UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EFECTO DE VARIABLES DE MANEJO EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE RAIGRAS INIA TITAN.

por

María Macarena FERRANDO GALLOTTI

Diego SORRONDEGUI LARROSA

TESIS presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Ingeniero Agrónomo (Orientación Agrícola-Ganadera)

MONTEVIDEO
URUGUAY
1998

Tesis aprobada por:

Director: _____
Jaime A. García

_____
Francisco A. Formoso

_____
Fernando Santiñaque

_____
Silvana Noëll

Fecha: 18 - 12 - 1998

Autores: _____
María Macarena Ferrando Gallotti

_____
Diego Sorrondegui Larrosa

AGRADECIMIENTOS

- A nuestro Director, Jaime García, por la orientación y dedicación brindadas en la realización de esta tesis.

- Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y a la Estación Experimental "La Estanzuela" por permitirnos la realización de esta tesis.

- Al personal de Forrajeras de "La Estanzuela", especialmente a Digno Mirabal, por su colaboración durante el trabajo de campo.

- A Graciela Vila y Alejandra Díaz de la biblioteca de INIA "La Estanzuela" y al personal de las bibliotecas de la Facultad de Agronomía.

TABLA DE CONTENIDO

Página

PAGINA DE APROBACION.....II

AGRADECIMIENTOS.....III

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....IV

I. INTRODUCCION.....1

II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....2

A. ASPECTOS BASICOS DE LA PRODUCCION DE SEMILLAS DE GRAMINEAS FORRAJERAS

1. Introducción.....2

2. Estadios de desarrollo.....3
   a. Desarrollo vegetativo.....3
   b. Desarrollo reproductivo.....3

3. Rendimiento potencial y factores que afectan su magnitud y utilización.....5
   a. Factores que afectan la magnitud del potencial creado.....7
   b. Factores que afectan la utilización del potencial creado.....10

B. EFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA EN LA PRODUCCION DE SEMILLAS DE GRAMINEAS FORRAJERAS

1. Introducción.....14

2. Efecto de las dosis y los momentos de aplicación en el rendimiento de semillas y sus componentes.....14

3. Criterios para definir la dosis a aplicar.....17

C. EFECTO DEL MANEJO DE LA DEFOLIACION EN LA PRODUCCION DE SEMILLAS DE GRAMINEAS FORRAJERAS

1. Introducción.....19

2. Manejo de la defoliación en la etapa vegetativa.....19

3. Defoliación en la etapa reproductiva: fecha de cierre.....21

D. EFECTO DE DENSIDADES DE SIEMBRA Y ESPACIAMIENTOS ENTRE HILERAS EN LA PRODUCCION DE SEMILLAS

1. Población de plantas y densidad de siembra.....23

2. Espaciamientos entre hileras.....25

III. ENSAYO 1. EFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA EN LA PRODUCCION DE SEMILLAS DE RAIGRAS cv. INIA TITAN

A. MATERIALES Y METODOS.....27

B. RESULTADOS Y DISCUSION.....30

1. Creación del potencial de producción de semillas: desarrollo del cultivo.....31
a. Conteo de plantas 27/6.....31
b. Rendimiento de forraje.....31
c. Conteo de macollos 4/8.....32
d. Conteo de macollos y monitoreo de ápices 3/9.....32
e. Conteo de macollos y monitoreo de ápices 16/10.....33
f. Contenido de nitrógeno en la planta.....34
g. Curva de emergencia de las espigas.....36
h. Potencial de rendimiento creado.....39

2. Utilización del potencial de producción de semillas.....41
a. Rendimiento de semillas.....41
b. Componentes del rendimiento.....44
c. Vuelco.....50

C. CONCLUSIONES.....51

IV. ENSAYO 2. EFECTO DEL MANEJO DE LA DEFOLIACION EN LA PRODUCCION DE SEMILLAS DE RAIGRAS cv. INIA TITAN

A. MATERIALES Y METODOS.....52

B. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Creación del potencial de producción de semillas: desarrollo del cultivo.....55
a. Conteo de plantas 27/6.....55
b. Rendimiento de forraje.....55
c. Conteo de macollos y monitoreo de ápices 3/9.....58
d. Conteo de macollos y monitoreo de ápices 16/10.....59
e. Contenido de nitrógeno en la planta.....60
f. Potencial de rendimiento creado.....62

2. Utilización del potencial de producción de semillas.....63
a. Rendimiento de semillas.....63
b. Componentes del rendimiento.....65
c. Vuelco.....70

C. CONCLUSIONES.....71

V. ENSAYO 3. EFECTOS DE DENSIDADES DE SIEMBRA Y ESPACIAMIENTOS ENTRE HILERAS EN LA PRODUCCION DE SEMILLAS DE RAIGRAS cv. INIA TITAN

A. MATERIALES Y METODOS.....72

B. RESULTADOS Y DISCUSION.....74

1. Determinaciones previas a la cosecha.....74
a. Conteo de plantas 27/6.....74
b. Conteo de macollos reproductivos emergidos, reproductivos no emergidos y vegetativos 25/11.....75

2. Rendimiento de semillas y sus componentes.....76
a. Número de espigas a la cosecha.....76
b. Rendimiento por espiga.....78
c. Rendimiento de semillas.....80

3. Vuelco.....82

4. Síntesis.....83

C. CONCLUSIONES.....85

VI. CONCLUSIONES GENERALES.....86

A. FERTILIZACION NITROGENADA.....86

B. MANEJO DE LA DEFOLIACION.....86

C. DENSIDAD DE SIEMBRA Y ESPACIAMIENTOS ENTRE HILERAS.....89

VII. RESUMEN.....90

VIII. SUMMARY.....91

IX. BIBLIOGRAFIA.....92

X. ANEXOS.....97

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro N° Página

1. Procesos del desarrollo que determinan el potencial de rendimiento y sus componentes en gramíneas forrajeras.....6

2. Efecto de la fertilización nitrogenada en otoño sobre el macollaje al 4/8.....32

3. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el macollaje al 3/9.....32

4. Estado de elevación de los ápices al 3/9.....33

5. Efecto de la fertilización nitrogenada en primavera en el número de macollos al 16/10.....33

6. Efecto de la fertilización de otoño en el contenido de nitrógeno en planta en la fecha de cierre del semillero (9/9).....35

7. Efecto de la fertilización nitrogenada en el contenido de nitrógeno en planta al 16/10.....35

8. Estimación del nitrógeno recuperado al 16/10.....36

9. Efecto del nitrógeno de primavera sobre la emergencia semanal y acumulada de espigas.....36

10. Número de semillas por espiga y peso de las semillas para cada fecha de emergencia.....39

11. Estimación del potencial de espiga creado y utilización del mismo.....39

12. Estimación del potencial de rendimiento creado.....41

13. Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento real de semillas.....42

14. Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento calculado de semillas.....43

15. Respuesta a la aplicación de nitrógeno en primavera.....44

16.Efecto de la fertilización nitrogenada en el número de espigas por metro lineal.....45

17.Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento por espiga.....45

18.Efecto de la fertilización nitrogenada en el número de semillas por espiga.....47

19.Efecto de la fertilización nitrogenada en el peso de 1000 semillas.....48

20.Efecto de la fertilización nitrogenada en la incidencia del vuelco.....50

21.Efectos del manejo de la defoliación y la fertilización nitrogenada en otoño en la producción de forraje por corte y total.....55

22.Efectos de la fertilización nitrogenada en otoño y los manejos de la defoliación en el número de macollos por metro lineal al 3/9.....58

23.Efectos de la fertilización nitrogenada en primavera y los manejos de la defoliación en el número de macollos por metro lineal al 16/10.....59

24.Efectos de la fertilización nitrogenada en otoño y los manejos de la defoliación en el contenido de nitrógeno en planta en la fecha de cierre del semillero (9/9).....61

25.Estimación del potencial de espiga creado y utilización del mismo.....62

26.Efectos del manejo de la defoliación y la fertilización nitrogenada en otoño y primavera en el rendimiento real de semillas.....64

27.Efectos del manejo de la defoliación y la fertilización nitrogenada en otoño y primavera en el número de espigas por metro lineal.....66

28.Efectos del manejo de la defoliación y la fertilización nitrogenada en otoño y primavera en el rendimiento por espiga.....66

29.Efectos del manejo de la defoliación y la fertilización nitrogenada en otoño y primavera en el número de semillas por espiga.....68

30.Efectos del manejo de la defoliación y la fertilización nitrogenada en otoño y primavera en el peso de 1000 semillas.....69

31.Efectos del manejo de la defoliación y la fertilización nitrogenada en otoño y primavera en la incidencia del vuelco.....70

32.Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el número de plantas/m^2 al 27/6.....74

33.Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el número de espigas/m^2 a la cosecha.....76

34.Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el rendimiento por espiga.....78

35.Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el número de semillas por espiga.....78

36.Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el peso de 1000 semillas.....80

37.Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el rendimiento real de semillas.....80

38.Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el rendimiento calculado de semillas.....82

39.Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en la incidencia del vuelco.....83

40.Comparación económica de las diferentes alternativas productivas.....87

Figura Nº Página

1. Precipitación mensual promedio y del año 1997 en La Estanzuela.....30

2. Temperatura media mensual promedio y del año 1997 en La Estanzuela.....30

3. Contenido de nitratos en el suelo durante el ciclo del cultivo.....30

4. Efecto de la fertilización nitrogenada de otoño en la producción total de forraje.....31

5. Macollaje al 4/8, 3/9 y efecto de la fertilización nitrogenada en primavera sobre el total de macollos y la elevación de sus ápices al 16/10.....34

6. Efecto del nitrógeno de primavera sobre el patrón de emergencia de las espigas.....37

7. Rendimiento por espiga promedio para cada semana de emergencia y efecto del nitrógeno de primavera sobre el mismo.....38

8. Efecto del nitrógeno de otoño y primavera en el rendimiento real de semillas.....42

9. Efecto del nitrógeno de otoño y primavera en el rendimiento por espiga.....46

10. Efecto del nitrógeno de primavera en el rendimiento de semillas calculado a partir de sus componentes.....49

11. Efecto del nitrógeno de primavera en el número de espigas por metro lineal.....49

12. Efecto del nitrógeno de primavera en el rendimiento por espiga.....49

13. Efecto del nitrógeno de primavera en el número de semillas por espiga.....49

14. Efecto del nitrógeno de primavera en el peso de 1000 semillas.....49

15. Efecto del nitrógeno de primavera en la incidencia del vuelco.....50

16. Efectos del manejo de la defoliación en el forraje acumulado por corte y total.....56

17.Efectos del manejo de la defoliación y el nitrógeno de otoño en la producción total de forraje.....57

18.Efectos de los manejos de la defoliación y el nitrógeno de primavera en el macollaje y elevación de los ápices al 3/9 y 16/10.....60

19.Efectos del manejo de la defoliación y el nitrógeno de otoño en el contenido de nitrógeno en planta al cierre del semillero (9/9).....62

20.Efectos del manejo de la defoliación y el nitrógeno de otoño en el rendimiento real de semillas.....64

21.Efectos del manejo de la defoliación y el nitrógeno de primavera en el rendimiento por espiga.....67

22.Efectos del manejo de la defoliación y el nitrógeno de primavera en el número de semillas por espiga.....69

23.Efectos del manejo de la defoliación y el nitrógeno de primavera en el peso de 1000 semillas.....69

24.Efecto del espaciamiento en el número de macollos por metro lineal al 25/11.....75

25.Efecto del espaciamiento en el número de macollos por metro cuadrado al 25/11.....75

26.Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el número de espigas por metro lineal.....77

27.Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el número de espigas por metro cuadrado.....77

28.Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el rendimiento por espiga.....79

29.Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el número de semillas por espiga.....79

30.Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el rendimiento real de semillas.....81

31.Efecto del espaciamiento entre hileras en el número de plantas por metro cuadrado al 27/6.....84

32.Efecto del espaciamiento entre hileras en el número de macollos al 25/11.....84

33.Efecto del espaciamiento entre hileras en el número de espigas a la cosecha.....84

34.Efecto del espaciamiento entre hileras en el rendimiento por espiga.....84

35.Efecto del espaciamiento entre hileras en el rendimiento real de semillas.....84

36.Efecto del manejo de la defoliación y el nitrógeno de otoño y primavera en el "margen económico" de las diferentes alternativas.....88

I. INTRODUCCION.

El raigrás (*Lolium multiflorum* Lam.) es una gramínea anual de ciclo invernal de buena adaptación a las condiciones de nuestro país, donde es utilizada como verdeo puro o integrando diferentes mezclas. Tradicionalmente en el Uruguay son utilizados materiales de floración temprana de tipo *westerwolds*, cuyo principal representante es el cultivar LE 284 (2n), el cual presenta una muy buena producción invernal y encaña a principios de octubre.

Uno de los enfoques utilizados para el mejoramiento genético de esta especie en INIA fue la introducción de materiales de tipo *italian*, principalmente tetraploides, que dieron base a un programa de selección que originó inicialmente al cv. Matador (García, 1996). Recientemente se liberó el cv INIA Titán, de similares características al anterior pero de mejor producción y sanidad, el cual supera en un 20% la producción de forraje de LE 284. Este cultivar encaña a fines de octubre, casi un mes después que el cv. LE 284, permitiendo un mayor aprovechamiento del forraje con mejor digestibilidad. Desde el punto de vista de producción de semillas este cultivar difiere de LE 284 por tener requerimientos de frío para florecer y floración tardía.

La mayoría de los estudios de producción de semillas de raigrás en el Uruguay han sido realizados con el cultivar LE 284, por lo que el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de variables de manejo tales como la fertilización nitrogenada, el manejo de la defoliación y la densidad de siembra y espaciamientos entre hileras sobre la producción de semillas del cv. INIA Titán.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA.

A. ASPECTOS BASICOS EN LA PRODUCCION DE SEMILLAS DE GRAMINEAS FORRAJERAS.

1. Introducción.

Las nuevas variedades forrajeras deben ser también buenas productoras de semillas, de lo contrario su semilla no estará disponible a los productores a un precio razonable, perdiéndose todos los esfuerzos científicos y económicos en desarrollarlas (Lorenzetti, 1993).

El mejoramiento de caracteres tales como la abundancia de follaje, capacidad de macollaje, persistencia, capacidad de responder a dosis de nitrógeno elevadas y de producir rendimientos de forraje altos en determinadas épocas del año, han tendido a reducir la capacidad inherente de reproducción más que a aumentarla (Griffiths et al, 1983).

La selección de genotipos de alto potencial de producción de semillas es posible debido a la variabilidad existente en componentes del rendimiento dentro de cada especie y aún dentro de cada cultivar, así como la correlación existente entre el rendimiento y los factores que lo componen (Griffiths et al, 1983), y a la velocidad de respuesta debido a la alta heredabilidad de algunos caracteres (Griffiths, 1965; citado por Carámbula, 1981; Bean, 1972; citado por Griffiths et al, 1983).

Sin embargo, no siempre es factible conciliar altas producciones de forraje y semilla en un mismo cultivar, existiendo normalmente una correlación negativa entre ambos caracteres (Bean, 1972; citado por Langer, 1980), máxime si este aumento en el rendimiento de semillas es logrado a través de un incremento en el tamaño del sistema reproductivo (Lorenzetti, 1993).

En una forrajera, el número potencial de sitios donde formar semilla es enorme y si fuese completamente utilizado resultaría en un aumento espectacular de los rendimientos de semilla. Por lo tanto el mejorador debería enfocar su tarea mayormente en la eficiencia del sistema reproductivo más que en su tamaño (Bean, 1972; citado por Lorenzetti, 1993).

Basándose en estas consideraciones es que Hebblethwaite et al, (1983) concluyen que el aumento del rendimiento de semilla de las gramíneas forrajeras continuará apoyándose principalmente en el mejoramiento de las prácticas agronómicas. Para esto es

necesario especializar las prácticas de manejo, las que deberán estar basadas en un profundo conocimiento de los principios fisiológicos involucrados (Langer, 1980).

2. Estadios de desarrollo.

a. Desarrollo vegetativo.

El hecho de que una gramínea sea anual, bianual o perenne depende de la longevidad y el ciclo de vida de los macollos que la componen. Las gramíneas anuales constituyen el caso más simple, produciendo macollos por un período restringido de tiempo, los cuales forman inflorescencia o mueren.

La planta individualmente así como toda la población de macollos se encuentra en un estado dinámico y los cambios en el tamaño de la población de macollos dependen de las tasas de muerte y nacimiento de los mismos. Esta población es muy heterogénea en edad, tamaño y posición dentro del tapiz, conviviendo individuos muy pequeños, con pocas hojas y factiblemente sin raíces adventicias con otros bien establecidos, los cuales pueden haber originado gran cantidad de macollos hijos (Langer, 1972).

Este patrón de macollaje es controlado genéticamente, pero muy afectado por factores externos como temperatura, luz, disponibilidad de agua y nutrientes.

El macollaje es afectado principalmente por la disponibilidad de nitrógeno, siendo éste el que limita la respuesta a otros elementos. Con una buena disponibilidad de nitrógeno no sólo se logra promover el macollaje sino también fortalecer los macollos presentes (Carámbula, 1981), entre otras cosas incrementando el tamaño de sus hojas (Langer, 1972).

El raigrás anual (*Lolium multiflorum*) presenta un desarrollo vegetativo variable según su ploidía, donde los cultivares tetraploides (2n=28) generalmente presentan pocos macollos de gran grosor y hojas de lámina ancha y color verde oscuro, en contraste con los diploides (2n=14) con mayor cantidad de macollos pero de menor grosor y hojas de lámina más angosta y de color verde más claro (Goodenough, 1995).

b. Desarrollo reproductivo.

El primer signo visible de la etapa reproductiva es la elongación del meristemo apical de los macollos, formando y acumulando primordios foliares, dando lugar a la estructura conocida como "doble arruga", donde cada primordio dará origen a una espiguilla, en aquellas gramíneas cuya inflorescencia es una espiga como es el caso del raigrás (Langer, 1972).

El principal estímulo externo que provoca la iniciación floral en gramíneas templadas es el fotoperíodo, pero muchas especies requieren cierta exposición a bajas temperaturas (vernalización) para poder responder al estímulo fotoperiódico. Este es un estímulo cuantitativo, variando con la perennidad de la especie. Prácticamente todas las especies con requerimientos de frío subsecuentemente requieren días largos para que ocurra la iniciación floral (Langer, 1972).

Los cultivares de *Lolium multiflorum* se pueden clasificar en dos tipos diferentes, denominados *italian* y *westerwolds*, en función del requerimiento o no de vernalización, respectivamente, para inducir su floración. Entre y dentro de los cultivares de tipo *italian* también es factible observar variación en sus requerimientos de frío desde el punto de vista cuantitativo. Generalmente los cultivares de tipo *italian* comienzan su fase reproductiva dos a tres semanas más tarde que los de tipo *westerwolds* (Reusch, 1992).

Carámbula y Elizondo (1969) determinaron para las condiciones de Uruguay, que a fines del mes de julio ocurrían los primeros indicios de iniciación floral en *Lolium multiflorum* cv. LE 284 *(westerwolds)*, alcanzando todos los macollos este estado en un período de 27 a 34 días dependiendo de la temperatura en el año de la evaluación.

Wilson (1959), trabajando con *Lolium multiflorum* cv. Paroa *(italian)*, en Nueva Zelanda, constató que la iniciación floral no ocurría hasta fines de setiembre o mediados de octubre según la fertilización nitrogenada.

Simultáneamente al proceso de iniciación floral, comienza la elongación de los entrenudos, fenómenos que parecen ser independientes, desde que Carámbula y Elizondo (1969) encontraron que en *Lolium multiflorum* cv. LE 284 la elevación de los ápices ocurría con anterioridad a la iniciación floral, mientras que en *Festuca arundinacea* son procesos simultáneos y en *Phalaris aquática* el alargamiento es posterior. A partir de estos resultados, los autores deducen que en el caso de raigrás el fotoperíodo necesario para que comience el alargamiento de entrenudos es menor que el necesario para que ocurra la iniciación floral.

La ocurrencia y velocidad de elongación de entrenudos puede verse también afectada por otros factores secundarios como temperatura, fecha de siembra, densidad de plantas, disponibilidad de nitrógeno y manejo (Carámbula, 1977).

El momento en que ocurre este fenómeno es de gran importancia en el manejo de un semillero, determinando la fecha de cierre al pastoreo de manera de evitar la decapitación de macollos fértiles.

Como consecuencia del alargamiento de los entrenudos, la inflorescencia en desarrollo es elevada dentro de las vainas foliares envolventes y poco después de la aparición de la última hoja o bandera ocurre la emergencia de las espigas completamente desarrolladas (Langer, 1972).

Posteriormente ocurre el proceso de antesis cuando anteras y estigmas quedan expuestos al agente de polinización, fenómeno que para el género Lolium fue establecido que ocurre preponderantemente sobre el mediodía. Finalmente las semillas desarrollan sus estructuras, aumentando su peso por división celular y luego acumulando reservas, alcanzando la viabilidad completa; para luego madurar donde se reduce su contenido de humedad hasta equilibrarse con la atmósfera (Hill, 1983).

3. Rendimiento potencial y factores que afectan su magnitud y utilización.

Según Hebblethwaite et al (1983) el desarrollo de un semillero de gramíneas puede dividirse en dos etapas: a) fijación del potencial de rendimiento y b) utilización del mismo. El rendimiento potencial lo definen como el número de flores individuales (o sitios potenciales de formación de semilla) por unidad de superficie del cultivo en el momento de la antesis. Este depende del número de macollos fértiles (que producen inflorescencia) y del número de flores por macollo fértil y, por lo tanto de los procesos de macollaje y desarrollo apical. La utilización del potencial de rendimiento está determinada por los hechos que ocurren durante y después de la antesis, debido a los procesos de polinización, fecundación y crecimiento de la semilla, determinando el número de semillas por espiga y el peso promedio de las semillas (cuadro 1).

Cuadro 1. Procesos del desarrollo que determinan el potencial de rendimiento y sus componentes en gramíneas forrajeras (adaptado de Hebblethwaite et al, 1983).

Componente del rendimiento	Proceso de desarrollo
Creación del potencial del rendimiento	
Número de macollos fértiles = número de espigas	Macollaje
Espiguillas por espiga	Desarrollo apical
Flores por espiguilla	Desarrollo apical
Potencial de rendimiento = Número de flores por unidad de superficie en el momento de la antesis	
Utilización del potencial del rendimiento	
Semillas por espiguilla/porcentaje de flores fértiles	Polinización/fecundación
Peso medio de la semilla	Crecimiento de la semilla
Rendimiento real = Peso de semillas por unidad de superficie en el momento de la cosecha	

Lorenzetti (1993) incorpora, al rendimiento potencial, el peso promedio de las semillas quedando el parámetro expresado en unidades comparables al rendimiento real, y a éste último el proceso de desgrane a través del porcentaje de semillas efectivamente cosechado como una nueva variable afectando la utilización del potencial del rendimiento.

Como ya fue mencionado, el potencial del rendimiento de semillas creado para todos los cultivos forrajeros es muy elevado en comparación al rendimiento real, demostrando una muy baja eficiencia de utilización del mismo (Lorenzetti, 1993).

Al respecto Griffiths et al (1973), estiman para *L. multiflorum* cv. S 22 rendimientos potenciales de 5189 kg/ha. A su vez comparan este valor con los rendimientos promedio obtenidos por Briggs (1959) de 900 kg/ha, lo cual arrojaría una eficiencia de utilización del potencial del 17 %. Este valor no difiere sustancialmente con los obtenidos por Lorenzetti (1993) de 13 % para *L. perenne*, 17 % para *Dactylis glomerata* y 11 % para *Festuca arundinacea*.

Ciertos estudios conducen a pensar en la existencia de la posibilidad de mejorar los rendimientos de semilla obtenidos en base a la utilización de tecnología disponible. El relevamiento de aproximadamente 200 semilleros de varias especies y cultivares en dos años efectuado por Briggs (1959), citado por Griffiths et al (1973), señala en este aspecto

que el rendimiento máximo logrado a nivel de campo se ubica de dos a tres veces por encima de los rendimientos promedio alcanzados. Particularmente para *Lolium multiflorum* cv. S 22 fue obtenido como rendimiento promedio 900 kg/ha y un máximo alcanzado de 2100 kg/ha.

A nivel nacional, resultados similares fueron obtenidos por García et al (1991) relevando semilleros de varias especies en nuestro país, donde para *L. multiflorum* el rendimiento promedio se ubicó en los 556 kg/ha con un rango de variación de 180 a 900 kg/ha.

a. Factores que afectan la magnitud del potencial creado.

Se detallarán aquellos factores que inciden de manera importante sobre los diferentes componentes del rendimiento potencial de semillas.

a.1. Número de inflorescencias.

El macollaje es un proceso continuo, por lo cual en cualquier momento una planta se compone de una colección de macollos de diferentes edades, tamaños y ocupando diferentes posiciones en la planta. Esto es particularmente importante cuando la inducción e iniciación floral ocurren, determinando que sólo una proporción de los macollos será fértil, mientras el resto estará sujeto a incrementar la competencia cuando aumente la demanda de productos fotosintéticos por parte de los primeros en la elongación de los entrenudos y en el desarrollo de la semilla (Langer, 1980).

Este aspecto tiene una incidencia tan grande en la producción de un semillero que Langer y Lambert (1959), citados por Carámbula y Elizondo (1968), concluyen que el rendimiento de un semillero depende principalmente del estado en que se encuentran los diferentes macollos, el cual es reflejo de su época de origen, para reaccionar frente a las condiciones externas que provocan la iniciación floral.

Con respecto a la edad del macollo, numerosos estudios demuestran que la mayor capacidad para florecer la poseen los macollos originados más temprano y que esta habilidad decrece progresivamente en los macollos más jóvenes en *Dactylis glomerata, Phleum pratense, Festuca arundinacea, Bromus catharticus* y *Lolium perenne* (Lambert, 1963; Langer, 1956 y 1957; Carámbula, 1967; Hill y Watkin, 1975; citados por Carámbula, 1981).

La diferencia en tamaño debida a diferentes momentos de origen de los macollos, actúa en conjunto con la jerarquía entre los mismos en otorgarle mayor vulnerabilidad frente a un ambiente estresante a los macollos más jóvenes (Langer, 1972), así como una

menor capacidad de ser fértil, no generando una espiga. Los macollos más jóvenes son afectados por el estrato que ocupan en el tapiz, donde normalmente quedan ubicados entre la trama de macollos precedentes, sufriendo competencia por luz , lo que los lleva a procesos de fotosíntesis ineficientes y eventual muerte (Ong et al, 1978; citado por Carámbula, 1981), así como por factores de organización interna, desde que Marshall y Sagar (1968), citados por Langer (1972), encontraron en *Lolium multiflorum* que el tallo principal exporta cantidades iguales de C_{14} a todos los restantes macollos, pero cada macollo contribuye más con el tallo principal que con sus macollos hermanos.

El momento de origen de los macollos también determina la duración e intensidad de la exposición al frío invernal, colmando o no sus requerimientos de vernalización.

Como fue anteriormente explicitado, existe un tipo de raigrás, originado en los Países Bajos, denominado *westerwolds* el cual no posee requerimientos de vernalización para inducir la floración de sus macollos, comportándose por lo tanto estrictamente como anual, independientemente de su fecha de siembra. En este sentido Davies (1969), citado por Langer (1980), trabajando con *L. multiflorum* cv. Tama *(westerwolds)* encontró que un 25 % de las espigas cosechadas provenían de macollos originados en la primavera.

La situación cambia para los cultivares de tipo *italian* donde García (datos aún no publicados), sometiendo varios materiales de *L. multiflorum* a fechas de siembra comprendidas entre principios de abril y fines de agosto, encontró para los cvs. INIA Titán y Concord (ambos *italian*) un marcado descenso en el número de espigas a la cosecha ante el atraso en la fecha de siembra, permaneciendo todos los macollos vegetativos en la fecha más tardía. En el caso de los cv. LE 284 e INIA Cetus (ambos *westerwolds*), ambos alcanzaban la etapa reproductiva satisfactoriamente en todas las fechas de siembra, mostrando un descenso menor en el número de espigas con las sucesivas fechas.

Wilson (1959), trabajando en Nueva Zelanda con varias especies, encontró que en *L. multiflorum* cv. Paroa *(italian)* el porcentaje de macollos fértiles permanecía elevado para aquellos originados entre fines de mayo y principios de setiembre, aumentando a partir de ese momento el porcentaje de macollos que permanecen vegetativos o mueren.

El porcentaje de fertilidad de los macollos, el cual determina la cantidad de espigas alcanzada, no sólo es afectado por los factores anteriormente descritos, todos relativos al momento de origen de los macollos en el tiempo, sino también por factores tales como nitrógeno, agua, intensidad de luz y el manejo del cultivo. Estos tópicos se desarrollarán posteriormente.

a.2. Número de flores por inflorescencia.

Este componente depende del número de espiguillas por espiga y el número de flores por espiguilla, los que se definen en el período comprendido entre la iniciación floral y la emergencia de la espiga.

Este componente es afectado también por la época de origen de los macollos así como por diversos factores ambientales. Los macollos emergidos en el otoño e invierno temprano acumulan primordios foliares de manera que, cuando en la primavera ocurre el estímulo de iniciación floral poseen gran cantidad de sitios donde formar espiguillas. Los macollos formados más tardíamente son inducidos en el mismo momento, pero debido a su posterior origen, no poseerán tantos sitios disponibles para la conversión (Langer, 1972). Los macollos de *L. multiflorum* formados en el otoño, además de poseer más espiguillas, tienen más flores por espiguilla (Ryle, 1964; citado por Hebblethwaite et al, 1983). Davies (1969), citado por White (1990), determinó para *L. multiflorum* cv. Tama importantes reducciones en estos componentes para sucesivas fechas de origen de los macollos.

Entre los factores ambientales capaces de afectar el número de flores por inflorescencia, Carámbula (1981) menciona al nitrógeno, intensidad de luz, fotoperíodo, temperatura y humedad del suelo.

El efecto del nitrógeno se revisará de manera más exhaustiva en su ítem correspondiente, presentando aquí simplemente las generalidades de la respuesta obtenida. Al respecto Langer (1972, 1980) indica que el efecto del nitrógeno sobre este componente es explicado mayormente por un incremento en el número de flores por espiguilla más que por un aumento en el número de espiguillas por espiga. Según Carámbula (1981) este fenómeno se debe a que es más probable que la deficiencia del citado elemento se haga más evidente en etapas más avanzadas en el desarrollo de la inflorescencia. Para este autor, una buena disponibilidad de nitrógeno en las etapas del desarrollo vegetativo previas a la formación de los primordios foliares presentes a la iniciación floral, permite a la inflorescencia alcanzar su tamaño máximo. Brown et al (1990) discrepan con este punto de vista, en la medida que concluyen que el nitrógeno aplicado en el otoño incrementa la producción de materia seca a través de la expansión de las láminas foliares donde los ápices reducen su tamaño, lo cual no sería favorable a la producción de semillas.

En cuanto a la incidencia del fotoperíodo y la temperatura, fue determinado para *L. perenne* y *P. pratense* que el número de flores por inflorescencia decrece con el incremento de ambos parámetros (Ryle, 1965; Ryle y Langer, 1966; citados por Carámbula, 1981). Según Langer (1972) esto se debería en parte a que en condiciones

marginales para florecer la actividad del meristemo apical es prolongada, formando primordios adicionales, a partir de los cuales se desarrollarán espiguillas. Estas consideraciones pueden ser de utilidad para comprender efectos particulares del año en lo que respecta a la temperatura primaveral, y de la zona, en lo que respecta a la influencia del fotoperíodo en los rendimientos de semilla.

b. Factores que afectan la utilización del potencial creado.

Como fue explicitado anteriormente el sistema reproductivo es utilizado de manera ineficiente en las gramíneas forrajeras (Bean, 1972; citado por Lorenzetti; Hebblethwaite et al, 1983). Esto enfatiza la importancia de determinar con exactitud las condiciones óptimas para los procesos de antesis, fecundación y crecimiento de las semillas (Hill, 1983). Tampoco se puede ignorar que parte del uso ineficiente del potencial creado reside en que cierta proporción de inflorescencias muere luego de la antesis. Esta pérdida fue cuantificada en un semillero de *L. perenne* cv. S 24 por Wright (1978), citado por Hebblethwaite et al (1983), llegando a ser del orden de la tercera parte del 70 % de macollos perdidos entre el momento donde su número era máximo y la cosecha.

b.1. Porcentaje de flores fértiles.

El porcentaje de flores fértiles fue estimado en numerosas especies, demostrando ser muy variable, oscilando entre 25 y 90 % en condiciones de campo (Langer, 1972), aunque muy pocas veces supera el 70 % (Carámbula, 1981; Griffiths et al, 1973). Lorenzetti (1993) indica que el porcentaje de óvulos efectivamente convertidos en semillas es de un 40 % para *L. perenne* y *D. glomerata*, mientras que en *F. arundinacea* alcanza el 50 %. En cambio Griffiths et al (1973) registran valores levemente superiores del 62 % en *L. perenne* cv. S 24 y 57 % en *F. arundinacea* cv. S 170.

Las razones de la baja utilización efectiva de las flores no están totalmente comprendidas, en la medida que existe poca información sobre la proporción de las flores que son estériles de manera innata, o aquellas que siendo fértiles no son correctamente polinizadas o fertilizadas, o aquellas que siendo fertilizadas abortan embriones o semillas en desarrollo (Marshall, 1985).

La fertilidad de las flores es variable entre y dentro de las espigas, así como dentro de las espiguillas. En este sentido, Marshall (1985) indica para *L. perenne*, que mientras la fertilidad de las flores en los dos primeros macollos se ubicaba en el 65 %, esta alcanzaba el 80 % en los de origen más tardío. A pesar de estas diferencias en la utilización del potencial, el rendimiento de semillas de los macollos más tempranos es superior, debido a su mayor potencial creado. También en *L. perenne*, fue encontrado

que el porcentaje de flores fértiles era bastante independiente de la posición que ocupaba la espiguilla dentro de la espiga, pero ante la ocurrencia de vuelco se observaba un marcado descenso de la producción de semillas por espiguilla desde la base hacia el ápice (Burbidge et al, 1978; citado por Marshall, 1985). Según Langer (1972) la fertilidad de las espiguillas, en *L. perenne* y otras especies, es máxima en la zona media de la espiga, decreciendo tanto hacia el ápice como hacia la base de la misma. Dentro de la espiguilla de raigrás también existe un marcado descenso en la fertilidad de las flores desde la base hacia el ápice de la misma, donde las más basales además producen semillas más pesadas (Anslow, 1963,1964; Burbidge et al, 1978; citados por Marshall, 1985).

Teniendo en cuenta estas últimas consideraciones y la anteriormente citada elevada fertilidad de las flores de los macollos de origen tardío con bajo potencial creado, es que Marshall (1985) sugiere que existiría cierta competencia por productos fotosintéticos dentro de la espiguilla, donde las flores basales maduran más temprano a expensas de las más distales, las que son más susceptibles al aborto de sus semillas.

El estado nutricional del cultivo también afecta el porcentaje de fertilidad de las flores siendo incrementado por el agregado de nitrógeno (Liew, 1968; citado por Langer, 1972; Field-Dodgson, 1971; citado por Langer. 1980; Carámbula, 1972; citado por Carámbula,1981). Sin embargo este efecto puede verse distorsionado ante una excesiva disponibilidad de nitrógeno por parte del cultivo incrementando la incidencia de vuelco temprano o la producción de macollos vegetativos, donde por competencia puede disminuir el porcentaje de flores fértiles (Hebblethwaite y Ivins, 1977; citados por Hebblethwaite et al, 1983; Burbidge et al, 1978; Wright y Hebblethwaite, 1979; Spiertz y Ellen, 1972; citados por Marshall, 1985).

El vuelco también afecta la fertilidad de las flores a través de una mala polinización, si ocurre tempranamente en el ciclo del cultivo (Griffiths et al, 1973), como consecuencia de una pobre movilización de los granos de polen hacia los estigmas debido a la reducción en el movimiento de las masas de aire (Carámbula, 1981).

Las condiciones climáticas, especialmente la temperatura y humedad del ambiente, inciden en la fertilidad de las flores. La temperatura y humedad bajas afectan a los granos de polen, mientras altas temperaturas afectan a los estigmas (varios autores citados por Carámbula, 1981).

b.2. Peso de las semillas.

El tamaño de las semillas de especies forrajeras es el componente que normalmente presenta menor variación, siguiendo el mismo patrón que todas las plantas,

las que dentro de un rango de condiciones ambientales, mantienen constante el tamaño de sus semillas (Marshall, 1985).

El impacto que el peso de las semillas tiene sobre el rendimiento de semilla es variable, siendo encontradas correlaciones positivas o nulas entre ambas variables. Este podría estar limitado por un efecto compensatorio entre los componentes (Lorenzetti, 1993).

La importancia agronómica del componente ha sido demostrada ampliamente en la medida que las semillas de mayor tamaño originan plántulas más fuertes y vigorosas, persistiendo estas ventajas aún varios meses después de su implantación (Carámbula, 1981). Esto fue demostrado por García (datos aún no publicados) para *L. multiflorum* cv. INIA Titán, en que se obtuvieron mayores rendimientos de forraje en los primeros cortes con las semillas de mayor peso. Brown (1977) también encontró, en *L. multiflorum* cv. Tama, una relación positiva entre el peso de las semillas y el peso de las plántulas que éstas originan.

Todas las consideraciones efectuadas sobre la superioridad general de los macollos de origen temprano en lo que respecta a su tamaño, posición en el tapiz, presencia de raíces, etc. harían esperables diferencias en el peso promedio alcanzado por las semillas de los macollos de diferentes edades. Esto fue verificado en *L. perenne* por Anslow (1964), citado por Langer (1980), encontrando pesos de semilla significativamente inferiores en las inflorescencias más tardías.

A su vez, también es importante la posición que ocupan las semillas dentro de cada espiguilla y ésta dentro de cada espiga. En *L. perenne*, dentro de cada espiguilla existe un marcado descenso del peso de las semillas desde las flores basales a las terminales y a su vez dentro de cada espiga, las espiguillas apicales contienen semilla levemente más liviana que las basales o las medias (Anslow, 1964; citado por Hebblethwaite et al, 1983). Esto último también fue demostrado para *L. multiflorum* por Bean (1973), citado por Griffiths et al (1973).

El peso de las semillas se encuentra también afectado por factores ambientales como la temperatura, disponibilidad de nutrientes y agua por parte del cultivo.

En lo que respecta a la temperatura, Akpan y Bean (1977), citados por Langer (1980) observaron para raigrás y festuca, que el peso de las semillas era mayor cuando éstas eran formadas a temperaturas relativamente bajas (10/15°C).

Una adecuada disponibilidad de agua en el suelo durante el llenado de las semillas puede afectar favorablemente el peso de las mismas, como fue observado en *L. perenne* y

FACULTAD DE AGRONOMIA
DE INFORMACION Y BIBLIOTECA

P. pratense (Lambert, 1967; Hebblethwaite, 1977; Wright, 1978; citados por Hebblethwaite et al, 1983).

Con respecto al efecto de la disponibilidad de nitrógeno por parte del cultivo sobre el peso de las semillas, éste parece variable y dependiente de la dosis y el momento de aplicación. En términos generales y para varias especies de gramíneas forrajeras, el agregado de nitrógeno aumenta el peso de sus semillas, siendo este incremento tanto mayor cuanto más tardía sea la aplicación en el ciclo del cultivo (Nordestgaard, 1986 a; numerosos autores citados por Carámbula, 1981; Ene y Bean, 1973; citados por Griffiths et al, 1973).

b.3. Retención de las semillas.

El desgrane, proceso natural de dispersión de las especies, es un problema importante en la concreción del rendimiento de semillas en gramíneas forrajeras. En el género Lolium la susceptibilidad al desgrane se incrementa con la anualidad de las especies (White, 1990). Dentro de la especie *L. multiflorum* también existe variabilidad en esta característica (Harun y Bean, 1979; citados por Lorenzetti, 1993).

Las pérdidas por esta causa, las que dependen en gran medida de las condiciones climáticas antes y durante la cosecha, pueden alcanzar un 40-50 % (Langer, 1972, 1980; Griffiths et al, 1973). Según Griffiths et al (1973), el vuelco tardío en el ciclo del cultivo, luego de formados los granos, es favorable en la medida que reduce las pérdidas por desgrane.

La problemática reside principalmente en la variación en la madurez de las semillas entre plantas, entre macollos de una misma planta y aún dentro de una misma espiga (Langer, 1972). La variación en la madurez de las semillas entre los diferentes macollos genera dudas al definir el momento de cosechar el semillero, donde deben ser tenidas en cuenta todas las ventajas anteriormente expuestas sobre los macollos de origen temprano los cuales también maduran antes, de manera de priorizar su cosecha.

La variación en la madurez entre los diferentes macollos puede ser reducida por cortes tempranos del semillero, pudiéndose reducir las pérdidas por desgrane (Hill y Watkin, 1975; citados por Langer, 1980). Wilson (1959) obtiene una respuesta variable al agregado de nitrógeno en la concentración de la emergencia de las espigas según la especie, sin una tendencia general. La fecha de emergencia de las espigas determina en gran medida la fecha de maduración de sus semillas (Anslow, 1963; citado por Hebblethwaite et al, 1983).

B. EFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA EN LA PRODUCCION DE SEMILLAS DE GRAMINEAS FORRAJERAS.

1. Introducción.

Siendo el nitrógeno uno de los factores más limitantes del crecimiento vegetal, también es el nutriente más importante para alcanzar altos rendimientos de semillas en las gramíneas forrajeras de clima templado (Carámbula, 1981).

La insuficiencia del aporte del suelo para poder lograr altos rendimientos de semilla, no se debe solamente a la importante necesidad de este nutriente por parte de las plantas, sino también a que del nitrógeno total del suelo menos del 2 % se halla bajo forma mineral, aprovechable por las plantas, estando los procesos que determinan esta magnitud (mineralización, denitrificación, lavado de nitratos, volatilización de amonio, etc.), muy afectados por las condiciones ambientales preponderantes en los distintos momentos del ciclo del cultivo (principalmente temperatura y precipitaciones).

La posibilidad de manejar la disponibilidad de nitrógeno en función de las dosis y momentos de fertilización, a través de las distintas fases de desarrollo, permite direccionar parcialmente el crecimiento para maximizar los componentes del rendimiento de la producción de semillas (Formoso, 1994).

2. Efectos de las dosis y los momentos de aplicación en el rendimiento de semillas y sus componentes.

Como ya fue expuesto, una buena disponibilidad de nitrógeno en el desarrollo vegetativo puede promover el vigor de los macollos a través del tamaño de sus estructuras (hojas, etc.), así como la aparición de nuevos macollos. En el momento de inducción floral puede aumentar el porcentaje de macollos que se vuelven fértiles, y una vez comenzado el desarrollo de la espiga puede incrementar el número de espiguillas y la cantidad de flores de cada una de éstas, aumentar el porcentaje de flores que efectivamente generan una semilla y por último incrementar el peso de esas semillas.

La mayor parte de la información obtenida en distintos países, indica que la respuesta obtenida en crecimiento vegetativo ante la aplicación de nitrógeno temprano en el ciclo del cultivo es difícil que se traduzca en mayores rendimientos de semillas.

Rolston et al (1985), revisando resultados obtenidos para *L. perenne* en Nueva Zelanda, concluyen que a excepción de chacras severamente deficientes en nitrógeno, donde sea necesaria la promoción del macollaje, no es factible esperar respuesta al agregado del nutriente en el otoño. Asimismo enfatiza que si el número de macollos

reproductivos no limita por sí mismo el rendimiento (2000-4000/m^2 en *L. perenne*), tampoco existiría respuesta a la aplicación de nitrógeno en la primavera temprana, siendo suficiente una única aplicación en la elongación (iniciación floral).

Uno de los resultados que soporta esas ideas es el obtenido por Brown (1980), en Nueva Zelanda, quien intentando incrementar los rendimientos de semilla a través de un mayor número de espigas, evaluó los efectos de aplicaciones de 35 kg/ha de nitrógeno en el otoño (abril) y en la primavera temprana (agosto) en un cultivo de *Lolium x hibridum* que se encontraba en estado vegetativo en ambas fechas de aplicación. Encontró que, independientemente del momento de aplicación, el nitrógeno aumentó un 30 % la cantidad de espigas con respecto al testigo sin fertilizar, pero los rendimientos de semilla limpia en sólo un 7 %. El autor adjudica al nitrógeno el efecto de incrementar el número de macollos jóvenes y de baja jerarquía que se transforman en fértiles, produciendo semillas de bajo peso la cual es removida en el proceso de limpieza. Este incremento de la fertilidad en los macollos de origen tardío ante una alta disponibilidad de nitrógeno también fue encontrado por Wilson (1959) para *L. multiflorum* cv. Paroa.

Específicamente para *L. multiflorum*, Brown (1977) trabajando en una zona con fertilidad natural media a baja de Nueva Zelanda con el cv. Tama, evaluó los efectos del agregado de 55 kg/ha de nitrógeno (+ P y K) a la siembra o a la iniciación floral en un semillero no pastoreado, observando que si bien el desarrollo del cultivo que había sido fertilizado en la siembra sugería un potencial de rendimiento de semillas mayor a través del mayor tamaño de sus macollos y la mayor cantidad de espiguillas por espiga, rindió significativamente menos que aquel fertilizado solamente en el comienzo del desarrollo reproductivo (790 vs. 1000 kg/ha). El autor adjudica a la fertilización en la iniciación floral el efecto de incrementar la fertilidad de las flores. La fertilización en ninguno de los momentos afectó el peso de las semillas. Similares resultados obtuvo trabajando con el mismo cultivar pero en suelos de alta fertilidad natural y con riego, donde el rendimiento de semillas de los cultivos fertilizados solamente en la siembra fue de 900 kg/ha mientras que los fertilizados a la siembra y luego de la iniciación floral rindieron 1130 kg/ha.

Esto ya había sido observado por Quagliotti y Ciotti (1964), quienes obtuvieron, para *L. multiflorum*, mayor rendimiento ante aplicaciones de nitrógeno en otoño y primavera (1843 kg/ha) que sólo con la aplicación en otoño (1467 kg/ha). También Hentgen (1961), en *L. x hibridum* cv. Io, obtuvo rendimientos significativamente mayores al usar una dosis de 60 unidades de nitrógeno, diferida en dos aplicaciones, una en otoño y otra a la iniciación floral que aplicando toda la dosis durante la etapa vegetativa. También observó que aumentando a 60 unidades la dosis aplicada a la iniciación floral, aumentaba el rendimiento como consecuencia de un incremento en el peso de las semillas.

En experiencias llevadas a cabo en Dinamarca por Nordestgaard (1986 a) con *L. multiflorum* entre otras especies, evaluando dosis de nitrógeno en el otoño de 0 y 50 kg/ha combinadas con dosis de nitrógeno en primavera de 50 y 100 kg/ha, éste encontró que el único factor que afectó el rendimiento de semillas y sus componentes fue incrementar la dosis de nitrógeno en primavera de 50 a 100 kg/ha, obteniendo mayores rendimientos de semilla con una única aplicación de100 kg/ha en primavera, que fraccionando esa dosis en dos aplicaciones de 50 kg/ha en otoño y primavera. También la aplicación de 100 kg/ha en primavera incrementó de manera significativa el número de macollos vegetativos secundarios a la cosecha y el vuelco.

Trabajos muy anteriores en el mismo país (Andersen, 1943) ya concluían que no existiría ninguna razón para fertilizar en el otoño semilleros de *Lolium multiflorum*, entre otras especies, cuyas plantas estuviesen bien desarrolladas, en función de sus resultados en los cuales una sola dosis de nitrógeno en la primavera superó a la misma dosis fraccionada en aplicaciones de otoño y primavera.

Como ya fue mencionado, el vuelco es uno de los factores causantes de que no siempre el agregado de nitrógeno en primavera tenga un efecto positivo sobre el rendimiento de semillas. Al respecto Mansat et al (1967) evaluando dosis y momentos de aplicación en *L. multiflorum* cv. Rina y Tetrone, lograron los máximos rendimientos con el agregado de 90 unidades, observando que si bien la combinación de 30 unidades en el otoño y 60 en la primavera lograba el mayor rendimiento potencial a través de un mayor número de espigas, ésto no se veía reflejado a la cosecha a causa de un mayor vuelco, resultando la combinación inversa la más productiva.

A nivel nacional, Artola (1972) estudiando el efecto de varias dosis de nitrógeno a la siembra y en la iniciación floral en la producción de semillas de *L. multiflorum* cv. LE 284, no obtuvo efectos significativos de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de semillas y sus componentes, adjudicando ésto a la alta disponibilidad natural del nutriente existente durante el experimento. Sin embargo, a pesar de no ser significativos, los resultados mostraron una tendencia al aumento de los rendimientos ante dosis crecientes a la siembra, mientras que la tendencia fue decreciente ante el agregado de la dosis más elevada (100 kg/ha de N) a la iniciación floral, lo cual puede vincularse al apreciable vuelco constatado por el autor en la cosecha.

Parte de la información nacional sobre la importancia del suministro de nitrógeno durante las etapas de diferenciación y alargamiento de entrenudos surge de los trabajos, realizados durante tres años, en *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé, *Phalaris aquática* cv. Urunday (Formoso, 1994) y *Dactylis glomerata* cv. INIA LE Oberón (García y Real, 1994), en los cuales se evaluaron dosis de 50 y 100 kg/ha de nitrógeno en mayo o julio combinadas con dosis de 50, 100 y 150 kg/ha en setiembre. En el análisis conjunto de los

resultados, Formoso (1994) encontró que la fertilización nitrogenada en la fase vegetativa (mayo) en general fue inefectiva o determinó respuestas, en términos de rendimiento de semillas y número de inflorescencias, de baja magnitud con relación a los tratamientos sin nitrógeno. Para la aplicación de setiembre se obtuvieron las máximas respuestas en rendimiento de semillas y número de inflorescencias así como las mayores eficiencias de uso del nitrógeno agregado (kg semilla/kg N), mientras que se obtuvieron resultados positivos pero no siempre significativos para la aplicación de julio. Por lo tanto, a igualdad de nitrógeno total aplicado el fraccionamiento del mismo en dos épocas, mayo y setiembre, determinó menores rendimientos y eficiencias que una única aplicación de primavera. El autor concluye que los resultados observados sugieren que el número de macollos por unidad de área no limitaron por sí mismos la producción de semillas, siendo la limitante la capacidad de éstos de procesar los estímulos fototérmicos y transformarse en fértiles, sobre lo cual tuvo efecto el suministro de nitrógeno en primavera. Con respecto al efecto de las diferentes dosis en primavera, solamente en Dactylis se alcanzaron los máximos rendimientos de semillas dentro del rango de dosis estudiadas (en 123 kg/ha de N), mientras que en las restantes especies, los máximos se encontraban más allá de las 150 unidades. En todas las especies la eficiencia del uso del nitrógeno fue decreciendo con el aumento de la dosis.

3. Criterios para definir la dosis a aplicar.

Estudios de campo efectuados en Inglaterra, permitieron estimar que los requerimientos de nitrógeno de semilleros de *L. perenne* son de 130 kg/ha (Hampton et al, 1983; citados por Rolston et al, 1985). Coincidentemente, para maximizar los rendimientos de semilla en *Dactylis glomerata* fue determinado, en ensayos de campo durante 10 años, en Alemania, un requerimiento de nitrógeno de 120-140 kg/ha en los primeros 30 cm. de suelo (Schöberlein y Wahl, 1993). Parece claro entonces, que para alcanzar altos rendimientos, una parte de esa cantidad provendrá del nitrógeno aportado por el suelo, mientras que el resto necesariamente debe ser suministrado por fertilizantes químicos.

La problemática radica en la dificultad de estimar el aporte realizado por el suelo, el cual, como ya fue expresado, se encuentra muy afectado por variables ambientales, así como del tipo de suelo y su historia de cultivos.

Por otra parte la aplicación de excesos de nitrógeno traen aparejados los mencionados efectos negativos de desarrollo de macollos vegetativos, vuelco, etc., así como problemas de índole ambiental como la contaminación de aguas, por lo cual la eficiencia de recuperación del nitrógeno ha cobrado importancia (Rowarth, 1997).

Teniendo en cuenta que la aproximación a la dosis óptima de nitrógeno mediante las tradicionales evaluaciones de un rango de dosis, es muy dependiente del lugar y el año, es que se ha investigado en métodos alternativos para predecir la necesidad de nitrógeno a satisfacer mediante la fertilización.

Un primer criterio es el indicado por Rolston et al (1985) y Schöberlein y Wahl (1993), basándose en los requerimientos de nitrógeno para que un semillero de gramíneas produzca un buen rendimiento de semillas. La aplicación práctica de este criterio supone un análisis de la cantidad de nitratos del suelo en etapas cercanas a la elongación, suplementando con la fertilización nitrogenada hasta completar 130 kg/ha de nitrógeno.

Más recientemente, Rowarth et al (1993) realizaron una experiencia en macetas con el cometido de relacionar el contenido de nitrógeno en planta en la primavera (fines de setiembre) con el rendimiento de semillas en *Lolium multiflorum* cv. Tama. El incremento en el contenido de nitrógeno en el forraje estuvo asociado a un incremento en el rendimiento de semillas y en el número de macollos reproductivos, mientras que no afectó el número de espiguillas por espiga ni el peso de las semillas. La respuesta en rendimiento de semillas al incremento del contenido de nitrógeno en el forraje se ajustó a una curva de tipo Mitscherlich según la cual el 90 % del rendimiento máximo fue alcanzado con un contenido de nitrógeno en el forraje del 3,36 %.

En experiencias similares, Rowarth y Archie (1994), también encontraron una relación positiva entre el contenido de nitrógeno en la primavera y el rendimiento de semillas para *L. perenne*, estando, en este caso, los máximos rendimientos asociados a contenidos de nitrógeno del 5-6 %. Schöberlein y Wahl (1993) determinan para *Dactylis glomerata*, en ensayos parcelarios, como óptimo para la producción de semillas, un contenido de nitrógeno en el forraje de 3,75 % en la primavera, a partir del cual no responde a la fertilización.

Conociendo estos valores críticos, es posible, determinando el estado nutricional del cultivo en la primavera temprana, corregir deficiencias mediante la fertilización, aumentando la eficiencia de uso de los fertilizantes nitrogenados (Rowarth, 1997).

C. EFECTO DEL MANEJO DE LA DEFOLIACION EN LA PRODUCCION DE SEMILLAS DE GRAMINEAS FORRAJERAS.

1. Introducción.

En la medida que en nuestro país la producción de semillas de raigrás es llevada a cabo en gran proporción en establecimientos definidos como agrícola-ganaderos, el manejo previo del semillero, así como el momento de cierre son factores limitantes para la obtención de mayores rendimientos (García et al, 1991).

El pastoreo de semilleros tendrá diferentes efectos, dependiendo del estado de desarrollo de las plantas cuando éste sea llevado a cabo. En términos generales, el corte o pastoreo previo a la elongación de entrenudos resulta solamente en la remoción de material foliar, rebrotando a partir de la extensión de los primordios foliares del meristemo apical y de los meristemos de los macollos axilares. Una vez que la elongación de entrenudos comienza y los ápices sobrepasan la altura de 2,5 cm., el pastoreo puede remover el meristemo apical y alguno de sus meristemos axilares.

2. Manejo de la defoliación en la etapa vegetativa.

Uno de los principales beneficios de la defoliación en otoño e invierno, constatado en varias gramíneas, es el de estimular el macollaje, así como el número de tallos fértiles (Evans, 1950; Lambert y Thurston, 1952; Green y Evans, 1956; Roberts, 1966; citados por Carámbula; Lorenzetti, 1993; Brown et al, 1990). La falta de luz causada por sombreado por parte de los estratos superiores, reduce tanto el macollaje como el porcentaje de los mismos que se vuelve fértil (Ryle, 1965; citado por Carámbula, 1981).

En este sentido Pritsch (1980), en un ensayo de tres años con *L. multiflorum* cv. LE 284, obtuvo para fechas de siembra tempranas, mayores poblaciones de espigas y rendimientos de semilla con cortes en la fase vegetativa que sin ellos. El manejo no afectó el número de espiguillas por espiga, mientras que la respuesta del peso de las semillas a los mismos dependió de las condiciones climáticas imperantes. Los semilleros sembrados desde abril a setiembre presentaron reducciones en sus rendimientos de semillas ante la defoliación.

También Herron (1976), y Maeda y Ehara (1962), citados por Young et al (1996), registraron en *L. multiflorum* como respuesta a la defoliación, un incremento en el número de macollos fértiles.

Otra de las ventajas que se logra con la defoliación durante el desarrollo vegetativo, especialmente a fines de invierno, es evitar los problemas de vuelco del

semillero, como consecuencia de un desarrollo excesivo (Carámbula, 1981; Hare, 1990; Brown, 1980). La eliminación de dicha acumulación excesiva de material vegetal también puede favorecer una mejor iluminación a nivel de las inflorescencias, mejor polinización (Carámbula, 1981) y facilitar las tareas de cosecha (Brown et al, 1990).

El efecto de la defoliación durante la etapa vegetativa depende en gran medida de la frecuencia e intensidad de la misma. La principal consecuencia de una mayor intensidad de defoliación es la remoción de una mayor proporción del área fotosintética y de la base de las vainas, reduciendo la cantidad de sustancias de reserva disponibles para la planta; la mayor frecuencia de defoliación actúa en el mismo sentido (Davies et al, 1971).

Al respecto, Brown et al (1990); Brown y Mc Intosh (1990), indican que para las condiciones de Nueva Zelanda, los mayores rendimientos de semillas de raigrás se obtienen de semilleros pastoreados de manera liviana en el caso de siembras tempranas (un único pastoreo en agosto hasta 4 cm. de altura) o no pastoreados.

Carámbula (1981) sintetiza los efectos de la defoliación en la etapa vegetativa en: variación de la población de macollos, reducción del volumen de reservas acumuladas en las plantas y variaciones en las superficies foliares de intercepción de luz, manifestando que la defoliación realizada racionalmente, es decir removiendo únicamente hojas, conduce a un aumento en el número de tallos fértiles y a una disminución de los rendimientos de las inflorescencias. Estas respuestas pueden normalmente compensarse por lo cual los rendimientos muchas veces no muestran grandes variaciones. Sin embargo, en aquellos casos en que se practique una defoliación intensa y frecuente durante el desarrollo vegetativo, la producción de semillas puede verse afectada seriamente debido a alteraciones en el área foliar fotosintetizante, en el volumen de sustancias de reserva y destruyendo los puntos de crecimiento por efecto del pisoteo.

Es así como Sambajon (1986) evaluando cinco frecuencias de defoliación en *L. multiflorum* cv. Marshall y Gulf, registró con el incremento de las mismas, menores rendimientos de semilla, número de espiguillas por espiga, así como reducciones en la altura del cultivo e incidencia de vuelco.

Brown (1980) encontró en semilleros de *L. multiflorum* cv. Tama, pastoreados durante su etapa vegetativa, una población mayor de macollos que en los no pastoreados, la cual no se manifestó en un mayor número de espigas. Los cultivos pastoreados también produjeron espigas con menor número de espiguillas y un menor número de flores en cada una de éstas, así como semillas más livianas, lo que redundó en rendimientos de semillas 70 % menores que los no pastoreados. El autor entiende que el pastoreo en la etapa vegetativa, por efecto del pisoteo, igualmente puede conducir a la pérdida de macollos de origen temprano y alta jerarquía.

3. Defoliación en la etapa reproductiva: fecha de cierre.

Una vez iniciado el desarrollo reproductivo, la defoliación puede ocasionar pérdidas, aún sin afectar los puntos de crecimiento, a través de la reducción del tamaño de las hojas superiores ya expandidas de los tallos fértiles (Carámbula, 1981).

Como fue señalado, los macollos originados más tempranamente tienen mayores posibilidades de ser fértiles y contribuir efectivamente con los rendimientos de semilla, así como un mayor número de espiguillas por espiga, flores por espiguilla y peso de las semillas. En tal sentido la amplia mayoría de los trabajos en numerosas gramíneas forrajeras, manifiestan la importante reducción en los rendimientos de semilla ante los pastoreos luego de comenzada la elongación de entrenudos, donde son removidas las inflorescencia más avanzadas en formación (Carámbula, 1967, 1973; Roberts, 1965; citados por Carámbula, 1981; Roberts, 1966; Hill, 1970, citados por Hill, 1983; Roberts, 1958; Hebblethwaite y Clemence, 1983; Watson y Watson, 1982; citados por Young et al, 1996; White, 1990).

El momento en que ocurre la elevación de los ápices al horizonte de pastoreo, lo cual se asume que ocurre cuando sobrepasan la altura de 2,5 cm, fue determinado para *L. multiflorum* cv. LE 284 por Carámbula y Elizondo (1969) en un ensayo de dos años, quedando en ambos años expuestos a la defoliación desde mediados de julio. Sin embargo las variaciones en el desarrollo fenológico entre diferentes años relativizan el uso del calendario para establecer la duración del pastoreo, siendo recomendable el monitoreo de la elevación de los ápices mediante muestreo y palpación del punto de crecimiento de los macollos más avanzados (Young et al, 1996; Hill, 1971; Reusch et al, 1992; White, 1990).

La mencionada disminución en los rendimientos de semillas es debida tanto a la reducción en el número de inflorescencias como a reducciones en el rendimiento individual de las espigas.

Con respecto a los efectos del pastoreo en primavera sobre la población de espigas, en raigrás los resultados son variables en función del tipo de cultivar en cuestión. Como ya fue mencionado, Davies (1969), citado por Langer (1980) encontró que un 25 % de las espigas cosechadas de *L. multiflorum* cv. Tama *(westerwolds)* provenían de macollos originados en la primavera, así como también que cortes tardíos donde los ápices fueron removidos, pueden ser repuestos por un nuevo macollaje. De manera similar, Young et al (1996) sometiendo a *L. multiflorum* cv. Gulf *(westerwolds)* a sucesivas fechas de cierre, donde se lograban decapitar desde un tercio hasta la totalidad de los macollos primarios, obtuvieron incrementos en el número de macollos fértiles con

las mismas. En cambio, Park et al (1987) encontraron que la remoción de ápices de *L. multiflorum* cv. Tetrone *(italian)* por cortes tardíos era acompañada de reducciones en la población de inflorescencias.

El agregado de nitrógeno luego de cortes efectuados tardíamente en la primavera puede contrarrestar los efectos adversos de los mismos, a través de favorecer el rebrote (Langer, 1980), estimular el macollaje o incrementar el rendimiento de las espigas. Es así como Evers y Sonneveld (1953, 1954) encontraron para *L. multiflorum* que el agregado de altas dosis de nitrógeno luego de los cortes compensaban las reducciones en rendimiento de semillas provocadas por los mismos. Los cortes efectuados demasiado tarde, los que implicaron la remoción de ápices diferenciados, no pudo remediarse por este medio.

En lo referido al rendimiento de las espigas, Davies (1969) encontró en *L. multiflorum* cv. Tama, que el reemplazo de los macollos primarios por un nuevo macollaje, estuvo acompañado por una reducción en el tamaño de las espigas. También Park (1987) verificó, como consecuencia de decapitar macollos, reducciones en el número de semillas por espiga y en el peso de las mismas, las cuales redundaron en menores rendimientos de semillas. Young et al (1996) observaron que el aumento en la duración del pastoreo en la etapa reproductiva originaba una disminución en el número de espiguillas por espiga, flores por espiguilla y peso de las semillas, lo cual fue compensado por un aumento en el número de tallos fértiles logrando rendimientos de semillas similares entre tratamientos. También Herron (1976), citado por Young et al (1996), estudiando el efecto de duraciones del pastoreo en la producción de semillas de dos cultivares de *L. multiflorum*, obtuvo reducciones en el número de espiguillas por espiga, flores por espiguilla, peso de las semillas y, en este caso, en los rendimientos de semilla.

En *L. perenne* y *L. x hibridum*, Hill (1971) registró, para las condiciones de Nueva Zelanda, importantes reducciones en el número de espiguillas, semillas por espiguilla y rendimientos de semilla con el atraso de la fecha de cierre más allá de fines de setiembre.

D. EFECTOS DE LAS DENSIDADES DE SIEMBRA Y ESPACIAMIENTOS ENTRE HILERAS EN LA PRODUCCION DE SEMILLAS DE GRAMINEAS FORRAJERAS.

1. Población de plantas y densidad de siembra.

El propósito al fijar la densidad de siembra de semilleros de gramíneas forrajeras es lograr poblaciones adecuadas que permitan el desarrollo de plantas capaces de alcanzar la fertilidad en un alto porcentaje de sus macollos. Por ello, normalmente estas densidades son inferiores a las recomendadas para la producción de forraje (Carámbula, 1981; Hare, 1990; Lorenzetti, 1993)

Dicha población óptima de plantas es muy variable, en función de la especie de que se trate, el cultivar, el ambiente en que se encuentre, las prácticas agronómicas, y de sus interacciones (Lorenzetti, 1993). El ambiente afecta la respuesta a la población tanto a través de la fertilidad y humedad del suelo, principalmente en etapas finales del ciclo del cultivo, como por el enmalezamiento presente. Dentro de las prácticas agronómicas se encuentra el espaciamiento entre hileras utilizado.

El conocimiento de las densidades mínimas de siembra también es importante, desde el punto de vista económico en la implantación del semillero, adquiriendo mayor relevancia en las primeras etapas de multiplicación del cultivar (Carámbula, 1981).

Varios autores han demostrado, para distintas gramíneas forrajeras, que la siembra de un semillero puede realizarse en un amplio rango de densidades, ya que procesos de ajuste permiten obtener similares rendimientos de semillas (Carámbula, 1981). Si las siembras son muy densas, el primer ajuste ocurre en las etapas iniciales del desarrollo vegetativo a través de la mortandad de plantas, mientras que el segundo ajuste ocurre en el momento de la iniciación floral, donde la disponibilidad de metabolitos y nutrientes determinan el número de inflorescencias y su productividad.

En este sentido Brown (1980), analizando experimentos realizados en Nueva Zelanda sobre los efectos de la población en semilleros de *L. multiflorum* cv. Tama, concluye que dentro del rango de 300 a 400 plantas/m^2, el rendimiento de semillas por unidad de área tiende a un "plateau", donde las altas densidades de plantas compensan el bajo rendimiento por planta (la correlación encontrada entre población y rendimiento por planta fue de -0,95, para el cv. Tama) y bajas densidades son compensadas por un alto rendimiento individual de las plantas.

Según el autor, la fuerte correlación negativa observada entre la población de plantas y el rendimiento individual de cada una de éstas, puede ser en cierta medida atenuada por la fertilización nitrogenada, el pastoreo y el espaciamiento entre hileras.

En una de sus experiencias, Brown (1977) evaluó los efectos de instalar semilleros de *L. multiflorum* cv. Tama con densidades de siembra de 15, 30 o 60 kg/ha sobre el rendimiento de semillas y sus componentes. El rendimiento de semillas no fue afectado significativamente por las densidades probadas y únicamente se vio incrementado el peso de las semillas en las siembras de 15 kg/ha. El número de macollos por metro de surco tampoco fue afectado significativamente en los muestreos efectuados en junio y setiembre, mientras que en noviembre, la siembra de 60 kg/ha presentó un número de macollos, aunque de baja magnitud, significativamente superior. En términos generales, el peso de los macollos decreció con la densidad de siembra.

Fuera del mencionado rango, Carámbula (1981) señala que en las siembras con densidades bajas, las plantas serán de gran tamaño y muy productivas, pero su población no será redituable. Al respecto Brown et al (1990) indican que ante bajas densidades de siembra la competencia intra-planta entre macollos resulta en bajos rendimientos debido a un pobre número de inflorescencias. Por otra parte, densidades muy altas promoverán poblaciones débiles, con una masa de follaje abundante, bajo número de inflorescencias y bajo rendimiento por inflorescencia por carencia de nutrientes (Evans, 1962; citado por Carámbula, 1981), lo que no sólo afectará desfavorablemente los rendimientos de semilla, sino que el exceso de materia verde ocasionará trastornos a la cosecha. Donald (1954), citado por Carámbula (1981), constató que mientras los rendimientos de forraje se mantenían ante densidades de siembra elevadas en *L. multiflorum* y *L. rigidum*, los rendimientos de semilla decrecían progresivamente.

En nuestro país, Pritsch y Rosell (1982) evaluaron el efecto de densidades de siembra de 10, 15 y 20 kg/ha en *L. multiflorum* cvs. LE 284 y Ciclo Largo durante tres años, destacándose en rendimiento de semillas y peso de 1000 semillas, la densidad intermedia para ambos cultivares en todos los años de la evaluación. Sin embargo los rendimientos entre densidades extremas difirieron en un 9 % en LE 284, y 1 % en Ciclo Largo, en ambos casos a favor de 20 kg/ha, comprobándose una gran compensación entre componentes.

En situaciones contrastantes de crecimiento vegetal como las de Dinamarca, Nordestgaard (1986 b, 1988), evaluando dosis de nitrógeno y densidades de 10, 20 y 30 kg semilla/ha en *L. multiflorum*, registró ante incrementos en la densidad de siembra, mayores rendimientos de semillas, peso de las semillas y vuelco del cultivo, sin afectar el número de macollos fértiles/m^2, así como verificó la concentración de la floración y madurez de las semillas. La densidad de siembra óptima se ubicó en los 25 kg semilla/ha

con el objetivo de alcanzar las 450-500 plantas/m^2. La interacción entre densidad de siembra y fertilización nitrogenada fue significativa, siendo mayor el efecto de incrementar la densidad de siembra ante las dosis más bajas de nitrógeno.

2. Espaciamientos entre hileras.

Como ya fue mencionado, el espaciamiento entre hileras es una de las variables que influye en la respuesta a la población utilizada.

La siembra en líneas, cualquiera sea la distancia entre ellas, se recomienda generalmente como un método apropiado para la instalación de plantas forrajeras por las ventajas que aporta mediante una distribución y profundidad uniformes de las semillas (Carámbula, 1981). El uso de hileras, además, tiene implicancias en la inspección del semillero.

La existencia o no de respuesta al espaciamiento entre hileras, y su magnitud, es variable según la especie o variedad considerada (varios autores citados por Carámbula, 1981), donde normalmente las gramíneas que se adaptan a siembras en líneas más distanciadas son aquellas que presentan un mayor porte y tamaño, haciendo un buen uso de los espacios entre líneas.

En este sentido, Quagliotti y Ciotti (1964), evaluando en *L. multiflorum* espaciamientos entre hileras de 20 y 40 cm, con similares densidades en la línea, en conjunto a tratamientos nitrogenados, obtuvieron mayores rendimientos de semilla con el menor espaciamiento, adjudicándolo al bajo requerimiento de espacio por el rápido desarrollo y ciclo corto de la especie, así como por una mejor competitividad frente a las malezas. El peso de las semillas no varió de manera significativa, y los tratamientos nitrogenados no interactuaron con los espaciamientos probados. Similares resultados fueron observados por Hryncewicz et al (1983), en Polonia, para distintos cultivares de *L. multiflorum*, obteniendo mayores rendimientos a 15 cm de espaciamiento que a 30 cm.

Sin embargo, Artola (1972) trabajando con *L. multiflorum* cv. LE 284, sembrado a una densidad de 15 kg/ha, obtuvo rendimientos de semillas significativamente mayores con 30 cm de espaciamiento (1124 kg/ha) que con 15 cm (960 kg/ha). Si bien el número de espigas por unidad de área y el peso de las semillas no difirieron significativamente entre espaciamientos, el número de semillas por espiga fue significativamente superior en el mayor espaciamiento utilizado. El autor adjudica este menor rendimiento individual de las espigas, ante el menor espaciamiento, a la mayor competencia por luz registrada, hecho avalado por la apreciación visual del menor vigor de los macollos. También el

vuelco más temprano, observado con el menor espaciamiento, pudo ser causa de mayores pérdidas por desgrane.

Mansat et al (1967) evaluaron el efecto de espaciamientos entre hileras de 20, 40 y 60 cm, en varios cultivares de raigrás, sembrando con densidades fijas en la hectárea (15 kg/ha) y con densidades fijas en la hilera. Obtuvieron similares rendimientos de semillas por hectárea para los distintos tratamientos evaluados, explicado por una compensación entre los componentes del rendimiento, donde el mayor rendimiento de las espigas verificado con los mayores espaciamientos, dado por un mayor número de semillas, compensó el menor número de espigas. El peso de las semillas pareció ser independiente a los espaciamientos evaluados. Una excepción fue el cv. Tetrone, en una de las localidades, donde si bien el rendimiento potencial no varió con el espaciamiento utilizado, el espaciamiento de 60 cm, permitió concretar mayores rendimientos finales de semilla por un atraso en la ocurrencia de vuelco, ocurriendo menores pérdidas por desgrane. Este espaciamiento se hizo más necesario, en contraposición a 20 cm., ante el agregado de mayores dosis de nitrógeno en la primavera.

En el ya mencionado trabajo de Pritsch y Rosell (1982), también fueron evaluados espaciamientos entre hileras de 15, 30, 45 cm, y siembras al voleo, no encontrando una respuesta muy definida en los rendimientos obtenidos. Los espaciamientos de 15 y 30 cm, tendieron a presentar mayores rendimientos de semillas, siendo recomendado por los autores el espaciamiento de 30 cm, como un posible atenuante ante déficits hídricos en la primavera. Tampoco Nordestgaard (1984), trabajando con dos cultivares de *L. multiflorum*, obtuvo diferencias en rendimiento de semillas entre espaciamientos de 12 y 24 cm.

III. ENSAYO 1. EFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA EN LA PRODUCCION DE SEMILLAS DE RAIGRAS cv. INIA TITAN.

A. MATERIALES Y MÉTODOS.

El ensayo fue instalado en la Estación Experimental La Estanzuela, del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria el 23 de Abril de 1997 en un suelo clasificado como Brunosol éutrico, originado sobre formación Libertad (3,5 % M.O., pH: 5,8). El material experimental sembrado fue *Lolium multiflorum* Lam. cv. INIA-TITAN, el cual es un raigrás tetraploide de tipo *multiflorum* (italian).

El tamaño de las parcelas utilizado fue 7,5 m^2 (1,5x5m), sembrándose cinco surcos distanciados 0,30 m, a una densidad de siembra de 8 kg/ha. A los efectos de las determinaciones fueron únicamente utilizados los tres surcos centrales.

Los tratamientos evaluados en este ensayo consistieron en tres dosis de nitrógeno en otoño y cuatro dosis de nitrógeno en primavera. La aplicación de nitrógeno en otoño fue realizada el 10 de junio mientras que la de primavera fue el 10 de setiembre, luego del cierre del semillero. Cabe destacar que en los tratamientos que recibían nitrógeno en otoño, se agregaron, 20 unidades del total previsto a aplicar, en el momento de sembrar. El nitrógeno aplicado fue bajo la forma de urea (46 % N).

Se utilizó un diseño **factorial completo** (3 dosis de otoño x 4 de primavera). El experimento se dispuso en parcelas divididas en bloques con cuatro repeticiones, con las dosis de otoño como parcelas grandes y las de primavera como subparcelas.

Dosis de otoño: 0, 50, 100 kg N /ha

Dosis de primavera: 0, 50, 100, 150 kg N /ha

A efectos de controlar el crecimiento de forraje durante la etapa vegetativa, el experimento fue cortado a una altura aproximada de 8-9 cm, el 2 de julio, el 20 de agosto y por última vez el 9 de setiembre.

Ante las deficiencias hídricas constatadas en el otoño, se efectuó un riego el 7 de mayo con el cometido de asegurar una adecuada implantación del semillero, aplicándose una lámina de 15 mm. También se realizó una aplicación de MCPA (1 lt/ha) y Dicamba (150 cc/ha) el 10 de junio con el objetivo de controlar malezas presentes.

La cosecha del semillero fue efectuada el 9 de diciembre.

Las determinaciones efectuadas en secuencia cronológica son las siguientes:

- 27/6: Conteo de plantas: de un sector de 1,5 m. en tres surcos de cada parcela.
- 4/8: Conteo de macollos: de un sector de 0,5 m. en dos surcos de cada parcela.
- 3/9: Conteo de macollos y monitoreo de ápices: se realizó cortando al ras del suelo un sector de 0,2 m. de un surco determinándose el número total de macollos y midiéndose la elevación del ápice mediante disección.
- 9/9: Determinación del contenido de nitrógeno en planta: analizando un sector de 0,3 m. de un surco cortado a 2-3 cm. del suelo.
- 16/10: Conteo de macollos y monitoreo de ápices: realizado de igual modo que el anterior (3/9).
- 16/10: Determinación del contenido de nitrógeno en planta: realizada de igual modo que la anterior (9/9).
- 3/11-25/11: Curva de emergencia de las espigas: determinándose semanalmente el número de espigas emergidas en 1 metro de surco, marcándolas con anillos de diferentes colores.
- 25/11: Estimación del número de espiguillas/espiga y del número de flores/espiguilla: sobre 25 espigas completamente emergidas tomadas al azar de cada parcela se determinó el número de espiguillas y el número de flores de una espiguilla central.
- 9/12: Cosecha: se realizaron las siguientes determinaciones:

a) Se cortaron y trillaron todas las inflorescencias de dos surcos centrales, es decir un total de 10 metros de surco. Esto permitió estimar el rendimiento real y el peso de semillas.

b) En 1 metro de surco por parcela se contaron y trillaron las inflorescencias. A partir de esto se estimó el número de espigas por metro. El rendimiento por espiga y el número de semillas por espiga fueron obtenidos por cálculo a partir de este muestreo.

c) Se cortaron y trillaron las inflorescencias correspondientes a cada fecha de emergencia. En este caso fue necesario recolectar el mayor número posible de espigas sanas entre las cuatro repeticiones de cada tratamiento debido al escaso número de las mismas por causa del manipuleo en el marcado semanal. Esto permitió, para cada fecha

de emergencia, estimar el rendimiento por espiga, el peso de las semillas y calcular el número de semillas por espiga.

d) Se estimó visualmente la incidencia del vuelco como el porcentaje del área de cada parcela afectada.

- Producción de forraje: expresada en kg/ha de materia seca.

- Monitoreo de nitratos en el suelo: se realizaron muestreos regulares durante todo el ciclo del cultivo, muestreando a una profundidad de 20 cm. en los caminos entre los bloques de manera que el resultado no se viera afectado por las fertilizaciones.

- Análisis estadístico: las variables estudiadas fueron sometidas a análisis de varianza y las comparaciones de medias, cuando corresponden, se realizaron mediante Mínima Diferencia Significativa (LSD). La significación estadística se expresa convencionalmente de la siguiente manera:

** significativo al 1 %
* significativo al 5 %
NS no significativo

B. RESULTADOS Y DISCUSION.

Se presentan a continuación la temperatura media y las precipitaciones ocurridas durante el período de la evaluación así como el promedio histórico para ambas variables.

Figura 1. Precipitación mensual promedio y del año 1997 en La Estanzuela.

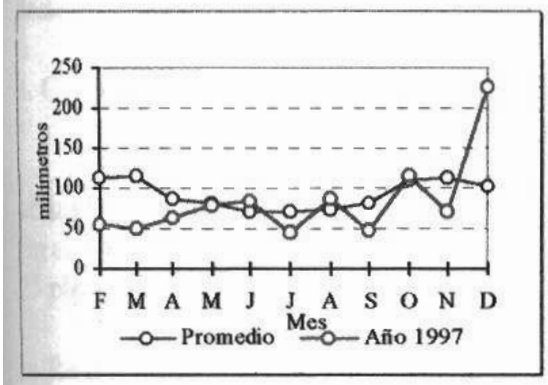
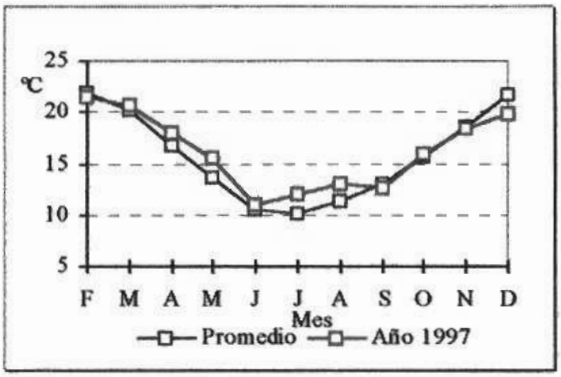
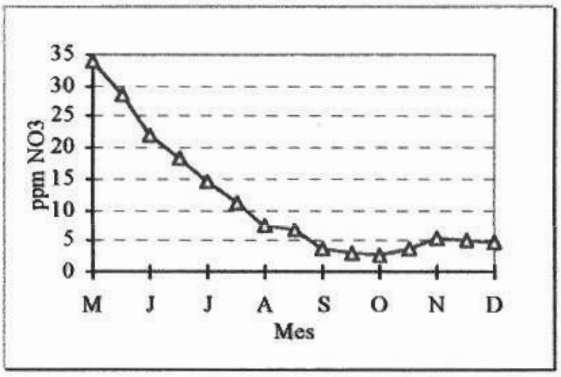


Figura 2. Temperatura media mensual promedio y del año 1997 en La Estanzuela.



Se puede apreciar que las precipitaciones mensuales, durante el período experimental, estuvieron cerca del promedio o por debajo de éste, particularmente durante el otoño. Las precipitaciones del mes de diciembre sucedieron luego de cosechado el semillero. Las temperaturas medias, en cambio, se ubicaron en general por encima del promedio, especialmente en otoño/invierno.

Figura 3. Contenido de nitratos en el suelo durante el ciclo del cultivo.



Como consecuencia de las bajas precipitaciones de fin del verano y otoño y temperaturas favorables para la mineralización del nitrógeno, el contenido de nitratos en el suelo fue alto durante el otoño y parte del invierno, disminuyendo gradualmente a lo largo del período experimental.

1. Creación del potencial de producción de semillas: desarrollo del cultivo.

El potencial que posee una especie forrajera para producir semilla queda establecido en el transcurso de dos etapas: a) creación del potencial de rendimiento y b) utilización del potencial creado (Hebblethwaite et al, 1983).

Se presentan a continuación todas las determinaciones efectuadas sobre el cultivo hasta la antesis.

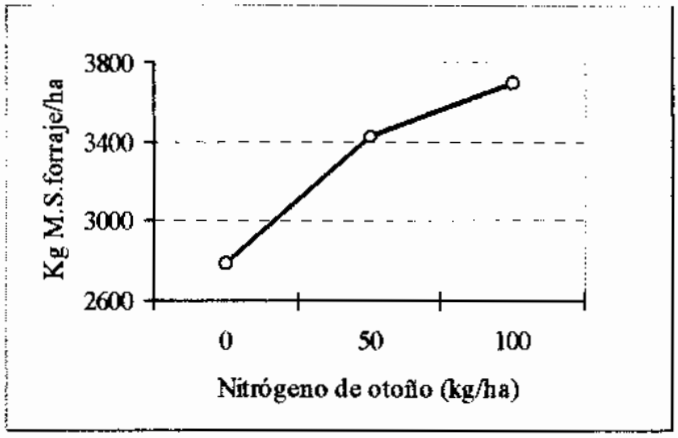
a. Conteo de plantas 27/6.

La densidad de siembra (8 kg/ha) y el espaciamiento entre surcos (0,30 m.) utilizados determinaron una siembra de aproximadamente 69 semillas por metro de surco. En el conteo de plantas realizado a dos meses de la siembra se determinó un promedio de 25 plantas instaladas por metro de surco, lo cual implica un 36 % de implantación.

b. Rendimiento de forraje.

La producción total de forraje que surge de los tres cortes efectuados se presenta en la figura 4. El análisis de varianza (Anexo 1) y la comparación de medias indicaron un efecto altamente significativo de la fertilización nitrogenada de otoño, aumentando la producción de forraje con las dosis aplicadas. La respuesta en producción de forraje fue de 12,7 y 9,11 kg M.S./kg N para 50 y 100 unidades de nitrógeno respectivamente.

Figura 4. Efecto de la fertilización nitrogenada de otoño en la **producción total de forraje**.



Por lo tanto, es claro que a pesar de la alta disponibilidad de nitratos en el suelo en las fases iniciales del cultivo (al momento de realizarse la fertilización de otoño, el

contenido de nitratos era aproximadamente de 20 ppm. Figura 3), éste respondió en producción de forraje al nitrógeno agregado.

c. Conteo de macollos 4/8.

Aproximadamente a tres meses y medio de la siembra se realizó un conteo de macollos cuyos resultados se presentan en el cuadro 2. La población de macollos mostró una tendencia errática, indicando su análisis de varianza (Anexo 1) que no existieron diferencias significativas atribuibles a las diferentes dosis de nitrógeno en otoño.

Cuadro 2. Efecto de la fertilización nitrogenada en otoño sobre el macollaje al 4/8.

Nitrógeno de otoño (kg/ha)	N° de macollos/metro de surco NS
0	655
50	602
100	771
Promedio	**676**

d. Conteo de macollos y monitoreo de ápices 3/9.

Con el cometido de determinar con precisión el comienzo de la elongación de entrenudos, se efectuó este monitoreo. Al igual que en el anterior conteo, su análisis de varianza (Anexo 1) indicó que no existieron diferencias significativas en el número de macollos debidas a los tratamientos de fertilización de otoño (cuadro 3). Tal como era de esperar por estar el cultivo pasando a la etapa reproductiva, comienza a verificarse un descenso en el número de macollos.

Cuadro 3. Efecto de la fertilización nitrogenada en otoño sobre el macollaje al 3/9.

Nitrógeno de otoño (kg/ha)	N° de macollos/metro de surco NS
0	615
50	514
100	711
Promedio	**613**

Las diferentes dosis de nitrógeno en otoño no afectaron el grado de elevación de los ápices, por lo que a continuación se presenta el promedio para todas las dosis.

Cuadro 4. Estado de elevación de los ápices al 3/9.

Altura del ápice desde el suelo	% del total de macollos
vegetativos o menos de 1 cm.	65
de 1 a 3 cm.	17
de 3 a 5 cm.	12
mayor de 5 cm.	6

Como consecuencia de constatarse que el cultivo estaba iniciando su etapa de elongación de entrenudos, es que pocos días después (9/9) se efectúa su último corte.

De la determinación de rendimientos de forraje surge que el cultivo indudablemente respondió al nitrógeno aplicado en el otoño. Sin embargo ambas estimaciones de la población de macollos no manifiestan efectos significativos y se comportan de manera errática frente a las dosis de nitrógeno agregado. Es factible pensar que el área de muestreo considerada en los conteos de macollos no fue suficiente para detectar diferencias en este componente, intrínsecamente muy variable. También es posible que el nitrógeno haya promovido principalmente el desarrollo individual de los macollos.

e. Conteo de macollos y monitoreo de ápices 16/10.

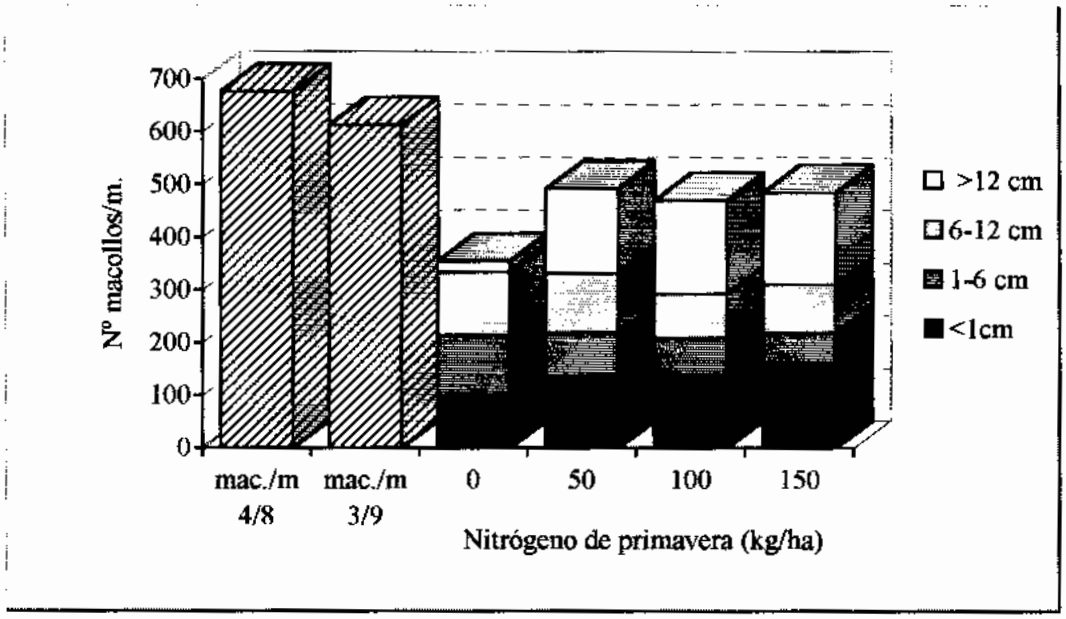
A mediados de octubre, unos 40 días posteriores al cierre y fertilización de primavera, se realizó un nuevo conteo de macollos y monitoreo de ápices. En éste se observó un aumento significativo (Anexo 4) en el número de macollos con el agregado de 50 unidades, como mínimo, de nitrógeno en la primavera (cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de la fertilización nitrogenada en primavera en el número de macollos al 16/10.

Nitrógeno de primavera (kg/ha)	N° de macollos/metro de surco *
0	355 b
50	493 a
100	470 a
150	485 a
Promedio	**451**

Con respecto a las anteriores determinaciones, se observa un descenso en el número de macollos como es característico una vez que el cultivo evoluciona en su etapa reproductiva (figura 5).

Figura 5. Macollaje al 4/8, 3/9 y efecto de la fertilización nitrogenada en primavera sobre el total de macollos y la elevación de sus ápices al 16/10.



De acuerdo a lo observado, parecería que 50 unidades de nitrógeno aplicadas en el entorno de la elongación fueron suficientes como para aumentar la sobrevivencia de macollos fértiles, así como permitir una mayor elongación de los mismos, en momentos de gran competencia.

f. Contenido de nitrógeno en la planta.

El contenido de nitrógeno en la planta puede ser utilizado como un posible indicador de la respuesta a la fertilización nitrogenada de primavera (Rowarth et al, 1993). Por tal motivo, se realizó un muestreo el 9 de setiembre; en ese momento, las diferencias esperables eran las debidas a la fertilización de otoño.

Cuadro 6. Efecto de la fertilización de otoño en el contenido de nitrógeno en planta en la fecha de cierre del semillero (9/9).

Nitrógeno de otoño (kg/ha)	% de N en la materia seca *
0	2,15 b
50	2,22 b
100	2,53 a

Los resultados (cuadro 6) si bien muestran un efecto del nitrógeno de otoño, los valores obtenidos son inferiores a los encontrados por Rowarth et al (1993) como necesarios para alcanzar el 90 % del máximo rendimiento (3,36 % N), sugiriendo que era posible esperar una buena respuesta a la fertilización en primavera.

Unos 40 días después de fertilizar en primavera se efectuó un nuevo muestreo para analizar el contenido de nitrógeno del forraje cuyos resultados se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Efecto de la fertilización nitrogenada en el **contenido de nitrógeno en planta** al 16/10 (en % de la materia seca).

		Nitrógeno de primavera (kg/ha)				
Nitrógeno de otoño (kg/ha)		**0**	**50**	**100**	**150**	**Promedio NS**
	0	1,35	1,57	1,80	2,50	**1,81**
	50	1,48	1,75	1,80	2,37	**1,85**
	100	1,44	1,92	2,01	2,39	**1,94**
	Promedio **	**1,42 c**	**1,75 b**	**1,87 b**	**2,42 a**	

El análisis de varianza de los datos del cuadro 7 (Anexo 6) indica que el contenido de nitrógeno del forraje fue afectado de manera altamente significativa por la fertilización de primavera, aumentando sostenidamente con las dosis crecientes de nitrógeno.

La eficiencia de la aplicación de nitrógeno puede ser estimada a través de la cantidad de nitrógeno presente en el forraje cosechado de las parcelas fertilizadas, menos la del testigo, expresada como porcentaje de la cantidad de nitrógeno agregado (Reid, 1966; citado por Carámbula, 1977).

Con esta metodología, mediante la cantidad de materia seca cosechada en este muestreo y el contenido de nitrógeno de la misma, fue estimado qué porcentaje del nitrógeno aplicado fue recuperado al 16 de octubre (cuadro 8). Fueron encontradas

eficiencias en el rango del 40-48 %, las cuales, por la absorción ocurrida posteriormente a la determinación, evidentemente aumentaron hacia el fin del ciclo.

Cuadro 8. Estimación del nitrógeno recuperado al 16/10.

Nitrógeno de primavera (kg/ha)	Kg M.S./ha	% Nitrógeno de la materia seca	Kg N absorbido/ha al 16/10	% del N recuperado al 16/10
0	2658	1,42	37,7	
50	3491	1,75	61,1	**47 %**
100	4139	1,87	77,4	**40 %**
150	4519	2,42	109,4	**48 %**

g. Curva de emergencia de las espigas.

La emergencia de las espigas comenzó a hacerse visible el 27/10 para los tratamientos de 100 y 150 kg de nitrógeno/ha, el 29/10 para los tratamientos de 50 kg/ha y el 1/11 para los tratamientos sin nitrógeno en primavera.

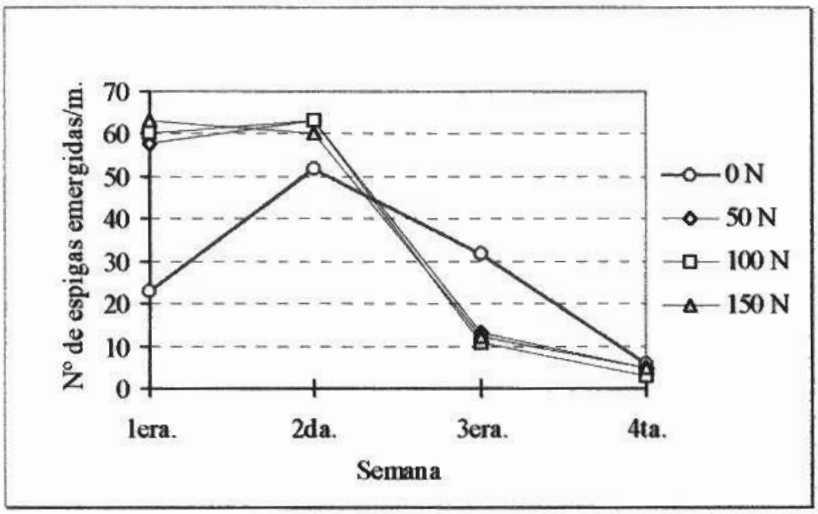
Comenzada la emergencia y a efectos de estudiar la evolución de la misma, se identificaron semanalmente las espigas emergidas en un metro de surco, cuyos resultados se muestran en el cuadro 9.

Cuadro 9. Efecto del nitrógeno de primavera sobre la **emergencia semanal y acumulada de espigas** (en N° de espigas/metro de surco).

Nitrógeno de primavera (kg/ha)	Semana 3/11	Semana 10/11	Semana 17/11	Semana 25/11	Total
0	23 b	52	32 a	6	**113**
50	58 a	63	13 b	5	**139**
100	60 a	63	11 b	3	**137**
150	63 a	60	12 b	5	**140**
	**	NS	**	NS	NS

La emergencia de más del 90 % de las espigas se concretó en tres semanas. La tendencia observada en el muestreo de macollos del 16/10 en cuanto al grado de elongación de los ápices se confirma en esta determinación, donde la aplicación de al menos 50 unidades de nitrógeno en la primavera causaron un adelantamiento y concentración de la emergencia de las espigas, lo cual se aprecia claramente en la figura 6.

Figura 6. Efecto del nitrógeno de primavera sobre el patrón de **emergencia de las espigas**.



Este efecto del nitrógeno sobre la emergencia de las espigas fue estudiado, en *L. multiflorum* cv. Paroa por Wilson (1959), quien encontró que las plantas sometidas a un buen nivel de nitrógeno adelantaban la emergencia aproximadamente 7 días con respecto a las que crecían con un bajo nivel, debido tanto a un adelanto del momento de iniciación floral como a un menor intervalo iniciación-emergencia. Sin embargo, sus tratamientos nitrogenados no afectaron el porcentaje de espigas emergidas por semana, teniendo ambos niveles una emergencia irregular.

El efecto del nitrógeno en promover una emergencia más temprana de las inflorescencias también ha sido demostrado por varios autores en distintas gramíneas forrajeras (Lambert, 1956; Evans, 1963; Carámbula, 1967; Elizondo, 1969; citados por Carámbula, 1981)

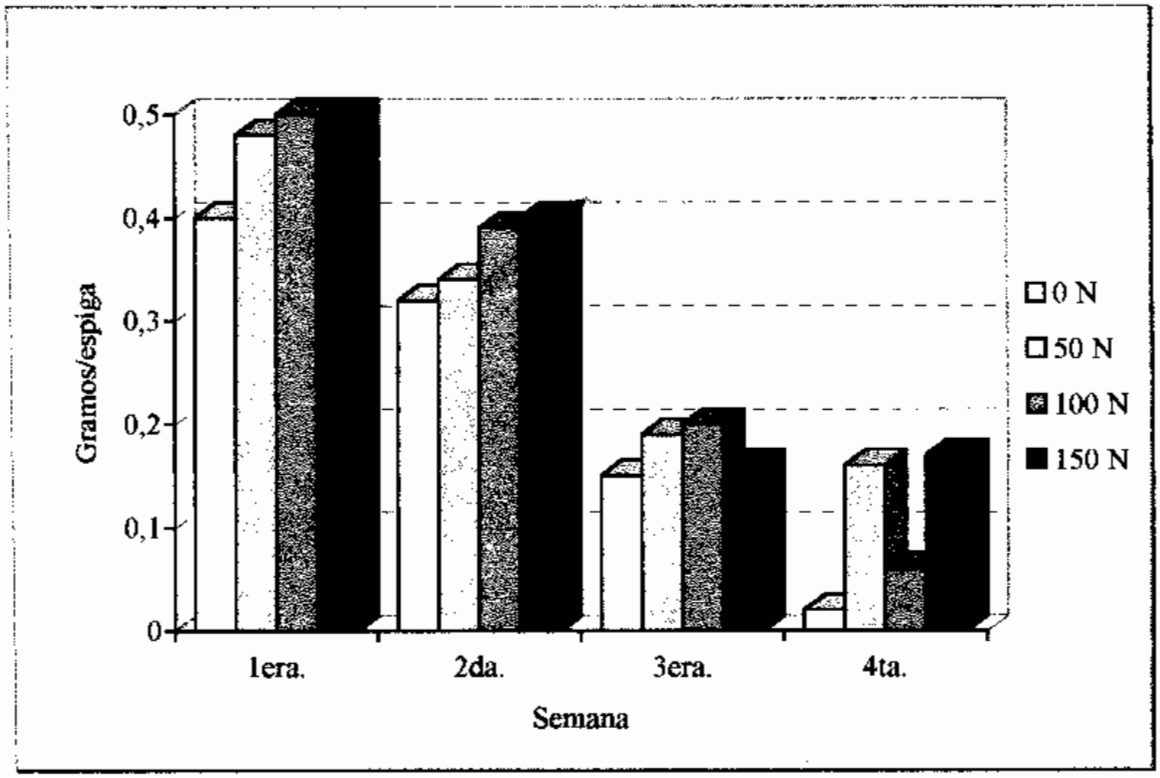
Las implicancias prácticas de la concentración de la emergencia de las espigas no son menores teniendo en cuenta que la fecha de emergencia determina en gran medida la fecha de maduración de sus semillas (Anslow, 1963; citado por Hebblethwaite et al, 1983). Esto puede determinar una mayor uniformidad en el momento de madurez de las espigas, facilitando la decisión del momento de cosecha y reduciendo las pérdidas por desgrane.

Es de hacer notar que el número total de espigas por metro contabilizadas en este muestreo (cuadro 9) fue aproximadamente un 20 % inferior al registrado en el momento de la cosecha (cuadro 16). Esto se debió simplemente a un problema práctico dado que

trabajar dentro del cultivo en el proceso de marcado de las inflorescencias ocasionó un inevitable quebrado de tallos con la consiguiente pérdida de inflorescencias.

En la medida que la fecha de emergencia de las espigas refleja el momento de origen del macollo que la porta, emergiendo antes los macollos más tempranos, cabría esperar rendimientos individuales diferentes entre grupos de emergencia. Con el objetivo de confirmar esta hipótesis, así como el efecto de la fertilización nitrogenada sobre cada grupo de emergencia, fueron determinados los rendimientos individuales y sus componentes de las espigas producidas durante las cuatro semanas de emergencia. Estos resultados se representan en la figura 7 y cuadro 10.

Figura 7. Rendimiento por espiga promedio para cada semana de emergencia y efecto del nitrógeno de primavera sobre el mismo.



Es claro que las inflorescencias que emergen primero, como reflejo del momento de origen del macollo y de la jerarquía del mismo, son las que presentaron un rendimiento individual superior. También se aprecia claramente el efecto positivo del nitrógeno aplicado en incrementar el rendimiento de las espigas.

Los macollos de origen temprano, en *L. multiflorum*, además de poseer más espiguillas por espiga, tienen más flores en cada una de éstas (Ryle, 1964; citado por Hebblethwaite et al, 1983; Davies, 1969; citado por White, 1990). A su vez, en *L.*

perenne, inflorescencias más tardías presentan un peso de sus semillas significativamente menores (Anslow, 1964; citado por Langer, 1980), probablemente por diferencias en el desarrollo y jerarquía de los macollos y porque su formación ocurre en un ambiente más cálido (Akpan y Bean, 1977; citados por Langer, 1980).

En este caso, conforme a lo esperado, el menor rendimiento por espiga en los subsiguientes grupos de emergencia ocurrió como consecuencia de poseer menos semillas por espiga así como también por un menor peso de las semillas. Esto se visualiza claramente en el cuadro 10 donde se presentan los valores para las distintas fechas de emergencia, como promedio de las diferentes dosis de nitrógeno.

Cuadro 10. Número de semillas por espiga y peso de las semillas para cada fecha de emergencia.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Semillas/espiga	123	104	61	38
Peso de 1000 semillas (g)	3,85	3,49	2,85	2,46

h. Potencial de rendimiento creado.

Con el cometido de estimar el potencial de rendimiento de las espigas se determinó el número de espiguillas por espiga y el número de flores por espiguilla en el fin del período de emergencia de las espigas (25/11). El potencial de las espigas creado, en términos de flores por espiga, comparado con el número de semillas por espiga efectivamente logrado, permite apreciar la utilización del potencial en términos de porcentaje de fertilidad de las flores (cuadro 11).

Cuadro 11. Estimación del potencial de espiga creado y utilización del mismo.

Nitrógeno de primavera (kg/ha)	Espiguillas /espiga	Flores /espiguilla	Potencial de espiga creado (flores/espiga)	Número de semillas por espiga a la cosecha	Utilización del potencial (% de fertilidad)
0	29,45	7,37	**217**	**72 b**	**33**
50	31,78	6,89	**219**	**83 ab**	**38**
100	31,78	7,34	**233**	**87 a**	**37**
150	31,78	7,21	**229**	**95 a**	**41**
	NS	**NS**	**NS**	**	**NS**

Como se puede observar, el agregado de nitrógeno en el entorno del desarrollo apical no tuvo efectos significativos estadísticamente sobre la cantidad de flores por espiga y el porcentaje de flores fértiles, mostrando solamente leves tendencias a aumentar con la dosis aplicada. Sin embargo, tuvo efectos significativos sobre el número de semillas por espiga efectivamente formadas, aumentando éstas hasta las 150 unidades. Por lo tanto, los efectos atribuibles al agregado de nitrógeno en la primavera, fueron tanto un leve aumento del potencial de las espigas como un incremento en la fertilidad de las flores que osciló entre 33 y 41 %.

Dichos valores de fertilidad de las flores son relativamente similares a los citados por la literatura para otras gramíneas forrajeras, de un 40 % para *L. perenne* y *D. glomerata*, y 50 % para *F. arundinacea* (Lorenzetti, 1993).

El incremento de la fertilidad de las flores ante una buena disponibilidad de nitrógeno ha sido documentado por diversos autores para otras especies (Liew, 1968; citado por Langer, 1972; Field-Dodgson, 1971; citado por Langer, 1980; Carámbula, 1972; citado por Carámbula, 1981). Brown (1977) adjudica al incremento en la fertilidad de las flores, el mayor rendimiento de semillas observado en *L. multiflorum* cv. Tama ante el agregado de nitrógeno en la iniciación floral.

El porcentaje de utilización del potencial, en la medida que surge del contraste de los sitios potenciales de formación de semilla determinados a la antesis y el número de semillas por espiga presentes a la cosecha, puede no ser únicamente reflejo del porcentaje de flores fértiles, en la medida que también puede estar afectado por diferencias en la retención de las semillas. Teniendo en cuenta los efectos logrados mediante el agregado de un mínimo de 50 unidades de nitrógeno en la primavera en concentrar la floración, también este mayor porcentaje de utilización del potencial puede reflejar una mayor uniformidad en la maduración de las semillas, reduciendo las pérdidas por desgrane.

Considerando el potencial de rendimiento de las espigas (número de flores/espiga en la antesis), la cantidad de éstas presentes a la cosecha y el peso efectivamente alcanzado por las semillas, se estimó un rendimiento de semillas potencial, el cual se presenta en el cuadro 12.

Cuadro 12. Estimación del potencial de rendimiento creado.

Nitrógeno de primavera (kg/ha)	Espigas/m^2	Flores/espiga	Peso de 1000 semillas (g)	Rendimiento potencial (kg/ha)
0	473 c	217	3,10 c	**3182 c**
50	533 b	219	3,33 b	**3887 b**
100	600 a	233	3,45 a	**4823 a**
150	513 bc	229	3,47 a	**4076 b**
	**	NS	**	**

Como se observa, según esta estimación, el cultivo presentó un muy alto potencial de producción de semillas, siendo éste seguramente aún superior en la medida que sería lógico pensar que el número de espigas presentes a la antesis haya sido superior al contabilizado en la cosecha. La muerte de macollos fértiles post-emergencia es una de las causas relevantes del uso ineficiente del potencial creado, en conjunto con la muerte previo a la emergencia y la baja utilización de los sitios potenciales para formación de semilla (Hebblethwaite et al, 1983).

El aumento del potencial de rendimiento con el agregado de nitrógeno en primavera se debe mayormente a las variaciones observadas en el número de espigas, en la medida que fueron menores las variaciones en el potencial de rendimiento individual de las espigas. El efecto de los tratamientos sobre el número de espigas será analizado más adelante.

2. Utilización del potencial de producción de semillas.

a. Rendimiento de semillas.

a.1. Rendimiento real.

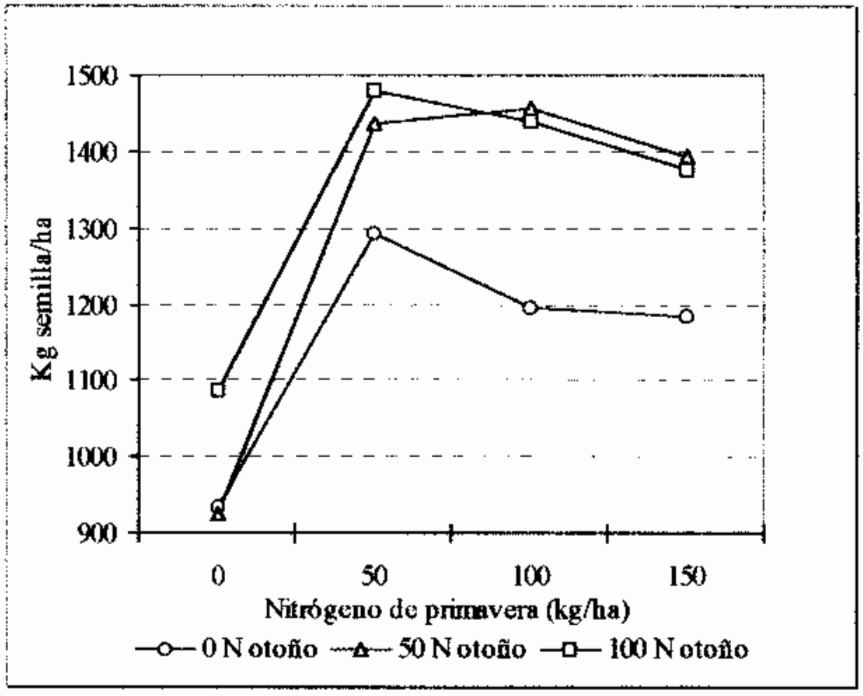
En el cuadro 13 se presentan los resultados obtenidos de la cosecha de los dos surcos centrales de cada parcela. De su correspondiente análisis de varianza (Anexo 5), se desprende que existió una respuesta significativa al agregado de nitrógeno en otoño y altamente significativa al nitrógeno en primavera, no interactuando significativamente ambas variables.

Cuadro 13. Efecto de la fertilización nitrogenada en el **rendimiento real** de semillas (en kg/ha).

		Nitrógeno de primavera (kg/ha)				
Nitrógeno de otoño (kg/ha)		**0**	**50**	**100**	**150**	**Promedio ***
	0	934	1294	1195	1184	**1152 b**
	50	925	1437	1458	1394	**1304 a**
	100	1086	1479	1439	1376	**1345 a**
	Promedio **	**982 b**	**1403 a**	**1364 a**	**1318 a**	

El test de comparación de medias ($p<0,05$) muestra que la respuesta, tanto a la aplicación de otoño como de primavera, existió solamente hasta las 50 unidades de nitrógeno, lo cual se puede visualizar en la figura a continuación.

Figura 8. Efecto del nitrógeno de otoño y primavera en el **rendimiento real** de semillas.



a.2. Rendimiento calculado a partir de los componentes del rendimiento.

A partir de los componentes del rendimiento que se detallan más adelante, los *cuales surgen de un muestreo realizado en 1 metro de surco por parcela, es posible* también estimar el rendimiento de semillas. Estos resultados son presentados en el cuadro 14.

De su análisis de varianza (Anexo 5) se desprende que este parámetro también fue afectado de manera altamente significativa por el agregado de nitrógeno en la primavera y significativa por el nitrógeno de otoño, no existiendo interacción significativa entre las variables. En este caso, la fertilización de primavera generó una respuesta positiva hasta la dosis de 100 unidades de nitrógeno, decayendo los rendimientos ante la fertilización con 150 unidades (figura 10). El efecto de la fertilización de otoño sobre este estimador es menos consistente, siendo en promedio incrementado significativamente con el agregado de 50 unidades de nitrógeno.

Cuadro 14. Efecto de la fertilización nitrogenada en el **rendimiento calculado** de semillas (en kg/ha).

		Nitrógeno de primavera (kg/ha)				
Nitrógeno de otoño (kg/ha)		**0**	**50**	**100**	**150**	**Promedio ***
	0	1083	1308	1875	1500	**1442 b**
	50	992	1775	1883	2058	**1677 a**
	100	1125	1417	1700	1508	**1438 b**
	Promedio **	**1067 c**	**1500 b**	**1819 a**	**1689 ab**	

Las diferencias entre el rendimiento "real" y el calculado a partir de los componentes pueden deberse a varias causas: distintas áreas de muestreo, diferente manipulación y procesamiento de las muestras, etc. Es importante resaltar que el coeficiente de variación de esta estimación es mayor que el de la estimación de rendimiento real (24 % vs. 11 %).

Los resultados obtenidos en rendimiento de semillas, en cualquier caso, son consistentes en remarcar que la principal respuesta obtenida fue al nitrógeno aplicado en la primavera. Con respecto a la fertilización de otoño, las determinaciones previas indicaron que la misma no generó una respuesta clara en las poblaciones de macollos alcanzadas pero evidentemente tuvo un marcado efecto positivo en el desarrollo vegetativo del cultivo, quizá principalmente sobre el desarrollo individual de los macollos, según la fuerte evidencia de los rendimientos de forraje. El efecto de estas consideraciones en el rendimiento de semillas será discutido más adelante.

El bajo nivel de nitratos en el suelo en primavera (parámetro muestreado en áreas donde no estuvo afectado por la extracción del cultivo en encañazón), sumado a un contenido de nitrógeno en planta de 2,1 a 2,5 % permitían esperar una respuesta positiva a la fertilización primaveral. Asumiendo un requerimiento para producción de semillas de 130 kg N/ha (Hampton et al, 1983; Schöberlein y Wahl, 1993), y teniendo en cuenta que este ensayo contaba en setiembre con aproximadamente 12 kg N/ha en los primeros 20 cm/ de suelo (< 5 ppm NO_3), teóricamente era factible esperar respuestas positivas hasta 100 unidades de nitrógeno.

Las respuestas a la aplicación de primavera obtenidas para ambas estimaciones de rendimiento, en términos de kilogramos de semilla por kilogramo de nitrógeno aplicado, se presentan en el cuadro 15. Para ambos muestreos la respuesta tuvo un comportamiento decreciente con el aumento de la dosis aplicada. Las eficiencias de conversión en semilla de las primeras 50 unidades de nitrógeno aplicadas no son bajas, comparadas con las obtenidas para raigrás por Brown (1980), de 390 kg de semilla para una dosis de 28 kg N/ha en la primavera, representando una eficiencia de 13,9 kg de semilla/kg N. Formoso (1994) reporta eficiencias, para las primeras 50 unidades de nitrógeno en primavera, de 2,88 en *F. arundinacea*, 1,65 en *P. aquática* y 1,86 en *D. glomerata*, lo cual, en la medida que el agregado de nitrógeno incrementó sustancialmente los rendimientos, pone de manifiesto el menor potencial de las citadas gramíneas perennes para la producción de semillas.

Cuadro 15. Respuesta a la aplicación de nitrógeno en primavera.

Dosis de N de primavera (kg/ha)	Kg semilla/kg N	
	Rend. real	Rend. calculado
50	8,42	8,66
100	3,82	7,52
150	2,24	4,15

b. Componentes del rendimiento.

b.1. Número de espigas por metro lineal.

En el cuadro 16 se detalla la variación obtenida con las diferentes dosis en otoño y primavera. El análisis de varianza para este componente (Anexo 4) muestra efectos significativos al agregado de nitrógeno en otoño y altamente significativos a la aplicación de primavera, no existiendo interacción significativa entre las variables. En la comparación de medias ($p<0,05$) se observa, para la aplicación de nitrógeno en primavera, un aumento en el número de espigas por metro hasta las 100 unidades de nitrógeno, decreciendo con el agregado de la mayor dosis (figura 11).

Cuadro 16. Efecto de la fertilización nitrogenada en el **número de espigas** por metro lineal.

Nitrógeno de otoño (kg/ha)	Nitrógeno de primavera (kg/ha)				
	0	50	100	150	Promedio *
0	147	156	191	137	**158 ab**
50	135	174	185	178	**168 a**
100	143	151	164	148	**152 b**
Promedio **	**142 c**	**160 b**	**180 a**	**154 bc**	

Aparentemente el nitrógeno aplicado en la primavera permitió la sobrevivencia de un mayor número de macollos (cuadro 5) y/o permitió a través del mayor desarrollo de los mismos, que un mayor porcentaje de éstos se volvieran fértiles. El agregado de la mayor dosis tuvo sobre este componente un efecto negativo, cuya posible explicación se encuentre en el aumento de la incidencia del vuelco con la consiguiente pérdida de espigas (figura 15).

El efecto de las dosis de nitrógeno en el otoño sobre el número de espigas a la cosecha sigue tendencias poco claras, siendo en promedio incrementado significativamente con el agregado de 50 unidades de nitrógeno, mostrando diferencias de escasa magnitud.

b.2. Rendimiento por espiga.

En el cuadro 17 se presentan los resultados obtenidos para el rendimiento individual de las espigas, los cuales muestran efectos significativos del nitrógeno agregado en la primavera (Anexo 5).

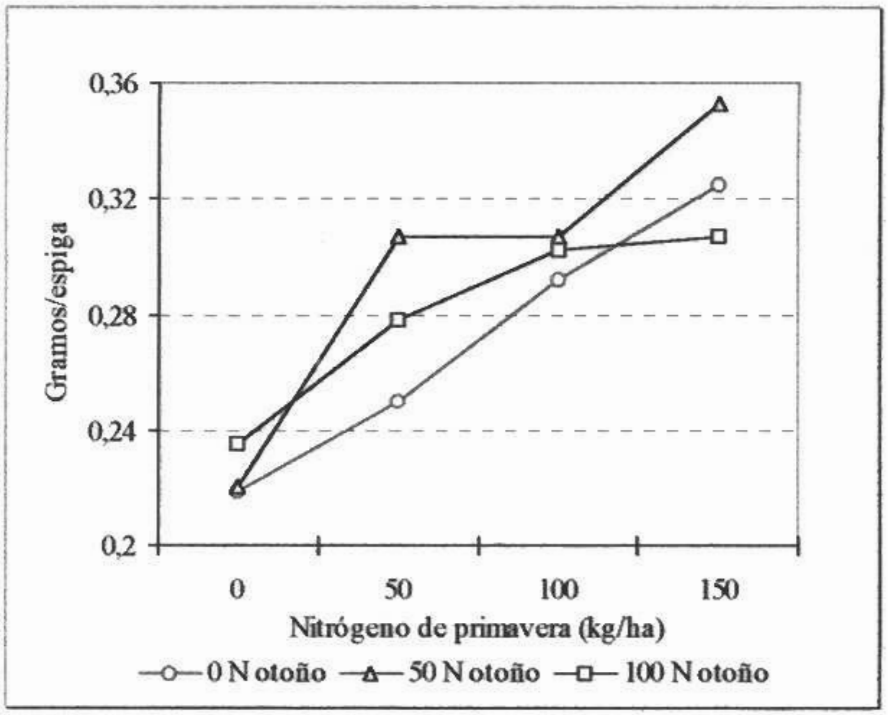
Cuadro 17. Efecto de la fertilización nitrogenada en el **rendimiento por espiga** (gramos/espiga).

Nitrógeno de otoño (kg/ha)	Nitrógeno de primavera (kg/ha)				
	0	50	100	150	Promedio NS
0	0,219	0,250	0,292	0,325	**0,272**
50	0,220	0,307	0,307	0,353	**0,297**
100	0,235	0,278	0,302	0,307	**0,281**
Promedio **	**0,225 c**	**0,278 b**	**0,300 ab**	**0,328 a**	

Como cabría esperar el nitrógeno aplicado en la primavera tuvo importantes efectos sobre el rendimiento de las espigas, el cual aumentó de manera sostenida hasta las dosis mayores (figuras 9 y 12).

Sin embargo, también se puede visualizar en la figura 9 que las curvas correspondientes a 50 y 100 unidades de nitrógeno en otoño se ubican, promedialmente, levemente por encima de los tratamientos sin nitrógeno en otoño.

Figura 9. Efecto del nitrógeno de otoño y primavera en el **rendimiento por espiga**.



Según lo presentado hasta el momento, parecería que el efecto principal del nitrógeno aplicado en el otoño no radicó en respuestas evidentes en la promoción del macollaje, en función de las tendencias poco claras observadas en los conteos de agosto y setiembre, determinando también comportamientos erráticos en el número de espigas contabilizadas en la cosecha. Por el contrario el efecto consistente de la aplicación de otoño en la producción de forraje parece demostrar un más claro efecto en incrementar el desarrollo individual de los macollos, ventaja que persiste luego del cierre del semillero y se manifiesta en la tendencia observada en el rendimiento por espiga y que puede explicar más claramente la respuesta al nitrógeno en otoño por parte del rendimiento real de semillas. Por otra parte, en este experimento el número de espigas a la cosecha presentó un coeficiente de correlación de 0,54 con los rendimientos de semilla (significativo al 11 %), mientras que el rendimiento individual de las espigas tuvo un coeficiente de 0,71 con el mismo (significativo al 2 %).

Parece constatarse el efecto mencionado por Carámbula (1981), en que una buena disponibilidad de nitrógeno en las etapas de desarrollo vegetativo previas a la formación de los primordios foliares presentes a la iniciación floral, permite a la inflorescencia alcanzar su tamaño máximo.

El comportamiento del rendimiento de las espigas es explicado por el de sus componentes: número de semillas por espiga y peso de las semillas.

b.2.a. Número de semillas por espiga.

En el cuadro 18 se observan los resultados obtenidos y en la figura 13 su respuesta a la aplicación del nitrógeno en primavera.

Cuadro 18. Efecto de la fertilización nitrogenada en el número de **semillas por espiga**.

	Nitrógeno de primavera (kg/ha)					
Nitrógeno de otoño (kg/ha)		**0**	**50**	**100**	**150**	**Promedio NS**
	0	72	74	85	93	**81**
	50	69	93	91	102	**89**
	100	76	83	86	89	**84**
	Promedio **	**72 b**	**83 ab**	**87 a**	**95a**	

Únicamente tuvo efectos significativos el nitrógeno aplicado en la primavera. Como ya fue discutido anteriormente, este aumento en el número de semillas por espiga está vinculado a un leve incremento en el potencial creado (flores/espiga) y a un incremento en la fertilidad de las flores y/o uniformidad en la maduración de las semillas, reduciendo las pérdidas por desgrane.

Su comportamiento con respecto al nitrógeno de otoño sigue similar patrón al observado en el rendimiento de las espigas, en la medida que se obtiene por cálculo a partir de éste y el peso de las semillas, el cual lógicamente no es afectado por dicha aplicación.

b.2.b. Peso de 1000 semillas.

Siendo el componente del rendimiento que normalmente presenta la menor variación, el suministro de nitrógeno generalmente incrementa el peso de las semillas, siendo este incremento tanto mayor cuanto más tardía sea la aplicación en el ciclo del cultivo. Los efectos de ambas fechas de aplicación evaluadas se presentan en el cuadro 19 y la figura 14 muestra su comportamiento en relación al nitrógeno de primavera.

Cuadro 19. Efecto de la fertilización nitrogenada en el **peso de 1000 semillas** (en gramos).

		Nitrógeno de primavera (kg/ha)				
Nitrógeno de otoño (kg/ha)		**0**	**50**	**100**	**150**	**Promedio NS**
	0	3,02	3,36	3,46	3,49	**3,33**
	50	3,18	3,30	3,37	3,47	**3,33**
	100	3,10	3,33	3,52	3,45	**3,35**
	Promedio **	**3,10 c**	**3,33 b**	**3,45 a**	**3,47 a**	

Tal como cabría esperar, el peso de las semillas se vio afectado únicamente por la fertilización de primavera. La respuesta a dosis de nitrógeno de primavera mayores a las 100 unidades no fue significativa.

Observando estos dos últimos componentes (semillas por espiga y peso de 1000 semillas) parece claro el efecto del nitrógeno aplicado en la etapa reproductiva en lograr una mayor eficiencia de utilización del rendimiento potencial de las espigas.

Figura 10. Efecto del nitrógeno de primavera en el **rendimiento de semillas calculado** a partir de sus componentes.

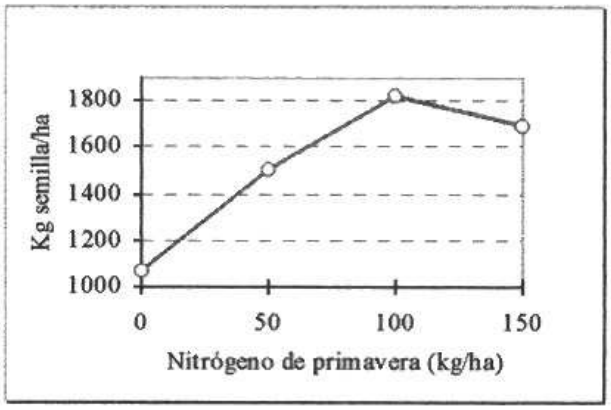


Figura 11. Efecto del nitrógeno de primavera en el **número de espigas** por metro lineal.

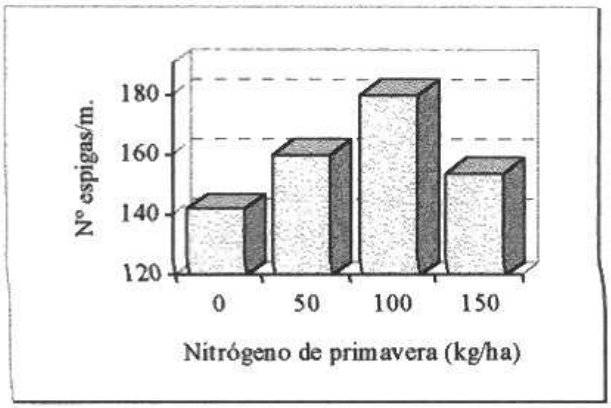


Figura 12. Efecto del nitrógeno de primavera en el **rendimiento por espiga**.

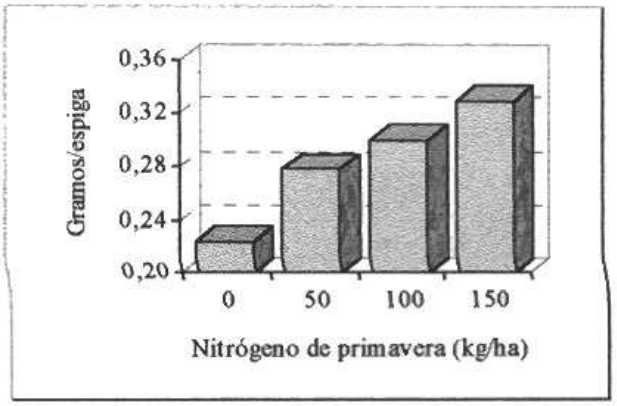


Figura 13. Efecto del nitrógeno de primavera en el número de **semillas por espiga**.

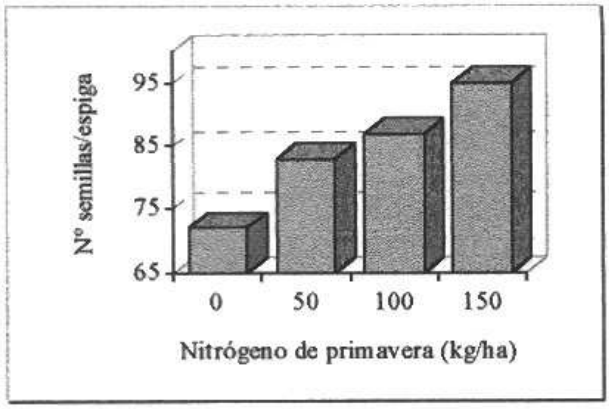
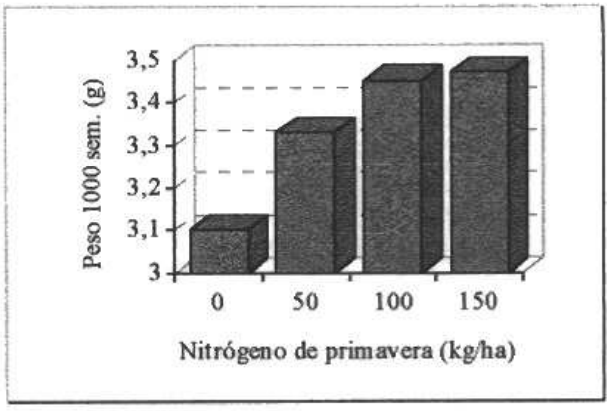


Figura 14. Efecto del nitrógeno de primavera en el **peso de 1000 semillas**.



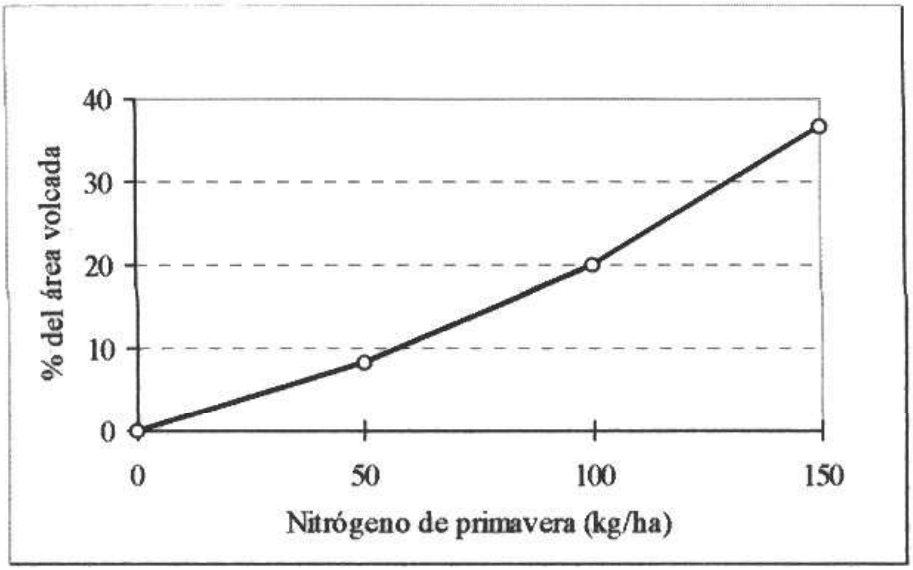
c. Vuelco.

El experimento en general no presentó problemas serios de vuelco. La estimación visual de la incidencia del vuelco a la cosecha según las fertilizaciones de otoño y primavera se presentan en el cuadro 20. Lógicamente esta variable estuvo más relacionada a las diferentes dosis en la primavera (figura 15) que a las de otoño (Anexo 6). Aún así, los datos sugieren que este cultivar permitiría el uso de dosis elevadas de nitrógeno en primavera sin que se produzcan problemas importantes de vuelco.

Cuadro 20. Efecto de la fertilización nitrogenada en la **incidencia del vuelco** (en % del área de la parcela).

		Nitrógeno de primavera (kg/ha)				
Nitrógeno de otoño (kg/ha)		**0**	**50**	**100**	**150**	**Promedio ***
	0	0	1,3	15	30,0	**11,6 b**
	50	0	15,0	22,5	50,0	**21,9 a**
	100	0	8,8	22,5	30,0	**15,3 b**
	Promedio **	**0 c**	**8,4 c**	**20,0 b**	**36,7 a**	

Figura 15. Efecto del nitrógeno de primavera en la **incidencia del vuelco**.



C. CONCLUSIONES.

- La principal respuesta al agregado de nitrógeno en rendimiento de semillas, se obtuvo para la aplicación de primavera.

- La fertilización de otoño incrementó significativamente los rendimientos de semilla, registrándose respuesta hasta las 50 unidades. Esta respuesta se encontró más estrechamente relacionada a incrementos en el rendimiento individual de las espigas que a mayores poblaciones de las mismas. La producción total de forraje aumentó con la dosis aplicada.

- El rendimiento de semillas aumentó significativamente con la fertilización nitrogenada de primavera en los comienzos de la etapa de elongación. Según el muestreo considerado, el máximo rendimiento se obtuvo con 50 ó 100 kg N/ha. Dosis mayores mostraron una tendencia decreciente. La respuesta fue de 8,5 kg semilla/kg N para la dosis de 50 kg N/ha, decreciendo para dosis mayores.

- La aplicación de un mínimo de 50 unidades de nitrógeno en la primavera permitieron una mayor sobrevivencia de macollos y adelantaron la iniciación floral y/o promovieron una mayor velocidad de desarrollo apical y elongación, adelantando y concentrando la emergencia de las espigas.

- El nitrógeno aplicado en la primavera contribuyó a aumentar el potencial de las espigas (flores/espiga), permitiendo a través de una mayor fertilidad de las flores y/o uniformidad en la maduración de las semillas, concretar un mayor número de semillas por espiga. También incrementó el peso de las semillas, por lo que en conjunto a lo expuesto, aumentó la eficiencia de utilización del potencial de espiga creado.

- Con la mayor dosis de nitrógeno de primavera (150 kg N/ha) se constató un menor número de espigas en el momento de la cosecha. El incremento de la incidencia de vuelco con dicha dosis, por más que éste no fue de gran severidad, pudo haber sido una de las causas de dicha pérdida de espigas.

IV. ENSAYO 2. EFECTO DEL MANEJO DE LA DEFOLIACION EN LA PRODUCCION DE SEMILLAS DE RAIGRAS cv. INIA TITAN.

A. MATERIALES Y METODOS.

Este ensayo fue instalado en el mismo lugar y fecha (23/4), en parcelas contiguas a las del ensayo 1.

El tamaño de parcelas utilizado fue de 7,5 m^2 (1,5x5m), sembrándose cinco surcos distanciados 0,30 m. a una densidad de siembra de 8 kg/ha. Para realizar las determinaciones fueron utilizados solamente los tres surcos centrales.

Fueron evaluados **dos manejos** contrastantes de defoliación (aliviado y frecuente) los cuales difieren tanto en frecuencia como en intensidad. El manejo aliviado consistió en someter al cultivo a cortes con una altura remanente de 8-9 cm., mientras que en el frecuente ésta fue de 5 cm.

Las fechas de los cortes se detallan a continuación.

Aliviado	Frecuente
2/7	2/7
-	17/7
-	29/7
20/8	20/8
9/9 (cierre)	9/9 (cierre)

Estos manejos fueron combinados con tratamientos de fertilización en otoño y primavera. La aplicación de otoño fue realizada el 10 de junio y la de primavera el 10 de setiembre. **Las dosis utilizadas en el otoño fueron 0, 50 y 100 kg N/ha y las de primavera 50 y 100 kg N/ha**.

El diseño experimental utilizado fue un **factorial completo** (2 manejos x 3 dosis de nitrógeno en otoño x 2 dosis de nitrógeno en primavera). Los tratamientos se dispusieron en parcelas divididas en bloques con cuatro repeticiones, siendo la dosis de otoño las parcelas grandes y el resto de los tratamientos las subparcelas.

Este ensayo fue regado en la etapa de implantación y se le controlaron las malezas del mismo modo y en igual fecha que al ensayo 1.

Fue cosechado el 9 de diciembre.

Las determinaciones realizadas ordenadas cronológicamente se detallan a continuación.

- 27/6: Conteo de plantas: de un sector de 1,5 m. en tres surcos de cada parcela.

- 3/9: Conteo de macollos y monitoreo de ápices: se realizó cortando al ras del suelo un sector de 0,2 m. de un surco determinándose el número total de macollos y midiéndose la elevación del ápice mediante disección.

- 9/9: Determinación del contenido de nitrógeno en planta: analizando un sector de 0,3 m. de un surco cortado a 2-3 cm. del suelo.

- 16/10: Conteo de macollos y monitoreo de ápices: realizado de igual modo que el anterior (3/9).

- 16/10: Determinación del contenido de nitrógeno en planta: realizada de igual modo que la anterior (9/9).

- 25/11: Estimación del número de espiguillas/espiga y del número de flores/espiguilla: sobre 25 espigas completamente emergidas tomadas al azar de cada parcela se determinó el número de espiguillas y el número de flores de una espiguilla central.

- 9/12: Cosecha: se realizaron las siguientes determinaciones:

a) Se cortaron y trillaron todas las inflorescencias de dos surcos centrales, es decir un total de 10 metros de surco. Esto permitió estimar el rendimiento real y el peso de semillas.

b) En 1 metro de surco por parcela se contaron y trillaron las inflorescencias. A partir de esto se estimó el número de espigas por metro. El rendimiento por espiga y el número de semillas por espiga fueron obtenidos por cálculo a partir de este muestreo.

c) Se estimó visualmente la incidencia del vuelco como el porcentaje del área de cada parcela afectada.

- Producción de forraje: expresada en kg/ha de materia seca.

- Monitoreo de nitratos en el suelo: se efectuó durante todo el ciclo del cultivo, muestreando a una profundidad de 20 cm. en los caminos entre los bloques de manera que el resultado no se viera afectado por las fertilizaciones.

Análisis estadístico: las variables estudiadas fueron sometidas a análisis de varianza y las comparaciones de medias, cuando corresponden, se realizaron mediante Mínima Diferencia Significativa (LSD). La significación estadística se expresa convencionalmente de la siguiente manera:

** significativo al 1 %
* significativo al 5 %
NS no significativo

B. RESULTADOS Y DISCUSION.

1. Creación del potencial de producción de semillas: desarrollo del cultivo.

A continuación se exponen todas las determinaciones realizadas al cultivo hasta la antesis, así como la producción de forraje durante su etapa vegetativa, en función de los manejos de la defoliación.

a. Conteo de plantas 27/6.

Previo a la ejecución de los diferentes manejos las parcelas contaban con un promedio de 25 plantas instaladas por metro de surco lo que, para la densidad de siembra y el espaciamiento entre hileras utilizados (8 kg/ha y 0,30 m.), equivale a un 36 % de implantación.

b. Rendimiento de forraje.

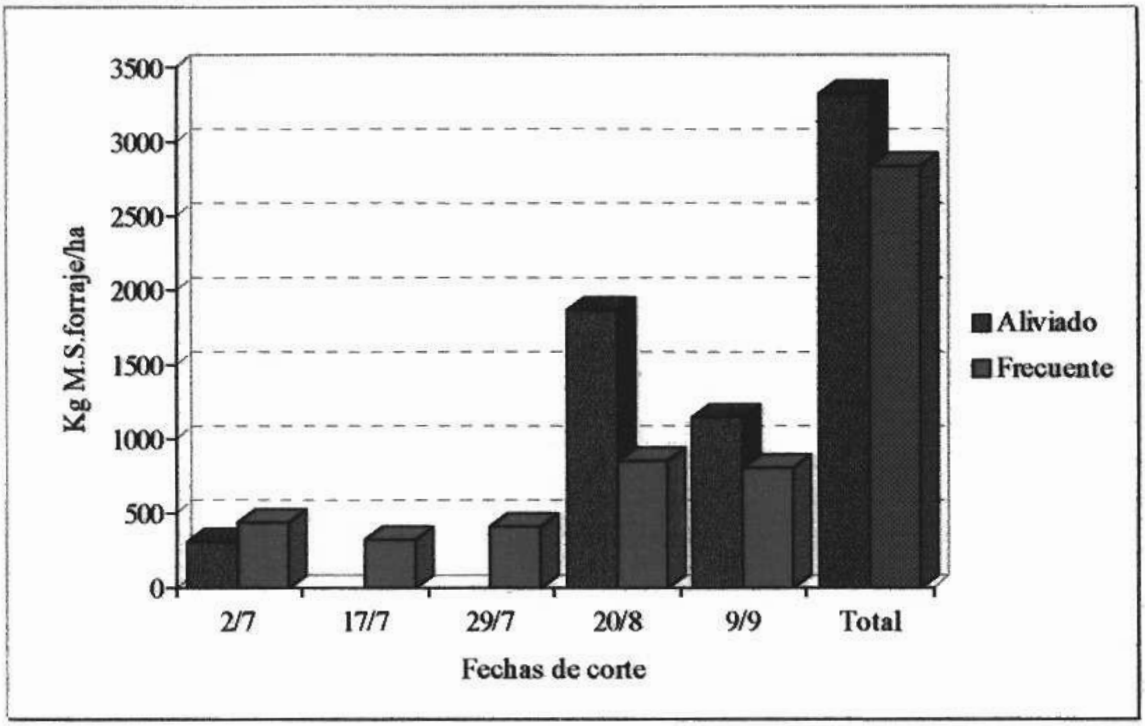
La producción de forraje obtenida en cada una de las fechas de defoliación se presenta en el cuadro 21. El análisis de varianza para la producción total acumulada (Anexo 7) indicó efectos significativos del manejo de la defoliación, de las dosis de nitrógeno en otoño, y de la interacción entre ambos.

Cuadro 21. Efectos del manejo de la defoliación y la fertilización nitrogenada en otoño en la **producción de forraje** por corte y total (en kg M.S./ha).

	Manejo de la defoliación							
	Aliviado				Frecuente			
Fecha de corte	0	50	100	Promedio	0	50	100	Promedio
2/7	271	337	329	**312**	437	466	429	**444**
17/7	-	-	-	-	304	356	308	**323**
29/7	-	-	-	-	390	417	413	**407**
20/8	1624	1989	1999	**1871**	765	810	1003	**859**
9/9	887	1200	1342	**1143**	688	755	981	**808**
Total	**2782 c**	**3526 a**	**3670 a**	**3326 a**	**2584 c**	**2804 c**	**3134 b**	**2841 b**

En la figura 16 se presentan para cada fecha de corte, los promedios de las diferentes dosis de nitrógeno en el otoño para los manejos de la defoliación.

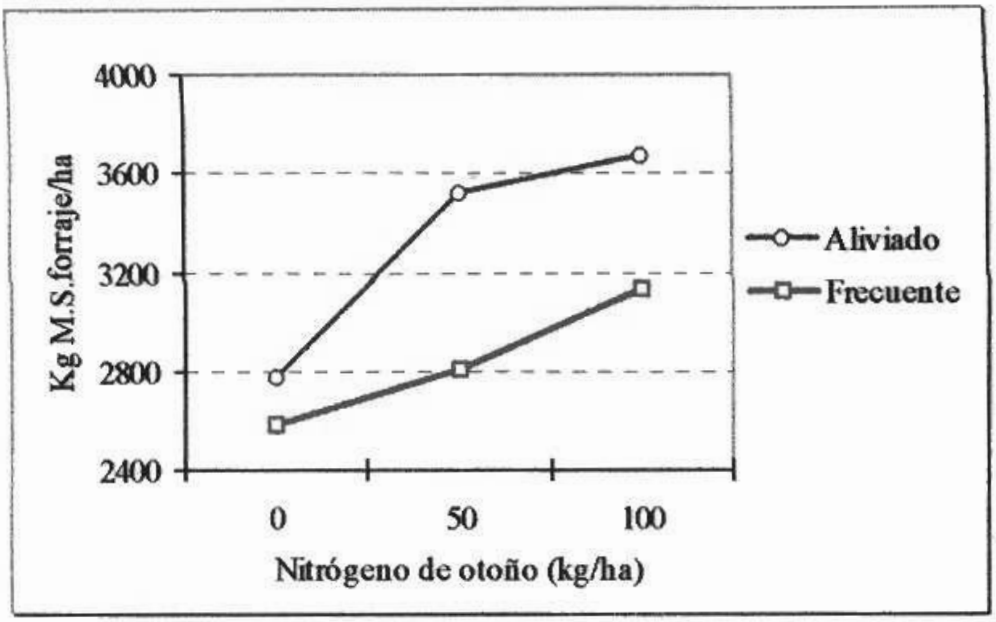
Figura 16. Efectos del manejo de la defoliación en el **forraje acumulado** por corte y total.



La producción de forraje del manejo aliviado superó significativamente la del frecuente en un 17 %. En el corte efectuado el 20 de agosto, el manejo aliviado rindió 1871 kg M.S./ha mientras que el frecuente acumuló en sus tres últimos cortes hasta esa fecha 1589 kg M.S./ha, lo cual indica que la mayor frecuencia de defoliación no permitió alcanzar la tasa de crecimiento promedio lograda por el manejo aliviado (32,4 kg M.S./ha/día vs.38,2 kg M.S./ha/día). Por otra parte, la diferencia entre ambos manejos en el rendimiento de forraje cosechado en la última fecha (9/9), muestra claramente que éstos lograron afectar la velocidad de rebrote. Esta se encuentra marcadamente influenciada por la cantidad de reservas del rastrojo y el área foliar remanente, y por lo tanto cuanto más intensa y frecuente sea la defoliación más lenta será la misma, máxime ante una alta disponibilidad de nitrógeno (Davies et al, 1971). También las plantas sometidas al manejo aliviado presentaron al muestreo del 3 de setiembre, un mayor grado de elevación de sus ápices (figura 18), por lo cual la mayor tasa de crecimiento puede ser consecuencia de haber comenzado la elongación de entrenudos.

El efecto de los manejos y la fertilización nitrogenada en el otoño en la producción acumulada de forraje son presentados en la figura 17.

Figura 17. Efectos del manejo de la defoliación y el nitrógeno de otoño en la **producción total de forraje**.



Como ya fue observado en el ensayo anterior, el cultivo respondió en términos de producción de forraje al fertilizante nitrogenado agregado en el otoño, a pesar de la alta disponibilidad de nitratos en el suelo al momento de realizarse la fertilización. En este caso la interacción entre las variables fue significativa, lo que refleja que el manejo aliviado presentó respuestas mayores al agregado de nitrógeno en otoño (14,9 y 8,9 kg M.S./kg N para 50 y 100 unidades respectivamente), que el manejo frecuente (4,4 y 5,5 kg M.S./kg N para 50 y 100 unidades respectivamente). En la medida que la absorción de nitrógeno por parte de las gramíneas es más rápida que su respuesta en crecimiento, cuanto más largo sea el período de crecimiento luego de la aplicación, mayor será el efecto del nitrógeno en incrementar la producción de materia seca y menor será el contenido de proteínas de la misma (Carámbula, 1977).

c. Conteo de macollos y monitoreo de ápices 3/9.

A efectos de contar con información del cultivo durante su etapa vegetativa, así como determinar con precisión el comienzo de la elongación de los entrenudos, se realizó este muestreo cuyos datos se presentan en el cuadro 22 y figura 18.

Cuadro 22. Efectos de la fertilización nitrogenada en otoño y los manejos de la defoliación en el **número de macollos por metro lineal** al 3/9 (entre paréntesis figuran el número de cortes hasta la determinación).

	Manejo de la defoliación		
Nitrógeno de otoño (kg/ha)	**Aliviado (2c)**	**Frecuente (4c)**	**Promedio NS**
0	615	698	**657**
50	514	634	**574**
100	711	678	**695**
Promedio NS	**613**	**670**	

Las variables en estudio no afectaron de manera estadísticamente significativa las poblaciones de macollos alcanzadas (Anexo 7). Posiblemente el área de muestreo utilizada no haya sido suficiente para detectar tendencias consistentes en función de los manejos y el nitrógeno agregado. Más allá de estas consideraciones, el promedio indica un número superior de macollos para el manejo frecuente. La defoliación frecuente en momentos de baja luminosidad (julio) y una disponibilidad de nitrógeno elevada, tanto de origen natural (figura 3) como agregado, podrían haber actuado en este sentido.

En cuanto a la fertilización nitrogenada de otoño, el número de macollos se comportó en forma errática en función de la misma. Por lo tanto, de acuerdo a la información con que se cuenta, cabría suponer que el aumento constatado en la producción de forraje ante el agregado de nitrógeno en otoño, estaría mayormente explicado por un mayor tamaño de los macollos.

Con respecto al hábito de crecimiento, fue visible la tendencia más postrada de los tratamientos sometidos al manejo frecuente que los manejados aliviadamente, lo que se reflejó en un menor grado de elevación de los ápices como se puede apreciar en la figura 18. Es conocido el atraso del comienzo de la elongación de entrenudos, así como la menor longitud de los primeros entrenudos y altura total del tallo fértil, lograda al someter una gramínea a la defoliación y más aún si ésta es severa (Sprague, 1954; Cutler et al, 1949; Knight, 1970; citados por Carámbula, 1977). En este sentido, Pritsch (1980) encontró en *L. multiflorum* cv. LE 284 que en las parcelas no defoliadas el punto de crecimiento se transformó al estado reproductivo con anterioridad, mostrando un grado de elevación del mismo, a igual fecha, superior que en los tratamientos defoliados. Por

otra parte, la altura a la cual se encuentran los meristemos apicales se encuentra afectada por la altura de pastoreo o corte a la cual se haya sometido previamente (Hughes y Jackson, 1974; citados por Carámbula, 1977).

Teniendo en cuenta estas diferencias en el grado de elevación de los ápices entre ambos manejos, es probable que la última defoliación a la que fue sometido el cultivo (cierre) una semana después de este muestreo haya tenido un efecto diferencial. En cierta medida, los macollos más elongados del manejo aliviado pueden haber sido afectados por este corte, al menos a través de una reducción en el tamaño de sus hojas superiores ya expandidas.

d. Conteo de macollos y monitoreo de ápices 16/10.

En este nuevo conteo realizado aproximadamente a 40 días del cierre del semillero y fertilización de primavera, se observó tal como cabría esperar en un semillero evolucionando en su fase reproductiva, un decrecimiento en el número total de macollos (figura 18).

Los resultados para el total de macollos registrado se presentan en el cuadro 23, en el que no se aprecian diferencias significativas en función de los manejos de la defoliación a los que fue sometido el cultivo previamente, ni a la fertilización de primavera (Anexo 10).

Cuadro 23. Efectos de la fertilización nitrogenada en primavera y los manejos de la defoliación en el **número de macollos por metro lineal** al 16/10.

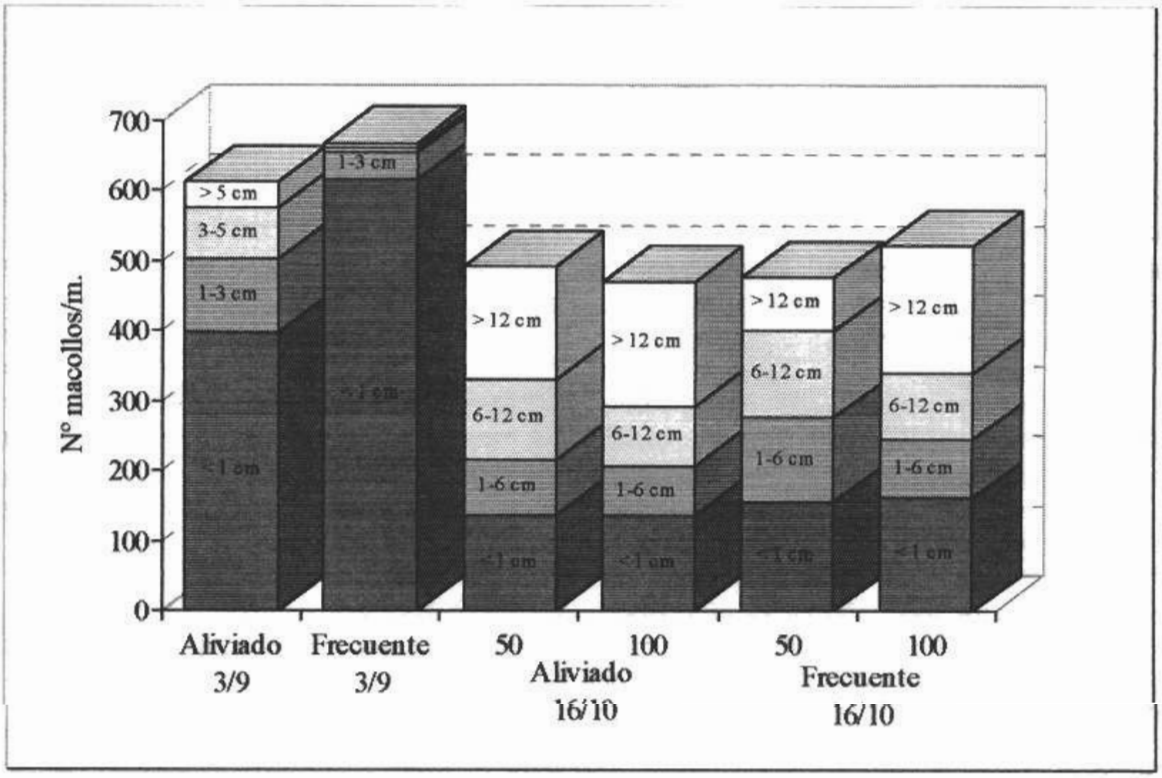
		Manejo de la defoliación		
Nitrógeno de primavera (kg/ha)		**Aliviado**	**Frecuente**	**Promedio NS**
	50	493	477	**485**
	100	470	521	**496**
	Promedio NS	**483**	**499**	

Las diferencias en hábito de crecimiento observadas al momento del cierre como resultado de los manejos, parecen diluirse en este muestreo (figura 18). Aparentemente el agregado de 100 unidades de nitrógeno en la primavera al manejo frecuente, permitió una sobrevivencia de macollos levemente superior, así como promovió un grado de elongación de los mismos más similar al que presenta el manejo aliviado independientemente de la dosis aplicada; mientras que con el agregado de 50 unidades éste muestra cierto retraso. La mayor frecuencia de defoliación del manejo frecuente en el mes de julio puede haber causado un patrón de macollaje más continuo en el tiempo y en

condiciones de menor sombreamiento, donde los macollos de aparición más tardía también fueron capaces de alcanzar el estado reproductivo.

De acuerdo con Wilson (1959), quien para *L. multiflorum* obtuvo un incremento en la fertilidad de los macollos de origen tardío con una alta disponibilidad de nitrógeno, así como que la nutrición nitrogenada tiene un marcado efecto en la aceleración de todos los eventos vinculados a la diferenciación apical y elongación de entrenudos, es factible que la mayor dosis de nitrógeno en primavera haya tenido el mencionado efecto en el manejo frecuente. En contraposición, el manejo aliviado creció continuamente por 49 días (2/7-20/8), donde los macollos emergidos más tardíamente a causa de sufrir una intensa competencia por luz no lograrían alcanzar el estado reproductivo y la población de macollos tempranos no respondería a la mayor dosis.

Figura 18. Efectos de los manejos de la defoliación y el nitrógeno de primavera en el macollaje y elevación de los ápices al 3/9 y 16/10.



e. Contenido de nitrógeno en la planta.

Tal como fue expresado en el ensayo anterior, el contenido de nitrógeno en la planta puede ser utilizado como un indicador de la respuesta esperable a la fertilización nitrogenada de primavera (Rowarth et al, 1993). En este sentido fue realizado un

muestreo el día previo a la fertilización de primavera (9/9), donde las diferencias esperables eran las ocasionadas por la fertilización de otoño y los manejos impuestos.

En el cuadro 24 se pueden observar los resultados para este muestreo para el cual el análisis de varianza (Anexo 7) reveló efectos significativos tanto para los manejos de la defoliación como para las dosis de nitrógeno en otoño.

Cuadro 24. Efectos de la fertilización nitrogenada en otoño y los manejos de la defoliación en el **contenido de nitrógeno en planta** en la fecha de cierre del semillero (9/9) (en % de la materia seca).

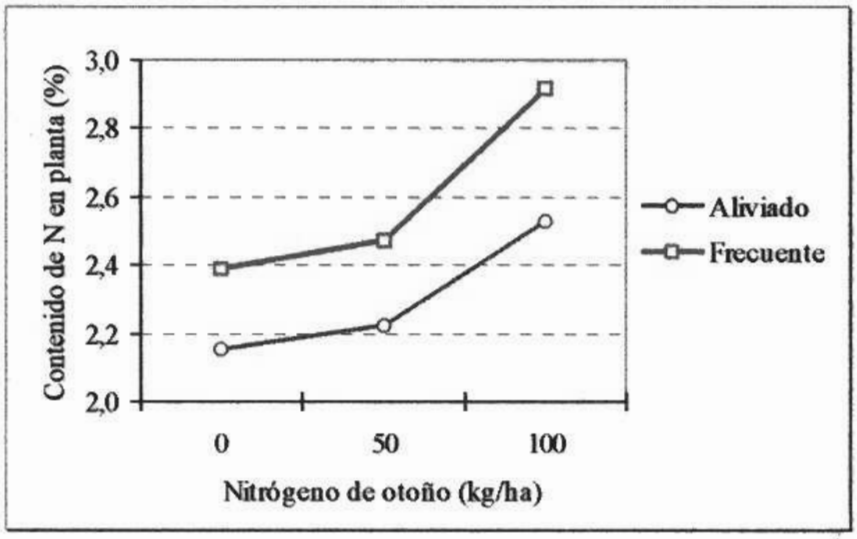
	Manejo de la defoliación		
Nitrógeno de otoño (kg/ha)	**Aliviado**	**Frecuente**	**Promedio ****
0	2,15	2,39	**2,27 b**
50	2,22	2,47	**2,35 b**
100	2,53	2,92	**2,73 a**
Promedio *	**2,30 b**	**2,59 a**	

A pesar de las diferencias observadas en función de la dosis de nitrógeno en otoño y los manejos de la defoliación, los valores son todos inferiores al definido por Rowarth et al (1993) como necesario para alcanzar un 90 % del máximo rendimiento de semillas (3,36 % N), siendo por lo tanto esperable una respuesta positiva al agregado de nitrógeno en la primavera para todas las situaciones consideradas.

De la comparación de los promedios surge que los tratamientos defoliados en forma frecuente presentaron un mayor contenido de nitrógeno en comparación a los manejados aliviadamente. Tal como fue expuesto, el manejo frecuente registró tasas de crecimiento sensiblemente menores a las del manejo aliviado, por lo que, ante una rápida absorción del nitrógeno y una baja respuesta en crecimiento, acumuló un mayor contenido de nitrógeno en sus estructuras. Las diferencias observadas en el contenido de nitrógeno en planta entre ambos manejos de la defoliación también pueden estar vinculadas con el grado de elevación de los ápices. En tal sentido, el cultivo defoliado de manera frecuente presentaba el 92 % de sus macollos en estado vegetativo o con una altura de elevación de sus ápices menor a un cm., mientras que para el defoliado aliviadamente éstos representaban solo el 65 % de sus macollos (figura 18). Este mayor grado de elongación trae aparejado un aumento en la proporción de estructuras caulinares con respecto a las foliares, con la consecuente disminución del valor nutritivo del forraje en general y del contenido proteico en particular.

El agregado de la mayor dosis de nitrógeno en otoño también incrementó significativamente el contenido de nitrógeno en planta, como se puede apreciar en la figura a continuación.

Figura 19. Efectos del manejo de la defoliación y el nitrógeno de otoño en el **contenido de nitrógeno en planta** al cierre del semillero (9/9).



f. Potencial de rendimiento creado.

El potencial de rendimiento de las espigas fue estimado mediante la determinación del número de espiguillas por espiga y el número de flores por espiguilla en el fin del período de emergencia de las espigas (25/11). En el cuadro 25 se presenta el potencial de espiga creado, a través del número de flores por espiga, el cual comparado con el número de semillas por espiga efectivamente logrado, permite apreciar la utilización del potencial, en términos de porcentaje de flores fértiles.

Cuadro 25. Estimación del potencial de espiga creado y utilización del mismo.

Manejo de la defoliación	Nitrógeno de primavera (kg/ha)	Espiguillas /espiga	Flores /espiguilla	Potencial de espiga creado (flores/espiga)	Número de semillas por espiga	Utilización del potencial (% de fertilidad)
Aliviado	**50**	31,78	6,89	**219**	**83**	**38**
	100	31,78	7,34	**233**	**87**	**37**
Frecuente	**50**	30,40	7,09	**216**	**75**	**35**
	100	31,20	7,27	**227**	**79**	**35**
		Man NS Npri NS	**Man NS Npri NS**	**Man NS Npri NS**	**Man NS Npri NS**	**Man NS Npri NS**

Según se aprecia, el semillero defoliado de manera aliviada presenta una muy leve superioridad, sin llegar a ser este efecto significativo, en el rendimiento potencial de sus espigas (Anexo 8), el cual se ve incrementado para ambos manejos de la defoliación con el agregado de la mayor dosis de nitrógeno en primavera. Las diferencias observadas en el número de semillas por espiga efectivamente cosechadas, si bien no son estadísticamente significativas, explican ajustadamente las diferencias significativas observadas en los resultados de rendimiento por espiga que se presentan más adelante (cuadro 28). Por lo tanto, sería posible asumir que el manejo aliviado de la defoliación presentó un mayor número de semillas por espiga a la cosecha, por una leve superioridad tanto en el número de sitios potenciales como en el porcentaje de utilización de los mismos, con seguridad a través de un mayor porcentaje de flores fértiles. De acuerdo con Marshall (1985), quien sugiere que la escasa disponibilidad de asimilados es una de las causas de la baja utilización de los sitios potenciales de formación de semillas, es que sería factible pensar que la recuperación del estado nutricional de los macollos sometidos a defoliaciones frecuentes no fue suficiente como para que ambos manejos presentasen similares porcentajes de fertilidad de las flores.

De todos modos, la escasa magnitud de las diferencias observadas en los parámetros del cuadro 25 sugieren que o bien la recuperación del cultivo luego del cierre fue importante, o de lo contrario, que las diferencias originadas por los manejos no fueron suficientemente contrastantes como para imprimir efectos más permanentes. También es posible que el mencionado probable daño ocasionado a los macollos más elongados del manejo aliviado en el último corte haya contribuido a reducir las diferencias entre ambos manejos.

2. Utilización del potencial de producción de semillas.

a. Rendimiento real de semillas.

El rendimiento real, obtenido de la cosecha de los dos surcos centrales de cada parcela, se presenta en el cuadro 26. El análisis de varianza reveló efectos significativos del manejo de la defoliación, así como también de las interacciones del mismo con la fertilización nitrogenada de otoño y primavera (Anexo 9).

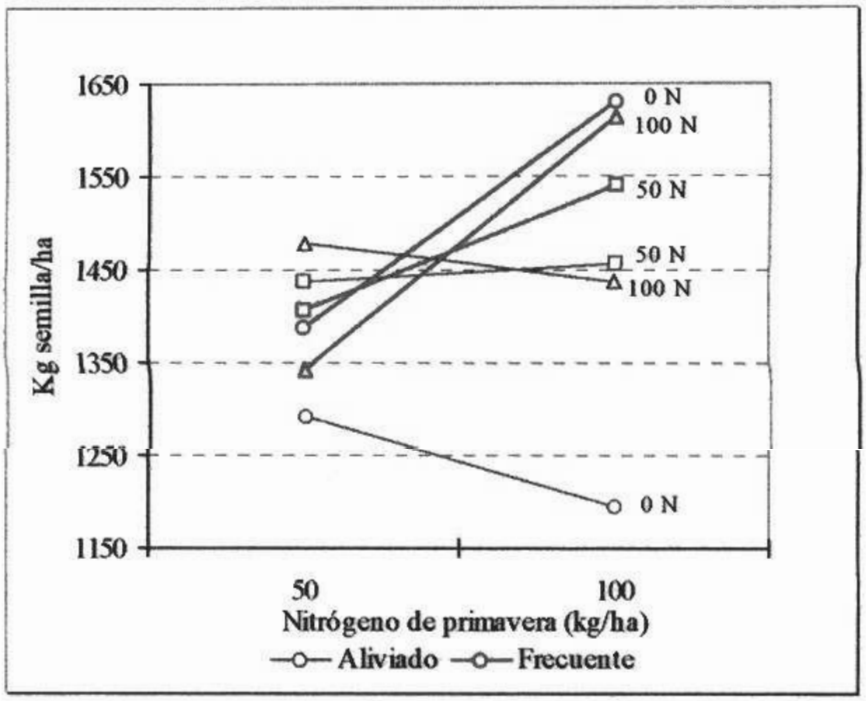
Cuadro 26. Efectos del manejo de la defoliación y la fertilización nitrogenada en otoño y primavera en el **rendimiento real** de semillas (en kg/ha).

	Manejo de la defoliación					
	Aliviado			Frecuente		
	50 Npri	100 Npri	Promedio	50 Npri	100 Npri	Promedio
0 Noto	1294	1195	**1245 b**	1388	1631	**1510 a**
50 Noto	1437	1458	**1448 a**	1408	1540	**1474 a**
100 Noto	1479	1439	**1459 a**	1344	1615	**1480 a**
Promedio	**1403 b**	**1364 b**	**1384 b**	**1380 b**	**1595 a**	**1488 a**

Manejo	**	**N otoño**	**NS**
Manejo x N otoño	*	**N primavera**	**NS**
Manejo x N primavera	**		

La comparación de los promedios de los manejos indica que el rendimiento de semillas del manejo frecuente superó al del manejo aliviado, siendo las diferencias de escasa magnitud (7,5 %).

Figura 20. Efectos del manejo de la defoliación y el nitrógeno de otoño y primavera en el **rendimiento real** de semillas.



De la comparación de medias de la interacción manejo y nitrógeno de otoño, surge que el único resultado significativamente inferior en rendimiento de semillas fue el

correspondiente al manejo aliviado sin el agregado de nitrógeno en otoño (figura 20). Como fue mencionado, el aumento en el rendimiento de forraje ante el agregado de nitrógeno en otoño, parece haberse debido principalmente a un mayor desarrollo individual de los macollos, efecto que perduraría luego del cierre del cultivo manifestándose en el rendimiento de las espigas como se verá más adelante (figura 21). Este efecto del nitrógeno de otoño estaría explicando la diferencia en rendimientos de semilla observada para el manejo aliviado. Similar efecto del nitrógeno de otoño sobre el rendimiento de las espigas fue observado para el manejo frecuente (figura 21); sin embargo su incidencia sobre el rendimiento de semillas no fue importante, probablemente debido a una mayor influencia del componente población de espigas dado por el manejo. Como fue discutido, el manejo frecuente podría haber permitido que los macollos de origen más tardío alcanzasen el estado reproductivo, logrando una mayor población de inflorescencias de menor rendimiento individual en comparación al manejo aliviado (figura 21).

La interacción entre manejo y fertilización de primavera, indica que el manejo aliviado se encuentra en el "plateau" de rendimientos observado en el Ensayo 1, donde la respuesta existió hasta el agregado de 50 unidades de nitrógeno, mientras que el manejo frecuente respondió significativamente al agregado de 100 unidades. Esto se refleja en las tendencias observadas en la determinación del 16 de octubre (cuadro 23 y figura 18), en las que se aprecia una leve superioridad en la población de macollos para el tratamiento en cuestión, seguramente permitiendo una mayor sobrevivencia de los macollos de origen tardío aptos para florecer, así como que el agregado de 100 unidades de nitrógeno le permitían a éstos similar estado de desarrollo, en términos de grado de elongación, que los tratamientos defoliados aliviadamente.

b. Componentes del rendimiento.

b.1. Número de espigas por metro lineal.

Según este muestreo los manejos de la defoliación no afectaron significativamente el número de espigas que efectivamente contribuyeron al rendimiento, como se puede observar en el cuadro 27. En cambio, si se estima el número de espigas en base al rendimiento real (cuadro 26) y el rendimiento por espiga (cuadro 28), se puede observar que el manejo frecuente tendría en promedio un 20 % más de espigas que el manejo aliviado.

Este componente tampoco fue afectado de manera significativa por el resto de las variables, a excepción de la fertilización en otoño (Anexo 9), decreciendo con la dosis aplicada, y siendo las diferencias de muy escasa magnitud. En opinión de los autores, el

área de muestreo puede no haber sido suficiente como para detectar tendencias claras de este componente, el cual de por sí es muy variable.

Cuadro 27. Efectos del manejo de la defoliación y la fertilización nitrogenada en otoño y primavera en el número de **espigas por metro lineal**.

	Manejo de la defoliación					
	Aliviado			Frecuente		
	50 Npri	100 Npri	Promedio	50 Npri	100 Npri	Promedio
0 Noto	156	191	**173**	184	173	**179**
50 Noto	174	185	**180**	171	153	**162**
100 Noto	151	164	**158**	162	172	**167**
Promedio	**160**	**180**	**170**	**172**	**166**	**169**

Manejo	**NS**	**N otoño**	*
Manejo x N otoño	**NS**	**N primavera**	**NS**
Manejo x N primavera	**NS**		

b.2. Rendimiento por espiga.

El rendimiento individual de las espigas fue afectado de manera significativa por el manejo de la defoliación al que fue sometido el semillero, destacándose como superior el manejo aliviado frente al frecuente. El resto de las variables en estudio no afectaron de modo significativo este componente (Anexo 9).

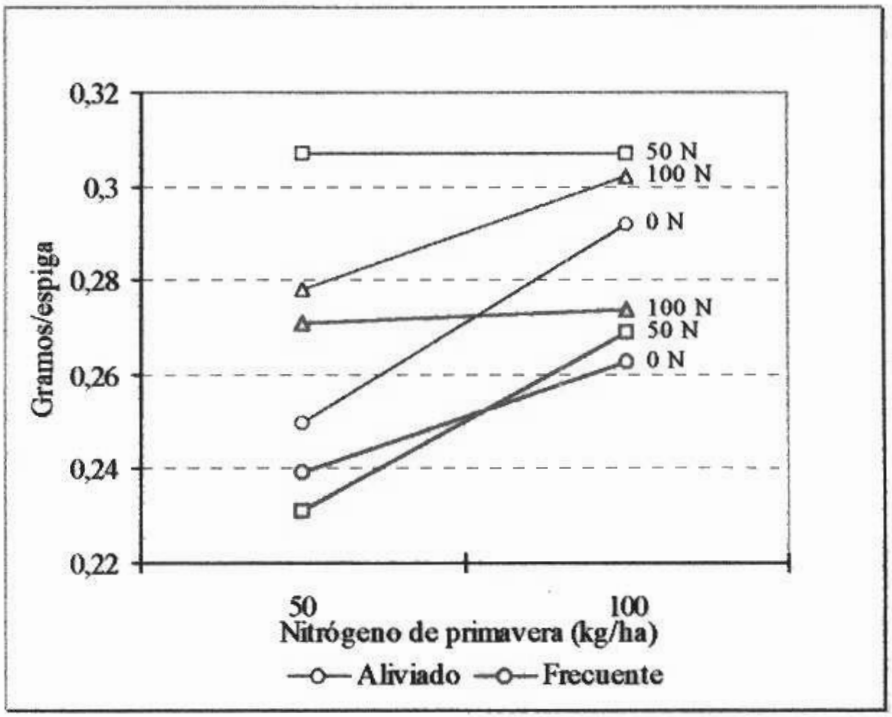
Cuadro 28. Efectos del manejo de la defoliación y la fertilización nitrogenada en otoño y primavera en el **rendimiento por espiga** (gramos/espiga).

	Manejo de la defoliación					
	Aliviado			Frecuente		
	50 Npri	100 Npri	Promedio	50 Npri	100 Npri	Promedio
0 Noto	0,250	0,292	**0,271**	0,239	0,263	**0,251**
50 Noto	0,307	0,307	**0,307**	0,231	0,269	**0,250**
100 Noto	0,278	0,302	**0,290**	0,271	0,276	**0,274**
Promedio	**0,278**	**0,300**	**0,289 a**	**0,247**	**0,269**	**0,258 b**

Manejo	*	**N otoño**	**NS**
Manejo x N otoño	**NS**	**N primavera**	**NS**
Manejo x N primavera	**NS**		

Sin embargo, en la figura 21 se puede visualizar la superioridad del manejo aliviado, así como una tendencia a aumentar el rendimiento individual de las espigas con el agregado de 100 unidades de nitrógeno en primavera para ambos manejos. También se observa una tenue superioridad de algunas dosis de nitrógeno en otoño, según el manejo considerado, con respecto al testigo sin fertilizar; diferencias que se reducen con el agregado de la mayor dosis de nitrógeno en primavera.

Figura 21. Efecto del manejo de la defoliación y el nitrógeno de otoño y primavera en el **rendimiento por espiga**.



El rendimiento de las espigas puede explicarse a partir de las variaciones observadas en el número de semillas por espiga y/o el peso de las semillas, resultados que se presentan a continuación.

b.2.a. Número de semillas por espiga.

Este componente obtenido por cálculo a partir del peso de las semillas y el rendimiento por espiga, mostró una variación similar a este último (cuadro 29). Su análisis de varianza no manifestó efectos estadísticamente significativos para ninguna de las variables estudiadas (Anexo 9).

Cuadro 29. Efectos del manejo de la defoliación y la fertilización nitrogenada en otoño y primavera en el número de **semillas por espiga**.

	Manejo de la defoliación					
	Aliviado			Frecuente		
	50 Npri	100 Npri	Promedio	50 Npri	100 Npri	Promedio
0 Noto	74	85	**80**	73	77	**75**
50 Noto	93	91	**92**	69	78	**74**
100 Noto	83	86	**85**	84	82	**83**
Promedio	**83**	**87**	**85**	**75**	**79**	**77**

Manejo	**NS**	**N otoño**	**NS**
Manejo x N otoño	**NS**	**N primavera**	**NS**
Manejo x N primavera	**NS**		

De todos modos, en la figura 22 se puede observar la superioridad en el número de semillas por espiga del manejo aliviado así como la tendencia del componente a aumentar, en ambos manejos, ante el agregado de 100 unidades de nitrógeno.

Del análisis del rendimiento y número de semillas de las espigas surgen claras diferencias a favor del manejo aliviado de la defoliación. También Sambajon (1986) evaluando únicamente el efecto de mayores frecuencias de defoliación en dos cultivares de *L. multiflorum* obtuvo reducciones en el rendimiento y número de espiguillas por espiga. En este experimento, como ya fue mencionado, las diferencias entre los manejos en el número de sitios potenciales de formación de semillas fueron pequeñas y a favor del manejo aliviado. Sumado a ésto, el mencionado manejo de la defoliación alcanzó un porcentaje de utilización de los mismos, levemente superior, posiblemente como consecuencia de una mayor disponibilidad de asimilados. Carámbula (1981) indica que la defoliación en la etapa vegetativa, con el único efecto de la remoción de hojas, trae generalmente aparejada una reducción en el volumen de reservas acumuladas por las plantas y variaciones en las superficies foliares de intercepción de luz, lo que redunda en disminución del rendimiento de las espigas a su vez de un aumento en el número de las mismas. Considerando que la última defoliación efectuada pudo haber perjudicado a los macollos más elongados del manejo aliviado, por lo menos reduciendo el tamaño de sus hojas superiores, podría suponerse que la superioridad de este manejo en el rendimiento por espiga podría haber sido mayor si el semillero hubiese sido cerrado con anterioridad. Esto conduciría a reducir las diferencias en rendimientos de semillas entre ambos manejos de la defoliación, en la medida que un mayor rendimiento de las espigas en el manejo aliviado compensaría un mayor número de las mismas en el manejo frecuente.

b.2.b. Peso de 1000 semillas.

El manejo de la defoliación no tuvo efectos sobre el peso alcanzado por las semillas, como se puede observar en el cuadro 30. Es claro que las diferencias originadas por los manejos impuestos no fueron de tal magnitud como para afectar este componente, el cual generalmente presenta variaciones menores ante un amplio rango de condiciones.

Cuadro 30. Efectos del manejo de la defoliación y la fertilización nitrogenada en otoño y primavera en el **peso de 1000 semillas** (en gramos).

	Manejo de la defoliación					
	Aliviado			Frecuente		
	50 Npri	100 Npri	Promedio	50 Npri	100 Npri	Promedio
0 Noto	3,36	3,46	**3,41**	3,29	3,43	**3,36**
50 Noto	3,30	3,37	**3,33**	3,33	3,46	**3,40**
100 Noto	3,33	3,52	**3,43**	3,24	3,38	**3,31**
Promedio	**3,33**	**3,45**	**3,39**	**3,29**	**3,42**	**3,36**

Manejo	**NS**	**N otoño**	**NS**
Manejo x N otoño	**NS**	**N primavera**	**
Manejo x N primavera	**NS**		

En cambio, el suministro de nitrógeno generalmente incrementa el peso de las semillas, especialmente cuanto más tardía en el ciclo del cultivo se haga efectiva dicha aplicación. En tal sentido, el agregado de la mayor dosis de nitrógeno en la primavera incrementó de manera altamente significativa el peso de 1000 semillas (figura 23), mientras que el nitrógeno de otoño no tuvo ningún efecto en este componente (Anexo 10).

Figura 22. Efectos del manejo de la defoliación y el nitrógeno de primavera en el **número de semillas por espiga**.

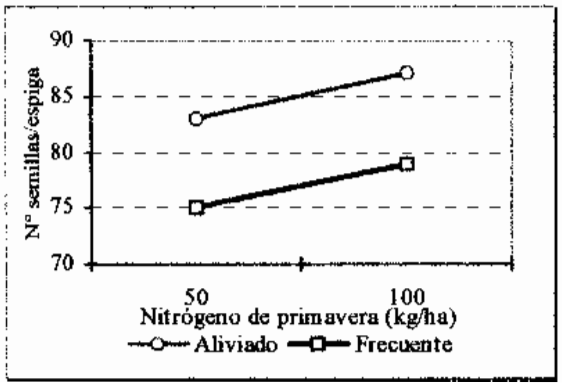
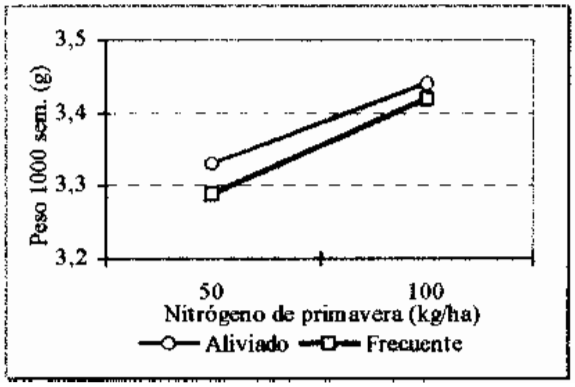


Figura 23. Efectos del manejo de la defoliación y el nitrógeno de primavera en el **peso de 1000 semillas**.



c. Vuelco.

Previo a cosechar el ensayo se realizó una estimación visual de la incidencia del vuelco cuyos resultados se presentan en el cuadro 31. En tal sentido la bibliografia indica un aumento en la incidencia del mismo en semilleros de *L. multiflorum* sin defoliar (Carámbula, 1981; Hare, 1990; Brown, 1980), así como una reducción de la altura del cultivo y vuelco, ante incrementos en la frecuencia de defoliación (Sambajon, 1986).

Cuadro 31. Efectos del manejo de la defoliación y la fertilización nitrogenada en otoño y primavera en la **incidencia del vuelco** (en % del área de la parcela).

	Manejo de la defoliación					
	Aliviado			**Frecuente**		
	50 Npri	**100 Npri**	**Promedio**	**50 Npri**	**100 Npri**	**Promedio**
0 Noto	1,3	15,0	**8,2**	7,5	17,5	**12,5**
50 Noto	15,0	22,5	**18,8**	3,75	22,5	**13,1**
100 Noto	8,8	22,5	**15,7**	2,5	27,5	**15,0**
Promedio	**8,4**	**20,0**	**14,2**	**4,6**	**22,5**	**13,5**

Manejo	**NS**	**N otoño**	**NS**
Manejo x N otoño	**NS**	**N primavera**	**
Manejo x N primavera	**NS**		

En estos resultados, se aprecia que la incidencia del vuelco, en términos de porcentaje del área de la parcela afectada, no fue muy importante, no siendo afectado por los manejos de la defoliación. En cuanto al efecto de la fertilización nitrogenada sobre el mismo, fue relevante únicamente la aplicación de primavera, aumentando significativamente el porcentaje del área de la parcela volcada ante el agregado de las 100 unidades para ambos manejos.

C. CONCLUSIONES.

- El semillero produjo buenos rendimientos de forraje previo a su cierre (2600 a 3700 kg M.S./ha), especialmente teniendo en cuenta que el mismo fue instalado a 0,30 m. entre hileras. El manejo aliviado de la defoliación permitió obtener una mayor tasa de crecimiento (38 vs. 32 kg M.S./ha/día) y mayor respuesta al nitrógeno agregado (12 vs. 5 kg M.S./kg N) que el manejo frecuente.

- Las diferentes combinaciones de manejos y dosis de nitrógeno produjeron diferencias significativas en los rendimientos de semillas con un rango de 1195 a 1631 kg/ha. Hubo una clara interacción entre el manejo y el nitrógeno de primavera donde la aplicación de 100 unidades aumentó los rendimientos en el manejo frecuente pero no en el aliviado. Los mayores rendimientos de semillas, en el entorno de los 1600 kg/ha, fueron obtenidos con el manejo frecuente y 100 unidades de nitrógeno en primavera, para cualquiera de las dosis de otoño.

- Independientemente del momento de aplicación y dosis de nitrógeno, el manejo frecuente redujo consistentemente el rendimiento por espiga, por lo que resulta claro que los mayores rendimientos de semilla del manejo frecuente se alcanzaron con un mayor número de espigas de menor rendimiento individual. La defoliación frecuente probablemente permitió que los macollos más tardíos alcanzaran el estado reproductivo.

V. ENSAYO 3. EFECTOS DE DENSIDADES DE SIEMBRA Y ESPACIAMIENTOS ENTRE HILERAS EN LA PRODUCCION DE SEMILLAS DE RAIGRAS cv. INIA TITAN.

A. MATERIALES Y METODOS.

El ensayo fue instalado en el mismo lugar y fecha, en parcelas contiguas a las de los anteriores ensayos.

Se evaluaron **tres espaciamientos** y **dos densidades de siembra en el metro lineal**, cuya combinación dio lugar a seis densidades de siembra en kg/ha, como se puede apreciar en el cuadro siguiente.

Semillas viables/ metro de surco	Espaciamientos (m.)	Densidad de siembra (kg/ha)
43	0,15	10
86	0,15	20
43	0,30	5
86	0,30	10
43	0,45	3,3
86	0,45	6,6

El tamaño de las parcelas utilizado fue de 7,5 m^2 (1,5x5m). Como resultado de los distintos espaciamientos las parcelas tenían 8 surcos a 0,15 m. , 5 surcos a 0,30 m. o 4 surcos a 0,45 m.

Para el experimento se utilizó un **diseño factorial** (2 densidades x 3 espaciamientos) en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones.

El ensayo se fertilizó en otoño con 50 kg/ha de nitrógeno, bajo forma de urea, el 10 de junio. Para controlar el crecimiento del forraje durante la etapa vegetativa se le realizaron tres cortes a 8-9 cm de altura (manejo aliviado del Ensayo 2), el 2 de julio, 20 de agosto y 9 de setiembre, fecha en la cual se cerró el ensayo. La fertilización en primavera se realizó con 100 kg/ha de nitrógeno, el 10 de setiembre.

De igual modo que para los anteriores ensayos se aplicó una lámina de riego de 15 mm. el 13 de mayo, y una aplicación de MCPA (1 lt/ha) y Dicamba (150 cc/ha) el 19 de junio.

El ensayo se cosechó el 9 de diciembre.

Las determinaciones realizadas fueron las siguientes:

- 27/6: Conteo de plantas: a partir de un sector de 2 m. sobre 3 surcos centrales para las parcelas sembradas a 0,15 y 0,30 m. de espaciamiento entre hileras, y a partir de un sector de 3 m. sobre 2 surcos centrales para las parcelas a 0,45 m. de espaciamiento.

- 25/11: Conteo de macollos reproductivos emergidos, reproductivos no emergidos y vegetativos: de un sector de 0,30 m. de un surco central de cada parcela.

- 9/12: Cosecha: se realizaron las siguientes determinaciones:

a) Para los tratamientos a 0,30 y 0,45 m. de espaciamiento, se cortaron y trillaron todas las inflorescencias de 2 surcos centrales. Lo mismo se realizó para los tratamientos espaciados 0,15 m. entre hileras, pero se hizo sobre tres surcos centrales. Este procedimiento permitió calcular el rendimiento real y el peso de las semillas.

b) A partir de 1 metro de surco en los tratamientos a 0,30 y 0,45 m. y de 2 metros de surco en los tratamientos a 0,15 m., se contaron y trillaron las inflorescencias, pudiendo estimar el número de espigas por metro. El rendimiento por espiga y número de semillas por espiga se obtuvieron por cálculo a partir del muestreo.

- Análisis estadístico: las variables estudiadas fueron sometidas a análisis de varianza y las comparaciones de medias, cuando corresponden, se realizaron mediante Mínima Diferencia Significativa (LSD). La significación estadística se expresa convencionalmente de la siguiente manera:

** significativo al 1 %
* significativo al 5 %
NS no significativo

B. RESULTADOS Y DISCUSION.

La población óptima de plantas de un cultivo se puede lograr con diferentes combinaciones de métodos y densidades de siembra que permitan obtener una distribución apropiada de las plantas y alcanzar los mayores rendimientos de semillas (Carámbula, 1981).

1. Determinaciones previas a la cosecha.

a. Conteo de plantas 27/6.

En este muestreo realizado aproximadamente a dos meses de la siembra fueron encontradas diferencias significativas en el número de plantas por metro lineal entre las dos densidades de siembra en la hilera utilizadas (Anexo 11), mientras que como era de esperar, no se constataron efectos significativos de los espaciamientos entre hileras.

Fueron contabilizadas un promedio de 13 plantas/m. de surco para la densidad de siembra de 43 semillas viables/m., y de 19 plantas/m. para la densidad de 86 s.v./m. de surco. A partir de este muestreo, se calculó el porcentaje de implantación, resultando en un 30% para la D1 y en un 22% para la D2.

Considerando el número de plantas por unidad de superficie, se pueden observar las importantes diferencias en población de plantas de los distintos tratamientos (cuadro 32).

Cuadro 32. Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el **número de plantas/m^2** al 27/6.

		Espaciamientos entre hileras (m)			
Semillas viables/ metro de surco		**0,15**	**0,30**	**0,45**	**Promedio**
	43	80	43	27	**50**
	86	113	73	44	**77**
	Promedio	**97**	**58**	**36**	

Según se aprecia, ninguno de los tratamientos alcanzó la población de 300-400 plantas por metro cuadrado para las cuales, según Brown (1980), la producción de semillas de *L. multiflorum* cv. Tama se estabiliza en un "plateau" de rendimientos aceptables. No obstante, poblaciones inferiores a las mencionadas no son un problema si las plantas logran un buen establecimiento previo al invierno (Hare, 1990).

b. Conteo de macollos reproductivos emergidos, reproductivos no emergidos y vegetativos 25/11.

A los efectos de contar con una determinación del desarrollo del cultivo previa a la cosecha, se efectuó este muestreo durante la antesis. En éste, no se detectaron diferencias significativas entre las dos densidades en la línea utilizadas, comprobándose que el macollaje logró compensar los distintos números de plantas implantadas por metro de surco para cada densidad en la línea usada. Por esta razón, los resultados se presentan para el promedio de éstas, en función de los espaciamientos (figuras 24 y 25).

Figura 24. Efecto del espaciamiento en el **número de macollos por metro lineal** al 25/11 (tratamientos con igual letra dentro de cada estrato no difieren significativamente).

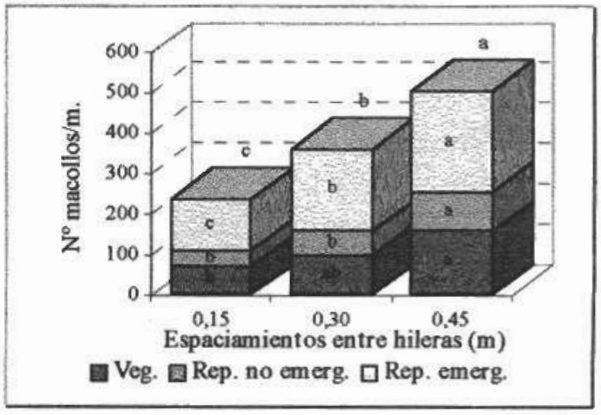
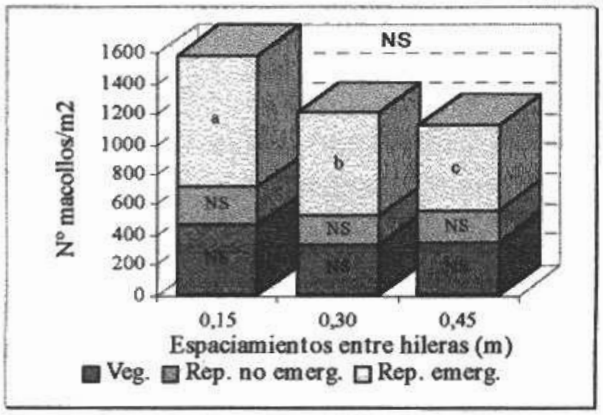


Figura 25. Efecto del espaciamiento en el **número de macollos por metro cuadrado** al 25/11 (tratamientos con igual letra dentro de cada estrato no difieren significativamente).



Se puede apreciar que el mayor macollaje por metro de surco en los mayores espaciamientos no logró alcanzar las poblaciones de macollos por unidad de área del menor espaciamiento. Si bien no difieren estadísticamente, el menor espaciamiento entre hileras alcanzó aproximadamente un 40 % más macollos totales por metro cuadrado que el tratamiento más espaciado.

El número de espigas emergidas por unidad de área aumentó significativamente con la reducción de la distancia entre hileras. Dicha superioridad es reflejo del mayor número de macollos totales, en la medida que las proporciones de cada grupo de macollos no parecen ser afectadas por los espaciamientos.

Esta última observación parecería indicar, para la particularidad climática del año y manejos impuestos, que ninguna de las poblaciones de macollos alcanzadas en este ensayo generaron situaciones de gran competencia temprana por luz u otros factores, que condicionaran el porcentaje de macollos que se vuelven fértiles ante los estímulos ambientales. La remoción del crecimiento excesivo del semillero mediante cortes hasta el

9/9, donde se cierra y se fertiliza con 100 unidades de nitrógeno, sumado al efecto de un año donde las precipitaciones mensuales fueron similares o inferiores al promedio, no deben haber generado una situación de gran competencia en las poblaciones de macollos como para afectar la fertilidad de los mismos. De este modo, la limitante de los mayores espaciamientos, para alcanzar la población de espigas del menor espaciamiento, se debería únicamente a la menor población de macollos lograda por los mismos.

Similares resultados fueron observados por Mansat et al (1967) para *L. multiflorum*, quienes obtuvieron para los mayores espaciamientos, un mayor número de macollos y de espigas por metro lineal, invirtiéndose esta situación al ser considerada por unidad de área y manteniéndose el porcentaje de macollos que espigan, similar en cada espaciamiento.

2. Rendimiento de semillas y sus componentes.

a. Número de espigas a la cosecha.

Confirmando lo observado en la antesis, el número de espigas por metro cuadrado presentes en la cosecha fue significativamente mayor para el menor espaciamiento entre hileras, no siendo significativas las diferencias existentes entre 0,30 y 0,45 m. de espaciamiento (cuadro 33). El porcentaje de espigas que efectivamente contribuyeron al rendimiento con respecto al total de macollos fértiles presentes a la antesis (reproductivos emergidos + no emergidos) se ubicó en el entorno del 60 %, sin mostrar variaciones con los tratamientos.

Cuadro 33. Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el **número de espigas/m^2** a la cosecha.

	Espaciamientos entre hileras (m)				
Semillas viables/ metro de surco		**0,15**	**0,30**	**0,45**	**Promedio NS**
	43	584	483	469	**512**
	86	727	569	505	**600**
	Promedio *	**656 a**	**526 b**	**487 b**	

En las figuras 26 y 27 se puede visualizar nuevamente la tendencia a un número significativamente mayor de espigas por metro de surco con el aumento del espaciamiento, el cual no logra equiparar la población de espigas por unidad de área alcanzada por los tratamientos menos espaciados.

Figura 26. Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el **número de espigas por metro lineal**.

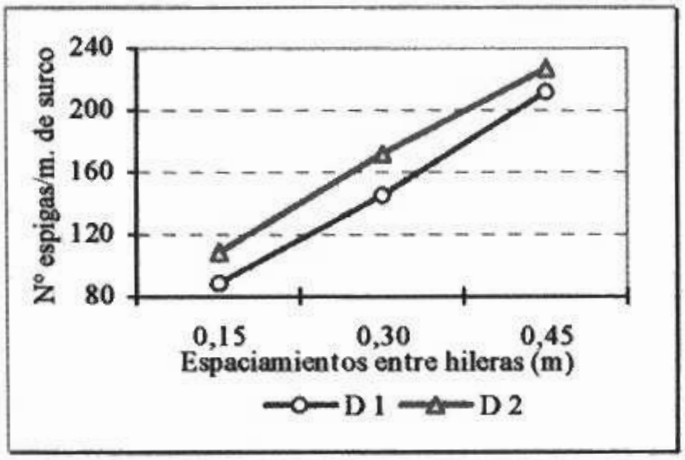
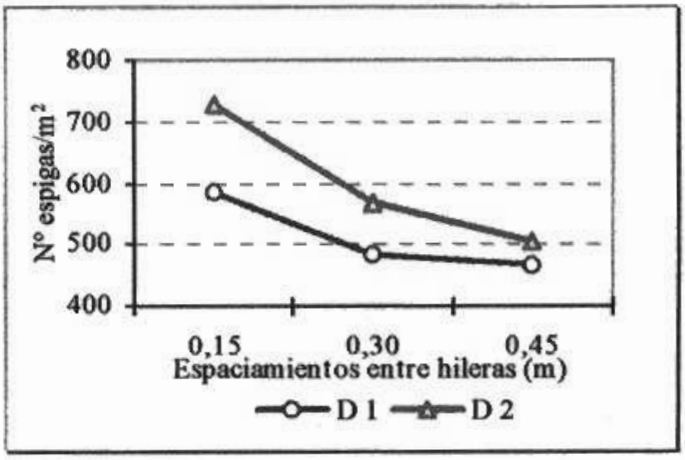


Figura 27. Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el **número de espigas por metro cuadrado**.



En este caso, surgieron diferencias entre las densidades de siembra utilizadas, a favor de la siembra de 86 semillas por metro de surco. Considerando el número de espigas por metro de surco (figura 26), la mayor densidad en la línea mostró una superioridad, significativa estadísticamente, muy similar para todos los espaciamientos entre hileras. De acuerdo con Brown (1980) quien sostiene que el número de macollos de *L. multiflorum* que producen una espiga está negativamente correlacionado con el número de macollos por planta, ésto podría deberse a la mayor habilidad competitiva intra-planta, y por tanto de ser fértiles, de los macollos de mayor orden jerárquico.

El hecho de que la superioridad de la densidad alta sea muy similar entre espaciamientos, también puede indicar la ausencia de gran competencia temprana, donde de ser así las ventajas de la siembra de la mayor densidad serían mayores en los menores espaciamientos. La mencionada diferencia, cuando es considerada por unidad de área, es lógicamente mayor cuanto menores sean los espaciamientos (figura 27).

b. Rendimiento por espiga.

El rendimiento individual de las espigas fue afectado significativamente por el espaciamiento entre hileras, teniendo un comportamiento inverso al del número de espigas por metro cuadrado, aumentando ante mayores espaciamientos (cuadro 34).

Cuadro 34. Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el **rendimiento por espiga** (en gramos).

	Espaciamientos entre hileras (m)				
Semillas viables/ metro de surco		**0,15**	**0,30**	**0,45**	**Promedio NS**
	43	0,243	0,272	0,339	**0,285**
	86	0,281	0,285	0,304	**0,290**
	Promedio *	**0,262 b**	**0,279 ab**	**0,322 a**	

El comportamiento del rendimiento individual de las espigas puede ser explicado por variaciones en el número de semillas por espiga y/o por el peso de las mismas, cuyos resultados se presentan a continuación.

b.1. Número de semillas por espiga.

En la medida que este componente se obtuvo por cálculo a partir del rendimiento de las espigas y el peso de 1000 semillas, y que este último no presentó variaciones con los tratamientos (ver b.2.), el número de semillas por espiga tuvo una variación muy similar a la ya observada para el rendimiento por espiga como se visualiza en el cuadro 35 y figuras 28 y 29.

Su análisis de varianza indica diferencias significativas solamente para la variable espaciamientos entre hileras, aumentando el número de semillas por espiga a mayores espaciamientos (Anexo 14).

Cuadro 35. Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el **número de semillas por espiga**.

	Espaciamientos entre hileras (m)				
Semillas viables/ metro de surco		**0,15**	**0,30**	**0,45**	**Promedio NS**
	43	72	79	99	**83**
	86	81	85	91	**86**
	Promedio *	**76 b**	**82 ab**	**95 a**	

Figura 28. Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el **rendimiento por espiga**.

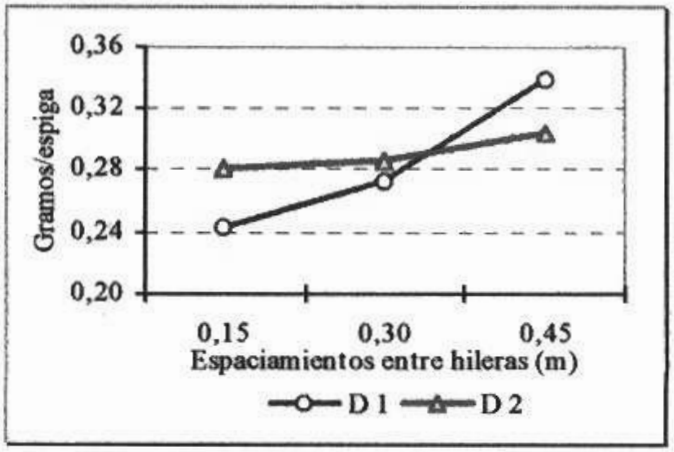
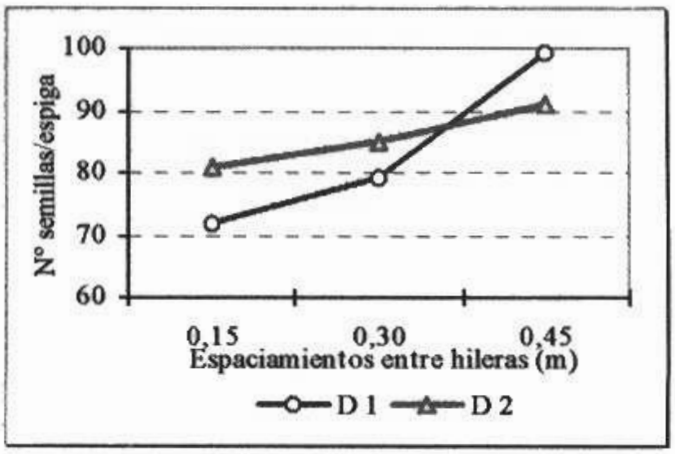


Figura 29. Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el **número de semillas por espiga**.



Este aumento en el rendimiento individual de las espigas ante mayores espaciamientos puede deberse tanto a un efecto compensatorio entre componentes debido al menor número de espigas, como a un efecto directo de la distribución de las plantas, o a un balance entre ambos. Un efecto directo del mayor espaciamiento fue encontrado por Artola (1972), para *L. multiflorum* cv. LE 284, donde ante variaciones menores en el número de espigas, la menor competencia por luz permitió el desarrollo de macollos más vigorosos y con mayor número de semillas por espiga, lo que redundó en un mayor rendimiento de semillas. En cambio, Mansat et al (1967), obtuvieron rendimientos de semillas similares, donde el mayor número de semillas y rendimiento de las espigas obtenido con el aumento del espaciamiento entre hileras, compensa una menor población de las mismas.

b.2. Peso de 1000 semillas.

Como ya fue mencionado, el peso de las semillas no fue afectado por las variables en estudio (cuadro 36), explicado parcialmente por ser el componente que normalmente es menos afectado por las condiciones ambientales.

Cuadro 36. Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el **peso de 1000 semillas**.

	Espaciamientos entre hileras (m)				
Semillas viables/ metro de surco		**0,15**	**0,30**	**0,45**	**Promedio NS**
	43	3,39	3,46	3,41	**3,42**
	86	*3,45*	*3,37*	*3,34*	***3,39***
	Promedio NS	**3,42**	**3,42**	**3,38**	

La ausencia de efecto de los espaciamientos entre hileras sobre el peso de las semillas de *L. multiflorum*, es notificada por varios autores (Quagliotti y Ciotti, 1964; Mansat et al, 1967; Artola, 1972; Pritsch y Rosell, 1982).

c. Rendimiento de semillas.

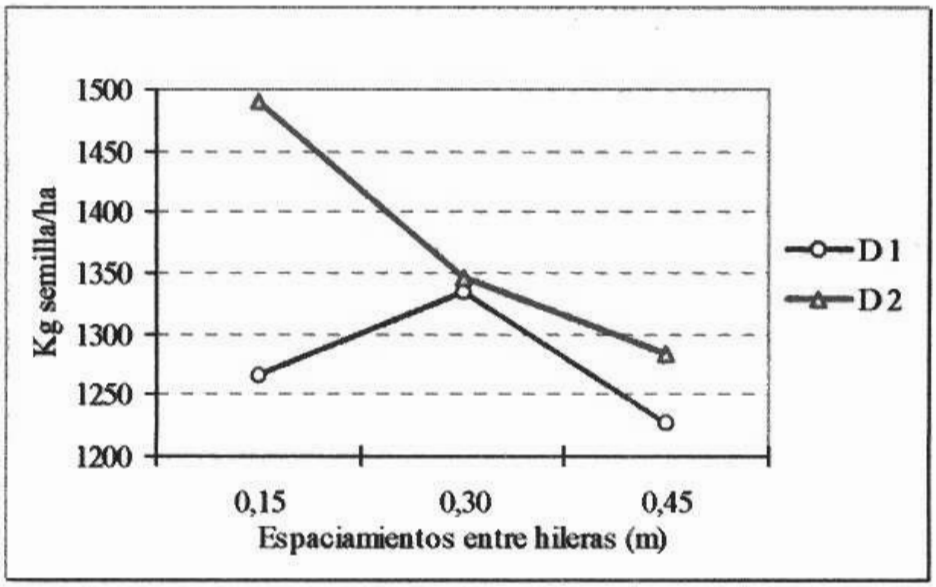
c.1. Rendimiento real.

El rendimiento real de semillas, obtenido a partir de la cosecha de los surcos centrales de cada parcela, se presenta en el cuadro 37 y figura 30. Su análisis de varianza (Anexo 13) revela efectos significativos, tanto para las densidades de siembra como para los espaciamientos utilizados; no así para la interacción entre ambas variables. De la comparación de medias ($p<0,05$) surge que el rendimiento de semillas fue superior cuanto menor el espaciamiento entre hileras, así como cuanto mayor fuese la densidad de siembra en la hilera.

Cuadro 37. Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el **rendimiento real** de semillas (en kg/ha).

	Espaciamientos entre hileras (m)				
Semillas viables/ metro de surco		**0,15**	**0,30**	**0,45**	**Promedio ***
	43	1267	1334	1228	**1276 b**
	86	1491	1347	1283	**1374 a**
	Promedio *	**1379 a**	**1341 ab**	**1256 b**	

Figura 30. Efectos de las densidades en la hilera (D1: 43 semillas viables /m. de surco; D2: 86 s.v./m. de surco) y espaciamientos en el **rendimiento real** de semillas.



A partir de estos resultados, resulta claro una vez más que realizando la siembra de un semillero en un rango muy amplio de densidades (desde 3,3 a 20 kg de semilla/ha), a través de un rango de poblaciones de 27 a 113 plantas/m^2, es posible obtener rendimientos satisfactorios de semilla, en la medida que todos éstos se ubicaron por encima de los 1200 kg/ha y la máxima amplitud, en términos de rendimiento de semillas de los distintos tratamientos, es de sólo 263 kg/ha.

Aparentemente, el mayor número de espigas alcanzado por el menor espaciamiento entre hileras no fue efectivamente compensado por el mayor rendimiento individual de las mismas en los mayores espaciamientos, por lo que con los menores espaciamientos se obtuvieron mayores rendimientos de semilla.

Si bien la superioridad en rendimiento de semillas de la mayor densidad en la hilera no es de gran magnitud, podría sugerir ventajas debidas a una menor competencia intra-planta. Esta apreciación es fortalecida en la medida que la real diferencia en rendimiento, a favor de la siembra de 86 semillas por metro de surco, tiene lugar ante el menor espaciamiento entre hileras, donde el ambiente es más restrictivo. La superioridad, para el menor espaciamiento, de la mayor densidad en la hilera en el número de espigas por unidad de área, así como la tendencia no significativa a presentar un mayor número de semillas por espiga, explican lo observado.

c.2. Rendimiento calculado a partir de los componentes del rendimiento.

A partir de los componentes del rendimiento ya analizados, los cuales fueron determinados en un metro de surco, se calculó otro estimador del rendimiento cuyos resultados se presentan en el cuadro 38. Las diferencias en magnitud de los rendimientos "reales" y los calculados a partir de los componentes, son consecuencia tanto de diferencias en el área de muestreo, como en la manipulación y procesamiento de las muestras. Sin embargo, y a pesar de no mostrar diferencias significativas (Anexo 13), se puede observar que los mayores rendimientos obtenidos son aquí también para la mayor densidad en la hilera y los menores espaciamientos. También, al igual que en la estimación del rendimiento real, el valor que más se aleja del promedio es el correspondiente al tratamiento sembrado a la mayor densidad en la línea y con el menor espaciamiento.

Cuadro 38. Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en el **rendimiento calculado** de semillas (en kg/ha).

	Espaciamientos entre hileras (m)				
Semillas viables/ metro de surco		**0,15**	**0,30**	**0,45**	**Promedio NS**
	43	1419	1312	1588	**1440**
	86	2040	1622	1535	**1732**
	Promedio NS	**1730**	**1467**	**1561**	

3. Vuelco.

En la medida que los tratamientos originaron cultivos con hábitos de crecimiento y vigor de sus macollos diferentes, éstos podrían diferir también en su susceptibilidad al vuelco. En este sentido Nordestgaard (1986 b, 1988), ante incrementos en la densidad de siembra de *L. multiflorum* encontró incrementos de la incidencia de vuelco. Mansat et al (1967), obtuvieron los mayores rendimientos de semillas para *L. multiflorum* cv. Tetrone con el mayor espaciamiento máxime cuanto mayor fuese la dosis de nitrógeno en primavera, en la medida que se produjo un atraso de la ocurrencia del vuelco del cultivo, reduciendo las pérdidas por desgrane. En nuestro país, Artola (1972) registró, en *L. multiflorum* cv. LE 284, un vuelco más temprano para el menor espaciamiento entre hileras (15 cm.), asociándole una mayor pérdida por desgrane.

En el cuadro 39 se presenta la estimación visual de la incidencia del vuelco, para la cual el análisis de varianza no manifestó efectos significativos de ninguna de las variables en estudio (Anexo 14).

Cuadro 39. Efectos de las densidades en la hilera y espaciamientos en la **incidencia del vuelco** (en % del área de la parcela).

		Espaciamientos entre hileras (m)			
Semillas viables/ metro de surco		**0,15**	**0,30**	**0,45**	**Promedio NS**
	43	15,0	22,5	25,0	**20,8**
	86	30,0	22,5	20,0	**24,2**
	Promedio NS	**22,5**	**22,5**	**22,5**	

Los resultados de este experimento permiten concluir que la incidencia del vuelco no fue afectada por los tratamientos impuestos. Esto, junto a que el ensayo fue fertilizado con 50 kg /ha de nitrógeno en el otoño, donde disponía de una alta disponibilidad natural del mismo, y 100 kg/ha en la primavera, también denota la ya comentada baja susceptibilidad a volcarse del cultivar evaluado.

Esta característica, a diferencia de los resultados previamente citados, probablemente hizo factible para el tratamiento menos espaciado concretar efectivamente el mayor potencial creado, a partir de una mayor población de macollos y de menor vigor, logrando los mayores rendimientos de semilla.

4. Síntesis.

En las figuras a continuación se presentan, resumidas para la mayor densidad en la hilera, algunas de las determinaciones efectuadas a los efectos de visualizar gráficamente los efectos compensatorios entre diferentes componentes del rendimiento ocurridos en esta experiencia.

Figura 31. Efecto del espaciamiento entre hileras en el **número de plantas por metro cuadrado** al 27/6.

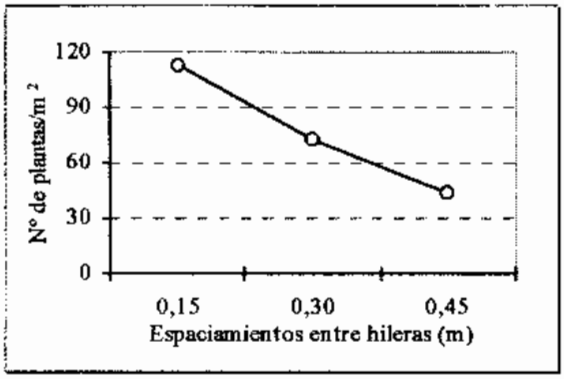


Figura 32. Efecto del espaciamiento entre hileras en el **número de macollos** al 25/11.

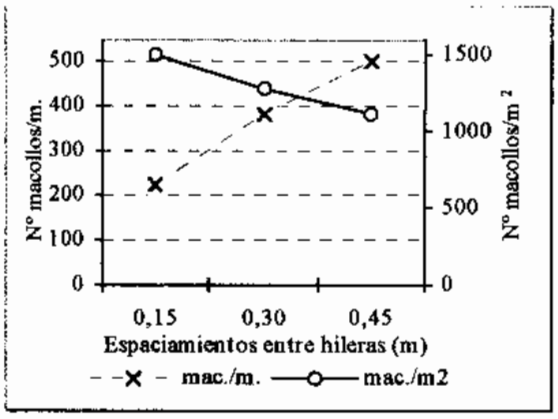


Figura 33. Efecto del espaciamiento entre hileras en el **número de espigas** a la cosecha.

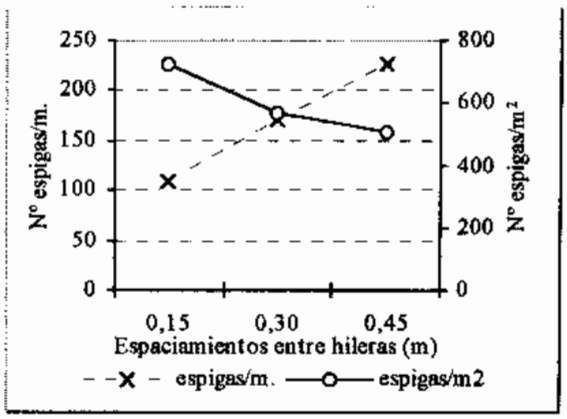


Figura 34. Efecto del espaciamiento entre hileras en el **rendimiento por espiga**.

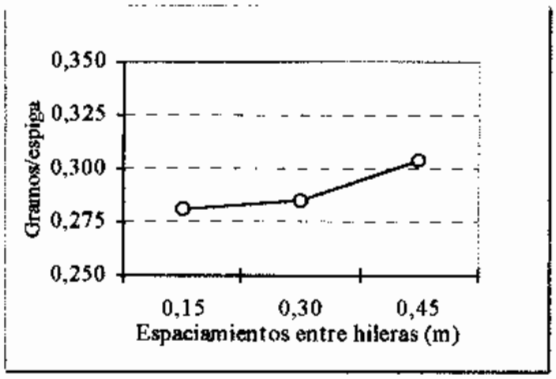
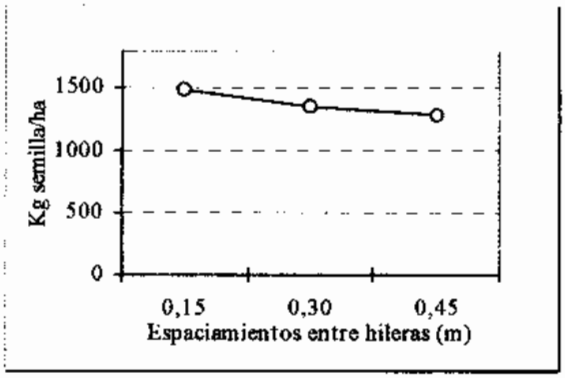


Figura 35. Efecto del espaciamiento entre hileras en el **rendimiento real** de semillas.



C. CONCLUSIONES.

- Todos los tratamientos evaluados lograron buenos rendimientos de semilla. A pesar de las importantes diferencias en las densidades de siembra (3,3 a 20 kg/ha) y en la población de plantas (27 a 113 plantas por metro cuadrado), se obtuvo un rendimiento promedio de 1325 kg/ha, con un rango de variación de 1228 a 1491 kg/ha. Esto ejemplifica la plasticidad de esta especie y las importantes compensaciones que ocurrieron en el cultivo.

- En cuanto a la distancia entre hileras, los resultados de este ensayo mostraron una clara tendencia a la superioridad de los menores espaciamientos, a través del logro de una mayor población de macollos, que determinó una mayor población de espigas. El mayor rendimiento de las espigas en los mayores espaciamientos no logró compensar la menor población de las mismas. Probablemente si en la primavera hubiesen habido condiciones ambientales más favorables, esta compensación podría haber sido mayor. El vuelco no fue afectado por los espaciamientos evaluados, permitiendo la efectiva concreción del mayor potencial de rendimiento creado por el menor espaciamiento.

- El uso de la mayor densidad en la hilera, reportó ventajas significativas, aunque en promedio, de baja magnitud. Dicha superioridad fue mayor en el menor espaciamiento, reflejando las ventajas competitivas de una población de macollos de mayor orden jerárquico promedio, logrando la fertilidad y un buen rendimiento de sus espigas, ante condiciones más restrictivas.

VI. CONCLUSIONES GENERALES.

A. FERTILIZACION NITROGENADA.

Los resultados de este experimento concuerdan con la mayor parte de la información nacional e internacional en reafirmar la mayor importancia relativa de la fertilización nitrogenada en primavera, con respecto a otros posibles momentos de aplicación. El rendimiento se maximizó en 1403 kg semilla/ha con el agregado de 50 unidades en primavera, teniendo, para esta dosis, una respuesta de 8,42 kg semilla/kg N agregado. Los efectos atribuibles al nitrógeno de primavera en este experimento, fueron: una mayor sobrevivencia de macollos fértiles, concentración y adelantamiento de las fechas de emergencia de las espigas, incremento en el número de semillas por espiga y peso de las semillas.

Sin embargo, para los esquemas productivos de nuestro país, la aplicación de nitrógeno en otoño parecería ser una práctica recomendable, en la medida que ésta reportó importantes incrementos en la producción de forraje, máxime considerando la alta disponibilidad de nitrógeno del suelo en el otoño del período experimental. Posiblemente a través de un incremento del vigor de los macollos, el agregado de 50 unidades de nitrógeno en otoño también originó aumentos significativos en la producción de semillas.

B. MANEJO DE LA DEFOLIACION.

Este experimento generó una buena producción de forraje previo al cierre, lo que manifiesta la versatilidad y adaptación de este cultivar para el manejo doble propósito. El manejo aliviado posibilitó la obtención de mayores rendimientos de forraje así como una mayor respuesta en producción de forraje al nitrógeno de otoño.

Los pastoreos frecuentes durante julio y agosto, redujeron consistentemente el rendimiento individual de las espigas. Sin embargo, cuando dicho manejo fue seguido de la aplicación de 100 unidades de nitrógeno en primavera se obtuvieron aumentos importantes en los rendimientos de semilla, lo que no ocurrió cuando el semillero se manejó de forma aliviada, donde los rendimientos de semilla no aumentaron por encima de 50 unidades de nitrógeno en esa fecha.

Por otra parte, la aplicación de 50 unidades en otoño al manejo aliviado también incrementó significativamente los rendimientos de semilla, a través de un aumento en el tamaño de los macollos. En cambio, para el otro manejo, la defoliación frecuente en julio posiblemente promovió un macollaje más continuo en el tiempo y en condiciones de

menor desventaja jerárquica debido al menor sombreamiento, pudiendo adquirir mayor importancia relativa la población de espigas, por lo que la respuesta al nitrógeno de otoño en rendimiento de semilla fue inexistente.

En la medida que la producción de semillas de raigrás en el Uruguay implica el aprovechamiento de los semilleros para la producción de carne, leche, etc. durante el período vegetativo, se presenta a continuación una comparación económica de las diferentes alternativas planteadas en estos experimentos (cuadro 40 y figura 36). Son considerados únicamente los diferentes productos valorizados y los costos relevantes a efectos de la comparación, realizando algunos supuestos cuya precisión y actualidad no afectan el cometido del análisis:

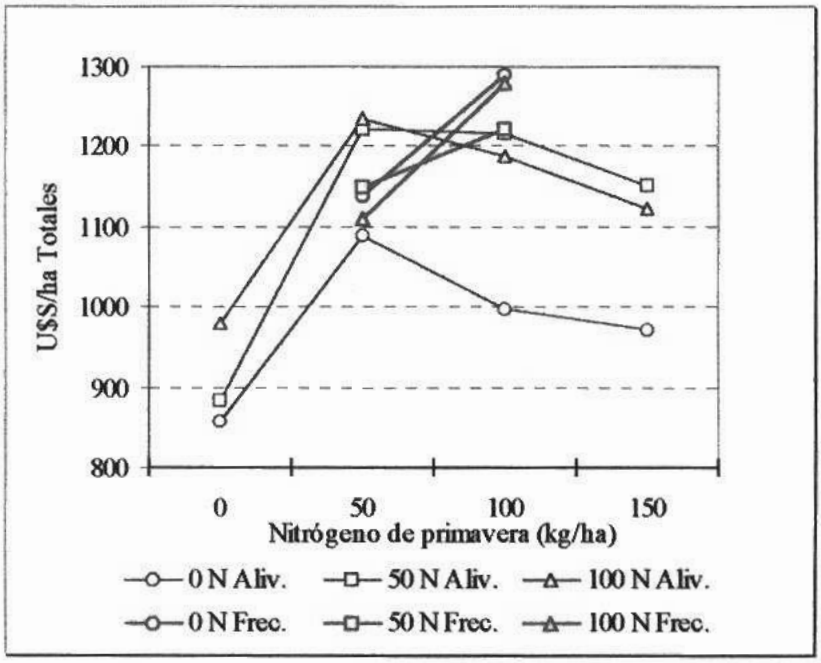
- 11 kg de materia seca	1 kg de carne
- 1 kg de carne	0,80 U$S
- 1 ton. de urea (46% N)	184 U$S
- 1 kg de semilla al productor	0,70 U$S

Cuadro 40. Comparación económica de las diferentes alternativas productivas.

Kg N/ha otoño	Manejo	Kg N/ha primavera	Kg M.S./ha	Kg semilla/ha	US$/ha Carne	US$/ha Semilla	US$/ha N	US$/ha TOTAL
0	Aliviado	0	2782	934	202	654	0	**856**
		50	2782	1294	202	906	20	**1088**
		100	2782	1195	202	837	40	**999**
		150	2782	1184	202	829	60	**971**
	Frecuente	50	2584	1388	188	972	20	**1140**
		100	2584	1631	188	1142	40	**1290**
50	Aliviado	0	3526	925	256	648	20	**884**
		50	3526	1437	256	1006	40	**1222**
		100	3526	1458	256	1021	60	**1217**
		150	3526	1394	256	976	80	**1152**
	Frecuente	50	2804	1408	204	986	40	**1150**
		100	2804	1540	204	1078	60	**1222**
100	Aliviado	0	3569	1086	260	760	40	**980**
		50	3569	1479	260	1035	60	**1235**
		100	3569	1439	260	1007	80	**1187**
		150	3569	1376	260	963	100	**1123**
	Frecuente	50	3134	1344	228	941	60	**1109**
		100	3134	1615	228	1131	80	**1279**

En la figura 36 se puede apreciar la similitud de la tendencia del "margen económico" de las diferentes alternativas con la de los rendimientos de semilla obtenidos lo cual ejemplifica la mayor importancia relativa de la producción de semillas en un esquema de producción de tipo mixto, dentro del entorno de rendimientos y precios asumidos en estos cálculos.

Figura 36. Efecto del manejo de la defoliación y el nitrógeno de otoño y primavera en el "margen económico" (considerando únicamente costos relevantes) de las diferentes alternativas.



Con la aplicación de 50 unidades de nitrógeno en otoño al semillero defoliado de manera aliviada, se obtuvo un incremento de la producción valorizada de carne, lo que permitió cubrir ampliamente el costo de dicha dosis de nitrógeno, traduciéndose todo el incremento en rendimiento de semilla en beneficio económico. En cambio las defoliaciones frecuentes no permitieron capitalizar el nitrógeno agregado en un gran incremento de la producción de forraje, igualando el aumento de la producción valorizada de carne apenas el costo de la dosis aplicada. Por lo tanto, no sería ésta una combinación recomendable, fundamentalmente teniendo en cuenta la nula respuesta en rendimiento de semilla.

Estas respuestas diferenciales al nitrógeno de otoño en el "producto bruto carne", según el manejo impuesto, logran disminuir las ventajas en "producto bruto semillas" del manejo frecuente, por lo cual se hacen más evidentes las diversas opciones a través de las cuales se pueden lograr buenos rendimientos económicos. En conclusión y para las

condiciones de estos experimentos se podría decir que la aplicación de nitrógeno en otoño sería conveniente en la medida de defoliar posteriormente el semillero de manera aliviada para maximizar la respuesta, respondiendo a otra aplicación de nitrógeno (50 unidades para las condiciones de este experimento) luego del cierre. Ante la necesidad circunstancial de someter al semillero a una mayor frecuencia y/o intensidad de defoliación, perdiéndose los beneficios de la aplicación otoñal, se justificaría la aplicación de una mayor dosis en la primavera (100 unidades).

C. DENSIDADES DE SIEMBRA Y ESPACIAMIENTOS ENTRE HILERAS.

Como era presumible, de esta experiencia se desprende que un satisfactorio rendimiento de semillas puede ser alcanzado con una amplia combinación de densidades y espaciamientos de siembra. El uso de menores espaciamientos generó mayores rendimientos de semilla, por lo que el uso de 45 cm. entre hileras no parece justificarse, mientras que 30 cm. puede constituir una necesidad práctica a efectos de inspeccionar el semillero. Por otra parte el uso de espaciamientos reducidos adelanta el comienzo del período de utilización forrajera del semillero. En todos los casos la mayor densidad en la hilera fue ventajosa para la producción de semillas y constituye una práctica segura a nivel productivo ante problemas en la implantación, de lo que surgen claras combinaciones recomendables como: 8-10 kg/ha a 0,30 m. y 15-20 kg/ha a 0,15 m.

Con el uso de bajas densidades en la hilera y el mayor espaciamiento, el rendimiento fue satisfactorio (1283 kg/ha) posibilitando la obtención de elevadas tasas de multiplicación de semilla, importantes en el desarrollo inicial de un nuevo cultivar y/o para la multiplicación de categorías pre-básicas.

VII. RESUMEN.

En otoño de 1997 se instalaron en INIA "La Estanzuela" tres ensayos con el objetivo de estudiar diversas variables de manejo en la producción de semillas de raigrás (*Lolium multiflorum* Lam.) cv. INIA Titán. Se evaluaron tres dosis de nitrógeno en otoño (0, 50, 100 kg N/ha) combinadas con cuatro dosis en primavera (0, 50, 100, 150 kg N/ha); dos manejos de la defoliación (aliviado: 3 cortes a 8-9 cm. y frecuente: 5 cortes a 5 cm.), y tres espaciamientos entre hileras (0,15, 0,30 y 0,45 m.) combinados con dos densidades de siembra en la hilera (43 y 86 semillas por metro de surco). Los resultados de estos experimentos mostraron la mayor importancia del nitrógeno aplicado en la primavera en aumentar los rendimientos de semilla, obteniéndose una repuesta de 8,4 kg semilla/kg N para la dosis de 50 kg/ha N. Con ambos manejos de la defoliación se obtuvieron buenos rendimientos de semilla, pero con una respuesta diferencial a la fertilización nitrogenada; con el manejo aliviado se maximizó el rendimiento de semillas con el agregado de 50 kg N/ha en otoño y 50 kg N/ha en primavera (1437 kg/ha), mientras que el semillero defoliado frecuentemente maximizó los rendimientos con 100 kg N/ha en primavera (1631 kg/ha). En cuanto a las densidades de siembra y espaciamientos evaluados, se obtuvieron rendimientos aceptables en todos los casos, destacándose los menores espaciamientos y la mayor densidad en la hilera.

VIII. SUMMARY.

In autumn of 1997 three trials were conducted at INIA "La Estanzuela" with the objective of evaluate the effect of different management practices on INIA Titán ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) seed production. Three autumn nitrogen rates (0, 50, 100 kg N/ha) combined with four spring rates (0, 50, 100, 150 kg N/ha); two defoliation management (moderate: 3 cuts to 8-9 cm. height and frequent: 5 cuts to 5 cm.), and three row spacing (0,15, 0,30 and 0,45 m.) combined with two row sowing densities (43 and 86 seeds per row meter) were evaluated. The results showed the importance of the spring nitrogen application in increasing seed yields, obtaining a response of 8,4 kg seed/kg N at 50 kg/ha N rate. Good seed yields were obtained with both defoliation management, showing different nitrogen response; maximum yields were reached with 50 kg N/ha in autumn and 50 kg/ha in spring with moderate management (1437 kg/ha), while the frequently defoliated crop maximise yields with a single spring 100 kg N/ha application (1631 kg/ha). Acceptable seed yields were obtained with all combinations of row spacing and row sowing densities, standing out closer row spacing and high row sowing density.

IX. BIBLIOGRAFIA.

1. ANDERSEN, J. C. 1943. Treatment of grass seed field in the autumn. Tidsskr. Froavl. 373: 297-301. Tomado de: Herbage Abstracts 13(6): 1758. 1943.

2. ARTOLA, A. 1972. Efectos de la fertilización nitrogenada y espaciamientos en la producción de semilla de raigrás anual Lolium multiflorum Lam., cultivar "La Estanzuela 284". Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 60 p.

3. BROWN, K. R. 1977. Effects of seeding rate and fertiliser on crop development and seed production of "Grasslands Tama" Westerwolds ryegrass. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 5: 215-218.

4. BROWN, K. R. 1980. Recent grass seed production studies in Canterbury. In Herbage seed production. J. A. Lancashire ed. Palmerston North. Grassland Research and Practice Series 1: 12-14.

5. BROWN, K. R.; LILL, G.; Mc CARTIN, J.; JARMAN, D.; Mc CLOY, B.; HAMPTON, J. G.; ROLSTON, M. P.; STEWART, A. V.; WHITE, J. 1990. Ryegrass seed crops. In Management of grass seed crops. J. S. Rowarth ed. Palmerston North. Grassland Research and Practice Series 5: 40-46.

6. BROWN, K. R.; Mc INTOSH, R. R. 1990. Manawa, Moata and Tama. In Management of grass seed crops. J. S. Rowarth ed. Palmerston North. Grassland Research and Practice Series 5: 49-50.

7. CARAMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo. Ed. Hemisferio Sur. 464 pp.

8. CARAMBULA, M.; ELIZONDO, J. 1968. Producción de semillas en gramíneas forrajeras. I. Importancia de la edad de las macollas e influencia del nitrógeno y de la defoliación. Boletín Técnico Estación Experimental Paysandú 5(2): 111-137.

9. CARAMBULA, M.; ELIZONDO, J. 1969. Epoca de iniciación floral y alargamiento de entrenudos en cinco gramíneas. Boletín Técnico Estación Experimental Paysandú 6(1-2): 1-26.

10. CARAMBULA, M. 1981. Producción de semillas de plantas forrajeras. Montevideo, Ed. Hemisferio Sur. 518 p.

11. DAVIES, I; DAVIES, A; TROUGHTON, A; COOPER, J. P. 1971. Regrowth in grasses. Report of the Welsh Plant Breeding Station. Aberystwyth. 79-94.

12.EVERS, E.; SONNEVELD, A. 1953. Grass seed production. Trials with a bred strain of Italian ryegrass. Gestencilde Meded Nº 12 Cent. Inst. Landbouwk. Onderz. Wageningen. 1953: 36-38. Tomado de: Herbage Abstracts 24(2): 461. 1954.

13.EVERS, E.; SONNEVELD, A. 1954. Seed production by a bred strain of Italian ryegrass after cutting in spring. Rep. Cent. Inst. Agric. Res. Wageningen. 1953, 1954: 38-45. Tomado de: Herbage Abstracts 25(1): 66. 1955.

14.FORMOSO, F. A. 1994. Efecto de dosis y momento de aplicación de nitrógeno sobre la producción de semillas de Festuca Tacuabé, Falaris Urunday y Dactilys Oberón. In Nitrógenò en pasturas. A. Morón, D. F. Risso ed. Uruguay. INIA. Serie Técnica Nº 51. pp 19-25.

15.GARCIA, J.A. 1986. Biología de plantas forrajeras. Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni. Repartido Nº 427. 12p.

16.GARCIA, J.A.; REBUFFO, M.; FORMOSO, F.; ASTOR, D. 1991. Producción de semillas forrajeras: tecnología en uso. Montevideo, INIA. 40 p.

17.GARCIA, J.A. 1996. Mejoramiento de forrajeras en INIA La Estanzuela: mejoramiento genético de raigrás, gramíneas bianuales y perennes, trébol blanco y leguminosas anuales. In Producción y manejo de pasturas. D. F. Risso, E. J. Berretta, A. Morón ed. Uruguay. INIA. Serie Técnica Nº 80. pp 129-134.

18.GOODENOUGH, D. C. W. 1995. Cultivars, breeding and selection. In Symposium on Annual Ryegrass.(1995, Cedara) pp. 11-3.

19.GRIFFITHS, D. J.; ROBERTS, H. M.; LEWIS, J. 1973. The seed yield potential of grasses. Report of the Welsh Plant Breeding Station 1973: 117-123.

20.GRIFFITHS, D. J.; LEWIS, J; BEAN, E. W. 1983. Problemas en el mejoramiento genético de la producción de semilla en gramíneas. In Producción moderna de semillas. P. D. Hebblethwaite ed. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 61-74.

21.HARE, M. D. 1990. Establishment, spacing density and grazing effect. In Management of grass seed crops. J. S. Rowarth ed. Palmerston North. Grassland Research and Practice Series 5: 9-18.

22.HEBBLETHWAITE, P. D.; WRIGHT, D.; NOBLE, A. 1983. Algunos aspectos fisiológicos del rendimiento de semilla en Lolium perenne L. In Producción moderna de semillas. P. D. Hebblethwaite ed. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 100-121.

23.HENTGEN, A. 1961. Fumure azotée des cultures porte-graines de graminées. Fourrages. 5: 171-179.

24.HILL, M. J. 1971. Closing ryegrass crops for seed production. New Zealand Journal of Agriculture. 123:43.

25.HILL, M. J. 1983. Semilleros de gramíneas templadas: factores de formación. In Producción moderna de semillas. P. D. Hebblethwaite ed. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 173-188.

26.HRYNCEWICZ, Z.; MALKO, K.; STEBLIK, T. 1983. Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Rolniczych. 282: 123-129. Tomado de: CAB INTERNATIONAL.

27.JOHANSEN, B. R. 1970. Autumn and spring cutting at different nitrogen levels in Italian ryegrass for seed production. Tidsskr. Planteavl. 74(4): 549-558. Tomado de: Herbage Abstracts 41(3): 1846. 1971.

28.LANGER, R. H. M. 1972. How grasses grow. Studies in Biology no. 34. 60 p.

29.LANGER, R. H. M. 1980. Growth of the grass plant in relation to seed production. In Herbage seed production. J. A. Lancashire ed. Palmerston North. Grassland Research and Practice Series 1: 6-11.

30.LORENZETTI, F. 1993. Achieving potential herbage seed yields in species of temperate regions. In International Grasslands Congress (17^{th}., 1993). Proceedings. pp. 1621-1628.

31.MANSAT, P.; BESSAC, J. P.; FELIX, L. 1967. Influence de quelques facteurs culturaux sur la production de semences des ray-grass. Fourrages 29: 6-31.

32.MARSHALL, C. 1985. Developmental and physiological aspects of seed production in herbage grasses. Journal of applied seed production 3: 43-49.

33.NELSON, L. R. 1995. Ryegrass improvement and important cultivars. In Symposium on Annual ryegrass (1995, Texas). pp 7-13.

34.NORDESTGAARD, A. 1984. Seed production of Italian ryegrass. Sowing rates and row spacing. Tidsskrift for Planteavl. 88(3): 227-232. Tomado de: CAB INTERNATIONAL.

35.NORDESTGAARD, A. 1986 a. Investigations on the interaction between level of nitrogen applications in the autumn and time of nitrogen application in the spring to various grasses grown for seed. Journal of Applied Seed Production. 4: 16-25.

36.NORDESTGAARD, A. 1986 b. Seed production of Westerwolds ryegrass. Nordisk Jordbrugsforskning 68(4): 559. Tomado de: CAB ABSTRACTS 1987-1989.

37.NORDESTGAARD, A. 1988. Seed production of Westerwolds ryegrass (Lolium multiflorum Lam. var. westerwoldicum). Tidsskrift for Planteavl. 92(2): 97-101. Tomado de: CAB ABSTRACTS 1987-1989.

38.PARK, B. H.; BAE, S. T.; PARK, H. C.; KANG, J. H.; LEE, N. J. 1987. Seed production studies in Italian ryegrass (Lolium multiflorum Lam. italicum). III. Effects of autumn and spring defoliation on seed yield of Italian ryegrass. Journal of the Korean Society of Grassland Science. 7(1): 49-54. Tomado de: CAB ABSTRACTS 1987-1989.

39.PRITSCH, O. M. 1980. Epocas de siembra y manejo de cortes en la producción de semillas de raigrás anual (Lolium multiflorum Lam.) cv. La Estanzuela 284. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger". Investigaciones Agronómicas Año 1. 1: 18-23.

40.PRITSCH, O. M.; ROSELL, C. H. 1982. Densidades de siembra y espaciamientos en la producción de semillas de raigrás anual (Lolium multiflorum L.). Facultad de Agronomía. Revista Técnica 52: 1-9.

41.QUAGLIOTTI, L.; CIOTTI, A. 1964. Effetti della concimazione azotata e della spaziatura tra le file su la produzione in semente di alcune graminacee foraggere. Sementi elette. 10(1): 28-35.

42.REUSCH, J. D. H.; GOODENOUGH, D. C. W.; MORRISON, A. R. J. 1992. Recommended management strategies for the production of italian and westerwolds ryegrass seed in South Africa. Information sheet. Grassland Research Centre, Cedara, South Africa.

43.ROLSTON, M. P. 1990. Herbicides and fertilisers. In Management of grass seed crops. J. S. Rowarth ed. Palmerston North. Grassland Research and Practice Series 5: 21-24.

44.ROLSTON, M. P.; BROWN, K. R.; HARE, M. D. YOUNG, K. A. 1985. Grass seed production: weeds, herbicides and fertilisers. In Producing herbage seeds. M. D. Hare; J. L. Brock ed. Palmerston North. Grassland Research and Practice Series 2: 15-22.

45.ROWARTH, J. S. Nutrients and moisture inputs for grass seed yield. Journal of Applied Seed Production (in press)

46.ROWARTH, J. S.; ARCHIE, W. J.; BAIRD, D. B. 1993. Nitrogen requirements for italian ryegrass seed production. In Plant nutrition - from genetic engineering to field practice. N. J. Barrow ed. Kluwer Academic Publishers. pp. 513-516.

47.ROWARTH, J. S.; ARCHIE, W. J. 1994. The nutrient needs of small seed crops: a new concept in optimising seed yields. Proceedings of the Agronomy Society of New Zealand. 24: 887-89.

48.ROWARTH, J. S.; ARCHIE, W. J. 1995. A diagnostic method for prediction of seed yield in perennial ryegrass. Proceedings of the International Herbage Seed Conference 3: 64-67.

49.SAMBAJON, D. B. 1986. Seed production of annual ryegrass (Lolium multiflorum Lam.) as influenced by nitrogen and date of defoliation. Dissertation Abstracts International, B. Sciences and Engineering. 47(4): 1338-1339. Tomado de: CAB ABSTRACTS 1987-1989.

50.SCHÖBERLEIN, W.; WAHL, H. J. 1993. Efficient nitrogen fertilisation in grass seed growing with regard to the mineral nitrogen content in the soil and analysing of grass tillers in spring. International Grasslands Congress (17^{th}., 1993). Proceedings. v 2; p. 1695-1696.

51.WHITE, J. G. H. 1990. Herbage seed production. In Pastures: their ecology and management. R. H. M. Langer ed. Auckland, Oxford University Press. pp. 371-408.

52.WILSON, J. R. 1959. The influence of time of tiller origin and nitrogen level on the floral initiation and ear emergence of four pasture grasses. New Zealand Journal of Agriculture Research 2: 915-932.

53.YOUNG, W. C.; CHILCOTE, D. O.; YOUNGBERG, H. W. 1996. Annual ryegrass seed yield response to grazing during early stem elongation. Agronomy Journal 88: 211-215.

54.YOUNG, W. C.; MELLBYE, M. E. 1995. Annual ryegrass seed production in Oregon's Willamette valley. In Symposium on Annual ryegrass (1995, Texas). pp.114-121.

X. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza (CME) para producción de forraje, conteos de macollos y % N. (Ensayo 1. Efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de semillas de raigrás cv. INIA Titán).

Fuente de variación	Grados de libertad	Rend. total forraje	Grados de libertad	Conteo de macollos 4/8	Conteo de macollos 3/9	Porcentaje de N 9/9
Bloques	**3**	203497,9	**3**	27363,89	20783,33	0,075
N otoño	**2**	3495593,4	**2**	29884,00	39014,58	0,159
Error	**42**	86617,8	**6**	6266,22	15314,58	0,020
LSD (5%) N oto		**210**		**NS**	**NS**	**0,244**
Media		3304,1		675,5	613,3	2,301
CV %		8,9		11,7	20,2	6,13

Anexo 2. Análisis de varianza (CME) para la curva de emergencia de las espigas. (Ensayo 1. Efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de semillas de raigrás cv. INIA Titán).

Fuente de variación	Grados de libertad	Espigas emergidas 3/11	Espigas emergidas 10/11	Espigas emergidas 17/11	Espigas emergidas 25/11	Espigas totales al 25/11
Bloques	**3**	114,25	291,06	80,50	2,06	1143,4
N primavera	**3**	1420,25	100,56	401,17	8,23	620,9
Error	**9**	172,69	525,51	41,44	5,67	640,5
LSD (5%) N pri		**21,0**	**NS**	**10,3**	**NS**	**NS**
Media		50,6	59,2	17,0	4,6	131,4
CV %		26,0	38,7	37,9	52,2	19,3

Anexo 3. Análisis de varianza (CME) para los rendimientos potenciales y su utilización. (Ensayo 1. Efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de semillas de raigrás cv. INIA Titán).

Fuente de variación	Grados de libertad	Espiguillas por espiga 25/11	Flores por espiguilla 25/11	Potencial de espiga creado	Utilización del potencial
Bloques	**3**	2,016	0,526	1089,34	66,06
N primavera	**3**	5,406	0,193	256,71	46,26
Error	**9**	2,078	0,313	274,74	37,15
LSD (5%) N pri		**NS**	**NS**	**NS**	**NS**
Media		31,2	7,2	224,53	36,40
CV %		4,6	7,8	7,38	16,74

Anexo 4. Análisis de varianza (CME) para rendimiento potencial y conteo de macollos 16/10 (Ensayo 1. Efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de semillas de raigrás cv. INIA Titán).

Fuente de variación	Grados de libertad	Rend. potencial	Grados de libertad	Conteo de macollos 16/10
Bloques	**3**	3602299,99	**3**	35036,46
N otoño	**2**	690080,22	**1**	15753,13
E (a)	**6**	127857,48	**3**	19586,46
N primavera	**3**	5737900,24	**3**	33417,71
N oto x N pri	**6**	444036,47	**3**	6771,88
E (b)	**27**	546436,25	**18**	8147,57
LSD (5%) N oto		**NS**		**NS**
LSD (5%) N pri		**619,21**		**94,82**
LSD (5%) N oto x N pri		**NS**		**NS**
Media		4002,41		450,31
CV %		18,47		20,0

Anexo 5. Análisis de varianza (CME) para rendimiento de semillas y sus componentes. (Ensayo 1. Efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de semillas de raigrás cv. INIA Titán).

Fuente de variación	Grados de libertad	Rend. real	Rend. calculado	Espigas por metro	Rend. por espiga
Bloques	**3**	50509,05	284055,71	1199,24	0,0017
N otoño	**2**	127083,35	300873,56	1132,02	0,0025
E (a)	**6**	36595,65	47596,09	138,49	0,002
N primavera	**3**	417092,62	1296513,00	3065,08	0,0233
N oto x N pri	**6**	22624,50	136196,10	737,41	0,0012
E (b)	**27**	19629,12	131181,20	442,61	0,0021
Error combinado	**33**	22713,85			
LSD (5%) N oto		**108**	**189**	**10**	**NS**
LSD (5%) N pri		**125**	**303**	**18**	**0,0388**
LSD (5%) N oto x N pri		**NS**	**NS**	**NS**	**NS**
Media		1266,75	1518,75	158,98	0,283
CV %		11,06	23,85	13,23	16,34

Anexo 6. Análisis de varianza (CME) para rendimiento de semillas y sus componentes. (Continuación). (Ensayo 1. Efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de semillas de raigrás cv. INIA Titán).

Fuente de variación	Grados de libertad	Semillas por espiga	Peso de 1000 semillas	Porcentaje deN 16/10	Incid. de vuelco
Bloques	**3**	116,498	0,011	0,130	147,22
N otoño	**2**	220,472	0,003	0,074	435,94
E (a)	**6**	255,456	0,017	0,081	51,91
N primavera	**3**	1028,095	0,333	2,070	3030,56
N oto x N pri	**6**	126,697	0,017	0,048	120,66
E (b)	**27**	206,665	0,016	0,049	129,05
LSD (5%) N oto		**NS**	**NS**	**NS**	**6,23**
LSD (5%) N pri		**12**	**0,106**	**0,185**	**9,52**
LSD (5%) N oto x N pri		**NS**	**NS**	**NS**	**NS**
Media		84,696	3,334	1,864	16,25
CV %		16,97	3,84	11,8	69,9

Anexo 7. Análisis de varianza (CME) para rendimiento de forraje, conteo de macollos y % N. (Ensayo 2. Efecto del manejo de la defoliación en la producción de semillas de raigrás cv. INIA Titán).

Fuente de variación	Grados de libertad	Rend. total forraje	Grados de libertad	Conteo de macollos/m 3/9	Porcentaje de N 9/9
Bloques	7	200575,058	3	11670,486	0,043
N otoño	2	2150418,629	2	30413,54	0,475
Manejo	1	2839690,792	1	18984,375	0,505
Man x N oto	2	280520,466	2	12853,13	0,016
Error	35	88846,257	15	19839,653	0,068
LSD (5%) N oto		**213,93**		**NS**	**0,278**
LSD (5%) Man		**174,67**		**NS**	**0,227**
LSD (5%) Man x N oto		**302,56**		**NS**	**NS**
Media		3082,51		641,67	2,45
CV %		9,67		21,95	10,64

Anexo 8. Análisis de varianza (CME) para el potencial de espiga y su utilización. (Ensayo 2. Efecto del manejo de la defoliación en la producción de semillas de raigrás cv. INIA Titán).

Fuente de variación	Grados de libertad	Espiguillas por espiga 25/11	Flores por espiguilla 25/11	Potencial de espiga creado	Utilización del potencial
Bloques	3	5,769	1,495	2630,59	95,04
N primavera	1	0,640	0,397	680,17	4,41
Manejo	1	3,803	0,017	70,73	1,61
Man x N pri	1	0,640	0,073	11,06	11,97
Error	9	2,059	0,194	380,25	62,26
LSD (5%) N pri		**NS**	**NS**	**NS**	**NS**
LSD (5%) Man		**NS**	**NS**	**NS**	**NS**
LSD (5%) Man x N pri		**NS**	**NS**	**NS**	**NS**
Media		31,288	7,148	224,07	34,94
CV %		4,59	6,16	8,7	22,6

Anexo 9. Análisis de varianza (CME) para rendimiento de semillas y sus componentes. (Ensayo 2. Efecto del manejo de la defoliación en la producción de semillas de raigrás cv. INIA Titán).

Fuente de variación	Grados de libertad	Rend. real	Espigas por metro	Rend. por espiga	Semillas por espiga
Bloques	**3**	5728,226	712,750	0,0023	276,861
N otoño	**2**	29293,381	787,583	0,002	206,964
E (a)	**6**	29145,895	137,333	0,001	115,357
N primavera	**1**	49226,268	574,083	0,006	143,867
Manejo	**1**	196430,888	10,083	0,012	865,301
Man x N pri	**1**	273946,718	2106,750	0,9968	1,421
Man x N oto	**2**	60603,260	825,333	0,002	291,166
E (b)	**31**	15204,054	539,193	0,002	240,096
LSD (5%) N oto		**NS**	**10,1**	**NS**	**NS**
LSD (5%) N pri		**NS**	**NS**	**NS**	**NS**
LSD (5%) Man		**72,7**	**NS**	**0,029**	**NS**
LSD (5%) Man x N pri		**103**	**NS**	**NS**	**NS**
LSD (5%) Man x N oto		**126**	**NS**	**NS**	**NS**
Media		1423,65	169,542	0,274	81,398
CV %		8,66	13,70	18,02	19,04

Anexo 10. Análisis de varianza (CME) para rendimiento de semillas y sus componentes. (Continuación). (Ensayo 2. Efecto del manejo de la defoliación en la producción de semillas de raigrás cv. INIA Titán).

Fuente de variación	Grados de libertad	Peso de 1000 semillas	Incid. de vuelco	Grados de libertad	Conteo de macollos/m 16/10
Bloques	**3**	0,011	314,41	**3**	16304,17
N otoño	**2**	0,001	152,08	**1**	10512,50
E (a)	**6**	0,005	93,06	**3**	11825,00
N primavera	**1**	0,176	2625,52	**1**	1012,50
Manejo	**1**	0,011	4,69	**1**	2450,00
Man x N pri	**1**	0,002	117,19	**1**	9112,50
Man x N oto	**2**	0,030	100,0	**1**	4050,00
E (b)	**31**	0,011	121,25	**20**	8991,25
LSD (5%) N oto		**NS**	**NS**		**NS**
LSD (5%) N pri		**0,0629**	**6,48**		**NS**
LSD (5%) Man		**NS**	**NS**		**NS**
LSD (5%) Man x N pri		**NS**	**NS**		**NS**
LSD (5%) Man x N oto		**NS**	**NS**		**NS**
Media		3,368	13,85		490,00
CV %		3,17	79,48		19,35

Anexo 11. Análisis de varianza (CME) para diferentes determinaciones previas a la cosecha. (Ensayo 3. Efectos de densidades de siembra y espaciamientos entre hileras en la producción de semillas de raigrás cv. INIA Titán).

Fuente de variación	Grados de libertad	Plantas por metro 27/6	Macollos totales por metro	Macollos rep. emerg. por metro	Macollos rep. no emerg. por metro	Macollos veg. por metro
Bloques	**3**	28,18	3347,72	2314,47	240,08	2651,32
Densidades	**1**	275,40	26,76	2701,50	1066,45	599,88
Espaciamientos	**2**	19,54	143545,33	29972,26	7070,81	15975,05
Dens x Espac	**2**	8,54	2692,69	3235,77	422,14	301,33
Error	**15**	20,45	7458,22	680,01	742,57	3195,66
LSD (5%) Dens.		**3,93**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**
LSD (5%) Espac.		**NS**	**92**	**27,79**	**29,03**	**60,23**
LSD (5%) Dens x Espac		**NS**	**NS**	**39,29**	**NS**	**NS**
Media		15,89	370,19	197,15	64,16	108,88
CV %		28,46	23,33	13,23	42,47	51,92

Anexo 12. Análisis de varianza (CME) para diferentes determinaciones previas a la cosecha. (Continuación). (Ensayo 3. Efectos de densidades de siembra y espaciamientos entre hileras en la producción de semillas de raigrás cv. INIA Titán).

Fuente de variación	Grados de libertad	Macollos totales por m^2	Macollos rep. emerg. por m^2	Macollos rep. no emerg. por m^2	Macollos veg. por m^2
Bloques	3	38570,39	29859,71	4308,94	10751,82
Densidades	1	1980,17	40755,04	10250,67	3151,04
Espaciamientos	2	500025,50	201647,17	8328,04	40619,54
Dens x Espac	2	51870,17	40010,17	1608,04	3931,29
Error	15	142896,26	9832,74	16577,61	49026,12
LSD (5%) Dens.		**NS**	**NS**	**NS**	**NS**
LSD (5%) Espac.		**NS**	**105,7**	**NS**	**NS**
LSD (5%) Dens x Espac		**NS**	**149,42**	**NS**	**NS**
Media		1311,75	709,54	220,42	381,79
CV %		28,82	13,98	58,41	57,99

Anexo 13. Análisis de varianza (CME) para rendimiento de semillas y sus componentes. (Ensayo 3. Efectos de densidades de siembra y espaciamientos entre hileras en la producción de semillas de raigrás cv. INIA Titán).

Fuente de variación	Grados de libertad	Rend. real	Rend. calculado	Rend. por metro	Espigas por metro	Espigas por m^2
Bloques	3	8098,78	303557,83	283,68	567,59	11954,04
Densidades	1	56202,08	584688,17	213,01	2677,59	46552,04
Espaciamientos	2	59001,29	151215,54	3951,14	29193,22	62214,54
Dens. x Espac.	2	25203,32	235839,04	108,64	45,22	5679,29
Error	15	12047,15	151850,60	108,09	563,16	11064,01
LSD (5%) Dens.		**95,49**	**NS**	**NS**	**20,65**	**NS**
LSD (5%) Espac.		**117**	**NS**	**11,08**	**25,29**	**112,10**
LSD (5%) Dens x Espac		**NS**	**NS**	**NS**	**NS**	**NS**
Media		1311,47	1588,42	46,77	158,44	556,21
CV %		8,37	24,53	22,23	14,98	18,91

Anexo 14. Análisis de varianza (CME) para rendimiento de semillas y sus componentes. (Continuación). (Ensayo 3. Efectos de densidades de siembra y espaciamientos entre hileras en la producción de semillas de raigrás cv. INIA Titán).

Fuente de variación	Grados de libertad	Rend. por espiga	Semillas por espiga	Peso de 1000 semillas	Incid. de vuelco
Bloques	**3**	0,0053	367,28	0,0240	150,00
Densidades	**1**	0,0002	37,50	0,0084	66,67
Espaciamientos	**2**	0,0075	768,04	0,0051	0,00
Dens. x Espac.	**2**	0,0027	182,38	0,0129	216,67
Error	**15**	0,0020	175,18	0,0185	166,67
LSD (5%) Dens.		**NS**	**NS**	**NS**	**NS**
LSD (5%) Espac.		**0,048**	**14,1**	**NS**	**NS**
LSD (5%) Dens x Espac		**NS**	**NS**	**NS**	**NS**
Media		0,29	84,42	3,4029	22,5
CV %		15,45	15,68	4,00	57,38