego de las pasturas de cuatro años, tal como era esperable de acuerdo con lo discutido anteriormente. Posiblemente la presencia de gramilla, especialmente en el caso de la alfalfa, actuando como inmovilizador de nitrógeno, haya sido el factor causante de esta baja respuesta.

3. Estimación del aporte residual del nitrógeno

Tomando como base las ecuaciones representadas gráficamente en las figuras 3, 4 y 5, se estimó la cantidad de nitrógeno que requería el trigo sembrado luego de pasturas de 2, 3 y 4 años de duración, para igualar los rendimientos sin fertilización de trigo posterior a festuca de 2, 3 y 4 años (cuadro 4). Las limitaciones de esta metodología ya fueron discutidas en la primera parte de este trabajo (13). A ellas debe agregarse que en este caso, aparentemente se sobreestimaría el nitrógeno residual de las pasturas de dos años, como consecuencia de que los rendimientos de trigo luego de festuca de 2 años fueron casi siempre inferiores en todo el rango de fertilización a los correspondientes a festucas de 3 y 4 años (fig. 6). Por esta razón, a efectos de calcular el nitrógeno residual de pasturas de dos años, se utilizaron las ecuaciones correspondientes a festuca de tres años de duración.

Las pasturas de dos años dejaron una mayor cantidad de nitrógeno residual para el primer trigo, mientras que las pasturas de mayor duración suministraron una mayor cantidad global, con una mayor persistencia. Este comportamiento fue similar para las tres especies.

La cifra de 131 kg de N/ha aportadas por pasturas de cuatro años (33 kg de N/ha/año de pastura) sugiere que en las condiciones de estos experimentos actúan en forma importante procesos que impiden un uso eficiente del nitrógeno fijado por las leguminosas por parte de los cultivos.

BIBLIOGRAFIA

- CLEMENT, C. R. 1961. Benefits of leys: Structural improvement on nitrogen reserves. *Journal of the British Grassland Society* 16 (3): 194-200.
- y BACK, H. L. 1966. Prediction of nitrogen requirements of arable crops following crops. Hurley, Great Britain, Grassland Research Institute. pp. 61-70. Reimpreso.
- , 1966. Effect of cut and grazed sward on the supply of nitrogen to subsequent arable crops. Hurley, Great Britain, Grassland Research Institute. pp. 166-171. Reimpreso.
- COOPER, C. S. y ESLICK, R. F. 1963. Influence of pasture type and management practice upon subsequent barley yield. *Agronomy Journal* 55: 429-432.
- GARCIA, F. y BELOQUI, C. 1978. Efecto de la edad de la chacra y el manejo anterior sobre algunas pro-

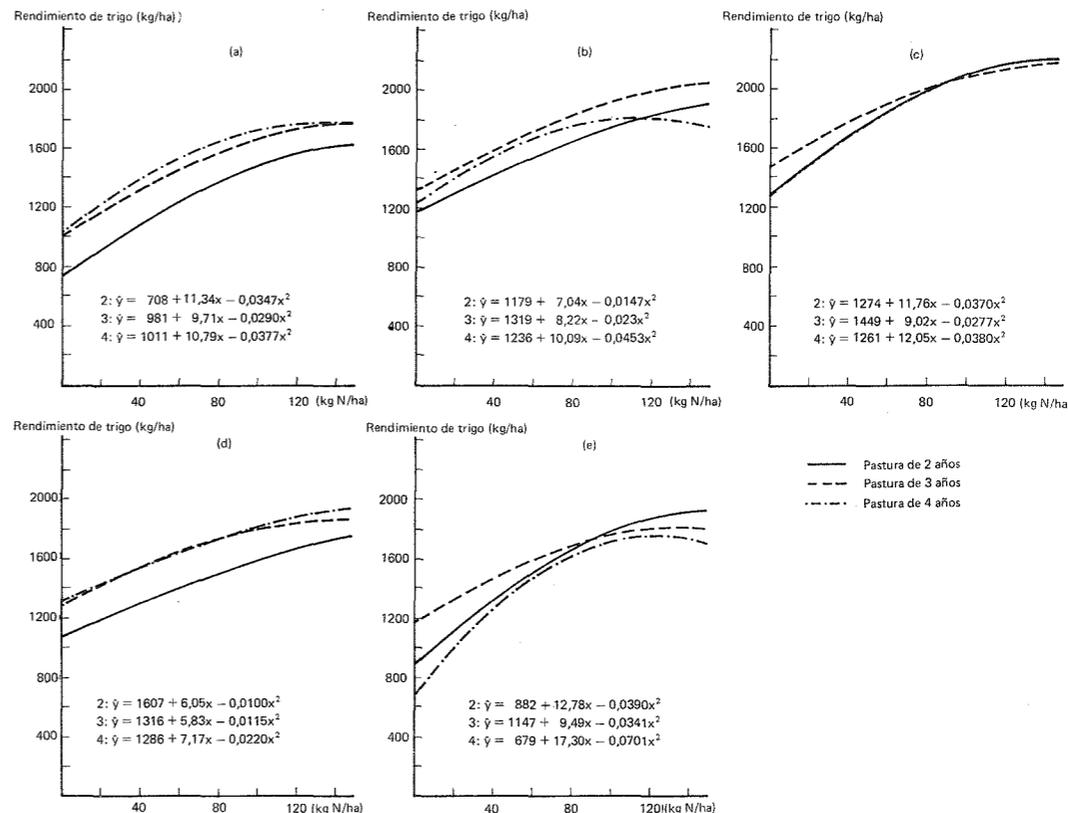


Figura 6. Respuesta de los cultivos de trigo sembrados luego de festuca pura a la fertilización nitrogenada (a), (b), (c), (d) y (e): primero al quinto cultivo, respectivamente. Todas las ecuaciones son significativas al nivel 10% de probabilidad y fueron calculadas para el promedio de los tres ensayos.

- , 1966. Effect of cut and grazed sward on the supply of nitrogen to subsequent arable crops. Hurley, Great Britain, Grassland Research Institute. pp. 166-171. Reimpreso.
- COOPER, C. S. y ESLICK, R. F. 1963. Influence of pasture type and management practice upon subsequent barley yield. *Agronomy Journal* 55: 429-432.
- GARCIA, F. y BELOQUI, C. 1978. Efecto de la edad de la chacra y el manejo anterior sobre algunas propiedades físicas del suelo. *In* Reunión Técnica, 1a., Montevideo, Uruguay. 1978. Trabajos. Montevideo, Facultad de Agronomía, pp. 126-130.
- GARCIA, J. A. et al. 1981. Factores que afectan la productividad y estabilidad de praderas. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", Estación Experimental La Estanzuela. Miscelánea N° 29. 23 p.
- HEARD, A. J. 1965. The effect of the nitrogen content of residues from leys on amount of available soil nitrogen and on yields of wheat. *Journal of Agricultural Science* 64 (3): 329-334.
- HENZELL, E. F. y VALLIS, I. 1977. Transfer of nitrogen between legumes and other crops. *In* Ayanaba, A. y Dart, P. J. eds. Biological nitrogen fixation in farming systems of the tropics. Chichester, UK, Wiley. pp. 73-88.
- HOLFORD, I. C. R. 1980. Effects of duration of grazed lucerne on long-term yields and nitrogen uptake of subsequent wheat. *Australian Journal of Agricultural Research* 31 (2): 239-250.
- HOYT, P. B. y HENNING, A. M. F. 1971. Effect of alfalfa and grasses on yield of subsequent wheat crops and some chemical properties of a Gray Wooded Soil. *Canadian Journal of Soil Science* 51 (2): 177-183.
- JOHNSTON, A. E. 1973. The effects of ley and arable cropping systems on the amounts of soil organic matter in the Rothamsted and Woburn ley arable experiments. Rothamsted Experimental Station. Report for 1972. Part II. pp. 131-159.
- LYON, T. L. y BIZZELL, J. A. 1973. Nitrogen accumulation in soil as influenced by the cropping sys-

- , 1966. Effect of cut and grazed sward on the supply of nitrogen to subsequent arable crops. Hurley, Great Britain, Grassland Research Institute. pp. 166-171. Reimpreso.
- COOPER, C. S. y ESLICK, R. F. 1963. Influence of pasture type and management practice upon subsequent barley yield. *Agronomy Journal* 55: 429-432.
- GARCIA, F. y BELOQUI, C. 1978. Efecto de la edad de la chacra y el manejo anterior sobre algunas propiedades físicas del suelo. *In* Reunión Técnica, 1a., Montevideo, Uruguay. 1978. Trabajos. Montevideo, Facultad de Agronomía, pp. 126-130.
- GARCIA, J. A. et al. 1981. Factores que afectan la productividad y estabilidad de praderas. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", Estación Experimental La Estanzuela. Miscelánea N° 29. 23 p.
- HEARD, A. J. 1965. The effect of the nitrogen content of residues from leys on amount of available soil nitrogen and on yields of wheat. *Journal of Agricultural Science* 64 (3): 329-334.
- HENZELL, E. F. y VALLIS, I. 1977. Transfer of nitrogen between legumes and other crops. *In* Ayanaba, A. y Dart, P. J. eds. Biological nitrogen fixation in farming systems of the tropics. Chichester, UK, Wiley. pp. 73-88.
- HOLFORD, I. C. R. 1980. Effects of duration of grazed lucerne on long-term yields and nitrogen uptake of subsequent wheat. *Australian Journal of Agricultural Research* 31 (2): 239-250.
- HOYT, P. B. y HENNING, A. M. F. 1971. Effect of alfalfa and grasses on yield of subsequent wheat crops and some chemical properties of a Gray Wooded Soil. *Canadian Journal of Soil Science* 51 (2): 177-183.
- JOHNSTON, A. E. 1973. The effects of ley and arable cropping systems on the amounts of soil organic matter in the Rothamsted and Woburn ley arable experiments. Rothamsted Experimental Station. Report for 1972. Part II. pp. 131-159.
- LYON, T. L. y BIZZELL, J. A. 1973. Nitrogen accumulation in soil as influenced by the cropping system. *Journal of the American Society of Agronomy* 25: 266-272.
- MARTINO, D. et al. 1987. Residualidad del nitrógeno dejado por pasturas. I. Efecto de la composición botánica de la pastura. *Investigaciones Agronómicas* 7 (1). En prensa.
- ROBERT, M. D. y ROMERO, G. 1978. Evaluación del efecto de diferentes pasturas y su duración en las propiedades físicas del suelo y el primer cultivo posterior. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 80 p.
- RUSSELL, J. S. 1960. Soil fertility changes in the long-term experimental plots at Kybybolite, South Australia. I. Changes in pH, total nitrogen, organic carbon, and bulk density. *Australian Journal of Agricultural Research* 11: 902-26.
- TAS, M. V. 1979. Nitrogen manuring of winter wheat. I. Nitrogen requirements of winter wheats following one or three years leys. *Experimental Husbandry* 35: 115-121.
- WATSON, E. R. 1963. The influence of subterranean clover pastures on soil fertility. I. Short-term effects. *Australian Journal of Agriculture Research* 14: 796-807.
- WILLIAMS, T. E. 1960. Leys and subsequent arable productivity. *Journal of the British Grassland Society* 15 (2): 189-194.
- , CLEMENT, C. R. y HEARD, A. J. 1960. Soil nitrogen status of leys and subsequent wheat yields. *International Grassland Congress*, 8th., Reading, England, 1960. Proceedings. England. pap 10A/2. pp. 237-241.

## EPOCA DE DRENAJE Y COSECHA DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)\*

F. Blanco\*\*  
R. Méndez

### RESUMEN

En el año agrícola 1983-84 se instaló un ensayo para evaluar el efecto del retiro del agua y de distintas épocas de cosecha sobre el rendimiento, calidad industrial y germinación del arroz (*Oryza sativa* L.).

Se utilizó el diseño de parcelas divididas en bloques al azar con tres repeticiones con épocas de drenaje en parcela grande y época de cosecha en la parcela chica.

Los tratamientos de retiro del agua fueron cuatro, a 20, 30, 40 y 50 días del 50% de la floración y un testigo mantenido con agua hasta la cosecha.

Las épocas de cosecha fueron tres, a 50, 60 y 70 días del 50% de la floración.

Se midió la evolución de la humedad del suelo por el método gravimétrico y balance hídrico y se relacionó con la resistencia a la penetración.

Se registró el rendimiento, la calidad industrial y el porcentaje de germinación.

Se obtuvo la función  $Y = 92,21 X^{-0,19}$  entre humedad del suelo (Y) y resistencia a la penetración (X).

El rendimiento en grano no fue afectado ni por las épocas de drenaje ni por las épocas de cosecha.

El peso de 1.000 granos se vio afectado al 1% por la época de cosecha y se encontró interacción época de drenaje por época de cosecha, significativa al 1%.

Se encontraron efectos altamente significativos de la época de cosecha sobre el porcentaje de verde.

En la calidad industrial la época de drenaje afectó al porcentaje de entero (al 10%) y la época de cosecha al porcentaje de quebrado (al 10%) y al porcentaje de panza blanca (al 1%).

Para el porcentaje de germinación se encontró efecto al 1% para época de cosecha.

Se concluye que el drenaje del agua de inundación es una práctica recomendable, siendo la mejor época a los 30 días posfloración y la cosecha 20 días después.

Con respecto al humedad en el suelo, el momento ideal se sitúa entre 7 y 10 días luego del retiro del agua sin precipitaciones.

mantener el suelo inundado hasta el final, se evitan las últimas reposiciones.

- 4) Se conserva la nivelación. La sistematización de la chacra se mantiene y se mejora en años sucesivos.
- 5) Se permite el escurrimiento superficial, evitando los encharcamientos y la saturación del suelo.
- 6) Se facilitan las operaciones de laboreo. Al no existir excesos de agua, la preparación del suelo se puede realizar antes.
- 7) Siembra en época del próximo cultivo o pradera en cobertura.

### REVISION BIBLIOGRAFICA

#### A. Fisiología al momento de la madurez e incidencia del agua

Según Huber (7), Matsushima y Wada (8) y Stansel (10), el almidón acumulado primero en los tallos y vainas de las hojas antes de la floración y el almidón sintetizado por la fotosíntesis después de la floración es rápidamente trasladado a la panoja, completando la máxima acumulación alrededor de 30 días después de la floración. La actividad fotosintética de las 3 hojas superiores es muy alta. La traslocación de carbohidratos de tallos y hojas es máxima hasta 20 días luego de la antesis. Tan pronto los carbohidratos son transportados dentro del grano en desarrollo, éste comienza a perder humedad.

Huber (7) en la revisión bibliográfica establece que el tamaño del grano es determinado definitivamente a los 20 días de la floración, ya que su largo alcanza el máximo 10 días después de la floración y el grosor es completado recién a los 20 días. El peso final de los 100 granos máximo es obtenido en general a los 45 días de la floración. Stansel (10) informa que el grado de llenado y las condi-

ciones climáticas durante este período de maduración determinan el rendimiento molinero y la calidad culinaria.

Para Nojima y Tanaka (8), en este período de maduración si hay carencia de agua, la actividad fotosintética y la traslocación de carbohidratos a la panoja será retardada. Recién es adecuado drenar el cultivo a los 20-25 días de la emergencia de la panoja. La calidad del arroz está generalmente relacionada al comienzo del drenaje en el período de madurez. Cuanto más temprano el momento de drenaje, mayor el quebrado, más liviano el peso de grano y más pobre la calidad del arroz.

Deker, citado por Stoner *et al.* (11), afirma que la deficiencia de agua en el período de 15 a 20 días antes, hasta 20-25 después de la floración, resulta en un desarrollo incompleto de las características de la planta que determinan la producción.

Stone *et al.* (11), estudiando la supresión de agua en diferentes fases del cultivo, llegaron a la conclusión de que el agua ya no es más necesaria a partir de la fase lechosa de llenado de grano a la maduración completa.

#### B. Efecto de la época de drenaje

Boerema y McDonald (1) realizaron un estudio donde drenaron en cuatro estados de desarrollo: 1) final de floración, 2) estado lechoso, 3) pastoso duro y 4) madurez completa, y midieron el rendimiento, densidad de panojas, peso de panoja, porcentaje de glumas vacías y peso de 1.000 granos, así como calidad industrial.

El drenaje del agua al final de la floración resultó en vuelco del cultivo 10 días posteriores, no habiendo problemas al estado pastoso duro y madurez.

Drenando al estado pastoso duro de madurez, produjo resultados comparables con aquellos obtenidos cuando el drenaje era postergado hasta la madurez completa. El rendimiento y calidad molinera eran casi idénticos para los dos tratamientos.

La remoción del agua 11 días más temprano, al estado lechoso, redujo el rendimiento en 1 t/acre y afectó seriamente la calidad del grano. El porcentaje de glumas vacías era comparable con los tratamientos más tardíos pero los pesos de panoja y de 1.000 granos eran bajos indicando que la humedad se tornaba limitante antes que el grano se desarrollara completamente. Esto era verificado en el análisis de molino cuando un alto porcentaje de granos quebraba y además contenía panza blanca en todos los granos.

El tratamiento aplicado al final de floración redujo el rendimiento en 1 t/acre y produjo un grano de muy pobre calidad. El desarrollo del grano fue reducido, el peso de 1.000 granos y el rendimiento eran bajos. Un alto porcentaje de granos quebraban durante el molinado y todos los granos tenían manchas yesosas.

Según Hodges (6), en E.U.A. el agua de riego es retirada cuando el arroz comienza a doblar la panoja, teniendo suficiente tiempo para que el terreno se seque.

Duarte *et al.* (3) establecieron un ensayo a campo durante 3 años y en tanques durante 2 años consecutivos siendo las épocas de drenaje a los 20, 25, 30 y 35 días posfloración usando los cultivares De Abril e IAC 435. Se determinó el efecto sobre: rendimiento, peso de 1.000 granos, rendimiento industrial, porcentaje de granos yesosos, quebrado y panza blanca.

Llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Los rendimientos para las cuatro épocas de drenaje no fueron estadísticamente diferentes indicando el drenaje a los 20 días como el mejor.
2. Para el cultivar De Abril, en condiciones de cam-

po, las épocas estudiadas no ejercieron influencia sobre el peso de 1.000 granos, ni sobre el rendimiento industrial, ni sobre el porcentaje de quebrados. Interfirieron significativamente en los porcentajes de panza blanca y yesosos, recomendando para el primero el drenaje final a los 35 días y para el segundo a los 20 días como el mejor. Para la interacción años por tratamiento se mostró significativa para el rendimiento industrial, presentando el drenaje final a los 25 días el mejor porcentaje para los años agrícolas 1969-70 y 1971-72 y el de 20 días el mayor para los años 1970-71 y 1971-72. La investigación realizada en tanques no demostró efectos significativos para las características estudiadas.

3. Para el cultivar IAC 435, las épocas estudiadas mostraron significancia para el rendimiento industrial, siendo el de 25 días después de la floración el que muestra más alto porcentaje seguido por el de 20 días.

Stone y Fonseca (12) realizaron un experimento donde estudiaron la influencia del drenaje final a 7, 14, 18 y 35 días del inicio de la floración, y maduración completa, sobre el número de granos llenos por panoja, peso de 1.000 granos, rendimiento, peso hectolítrico, rendimiento industrial y quebrado para dos cultivares, IAC 435 e IR 841.

Concluyeron que:

- a) El rendimiento en granos para el cultivar IAC 435 no es afectado por las épocas de drenaje, mientras que IR 841 rindió más a medida que el drenaje fue más tarde debido a su más largo período de emisión de panojas.
- b) El rendimiento en granos enteros de los dos cultivares y el rendimiento industrial del cultivar IR 841, fueron mayores a medida que se postergaba el drenaje, mientras que el rendimiento industrial de IAC fue mayor cuando el drenaje fue efectuado a los 31 días luego de la floración.
- c) Considerando la producción, recomiendan drenar el cultivo una semana después de la floración para IAC 435 y en la maduración completa para IR 841. Teniendo en cuenta el rendimiento industrial, recomiendan drenar a los 31 días después de la floración para IAC 435 y en la maduración completa para IR 841. Asociando producción y rendimiento industrial en la economía del agua, recomiendan drenar el cultivo a los 30 días después de la floración para ambos cultivares.

En Brasil (Pelotas), Gomes, Pauletto y Turatti (5) durante dos años consecutivos realizaron el estudio del manejo del agua sobre rendimiento de grano y porcentaje de granos enteros con la variedad Bluebelle. Se combinó 3 épocas de inicio de la inundación (14, 28 y 42 días del inicio de la emergencia) y 4 épocas de supresión de la inundación (70, 84, 98 y 112 días después de la emergencia). El experimento arrojó resultados significativos solo a épocas del inicio de la inundación resultando superiores en rendimiento de grano las épocas 14 y 28 días. La supresión de agua no tuvo influencia significativa. El porcentaje de granos enteros tampoco fue influido estadísticamente.

Pauletto, Gomes y Turatti (9) concluyeron que el retiro de agua a los 85 días después de la emergencia no afecta los rendimientos ni el porcentaje de entero de la variedad Bluebelle.

Chao Cheng-nan (2) efectuó drenajes a 10, 15, 20, 25 y 30 días posteriores a la emergencia de la panoja y sus resultados preliminares muestran que cuanto más se postergaba el drenaje mayores eran los rendimientos.

Acosta y Chebataroff (13) estudiaron la influencia del drenaje final en el rendimiento, calidad in-

\* Recibido para su publicación en agosto, 1986.

\*\* Jefe del Proyecto Riego y Drenaje (M.Sc.) y Técnico (Ing. Agr.) del Proyecto Experimentación Integrada, EEE, respectivamente.

dustrial y germinación del arroz de la variedad Bluebelle.

Las épocas de drenaje fueron a 17, 25 y 33 días de la mediana de la floración y un testigo mantenido con agua hasta la cosecha. Se interaccionó con 6 épocas de cosecha a partir del momento de drenaje. El máximo rendimiento de arroz cáscara fue obtenido con el drenaje a los 35 días posfloración y cosechado 10 a 20 días después.

En calidad industrial el blanco total fue mayor a partir de las cosechas de 45 días posfloración y el porcentaje de entero no tuvo diferencias significativas a los momentos de drenaje y a las épocas de cosecha. Sin embargo, hubo interacción al 1% a favor de épocas de drenaje y cosecha tardías.

El máximo porcentaje de germinación se obtuvo con el drenaje realizado a los 35 días posfloración.

Gomes *et al.* (4) establecen que el período de irrigación adecuado resultante de los experimentos es aquel que va desde 30 días después de la emergencia ( $\pm 80\%$  de emergencia) hasta los 10 días después de la plena floración ( $\pm 80\%$  de emisión de panojas).

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo se desarrolló sobre suelos arroceros de la unidad "La Charqueada" en el Campo Experimental de Paso de la Laguna. La siembra tuvo lugar el 30/11/83 con arroz de la variedad Bluebelle. El 50% de floración se registró el 21/2/84.

El manejo general del cultivo fue el mismo del Sistema de Rotaciones Arroz-Soja. Se utilizó el diseño estadístico de parcelas divididas con épocas de drenaje en parcela grande y épocas de cosecha en parcela chica, con tres repeticiones. Se cosechó un metro cuadrado.

Los tratamientos fueron los siguientes:

a) Retiro de agua:

- 1) 20 días posfloración,
- 2) 30 días posfloración,

- 3) 40 días posfloración,
- 4) 50 días posfloración,
- 5) cosecha con agua.

b) Época de cosecha:

- 1) 50 días posfloración,
- 2) 60 días posfloración,
- 3) 70 días posfloración.

Para medir la resistencia a la penetración fue utilizado el Pocket penetrometer CL-700 de soiltest.

Los porcentajes de: verde, quebrado, panza blanca y germinación fueron corregidos para realizar el análisis estadístico.

## RESULTADOS

### A. Evolución de la humedad del suelo

Después de retirar el agua de inundación, de acuerdo con los tratamientos, la humedad del suelo se fue controlando por el método gravimétrico y a través de un balance hídrico. En esta etapa del cultivo, los aportes de agua fueron dados por la precipitación solamente. Las salidas se produjeron según fue la demanda atmosférica, expresada a través del tanque de evaporación tipo "A" y del contenido de agua en el suelo, de acuerdo con un determinado factor de multiplicación.

En la figura 1 se muestra cómo fue el ritmo de secado del suelo para cada época de retiro de agua y los aportes de precipitación ocurridos (cuadro 1). Finalmente, la lluvia del 19 al 22 de abril llevó todos los tratamientos a saturación. De allí en adelante el secado fue similar para todas las parcelas.

La cosecha se realizó 9 días después (2/5/84), con aproximadamente 100 mm de agua en los 30 cm superiores del suelo y  $0,7 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia a la penetración.

En el cuadro 2 se observan los parámetros, el contenido de agua en los 30 cm superiores del suelo (Solod) y el factor de multiplicación, que afectando la evaporación del tanque "A", indica el ritmo de pérdida de agua entre dichos valores.

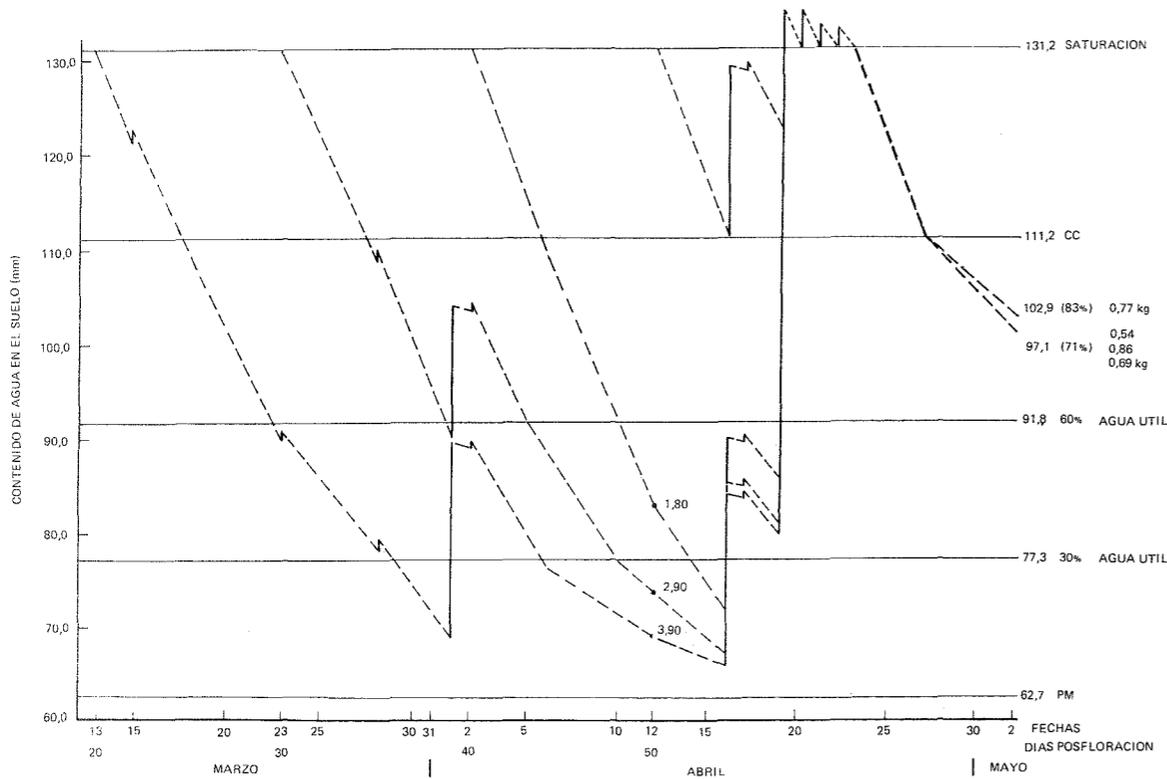


Figura 1. Evolución del contenido de agua en el suelo (año 1984).

Cuadro 1. Precipitaciones ocurridas en la época de retiro del agua.

Fecha	Precipitación (mm)
15/3/84	1,2
23/3/84	0,5
28/3/84	1,0
1/4/84	24,6
2/4/84	0,5
16/4/84	18,1
17/4/84	0,4
19/4/84	67,7
20/4/84	28,9
21/4/84	2,6
22/4/84	2,3

Cuadro 2. Parámetros, contenido de agua en 30 cm de profundidad de suelo y factor de multiplicación.

Parámetros	Contenido de agua (mm)	Factor
Saturación	131,2	
Capacidad de campo	111,2	0,9
60% de agua útil	91,8	0,8
30% de agua útil	77,3	0,7
Punto de marchitez	62,7	0,5

Al mismo tiempo se correlacionó la humedad del suelo con la resistencia que ofrecía el mismo a la penetración, o sea la posibilidad de huellado por parte de la maquinaria de cosecha.

Se encontró una estrecha relación entre la humedad del suelo y la penetración, teniendo el mejor ajuste una curva potencial del tipo  $Y = a \cdot X^b$ , donde Y es el contenido de agua en el suelo, en mm, X es la resistencia a la penetración, en  $\text{kg/cm}^2$ , a tiene el valor 92,21 y b,  $-0,19$ .

El coeficiente de determinación ( $r^2$ ) es de 0,77 y el coeficiente de variación es 1,78%.

En la figura 2 se aprecia la relación entre el contenido de agua en el suelo y la resistencia a la penetración, los valores observados y la curva de ajuste para el Solod de la unidad "La Charqueada".

### B. Rendimiento y calidad industrial

En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos para rendimiento, calidad industrial y sus componentes.

Cuadro 3. Resultados del análisis realizado para las características estudiadas.

Característica	Efecto			Coeficiente de variación (%)	
	Drenaje	Cosecha	Interacción	Parcela	Subparcela
Rendimiento	NS	NS	NS	4,52	11,02
Peso de 1.000 granos	NS	***	*	0,82	2,17
% Verde	NS	***	NS	7,57	29,27
% Blanco total	NS	NS	NS	0,53	1,69
% Entero	*	NS	NS	0,66	2,04
% Quebrado	NS	*	NS	3,96	11,24
% Panza blanca	NS	***	NS	4,06	12,42
% Germinación	NS	***	NS	0,24	0,66

NS: No significativo.  
 \* Significativo al 10%  
 \*\* Significativo al 5%  
 \*\*\* Significativo al 1%

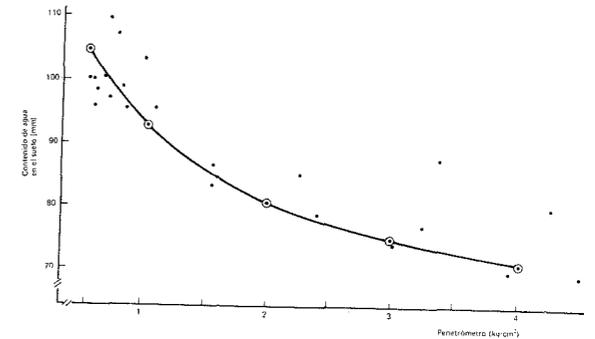


Figura 2. Relación entre el contenido de agua en el suelo y la resistencia a la penetración.

### 1) Rendimiento

En el cuadro 3 se observa la inexistencia de efectos significativos para las épocas de retiro de agua y de cosecha, siendo el rendimiento promedio 4.780 kg/hectárea. En la figura 3 vemos la tendencia de esta característica.

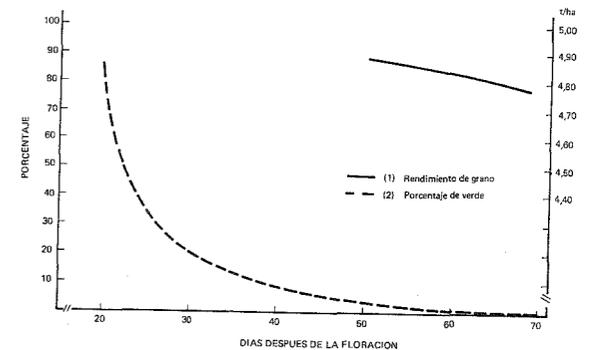


Figura 3. Evolución del porcentaje de verde y rendimiento.

### 2) Peso de 1.000 granos

En la figura 4 se observa el aumento de esta característica a medida que pasan los días luego de la floración. La evolución del peso de 1.000 granos se vio afectada al 1% por la época de cosecha, decayendo de los 50 a los 70 días de la floración. Este

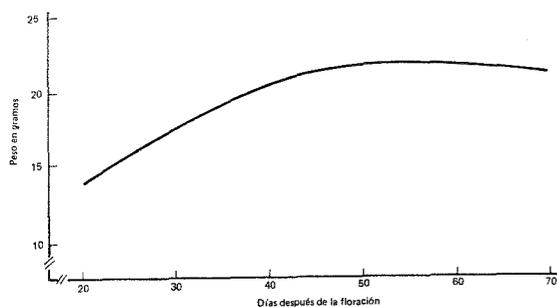


Figura 4. Evolución del peso de 1.000 granos.

descenso (1,3 g) se debió a que después de los 50 días comenzaron a caer los granos llenos, siendo éstos los más pesados. Existió también interacción época de drenaje por época de cosecha al 10%.

### 3) Porcentaje de verde

Este parámetro se vio afectado al 1% por la época de cosecha, pero no por la época de drenaje. En la figura 3 se observan las tendencias de esta característica.

Según la prueba de Duncan hay diferencias al 1% entre las medias (cuadro 4).

Cuadro 4. Prueba de Duncan para las medias de época de cosecha.

Epoca de cosecha (días posfloración)	Media (% verde)
50	2,76 a
60	0,33 b
70	0,04 b

Los valores seguidos por la misma letra, no difieren significativamente.

Los porcentajes obtenidos caen por debajo de lo establecido como castigo comercial.

### 4) Porcentaje de blanco total

No se vio afectado por las épocas de retiro del agua ni por las épocas de cosecha. El valor fue de 65,8%.

### 5) Porcentaje de entero

Se vio afectado al 10% por las épocas de drenaje (fig. 5).

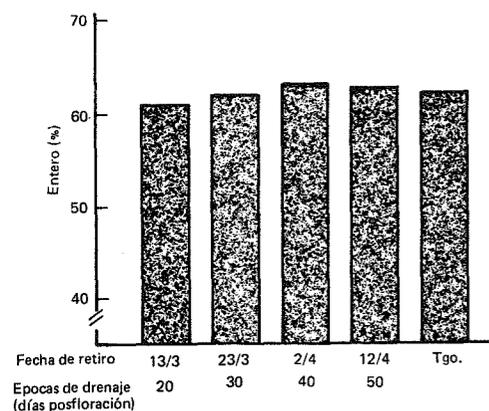


Figura 5. Efecto de la época de drenaje sobre el porcentaje de entero.

Cuadro 5. Prueba de Duncan para las medias del porcentaje de entero con respecto a las épocas de drenaje.

Epocas de drenaje (días posfloración)	Medias (% entero)
20	61,2 a
30	62,2 ab
40	63,2 b
50	63,0 b
Testigo	62,5 ab

En el cuadro 5 se observa la prueba de Duncan al 5% para las medias del porcentaje de entero con respecto de las épocas de drenaje.

La época más temprana de retiro del agua es a los 30 días posfloración.

### 6) Porcentaje de quebrado

Esta característica se vio afectada al 10% por la época de cosecha (fig. 6) y no por las épocas de drenaje.

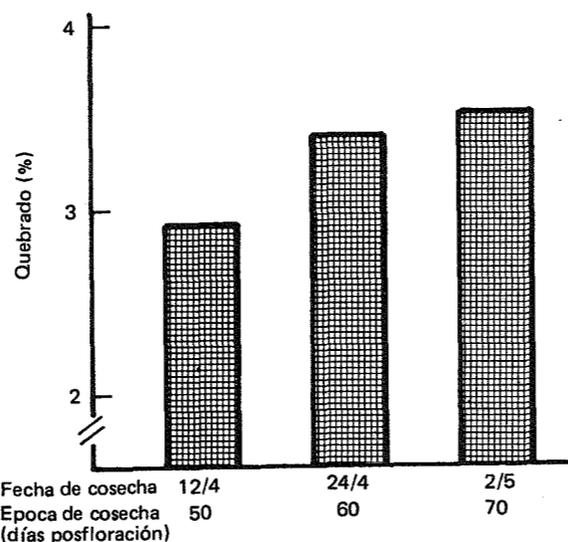


Figura 6. Efecto de las épocas de cosecha sobre el porcentaje de quebrado.

Cuadro 6. Prueba de Duncan al 5% para las medias de las épocas de cosecha.

Epocas de cosecha (días posfloración)	Medias (% quebrado)
50	2,9 a
60	3,4 ab
70	3,5 b

Realizada la prueba de Duncan (cuadro 6) ésta demuestra diferencia en la primera (50 días) y la última (70 días) épocas de cosecha, siendo la recomendable a los 50 días.

### 7) Porcentaje de panza blanca

Fue afectado al 1% por las épocas de cosecha. En la figura 7 vemos la gráfica correspondiente a esta característica.

Según la prueba de Duncan (cuadro 7) existen diferencias a favor de la primera época (50 días) con las otras dos (60 y 70 días).

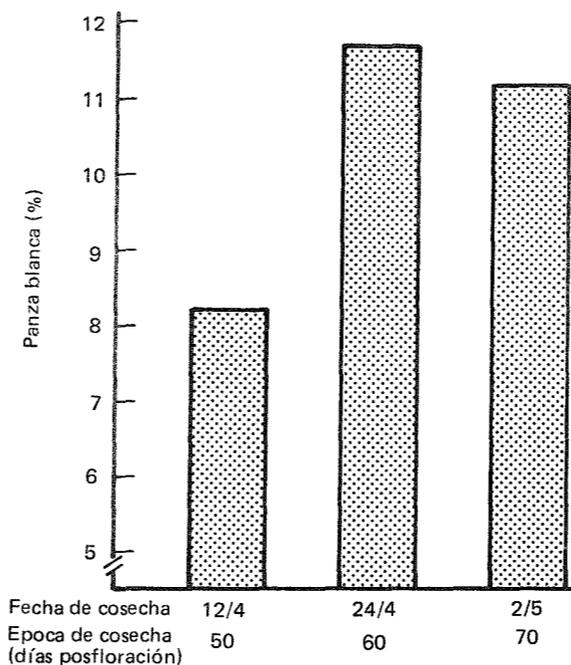


Figura 7. Efecto de las épocas de cosecha sobre el porcentaje de panza blanca.

Cuadro 7. Prueba de Duncan al 1% para las medias de panza blanca (%) de las épocas de cosecha.

Epocas de cosecha (días posfloración)	Medias (% panza blanca)
50	8,3 b
60	11,7 a
70	11,2 a

### 8) Porcentaje de germinación

No hubo influencia de las épocas de drenaje pero sí al 1% para la época de cosecha.

La primera época de cosecha (50 días posfloración) registró el mayor porcentaje de germinación siendo significativamente diferente al 1% con las otras medias de germinación (fig. 8 y cuadro 8).

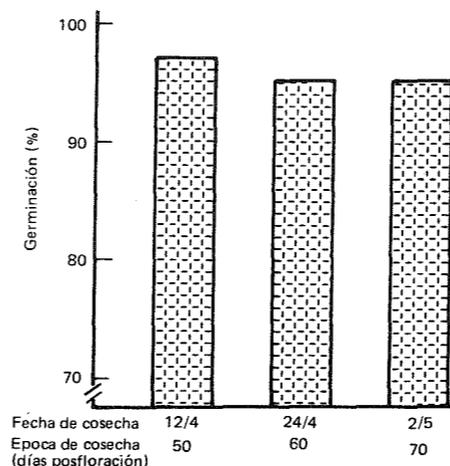


Figura 8. Efecto de la época de cosecha sobre el porcentaje de germinación.

Cuadro 8. Prueba de Duncan al 1% para las medias del porcentaje de germinación de las épocas de cosecha.

Epocas de cosecha (días posfloración)	Medias (% germinación)
50	97,0 a
60	95,0 b
70	95,1 bc

Resumiendo, podemos decir que las épocas de drenaje no afectaron a la mayoría de las características estudiadas sino solamente al porcentaje de entero. Estos resultados discrepan con los obtenidos por Gomes, Pauletto y Turatti (5, 9) y Chebataroff y Acosta (13), con la misma variedad. Pero debido a que las diferencias se encuentran entre las épocas de drenaje y no contra el testigo (cuadro 5) es muy probable de que las mismas se deban a influencias ambientales durante el período.

Siendo el porcentaje de entero la limitante para el retiro del agua, se puede ver que la mejor época (más temprana) es a los 30 días posfloración. En general, alrededor de esta época se encuentra la recomendada en la bibliografía consultada (3, 12, 13).

Las épocas de cosecha afectaron la mayoría de las características estudiadas (peso de 1.000 granos, porcentaje de verde, porcentaje de quebrado, porcentaje de panza blanca y porcentaje de germinación) siendo la mejor la primera época de cosecha (50 días posfloración) (cuadros 6, 7 y 8).

Esta época está de acuerdo con la recomendada por Chebataroff y Acosta (13).

Se piensa seguir estudiando el tema con el objeto de tener datos consistentes en años, con condiciones climáticas diferentes.

## CONCLUSIONES

El drenaje del agua de inundación de la chacra de arroz previa a la cosecha, es una práctica recomendable. Con ella no se afecta el rendimiento y la calidad industrial del cultivo y se obtienen las ventajas anotadas al principio. El porcentaje de grano entero estaría indicando que entre 30 y 40 días posfloración es el mejor momento de drenaje.

Por debajo del 80% del agua útil en los 30 cm superiores del suelo (100 mm), 0,7 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la penetración o mayor, el suelo tiene piso suficientemente firme como para aceptar la maquinaria de cosecha sin dejar huellas. Esto se logra entre 7 y 10 días después del retiro del agua, dependiendo de la demanda atmosférica y la no presencia de precipitaciones.

La época de cosecha conviene que sea lo más temprana posible, según la humedad del grano y el porcentaje de verde, ya que de esta forma se evitan pérdidas de rendimiento, por caída de grano y vuelco.

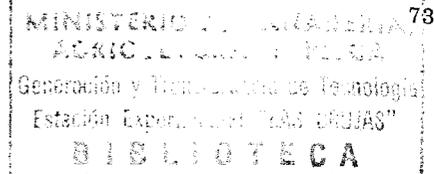
A la luz de estos resultados, la mejor época de drenaje es a los 30 días posfloración y la cosecha a los 20 días después.

## BIBLIOGRAFIA

- BOEREMA, E. B. y McDONALD, D. J. 1964. The influence of time of drainage on quality and yield of rice in New South Wales. *In* Food and Agricultural Organization of the United Nations. International Rice Commission. Ninth Meeting.
- CHAO-CHEN-NAN. 1982. Effect of early drainage on yields. *International Rice Research Newsletter* 7 (5): 22.
- DUARTE, E. F. *et al.* 1977. Época de drenagem final em cultura de arroz irrigado por inundaçao intermitente, na Baixada fluminense. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 12 (único): 11-26.
- GOMES, A. da S. *et al.* 1985. Manejo de água em arroz

- irrigado. In EMBRAPA. Fundamentos para a cultura do arroz irrigado. Campinas, Brasil, Fundação Cargill. pp. 251-276.
5. -----, PAULETTO, E. A. e TURATTI, A. L. 1981. Início de irrigação e supressão de água à lavoura de arroz irrigado. In EMBRAPA. Anais. Pelotas. pp. 203-206.
6. HODGES, R. J. 1975. Putting research into action. Decisions and procedures. Six decades of rice research in Texas. In Texas Agricultural Experiment Station. Research Monograph N° 4. pp. 115-121.
7. HUBER FISHER, E. 1977. Efecto de la época de cosecha y temperatura de secado sobre el rendimiento, calidad industrial y germinación de la semilla en 4 variedades de arroz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República, Facultad de Agronomía. 98 p.
8. MATSUBAYASHI, M. et al. 1967. Editorial committee. Theory and practice of growing rice. Fuji Publishing.

9. PAULETTO, E. A., GOMES, A. da S. y TURATTI, A. L. 1981. Períodos de drenagem em lavoura de arroz irrigado x níveis de nitrogênio. In EMBRAPA. Anais. Pelotas. pp. 213-217.
10. STANSEL, J. W. 1975. The rice plant-its development and yield. In Texas Agricultural Experiment Station. Six decades of rice research in Texas. Research Monograph N° 4. pp. 9-21.
11. STONE, L. F. et al. 1979. Efeitos da supressão da água em diferentes fases do crescimento na produção do arroz irrigado. Pesquisa Agropecuária Brasileira 14 (2): 105-109.
12. ----- y FONSECA, J. R. 1980. Epocas de drenagem final em duas cultivares de arroz irrigado. Pesquisa Agropecuária Brasileira 15 (2): 171-174.
13. URUGUAY. CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS "ALBERTO BOERGER". ESTACION EXPERIMENTAL DEL ESTE. 1983. Resultados de experimentación regional en cultivos arroz-soja. 1982-1983. Treinta y Tres.



## EVALUACION DE DISTINTAS PROCEDENCIAS DEL CULTIVAR TEXAS EARLY GRANO 502 DE CEBOLLA\*

C. R. Maeso\*\*

### RESUMEN

Se determinó el comportamiento de diferentes procedencias del cultivar Texas Early Grano 502 plantadas en Uruguay, cuya semilla es, en su totalidad, importada.

En el Campo Experimental de la Estación Experimental Las Brujas se instalaron en los períodos de cultivo 1983 y 1984 dos ensayos comparativos de 5 y 7 procedencias, respectivamente, del cultivar Texas Early Grano 502.

Se comprobaron diferencias significativas entre procedencias en lo que respecta a rendimientos, sobresaliendo en ambos años las provenientes de las firmas Ferry Morse Seed Co. y Asgrow Seed Co. y en 1984 Northrup King & Co.

Se comportaron como más tempranas durante 1983 las procedencias Ferry Morse Seed Co. and Asgrow Seed Co., madurando, aproximadamente, 7 días antes que las restantes, no habiendo diferencias en precocidad en 1984.

### ABSTRACT

Different origins of Texas Early Grano 502 cultivar sowed in Uruguay, which seed is all imported, were tested.

Two trials comparing 5 and 7 origins from Texas Early Grano 502 cultivar were installed in the Las Brujas Exp. Sta. field in 1983 and 1984 cropping seasons, respectively.

Significant differences in yield between the origins were found. Ferry Morse Seed Co. and Asgrow Seed Co. origins, both years and Northrup King & Co. origin in 1984 provided the best results. During 1983 Ferry Morse Seed Co. and Asgrow Seed Co. origins were the earliest ripening about seven days before the others, but they did not the same in 1984.

### INTRODUCCION

En Uruguay, la variedad de cebolla Texas Early Grano 502 es, junto con Valencianita, la más cultivada del tipo de día corto.

El incremento del área cultivada con Texas Early Grano 502 se ha producido en los últimos años en las principales zonas cebolleras del sur y litoral.

La casi totalidad de la semilla sembrada es importada de diferentes países y el productor manifiesta reiteradamente haber observado que los rendimientos difieren marcadamente según los orígenes.

El objetivo de estos ensayos es determinar si existen diferencias en el comportamiento de los germoplasmas probados.

### MATERIALES Y METODOS

En el Campo Experimental de la Estación Experimental Las Brujas, zona Rincón del Colorado, departamento de Canelones, se instalaron en los períodos de cultivo 1983 y 1984 dos ensayos comparativos de 5 y 7 orígenes del cultivar Texas Early Grano 502, respectivamente.

Las muestras de semilla se obtuvieron en casas comerciales de plaza. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con 5 y 7 tratamientos y 4 repeticiones. La parcela útil consistió de 3 hileras de 2,90 m de longitud distanciadas a 0,50 m entre sí y a 0,10 m entre plantas en la fila.

Ajo y cebolla fertilizados con 60 kg de N y 150 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectárea, precedieron en ese suelo a estos ensayos. Las fechas de siembra de almácigo fueron: 15/4/83 y 12/4/84 y los trasplantes el 20/7/83 y 20/7/84.

El control de malezas se realizó por medio de carpidas manuales periódicas. En cuanto al control sanitario, se aplicó Mancozeb (Dithane M45) a razón de 0,25% como tratamiento de enfermedades fúngicas y al notarse la presencia de trips se pulve-

rizó con Decimetrina (Decis 2,5) a 50 cc cada 100 litros de agua.

La cosecha tuvo lugar cuando el 75% de las plantas mostraron volcada su parte aérea.

Las fechas de cosecha por origen se muestran en los cuadros 2 y 3.

Una vez efectuada la cosecha, los bulbos se mantuvieron al aire libre, en el campo, durante varios días para su "curado". Posteriormente se llevaron a galpón, donde se pesaron.

El cuadro 1 muestra las temperaturas y precipitaciones registradas en el Campo Experimental de la Estación Experimental Las Brujas durante los ensayos.

En el procesamiento estadístico de los datos se usó el análisis de varianza y en la comparación de las medias calculadas, la prueba múltiple de Duncan al nivel de significación del 0,05.

### RESULTADOS Y DISCUSION

En los cuadros 2 y 3 se muestran los datos correspondientes a rendimientos, fechas de cosecha y porcentaje de bulbos de descarte de los diferentes orígenes ensayados en ambos años de cultivo.

#### Período 1983

En lo que respecta a rendimientos, se registraron diferencias significativas entre los distintos orígenes, sobresaliendo los provenientes de las firmas Ferry Morse Seed Co., E.U.A., y Asgrow Seed Co., E.U.A., precediendo a los de Peto Seed Co. y J. E. Ohlsens Enke, Dinamarca, que igualmente tuvieron buena producción.

Las fechas de cosecha más tempranas correspondieron a los orígenes J. E. Ohlsens Enke y Peto Seed Co., aproximadamente unos 7 días antes de los restantes. Los mayores pesos promedios de bulbo fueron producidos por los orígenes Ferry Morse Seed Co. y Asgrow Seed Co., con 288 y 277 gramos, respectivamente, superando al resto en 50 gramos aproximadamente.

\* Recibido para su publicación en junio, 1986.

\*\* Ex-Jefe de Proyecto Hortalizas (Ing. Agr.), Director EELB.

Cuadro 1. Temperaturas y precipitaciones registradas en el Campo Experimental de la Estación Experimental Las Brujas durante los períodos de cultivo 1983 y 1984.

Meses	PERIODO 1983			PERIODO 1984		
	Temperaturas		Total de precipitaciones (mm)	Temperaturas		Total de precipitaciones (mm)
	Máxima media	Mínima media		Máxima media	Mínima media	
Abril	22,1	10,9	55,0	21,0	11,4	106,7
Mayo	17,6	8,6	36,6	16,5	8,2	98,0
Junio	13,7	5,4	83,7	12,8	5,4	68,5
Julio	13,1	4,1	20,4	12,5	5,2	151,3
Agosto	15,8	6,6	197,1	14,6	4,7	24,0
Setiembre	17,6	7,2	102,3	17,5	8,9	53,1
Octubre	21,6	11,4	164,2	23,1	12,1	160,8
Noviembre	23,8	14,6	112,9	23,2	13,0	74,4

Cuadro 2. Rendimientos, fecha de cosecha, peso promedio de bulbo y porcentaje de descarte de siete orígenes del cultivar Texas Early Grano 502 (año 1983).

Origen	Rendimientos de bulbos comerciables (t/ha)	Fecha de cosecha	Peso promedio de bulbo (g)	Descarte de bulbos (%)		
				Tamaño	Podridos	Múltiples
Asgrow Seed Co. (E.U.A.)	51,0 ab*	1/12	277	4,4	2,2	1,1
J. E. Ohlsens Enke (Dinamarca)	38,3 c	24/11	233	4,5	2,5	9,0
Peto Seed Co. (E.U.A.)	41,7 bc	24/11	240	3,7	0,7	7,0
Ferry Morse Seed Co. (E.U.A.)	51,3 ab	30/11	288	2,4	0,9	7,0
PRR Ferry Morse Seed Co. (E.U.A.)	52,2 a	1/12	287	3,5	1,1	2,3

\* Las medias seguidas por letras similares no se diferencian significativamente por la prueba de Duncan al 5%. C.V.: 15%.

Cuadro 3. Rendimientos, fecha de cosecha, peso promedio de bulbo y descarte de siete orígenes del cultivar Texas Early Grano 502 (año 1984).

Origen	Rendimientos de bulbos comerciables (t/ha)	Fecha de cosecha	Peso promedio de bulbo (g)	Descarte de bulbos (%)		
				Tamaño	Podridos	Múltiples
Northrup King & Co. (E.U.A.)	34,74 a*	29/11	200	5,8	4,9	0,9
Peto Seed Co. (E.U.A.)	25,69 c	27/11	166	11,6	3,5	5,8
Asgrow Seed Co. (E.U.A.)	29,23 bc	29/11	179	12,7	2,6	2,6
Ferry Morse Seed Co. (E.U.A.)	33,73 ab	29/11	202	3,8	2,9	7,2
PRR Ferry Morse Seed Co.	32,82 ab	27/11	187	7,7	1,7	2,0
Royal Sluis (Holanda)	24,77 cd	27/11	162	14,8	0,58	5,5
IBP Seed (E.U.A.)	18,96 d	27/11	153	29,0	1,5	4,5

\* Las medias seguidas por letras similares no se diferencian significativamente por la prueba de Duncan al 5%. C.V.: 11,46%.

#### Período 1984

A los orígenes Northrup King Co., Ferry Morse Seed Co. y Asgrow Seed Co. correspondieron los mayores rendimientos de bulbos comercializables, siendo el de IPB Seed, E.U.A., de baja producción.

En cuanto a fechas de cosecha, no se registraron diferencias entre los orígenes. Los mayores pesos promedios de bulbos comercializables correspondieron a Northrup King Co. y a Ferry Morse Seed Co. El mayor porcentaje de bulbos descartados por tamaño lo mostró el origen IPB Seed, seguido por Royal Sluis, Asgrow Seed Co. y Peto Seed Co., mientras que el mayor porcentaje de bulbos múltiples correspondió a Ferry Morse Co., Peto Seed Co., Royal Sluis e IPB Seed.

Los rendimientos correspondientes a 1983 superaron a los de 1984, atribuyéndose este hecho a la diferencia entre años en número, intensidad y regularidad en la frecuencia de las precipitaciones.

#### CONCLUSIONES

Existen diferencias entre las distintas procedencias ensayadas del cultivar Texas Early Grano 502.

Los orígenes J. E. Ohlsens Enke, Peto Seed Co. y Ferry Morse Co. sufrieron el mayor porcentaje de descarte como consecuencia del número de bulbos múltiples producidos.

Es de hacer notar que los orígenes Ferry Morse Seed Co. y Asgrow Seed Co. repitieron en ambos períodos su buen comportamiento.

#### BIBLIOGRAFIA

1. MAESO, C. R. 1981. Evaluación de cultivares de cebolla de día corto para la zona Sur de Uruguay. Investigaciones Agronómicas. CIAAB, Ministerio de Agricultura y Pesca 2 (1): 27-28.
2. ----- 1983. Evaluación de cultivares de cebolla de día corto para la zona Sur de Uruguay. Investigaciones Agronómicas. CIAAB 4 (1): 14-15.

## EPIFITIA DE ROYA DE LA HOJA SOBRE EL CULTIVAR DE TRIGO LA PAZ INTA\*

Silvia Germán  
Tabaré Abadie  
Carlos Perea\*\*

### INTRODUCCION

La roya de la hoja (causada por *Puccinia recondita*) es una de las principales enfermedades del trigo en el Uruguay, si bien las pérdidas que ocasiona no son generalmente elevadas (Díaz de Ackermann y Germán, 1983).

Esta enfermedad ha sido tradicionalmente controlada por el uso de resistencia genética, complementada por una adecuada diversificación varietal como forma de aumentar la estabilidad de la producción frente a posibles quiebras de resistencia.

### ANTECEDENTES

La Paz INTA (SON 64/VIL 23//JAR"S" /3/PPI), cultivar argentino certificado desde el año 1984 en el Uruguay, fue resistente a roya de la hoja hasta 1983. En 1984 se registraron algunas leves infecciones de esta enfermedad, y en 1985 presentó un dramático e inesperado incremento de la misma. Los promedios y máximos de infección registrados en los mismos años muestran claramente esta evolución (cuadro 1).

Cuadro 1. Promedio y máxima infección de roya de la hoja sobre La Paz INTA y Marcos Juárez INTA, en ensayos finales instalados en 1983, 1984 y 1985.

Año	Infección de roya de la hoja			
	La Paz INTA		Marcos Juárez INTA	
	$\bar{X}^1$	Máxima <sup>2</sup>	$\bar{X}$	Máxima
1983	0,0 <sup>3</sup>	0	20,2	40 MSS
1984	0,6	TS	27,8	50 S
1985	92,5	100 S	2,8	5 MS

<sup>1</sup>  $\bar{X}$ : promedio de infección en los ensayos en que estuvo presente

<sup>2</sup> Máxima: máxima infección registrada.

<sup>3</sup> Escala de Cobb modificada.

Fuente: Abadie et al. (1986).

Por su parte, Marcos Juárez INTA, que fue susceptible durante todo el período considerado, mantuvo el comportamiento esperado. Debe enfatizarse en esta diferencia, dado que también es diferente el daño que ocasiona la enfermedad debido a la desigual velocidad de avance de la roya en ambos cultivares (mayor en La Paz INTA).

En Argentina, ya en el año 1982 fue observada una nueva raza de roya de la hoja denominada clon No. 4765 según la identificación racial realizada por el INTA Castelar. Esta raza era capaz de atacar al cultivar La Paz INTA y a la línea isogénica portadora del gene para resistencia a roya de la hoja denominada Lr9, que hasta ese momento había

\* Entregado para su publicación en febrero, 1987.

\*\* Técnicos (Ings. Agrs.) Proyecto Cultivos, y Técnico (Ing. Agr., M. Sc.) Proyecto Protección Vegetal, EEELE, respectivamente.

sido resistente a todas las razas del hongo en América Latina. Este gene es el que otorgaba la resistencia de La Paz INTA a la enfermedad, y proviene de Precoz Paraná INTA, uno de sus progenitores (Antonelli, 1985, com. pers.). Sin embargo, como las infecciones de La Paz INTA registradas a campo permanecieron relativamente bajas hasta 1985, aún con promedios y máximos inferiores a los de Marcos Juárez INTA (cuadro 2), no fue posible prever las consecuencias de la aparición de esta nueva raza.

Cuadro 2. Promedio y máxima infección de roya en Argentina 1982-85.

Año	La Paz INTA		Marcos Juárez INTA	
	$\bar{X}^1$	Máxima <sup>2</sup>	$\bar{X}$	Máxima
1982	21,6 <sup>3</sup>	90	59,5	100
1983	0,2	T	11,8	30
1984	3,7	15	4,6	30
1985	80,0	90	23,0	50

<sup>1</sup>  $\bar{X}$ : promedio de infección en los ensayos en que estuvo presente

<sup>2</sup> Máxima: máxima infección registrada.

<sup>3</sup> Escala de Cobb modificada.

Fuente: ETRE (1982, 1983, 1984, 1985).

La diseminación de dicha raza fue limitada por la pequeña área que ocupaba entonces La Paz INTA en Argentina, y por las condiciones climáticas desfavorables para la enfermedad durante los años 1983 y 1984 (Kohli, 1986).

En 1985, cuando las condiciones fueron favorables para la multiplicación del hongo, se produjo una grave situación epidémica en toda la región.

### DESARROLLO DE LA EPIFITIA

La infección de roya de la hoja sobre La Paz INTA se dio en forma prematura y generalizada en toda el área triguera uruguaya.

Llegó a niveles extremos de 100% del follaje destruido en muchos cultivos comerciales. En ensayos, se obtuvieron lecturas en estado de grano lechoso hasta de 100S en La Estanzuela, Young y Salto, y 90S en Dolores, con un promedio de infección muy elevado (92,5; escala de Cobb modificada).

La presencia de inóculo abundante y las condiciones climáticas favorables (temperaturas durante el invierno y precipitaciones en la primavera superiores a lo normal), determinaron esta situación epifítica en toda el área triguera.

El problema se vio agravado por la concentración del cultivar en algunas zonas, lo que incrementó la producción de inóculo y aceleró el progreso de la enfermedad. La Paz INTA llegó a ocupar el 40% de la superficie sembrada en la loca-

lidad de Young, 32% en Mercedes y 29% en Paysandú, con un promedio a nivel nacional de 24% (Albicette y Roo, 1986), frente a una recomendación de un 10% para el área de producción de semilla certificada para el año 1984 y 20% para el año 1985.

Esta situación fue mucho más grave aún a nivel de productores individuales, ya que existieron muchos casos en que la proporción que ocupó La Paz INTA dentro del área que sembraban era realmente muy elevada.

Este es un claro ejemplo de vulnerabilidad genética, en donde la concentración de uno o varios cultivares con estrecha base genética para un determinado carácter (resistencia a roya de la hoja, en este caso) puede determinar, cuando las condiciones son adversas, mermas muy importantes en la producción.

Este tipo de situación no es nueva en el país ni en la región. En el año 1944, una grave epifitía de roya del tallo (causada por *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) y roya de la hoja produjeron daños importantes a los cultivares del grupo de los Litorales, originados de un mismo cruzamiento, provocando una grave crisis varietal. Asimismo, en el año 1930, la roya estriada (causada por *Puccinia striiformis*) vulneró los cultivos de las variedades hermanas Artigas y Klein Record, en nuestro país y en Argentina, respectivamente (Luizzi *et al.*, 1983).

#### ¿CONTROL BIOLÓGICO?

Cuando la infección de roya había alcanzado niveles medios y altos, se observó en cultivos de la localidad de Dolores y al sur de la misma, síntomas de muerte del hongo, similares en apariencia al efecto causado por una aplicación efectiva de fungicida. Esto detuvo momentáneamente el desarrollo de la enfermedad en la región y fue causado por el hongo *Darluca filum*, que actúa como parásito sobre las royas, pudiendo catalogarse como un caso de control biológico sobre la enfermedad.

Restó determinar qué efectividad tuvo dicho control y hasta qué punto podría extrapolarse a condiciones climáticas normales, dado que las de la primavera del año 1985 fueron muy particulares.

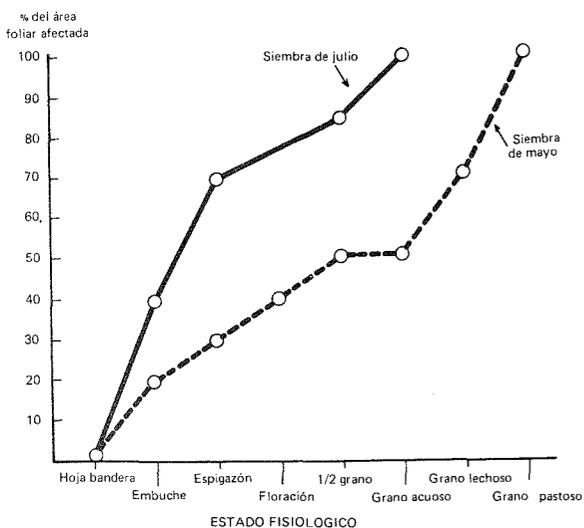


Figura 1. Avance de la infección de roya de la hoja sobre La Paz INTA (año 1985).

Fuente: Castiglioni y Luizzi (1986).

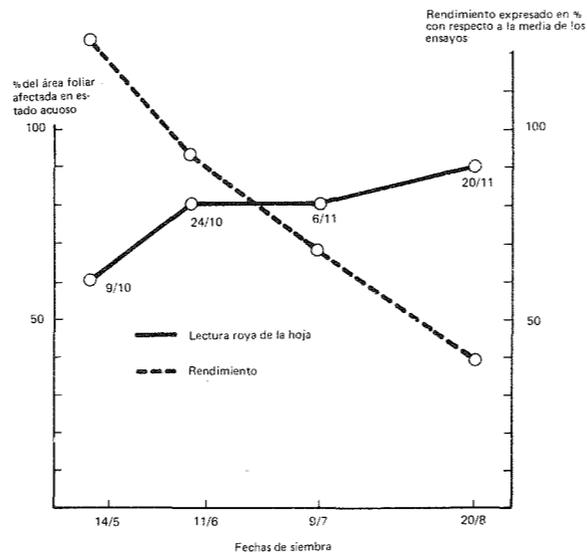


Figura 2. Rendimiento del cultivar La Paz INTA, con respecto al promedio de los ensayos y porcentaje del área foliar afectada por roya de la hoja, al estado de grano arenoso. 1985.

#### PERDIDAS CAUSADAS POR LA ENFERMEDAD

Si bien es difícil hacer una estimación global de las pérdidas causadas por la epifitía, los datos de la figura 1 demuestran que las mermas superaron el 50% en siembras tardías.

En este sentido es claro que el efecto que la roya tuvo sobre el rendimiento estuvo relacionado con la fecha de siembra (fig. 1), dado que cuanto más tardía fue ésta, la infección comenzó en estados vegetativos más tempranos y avanzó más rápidamente (figs. 1 y 2).

#### CONCLUSIONES

Al ser el fenómeno descrito impredecible con los medios con que actualmente se cuenta, queda en evidencia que la forma de prevenirlo es evitar la concentración de la siembra con un cultivar, para minimizar el riesgo que puede significar la ocurrencia de un grave problema sobre éste. Por el contrario, una adecuada DIVERSIFICACION GENETICA, tanto a nivel predial como regional, asegura una mayor estabilidad de la producción.

Por otro lado, el suministro constante de cultivares con aporte de nuevos genes o combinaciones de genes para resistencia, por parte del Programa de Mejoramiento de Trigo, es el único medio de control de numerosas enfermedades, que no tiene costo adicional para el productor.

En tercer término, es importante recalcar que el nivel de susceptibilidad expresado por La Paz INTA es muy superior al del resto de los cultivares recomendados, tanto por el momento de inicio como por la velocidad de avance de la infección. De esta forma, las pérdidas registradas en La Paz INTA no son extrapolables a las otras variedades. Esta situación condujo a la eliminación de este cultivar de la lista de cultivares aptos para certificación y de cultivares autorizados para su comercialización para el año 1986.

#### BIBLIOGRAFIA

1. ABADIE, T. *et al.* 1986. Información presentada a Comisión Asesora de Certificación de Semillas, Sector Cultivos de Invierno. La Estanzuela, Uruguay CIAAB. 18 p.
2. ALBICETTE, M. y ROO, E. 1986. Aspectos tecnológicos del cultivo de trigo en el litoral agrícola: 1985. In CIAAB, La Estanzuela. Jornada de Cultivos de Invierno 1986. pp. 1-5.
3. CASTIGLIONI, E. y LUIZZI, D. 1986. Evaluación de cultivares de trigo 1985-1986. Paysandú, Uruguay. Facultad de Agronomía. Estación Experimental "Mario A. Cassinoni". 33 p.
4. DIAZ DE ACKERMANN, M. y GERMAN, S. 1983. Efecto de la roya de la hoja causada por *Puccinia recondita* sobre el rendimiento de trigo. In CIAAB La Estanzuela. Jornada de Cultivos de Invierno 1986. s.p.
5. RODRIGUEZ AMIEVA, P. J. *et al.* 1983. Ensayo territorial de resistencia a enfermedades en trigo, triticale, avena, cebada, centeno y lino en la región cerealera argentina en 1982. Castelar, Argentina.

6. ----- 1984. Ensayo territorial de resistencia a enfermedades en trigo, triticale, avena, cebada, centeno y lino en la región cerealera argentina en 1983. Castelar, Argentina. INTA, Departamento de Genética de Castelar. Boletín Informativo No. 43. 27 p.
7. ----- 1985. Ensayo territorial de resistencia a enfermedades en trigo en la región cerealera argentina en 1984. Castelar, Argentina. INTA, Departamento de Genética de Castelar. 14 p. (Fotocopia.)
8. ANTONELLI, E. F. y MUJICA, F. L. 1986. Ensayo territorial de resistencia a enfermedades en trigo en la región cerealera argentina en 1985. Datos sin publicar.
9. KOHLI, M. M. 1986. Trip report to Uruguay: October 3rd. November 2nd., 1985. Santiago, Chile. CIMMYT. Programa de Trigo Cono Sur. 7 p.
10. LUIZZI, D. *et al.* 1983. 70 años de mejoramiento genético de trigo en el Uruguay. CIAAB Estación Experimental La Estanzuela. Miscelánea No. 51. 28 p.

## MEJORAMIENTO POR RESISTENCIA A MANCHAS FOLIARES EN TRIGO\*

T. Abadie\*\*

### INTRODUCCION

Las manchas o necrosis foliares son un conjunto de enfermedades que afectan al trigo prácticamente en todas las áreas trigueras del mundo, provocando promedialmente un 2% de pérdidas en la producción mundial (Scharen, A. L., 1983).\*\*\*

Los patógenos que comúnmente causan manchas foliares en trigo son:

- *Mycosphaerella graminicola* (Schroet.): *Septoria tritici* Rob in Desm.
- *Leptosphaeria nodorum* Muller: *Septoria nodorum* (Berk.) Berk.
- *L. avenaria* Weber f. sp. *triticea* Johns: *S. avenae* Frank. f. sp. *triticea* Johns
- *Cochliobolus sativus* Ito & Kurib.: *Helminthosporium sativum* P.K. & B.
- *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs.: *H. tritici-repentis* (Died.) Died.
- *Calonectria nivalis* Schaf.: *Fusarium nivale* (Fr.) Ces.

Importantes disminuciones de rendimiento han sido observadas como consecuencia de ataque de *Septoria tritici* (Manzini et al., 1970; Díaz, 1976; Ziv y Eyal, 1978), *Septoria nodorum* (Broniman, 1975), *Helminthosporium tritici repentis* (Hosford, 1976; Lamey y Hosford, 1982; Riesselman y Scharen, 1982) y *Helminthosporium sativum* (Metha, 1981).

Valores extremos de 64 y 40% de reducción de rendimiento han sido reportados para *Septoria tritici* (Díaz, 1976) y *Helminthosporium tritici repentis* (Lamey y Hosford, 1982), respectivamente.

Es justificado entonces el estudio de mecanismos que disminuyan las pérdidas causadas por estas enfermedades.

Las plantas han desarrollado a lo largo de su proceso evolutivo, diversas formas de defensa frente a las enfermedades que pueden clasificarse en tres grandes grupos: escape, tolerancia y resistencia (Parlevliet, 1981).

### ESCAPE

Se ha observado que en general los cultivares más tardíos y con mayor altura son menos atacados por *Septoria tritici* (Rosielle, 1972; Shaner et al., 1975; Díaz, 1976; Tavella, 1978; Dannon et al., 1982) y también por *Septoria nodorum* (Broniman, 1973, citado por Tavella, 1978; Scott et al., 1982).

La naturaleza de estas asociaciones no es del todo conocida. Si bien en algunos casos se pueden atribuir a ligamiento o pleiotropía (Scott et al., 1982), los efectos de escape parecen ser más importantes que los anteriores (Dannon et al., 1982).

La mayor altura actuaría limitando el avance ver-

tical de las esporas de estos hongos (Scharen, 1964, citado por Tavella, 1978; Tavella, 1978), mientras que los ciclos más tardíos retardarían la exposición de los tejidos susceptibles a períodos con menos probabilidad de incidencia de las enfermedades (Shaner et al., 1975).

### TOLERANCIA

Mecanismos de tolerancia han sido estudiados frente a ataques de *Septoria tritici* (Ziv y Eyal, 1976; Díaz, 1976) y también de *Septoria nodorum* (Broniman, 1975).

Este tipo de estudios requieren metodologías especiales ya que la tolerancia no puede medirse directamente (Díaz, 1976). La relación entre materiales tolerantes y no tolerantes puede ser estimada por el coeficiente de regresión entre las variables reducción de rendimiento y severidad de infección (Ziv y Eyal, 1976; (Díaz, 1976).

La herencia de la tolerancia parece ser poligénica y predominantemente aditiva (Broniman, 1975; Sharp, 1977). Las dificultades en la evaluación e identificación de la tolerancia determinan serios problemas para su incorporación y uso en programas convencionales de mejoramiento (Broniman, 1975).

### RESISTENCIA

Los mecanismos de resistencia han resultado los más promisorios para ser usados en el mejoramiento.

Resistencias de tipo monogénica dominante (Narvaez y Caldwell, 1957; Rillo y Caldwell, 1966; Tavella y Díaz, 1982), monogénica aditiva (Rosielle y Brown, 1979), digénica aditiva (Narvaez y Caldwell, 1957), trigénica dominante con acción recesiva (Rosielle y Brown, 1979) y poligénica (Shaner et al., 1975) han sido estudiadas para *Septoria tritici*.

También se han encontrado diferentes mecanismos de resistencia para *Septoria tritici* (Rosielle, 1972; Shaner et al., 1975; Rosielle y Brown, 1979) y *Septoria nodorum* (Shaner y Eyal, 1980), aunque la severidad de la infección influida por condiciones ambientales puede enmascarar en algunos casos los efectos de la resistencia [Eyal et al., 1977; Tavella, 1978; Díaz, 1983 (com. pers.)].

La resistencia a *Septoria nodorum*, que puede ser más correctamente descrita como variación en susceptibilidad (Rosielle y Brown, 1980), ha demostrado ser poligénica y basada fundamentalmente en efectos aditivos (Broniman, 1975; Nelson, 1980; Mullaney et al., 1982; Rosielle y Brown, 1980), aunque se ha observado la existencia de un solo gen con efecto dominante en el cultivar Atlas 66 (Frecha, 1973).

Para *Helminthosporium tritici repentis*, la resistencia parece gobernada en general por factores poligénicos aditivos (Nagle et al., 1982), aunque para el cultivar Carifén 12 está determinada por un gen de acción recesiva (Gough, 1982).

Se dispone de poca información con respecto

a resistencia contra *Helminthosporium sativum*, siendo una característica difícil de detectar. Sin embargo, algunos cultivares, especialmente brasileños, han demostrado tener muy buen comportamiento (Metha, 1981).

La existencia de distintas fuentes y formas de resistencia frente a estos patógenos parecen auspiciar la posibilidad de lograr cultivos con comportamiento superior (Shaner et al., 1975; Rosielle y Brown, 1980). Sin embargo, la evidencia de especialización fisiológica en *Septoria tritici* (Eyal et al., 1973; Díaz, 1983), *Helminthosporium tritici repentis* (Luz y Hosford, 1980; Hosford, 1982) y *Helminthosporium sativum* (Metha, 1981) y de variabilidad aunque no bajo la forma de razas en *Septoria nodorum* (Scharen y Krupinsky, 1970) pone en duda la durabilidad de la resistencia (Caldwell, 1976) y hace necesario profundizar los estudios de la genética del patógeno y de las distintas formas de resistencia, y pensar en estrategias para su incorporación en los programas de mejoramiento.

### METODOLOGIAS DE MEJORAMIENTO

Los métodos de mejoramiento a campo no son siempre seguros ya que deben enfrentar problemas como la no aparición del parásito, el escape o la interacción con otros patógenos, que pueden dificultar la identificación de los individuos superiores (Parlevliet, 1981).

La inoculación artificial a campo (Rosielle y Brown, 1980) o en invernáculo (Scharen y Krupinsky, 1978; Scharen y Eyal, 1980; Eyal et al., 1977), ha demostrado ser una ayuda efectiva en el mejoramiento por resistencia a estas enfermedades.

La metodología a utilizar en la selección depende del tipo de herencia y de la heredabilidad del carácter resistencia.

Cuando la resistencia está determinada por uno o pocos genes, o cuando se pretende incorporar resistencia de especies afines, el uso del retrocruzamiento es una alternativa interesante. Tal es el caso de la incorporación del gen de resistencia a *Septoria tritici* de Bulgaria 88 a un background de tipo Arthur, que dio lugar a la creación de los cultivares Oasis y Sullivan (Patterson et al., 1974, 1978). La incorporación de la resistencia de *Agrotriticum* a *Septoria tritici* es otro ejemplo de la utilidad de esta metodología (Rillo et al., 1970).

Si la resistencia es de tipo poligénica, o se desean combinar distintas fuentes de resistencia, es necesario utilizar metodologías que permitan explotar los efectos transgresivos.

La selección al estado de plántula con inoculación artificial en invernáculo, propuesta por Scharen y Krupinsky (1978), fue efectiva en detectar y acumular resistencia frente a *Septoria nodorum*, permitiendo la obtención de tipos transgresivos.

Rosielle y Brown (1980) observaron que el grado de ataque en la espiga y hoja bandera, rendimiento y peso de grano, son las características más adecuadas para seleccionar por resistencia a *Septoria nodorum*, bajo inoculación artificial en condiciones de campo. Estos resultados podrían extenderse también a un esquema de selección por resistencia a *Septoria tritici*.

El método de selección por tolerancia, propuesto por Broniman (1975), presenta limitaciones debido a la dificultad en identificar esta característica, restringiendo el volumen de materiales a manejar y los avances que se pueden obtener.

Metodologías apoyadas en el uso de la inoculación artificial han sido propuestas también para seleccionar por resistencia a *Helminthosporium tritici repentis* (Sebesta, 1982; Frohberg, 1982).

Por último, para tipos de resistencia poligénica aditiva, como los que predominan para estas enfer-

medades, esquemas de mejoramiento basados en ciclos sucesivos de recombinación y selección, serían los que permitirían los avances más seguros y prolongados.

### AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Agr. Martha Díaz de Ackermann por su invalorable orientación y asesoramiento técnico.

### BIBLIOGRAFIA

1. BRONIMAN, A. 1975. Breeding for *Septoria nodorum* tolerance (*Septoria nodorum* Berk) in wheat. 8 p. (Mimeografiado.)
2. CALDWELL, R. M. 1976. Development of the wheat *Septoria* blight problem in the U.S.A. over the period 1922 to 1975. In Cunfer, B. M. y Nelson, R. L. ed. Proceedings of the *Septoria* diseases workshop. Georgia University of Georgia. pp. 3-6.
3. DANNON, T., SACKS, J. M. y EYAR, Z. The relationships among plant pasture, maturity class, and susceptibility to *Septoria* leaf blotch in wheat. *Phytopathology* 72 (8): 1037-42.
4. DIAZ, M. 1976. Evaluación de variedades y líneas de trigo por resistencia y tolerancia a mancha de la hoja, causada por *Septoria tritici* Rob. ex Desm. Tesis. Facultad de Agronomía, Uruguay.
5. -----, 1983. Variabilidad patogénica de *Septoria tritici* Rob. ex Desm. Investigaciones Agronómicas 4 (1) (en prensa).
6. EYAL, Z., AMIRI, Z. y WAHL, I. 1973. Physiological specialization of *Septoria tritici*. *Phytopathology* 63 (9): 1087-1091.
7. ----- et al. 1977. The effect of postinoculation periods of leaf wetness on the response of wheat cultivars to infection by *Septoria nodorum*. *Phytopathology* 67 (7): 874-878.
8. FRECHA, J. H. 1973. Herencia de la resistencia a *Septoria nodorum* en trigo. *Bol. Genet. Inst. Fitotécnico Castelar*, 8: 31-32.
9. FROBERG, R. C. 1982. Breeding hard red spring wheat for resistance to tan spot. In Hosford, R. M. ed. Tan spot of wheat and related diseases workshop. North Dakota, N. D. Agric. Exp. Sta. pp. 48.
10. GOUGH, F. J. 1982. Inheritance of tan spot resistance from the Chilean wheat "Carifén 12". In Hosford, R. M. ed. Tan spot of wheat and related diseases workshop. North Dakota, N. D. Agric. Exp. Sta. pp. 46-47.
11. HOSFORD, R. M. 1976. Fungal leaf spot diseases of wheat in North Dakota. N. D. Agric. Exp. Station. N.D.S.U. Fargo. Bulletin 500, January. 12 p.
12. LAMEY, H. A. y HOSFORD, R. M. 1982. Tan spot of wheat. N.D.S.U.-U.S.D.A. Cooperative Extension Service Circular. pp. 766. June. 4 p.
13. LUZ, W. C. y HOSFORD, R. M. 1980. Twelve *Pyrenophora trichostoma* races for virulence to wheat in the Central Plains of North America. *Phytopathology* 70 (12): 1193-96.
14. MANZINI, E., RAVA, C. y LOPEZ, A. 1970. Incidencia de *Septoria tritici* Rob. en ocho variedades de trigo cultivadas en el Uruguay. *Investigación Agrícola* (Uruguay) 5: 5-8.
15. METHA, Y. R. 1981. Produção de conídios, período de esporulação e extensao de lesao por *Helminthosporium sativum* nas folhas bandeira de trigo. *Pesq. Agrop. Bras., Brasília*, 16 (1): 77-79.
16. -----, 1981. Identificação de raças de *Helminthosporium sativum* do trigo no Brasil. *Pesq. Agrop. Bras., Brasília*, 16 (3): 331-336.
17. MULLANEY, E. J., MARTIN, J. M. y SCHAREN, A. L. 1982. Generation mean analysis to identify and partition the components of genetic resistance to *Septoria nodorum* in wheat. *Euphytica* 31 (2): 539-549.
18. NAGLE, B. J., FROBERG, R. C. y HOSFORD, R. M. 1982. Inheritance of resistance to tan spot of wheat. In Hosford, R. M. ed. Tan spot of wheat and related diseases workshop. North Dakota, N. D. Agric. Exp. Sta. pp. 40-45.
19. NARVAEZ, I. y CALDWELL, R. M. 1957. Inheritance of resistance of leaf blotch of wheat, caused by *Septoria tritici*. *Phytopathology* 47: 529. (Abst.)

\* Recibido para su publicación en febrero, 1987.

\*\* Técnico (Ing. Agr.) Proyecto Cultivos, EELE.

\*\*\* Scharen, A. L. Apuntes del Curso de Manchas Foliares. Passo Fundo, Brasil, octubre 1983.

20. NELSON, L. R. y GATES, C. E. 1982. Genetics of host plant resistance of wheat to *Septoria nodorum*. *Crop Sci.*, 22 (4): 771-773.
21. PARLEVIET, J. E. 1981. Disease resistance in plants and its consequences for plant breeding. In Frey, K. J. ed. *Plant breeding II*. Ames, Iowa, I. St. University. pp. 309-364.
22. PATTERSON, F. L. *et al.* Oasis soft red winter wheat resistant to leaf blotch. *Station Bull. No. 40*. Agrs. Exp. Sta. Purdue University, W. Lafayette, Indiana.
23. ----- *et al.* 1978. Sullivan soft red winter wheat. *Station Bull. No. 196*. Agric. Exp. Sta. Purdue University, W. Lafayette, Indiana.
24. RIESSELMAN, J. H. y SCHAREN, A. L. 1982. Tan spot of wheat. *Mont guide MT 8201*. Montana State University.
25. RILLO, A. O. y CALDWELL, R. M. 1966. Inheritance of resistance to *Septoria tritici* in *Triticum aestivum* subsp. *vulgare* "Bulgaria 88". *Phytopathology*, 56: 897. (Abstr.)
26. -----, CALDWELL, R. M. y GLOVER, D. V. 1970. Cytogenetics of resistance to wheat leaf blotch (*Septoria tritici*) in backcross derivatives of an Agroticum line. *Crop Sci.*, 10 (2): 223-227.
27. ROSSIELLE, A. A. Sources of resistance in wheat to speckled leaf blotch caused by *Septoria tritici*. *Euphytica*, 21 (1): 152-161.
28. -----, y BROWN, A. G. P. 1979. Inheritance, heritability and breeding behaviour of three sources of resistance to *Septoria tritici* in wheat. *Euphytica* 28 (2): 385-392.
29. ----- y BROWN, A. G. P. 1980. Selection for resistance to *Septoria nodorum* in wheat. *Euphytica*, 29 (2): 337-346.
30. SCHAREN, A. L. y KRUPINSKY, J. M. 1970. Cultural and inoculation studies of *Septoria nodorum* cause of glume blotch of wheat. *Phytopathology*, 60 (10): 1480-1485.
31. ----- y KRUPINSKY, J. M. 1978. Detection and manipulation of resistance to *Septoria nodorum* in wheat. *Phytopathology*, 68 (2): 245-248.
32. ----- y EYAL, Z. 1980. Measurement of quantitative resistance to *Septoria nodorum* in wheat. *Plant Disease*, 64 (5): 492-96.
33. SEBESTA, P. G. 1982. Breeding hard red winter wheat for resistance to tan spot. In Hosford, R. M. ed. *Tan spot and related diseases workshop*. North Dakota, N. D. Agric. Exp. Sta. pp. 50.
34. SHANER, G., FINNEY, R. F. y PATTERSON, F. I. 1975. Expression and effectiveness of resistance in wheat to *Septoria leaf blotch*. *Phytopathology*, 65 (7): 761-766.
35. SHARP, E. L. 1973. Wheat. In Nelson, R. R. ed. *Breeding plants for disease resistance*. E.U.A. Pennsylvania, St. Univ. pp. 110-131.
36. SCOTT, P. R., BENEDIKZ, P. W. y COX, C. J. 1982. A genetic study of the relationship between height time of ear emergence and resistance to *Septoria nodorum* in wheat. *Plant Pathology*, 31: 45-60.
37. TAVELLA, C. M. 1978. Date of heading and plant height of wheat varieties, as related to *Septoria leaf blotch* damage. *Euphytica*, 27 (2): 577-580.
38. ----- y DIAZ, M. 1982. Herencia de la resistencia a *Septoria tritici*. *Investigaciones Agronómicas*, 3 (1): 45-47.
39. ZIV, O. y EYAL, Z. 1971. The relationship between epidemics of *Septoria leaf blotch* and yield losses in spring wheat. *Phytopathology*, 64 (11): 1385-1389.
40. ----- y EYAL, Z. 1976. Evaluation of tolerance to *Septoria leaf blotch* in spring wheat. *Phytopathology*, 66 (4): 485-89.

## CONTROL DE *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary EN GIRASOL\*

A. Berretta\*\*

Si bien *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary es un patógeno especialmente importante en girasol, se encuentra ampliamente distribuido y es considerado un patógeno mayor en numerosas especies de dicotiledóneas. El mismo organismo es conocido como *Sclerotinia libertiana* Fuckel, y también ha sido propuesto un nuevo género, *Whetzelinia*, para esa parte del género *Sclerotinia* (31). Purdy (55) propuso que el nombre *Sclerotinia sclerotiorum* fuera aplicado a tipos grandes y pequeños de esclerotos independientemente del huésped considerado, y varios autores han realizado extensas discusiones sobre el nombre correcto del patógeno (29, 56). De todos modos, una discusión profunda sobre taxonomía del organismo se encuentra fuera del alcance de esta revisión. Siempre que el nombre *Sclerotinia sclerotiorum* sea mencionado en este trabajo se refiere al patógeno que infecta raíces, tallos y capítulos en plantas de girasol y especies relacionadas, produciendo su pudrición y marchitamiento.

Antes de entrar a discutir posibles medidas de control, parece adecuado realizar una descripción general del hongo, sintomatología, condiciones generales que favorecen la infección y fuentes de inóculo, debido a que estos factores se encuentran estrechamente relacionados a las diferentes medidas de control que pueden ser encaradas.

*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary es un hongo que pertenece a la Subdivisión Ascomycotina, Clase Discomycetes, Orden Helotiales, Familia Sclerotiniaceae. Este grupo produce apotecios y verdaderos esclerotos, y carece de conidios (55). Los esclerotos mantenidos en residuos de cultivos y en el suelo durante el invierno son la forma de preservación del inóculo (33), y dichas formas de resistencia comienzan y concluyen el ciclo de vida de *Sclerotinia sclerotiorum* (77). Los esclerotos están formados por una corteza oscura (negra a marrón muy oscura) y por una médula constituida de hifas blancas. Su forma es irregular dependiendo de la parte del huésped donde se han formado (33). Su tamaño varía en función del grado de fraccionamiento de los residuos del cultivo donde se encuentren, dependiendo éstos, a su vez, de las diferentes prácticas culturales aplicadas con posterioridad a la cosecha. El tamaño y la forma de los esclerotos parecen afectar su viabilidad. Los esclerotos pequeños tienen menor tejido de reserva y son más susceptibles de ser atacados y destruidos por organismos del suelo que esclerotos de mayor tamaño. Esclerotos de un mismo volumen pero de formas diferentes tienen la misma cantidad de tejido de reserva pero pueden diferir en el área superficial expuesta a condiciones extremas (de sequía por ejemplo).

El volumen de esclerotos producido por el hongo puede variar, pero en el caso de infecciones severas el patógeno puede producir hasta 400 kg/ha de esclerotos en girasol, quedando la mayoría de ellos en el suelo luego de cosechado el cultivo (41).

\* Entregado para su publicación en febrero, 1987.

\*\* Técnico (Ing. Agr., M. Sc.) Proyecto Cultivos, EELE.

Los esclerotos son considerados la fuente primaria de inóculo, y su distribución en el suelo afecta la incidencia de marchitamiento, que es mayor a medida que la distancia entre ellos y la semilla es menor (24). La germinación de estas formas de resistencia para formar micelio puede suceder durante toda la estación de crecimiento, causando infección de los tejidos subsuperficiales (subterráneos) de la planta y produciendo podredumbre de raíces, podredumbre de la base del tallo y marchitamiento de plantas (23, 24, 77). Dichas plantas marchitas constituyen un foco de infección primaria el cual el patógeno es transmitido de planta a planta por intermedio del contacto entre raíces.

Los esclerotos pueden germinar para formar apotecios, los que producen ascosporas. Dichas ascosporas son la causa de podredumbre de tallos y capítulos (23).

La inducción de los esclerotos para formar apotecios depende de las condiciones ambientales (23, 33). Los esclerotos que invernan sobre la superficie del suelo no son inducidos y no son capaces de formar apotecios en la primavera (33). Pero de todos modos, ellos son capaces de formar micelio y causar infección si se encuentran localizados a una distancia menor de 2 cm de una planta de girasol.

La cantidad de inóculo registrada en un suelo con alta infección llegó a valores de 22 a 40 apotecios por metro cuadrado durante el desarrollo de un cultivo de girasol (74). Bajo condiciones de laboratorio un solo apotecio fue capaz de liberar un promedio de  $2,32 \times 10^6$  ascosporas durante un período de 9 días. En condiciones de campo se registró una producción de hasta 35, 40 y 100 apotecios a partir de un escleroto individual (61). En consecuencia, un escleroto sería capaz de producir  $2,3 \times 10^8$  ascosporas.

Por lo tanto, las ascosporas son suficientemente abundantes en primavera y durante el período de floración de girasol como para no ser un factor limitante en la contaminación de capítulos. Fueron suficientes sólo cuatro horas de agua libre o 16 horas de 98% de humedad relativa para producir germinación de las ascosporas (34). Los capítulos de girasol demostraron ser susceptibles a la infección por ascosporas desde el período de apertura floral hasta dos semanas después del fin de floración, ocurriendo, con 42 horas consecutivas de agua libre, una contaminación irreversible de los mismos.

### DISTRIBUCION DE LA ENFERMEDAD E IMPORTANCIA EN EL CULTIVO

El patógeno es sumamente inespecífico, omnívoro y efectivo en su ataque (56), afectando un amplio rango de grupos taxonómicos; en la mayoría de los casos, sus huéspedes son herbáceos. Ha sido identificado en todo el mundo, y es probable que el patógeno ocurra en algún lugar en casi cada país. Si bien es caracterizado como un hongo de desarrollo activo en áreas frescas y húmedas, también ha sido encontrado en climas cálidos y secos. Su actividad se ve reducida a temperaturas que se aproximan a 0 °C, o que sobrepasan los 32 °C (56,75).

Valores de humedad relativa de más de 85% y un rango de temperatura de 15 a 22 °C son mencionados como aquellas condiciones climáticas que favorecen la infección por el hongo (26, 60) en girasol.

La enfermedad es considerada importante en todas las principales áreas girasoleras del mundo donde el cultivo ha sido realizado durante varias décadas, dependiendo su incidencia, como ya se mencionó, de las condiciones climáticas y de las prácticas culturales realizadas.

En Manitoba, Canadá, donde la enfermedad más importante del girasol es causada por *Sclerotinia sclerotiorum*, se encontró que la reducción de rendimiento y calidad de semilla dependía del estado de desarrollo de la planta cuando ocurrió la infección (15). Cuando el marchitamiento ocurrió durante las cuatro semanas alrededor del período de floración, el rendimiento de semilla en parcelas de campo sufrió una reducción mayor al 70%, debido fundamentalmente a un menor peso del grano. La enfermedad no afectó la calidad del aceite.

#### MEDIDAS DE CONTROL

Se pueden encarar diferentes tipos de control a los efectos de reducir la incidencia del patógeno (63, 77), pero, dado que no ha sido posible lograr un control completo de la enfermedad, se deben integrar diferentes medidas a los efectos de complementarlas para lograr los mejores resultados posibles. Los diferentes métodos incluyen, fundamentalmente, en el corto y mediano plazo, medidas tomadas a los efectos de reducir la sobrevivencia de esclerotos en el suelo, inhibición o reducción de la germinación y el crecimiento del hongo por medio de agentes químicos y/o biológicos, y prácticas culturales y, en el largo plazo, desarrollo de cultivares con resistencia genética.

Aunque existe investigación abundante en ensayos de campo, la mayoría de los resultados que han sido obtenidos provienen de ensayos en condiciones de laboratorio, y se han encontrado resultados negativos en el campo con diferentes métodos químicos y biológicos luego de haber sido demostrada su eficacia in vitro (38).

#### MÉTODOS CULTURALES

En este método se consideran diferentes prácticas, que incluyen un correcto manejo de los residuos del cultivo, uso de semilla libre de esclerotos, rotaciones adecuadas de cultivos, bajas poblaciones de plantas, cosecha en tiempo, control de malezas, principalmente susceptibles a la enfermedad, entre otros (15, 26, 35, 36, 55, 66, 75).

Hoes (15) considera el control de las enfermedades causadas por *Sclerotinia* spp. como equivalente al control de los esclerotos. El manejo del suelo y los residuos del cultivo, entonces, son de suma importancia, desde que, como se mencionó anteriormente, los esclerotos sobreviven allí durante el invierno (33). En ese sentido, McLean (45) mencionaba la quema de rastrojos como una forma parcial de destruir estas formas de resistencia que quedaban luego de la cosecha del grano.

La distribución de esclerotos en el suelo depende de las prácticas de laboreo que se efectúen (61). Respecto de sobrevivencia de los esclerotos, se han obtenido resultados contradictorios dependiendo de la profundidad del suelo en que se encuentren. La mayoría de los autores reportan una menor sobrevivencia de esclerotos cuando los mismos son mantenidos en la superficie del suelo o en las capas superiores del mismo (15, 33, 53, 77), y una regeneración más activa cuando son enterrados profundamente (73). Por lo tanto, labores superficiales

tendientes a mantener los residuos infestados cerca o sobre la superficie del suelo, deberían ayudar a reducir el potencial de inóculo de *Sclerotinia sclerotiorum*, mientras que aradas profundas retornarían esclerotos viables a la superficie, acarreado un aumento de la infección a partir del desarrollo de apotecios. No obstante, Vronskikh (72) encontró menor viabilidad de esclerotos a 25 cm que de 5 a 15, y Merriman (46) recomendaba enterrar los esclerotos en el suelo por lo menos por 30 semanas por medio de aradas profundas como una forma de reducir la sobrevivencia de los mismos. También en las condiciones de Australia (47) se encontró, en lechuga, una reducción de la infección de 37% utilizando una combinación de aradas con benomilo, comparada con arada solamente o con plantas no tratadas con fungicida.

Pero independientemente de la profundidad, la literatura menciona de 3 a 8 años de sobrevivencia en el suelo (2, 45, 53) con porcentajes de recuperación tan altos como 95% de esclerotos luego de 2 años (73), y 75% luego de 3 años de enterrado (5). Por lo tanto, se deben planificar rotaciones de cultivos adecuados a los efectos de reducir la población de esclerotos en el suelo (15). Además, se requiere un número suficiente de años entre cultivos susceptibles para poder reducir significativamente dicha población. Varios autores citan como insuficiente un intervalo de 3 años entre cultivos susceptibles para reducir la población de esclerotos, principalmente debido a la longevidad de los mismos y su capacidad para formar esclerotos secundarios (5, 70). La literatura reporta 4 a 5 años como una rotación adecuada (15, 35, 36, 77), y para las condiciones de Rusia, se cita un intervalo tan largo como 7 a 8 años (28). En general, se recomienda el uso de cereales como cultivo precedente, con trigo, cebada y centeno como los más comúnmente utilizados, pero también se consideran cultivos útiles el maíz, remolacha azucarera y lino (28, 32, 72, 75, 77).

Varios componentes de suelo afectan la sobrevivencia de los esclerotos. Merriman (46) encontró que la velocidad de degradación de esclerotos en el suelo fue mayor en suelos que poseían alto contenido de arcilla y bajo pH. Aunque la textura del suelo y su pH pueden tener efectos directos en la sobrevivencia de los esclerotos, otros factores asociados pueden afectar su degradación, tales como la frecuencia de humedecimiento y secado y la actividad de la microflora hiperparasita de *Sclerotinia sclerotiorum*.

Aunque el agregado de abono verde a la superficie del suelo no tuvo influencia sobre la destrucción de los esclerotos, el tipo de materia orgánica, su estado de descomposición, y especialmente el grado de mezcla con el suelo podrían jugar un rol importante en su degradación (48). Williams y Western (73) adjudican a la humedad del suelo el rol más importante en la persistencia de los esclerotos en el mismo, observando un declinamiento importante en el número de dichas formas de resistencia en suelos con una capacidad de retención de humedad de 30%. Cook *et al.* (5) determinaron que condiciones de alta humedad y temperaturas tienen un efecto negativo en la sobrevivencia de esclerotos y Adams y Ayers (2) encontraron que una temperatura de suelo de 35 °C durante un período de 3 semanas o más reducía la sobrevivencia de esclerotos. Pero no le adjudican una gran importancia a este factor ya que, en condiciones de campo, no consideran demasiado probable que en una región templada se dé un período prolongado de temperaturas tan altas. También es mencionado en la literatura que el efecto de inundación por un mínimo de 23 a 45 días causaría la completa destrucción de los esclerotos, aunque este procedimiento no puede considerarse aplicable en campos de producción de

girasol (48). Por otra parte, Grogan y Abawi (14) señalan que una baja presión osmótica inhibe la formación de apotecios.

Otra práctica cultural considerada importante en la incidencia de infección de un cultivo es su distribución espacial en el campo (24). Las plantas desarrollaron inicialmente síntomas de marchitamiento, convirtiéndose en un centro de infección primaria desde el cual el hongo se extendió de planta a planta por medio del contacto entre raíces. Datos de Canadá demuestran que a medida que disminuyó el espacio entre plantas, el patógeno se extendió más eficientemente, causando marchitamiento en menor tiempo a un mayor número de plantas. Una planta infectada fue capaz de causar la muerte de hasta 8 plantas vecinas ubicadas a 10 cm en la fila, mientras que la transmisión del hongo fue mínima a distancias de 30 a 40 cm entre plantas. Por lo tanto, el manejo del espaciamiento entre plantas y, en consecuencia, la población usada podría ser un factor importante en la reducción de las pérdidas debidas a *Sclerotinia* spp. Se recomienda el uso de distancias de 55 a 95 cm entre filas y poblaciones uniformemente espaciadas. Por otra parte, poblaciones de plantas entre 27 y 55.000 plantas/ha pueden ser usadas sin reducciones significativas de rendimiento (17, 24). En las condiciones de Dakota del Norte, E.U.A., donde para rangos de poblaciones de 37 a 74.000 plantas/ha Holley y Nelson (18) no encontraron influencia de dichas poblaciones sobre la incidencia de la enfermedad. Los autores concluyen que aún en las poblaciones menores probadas el volumen radicular y el contacto entre los sistemas radiculares de plantas adyacentes, fue suficiente para un rápido esparcimiento de la infección.

Algunas otras prácticas culturales son recomendadas en el control de la enfermedad, como el uso de semilla libre del patógeno. En ese sentido sería recomendable el uso de semilla certificada, donde existen límites al número de esclerotos existentes en la semilla (36). De otro modo, como la separación de los esclerotos de la semilla es tan difícil mecánicamente debido a que pueden poseer el mismo tamaño; no se realiza control del número de esclerotos presentes. Este panorama se agrava con el hecho de que en capítulos infectados con el patógeno se encontró que hasta el 50% de la semilla contenía micelio, sin ningún signo visible de infección (4). En consecuencia, campos de producción de semilla donde se hubiera realizado algún control deberían presentar una mayor seguridad.

La utilización de fertilizantes es mencionada como forma de reducir la infección de *S. sclerotiorum* fundamentalmente mediante aplicaciones de NPK en la siembra. También se recomienda un buen control del agua de riego ya que se menciona como un efectivo medio de contaminación de áreas bajas (61).

Otra importante medida profiláctica mencionada es anticipar la cosecha mediante la utilización de desecantes que aceleran el secado de las plantas y capítulos (78). En la Unión Soviética se recomienda clorato de magnesio en una dosis de 15-20 kg/ha (13, 28). Como se mencionó anteriormente, se debe realizar un correcto control de malezas que puedan actuar como huéspedes del patógeno (11).

#### CONTROL BIOLÓGICO

La literatura menciona por lo menos 30 especies parásitas o antagonistas de *Sclerotinia* spp. que comprenden hongos, bacterias y otros miembros de la fauna del suelo (2, 63). Como se mencionó anteriormente, la mayoría de los resultados fueron logrados en ensayos de laboratorio, y se dispone de poca información sobre su efectividad en condicio-

nes de campo (2, 64). De todas maneras, existen suficientes resultados que han demostrado la posibilidad de un efectivo control biológico de los esclerotos del suelo (73), y Adams y Ayers (2) citan el componente biológico del suelo como el más importante en la sobrevivencia de esclerotos.

El hiperparásito más comúnmente mencionado es *Coniothyrium minitans* Campbell, seguido por *Gliocladium catenulatum* Gilman y Abbot, *G. roseum* (Link) Bainier, y *Trichoderma viride* Persoon. Se mencionan resultados promisorios con otras especies de *Gliocladium* y con los géneros *Penicillium*, *Fusarium* y *Verticillium* (2, 19, 27, 44, 63, 64, 65, 69, 70).

Huang (19) encontró que la introducción de hiperparásitos principalmente *C. minitans* en un suelo infestado con *Sclerotinia* spp. en el momento de la siembra en girasol resultó en una menor incidencia de marchitamiento, incrementando el rendimiento de semilla. La reducción del marchitamiento de girasol por *Sclerotinia* spp. parece ser debido principalmente al efectivo control del inóculo primario de esclerotos por los hiperparásitos, porque el número de plantas muertas debido a la infección primaria se redujo, mientras que no afectó la velocidad de esparcimiento de la enfermedad desde esos puntos primarios de infección hacia otras plantas (21). Resultados de 3 años de experimentos en Canadá demostraron que la introducción masiva de *C. minitans* solo o con *Gliocladium catenulatum* y *Trichoderma viride* redujeron las pérdidas de rendimiento en girasol por medio de un control efectivo de *S. sclerotiorum* (20, 21).

La aplicación de los parásitos en el momento de la emergencia fue efectiva incorporándolos al suelo por medios mecánicos, lo que hace el tratamiento factible de ser aplicado a escala comercial. Aplicaciones de 1 kg de inóculo húmedo de *C. minitans* solo o 400 g de inóculo húmedo de cada uno de los tres hiperparásitos mencionados fueron efectivas. El inóculo húmedo fue tan efectivo como el seco al aire (21).

Resultados de Trutmann *et al.* (68) demostraron que los niveles de *C. minitans* introducidos artificialmente en el suelo pueden permanecer en niveles altos durante 2 años a profundidad de por lo menos 20 centímetros. El modo de acción de los hiperparásitos sobre el hongo parece ser debido a destrucción por lisis de los esclerotos (64, 65), o a parasitismo de micelio y esclerotos (69). Algunos tipos de bacterias antagonistas atacan y matan las hifas terminales del hongo (64). La temperatura óptima citada para germinación, crecimiento, infección de esclerotos y parasitismo destructivo de los hiperparásitos es 20 °C y más de 95% de humedad relativa (44, 65, 67, 70). La colonización de esclerotos fue más rápida cuando los mismos fueron secados y rehumedecidos en el suelo, lo que causó una pérdida importante de nutrientes. Dicha medida podría ser usada exitosamente si tuviera la duración necesaria (62).

#### CONTROL GENÉTICO

En lo que respecta al desarrollo de cultivares genéticamente resistentes a la enfermedad, no se ha logrado demasiado progreso hasta el momento. Pero varios autores reportan suficiente variabilidad y diferencias en el comportamiento de diferentes genotipos de *Helianthus annuus* (8, 9, 11, 13, 30, 39, 40, 41, 54, 59) habiéndose obtenido resultados promisorios en cruzamientos interespecíficos o con especies relacionadas del mismo género (50, 58).

Putt (59) mencionaba diferencias importantes en susceptibilidad de variedades y líneas al marchitamiento producido por *Sclerotinia* spp. asumiendo

que parte de ese comportamiento diferencial era transmitido genéticamente. Luka (40) también citaba una variación interesante entre variedades, siendo los "top crosses" e híbridos intervarietales los que mostraron mayor resistencia. Pustovoit y Gubin (58) citaban a la serie hexaploide de las especies silvestres de *Helianthus* y sus híbridos con el girasol cultivado como resistentes a la podredumbre del capítulo. Un estudio más profundo de las relaciones recíprocas entre el patógeno e híbridos resistentes demostraron que el género *Sclerotinia* está representado por diferentes razas geográficas que difieren en su patogenicidad. Se reporta también el desarrollo de una población con una resistencia de 70 a 90% frente a nueve razas de *Sclerotinia sclerotiorum*, desarrollada luego de 7 años de selección en condiciones de inoculación artificial. En investigaciones posteriores, Pustovoit (57) menciona líneas que poseen casi un 90% de resistencia a la forma de la enfermedad que ataca los capítulos. En lo que se refiere a la forma de la enfermedad que ataca la base del tallo, no se ha encontrado resistencia o su nivel es muy bajo.

Varios métodos de selección del material genético son discutidos por diferentes autores. Ilescu y Pierre (25) proponen la incorporación de esclerotos molidos o granos de cebada con micelio en el suelo en el momento de la siembra como una forma de seleccionar genotipos bajo condiciones de infección. Huang y Dorell (22) encontraron que el uso de filtrado de cultivos de *S. sclerotiorum* resultó tóxico para las plántulas de girasol, causando síntomas de marchitamiento similares a aquellos desarrollados por plantas infestadas naturalmente. Esta técnica de selección sería sumamente útil en el estudio de resistencia de plantas de girasol a la fase de marchitamiento de la enfermedad.

En plantas afectadas, se encontró un alto nivel de ácido oxálico, sustancia que se considera inductora del marchitamiento (51). Esta sustancia se mueve sistémicamente hacia las hojas, donde se acumula hasta un nivel crítico en que produce dicho marchitamiento. Basada en esta sustancia, se dispone de una técnica aplicable para la selección de genotipos.

En lo que respecta a la fase de la enfermedad que ataca los capítulos, Anashchenko y Yakutkin (3) reportan un buen nivel de infección cuando inocularon capítulos de girasol al comienzo del estado de madurez fisiológica (capítulos amarillentos).

Varios autores encontraron que la mayor resistencia mostrada por líneas endocriadas fue transmitida a la generación F<sub>1</sub> derivada de dichas líneas (9, 40, 42), aunque Fick y Gulya (11) reportan bajos niveles de heredabilidad del carácter.

En cruzamientos derivados de la línea endocriada HA 60 y la línea restauradora RHA 265, el carácter fue heredado como dominante (41).

Dueck y Campbell (9) aplicaron selección recurrente en la línea HA 61 a los efectos de incrementar su nivel de resistencia, aunque dicho método no fue efectivo en el mejoramiento de la variedad Krasnodarets. El mismo método fue usado exitosamente por Hoes y Huang en la variedad Peredovik (17).

Se conoce bastante poco sobre los mecanismos que proveen resistencia a las plantas de girasol. Leclercq (37) cita la altura de plantas como un factor importante en el nivel de infección, presentando las plantas más altas un mejor escape a la enfermedad debido a mejores condiciones de humedad (microambiente, menos húmedo) y a un menor nivel de infección producido por ascosporas. Orellana (52) atribuye la tolerancia de girasol a un mayor crecimiento y lignificación de los tejidos en respuesta a un tratamiento de día largo. Aunque no se conocen precisamente los mecanismos fisiológicos, los síntomas de la enfermedad se manifiestan

más tarde en genotipos más resistentes y su transmisión es más lenta (40).

## CONTROL QUIMICO

El control químico puede encararse de diferentes maneras, entre las que se incluyen protectores foliares, tratamiento de semillas como inhibidores de la germinación de esclerotos y/o desinfectantes de suelo. La mayoría de los resultados de control químico han sido obtenidos con otras especies. En este trabajo se hace un especial énfasis en la literatura que se refiere a girasol, ya que la factibilidad económica de aplicaciones masivas de fungicidas es diferente de la de aquellos cultivos que se producen en condiciones intensivas.

El método más comúnmente citado es el tratamiento de semilla, tratada 3 ó 4 semanas antes de la siembra (72). Steadman (63), no obstante, pone en tela de juicio su efectividad, ya que el nivel de enfermedad logrado a partir del inóculo de semilla de girasol infectado fue bajo. Pero la literatura reporta varios productos que fueron utilizados con buenos resultados. Vernescu e Ilescu (71) citan haber obtenido los mejores resultados en el control de *Sclerotinia* spp. en girasol con tratamientos de semilla utilizando fungicidas conteniendo metiltiofanato y carbendazín.

Kernasyuk y Radzievskii (28) encontraron una disminución del nivel de infección de 5,4% con el uso de benomilo a dosis de 2-3 kg/tonelada. En la Unión Soviética se recomienda el tratamiento de semilla con TMTD a razón de 3 kg/t (75). Vronskikh (72) concluye que Apron (metalaxyl + maneb), a razón de 3 kg/t, fue el más efectivo en el control de *Sclerotinia* en Moldavia, URSS, seguido por Rovral (iprodione), fundazol, Topsin (tiofanato), Derosal (carbendazín) y Bayleton (triadimefón).

Los protectores foliares son recomendados en diferentes especies, aplicados antes de que ocurra la infección. En girasol se recomiendan dos aplicaciones de Benlate (benomilo), la primera al comienzo del estado de botón floral y la segunda al final de dicho estado o al comienzo de floración, aunque desde el punto de vista económico fue preferible una única aplicación en época temprana (43). En protos, la efectividad del benomilo fue atribuida a su traslocación sistémica hacia los botones florales y flores en desarrollo, y a la retención de su acción fungicida en las flores senescentes y muertas (49). Una mezcla de Benlate + Fumilex y Ronilan + Phaltan (vinclozólín + folpet) presentó una buena eficiencia en el control de la infección en un campo de producción de girasol en Rumania (7). Asimismo, se reporta la efectividad de vinclozólín en el control de la podredumbre basal del tallo en girasol incitado por el patógeno en cuestión (12).

Otros tipos de tratamientos actúan como inhibidores de la germinación de esclerotos o como desinfectantes de suelo. Se encontró que Quinolate V-4X (carboxin + oxina-cobre), a razón de 300 g/100 kg de semilla, Busan EC-30 (TCMTB), a razón de 300 ml y Lekinol 15 S, utilizado en el orden de 300 g en el peso de semilla mencionado, inhiben exitosamente el desarrollo de micelio a partir de esclerotos en girasol (1) y la cianamida cálcica es utilizada como inhibidor de la inducción de la germinación de esclerotos (33).

## CONCLUSIONES

El control de las diferentes podredumbres causadas por *Sclerotinia sclerotiorum* en girasol ha sido encarado por diferentes vías.

En el corto plazo, los métodos más razonables desde un punto de vista económico parecen ser aquellos métodos culturales dirigidos a disminuir la po-

blación de esclerotos en el suelo. Por lo tanto, se debe combinar el uso de semilla libre de esclerotos, una adecuada rotación de cultivos, el uso de las menores densidades de plantas que compensan un buen rendimiento final y el mejor control posible de malezas susceptibles, a los efectos de lograr un control integral.

No obstante, en el largo plazo, parece posible encarar algún tipo de control biológico o químico. Del mismo modo, el mejoramiento por resistencia genética parece ser factible, principalmente a través del uso de diferentes cruzamientos interespecíficos con especies relacionadas.

## AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. (M. Sc.) Carlos Perea por la revisión del original.

## BIBLIOGRAFIA

- ACIMOVIC, M. 1977. Laboratory examination of some fungicides used in the control of *S. libertiana* Fuck., the parasite of sunflower. Zastita Bilja, 28 (140): 143-146. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1979 (2352).
- ADAMS, P. B. y AYERS, W. A. 1979. Ecology of *Sclerotinia* species. Phytopathology 69 (8): 896-899.
- ANASHCHENKO, A. V. y YAKUTKIN, V. I. 1979. A rapid method of field evaluation of sunflower for resistance to the anthodium form of white rot *S. sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Genetika i Slektsii, 64 (2): 157-159. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1980 (5872).
- Annual report of the Secretary for Agricultural Technical Services for the period 1 July 1979 to 30 June 1980. Pretoria, Africa del Sur (1981). 134 p. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1982 (3831).
- COOK, G. E., STEADMAN, J. R. y BOOSALIS, M. G. 1975. Survival of *Whetzelinia sclerotiorum* and initial infection of dry edible beans in Western Nebraska. Phytopathology 65: 250-255.
- DORELL, D. G. y HUANG, H. C. 1978. Influence of *Sclerotinia* wilt on seed yield and quality of sunflower wilted at different stages of development. Crop Sci. 18 (6): 974-976.
- DRAGOESCU, E. e ILIESCU, H. 1980. La lutte chimique contre la pourriture grise (*Botrytis cinerea* Pers.) et la pourriture blanche (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) du tournesol. In International Sunflower Conference, 9a., Torremolinos, España. Proceedings. pp. 173-181.
- DUECK, J. 1979. Selecting for resistance to *Sclerotinia* in sunflower. Canada Agriculture 24 (4): 11-13. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1980 (2296).
- y CAMPBELL, S. J. 1978. Resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary in sunflower. In International Sunflower Conference, 8a., Minneapolis, E.U.A. Proceedings. pp. 305-310.
- FICK, G. N. 1978. Breeding and genetics. In Carter, J. F. ed. Sunflower science and technology. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy. (Agronomy Series, 19.) pp. 279-329.
- y GULYA, T. S. 1980. Occurrence of *Sclerotinia* wilt of sunflower and preliminary results on breeding for resistance. In International Sunflower Conference, 9a., Torremolinos, España. Proceedings. pp. 83-87.
- GAITAN, M. V. y TEYSSANDIER, E. 1980. Control químico de podredumbre basal por *S. sclerotiorum* en cultivo de girasol. In International Sunflower Conference, 9a., Torremolinos, España. Proceedings. pp. 88-92.
- GRECJKA, I. V. y POCHAPSKAYA, E. M. 1976. Sunflower resistance to sclerotiniosis and methods to raise it. In International Sunflower Conference, 7a., Krasnodar, URSS. Proceedings. pp. 234-237.
- GROGAN, R. G. y ABAWI, G. S. 1975. Influence of water potential on growth and survival of *Whetzelinia sclerotiorum*. Phytopathology 65: 122-138.
- HOES, J. A. 1975. Sunflower diseases in Western Ca-

nada. In Harapiak, J. T. ed. Oilseed and pulse crops in Western Canada A Symposium. pp. 425-458.

- y HUANG, H. C. 1975. *Sclerotinia sclerotiorum*: viability and separation of sclerotia from soil. Phytopathology 65: 1431-1432.
- y HUANG, H. C. 1976. Control of *Sclerotinia* basal stem rot of sunflowers, a progress report. In Sunflower Forum, Fargo, North Dakota, E.U.A. Proceedings. pp. 18-90.
- HOLLEY, R. C. y NELSON, B. D. 1986. Effect of plant population and inoculum density on incidence of *Sclerotinia* wilt of sunflower. Phytopathology 76 (1): 71-74.
- HUANG, H. C. 1978. Biological control of *Sclerotinia* wilt of sunflower by hyperparasites. In International Sunflower Conference, 8a., Minneapolis, E.U.A. Proceedings. pp. 311-318.
- , 1979. Biological control of *Sclerotinia* wilt in sunflower. Canada Agriculture 24 (3): 12-14.
- , 1980. Control of *Sclerotinia* wilt of sunflower by hyperparasites. Canadian Journal of Plant Pathology 2 (1): 26-32.
- y DORELL, D. G. 1978. Screening sunflower seedlings for resistance to toxic metabolites produced by *S. sclerotiorum*. Canadian Journal of Plant Science 58 (4): 1107-1110.
- y DUECK, J. 1980. Wilt of sunflower from infection by mycelial germinating sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. Canadian Journal of Plant Pathology 2 (2): 47-52.
- y HOES, J. A. 1980. Importance of plant spacing and sclerotial position to development of *Sclerotinia* wilt of sunflower. Plant Disease 64: 81-84.
- ILIESCU, H. y PIERRE, N. 1977. Contributions to the study of artificial infection used in breeding sunflower for resistance to diseases. Probleme de Protectia Plantelor 5 (4): 407-422. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1980 (1824).
- , STOICA, V. y CSEP, N. 1977. Stem rot (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) and grey mold (*B. cinerea* Pers.) causing extended and severe attacks on sunflower plants. Probleme de Protectia Plantelor 5 (4): 397-406. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1980 (1823).
- KARHUVAARA, L. 1960. On the parasites of the sclerotia of some fungi. Acta Agronomica Scandinavica 10: 127-134.
- KERNASYUK, V. G. y RADZIEVSKII, L. L. 1981. Increase in yield. Zashchita Rastenii 4: 24. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1982 (348).
- KOHN, L. M. 1979. Delimitation of the economically important plant pathogenic *Sclerotinia* spp. Phytopathology 69: 881-886.
- KOLTE, S. V., SINGH, B. y TEWARI, A. N. 1976. Evaluation of sunflower genotypes for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. Indian Journal Mycological Plant Pathology 6: 65-67.
- KORF, R. P. y DUMONT, K. P. 1971. *Whetzelinia*, a new generic name of *Sclerotinia sclerotiorum* and *S. tuberosa*. Mycologia 64: 248-251.
- KUZNETSOVA, I. F. 1979. The protection of sunflower against diseases. Zashchita Rastenii, 3: 43-45. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1979 (5456).
- LAMARQUE, C. 1976. Elements de biologie du *Sclerotinia sclerotiorum* sur tournesol en France. Informations techniques C.E.T.I.O.M. 49: 21-25.
- , 1978. Conditions nécessaires a la contamination des capitules de tournesol par le *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. In International Sunflower Conference, 8a., Minneapolis, E.U.A. Proceedings. pp. 289-294.
- LAMEY, H. A. 1981. Crop rotations for managing plant diseases. Fargo, E.U.A. North Dakota State University. Plant Science Section. Circular PP-705. 2 p.
- , 1982. Symptoms of and controls for crop diseases. Fargo, E.U.A. North Dakota State University. Circular PP-533. (Revised). 15 p.
- LECLERCQ, P. 1973. Influence de facteurs héréditaires sur la résistance apparente du tournesol a *Sclerotinia sclerotiorum*. Annales de L'Amélioration de Plantes 23 (3): 279-286.

38. LEE, Y. A. y WU, W. S. 1979. Management of the Sclerotinia diseases with biological and chemical methods. Memoirs of the College of Agriculture. National Taiwan University 19 (1): 96-107. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1981 (2715).
39. LOGVINENKO, V. A. y LOGVINENKO, M. I. 1979. Sunflower cultivars resistant to the main pathogens. Seleksiya i Semen ovo dstvo 1: 28-30. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1980 (4273).
40. LUKA, C. 1974. Research on the resistance of sunflower inbred lines and hybrids to *Sclerotinia libertiana* Fuck. In International Sunflower Conference, 6a., Bucarest, Rumania. Proceedings. pp 303-308.
41. ----- 1976. Breeding sunflower for resistance to *Sclerotinia libertiana* Fuck. In International Sunflower Conference, 7a., Krasnodar, URSS. Proceedings. pp. 227-233.
42. ----- 1980. Resistance evaluation of sunflower genotypes naturally infected by *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. In International Sunflower Conference, 9a., Torremolinos, España. Proceedings. pp. 183-186.
43. MACKIEWICZ, S. y ZUB, I. 1978. Trials of chemical control of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary on oleaginous sunflower. Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roslin 20 (2): 73-89. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1982.
44. MAKKONEN, R. y POHJAKALLIO, O. 1960. On the parasites attacking the sclerotia of some fungi pathogenic to higher plants and on the resistance of these sclerotia to their parasites. Acta Agronomica Scandinavica 10: 105-126.
45. McLEAN, D. M. 1958. Some experiments concerned with the formation and inhibition of apothecia of *Sclerotinia sclerotiorum*. Plant Disease Reporter 42: 409-412.
46. MERRIMAN, P. R. 1976. Survival of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* in soil. Soil Biology and Biochemistry 8: 385-389.
47. ----- et al. 1979. Survival of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* and effects of cultivation practices on disease. Soil Biology and Biochemistry, 11 (6): 567-570.
48. MOORE, W. D. 1949. Flooding as a mean of destroying the sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. Phytopathology 39: 920-927.
49. NATTI, J. J. 1971. Epidemiology and control of bean white mold. Phytopathology 61: 669-674.
50. NEKLYUDOVA, E. T. y PAS'KO, N. M. 1979. Evaluation of the resistance of *H. tuberosus* to *Sclerotinia sclerotiorum*. Zashchita Rastenii 10: 30-31. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1981 (2916).
51. NOYES, R. D. y HANCOCK, J. G. 1981. Role of oxalic acid in the *Sclerotinia sclerotiorum* wilt of sunflower. Physiological Plant Pathology 8 (2): 123-132.
52. ORELLANA, R. G. 1975. Photoperiod influence on the susceptibility of sunflower to *Sclerotinia sclerotiorum* stalk rot. Phytopathology 65: 1293-1298.
53. PARTIKA, R. E. y MAI, W. F. 1962. Effects of environment and some chemicals on *Sclerotinia sclerotiorum* in laboratory and potato field. Phytopathology 2: 760-770.
54. PIERRE, J. G. y REGNAULT, Y. 1982. Methods of studying the reaction of some cultivars and wild species of sunflower to infection by *Sclerotinia sclerotiorum*. In International Sunflower Conference, 10a., Australia. Proceedings. pp. 165-167.
55. PURDY, L. H. 1955. A broader concept of the species of *Sclerotinia sclerotiorum* based on variability. Phytopathology 45: 421-427.
56. ----- 1979. *Sclerotinia sclerotiorum*: History, diseases and symptomatology host range, geographic distribution and impact. Phytopathology 69: 875-880.
57. PUSTOVOIT, G. 1976. Studies of sunflower immunity to white rot *Sclerotinia sclerotiorum*. In International Sunflower Conference, 7a., Krasnodar, URSS. Proceedings. pp. 193-204.
58. ----- y GUBIN, I. A. 1974. Results and prospects

in sunflower breeding for group immunity by using the interspecific hybridization method. In International Sunflower Conference, 6a., Bucarest, Rumania. Proceedings. pp. 373-382.

59. PUTT, E. 1958. Note on differences in susceptibility to *Sclerotinia* wilt in sunflowers. Canadian Journal of Plant Science 38: 380-381.
60. ROGOZHERA, M. F. y KOCHENKOVA, K. G. 1981. White and grey rots of sunflower. Fambov Reg. Agric. Exp. Sta., URSS, 5: 20-21. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1982 (813).
61. SCHWARTZ, H. F. y STEADMAN, J. R. 1978. Factors affecting sclerotium population of, and apothecium production by *Sclerotinia sclerotiorum*. Phytopathology 68: 383-388.
62. SMITH, A. M. 1972. Biological control of fungal sclerotia in soil. Soil Biology and Biochemistry 4: 131-134.
63. STEADMAN, J. R. 1979. Control of plant diseases caused by *Sclerotinia* species. Phytopathology 69: 904-907.
64. SU, S. J. y SUN, S. K. 1978. Some antagonistic microorganisms against *Sclerotinia sclerotiorum*. Plant Protection Bulletin 20 (3): 244-252. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1980 (1112).
65. ----- y LEU, L. S. 1980. Three parasitic fungi on *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Plant Protection Bulletin, Taiwan 22 (3): 253-262 (Ch). C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1982 (1099).
66. TIKHONOV, O. I. y PIVEN, V. T. 1981. The protection of sunflower against diseases 5: 18-19 (Ru) VNIIMK, C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1982 (812).
67. TRUTMANN, P., KEANE, P. J. y MERRIMAN, P. R. 1980. Reduction of sclerotial inoculum of *Sclerotinia sclerotiorum* with *Coniothyrium minitans*. Soil Biology and Biochemistry 12 (5): 461-465.
68. -----, KEANE, P. J. y MERRIMAN, P. 1982. *Coniothyrium minitans* as a treatment for *Sclerotinia* wilt of sunflower. In International Sunflower Conference, 10a., Australia. Proceedings. pp. 170-171.
69. TU, J. C. 1980. *Gliocladium virens*, a destructive mycoparasite of *Sclerotinia sclerotiorum*. Phytopathology 70 (7): 670-674.
70. TURNER, G. S. y TRIBE, H. T. 1976. On *Coniothyrium minitans* and its parasitism of *Sclerotinia* species. Transaction of the British Mycological Society 66 (1): 97-105.
71. VERNESCU, I. e ILIESCU, H. 1977. The control of mold fungi in sunflower by seed treatment. Probleme de Protectia Plantelor 5 (4): 423-429. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1980 (1825).
72. VRONSKIKH, M. D. 1981. Protection of sunflower under conditions of industrial technology. Zashchita Rastenii 4: 20-24. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts 1982 (347).
73. WILLIAMS, G. H. y WESTERN, J. H. 1965. The biology of *Sclerotinia trifoliorum* Erikss and other species of sclerotium-forming fungi. II. Survival of sclerotia in soil. Annals of Applied Biology 56: 261-268.
74. WU, W. S. 1981. Management of sunflower Sclerotinia rot with chemicals. Botanical Bulletin of Academia Sinica 22 (1): 75-82. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1981 (5067).
75. YAKUTKIN, V. I. 1978. Harmful diseases of sunflower. Zashchita Rastenii, 505: 48-49. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1979 (2895).
76. ZIMMER, D. E. y FICK, G. N. 1974. Some diseases of sunflower in the United States: their occurrence, biology and control. In International Sunflower Conference, 6a., Bucarest, Rumania. Proceedings. pp. 673-680.
77. ----- y HOES, J. A. 1978. Diseases. In Carter, J. F. ed. Sunflower science and technology. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy. (Agronomy Series, 19.) pp. 225-255.
78. ZUBKOVA, N. F. 1980. Defoliants and dessicants of plants. Zashchita Rastenii, 8: 24-25. C.A.B. Review of Plant Pathology Abstracts. 1981 (3095).

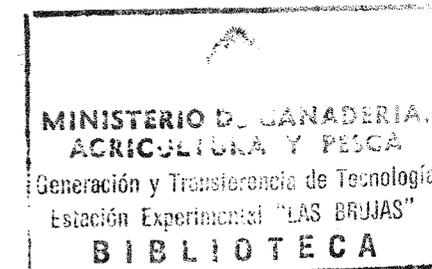
## FE DE ERRATAS

RELACIONES DE COMPETENCIA ENTRE CULTIVOS Y PASTURAS EN SIEMBRAS ASOCIADAS  
Investigaciones Agronómicas 6 (1): 72-81.

Daniel L. Martino

## AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar un reconocimiento a la tarea de los Ings. Agrs. Roberto Díaz, Adriana García, Walter Baethgen, Carlos González y Eduardo Alvares, quienes participaron de diversas formas en la planificación y ejecución de los experimentos que se analizan en el presente trabajo.



Este libro se imprimió  
en los talleres de la  
EDITORIAL AGROPECUARIA  
HEMISFERIO SUR  
Montevideo  
Uruguay

Edición amparada al Art. 79 - Ley 13.349

Depósito Legal 216.910.

## CONTENIDO

Página

### ARTICULOS TECNICOS

#### PRODUCCION VEGETAL

1. FRACCIONAMIENTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA EN TRIGOS DE SIEM-  
BRA TEMPRANA PARA GRANO Y DOBLE PROPOSITO. A. García, D. Martino. 3
2. EFECTO DE LAS EPOCAS, METODOS DE LABOREO PRIMARIO Y NIVELES DE NITRO-  
GENO SOBRE EL RENDIMIENTO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.). R. Méndez. 10
3. EFECTOS DEL MANEJO Y TIPO DE TRIGO EN UNA PASTURA ASOCIADA. N. Altier, J.  
García. 16
- ✓ 4. EFECTO DE LA FECHA DE PLANTACION DE BULBOS DE CEBOLLA SOBRE EL RENDI-  
MIENTO Y LA CALIDAD DE LA SEMILLA. J. E. Arbolea, J. M. Villamil, M. Itoh. 22

#### PROTECCION VEGETAL

- ✓ 5. CONTROL QUIMICO DE TIZON TEMPRANO [*Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones & Gront]  
EN TOMATE PARA INDUSTRIA. D. C. Maeso. 31

#### PRODUCCION ANIMAL

6. EFECTOS DE DISTINTOS PARAMETROS DE CRECIMIENTO Y CARACTERISTICAS DE  
LA RES EN LA COMPOSICION, RENDIMIENTO Y PESO DE CORTES VALIOSOS DEL  
CUARTO TRASERO DE NOVILLOS HEREFORD. 2. Estudio de relaciones entre algunos  
componentes de la carcasa. Ecuaciones de regresión múltiple combinando dichos componentes  
para la predicción del peso y porcentaje de los tejidos principales. J. Vizcarra, J. M. Mieres,  
D. Vaz. 37
7. REPETIBILIDAD Y REPRODUCTIBILIDAD DE DOS ESCALAS PARA ESTIMAR LA CON-  
DICION CORPORAL DE VACAS HEREFORD. J. Vizcarra, W. Ibáñez, R. Orcasberro. 45

#### SUELOS

8. RESIDUALIDAD DEL NITROGENO DEJADO POR PASTURAS. I. Efecto de la composición  
botánica de las pasturas. D. Martino, M. Caldeyro, A. Bozzano, W. Baethgen, R. Díaz. 48
9. RESIDUALIDAD DEL NITROGENO DEJADO POR PASTURAS. II. Efecto de la duración  
de pasturas. D. Martino, M. Caldeyro, A. Bozzano, W. Baethgen, R. Díaz. 59

#### MANEJO DEL AGUA

10. EPOCA DE DRENAJE Y COSECHA DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.). F. Blanco,  
R. Méndez. 66

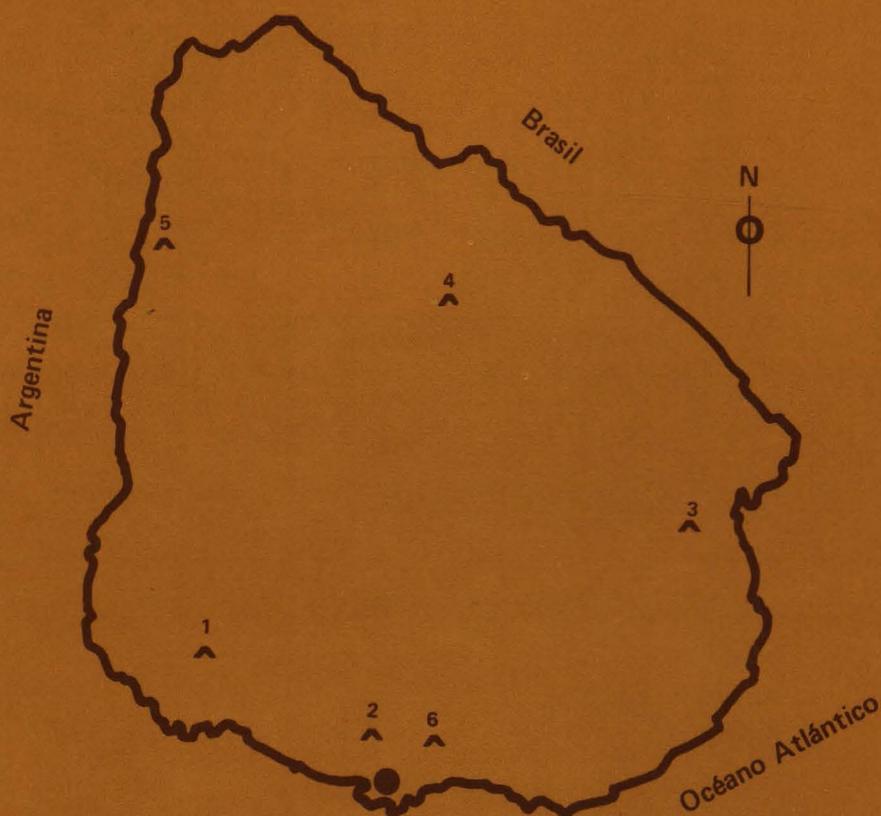
#### NOTAS CIENTIFICAS

11. EVALUACION DE DISTINTAS PROCEDENCIAS DEL CULTIVAR TEXAS EARLY GRANO  
502 DE CEBOLLA. C. Maeso. 73
12. EPIFITIA DE ROJA DE LA HOJA SOBRE EL CULTIVAR LA PAZ INTA. S. Germán, T.  
Abadie, C. Perea. 75
13. MEJORAMIENTO POR RESISTENCIA A MANCHAS FOLIARES EN TRIGO. T. Abadie 78

#### REVISIONES BIBLIOGRAFICAS

14. CONTROL DE *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary EN GIRASOL. A. Berreta 81

ESTACIONES EXPERIMENTALES DEL CENTRO  
DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS "ALBERTO BOERGER"



- DIRECCION GENERAL  
Andes 1365, Ofic. 919, Montevideo, Uruguay  
Teléfonos: 90 82 71 - 90 82 86
- 1. ESTACION EXPERIMENTAL LA ESTANZUELA (EELE)  
Casilla de Correo 86 - Colonia, Uruguay  
Teléfono: 2005
- 2. ESTACION EXPERIMENTAL LAS BRUJAS (EELB)  
Casilla de Correo 33085 - Las Piedras, Canelones, Uruguay  
Teléfono: Melilla 321
- 3. ESTACION EXPERIMENTAL DEL ESTE (EEE)  
Casilla de Correo 42 - Treinta y Tres, Uruguay  
Teléfonos: 2023 - 2305
- 4. ESTACION EXPERIMENTAL DEL NORTE (EEN)  
General Flores 390 - Tacuarembó, Uruguay  
Teléfono: 2407
- 5. ESTACION EXPERIMENTAL DE CITRICULTURA (EEC)  
Casilla de Correo 68033 - Salto, Uruguay  
Teléfono: 5156
- 6. ESTACION EXPERIMENTAL ANIMALES DE GRANJA (EEAG)  
Toledo, Canelones, Uruguay  
Teléfono: 22 20 80