

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

RESPUESTA A FUENTES, NIVELES Y LOCALIZACION DEL  
NITROGENO EN LA PRODUCCION Y CALIDAD DE SEMILLA  
DE *FESTUCA ARUNDINACEA* SCHREB. CV TACUABE.

por

Pablo GORRITI ISERN  
Martín PEREZ DEL CASTILLO RAQUET

TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo.  
(Orientación Ganadero – Agrícola)

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
1998

**Tesis aprobada por:**

**Director:**            **Ariel Asuaga** .....

**Enrique Moliterno** .....

**Juan Carlos Millot** .....

**Fecha:**

**Autores:**

**Pablo GORRITI ISERN** .....

**Martín PEREZ DEL CASTILLO RAQUET**.....

## **AGRADECIMIENTOS**

A los Ing. Ags. Ariel Asuaga de Nidera Uruguay S.A. y Enrique Moliterno, Profesor de la Cátedra de Forrajeras de la Facultad de Agronomía, directores de este trabajo por su dedicación y continuo aporte científico para la realización del mismo.

Al Sr. Juan J. Masoller y familia Marchesi por facilitar los medios para la realización de éste trabajo y su atenta disposición.

Al Ing. Agr. Wilfredo Ibáñez del área de estadística del INIA "La Estanzuela" por su gran colaboración en el procesamiento de los datos.

A los Ings. Agrs. Alejandra Dominzain, Daniel Bayce, Ana González, Amalia Baráiber, y al Bach. Pablo Secco por su colaboración y disposición en la realización del presente trabajo.

A todos los integrantes del laboratorio y Cátedra de Fertilidad de la Facultad de Agronomía, por la colaboración en la discusión de los resultados del trabajo.

Al personal de las bibliotecas de Facultad de Agronomía, INIA "La Estanzuela", INIA "Treinta y Tres" y Asociación Rural del Uruguay.

## TABLA DE CONTENIDO

|   | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| PAGINA DE APROBACION.....   | 1             |
| AGRADECIMIENTOS.....  | 2             |
| 1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....  | 3             |
| 2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u> .....  | 6             |
| 2.1 <u>ASPECTOS GENERALES</u> .....   | 6             |
| 2.2 <u>MORFOFISIOLOGIA</u> .....  | 6             |
| 2.3 <u>ADAPTACION A DIFERENTES AMBIENTES</u> .....  | 8             |
| 2.4 <u>PRODUCCION Y CALIDAD DE SEMILLA</u> .....  | 8             |
| 2.5 <u>FACTORES QUE INCIDEN EN LA PRODUCCION DE SEMILLA</u> .....                                     | 10            |
| 2.5.1 <u>Factores de manejo</u> .....   | 10            |
| 2.5.1.1 <u>Fertilización nitrogenada e incidencia en los componentes de rendimiento</u> .....         | 10            |
| 2.5.1.1.1 <u>Momento de aplicación</u> .....  | 11            |
| 2.5.1.1.2 <u>Niveles de fertilización</u> .....   | 14            |
| 2.5.1.1.3 <u>Fuentes de nitrógeno</u> .....   | 15            |
| 2.5.1.1.4 <u>Método de aplicación</u> .....   | 17            |
| 2.5.1.2 <u>Defoliación del semillero y manejo de restos secos</u> .....                               | 17            |
| 2.5.2 <u>Factores ambientales</u> .....   | 21            |
| 2.5.3 <u>Aspectos genéticos</u> .....   | 22            |
| 2.6. <u>SITUACION ACTUAL EN EL URUGUAY</u> .....  | 23            |
| 3. <u>MATERIALES Y METODOS</u> .....  | 25            |
| 4. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u> .....  | 28            |
| 4.1 <u>RESPUESTA EN LA EVOLUCION DE PRODUCCION Y PORCENTAJE DE NITROGENO DE LA MATERIA SECA</u> ..... | 28            |
| 4.1.1 <u>Evolución de la producción de materia seca</u> .....   | 28            |
| 4.1.2 <u>Evolución del porcentaje de nitrógeno</u> .....  | 31            |
| 4.1.3 <u>Absorción de nitrógeno (kg/há)</u> .....   | 33            |
| 4.1.4 <u>Porcentaje de nitrógeno recuperado</u> .....   | 34            |
| 4.2 <u>COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y PRODUCCION DE SEMILLA</u> .....                                   | 35            |
| 4.2.1 <u>Número de panojas</u> .....  | 35            |
| 4.2.2 <u>Número de espiguillas por panoja</u> .....   | 38            |
| 4.2.3 <u>Número de granos por panoja</u> .....  | 39            |
| 4.2.4 <u>Peso de 1000 granos</u> .....  | 39            |
| 4.2.5 <u>Rendimiento limpio</u> .....   | 41            |
| 4.3 <u>CALIDAD DE SEMILLA</u> .....   | 43            |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 4.3.1 | <u>Porcentaje de vanas</u> .....                  | 43 |
| 4.3.2 | <u>Porcentaje de germinación</u> .....            | 44 |
| 4.3.3 | <u>Porcentaje de nitrógeno en semilla</u> .....   | 45 |
| 4.3.4 | <u>Peso de plántulas</u> .....                    | 46 |
| 4.4   | <b>CALIDAD DEL RASTROJO</b> .....                 | 46 |
| 4.4.1 | <u>Fibra Detergente Acido</u> .....               | 46 |
| 4.4.2 | <u>Porcentaje de nitrógeno del rastrojo</u> ..... | 46 |
| 5.    | <b><u>CONCLUSIONES</u></b> .....                  | 48 |
| 6.    | <b><u>RESUMEN</u></b> .....                       | 51 |
| 7.    | <b><u>SUMMARY</u></b> .....                       | 53 |
| 8.    | <b><u>BIBLIOGRAFIA</u></b> .....                  | 55 |
| 9.    | <b><u>APENDICE</u></b> .....                      | 58 |

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.

| Cuadro N°  | Página |
|--|--------|
| 1. Contribución al rendimiento de semilla de festuca arundinacea Según la edad de los macollos.....                | 7      |
| 2. Efecto del nitrógeno en los rendimientos de semilla para Festuca arundinácea (kg/há).....                       | 10     |
| 3. Correlaciones con el n° de panojas por m <sup>2</sup> .....   | 37     |
| 4. Correlaciones con el peso de grano.....   | 41     |
| 5. Componentes de rendimiento y producción de semilla.....   | 41     |
| 6. Correlaciones con el porcentaje de germinación.....   | 45     |
| <br>   |        |
| Figura N°  |        |
| 1. Evolución del crecimiento de materia seca para distintas fuentes.....   | 28     |
| 2. Evolución de las tasas de crecimiento para distintas fuentes y método de aplicación.....                        | 28     |
| 3. Evolución del crecimiento de materia seca según método de aplicación.....                                       | 29     |
| 4. Evolución de la materia seca reproductiva según método de aplicación.....                                       | 30     |
| 5. Evolución del porcentaje de nitrógeno total según niveles de nitrógeno agregado.....                            | 31     |
| 6. Evolución del porcentaje de nitrógeno en las estructuras reproductivas según niveles de nitrógeno agregado..... | 32     |

| Gráfica N°   | Página |
|--|--------|
| 7. Kg N/há totales en el tiempo según fuentes y método de aplicación.....                                | 33     |
| 8. Evolución de los kg N/há totales para niveles crecientes de fertilizante.....                         | 33     |
| 9. Respuesta del porcentaje de nitrógeno recuperado a los niveles de nitrógeno agregado.....             | 34     |
| 10. Número de panojas/0.1m <sup>2</sup> según diferentes niveles de urea o nitrato.....                  | 35     |
| 11. Porcentaje de fertilidad de macollos para diferentes niveles y método de aplicación.....             | 36     |
| 12. Número de espiguillas/panoja según diferentes niveles de urea o nitrato.....                         | 39     |
| 13. Peso de 1000 semillas según fuentes, dosis y método de aplicación .....                              | 40     |
| 14. Rendimiento limpio (kg/há) para diferentes fuentes, niveles y método de aplicación .....             | 43     |
| 15. Porcentaje de semillas vanas según fuentes, dosis y método de aplicación.....                        | 44     |
| 16. Respuesta del porcentaje de nitrógeno en la semilla a niveles crecientes de nitrógeno agregado.....  | 45     |
| 17. Respuesta del porcentaje de nitrógeno en el rastrojo a niveles crecientes de nitrógeno agregado..... | 47     |

## 1. INTRODUCCIÓN

En una economía como la uruguaya, que insinúa un desempeño destacable en la región e incluso a nivel internacional, el sector agropecuario juega un papel preponderante. A su vez, dentro del mismo, la producción de carne se ha transformado en el más importante aporte a ese crecimiento. (Peyrou, et al, 1997)

Sin duda que gran parte de la explicación del crecimiento de la producción y productividad en el sector pecuario, radica en el aumento de la inversión en pasturas, con el objetivo de incrementar tanto cantidad como calidad de las mismas. En este sentido, la inversión en pasturas en 1997 marcó un récord al llegar a superar el millón de hectáreas si se incluyen los cultivos anuales, lo que representa un 14% de aumento respecto al año anterior y 127% respecto al promedio entre 1981 y 1992. Así, la superficie total de mejoramientos permanentes ascendió a 2.2 millones de hectáreas, lo que representa un 14.2% del área ganadera del país.

Por otra parte, una encuesta realizada por OPYPA, dirigida exclusivamente a productores pecuarios en el ejercicio 96/97, se determinó que el 70% de los encuestados realizó mejoramientos forrajeros en ese ejercicio, y más de la mitad de los mismos declaró que sembraría una mayor superficie que en el ejercicio anterior. (Picerno, 1997)

Como consecuencia de todo lo anterior, se resalta la importancia que está teniendo la producción de semillas de especies forrajeras en el Uruguay, debido a la creciente demanda del mercado interno.

En la producción de semilla fina de nuestro país, coexisten dos tipos de productores: el semillerista comercial, productor que tiene por finalidad primaria la obtención y comercialización de semilla, generalmente de calidad certificada o comercial con identificación varietal, y el productor agropecuario dedicado a actividades no semilleristas. Este último frente a la eventualidad de un buen precio de la semilla, un exceso en la producción de forraje, o de una variación del precio del producto alternativo, decide volcar al mercado su excedente de producción semillera generando un aumento coyuntural u ocasional en la oferta con semilla de calidad comercial, que cumple o no con los requisitos de calidad física y de identidad varietal. (Pureza física o valor cultural) (Molla, 1997)

Con la creación de INASE (Instituto Nacional de Semillas) y con el sistema de protección intelectual (derechos de propiedad) de las variedades, permitiendo la aparición de variedades protegidas, todo esto complementado con un régimen legal acorde, permite otorgar credibilidad y seriedad al subsector semillerista uruguayo. (Molla, 1997)

Por todo esto, se ve una tendencia a que el productor se vaya especializando, ya que la única forma de competir con los precios de los mercados externos es mediante la obtención de altos rendimientos y buena calidad del producto; para ello se requiere la generación y difusión de técnicas y medidas de manejo que logren los objetivos propuestos. De esta forma, además de asegurar el autoabastecimiento es posible pensar en la exportación de volúmenes importantes de semilla de especies forrajeras .

En el contexto de la producción intensiva de forraje, la incorporación de gramíneas perennes invernales como *Festuca arundinacea*, dada su plasticidad a diferentes manejos y mezclas con leguminosas, no solamente incrementa la producción anual de forraje sino que además introduce un factor de estabilidad en la evolución productiva de las mismas. (Carámbula, 1977)

Considerando los aspectos antes mencionados junto a la rentabilidad de la producción de semilla fina y su impacto en la economía del establecimiento, la posibilidad de incrementar los rendimientos de semilla de especies como festuca, tendrá un impacto importante en la economía de la empresa.

Las principales medidas de manejo realizadas comúnmente por los productores semilleros son el pastoreo y la fertilización. Conocer en detalle la fisiología de cada especie y su interacción con estas dos medidas de manejo, resulta básico para mejorar la eficiencia en la producción.

El nitrógeno es el nutriente clave para las gramíneas y la fertilización debe ser realizada de forma tal de obtener un buen balance entre el desarrollo vegetativo y reproductivo. Así, fertilizaciones de otoño favorecen un mayor número de macollos y permiten una buena supervivencia de los mismos en el invierno. En tanto que la fertilización de primavera provee nutrientes para el desarrollo de macollos fértiles lográndose un mayor rendimiento por inflorescencia.

Por otra parte, la favorable relación actual de precios teniendo en cuenta la disminución del precio de la urea y un alto precio de la semilla de especies forrajeras y de la carne, estimula a los productores a lograr mayores producciones de forraje y semilla mediante la aplicación de este nutriente. A su vez, es importante conocer la eficiencia de utilización que realiza el cultivo de diferentes fuentes nitrogenadas como son urea y nitrato de amonio; este último a pesar de tener un mayor precio, es en términos teóricos absorbida más rápidamente por la planta y se encuentra sujeta a menores pérdidas por volatilización.

Por consiguiente, el presente trabajo realizado sobre un semillero de *Festuca arundinacea* Schreb. cv. Tacuabé, tiene el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de nitrógeno en primavera en el rendimiento de semilla limpia a través de dos fuentes y varios niveles, combinando algunos de ellos con formas de aplicación de las fuentes que podrían mejorar la asimilación por parte del cultivo y prevenir pérdidas por volatilización. Se evaluó el efecto de la fertilización sobre la calidad de la semilla y el forraje, en este último durante el período comprendido entre fines de invierno hasta la cosecha. El rastrojo de un semillero de festuca constituye un problema debido a la abundancia de forraje de mala calidad que es necesario remover. Por lo tanto es de interés conocer si existe algún efecto de la fertilización sobre la calidad de este forraje que mejore su utilización posterior a la cosecha.

Las determinaciones de los efectos de fuentes, niveles y método de aplicación se analizaron a nivel de los principales componentes de la producción de semilla, para permitir determinar si las variables experimentales tuvieron mayor efecto sobre alguno de los componentes en particular. También se evaluó la importancia y relación del contenido de

**nitrógeno en el cultivo y su posterior partición en la parte vegetativa y reproductiva para la producción de semilla.**

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Aspectos generales

Las gramíneas aportan el mayor volumen de forraje para la producción ganadera. La disponibilidad de nitrógeno como nutriente, en ausencia de otros factores limitantes, es lo más importante para maximizar la producción de éstas.

La Festuca es una gramínea perenne invernal perteneciente a la tribu Poeae (Festúceas), que actualmente en el Uruguay es la gramínea perenne más utilizada dada su gran adaptación a diferentes ambientes; utilizándose generalmente en mezclas con leguminosas con lo que se logra elevar su valor nutritivo (Carámbula, 1977).

La implantación de esta gramínea es muy lenta dado que sus plántulas son muy poco vigorosas. Como consecuencia es fácilmente dominada por especies anuales de crecimiento rápido (Cowan, 1956; citado por Carámbula, 1977). Por esta razón, debe manejarse con mucho criterio, si no se quiere correr el riesgo de perderla por competencia, ya sea de malezas o de especies forrajeras de buen vigor inicial. Es una de las especies que sufre más en siembras consociadas con cereales, pero la siembra en líneas alternas o cruzadas respecto al cereal solucionan este aspecto. Dada la baja producción de semilla del primer año la siembra asociada es una práctica conveniente desde el punto de vista económico.

Debido a la similitud entre las semillas de Festuca y Raigras (*Lolium*) y las dificultades para separar ambas semillas mecánicamente, al instalar un semillero de Festuca se debe realizar sobre chacras libres de Raigras o efectuar medidas de control tendientes a minimizar la presencia del mismo (Carámbula, 1977).

### 2.2 Morfofisiología.

La Festuca se caracteriza por producir forraje temprano en el otoño y fines del invierno. Su sistema radicular es fibroso, profundo y extendido lo que le permite sobrevivir veranos que no sean excesivamente secos. Presenta macollas rollizas o poco comprimidas, vaina glabra y lámina verde oscura, brillante en el haz y numerosas nervaduras en el envés. La ligula es coroniforme de 0.5 a 1 mm de alto y las aurículas de 0.5 a 2 mm. La inflorescencia es una panoja laxa en la que cada espiguilla tiene de 3 a 10 flores (Carámbula, 1977).

La semilla se puede llegar a diferenciar de la del Raigras en que generalmente no tiene arista, color más pardo y la característica más importante es la forma; teniendo la Festuca una forma más estilizada mientras que la de Raigras suele tener las puntas truncas por lo que los bordes son más paralelos (Com. Pers. Dominzain).

No tiene latencia estival y los rizomas son cortos, por lo que no tiene capacidad para acumular muchas reservas. Presenta una alta área foliar remanente luego de las defoliaciones que le permite recuperarse.

La Festuca al igual que otras gramíneas perennes invernales deben pasar por el proceso de vernalización para lograr florecer en la época adecuada. Una vez cubiertos los requerimientos de bajas temperaturas y días cortos, al alargarse éstos, si la planta logró un buen desarrollo en el otoño y tiene suficientes carbohidratos, responderá a dichos estímulos pasando al estado reproductivo. (Nordestgaard y Andersen, 1991)

Formoso (1995), comparando Festuca cv. Tacuabé con Dactylis y Falaris, encontró que la Festuca fue el material con menores requerimientos fotoperiódicos; presentando a fines de julio más del 50% de las macollas vigorosas diferenciadas y a fines de agosto prácticamente la totalidad de las mismas completaron el proceso.

A principios de agosto se produce la elongación de los entrenudos que hasta entonces se encuentran a nivel del suelo. Este evento marca el momento en que se debe cerrar el semillero ya que de lo contrario se perderían muchas macollas reproductivas por decapitación. La cosecha de la semilla se realiza a mediados de noviembre. Es muy importante realizar un manejo muy cuidadoso en el verano, ya que el efecto nocivo de la defoliación estival es máximo cuando los cultivos de Festuca no son defoliados en primavera, tal como sucede forzosamente con los semilleros de esta especie. (Carámbula, 1981)

Formoso (1995), menciona que las macollas originadas en el período marzo – junio fueron las que determinaron mayoritariamente los rendimientos de semilla de las gramíneas perennes. También encontró para Festuca cv. Tacuabé que el 35% de las macollas de cada planta medidas a fines de octubre eran reproductivas.

Al respecto, Elizondo (1969), obtuvo los resultados que se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N°1 Contribución al rendimiento de semilla de Festuca arundinacea según edad de las macollas

| Mes de origen de la macolla | % del total del rendimiento |
|-----------------------------|-----------------------------|
| Mayo                        | 54.3                        |
| Junio                       | 25.1                        |
| Julio                       | 19.6                        |
| Agosto                      | 1.0                         |
| Setiembre                   | 0                           |

Fuente: "Producción de semillas de plantas forrajeras" (Carámbula,1981)

En gramíneas perennes, las inflorescencias provienen de macollos de muy diversas edades, determinándose así un alto rango de rendimiento entre inflorescencias. En las

inflorescencias que aparecen más tardíamente, porcentualmente un mayor número de flores se traducen en semilla, de todos modos el rendimiento por inflorescencia es mayor en las que aparecen antes. (Marshall, 1984)

Respecto al aporte de fotoasimilados, la hoja bandera e inferiores contribuyen para el crecimiento del vástago pero no para el crecimiento de la semilla, el cual se produce y es más que suficiente, con los aportes de la propia inflorescencia. (Colvill y Marshall, 1984)

### 2.3 Adaptación a diferentes ambientes.

Es una de las gramíneas más importantes en las pasturas mezcla (gramíneas y leguminosas) sembradas en el Uruguay por su gran capacidad de adaptación a diferentes ambientes. Crece en un rango de pH muy amplio (entre 4.5 y 9.5), siendo la especie más plástica en este sentido. Prefiere suelos húmedos, fértiles y mas bien arcillosos. (Carámbula, 1977)

El mismo autor menciona que si dispone de humedad y nitrógeno se mantiene verde todo el año. En un ambiente con poco nitrógeno su comportamiento cambia radicalmente, quedando de color amarillento, el rebrote es muy lento y baja su apetecibilidad.

Por su extenso sistema radicular se comporta bien en suelos con drenaje pobre o inundables. La persistencia de la Festuca va a depender de las posibilidades que esta tenga para lograr un buen desarrollo radicular en la primera primavera después de su siembra para atravesar el primer verano. (Carámbula, 1977)

Por su parte Hartley (1954); citado por Buckner (1979), menciona que la distribución de la tribu Festuceae a nivel mundial está mayormente controlado por las temperaturas medias del invierno. Encontró que la mayor abundancia se da en aquellos puntos donde la temperatura media en el mes más frío (julio para el hemisferio sur) se encuentra en el entorno a los 10°C y en menor medida también se encuentra influenciada por la cantidad de precipitaciones ocurridas. Por lo tanto según lo mencionado por Hartley, el Uruguay se encontraría dentro de la zona apta para la producción de esta especie.

### 2.4 Producción y calidad de semilla.

La meta para la producción de semilla es manejar el cultivo de tal modo que en el otoño exista el número máximo de tallos con las condiciones óptimas para que respondan a la vernalización. En este sentido, muy pocos tallos vegetativos provocará bajos rendimientos y un número muy elevado provocarán una alta competencia entre ellos por lo que muchos serán muy pequeños para inducirse al estado reproductivo (Nordestgaard y Andersen, 1991). Es por esto que densidades bajas de siembra (4-5 kg/há) promueven plantas vigorosas, con muchas macollas capaces de lograr un adecuado equilibrio entre cantidad de tallos y competencia.

Los componentes de rendimiento del cultivo son : número de inflorescencias, semillas por inflorescencia y peso de mil semillas. El número de semillas por inflorescencia está determinado por el número de espiguillas por inflorescencia y flores por espiguilla.

Carámbula (1981), menciona que los rendimientos promedio de *Festuca* desde el segundo año pueden estimarse entre 150 y 250 kg de semilla limpia por hectárea. En semilleros bien manejados es posible elevar estas cifras considerablemente, hasta 400 – 500 kg /há. Sin embargo, en siembras tempranas con alta fertilización en el surco y en condiciones ambientales favorables para un gran macollaje otoño – invernal, es posible alcanzar rendimientos satisfactorios desde el primer año para cultivares tipo Tacuabé.

Muchos autores coinciden en que la brecha entre el rendimiento potencial y real de semilla se encuentran en el bajo número de flores por panoja que realmente producen semilla. Al respecto Lorenzetti (1993), menciona que el porcentaje de cuajado para esta especie se ubica en torno al 50%. El mismo autor encontró que el rendimiento efectivo de semilla sólo alcanza el 11% del potencial.

En un ensayo llevado a cabo por Hare y Rolston en 1990, encontraron que el número de flores por panoja se logró incrementar con fertilización nitrogenada en el momento que se da la elongación del tallo, a principios de setiembre.

Marshal (1985), destaca la importancia de cuidar los diferentes procesos de, antesis, polinización, fertilización, establecimiento y crecimiento de las semillas, para materializar un incremento en la relación número de semilla por número de flores.

El peso del grano es un factor importante de la calidad de la semilla ya que determina la disponibilidad de reservas que se traduce en la capacidad de germinación y vigor inicial. La información en su mayoría indica que este componente de rendimiento es poco modificable con medidas de manejo. (Hebblethwaite e Ivins, 1977 y Ong et al en 1978). En cambio Evans y Calder (1931); Mc Vican y Gibson (1951); Carámbula (1967) y Ene y Bean (1975); citados por Carámbula, (1981), indican que es posible encontrar respuesta en este factor con aplicaciones de nitrógeno en la primavera.

De acuerdo con Ene y Bean (1975), la aplicación de nitrógeno en la época de emergencia de la panoja o en antesis afecta favorablemente la calidad de semillas en *Lolium perenne*, ya que aumenta su contenido de nitrógeno y el peso seco de las plántulas a que dan origen. En este último aspecto Schweizer y Ries (1969); citados por Carámbula (1981), también observaron que las semillas que poseían contenidos más altos de nitrógeno daban origen a plántulas de mayor tamaño.

Confirmando lo observado por Davis y Edwards en *Dactylis glomerata*, no se han encontrado diferencias significativas en el poder germinativo de las semillas con diferentes niveles de nitrógeno. Esto fue corroborado por Carámbula (1964), para *Festuca arundinacea*.

En un ensayo llevado a cabo en *Festuca arundinacea*, se encontró que a medida que los rendimientos de semilla decrecían, las mismas tendían a presentar un mayor porcentaje de germinación. (Yang, et al, 1988)

Otro de los aspectos importantes a tener en cuenta para la producción y calidad de semilla es la ausencia de Raigrás (*Lolium spp*) ya que como se mencionó anteriormente su semilla es imposible de eliminar de los lotes de *Festuca*. Por lo tanto para lograr la mayor pureza física de un lote se busca que la chacra tenga el menor grado de infestación posible o en muchas situaciones se prefiere trabajar en suelos de baja fertilidad natural, donde las probabilidades de presencia de dicho género son más bajas y se recurre al uso de fertilizantes adecuados para llevar el suelo en cuestión al nivel exigido por la *Festuca* (Carámbula, 1981).

Una alternativa viable para disminuir la incidencia del Raigrás es el control químico, debiéndose realizar el mismo de forma adecuada para evitar daños al cultivo de interés. Otra herramienta es la rotación de cultivos siendo el girasol un cultivo que permite un control eficiente. También utilizar la competencia del cultivo para lo cual es importante la uniformidad del mismo.

## 2.5 Factores que inciden en la producción de semilla

### 2.5.1 Factores de manejo

Los factores o variables de manejo que se tuvieron en cuenta en el presente trabajo el cual se llevó a cabo en un semillero implantado hace seis años, fueron: la fertilización nitrogenada proveniente de diferentes fuentes y a diferentes niveles así como formas de aplicación. También se buscó comparar con la bibliografía consultada la respuesta del semillero a los diferentes momentos de aplicación.

#### 2.5.1.1 Fertilización nitrogenada e incidencia en los componentes de rendimiento.

Como ya se mencionó, Rolston (1985), junto a otros autores indican que si los demás factores no son limitantes el nitrógeno es el elemento determinante de la producción de semilla de las gramíneas. Al respecto, en el siguiente cuadro se muestra el efecto de diferentes niveles de dicho nutriente sobre el rendimiento de semilla.

Cuadro N° 2. Efectos del nitrógeno en los rendimientos de semilla para *Festuca arundinacea* (kg/há) Carámbula ,(1973)

| Dosis de N (kg/há) | 1971 | 1972 |
|--------------------|------|------|
| 0                  | 99   | 94   |
| 60                 | 202  | 354  |
| 120                | 307  | 467  |
| 180                | 331  | 519  |
| 240                | 343  | 460  |

Una limitante interna de la planta además de la vernalización para la producción de semilla es la disponibilidad de carbohidratos, ya que existe una competencia entre crecimiento vegetativo y reproductivo, por lo tanto el nitrógeno debe ser suministrado para estimular la vernalización de los tallos pero no en el caso que favorezca el desarrollo vegetativo si la población de macollos ya es buena (Anton Nordestgaard y Sigurd Andersen, 1991).

El aumento de la disponibilidad del nitrógeno también determina una mayor precocidad en el desarrollo de las inflorescencias y un aumento en el crecimiento de las macollas reproductivas. Este último efecto determina que las alturas medias de los meristemas apicales de las macollas en fase reproductiva tiendan a ser superiores cuando se las compara con aquellas provenientes de situaciones con menores disponibilidades de nitrógeno (Formoso, 1995).

#### 2.5.1.1.1 Momento de aplicación

La aplicación otoñal de nitrógeno tuvo un efecto positivo en la población de panojas por metro cuadrado y a su vez dio un menor rendimiento de semilla por panoja (Nordestgaard, 1985).

El mismo autor en 1980 y Hill y Blackstock en 1983 mencionan que los efectos de la aplicación de nitrógeno en otoño en semilleros establecidos depende de cada especie. En general los rendimientos de semilla son incrementados en especies de floración temprana como *Festuca rubra*, *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata*.

Meijer (1989); citado por Minetti (1995), menciona que un corte o pastoreo en otoño seguido de una aplicación de nitrógeno puede tener un efecto positivo en el número de macollas reproductivas, debido a una mejor sobrevivencia de éstas durante el invierno. Estos resultados coinciden con los expresados por Lemaire (1992), en *Festuca arundinacea*.

Bean (1978), menciona que la fertilización nitrogenada de otoño es una práctica común en semilleros de mucha edad que se cosechan todos los años. También encontró que parcelas que no tuvieron nitrógeno en otoño mostraron síntomas de deficiencia en el invierno y primavera temprana, pero de todos modos no fue lo suficientemente severo para provocar disminuciones de rendimiento.

Nordestgaard y Andersen (1991), encontraron que la aplicación en otoño no debe ser tan temprana como para favorecer el macollaje, sino más tardía cuando las temperaturas sean bajas, pero antes que se dé la vernalización, por lo que el nitrógeno será utilizado para favorecer el crecimiento de los tallos posibles a ser vernalizados en el otoño tardío o primavera temprana. Para nuestras condiciones la fertilización de otoño tiene un efecto adicional que es la mayor producción de forraje y calidad permitiendo una mayor producción de carne.

Nordestgaard (1985), estudiando los efectos de la aplicación de nitrógeno en diferentes momentos sobre *Festuca rubra*, *Festuca pratensis* y *Dactylis glomerata*, encontró que:

\* Aplicaciones en la primavera tardía provocaron una disminución de panojas por metro cuadrado y disminución del rendimiento en *Festuca rubra* y *Dactylis glomerata*; a pesar de que provocó también un aumento del peso de semilla y número de granos por panoja. También se manifestó en una mayor pérdida de semilla por desgrane.

\* En *Festuca pratensis* la aplicación tardía de primavera causó una disminución significativa del rendimiento si no se había aplicado antes en el otoño; esto no sucedió si se aplicaba sólo en otoño.

\* En *Festuca rubra* y *pratensis*, la combinación de 50 unidades de nitrógeno en otoño y primavera respectivamente, produjo mayor rendimiento que cuando se aplicaron 100 unidades sólo en primavera; la diferencia se incrementó al atrasarse la aplicación de primavera. Esto se explicó ya que en el primer caso no se modificó el peso de semilla y tuvo menos semilla por panoja, pero un mayor número de panojas por metro cuadrado.

\* Cuanto más tardía fue la fertilización primaveral, mayor fue el efecto positivo de la aplicación otoñal.

Aplicaciones tardías después de la floración puede aumentar el peso de granos pero también incrementa el riesgo de caída de los mismos y provoca un indeseable crecimiento de los tallos vegetativos (Nordestgaard y Andersen, 1991). También encontraron que un mayor número de tallos fértiles se obtiene cuando se fertiliza en la primavera temprana.

A nivel nacional, Formoso (1995), menciona que las tasas máximas de alargamiento de entrenudos para *Festuca cv. Tacuabé* ocurren entre la segunda quincena de setiembre y la primera de octubre; con el objetivo de no deprimir los rendimientos de semilla por inflorescencia, en estos períodos debe asegurarse que el nitrógeno no sea limitante.

Lewis (1960); citado por Carámbula (1981), observó que la longitud de las inflorescencias aumentaba cuando se aplicaba nitrógeno aún un mes después de iniciado el cambio del meristemo apical de vegetativo a reproductivo, pero una vez que éstas emergían, no había respuestas al agregado del nutriente.

Otro de los componentes favorecidos por el nitrógeno fue el porcentaje de flores fértiles de las inflorescencias. Ryle (1966); citado por Carámbula (1981), expresa que el nitrógeno parece aumentar el porcentaje de cuajado de las semillas.

Para *Dactylis LE Oberón* en ensayos llevados a cabo en tres años, en semilleros que no se pastorearon se encontró que en general la eficiencia de la fertilización únicamente de primavera era mayor que cuando también se agregó nitrógeno en otoño y/o invierno. Los autores recomiendan dos alternativas para realizar la fertilización de primavera: una sólo dosis previo a la elongación a fines de setiembre ó fraccionado media dosis a principio de setiembre y la otra mitad a fines de setiembre, principios de octubre (García y Real, 1994). No obstante la interacción entre la fertilización de otoño y primavera es negativa, en condiciones de pastoreo la aplicación de otoño podría ser conveniente así como el fraccionamiento del de primavera.

Sin embargo para *Festuca*, aplicaciones fraccionadas de nitrógeno en primavera dieron un gran rebrote vegetativo y produjo una disminución de los rendimientos de semilla (Meijer y Vreeke, 1989).

Carámbula (1972), trabajando en *falaris* encontró que el aumento dado por el nitrógeno en el tamaño de las inflorescencias y en el peso de 1000 semillas explicaba sólo en parte el mayor rendimiento por tallo fértil, por lo que sugiere que el nutriente elevó además el número de flores por unidad lineal de inflorescencia, la fertilidad de las mismas o promovió ambos componentes a la vez.

Se ha comprobado en forma reiterada que la fertilización nitrogenada incrementa el peso de las semillas. En este sentido Mc Vicar y Gibson (1951), observaron en *Dactylis glomerata* que 80kg de nitrógeno por hectárea aumentaron aproximadamente un 35% el peso individual de las semillas y Carámbula (1967), en *Festuca arundinacea* logró incrementos de hasta 29%. Sin embargo, el momento de aplicación parece jugar un rol muy importante sobre los efectos del nitrógeno en este parámetro. Normalmente las aplicaciones primaverales son más efectivas para aumentar el peso de 1000 semillas que las otoñales (Lambert y Thurston, 1952; Lambert, 1956 y Carámbula, 1967; citados por Carámbula, 1981).

En primavera temprana, antes de la elongación, puede aumentar el número de panojas (Langer, 1980), a mediados de primavera (en la elongación) puede aumentar la densidad de flores mediante un aumento de las flores por inflorescencia (Brown, 1981), mientras que nitrógeno en primavera tardía puede incrementar el peso de la semilla (Griffiths et al, 1973; citados por Rolston et al; 1985)

Hare, et al (1990), encontraron que aplicaciones de nitrógeno en el momento de la elongación del tallo provocaban aumentos significativos de rendimiento. Si la población de macollos era buena, aplicaciones sólo en primavera no mostraban diferencias respecto a fraccionar las aplicaciones en otoño y primavera.

Por su parte Hare y Rolston (1990), no encontraron respuesta al fraccionar la aplicación de nitrógeno en 40 unidades en otoño y 40 en primavera respecto a 80 unidades en primavera. También encontraron que la respuesta para aumentar los rendimientos estuvo mayormente asociada a aumentar el número de espiguillas y de flores; mientras que el número de inflorescencias no difirió en ambos años, lo cual podría explicar el mayor efecto de la fertilización de primavera.

En el periodo de tres años para *Festuca arundinacea* con aplicaciones de 120, 180 o 240 kg N/há, los menores rendimientos se encontraron cuando la menor dosis se aplicaba sólo en la primavera temprana y el mayor rendimiento se encontró con la mayor dosis y repartida en tres momentos (otoño, primavera temprana y elongación) (Park, et al, 1988).

Aunque de todos los trabajos antes mencionados no se logra sacar conclusiones claras es importante decir que la gran mayoría de los ensayos realizados, tanto en el exterior como a nivel nacional no se evalúan en situación de pastoreo, por lo que no se tiene en cuenta el efecto

positivo que tiene la fertilización de otoño en la producción de forraje, en la calidad del mismo y por lo tanto en la producción de carne que se pueda lograr.

#### 2.5.1.1.2 Niveles de fertilización

Martin y Matocha (1973); citados por Buckner (1979), encontraron que niveles de nitrógeno menores a 2.5% en planta son deficientes para un buen crecimiento de la Festuca en estado vegetativo cuando se cosechaba en un intervalo de 5-6 semanas. Se sugiere que el contenido crítico para Festuca en esta situación es de 2.8 a 3.4% y los niveles adecuados serían entre 3.4 y 3.8%.

Los mismos autores mencionan que el contenido de nitrógeno del forraje puede ser menor a 1.5% en estado de madurez y mayor a 5% cuando se encuentra en estado inmaduro y sometida a frecuentes y altas fertilizaciones. Al respecto no se encontraron datos nacionales para la comparación de los resultados antes mencionados.

Para Hampton et al (1983), la cantidad de nitrógeno tomada por el cultivo es 50 a 80 kg N/há , para cultivos que producen 5000 a 10000 kg de M.S./há.

Hare y Rolston (1990), en su ensayo realizado durante dos años consecutivos encontraron que los mayores rendimientos en semilla se alcanzaron con 80 y 120 unidades de nitrógeno por hectárea respectivamente.

Para semilleros de Festuca y raigras perenne con aportes de entre 80 y 120 unidades de nitrógeno por hectárea se maximizan los rendimientos de semilla y no se encuentran diferencias en la respuesta según la edad de los semilleros, comparando de 6 y 7 años o más jóvenes (Hampton et al, 1983). Hare y Rolston (1990), concuerdan con lo anterior y sugieren que debería ser estudiado más detalladamente en futuras investigaciones.

Formoso (1994), menciona que la Festuca presenta una respuesta lineal en producción de semilla hasta 100 kg de nitrógeno por hectárea y la estrategia de fertilización en una sola dosis en setiembre, previa al alargamiento de los entrenudos es más eficiente que el fraccionamiento del mismo.

Por encima de 130 kg N/há equivalentes a 280 kg de urea generalmente no hay respuestas significativas en rendimiento de semilla porque aumenta el aborto como consecuencia de la mayor competencia por asimilados con los otros macollos (Rolston, et al, 1985).

Hill y Blackstock (1983), en suelos pobres en nitrógeno, encontraron que 50 kg en el otoño y 50 kg a mediados de primavera produjeron los mejores rendimientos en semilleros de dos y tres años. Para Nordestgaard (1985), la mejor combinación para rendimiento de semilla, fueron 50 kg en otoño y primavera respectivamente, para Festuca rubra y Festuca pratense.

Por otra parte, para *P. pratensis* y *Festuca rubra* se encontró que el óptimo económico para producción de semilla fue de 110 y 84 kg N/há en primavera respectivamente, y estos rendimientos se incrementaban cuando en el otoño se agregaban 60 y 30 kg N/há. (Meijer y Vreeke, 1989). Estos aumentos de rendimiento fueron explicados por un aumento en el número de inflorescencias, más que por un aumento del peso de semillas por inflorescencia.

Carámbula (1981), menciona que si el cultivo había sido fertilizado previamente en otoño, debido a baja densidad y poco vigor, bastará con agregar en primavera 40 a 60 unidades de nitrógeno por hectárea, pero si se trata de la única aplicación anual, se recomienda utilizar entre 80 y 100 unidades. Esta situación es probablemente la más generalizada.

Aplicaciones de 150 kg N/há fraccionado en tres momentos para *Festuca arundinacea*, produjeron un marcado aumento en el número de tallos reproductivos, el largo de las panojas, peso de 1000 semillas y rendimientos de semilla. (Shingareva, 1986)

Uliszewski y Proczuk (1985), encontraron que para *Festuca arundinacea* los mayores rendimientos se obtenían con cuatro aplicaciones de 60 kgN/há a lo largo del año.

En muchos casos dar con las dosis apropiadas para incrementar el peso de las semillas, parece ser muy importante. Así Milian (1973); citado por Carámbula (1981), constató en *Festuca arundinacea* que este nutriente afectaba en forma positiva el peso de 1000 semillas a dosis bajas y medias pero es negativa a dosis altas (por encima de 120 unidades de N).

Carámbula (1977), menciona que la respuesta al nitrógeno por parte de las gramíneas es dependiente del contenido de humedad del suelo. Al respecto, Colman (1972), observó que en gramíneas expuestas a tres niveles de humedad: alto, medio y bajo, el porcentaje de nitrógeno recuperado del fertilizante en la parte aérea fue de 75.6; 24.6 y 4.7 respectivamente.

Buckner (1979), menciona que cuando la *Festuca* se utiliza con doble propósito, producción de forraje y semilla, determinar la cantidad adecuada de nitrógeno a agregar para un buen rendimiento de esta última es más difícil.

En resumen, parece no haber respuesta a niveles superiores a 120 unidades de nitrógeno agregado; en cuanto a la cantidad adecuada a agregar en la primavera, parecería estar condicionada a si hubo una aplicación previa en el otoño y esta última dependería del estado del cultivo (número, tamaño y uniformidad de macollos) y si es un cultivo que se pastorea o no.

#### 2.5.1.1.3 Fuentes de nitrógeno

En seis ensayos realizados en 1997 buscando evaluar fuentes de nitrógeno (urea y nitrato de amonio) para un cultivo de trigo realizado en siembra directa, no se encontraron diferencias en rendimientos entre las distintas fuentes. Esto indicaría que las pérdidas de urea por volatilización de amonio fueron de poca significación en las condiciones de estos sitios/año (Bordoli, 1998). Tampoco se encontraron diferencias en rendimiento cuando la urea fue aplicada al voleo o incorporada con una sembradora.

Por otro lado, Ernst (1996), en un ensayo realizado en trigo en la EEMAC (Paysandú), buscando evaluar nitrato de amonio y urea, encontró que en las condiciones en que se realizó dicho ensayo fue mejor fuente de nitrógeno el nitrato de amonio para los momentos y dosis evaluadas. En dicho estudio también se encontró que cuando la disponibilidad de nitrógeno del suelo era menor a 10 ppm N-NO<sub>3</sub>, el uso de fuentes nítricas aparece como una opción promisorio a seguir evaluando, más por el rápido incremento en la disponibilidad de N-NO<sub>3</sub>, que por las posibilidades de pérdidas por volatilización a partir de la urea.

Murdock y Frye (1985), evaluando urea y nitrato de amonio como dos fuentes de nitrógeno, en un ensayo de fertilizaciones de octubre a marzo en Estados Unidos, encontraron que el nitrato de amonio siempre dio mayor rendimiento de noviembre en adelante (condiciones de mayores temperaturas y fotoperíodo), mientras que de setiembre a principios de noviembre (mayor humedad), no encontraron diferencias. En cuatro años de observaciones, concluye que la efectividad de la urea para la Festuca fue dependiente del momento de aplicación.

Estos autores encontraron que las bajas respuestas a la urea se debieron a las pérdidas por volatilización del amoniaco. La respuesta relativa a la urea fue mayor cuando llovía un mínimo de 2.5 mm antes del tercer día luego de la aplicación. No se encontraron diferencias entre precipitaciones de 2.5 hasta 20 mm; y con estas condiciones, las pérdidas por volatilización fueron mínimas.

En otro experimento se encontró que las pérdidas de urea por volatilización cuando se aplicó sin incorporarlo mecánicamente fueron muy pequeñas si ocurrían precipitaciones de por lo menos 10 mm dentro de los tres días de aplicado (Fox y Hoffman, 1981; citados por Murdock, 1985). Las pérdidas pueden ser mayores a 30% si no se dan precipitaciones en los seis días después de aplicado.

El factor más importante para evitar pérdidas parece ser el tiempo en que se da una precipitación después de la aplicación, más que la cantidad de precipitación. El efecto del agua sería incorporar la urea al suelo para que la hidrólisis ocurra debajo de la superficie para disminuir las pérdidas por volatilización del amoniaco.

Stillwell y Woodmansee (1981); citados por Murdock y Frye (1985), encontraron que en presencia de la ureasa y una adecuada humedad y temperatura del suelo, la hidrólisis de la urea se completaba en cuatro días.

Un factor que provoca importantes pérdidas, es una leve precipitación previa a la aplicación de la urea seguido de tiempo seco, habiéndose medido una pérdida de 42% en 14 días (Catchpole, 1983; citado por Murdock y Frye, 1985)

Apoyando lo anterior, Chao y Kroontje (1964); citados por Murdock y Frye (1985), sostienen que las pérdidas de agua por evaporación son necesarias para que se dé la pérdida por volatilización de amoniaco.

Chin y Kroontje (1963), Fenn y Escarzaga (1976), Fox y Hoffman (1981), Terma (1979) y Catchpoole (1983); citados por Murdock (1985), encontraron que la volatilización del amoníaco en superficie depende de muchos factores durante la hidrólisis como: alta temperatura del suelo y aire, alto pH, movimiento del aire, tiempo seco y suelo secándose; pero lo más importante es la temperatura y el contenido de agua del suelo.

En este sentido, Morón, et al (1996), explican que en el caso de aplicar un fertilizante nitrogenado como la urea en cobertura, las mayores pérdidas de nitrógeno por volatilización se producen cuando la aplicación se realiza sobre un suelo húmedo que se seca rápidamente, y algo muy similar sucede en condiciones de alto rocío. Por otro lado, las pérdidas generalmente no son importantes en los casos en que el fertilizante se aplica sobre suelo húmedo y éste permanece húmedo, o sobre suelo seco y permanece seco. En el primer caso porque la humedad alcanza para que el amonio penetre en el suelo y sea convertido en nitratos, y en el segundo caso porque la humedad no sería suficiente para disolver el gránulo.

Por otra parte, Murdock (1985), evaluando la recuperación del nitrógeno aplicado como la diferencia entre kg de nitrógeno en el forraje de los tratamientos que fueron fertilizados menos el testigo, sobre los kg de nitrógeno aplicados por cien, (medida a las cuatro y diez semanas posteriores a la aplicación) encontró que variaba entre 55 y 14 %, estas eficiencias bajan con aplicaciones de verano. Comparando la urea y nitrato, para la primera la eficiencia de recuperación fue menor, siendo lo que recuperaba entre un 63 a un 90% de lo que recuperaba el cultivo fertilizado con nitrato.

#### 2.5.1.1.4 Método de aplicación.

Las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados al voleo están sometidos a varios procesos de pérdida los cuales implican menores eficiencias. Estos procesos son: volatilización del amoníaco de la urea (Murdock y Frye, 1985), inmovilización por parte del rastrojo dependiendo de la relación carbono/nitrógeno del mismo y pérdidas por lixiviación por flujos preferenciales; estos últimos resultan de una continuidad de macroporos por una no roturación del suelo (Bordoli, com.pers).

Salet, et al (1997); citado por Bordoli (1998), luego de varios experimentos realizados en Brasil concluyen que la importante inmovilización microbiana del fertilizante nitrogenado aplicado en cobertura fue la responsable de la menor disponibilidad de nitrógeno observado en cultivos en siembra directa y esto puede evitarse aplicando el fertilizante 3cm por debajo de la superficie del terreno. Este mismo manejo eliminaría las pérdidas por volatilización y evitaría las pérdidas por lixiviación por flujo preferencial.

#### 2.5.1.2 Defoliación del semillero y manejo de restos secos.

Los semilleros buscan elevar la rentabilidad de sus cultivos mediante la utilización mixta de semillero/pastura. No obstante deben recordar siempre que un pastoreo poco controlado puede ser muy pernicioso para la producción de semilla. Por eso, en muchos casos se puede

llegar a una combinación eficiente de defoliaciones y producción de semillas, sin olvidar jamás que los pastoreos o cortes sólo se realizarán básicamente como manejos de apoyo hacia semilleros más productivos (Carámbula, 1981).

Los semilleros presentan períodos en que la producción de forraje debe ser controlada siendo momentos claves: la eliminación de los restos correspondientes al rastrojo remanente luego de realizada la cosecha y el crecimiento excesivo durante el ciclo vegetativo; en este último caso para favorecer el macollaje y la vernalización.

El manejo de la defoliación debe ser cuidadoso en cuanto a no afectar el vigor de las plantas, y además en no provocar un ambiente heterogéneo dentro de la chacra por compactación, presencia de malezas y distribución de las deyecciones (Carámbula, 1981).

En cuanto a las defoliaciones de otoño, Roberts (1959), observó en *Festuca arundinacea* reducciones importantes en la producción de semilla, aunque Evans (1959), demostró con *Lolium perenne* que si dichas defoliaciones eran acompañadas con fertilizaciones adecuadas de nitrógeno, se lograba vigorizar el semillero mediante la aparición de nuevas macollas capaces de sobrevivir el invierno (Citados por Carámbula, 1981).

Sin embargo, Carámbula (1981), citando varios autores menciona que en la mayoría de los casos es posible afirmar que realizando defoliaciones prudentes en otoño, se puede obtener un número mayor de macollas fértiles (Evans, 1953) en *Dactylis glomerata* y *Phleum pratense*; un mayor macollaje y menor daño por heladas (Roberts, 1965) en *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata* y *Phleum pratense* y un mayor número de inflorescencias (Roberts, 1966) en cinco variedades de *Lolium perenne*.

El mismo autor, menciona que para semilleros de *Festuca* cuando se presentan las condiciones favorables del otoño (menores temperaturas y mayor disponibilidad de agua) y previo al rebrote, el semillero deberá recibir un corte bajo con rotativa con la finalidad de eliminar los restos secos del ciclo anterior y del verano. En los casos que se presente el cultivo debilitado, con una población inadecuada de plantas o que éstas muestren vigor pobre, situación que se produce generalmente en el primer otoño y/o si proviene de siembras asociadas, se efectuará un fertilización con 40 a 60 unidades de nitrógeno por hectárea.

En cuanto a defoliaciones de invierno, hay concordancia en resaltar el estímulo que tiene ésta en las gramíneas tanto sobre macollaje como en el número de tallos fértiles (Evans, 1950 y Lambert y Thurston, 1952 en *Dactylis glomerata* y Green y Evans, 1956 en *Dactylis glomerata* y *Festuca pratensis*; citados por Carámbula, 1981). Parecería que este estímulo se da ya que la remoción del área foliar facilita la incidencia de la luz así como también que se den temperaturas menores y un rango más amplio de las mismas a lo largo del día en los macollos que se encuentran en los estratos más bajos.

La falta de luz es aparentemente uno de los factores básicos que impide que los tallos vegetativos se transformen en reproductivos. Este efecto fue observado por Lambert (1968), quien constató que la competencia por luz puede ser la limitante mayor para la producción de semillas, fundamentalmente a través de una disminución en el número de inflorescencias.

*Festuca Tacuabé*, a fines de julio presentó más del 50% de las macollas vigorosas diferenciadas y a fines de agosto prácticamente la totalidad de las mismas completaron el proceso. La determinación del período de diferenciación floral, indica un lapso en el que se debe prestar especial atención al manejo del pastoreo y la nutrición de las plantas, especialmente la nitrogenada, a los efectos de no limitar el tamaño potencial de cada inflorescencia y en consecuencia no condicionar los rendimientos (Formoso, 1995).

Carámbula (1981), menciona que otras de las ventajas que se logra con la defoliación durante el desarrollo vegetativo especialmente a fines de invierno, es evitar los problemas que acarrea el acamado, como consecuencia de un desarrollo foliar excesivo. La eliminación de dicha masa vegetal, favorece posteriormente una mayor iluminación a nivel de las inflorescencias, una mejor polinización tanto por el viento como por los insectos y fundamentalmente una cosecha más fácil al eliminar el exceso de follaje que complica la trilla y la limpieza de la semilla.

A fines de julio, principios de agosto comienza la formación de las inflorescencias y el encañado. Este evento marca el momento que se debe cerrar el semillero (Carámbula, 1981).

Sin embargo, Formoso (1995), toma como altura crítica cuando los meristemas apicales sobrepasan los tres centímetros de altura y por lo tanto pueden ser cortados por pastoreos intensos, con la consiguiente disminución del número de inflorescencias por unidad de superficie; esto ocurre los diez primeros días de setiembre.

Carámbula (1981), menciona que el manejo del rastrojo luego de realizada la cosecha de semilla ha sido objeto de estudios especiales por parte de numerosos investigadores. La mayoría de los trabajos realizados han registrado efectos favorables cuando se elimina la masa de forraje remanente utilizando para tal fin tratamientos de pastoreo (Lawrence y Lodge, 1975), cortes o laboreos parciales que alteran la población de plantas y macollas (Canode, 1972; Hill et al, 1974; Canode y Law, 1975) y quema del rastrojo (Gray y Guthrie, 1977), según especies y tipo del mismo.

La quema ha sido objeto de mayores estudios y de acuerdo con Musser (1947) y Hardison (1960), el efecto favorable de este manejo estaría dado fundamentalmente por una disminución en las poblaciones de plagas y enfermedades. Así mismo, de acuerdo con Mc Pherson (1948), la eliminación del rastrojo puede acarrear serios problemas de enmalezamiento. Este efecto ha sido comprobado en numerosas ocasiones, cuando muy especialmente la quema de restos vegetales deja libre espacios amplios de suelo desnudo. Este aspecto puede alcanzar gran importancia en semilleros de forrajeras invernales donde la presencia de malezas estivales como *Cynodon dactylon* toman gran ventaja cuando se ven libres de la competencia ejercida por el rastrojo del semillero (Carámbula, 1981).

Por su parte, Canode (1965 y 1980), observó que la quema era la solución para mantener altos rendimientos en semilleros viejos. En este sentido Rolston (1980), sostiene que en ausencia de quemas, los rendimientos en semilla declinan a medida que aumenta la edad del cultivo y afirma que de efectuarse este tratamiento se promueve el desarrollo de semilleros con

características de cultivos jóvenes, manteniendo buenas producciones. Sin embargo esta medida de manejo debe realizarse bajo ciertas condiciones que minimicen los efectos negativos en el medio ambiente.

Para Carámbula (1981), con posterioridad a la cosecha el manejo ideal para *Festuca arundinacea* consistiría en cosechar el forraje con máquinas tipo “Chopper” y destinarlo a cero pastoreo o ensilaje o segar para henificar. Cualquiera sea el modo que se elimine la masa de forraje es importante que la *Festuca* mantenga un rastrojo alto, nunca menor de 20 – 25 cm, el cual le permitirá afrontar sin problemas los rigores que le impondrán las condiciones ambientales del verano.

Este manejo del rastrojo post cosecha propuesto por Carámbula no es adoptado por los productores debido a la baja calidad de éste, por lo que en el presente trabajo se busca evaluar la respuesta del cultivo en cuanto a los posibles cambios de calidad a diferentes niveles de nitrógeno aplicados en primavera.

Martin y Matoche (1976), mencionan que la baja palatabilidad en los estadios avanzados de madurez es una característica indeseada de la especie y con fertilizaciones se ha logrado modificar la palatabilidad del mismo. Reid y Jung (1965); citados por Buckner (1979), también encontraron diferencias en la palatabilidad debido a aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio.

Por otro lado, Miaki (1969); citado por Buckner (1979), encontró que duplicando las dosis de nitrógeno aplicadas si bien se modificaba el contenido de proteína, no se afectó el contenido de fibra cruda, lignina ni la digestibilidad de la materia orgánica. Reid y Jung (1965), también encontraron que la fibra detergente ácido no fue mayormente modificada.

Matches, et al (1973); citado por Buckner (1979), encontraron que los niveles de proteína promedio para *Festuca* en el mes de octubre oscilaron entre 24 a 29% y entre 8 y 10% para el mes de enero. A partir de estos datos mencionan que en este período el contenido de proteína tiene un comportamiento de curvilínea decreciente.

En un ensayo llevado a cabo para *Festuca arundinacea*, analizando la digestibilidad in vitro no se encontraron diferencias significativas a los diferentes niveles de agregado de nitrógeno (Gaborcik y Kasper, 1982). En este sentido, Wilman y Pearse (1984), encontraron un mayor contenido de nitrógeno en las hojas nuevas y en las que estaban en proceso de senescencia cuando se había aplicado nitrógeno una semana antes.

Minson (1967); citado por Carámbula (1977), menciona que es importante destacar que si bien un mayor porcentaje de proteína puede no modificar la digestibilidad del forraje, puede sí modificar el consumo voluntario entre un 10 y 78%.

Parecería que las respuestas a tratamientos tendientes a eliminar los rastrojos luego de la cosecha dependen de varias condicionantes tales como volumen de forraje seco, grado de infección de malezas, presencia de enfermedades o plagas, edad del semillero y especies forrajeras en producción (Carámbula, 1981).

## 2.5.2 Factores ambientales

Los componentes del rendimiento pueden variar en diferentes grados y proporciones debido a modificaciones ambientales; de acuerdo con los estudios realizados por varios autores: temperatura, luz, agua y nutrientes son los principales parámetros que afectan los componentes de rendimiento y en consecuencia, la producción de semillas. Los gradientes óptimos para cada uno de estos parámetros varía con el estado de desarrollo del ciclo de las plantas y, por consiguiente, con el componente de rendimiento a ser determinado en cada etapa (Carámbula, 1981).

De acuerdo con Bean (1971); citado por Carámbula (1981) elevando la temperatura sobre el rango 15 – 25°C *Festuca arundinacea* presenta un número menor de flores por espiguilla, acelera el proceso de antesis y la liberación de los granos de polen, incrementa la tasa de crecimiento de las flores y reduce la extensión del período de desarrollo de la semilla así como su peso. Este mismo autor en 1980, expresa que mientras las temperaturas bajas producen ovarios y semillas más grandes, las temperaturas intermedias son óptimas para la fecundación de los ovarios y las temperaturas más altas producen semillas de germinación rápida.

Si bien la proporción de inflorescencias que produce una forrajera depende fundamentalmente de aspectos inherentes a su genotipo y de las condiciones ambientales apropiadas que le provean de una inducción adecuada para florecer, es muy probable que la intensidad de luz, la nutrición mineral y la disponibilidad de agua sean los factores externos que limitan en forma más notable la aparición de nuevas inflorescencias (Carámbula, 1981).

En cuanto a la nutrición mineral, el efecto beneficioso del nitrógeno en promover un incremento de la población de macollas fértiles ha sido demostrado por numerosos investigadores (Evans y Wilsie, 1946; Fulkerson, Weir y Mc Rostie, 1951; Harlan y Kneebone, 1953; Stoddart, 1961; Hagggar, 1966; García y San Julián, 1981). Este nutriente es uno de los factores más importantes para inducir fertilidad. En gramíneas, Sprague (1948); citado por Carámbula (1981), observó que si bien plantas enmacetadas por un tiempo largo no llegaban a florecer, si eran trasplantadas a macetas de mayor tamaño o si simplemente eran fertilizadas con nitrógeno florecían sin problemas.

Los aspectos ambientales no sólo afectan la cantidad de semilla producida sino también su calidad (porcentaje de germinación), (Ene y Bean, 1975). A su vez también Hebblethwaite y Mc Laren (1979); citados por Minetti (1995), sostienen que las condiciones que maximizan los rendimientos no afectarían la germinación, y por lo tanto no debería existir un conflicto entre rendimiento y germinación en la producción comercial.

Algunos de los componentes de rendimiento son muy sensibles a cambios producidos por manejos impuestos por el productor. Se debe tener en cuenta que muchas veces aquellos presentan un comportamiento tal que permiten compensar sus contribuciones al rendimiento final de semilla. En este sentido, es factible registrar rendimientos similares mediante aportes diferentes por parte de los diferentes componentes de rendimiento, lo cual se debería a que el mecanismo de reproducción permite ajustar las necesidades totales y cuando algún factor ha

estimulado cierto componente, el otro es reducido balanceando de este modo las demandas subsiguientes (Carámbula, 1981).

Las mayores temperaturas registradas en el Uruguay respecto a otros puntos de producción de semilla de gramíneas invernales, determina que los diferentes estadios fisiológicos sean más cortos (llenado, maduración, etc) y por lo tanto el potencial de rendimiento de nuestro país es menor que los que se pueden obtener en otras zonas. Mediante el uso de cultivares tempranos, es posible acompasar los requerimientos ambientales de cada estadio fisiológico, mejorando la producción de semilla, aunque se produzca una menor cantidad de forraje (Carámbula, 1981).

### 2.5.3 Aspectos Genéticos

Los componentes del rendimiento pueden variar considerablemente entre especies (Griffiths et al, 1966; citado por Carámbula, 1981) y aún entre procedencias y cultivares de una misma especie (Griffiths, 1965; Pristch, 1976; Formoso y Allegri, 1980; citados por Carámbula, 1981; y Oram, 1982; Griffiths et al, 1983 y Ramosevic y Saric, 1989; citados por Minetti, 1995).

Por lo tanto, Carámbula (1973), recomienda el mejoramiento genético de la eficiencia del sistema reproductivo (fertilidad de las flores y peso de las semillas) y no del tamaño del mismo (número y tamaño de las inflorescencias), ya que la selección de plantas con producción de polen y capacidad de formación de semilla, además de mejorar el potencial de producción de semilla, no afecta las características forrajeras.

Como el rango de variación dentro de cada especie y aún dentro de un mismo cultivar puede alcanzar una dispersión notable, y dado que ha sido demostrada la existencia de correlaciones muy altas entre algunos componentes y rendimiento total, existe un gran potencial para seleccionar tipos con alta capacidad de producción de semilla (Carámbula, 1973).

Griffiths (1965); citado por Carámbula (1981), encontró una considerable variación en la mayoría de las plantas forrajeras con respecto a los componentes básicos del rendimiento en semillas y estudios de herencia basados principalmente en pruebas de progenie, han indicado que es posible obtener una respuesta rápida a la selección, debido a la alta heredabilidad de algunos caracteres.

Burton y De Vane (1953); citados por Carámbula (1981), observaron que en *Festuca* existen mayores posibilidades para incrementar la producción de semillas (172%) que la de forraje (62 - 72%).

El componente más importante para elevar la producción de semillas, aparte del número de inflorescencias, es el porcentaje de flores fértiles. Davis (1954), demostró que este carácter es altamente heredable, esto posibilita incrementar la potencialidad reproductiva sin alterar el comportamiento forrajero, aspecto este que se debe enfrentar si se modifica el número de inflorescencias o el ciclo; no debiéndose olvidar que a menudo existe una correlación negativa

entre producción de hojas y producción de semillas en una misma variedad (Bean, 1972; citado por Carámbula, 1981).

El porcentaje de flores fértiles o sea el grado de fertilidad es uno de los componentes del rendimiento que presenta rangos de valores más amplios. Numerosos investigadores han demostrado que aún cuando las plantas se desarrollen en ambientes favorables, los porcentajes de fertilidad pueden variar entre 25 y 90% aunque muy pocas veces superan el 70% (Langer, 1972; citados por Carámbula, 1981).

A nivel nacional, García (1996), menciona que *Festuca cv. Tacuabé* tiene dos puntos débiles: floración temprana y presenta los últimos años niveles crecientes de roya. Materiales de floración más tardía podrían ser muy interesantes desde el punto de vista del mantenimiento de la calidad del forraje en la primavera.

Por lo tanto el mejoramiento genético nacional, apunta a lograr un material de buena producción invernal, floración más tardía, buena sanidad, mayor flexibilidad de hojas y eventualmente mayor digestibilidad. El desafío es combinar dichas características manteniendo los niveles de rendimiento invernal y anual de *Tacuabé* y asegurar rendimientos razonables de semilla.

## 2.6. Situación actual en el Uruguay.

Formoso (1996), menciona que entre la gramíneas perennes, *Festuca cv. Tacuabé* es la especie más utilizada para la producción de forraje y semilla.

El rendimiento promedio de dicha especie obtenido a nivel comercial se sitúa en torno a los 160 kg/há. La dos variables diagnosticadas como principales limitantes de los mismos son la fertilización nitrogenada y las fechas de cierre tardías.

Normalmente este cultivo es cerrado para producción de semilla en agosto y setiembre (García et al, 1991; citado por Formoso, 1996). En este sentido, de acuerdo a la investigación nacional, la fecha de cierre que permite obtener mayores rendimientos de semilla varía con los años; en general, los cierres más tempranos de julio, determinan los mayores potenciales de producción de semilla.

Con referencia a la fertilización nitrogenada, el mismo autor menciona que en situaciones de producción comercial de semilla, ésta actúa limitando los rendimientos por dos vías. La primera y más importante sería el uso de dosis infraóptimas y la segunda, el fraccionamiento del nitrógeno que determina menor eficiencia en su utilización por las plantas, si sólo se considera la producción de semilla.

Por lo tanto el presente ensayo se realizó con el objetivo de evaluar la eficiencia de uso de diferentes fuentes nitrogenadas y la respuesta a diferentes dosis de aplicación de nitrógeno previo a la elongación de entrenudos. También se evaluó el efecto de dicha aplicación sobre la

calidad del rastrojo remanente luego de la cosecha, dicha información resulta importante conocer ya que a nivel nacional los semilleros son utilizados con doble propósito.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### Sitio experimental:

El ensayo fue instalado sobre un semillero de Festuca arundinacea Schreb cultivar Tacuabé, en el establecimiento "La Invernada S.G." ubicado en Cololó, en el Departamento de Soriano.

El semillero es el resultado de la evolución de una pradera convencional instalada en el año 1991 y el período experimental comprendió desde el 28 de Agosto (momento en el que se realizó la fertilización correspondiente a cada tratamiento), hasta el 20 de Noviembre de 1997. El suelo donde se realizó se trata de un Brunosol Eutrico y tenía al momento de inicio un contenido de 20 ppm de N-NO<sub>3</sub>.

#### Manejo previo:

En el otoño del mismo año se aplicó una dosis de 70 Kg de Urea y se pastoreó con vacunos hasta el 31 de julio. Como consecuencia del pastoreo, la festuca no se encontraba con una disponibilidad de forraje uniforme debido a la selección realizada por los animales. Se notó también una presencia importante de restos secos provenientes del rastrojo de la cosecha anterior.

#### Diseño del experimento:

El diseño correspondió a un factorial incompleto de 2 fuentes por 4 niveles y para la urea, 2 métodos de aplicación para 2 niveles (69 y 138 U), mas 1 Testigo, totalizando 11 tratamientos; los cuales fueron dispuestos en bloques al azar con 2 repeticiones. No se pudieron realizar más repeticiones debido a problemas de espacio. Dentro de cada parcela se hicieron 2 muestreos por fecha, uno en cada extremo de la misma, como forma de reducir el error experimental y compensar en parte la falta de repeticiones.

El tamaño de cada parcela fue de 11 x 4.70m ya que para los tratamientos de urea incorporada se utilizó una sembradora directa comercial con ese mismo ancho. El resto de las aplicaciones se realizó en forma manual.

Los tratamientos se definieron en función de:

- **Fuente de Nitrógeno:** Urea y Nitrato de Amonio
- **Niveles:** 0,69,92,115 y 138 unidades de Nitrógeno para ambas fuentes.
- **Método de Fertilización:** al voleo o incorporado, este último solamente para las dosis de 69 y 138 unidades de nitrógeno de Urea, habiéndose utilizado una sembradora de siembra directa. (John Deere)

## **Determinaciones:**

### **Número de macollos por m<sup>2</sup> al comienzo del período experimental.**

Se realizó por el método destructivo, con 3 muestreos por parcela, tomando como unidad de muestreo un rectángulo de 0,2 x 0,5m.

### **Porcentaje de Nitrógeno de los macollos.**

Se realizó sobre una submuestra del material extraído para la determinación del número de macollos. Estas se secaron en estufa durante 48 hs. a 60-65 °C.

Posteriormente se molieron y se determinó el Nitrógeno por el método de Kjeldahl.

### **Rendimiento de forraje acumulado.**

Los cortes se realizaron en 4 fechas, 28/8, 30/9, 30/10 y 20/11 con una pastera a 4 cm de altura. Se realizaron 2 cortes de 1,81 m<sup>2</sup> por parcela (0.43 m de ancho de corte por 4.2 m de largo). Se registró el peso verde (kg) de cada corte; de éstos se sacó una muestra representativa de 150 grs. y luego de secado en estufa se obtuvieron los porcentajes de M.S.

### **Porcentaje de Nitrógeno sobre la Materia Seca de cada corte.**

Se realizó con el mismo procedimiento que para los macollos. Luego de la elongación se discriminó el Nitrógeno de la parte vegetativa de la reproductiva.

### **Panojas por m<sup>2</sup>.**

Se realizó a la cosecha con tres muestreos por parcela de 0.1 m<sup>2</sup> por parcela.

### **Espiguillas por Panoja.**

Se determinó sobre un tamaño de muestra de 10 panojas por parcela después de la cosecha.

### **Rendimiento de semilla.**

La cosecha se realizó el 20/11 sobre el área de la parcela restante, (31.7 m<sup>2</sup>) luego de los cortes para obtener rendimiento de M.S. Las panojas se cortaron con oz y se embolsaron hasta que se extendieron en un galpón para su secado. Posteriormente se expusieron al sol para favorecer el desgrane y la cosecha de la semilla se finalizó manualmente.

### **Calidad de la semilla.**

- a) Porcentaje de semillas vanas: Se realizó sobre una muestra sucia de 5 gr. por los métodos estándar. (Según reglas ISTA)
- b) Peso de 1000 semillas: Se realizó sobre la muestra limpia y sin vanas de la determinación anterior, contándose 800 semillas.
- c) Porcentaje de germinación: Se realizaron cuatro repeticiones de 100 semillas cada una, colocándolas en heladera durante 5 días y luego a la cámara de germinación, realizándose las determinaciones a los 4 y 15 días.

- d) Porcentaje de nitrógeno de la semilla: Con el mismo procedimiento que las determinaciones de nitrógeno en la materia seca.
- e) Peso fresco de plántulas a los 15 días: Se determinó en base a una muestra de 10 plántulas por bandeja.

#### Cantidad y Calidad del rastrojo.

La calidad se determinó mediante la determinación de FDA (Fibra Detergente Acida) y contenido de Nitrógeno de la materia seca obtenida luego de la cosecha de las panojas. No se determinó la calidad mediante el análisis de digestibilidad ya que no es un buen indicador cuando la calidad del forraje es bajo.

La cantidad se determinó con la materia seca obtenida en el último corte.

#### Análisis estadístico.

Para el procesamiento estadístico de los datos se utilizó el programa SAS, y se realizaron análisis de varianza para las variables en consideración. El nivel de significancia utilizado fue de 10%.

Debido a que el diseño era un factorial incompleto, para el análisis de varianza se realizaron dos modelos:

- a) Tomando en cuenta los 11 tratamientos, donde se realizaron contrastes entre testigo con el resto y urea incorporada con urea y nitrato de amonio al voleo:

$$\mathbf{1^{\circ} \text{ Modelo (11 Trats.)}} \quad \bar{Y}_{ij} = u + \text{Bloq} + \text{Trat} + E_{ij}$$

- b) Se realizó el factorial completo eliminando el testigo y los métodos de aplicación de urea, tomándose en cuenta 8 tratamientos. (2 fuentes x 4 niveles):

$$\mathbf{2^{\circ} \text{ Modelos (8 Trats.)}} \quad \bar{Y}_{ij} = u + \text{Bloq} + F + N + F*N + E_{ij}$$

Mediante la utilización del mismo programa, entre las variables de interés se realizaron correlaciones.

Debido a que al inicio del ensayo se encontró una diferencia en disponibilidad de forraje significativa entre tratamientos se realizó una corrección por covarianzas.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En el cuadro n° 9 del apéndice se muestran los resultados del análisis estadístico de todas las variables estudiadas.

### 4.1 Respuesta en la evolución de producción y porcentaje de nitrógeno de la materia seca.

Se realizó un análisis de varianza para la variables estudiadas en el cual se contrastaron al testigo contra el resto de los tratamientos, la urea incorporada contra las aplicaciones al voleo de las dos fuentes utilizadas (urea y nitrato de amonio) y también se realizó este análisis comparando fuentes, niveles y la interacción entre ambos.

Cabe señalar como se mencionó anteriormente que al inicio del ensayo las parcelas testigo se encontraban con una mayor disponibilidad de materia seca, por lo cual se realizó una corrección estadística mediante covarianzas.

#### 4.1.1 Evolución de la producción de materia seca.

Del análisis estadístico de los resultados, se obtuvo una diferencia significativa en la acumulación de materia seca en todo el periodo a favor del testigo comparándolo con el resto de los tratamientos (ver figura n°1). No se encontraron diferencias significativas con el uso de distintas fuentes.

Como se observa en la figura n°2, esta diferencia se podría explicar por un comportamiento del testigo muy diferente a lo largo del tiempo; en las primeras etapas con tasas de crecimiento inferiores respecto al resto de los tratamientos, pero en el último período (días 63 a 84) se invierte esta situación observándose una recuperación del testigo con tasas de crecimiento mucho mayores.

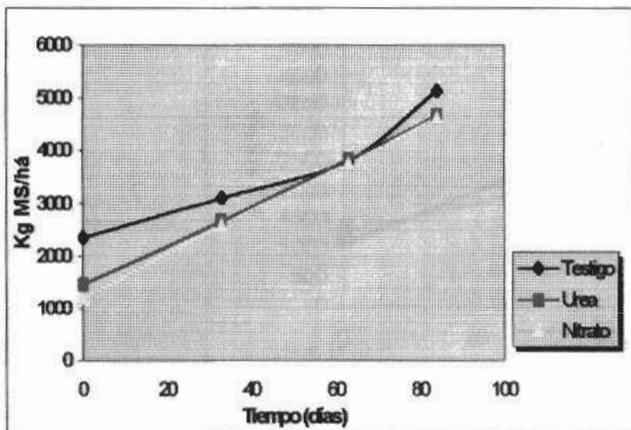


Figura N°1: Evolución de la acumulación de MS total para distintas fuentes.

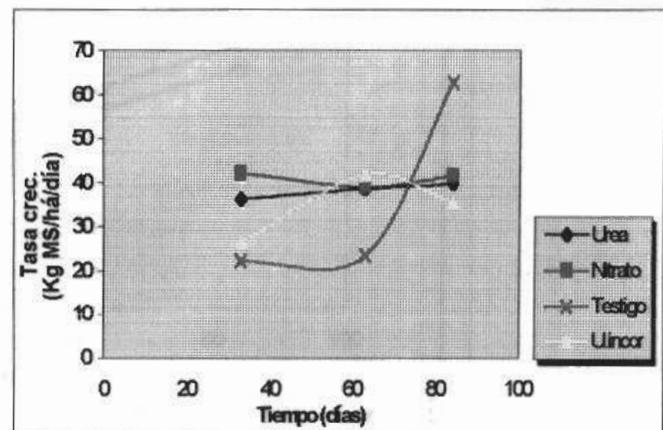


Figura N°2: Evolución de las tasas de crecimiento para fuentes y método de aplicación.

También se observa en la figura n°2 que la aplicación de nitrógeno al voleo permitió tasas de crecimiento constantes a lo largo del tiempo. A su vez, no se encontró una explicación a la alta tasa de crecimiento final del tratamiento testigo.

A partir de la tercera fecha de muestreo (30/10) se midió la producción y acumulación de materia seca diferenciándose la parte reproductiva de la vegetativa. Con respecto a esta última, se obtuvieron diferencias significativas entre el testigo y el resto de los tratamientos en la última fecha (20/11), esto estaría explicando las diferencias obtenidas entre el testigo y el resto en la materia seca total antes mencionada.

En lo referente a la forma de aplicación, tanto para el tercer como para el cuarto muestreo se obtuvo una diferencia significativa en la materia seca total a favor de los tratamientos en que el nitrógeno se aplicó al voleo tanto para urea como nitrato respecto a la urea incorporada (ver figura n°3).

En el muestreo posterior a la aplicación del nitrógeno (33 días), se observó un amarillamiento en las parcelas en que se incorporó la urea, por lo que el menor crecimiento podría estar explicado por el daño mecánico de la incorporación y/o al daño ocasionado a las plantas por excesivas concentraciones de nitrógeno que pudo provocar una intoxicación por amonio.

Dicho efecto se vio magnificado por el hecho que al día siguiente de la aplicación ocurrieron precipitaciones favoreciendo la absorción del nitrógeno, pero posteriormente durante un periodo de un mes las precipitaciones fueron de poca magnitud, (ver cuadro n° 1 del apéndice), lo cual no permitió traducirse en producción de materia seca. En la figura n°2 también se observa mayores tasas de crecimiento de la urea incorporada a partir del segundo muestreo respecto a los otros tratamientos hecho que podría estar explicado por una recuperación del cultivo luego del efecto negativo inicial provocado por la fertilización.

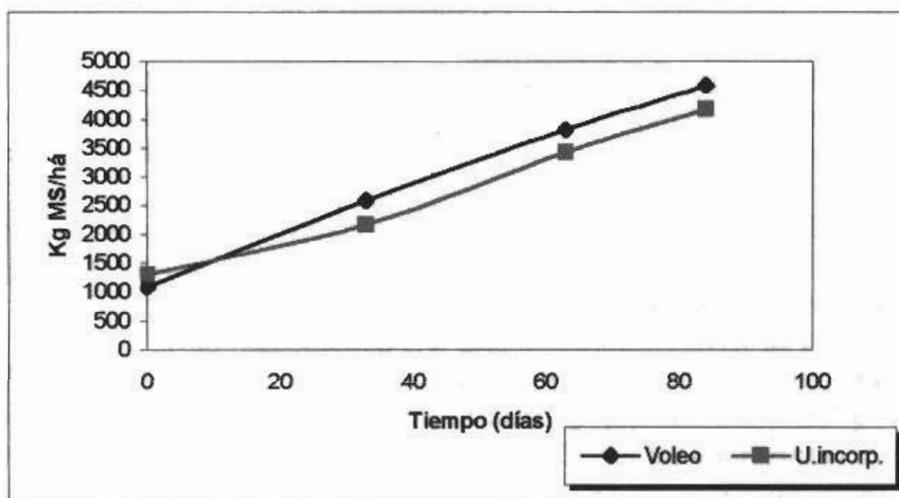


Figura N°3: Evolución del crecimiento de materia seca total según método de aplicación.

Se encontró una diferencia significativa en cuanto al método de aplicación para la materia seca reproductiva (ver figura n°4), habiendo tenido la urea incorporada un efecto negativo. Esto podría estar explicado por el daño inicial que produjo la incorporación del nitrógeno sobre la parte vegetativa. Aunque en dichos tratamientos, a partir de la segunda fecha de muestreo se recuperaron y mostraron mayores tasas de crecimiento, el daño ocasionado al inicio pudo haber afectado el desarrollo de las estructuras reproductivas y repercutió en la menor producción de materia seca de éstas. Tal comportamiento de la urea incorporada como ya fue mencionado, podría deberse a las condiciones de suelo y clima de ese año.

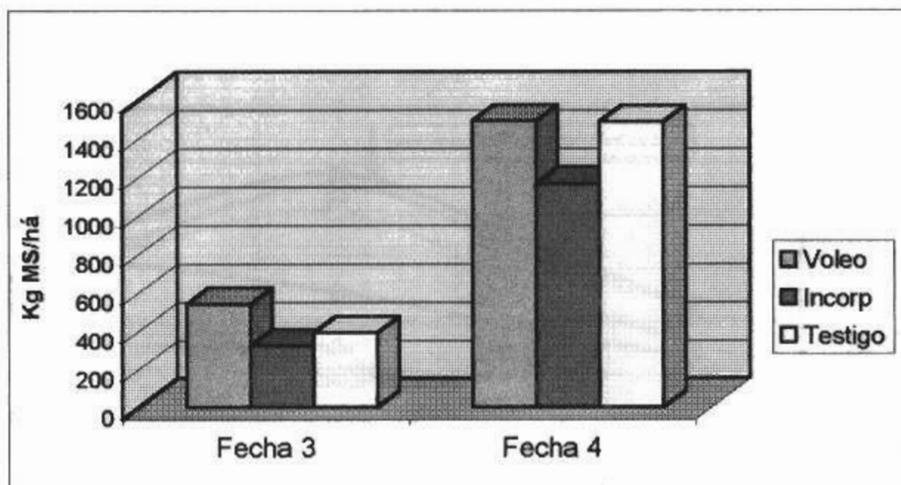


Figura N°4: Evolución del crecimiento de materia seca de las estructuras reproductivas según método de aplicación de la urea.

En resumen, no se encontró respuesta a la aplicación de nitrógeno ya que la producción final total de materia seca fue mayor en el testigo con un comportamiento previo diferente al resto de los tratamientos. Esto podría explicarse por el alto contenido de nitrato (20 ppm) que había en el suelo al inicio del ensayo, junto a las condiciones climáticas de ese año y a la alta fertilidad de la chacra en que se instaló el ensayo, pudieron haber provocado una alta mineralización. A su vez, la cantidad y el tipo de rastrojo presente se presume no provocaron una gran inmovilización del nitrógeno.

El aporte de nitrógeno realizado por el suelo se podría estimar en términos teóricos. Suponiendo que una hectárea de suelo con 20cm de profundidad pesan aproximadamente 2500000 kg; y contiene un 5% de materia orgánica la cual tiene 5% de nitrógeno, el aporte de nitrógeno por parte del suelo (suponiendo una tasa de mineralización de 2%) sería de 125kg/año. A su vez, en primavera-verano se mineraliza entre 60-70% del total, por lo que el nitrógeno aportado al sistema en este período sería de aproximadamente 87kg N/há. Dicho valor es sólo una aproximación y puede ser influenciado por las condiciones climáticas y la historia de la chacra; por lo que la estimación del aporte en el período del ensayo sería muy poco confiable.

El período del ensayo transcurrió sólo en la primavera por lo que el aporte antes calculado sería menor. De todos modos la absorción realizada por el testigo (59 kg/há) estaría indicando que esta cantidad fue aportada efectivamente por el suelo. Para el resto de los

tratamientos la absorción fue mayor, dicha diferencia se atribuiría al nitrógeno aportado por el fertilizante.

#### 4.1.2 Evolución del porcentaje de nitrógeno.

Estadísticamente se observó una clara respuesta a lograrse mayores contenidos de nitrógeno en planta cuando se aplicaba mayores niveles de este nutriente, la misma disminuye en magnitud a medida que aumentan los niveles agregados. (Ver figura n° 5)

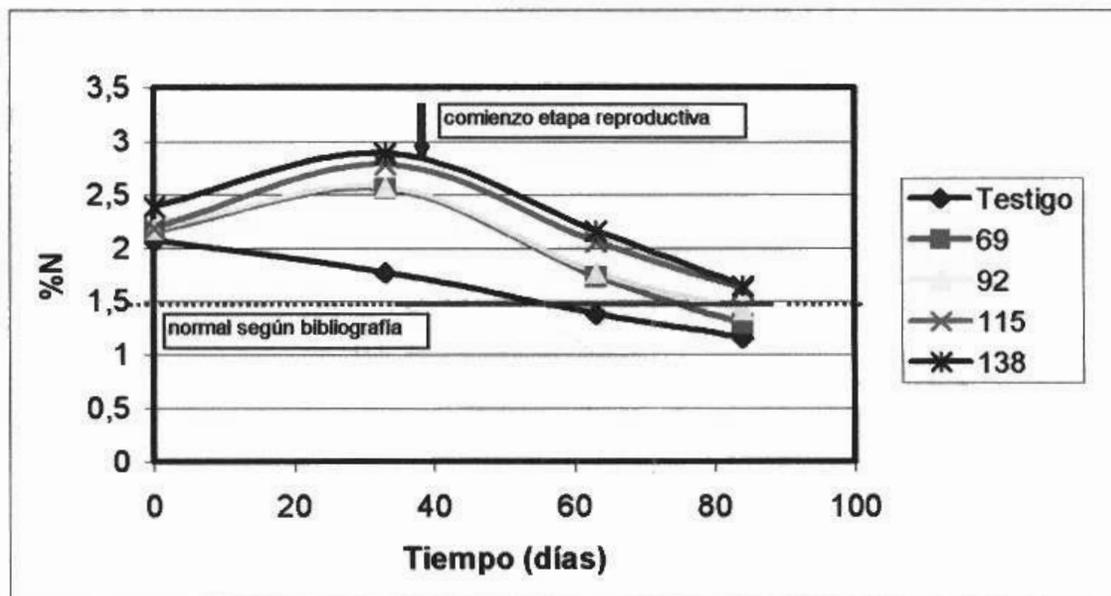


Figura N°5: Evolución del porcentaje de nitrógeno en planta para diferentes niveles de nitrógeno agregado.

También se puede ver en la figura n°5, como disminuye el porcentaje de nitrógeno en planta a medida que el cultivo va avanzando durante la etapa reproductiva hasta el último muestreo en que se determinó el porcentaje de nitrógeno post cosecha. Esta disminución del contenido de nitrógeno está acompañada por un aumento del contenido de fibra, si bien no se hizo en este ensayo sería interesante realizar determinaciones del contenido de fibra en muestreos anteriores a la cosecha para ver su evolución y relación con el contenido de nitrógeno.

El conocimiento de tal evolución resultaría importante para aquellos cultivos de festuca destinados únicamente para el pastoreo y así encontrar medidas de manejo tendientes a mejorar la calidad del forraje en la fase reproductiva.

En este sentido, Matches (1973); citado por Buckner (1979), encontró un comportamiento decreciente en el porcentaje de proteína en festuca desde octubre a mediados de enero con valores promedio de 24 a 29% para la primer fecha y 8 a 10% para la última.

Por su parte, Martin y Matocha (1973), mencionan que según el estado de madurez del cultivo y la cantidad de fertilizante nitrogenado aplicado, el porcentaje de nitrógeno en planta variaba entre menos de 1.5% (en estadios de madurez) a valores superiores a 5% (en estadios vegetativos y con fertilizaciones frecuentes). Si bien lo antes mencionado es para otras condiciones, los resultados encontrados en este ensayo en la etapa reproductiva, se encuentran dentro de dicho rango lo cual se puede observar en la figura n° 5.

Como se muestra en la figura n° 6, el contenido de nitrógeno de la parte reproductiva tuvo un comportamiento similar encontrándose diferencias significativas a los niveles crecientes de nitrógeno aplicado y al igual que para el nitrógeno del total de la materia seca las diferencias entre altas dosis (115 y 138 unidades) fueron de poca magnitud. Esta falta de respuesta a los niveles de 138 unidades podría estar indicando que este nivel fue excesivo. Los mismos resultados fueron encontrados por Hampton (1983) y Rolston (1990), para rendimiento de semilla.

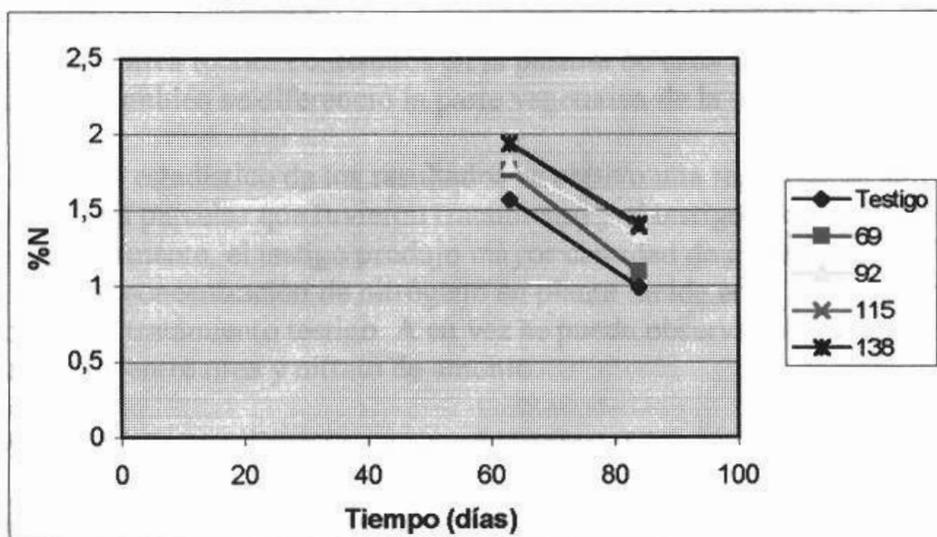


Figura N°6: Evolución del porcentaje de nitrógeno en las estructuras reproductivas según niveles de nitrógeno agregado.

Con respecto a las fuentes estudiadas (urea y nitrato de amonio), en la tercera fecha de muestreo (30/10) se encontró una mayor respuesta al nitrato para el porcentaje de nitrógeno en la parte reproductiva y para la misma fuente, en la cuarta fecha (20/11) también se encontró esta respuesta pero en la parte vegetativa. Estas, posteriormente no se tradujeron en diferencias significativas en ningún componente de rendimiento por el uso de las distintas fuentes. Sin embargo podría pensarse que en otras condiciones de año y/o chacra estas diferencias sí se podrían haber traducido en modificaciones en algún componente de rendimiento y en la producción final de semilla.

Para todo el resto de las variables estudiadas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre aplicar urea o nitrato de amonio. Esto probablemente esté explicado por las condiciones climáticas del año en que se realizó el ensayo, ya que dos días después de la aplicación del fertilizante ocurrió una precipitación de 38 mm. Esto coincide con lo citado por Murdock y Frye (1985), quienes evaluando las mismas fuentes encontraron que

las bajas respuestas a la urea se debían a las pérdidas por volatilización del amoníaco, pero dichas pérdidas se minimizan cuando antes del tercer día luego de la aplicación llovía un mínimo de 2.5 mm. No encontraron diferencias entre precipitaciones de 2.5 y 20 mm.

En cuanto al método de aplicación no se encontraron diferencias significativas en el contenido de nitrógeno, tanto en la parte vegetativa, reproductiva como en el total de la planta; lo cual no era lo esperado, ya que el amarillamiento y la bajas tasas de crecimiento iniciales encontradas por la incorporación de la urea, parecería estar explicada por un exceso del contenido de nitrógeno en planta. Esto llevaría a pensar que dicho exceso se produjo en los días inmediatamente subsiguientes a la aplicación y cuando se realizó la primer medición post aplicación (33 días) ya se había producido una dilución del nitrógeno.

#### 4.1.3 Absorción de nitrógeno (kg N/há)

A partir de las dos variables anteriores (%N y kg MS/há) se calcularon los kg de nitrógeno por hectárea totales contenidos en la pastura de cada tratamiento. Para el tercer y cuarto muestreo también se diferenció la parte vegetativa de la reproductiva.

Del análisis estadístico de los resultados se obtuvo una respuesta al agregado de nitrógeno entre las parcelas que tuvieron tratamiento y el testigo (ver figura 7). Si bien como se mencionó anteriormente, el testigo produjo mayor cantidad de materia seca en el período en estudio, la menor concentración de nitrógeno en planta incide en el menor valor del parámetro en estudio para el tratamiento testigo. A su vez se puede observar el comportamiento muy similar que se dio entre urea y nitrato de amonio.

Para el método de aplicación a partir de la segunda fecha de muestreo se obtuvo una respuesta significativa mayor en las aplicaciones realizadas al voleo respecto a las incorporadas, tal comportamiento se mantiene hasta la última fecha de muestreo; explicándose por la menor producción de materia seca de los tratamientos incorporados ya que no se obtuvieron diferencias significativas en el contenido de nitrógeno para los métodos de aplicación.

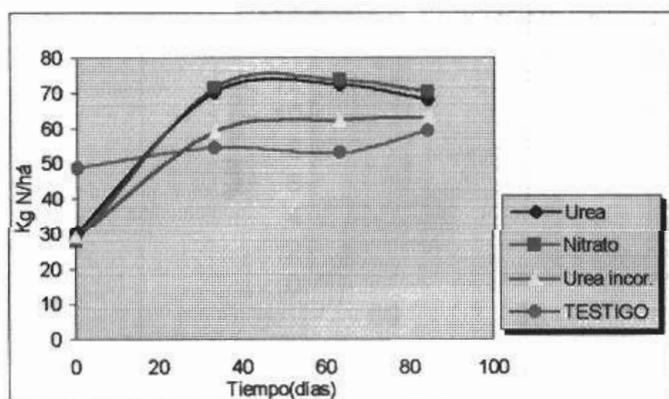


Figura N° 7: Evolución de los kg N/há Totales para fuentes y método de aplicación.

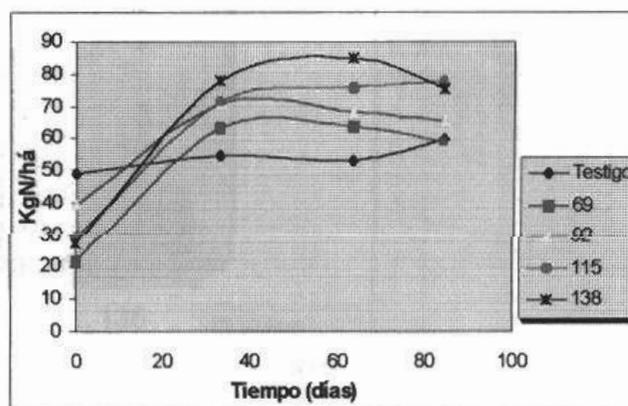


Figura N°8: Evolución de los kg N/há totales a niveles crecientes de fertilizante.

En la segunda fecha se observa una tendencia positiva a los niveles y ésta para la tercera y cuarta fecha pasa a ser significativa para la variable kgN Totales. Para la parte reproductiva sólo se observa una tendencia en la última fecha, por lo que el comportamiento de los kgN Totales está explicado por la parte vegetativa. (Ver figura 8)

#### 4.1.4 Porcentaje de nitrógeno recuperado.

Este parámetro se obtiene de la siguiente fórmula: 
$$\frac{(\text{kgN Trat}) - (\text{kgN Test.})}{\text{kgN Agregado}} * 100$$

Se calculó a las cuatro semanas de la aplicación (ver figura n° 9), ya que fue el período mencionado por la bibliografía para la obtención de este parámetro, de esta manera además se pudo tener como referencia los resultados obtenidos por Murdock (1985). No se encontró una respuesta clara en cuanto a niveles.

Los resultados obtenidos son muy bajos si los comparamos con los obtenidos por Murdock (1985), ya que este encontró que la recuperación variaba entre 14 y 55%. A su vez encontró respuestas diferentes entre urea y nitrato de amonio siendo la eficiencia para la urea entre un 63 a 90% de lo que recuperaba el cultivo fertilizado con nitrato de amonio. Esto último difiere con los resultados obtenidos en este ensayo ya que no se encontraron diferencias significativas entre las fuentes utilizadas. Los valores promedio encontrados fueron de 14.7% y 15.95% para urea y nitrato de amonio respectivamente.

La baja eficiencia en la recuperación de nitrógeno, se debería al alto aporte por parte del suelo. Como se analizará a continuación el rendimiento de semilla fue igual tanto para el testigo como el resto de los tratamientos, por lo que el nitrógeno absorbido no modificó el rendimiento pero sí lo hizo en cuanto a la contribución de cada componente al rendimiento total de semilla.

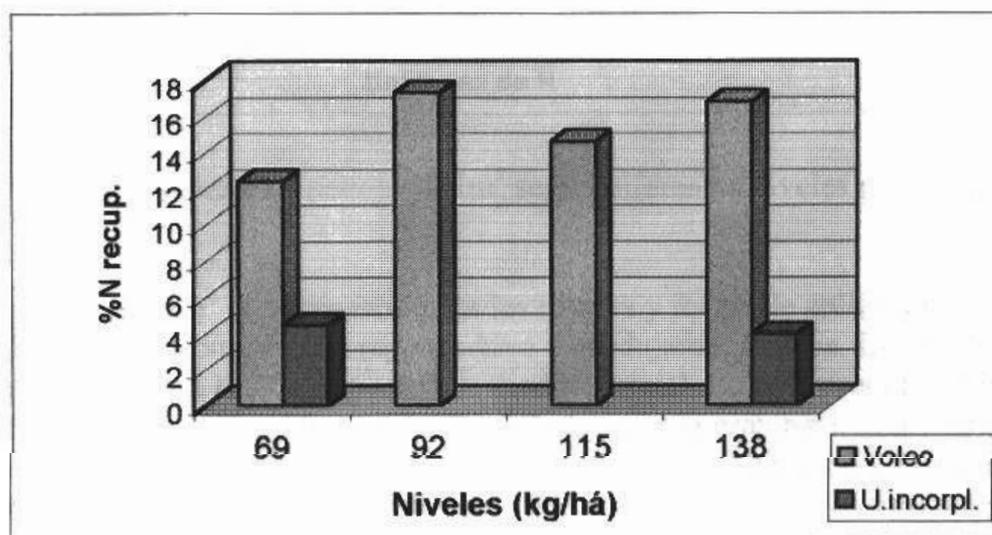


Figura N°9: Porcentaje de nitrógeno recuperado a las cuatro semanas de la aplicación para niveles y método de aplicación.

Se observa claramente la baja performance de los tratamientos en que se incorporó la urea con un porcentaje de recuperación promedio de 4.25%; esto como ya se mencionó anteriormente se debería a la toxicidad del amonio provocada por la alta concentración del nutriente y/o al daño mecánico ocasionado por la incorporación; lo cual afectó la producción de materia seca en este periodo, por lo que los kg de nitrógeno del tratamiento de la fórmula es muy bajo y afecta el resultado final del parámetro.

#### 4.2 Componentes de rendimiento y producción de semilla.

##### 4.2.1 N° de panojas.

En el análisis estadístico de los resultados no se encontró respuesta al agregado de nitrógeno, en cambio sí se encontraron respuestas al método de aplicación a favor de las aplicaciones al voleo con  $p=0.05$ . Ver figura n° 10. Esta respuesta podría estar explicada por el daño inicial ya mencionado provocado por la fertilización incorporada.

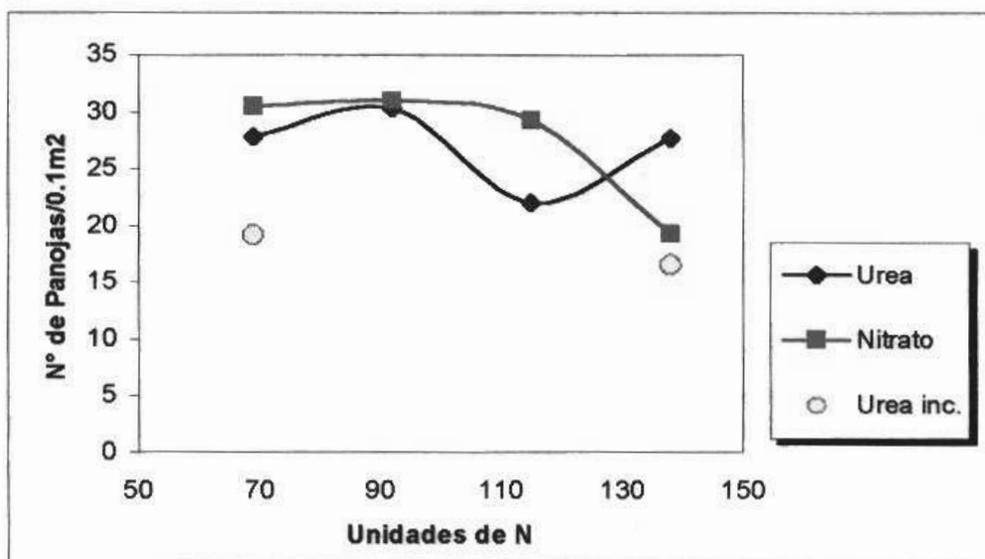


Figura N°10: Número de panojas/0.1m<sup>2</sup> según diferentes niveles de urea o nitrato.

En la figura n°11 se muestra para los niveles y forma de aplicación, la proporción de macollos que pasaron a estado reproductivo y produjeron panojas. El promedio para el total de los tratamientos fue 10.5% respecto a la medida inicial. La baja proporción de macollas fértiles en relación al total, probablemente este explicada por la gran heterogeneidad en el tamaño de las mismas al inicio del ensayo, la cual podría estar explicada por un gran número de macollas formadas en el invierno, que difícilmente pudieron ser inducidas al estado reproductivo; en lo que también pudo haber incidido la alta cantidad de restos secos.

Si bien, como se mencionó anteriormente no se encontró una respuesta significativa al agregado de nitrógeno, se observa una tendencia a lograr mayores porcentajes de macollos que se traducen en panojas con niveles de 92 kg de nitrógeno por hectárea.

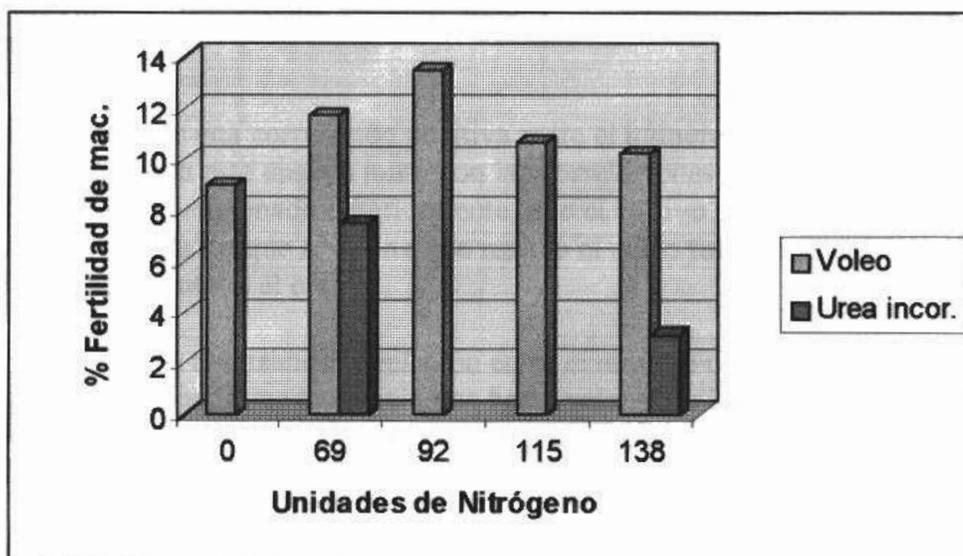


Figura N°11: Porcentaje de fertilidad de macollos según niveles y forma de aplicación del nitrógeno.

Formoso (1995), encontró que en un semillero de festuca de tres años, aplicaciones de nitrógeno en julio provocaba un aumento en el número de macollos vegetativos y reproductivos, pero se mantenía la proporción de macollos que producían panojas respecto al tratamiento testigo. Esta proporción fue de 35%.

Al respecto Nordestgaard (1983), indica que la mayor proporción de macollas que se transforman en fértiles son las formadas en otoño y el manejo en esta etapa es fundamental sobre dicho componente de rendimiento. Los mismos resultados fueron encontrados por Elizondo (1969).

Meijer (1989), respecto al manejo del semillero en otoño menciona que un corte o pastoreo seguido de una aplicación de nitrógeno puede tener un efecto positivo en el número de macollas reproductivas debido a una mayor sobrevivencia de éstas durante el invierno. En el caso del presente ensayo si bien recibió fertilización de otoño, el pastoreo no logró una remoción adecuada del material muerto acumulado en la cosecha anterior.

Como se muestra en el cuadro n° 3 el rendimiento de semilla tuvo una alta correlación positiva con el número de panojas. La correlación negativa entre porcentaje de nitrógeno y rendimiento ( $r = -0.46$  con  $p = 0.04$ ) no se debe a que el nitrógeno no sea positivo sino a que al no haber respuesta en rendimiento hubo consumo de lujo.

Cuadro N° 3. Correlaciones con número de panojas.

|                 | Rend.Limpio | %N. Veget. | %N. Total | N° Macollos | Espiguillas |
|-----------------|-------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| N°Panojas       | 0.64        | -0.45      | -0.40     | Ns          | -0.36       |
| Nivel signific. | 0.001       | 0.03       | 0.06      |             | 0.1         |

Era de esperarse una correlación positiva entre el número de macollos y panojas; de los resultados obtenidos en este ensayo junto con las correlaciones con porcentaje de nitrógeno indicarían como fue mencionado anteriormente, que el cultivo no respondió a la aplicación de nitrógeno en primavera porque el aporte que realizó el suelo fue suficiente para el potencial de rendimiento que presentaba el cultivo.

De todos modos analizando la relación entre el número de macollos y panojas (ver figura n° 3 del apéndice), se nota una tendencia que hasta valores de 2200 macollos/m<sup>2</sup> aumenta el número de panojas. A valores mayores hay una gran dispersión y tendencia a bajar el número de panojas.

Para Carámbula (1981); citado por Minetti (1995), una aplicación otoñal promueve un macollaje abundante y uniforme y permite lograr un mayor número de macollas de la misma edad, más pesadas y por lo tanto más fértiles. Si una vez alcanzado este objetivo se agrega una nueva dosis a fines de invierno, se logrará no sólo que la mayor proporción de macollas sean fértiles, sino que además se podrá transformar una alta proporción de macollas de la última generación de estériles a fértiles.

Nordestgaard (1985), para *Festuca rubra* y *Dactylis glomerata*, encontró que aplicaciones en primavera tardía provocaron una disminución de panojas por metro cuadrado y de rendimiento, a pesar de que provocó un aumento del peso de semilla y número de granos por panoja. Si bien lo anterior se obtuvo con aplicaciones tardías, apoya los resultados de las correlaciones que se muestran en el cuadro 3, donde se ve que el rendimiento está explicado mayormente por el número de panojas y que existe una correlación negativa entre éstas y el número de espiguillas.

Formoso (1996), menciona que en festuca, el número de macollos aumenta en la fase vegetativa, durante el otoño e invierno, registrándose valores máximos a fines de invierno para posteriormente disminuir durante primavera y verano. También encontró que el número máximo de macollos a fines de invierno era aproximadamente 1500/m<sup>2</sup>. En el presente ensayo la determinación del número de macollos se realizó en el mismo momento encontrándose un promedio de 2404/m<sup>2</sup>.

De lo anterior se concluye que la población de macollos del semillero en estudio parecería ser excesiva respecto a valores nacionales encontrados por Formoso (1996). A su vez si bien el porcentaje de fertilidad de los macollos encontrado fue muy bajo, hay que tener en cuenta que para el cálculo del mismo se utilizó el valor de número de macollos vegetativos

cuando éste es máximo (fines de invierno). Hubiese sido importante la determinación del número de macollos a lo largo del ensayo para el esclarecimiento de este tema.

En este sentido, Formoso (1996), menciona que festuca cv. Tacuabé es un cultivar que en fase reproductiva presenta relativamente bajas proporciones de macollos que producen inflorescencias; esta característica puede determinar menores potenciales de producción de semilla cuando se lo compara con materiales de alta relación tallos fértiles/tallos vegetativos.

Si bien la proporción de macollos que se transformó en panojas fue muy baja, comparando el número de panojas por unidad de superficie con otros datos nacionales, los obtenidos en el presente ensayo son significativamente superiores (250 panojas/m<sup>2</sup>) ya que Minetti (1995), obtuvo valores entre 100 y 150 panojas/m<sup>2</sup> y García y San Julián (1981), encontraron valores similares. Es importante mencionar que dichos ensayos fueron realizados sobre semilleros de menor edad.

En resumen, se encontró claramente un efecto negativo de la incorporación de la urea sobre este parámetro, y si bien en general el porcentaje de macollos que produjo panojas fue muy bajo, hay que tener en cuenta que dicha proporción fue calculada cuando el número de macollos es máximo (fines de invierno) y si nos fijamos en el número absoluto de panojas por metro cuadrado (250) es un valor muy alto si lo comparamos con otros datos nacionales (100 – 150). A su vez, en este sentido se encontró que el número de macollos por metro cuadrado medido a fines de invierno parece ser excesivo (2404) respecto también a datos nacionales (1500).

Una correlación de 0.64 con  $p=0.001$  entre número de panojas y rendimiento muestra la importancia de este componente en la producción de semilla. También es importante mencionar el mejor comportamiento aunque sin significancia estadística del tratamiento con 92 unidades de nitrógeno por hectárea.

#### 4.2.2 N° de espiguillas por panoja

No se encontraron diferencias significativas al agregado de nitrógeno comparando con el testigo. En cambio, en la figura n°12 se pueden observar diferencias en el número de espiguillas a diferentes niveles de nitrógeno, pero sin una tendencia clara.

Lo que sí se demuestra claramente es la interacción negativa que hay con el número de panojas si se comparan las figuras 10 y 12. Corroborando esto, el tratamiento de urea incorporada que presentó el menor número de panojas por unidad de superficie, fue el que tuvo mayor número de espiguillas por panoja. Esto se debería a que el aporte de cada componente de rendimiento depende de la magnitud de la contribución de los otros componentes por lo que se produce un mecanismo de compensación entre los mismos.

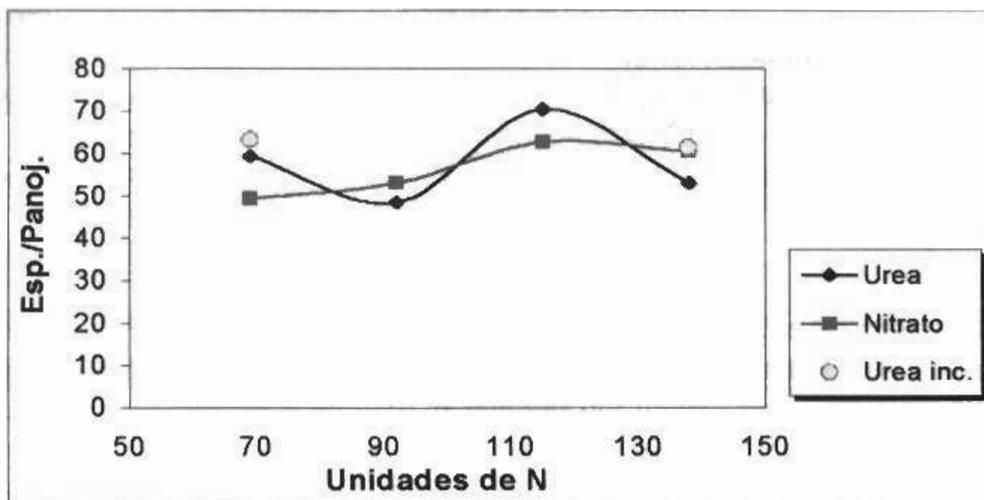


Figura N°12: Número de espiguillas por panoja según diferentes niveles de urea o nitrato de amonio.

La correlación existente entre espiguillas y porcentaje de nitrógeno en la parte vegetativa de la última fecha de muestreo fue  $r=0.40$  (con  $p=0.01$ ). Esto sería consecuencia del efecto que tuvo el nitrógeno sobre el número de panojas más que un efecto directo del nitrógeno en el número de espiguillas.

#### 4.2.4 Número de granos por panoja.

No se encontró ninguna diferencia estadísticamente significativa en este parámetro para ninguno de los tratamientos. Los valores obtenidos de granos por panoja se encontraron dentro de un rango de 49 a 76 granos por panoja.

Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Hare y Rolston (1990), quienes con aplicaciones de nitrógeno a principios de setiembre, lograron aumentar el número de flores por panoja.

Con respecto a las correlaciones se encontró un  $r=-0.62$  con un  $p=0.002$  entre este parámetro y el número de panojas por unidad de superficie. Esto podría explicarse ya que una mayor densidad de panojas por unidad de superficie provoca mayor competencia entre las mismas y por lo tanto cada una es más pequeña.

#### 4.2.5 Peso de mil granos (PMG)

Del análisis estadístico de los resultados se observa que hubo una respuesta negativa significativa al agregado de nitrógeno y también una respuesta lineal negativa al aumento de los niveles de nitrógeno agregado. (Ver figura n° 13)

Estos resultados no concuerdan con los encontrados por Carámbula (1967) y Ene y Bean (1975), quienes mencionan que si bien el peso de granos es un componente de rendimiento poco modificable a través de medidas de manejo, indican que es posible encontrar respuesta en este factor a aplicaciones de nitrógeno de primavera; habiendo encontrado Carámbula un aumento de 29%. También mencionan que el peso de grano es un factor importante en la calidad de la semilla ya que determina la disponibilidad de reservas que se traducen en la capacidad de germinación y vigor inicial.

Nordestgaard (1985), obtuvo resultados que concuerdan con los anteriormente mencionados ya que para *Festuca rubra* y *Dactylis glomerata*, aplicaciones de primavera provocaron una disminución en el número de panojas por unidad de superficie y disminución del rendimiento; a pesar de que provocó también un aumento del peso de semilla y número de granos por panoja.

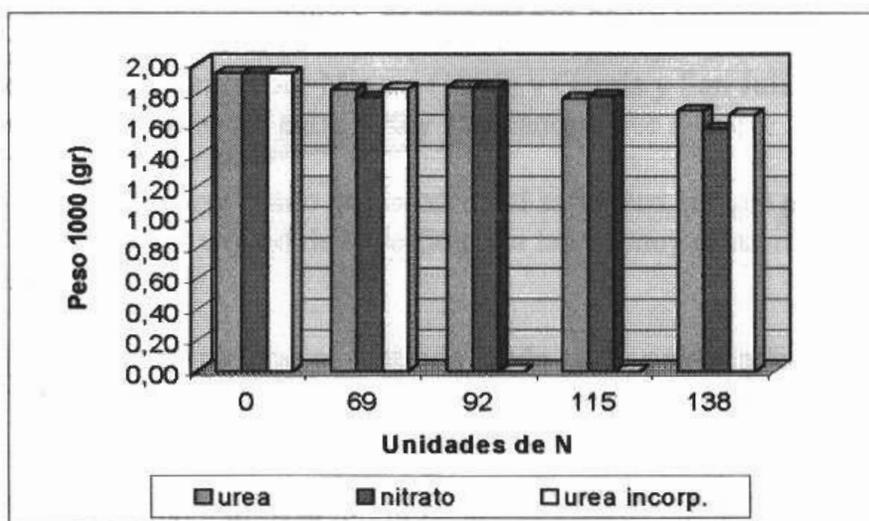


Figura N°13: Peso de 1000 semillas según fuente, dosis y método de aplicación de nitrógeno.

Si bien la respuesta negativa encontrada en este ensayo no concuerda con otros estudios, Milian (1973), constató en *Festuca arundinacea* que este nutriente afectaba en forma positiva el peso de grano a dosis bajas y medias pero fue negativa a dosis altas (mayores a 120 unidades); coincidiendo parcialmente con los resultados obtenidos en el presente ensayo, ya que a lo agregado hay que sumarle el alto aporte por parte del suelo.

Se encontró una correlación alta y negativa con el porcentaje de nitrógeno en planta, mientras que con panojas hay una correlación positiva; esta última desde el punto de vista fisiológico estaría explicada por el hecho de que se da una interacción entre los componentes de rendimiento tal que si aumenta el número de panojas habrá un menor número de granos en cada una de las mismas por lo que habrá menor competencia por asimilados pudiendo lograr un mayor peso de grano. (Ver cuadro n° 4)

Cuadro N° 4: Correlaciones con Peso de grano

|                     | N° Panojas | N° Esp. | % N Total |
|---------------------|------------|---------|-----------|
| Peso de grano       | 0.48       | Ns      | -0.62     |
| Nivel significancia | 0.02       |         | 0.0018    |

La correlación negativa con el contenido de nitrógeno en la planta es otro indicio de la falta de respuesta al agregado de nitrógeno que se encontró, teniendo en cuenta el potencial del cultivo, y las condiciones de clima y suelo en que se realizó el ensayo.

#### 4.2.5. Rendimiento Limpio.

Como se observa en el cuadro n°5, la fertilización provocó (aunque sin significancia estadística) un aumento en el número de panojas por metro cuadrado de 19.5% respecto al testigo, pero aparentemente la densidad promedio de panojas (250/m<sup>2</sup>) es alto si lo comparamos con lo obtenido por Minetti (1995) y García y San Julián (1981), quienes encontraron valores promedio entre 100 y 150 panojas por metro.

Esto podría estar explicado por la edad del semillero, ya que presentaba también un alto número de macollos por unidad de superficie y a la vez muy desuniformes en edad y tamaño a fines de invierno.

El alto número de panojas encontrado, pudo haber provocado una competencia entre las mismas por lo que el rendimiento en gramos por panoja de las parcelas fertilizadas fue 26% menor que el testigo.

A su vez, si comparamos el rendimiento por panoja con la bibliografía nacional, encontramos que los valores son muy bajos, ya que Minetti (1995), obtuvo valores de 0.199 y 0.166 gramos/panoja en dos años consecutivos, mientras que en el presente ensayo el mayor valor fue de 0.138 correspondiendo al tratamiento testigo.

Por lo tanto, la fertilización provocó cambios en los componentes de rendimiento pero que luego por los mecanismos de compensación no se tradujeron en diferencias significativas en rendimiento de semilla (kg/há).

Cuadro n° 5: Componentes de rendimiento y producción de semilla.  
(Voleo incluye urea y nitrato de amonio)

|             | Pan/0.1m <sup>2</sup> | Esp/Pan | P.M.G. (gr) | Gran/Pan | Rend./Pan (gramos) | Rend/Limp. (kg/há) |
|-------------|-----------------------|---------|-------------|----------|--------------------|--------------------|
| Voleo       | 27.27                 | 57.1    | 1.768       | 58.65    | 0.102              | 367.9              |
| Incorporado | 17.75                 | 62.2    | 1.753       | 71.6     | 0.125              | 285.9              |
| Testigo     | 22                    | 59      | 1.938       | 71.4     | 0.138              | 371.6              |

Por consiguiente, a partir del análisis estadístico, y de lo mencionado anteriormente en este ítem, se puede decir que con las condiciones del año y la chacra en que se realizó el ensayo, no se encontró respuesta al agregado de nitrógeno en el rendimiento de semilla. Esta falta de respuesta también se podría explicar por el alto contenido de nitrato en el suelo al iniciar el ensayo el 28 de agosto con 20 ppm y por la alta capacidad de aporte que pudo haber tenido dicho suelo durante el período de experimentación. Todo esto está acentuado por las precipitaciones de

poca magnitud ocurridas durante el ensayo lo cual pudo haber minimizado las pérdida por lavado del nitrógeno.(Ver cuadro n° 1 del apéndice con las precipitaciones).

Estos resultados coinciden con los de un ensayo de características similares pero sobre un cultivo de trigo realizado el mismo año en el mismo establecimiento, donde no se encontraron altas respuestas al agregado de nitrógeno ni al método de aplicación de la urea (Bordoli, com pers).

En el presente ensayo si bien no hubo respuesta al agregado de nitrógeno, sí se encontró una diferencia significativa al método de aplicación de la urea, a favor de la aplicación al voleo (ver figura n° 14). Como se observa en el cuadro n°5, el efecto negativo inicial provocado por la incorporación de la urea, se manifestó en un menor número de panojas, y aunque tuvo un mayor rendimiento por panoja (mayor peso de granos y granos/panoja), no logró compensar el rendimiento final de semilla. Estos resultados comparados con los obtenidos en los tratamientos al voleo estarían indicando y confirmando la importancia del número de panojas en la determinación del rendimiento final de semilla.

Los resultados obtenidos en los dos ensayos antes mencionados están apoyados por lo encontrado en otro semillero de festuca en el mismo año, donde si bien no se realizó un seguimiento del cultivo se evaluó el rendimiento de semilla en función de diferentes niveles y fuentes de nitrógeno agregado; no habiéndose encontrado respuestas a ninguno de los tratamientos. Este ensayo fue llevado a cabo en el establecimiento "El Pasesito" de la señora L. Martinez de Ceroni en el departamento de Soriano en un semillero de tercer año.

Las correlaciones entre el rendimiento de semilla y la materia seca acumulada por el cultivo no fue significativa lo cual difiere con los resultados encontrados por Minetti (1995), donde dicha correlación para dos años consecutivos fue de 0.69 y 0.76.

Al instalarse el ensayo, se obtuvo un coeficiente de variación para el número de macollos por metro cuadrado de 36% y esto junto a la alta desuniformidad de tamaño y edad de los mismos, podrían haber sido provocados por un excesivo número de macollos y una alta cantidad de restos secos de la cosecha anterior que no permitió un parejo desarrollo de éstos. A su vez, el desarrollo de macollos tardío pudo haber sido estimulado por los tratamientos y tener un efecto contraproducente en el rendimiento de semilla.

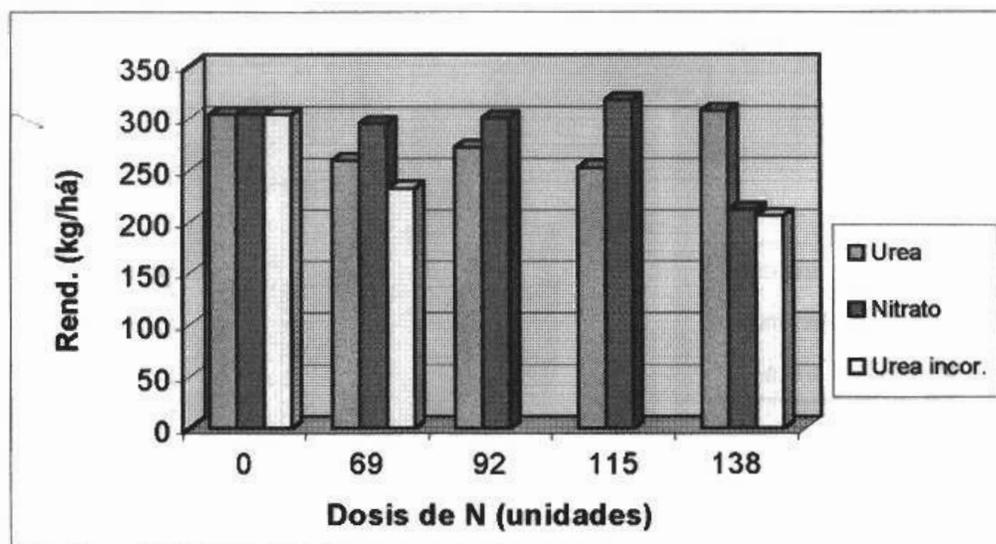


Figura N°14: Rendimiento limpio (kg/há) para diferentes fuentes, niveles y método de aplicación del nitrógeno.

Aunque no se encontraron diferencias significativas entre las fuentes, en la figura n°14 se nota que el nitrato siempre se comportó mejor que la urea excepto en el mayor nivel. Esta tendencia podría insinuar en otras condiciones de chacra y/o año, un comportamiento diferente entre urea y nitrato de amonio, favorable a una mayor eficiencia de este último.

En resumen, por todo lo antes mencionado, se podría decir que para el potencial de rendimiento que presentaba el cultivo, el aporte de nitrógeno por parte del suelo en este año en particular fue suficiente, por lo que el nitrógeno agregado en tal momento no fue aprovechado. Sería conveniente en el futuro, el estudio de medidas de manejo tendientes a rejuvenecer cultivos de avanzada edad como el del presente ensayo, así como encontrar un manejo adecuado del rastrojo post cosecha, para lograr un número y estructura de macollos adecuado que incremente el potencial de producción de semilla.

### 4.3 Calidad de semilla

#### 4.3.1 Porcentaje de vanas

En el análisis estadístico no se encontraron respuestas significativas en el tratamiento testigo respecto al resto. En cuanto al método de aplicación sí se encontraron respuestas a favor de la aplicación al voleo. También se dieron respuestas significativas al aumentar los niveles de nitrógeno agregado. (Ver figura n°15)

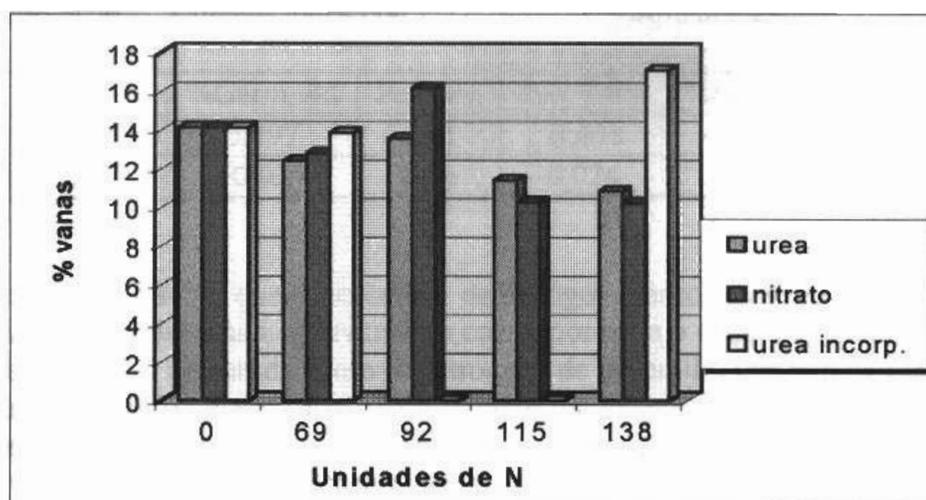


Figura N°15: Porcentaje de semillas vanas según fuente, nivel y método de aplicación del nitrógeno.

Se encontró una correlación alta y negativa con  $r=-0.60$  y  $p=0.01$ , entre el porcentaje de semillas vanas y la materia seca reproductiva, esto podría estar indicando que un mayor desarrollo de las estructuras reproductivas aumentaría el aporte de asimilados a los granos y por lo tanto habría un menor porcentaje de semillas vanas.

#### 4.3.2 Porcentaje de Germinación

Siguiendo la reglamentación de ISTA se midió la germinación a los cuatro y quince días. Para la primera fecha no se encontró ninguna diferencia significativa entre los diferentes tratamientos. En la segunda fecha los valores oscilaron en un rango entre 80.3% y 92%. Este último valor corresponde al testigo el cual mostró una diferencia significativa con el resto de los tratamientos.

Los tratamientos de urea incorporada tuvieron un mejor comportamiento que las aplicaciones de nitrato al voleo, esto podría estar explicado como se muestra en la figura n°13 por un mayor peso de los granos, con la consiguiente mayor acumulación de reservas.

El análisis de las correlaciones (cuadro n°6) muestra que los tratamientos que tenían mayor porcentaje de germinación a los cuatro días, también lo tenían a los quince y el peso de estas plántulas era mayor. El peso de los granos se correlaciona también positivamente con el porcentaje de germinación final. Esto coincide parcialmente con lo mencionado por Carámbula (1967), quien encontró que una aplicación de nitrógeno en primavera puede aumentar el peso de los granos, aumentando la capacidad de germinación y vigor inicial.

Cuadro N° 6. Correlaciones con Porcentaje de germinación.

|                 | %Germ. 4d | Peso Pl. | %N Sem. | %N Rep. | PMG   |
|-----------------|-----------|----------|---------|---------|-------|
| %Germ. 15d      | 0.497     | 0.41     | -0.478  | -0.411  | 0.563 |
| Nivel signific. | 0.02      | 0.06     | 0.024   | 0.06    | 0.006 |

También se observa que el contenido de nitrógeno tanto en la semilla como en la parte reproductiva, se correlaciona negativamente con el porcentaje de germinación. Esto podría estar indicando que el contenido bruto de nitrógeno de la semilla tiende a mantenerse, pero aquellas que lograron un mayor peso y por lo tanto mayores reservas provocaron una dilución del nitrógeno haciendo que el porcentaje sea menor. Estas últimas lograron un mayor porcentaje de germinación posiblemente por el mayor contenido de reservas.

#### 4.3.3 Porcentaje de nitrógeno en semilla

Se encontró una respuesta estadísticamente significativa a favor del agregado de nitrógeno como se muestra en la figura n° 16. Estos resultados coinciden con los encontrados por Ene y Bean (1975), ya que una aplicación de nitrógeno en la época de emergencia de las panojas o antesis afectó favorablemente el contenido de nitrógeno de *Lolium perenne*.

La correlación de este parámetro con el peso de los granos es de  $r = -0.60$  con  $p=0.002$ , lo cual podría estar explicado como fue mencionado en el punto 4.3.1 por un efecto de dilución del nitrógeno.

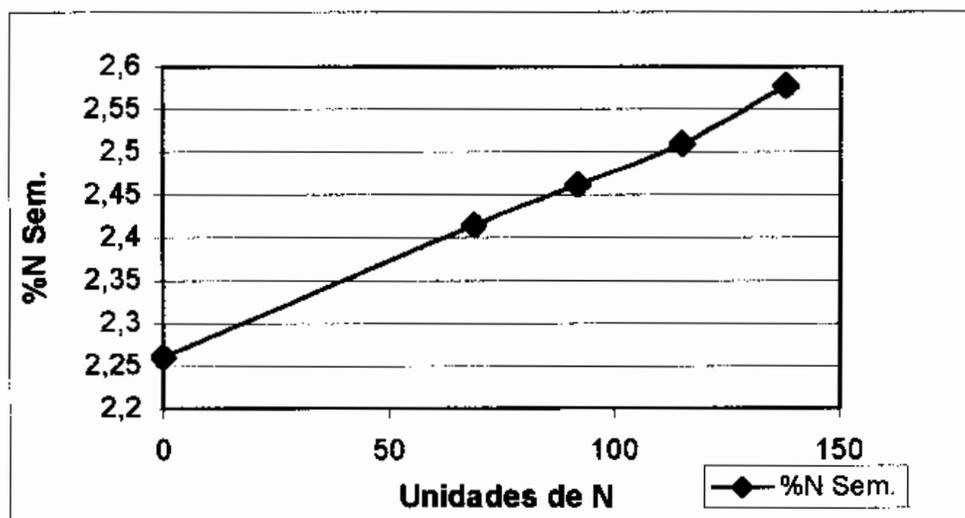


Figura N°16: Respuesta del porcentaje de nitrógeno en la semilla a niveles crecientes de nitrógeno agregado.

La respuesta lineal del contenido de nitrógeno del grano indica que si bien no hubo respuesta en rendimiento, sí la hubo en la absorción y traslocación del nitrógeno. Este no fue aprovechado para aumentar el rendimiento posiblemente debido a la estructura del semillero y al año en que se realizó el ensayo.

#### 4.3.4 Peso de plántulas.

No se encontró respuesta de este parámetro al agregado de nitrógeno, y si bien hubo una respuesta del porcentaje de nitrógeno de la semilla, este no se tradujo en un mayor peso de las plántulas como se menciona en la bibliografía. En este sentido, Ene y Bean (1975) y Schweizer y Ries (1969); citados por Carámbula (1981), observaron que semillas con contenidos más altos de nitrógeno daban origen a plántulas de mayor peso. Los valores de peso de plántulas se muestran en el cuadro n° 7 del apéndice.

### 4.4 Calidad del rastrojo

#### 4.4.1 Fibra Detergente Acido (FDA)

Uno de los objetivos de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de nitrógeno en primavera en la calidad del rastrojo post cosecha. Uno de los parámetros utilizados fue la FDA ya que indica el contenido de pared celular de la planta. No se utilizó digestibilidad in vitro porque sus resultados no son confiables cuando la calidad del forraje es baja.

Del análisis estadístico de los resultados no se encontraron respuestas significativas a ninguno de los tratamientos y se obtuvieron valores de FDA entre 42.8 y 48.8. Estos resultados coinciden con los encontrados por Reid y Jung (1965); citados por Buckner (1979), quienes a niveles crecientes de nitrógeno aplicado encontraron que la celulosa, fibra detergente ácida, lignina y demás constituyentes de la pared celular no eran mayormente modificadas. Estos resultados fueron confirmados por Miaki (1969), citado por el mismo autor.

Analizando las correlaciones, la FDA con porcentaje de nitrógeno vegetativo tiene una  $r=-0.56$ . En resumen, si bien no se encontró una respuesta directa al agregado de nitrógeno, la correlación alta con porcentaje de nitrógeno podría estar indicando una tendencia al aumento de la calidad del rastrojo con dosis crecientes de nitrógeno aplicado previo a la elongación.

#### 4.4.2 Porcentaje de nitrógeno del rastrojo.

Al igual que el anterior, éste es un parámetro indicador de la calidad del rastrojo ya que esta relacionado al contenido de proteína. ( $PC = \%N * 6.25$ )

Como se observa en la figura n° 17, hay una respuesta significativa al agregado de nitrógeno y a niveles crecientes del mismo. Esto concuerda con lo encontrado por Miaki (1969); citado por Buckner (1979), quien encontró que a mayores niveles de nitrógeno aplicado aumentaba el contenido de proteína cruda, aminoácidos, proteína verdadera y digestibilidad de la misma, lo que provocaba un aumento del valor nutritivo del forraje.

Al respecto, Minson (1967); citado por Carámbula (1977), menciona que es importante destacar que si bien un mayor porcentaje de proteína puede no modificar la digestibilidad del forraje, puede sí modificar el consumo voluntario entre un 10 y 78 %.

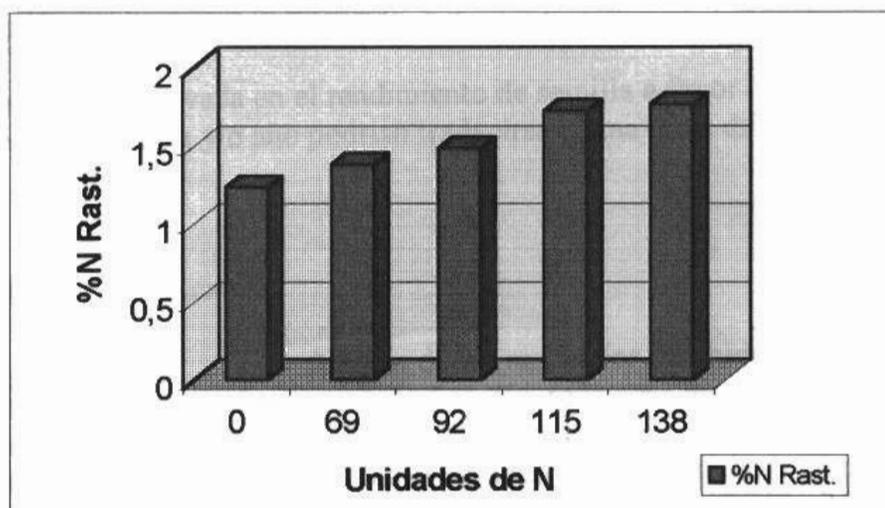


Figura N°17: Respuesta del porcentaje de nitrógeno del rastrojo a niveles crecientes de nitrógeno agregado.

Con estos resultados en el contenido de nitrógeno, se podría empezar a pensar en la viabilidad de la utilización del rastrojo como reserva de forraje, que a la vez sería muy beneficioso para el semillero ya que Carámbula (1981), menciona que el manejo ideal de la festuca post cosecha consistiría en la eliminación del área foliar remanente mediante una cosecha del forraje con máquinas tipo chopper y destinarlo a cero pastoreo. La viabilidad económica del manejo antes propuesto para cada sistema dependerá de la relación de precios de la carne, de la semilla y del costo de las labores.

## 5. CONCLUSIONES.

Las determinaciones realizadas y sus respectivos análisis permiten concluir:

### a) Fuentes.

Evaluando urea y nitrato de amonio como fuente de nitrógeno, no se encontró diferencia significativa entre ambas en ninguno de los parámetros medidos en este ensayo. La ocurrencia de una precipitación a los dos días de la aplicación puede estar explicando la falta de respuesta.

La tendencia observada en el rendimiento de semilla a favor del nitrato de amonio, en otras condiciones de chacra y/o año podrían traducirse en mayores diferencias a favor de esta fuente.

### b) Método de aplicación.

A partir de los resultados obtenidos en la mayoría de los parámetros estudiados, se concluye que la aplicación de la urea incorporada tuvo una respuesta negativa en las dos dosis ensayadas. Lo anterior se observa en una menor absorción de nitrógeno así como en una incidencia negativa en los componentes de rendimiento por lo que la producción final de semilla fue menor; hecho que podría deberse a un posible daño mecánico o una intoxicación por exceso de amonio.

En cuanto a la calidad de semilla, hubo también una respuesta negativa en el porcentaje de semillas vanas mientras que en el resto de los parámetros la incorporación de la urea no tuvo efecto.

### c) Acumulación de materia seca.

La aplicación de nitrógeno posibilitó mayores tasas iniciales de acumulación de materia seca, de todos modos al final del ensayo el testigo tuvo una mayor acumulación de materia seca producida en el período. Esto puede deberse al alto aporte de nitratos por parte del suelo de esa chacra y/o las condiciones del año en que se realizó el ensayo.

### d) Contenido de nitrógeno.

Se encontró una respuesta significativa en el porcentaje de nitrógeno en planta, tanto para la parte vegetativa como la reproductiva a los niveles aplicados.

Por consiguiente, el mayor contenido de nitrógeno implica una mayor calidad del forraje y del rastrojo remanente después de la cosecha.

e) Absorción de N (KgN/há)

Se encontró una respuesta estadísticamente significativa a la aplicación y a niveles de nitrógeno agregado; ya que en la acumulación total de materia seca no se encontraron diferencias, esta respuesta se debería al mayor contenido de nitrógeno en planta.

f) Porcentaje de nitrógeno recuperado.

Los valores obtenidos para este parámetro son muy bajos comparándolos con los obtenidos en la bibliografía consultada. Esto pudo deberse al elevado suministro de nitrato por parte del suelo en esa chacra y en ese año.

g) Rendimiento de semilla.

Para número de panojas, espiguillas por panoja, peso de mil granos y número de granos por panoja no se encontraron respuestas significativas al agregado de nitrógeno ni a los niveles. De lo anterior se deduce que el rendimiento de semilla no se vio afectado por ninguno de los tratamientos realizados.

Esta falta de respuesta podría estar explicada por el alto aporte de nitrógeno por parte del suelo, favorecido por las condiciones climáticas de ese año en particular, junto a una excesiva población de macollos y una estructura heterogénea en edad y tamaño de los mismos. La avanzada edad del semillero también pudo haber incidido en este aspecto.

De lo anterior se deduce que el potencial de rendimiento del cultivo era bajo, lo cual podría explicar que a pesar de encontrarse mayores contenidos de nitrógeno en planta a mayores niveles de nitrógeno aplicado (confirmando la absorción realizada por el cultivo), no se concretó en un mayor rendimiento de semilla.

En cuanto al estudio de las correlaciones entre los componentes de rendimiento se observa una interrelación entre éstos coherente desde el punto de vista fisiológico. Además se vio claramente la importancia del componente número de panojas en la determinación del rendimiento de semilla.

h) Calidad de semilla.

En el porcentaje de semillas vanas, porcentaje de germinación y peso de plántulas no hubo respuesta al agregado de nitrógeno. Sí se encontró respuesta significativa en el peso de mil granos observándose menores valores a mayores niveles de nitrógeno agregado; lo inverso sucedió con el porcentaje de nitrógeno en la semilla.

Se encontró que las semillas de mayor peso tuvieron un mayor porcentaje de germinación, estando estas variables correlacionadas con un  $r= 0.56$  y  $p= 0.01$ . Estos mayores porcentajes de germinación podrían explicarse por la mayor reserva de carbohidratos contenidos en dichas semillas.

i) Calidad del rastrojo.

No se encontró respuesta significativa en la Fibra Detergente Acido a la aplicación de nitrógeno; lo que sí se modificó fue el contenido de proteína de ese rastrojo con el consecuente aumento de la calidad del mismo. Si bien este último parámetro no altera la digestibilidad, podría aumentar la palatabilidad y el consumo voluntario de dicho rastrojo.

## 6. RESUMEN

En el período comprendido entre fines de agosto a fines de noviembre de 1997, se instaló un ensayo en el departamento de Soriano sobre un semillero de festuca de seis años.

Los objetivos fueron evaluar la respuesta en rendimiento y calidad de semilla así como la evolución de la producción de materia seca y contenido de nitrógeno en planta durante el período de experimentación, a diferentes niveles de fertilización y fuentes (nitrato de amonio y urea). Para la urea evaluar la respuesta con diferentes métodos de aplicación (al voleo o incorporada). A su vez se buscó evaluar el efecto de la fertilización de primavera sobre la calidad del rastrojo.

La fertilización se realizó a fines de agosto y los niveles evaluados fueron 0, 69, 92, 115 y 138 unidades de nitrógeno para cada fuente y para la urea incorporada se evaluaron los niveles de 69 y 138.

El semillero había recibido una aplicación de nitrógeno en el otoño y fue pastoreado hasta fines de julio; presentando una gran desuniformidad en la disponibilidad de forraje, en el tamaño y edad de los macollos; así como gran cantidad de restos secos al momento de instalarse el ensayo. El número de macollos al inicio del ensayo, también fue muy alto, con un promedio de 2404 macollos por metro cuadrado. Tal estructura del semillero posiblemente este explicada por el alto contenido de restos secos y la edad avanzada del mismo.

El suministro de nitrógeno, incrementó el contenido de éste en planta, pero no se encontraron diferencias en la producción final de materia seca en el período estudiado. Tampoco se encontró respuesta en rendimiento de semilla (kg/há) a los niveles estudiados.

De los parámetros evaluados para la calidad de semilla, sólo el porcentaje de nitrógeno en la misma mostró una respuesta positiva con los niveles aplicados; aunque esto no se tradujo en un mayor vigor inicial ni porcentaje de germinación.

En cuanto a la calidad del rastrojo posterior a la cosecha, sólo se encontraron aumentos en el contenido de nitrógeno del mismo a mayores niveles agregados.

No hubo diferencias entre usar urea o nitrato de amonio para los diferentes parámetros evaluados (pudiendo deberse a que dos días después de la aplicación se produjo una precipitación de 38 mm). En lo referente al método de aplicación, la incorporación de la urea resultó ser negativa tanto en producción como en calidad de semilla.

La falta de respuesta podría estar explicada ya que para el potencial de rendimiento que presentaba el cultivo (un elevado número de macollos por unidad de superficie, desuniformidad de tamaño y edad de macollos), el aporte de nitrógeno por parte del suelo en este año en particular fue suficiente, por lo que el nitrógeno agregado en tal momento (a pesar de que hubo cierta absorción) no fue aprovechado.

De los resultados obtenidos en el presente ensayo quedan nuevas interrogantes e inquietudes que deberían ser consideradas en futuras investigaciones.

En este sentido, una renovación del cultivo y/o medidas de manejo y estudios tendientes a encontrar poblaciones adecuadas en el número de macollos y una menor presencia de restos secos, que posibilite lograr incrementar el potencial de producción de semilla, serían importantes de evaluar para obtener mayores rendimientos.

También sería importante realizar ensayos similares al actual, intentando determinar niveles críticos de nitrógeno en planta y a partir de ellos definir la realización o no de fertilizaciones y los niveles de las mismas.

## 7. SUMMARY

During the period between end of august and end of november, 1997, an experiment was started in Soriano on a Festuca six year old seed crop.

The objectives were to evaluate the response on seed yield and quality, and the evolution of the dry matter production and nitrogen content in it, during the experimentation period, to different levels of fertilisation, sources (urea and ammonium nitrate), and for the urea study the response to methods of application (incorporate or blow). Another objective was to study the effects of spring fertilisation on the stubble quality.

The fertilisation was done at the end of august and levels evaluated were 0, 69, 92, 115 and 138 units of nitrogen for each sources; the incorporated urea was studied at 69 and 138 units.

The seed crop received an application of nitrogen in autumn and was pasture up to the end of july, having a big differences on the amount of forage, and in size and age of tillers. It also presented a lot of dry forage at the moment the experiment started. At that moment the number of tillers was high, with an average of 2404 tillers/m<sup>2</sup>. The structure of the seed crop is possibly explained by the high amount of dry forage and the advanced age of the seed crop.

The application of nitrogen increased the concentration of it in plant, but no differences were found in the final dry matter production. Seed yield (kg/há) had no response to the studied levels either.

From the parameters of seed quality studied, only the percentage of nitrogen in it had a positive response to levels applied, but that did not translate into a higher initial vigour or germination percentage.

After the harvest the stubble quality showed an increase in the nitrogen content in it, to the higher levels applied.

No differences were found from using urea or ammonium nitrate for the different parameters evaluated (a rainfall of 38 mm two days after application may be the responsible of that response). The method of application showed that the incorporation of the urea was negative for the production and quality of seeds.

The absence of response could be explained by the poor potential the seed crop had, (high number of tiller/m<sup>2</sup>, and high differences in size and age of them); the amount of nitrogen the soil gave in that particular year, was enough; for what the nitrogen applied on that moment had no profit; although some of it was absorbed.

From the results obtained in this experiment there are new questions which should be considered in future investigations.

A renovation of the seed crop and/or management measures tending to obtain an adequate population in the number of tillers and a lower content of dry matter forage, making possible to increase seed production potential, could be interesting to study in the future to obtain higher yields.

It would also be important to lay more experiments trying to obtain critical levels of nitrogen in plant and from them define the application or not of nitrogen and in which level.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. BAETHGEN, W. 1996. Manejo y Fertilidad de Suelos; El Nitrógeno en los Sistemas Agrícola Ganaderos. INIA. Serie Técnica N° 76, 17p.
2. BORDOLI, M. 1988. Efecto de la forma de aplicación de la urea y el uso de nitrato de amonio al voleo. Hoja informativa N°28 p. 3-4
3. BUCKNER, R. ; BUSH, L. 1979. Tall fescue., Wisconsin, USA, ASA Publications. 351p.
4. CARAMBULA, M. 1964. Efectos de la fertilización de nitrógeno y fósforo en la producción de semillas de Festuca arundinacea. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. E.E.M.A.C. Boletín Técnico N°3.
5. CARAMBULA, M 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464p.
6. CARAMBULA, M. 1981. Producción de semillas de plantas forrajeras. Montevideo, Hemisferio Sur. 508p.
7. CARAMBULA, M. ; CARRIQUIRI, E. y AYALA, W. 1993. Manejo de Semilleros de Festuca en el Período Invernal, Treinta y Tres INIA, 6p.
8. COZZOLINO, D. ; FIGURINA, G. ; METHOL, M. ; ACOSTA, Y. ; MIERES, J. y BASSEWITZ, H. 1994. Guía para la Alimentación de Rumiantes. INIA. Boletín N° 44, 47p.
9. ERNST, O. ; SIRI, G. ; BOLOGNA, J. ; RINCON, F. 1998. Nitrato de Amonio y Urea como fuentes de Nitrógeno en cultivos de invierno. Cangue N°12 : 19-21
10. FORMOSO, F. 1995. Epoca de diferenciación floral y alargamiento de entrenudos en festuca – falaris – dactylis. INIA. Serie Técnica N°59. 16p.
11. FORMOSO, F. 1996. Producción y Manejo de Pasturas; Producción de Semilla de Especies Forrajeras. INIA. Serie Técnica N° 80, p.85-92.
12. GABARCIK Y KASPER. 1982. Digestibility of dry matter of Festuca arundinacea at different nitrogen rates. *Herbage Abstracts* 52: 208
13. GARCIA, A. ; SAN JULIAN, R. 1981. Producción de semillas en Festuca arundinacea Schreb. cb. "Estanzuela Tacuabé". Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 126p

14. HARE, M.D. and ROLSTON, M.P. 1990. Nitrogen Effects on Tall Fescue Seed Production. *Journal of Applied Seed Production*. 8: 28-32
15. JONSSON, N. 1985. Nitrogen applied to timothy and meadow fescue in autumn and spring. *Herbage Abstracts* 55 (6): 23.
16. KELLING, K.A. and MATOCHE, J.E. 1990. Plant analysis as an aid in fertilizing forage crops. *In* Westerman, R.L., ed. *Soil testing and plant analysis*. P.381
17. MARSHALL, C. 1985. Developmental and physiological Aspects of Seed Production in Herbage grasses. *Journal of applied seed production*. 3: 43-49.
18. MARTIN, W. E. and MATOCHE, J.E. 1976. Plant analysis as an aid in the fertilization of forage crops in soil testing and plant analysis. *In* Walsh y Berton, *Soil testing and plant analysis*. p.419.
19. MEIJER, W. J.M. ; VREEKE, S. 1989. Nitrogen fertilization of grass seed crops as related to soil mineral nutrition. *Herbage Abstracts* 59 (5): 154.
20. MINETTI, S. 1995. Manejo invernal de semilleros de festuca. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 72p.
21. MOLLA, E. 1997. Producción y Comercio de Semilla Fina. *Anuario de OPYPA*. 1997: 249-257
22. MURDOCK, L.W. and FRYE, W.W. 1985. Comparison of Urea and Urea – Ammonium Polyphosphate with Ammonium Nitrate in Production of Tall Fescue. *Agronomy Journal*. 77: 630-633.
23. NORDESTGAARD, A. 1985. Investigations on the Interaction Between Level of Nitrogen Application 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.
24. NORDESTGAARD, A. and ANDERSEN, S. 1991. Stability of High Production Efficiency in Perennial Herbage Seed Crops. *Journal of Applied Seed Production*. 9(Supp): 27-32
25. PARK, G. J. ; KWON, D.J. ; LEE, J.Y. ; YANG, J.S. 1988. Studies on the seed production of *Festuca arundinacea* Schreb. I. Effect of nitrogen fertilization and method of its application on the seed production of *Festuca arundinacea*. *Herbage Abstracts* 58 (6): 172
26. PERDOMO, C. 1997. Algunos aspectos de la dinámica del nitrógeno en suelos agrícolas. Manejo de la fertilidad en producciones extensivas. Montevideo. Facultad de Agronomía. 13 p.

27. PICERNO, A. 1997. Informe Sobre Resultados de la Encuesta Pecuaria. Anuario de OPYPA. 1997. p. 297-303.
28. ROLSTON, M.P. ; BROWN, K.R. ; HARE, M.D. and YOUNG, K.A. 1985. Grass Seed Production: Weeds, Herbicides and Fertilisers. Producing Herbage Seeds. p. 15-22.
29. SHINGAREVA, S. V. 1986. Nitrogen top dressing of Festuca arundinacea. Herbage Abstracts 56 (8):214
30. ULISZEWSKI, J. ; PRONCZUK, S. 1985. Effect of nitrogen application on yields of Dactylis glomerata and Festuca arundinacea Schreb. during long – term cultivation. Herbage Abstracts 55 (6): 1
31. WILMAN, D. ; PEARSE, D.J. 1984. Effects of applied nitrogen on grass yield, nitrogen content, tillers and leaves in field swards. Herbage Abstracts 54 (11): 352

**9. APENDICE**

**Cuadro N°1:** Precipitaciones ocurridas en el establecimiento La Sorpresa en el periodo del ensayo, las cuales se representan en las figuras 1 y 2.

| Fecha  | Precip.(mm) |
|--------|-------------|
| Ago 2  | 5           |
| Ago 15 | 25          |
| Ago 17 | 17          |
| Ago 19 | 18          |
| Set 1  | 38          |
| Set 8  | 15          |
| Set 20 | 4           |
| Set 30 | 5           |
| Oct 4  | 50          |
| Oct 11 | 27          |
| Oct 12 | 24          |
| Oct 14 | 10          |
| Oct 27 | 45          |
| Oct 31 | 5           |
| Nov 5  | 10          |
| Nov 8  | 12          |
| Nov 10 | 15          |
| Nov 11 | 6           |
| Nov 12 | 34          |
| Nov 13 | 4           |
| Nov 25 | 4           |

Figura N°1

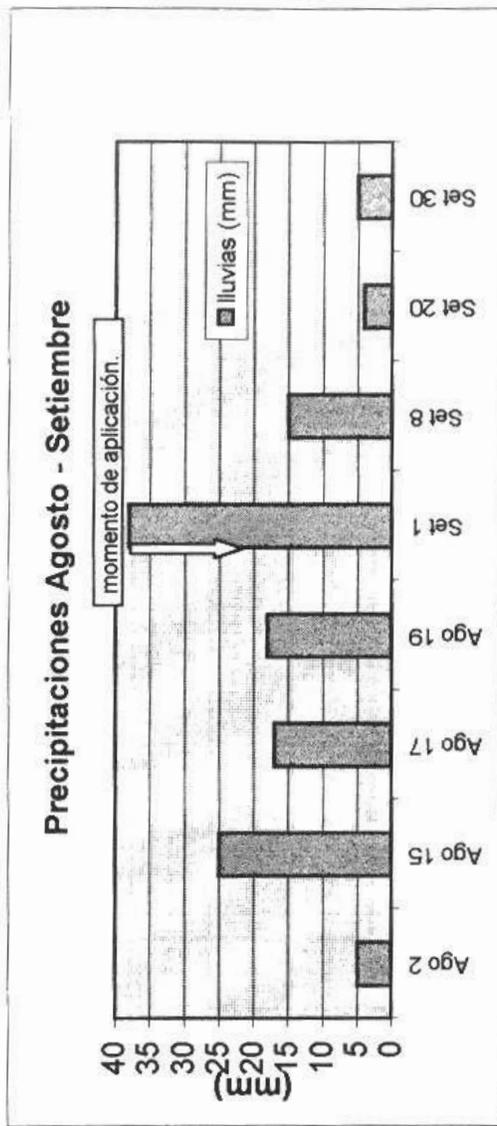
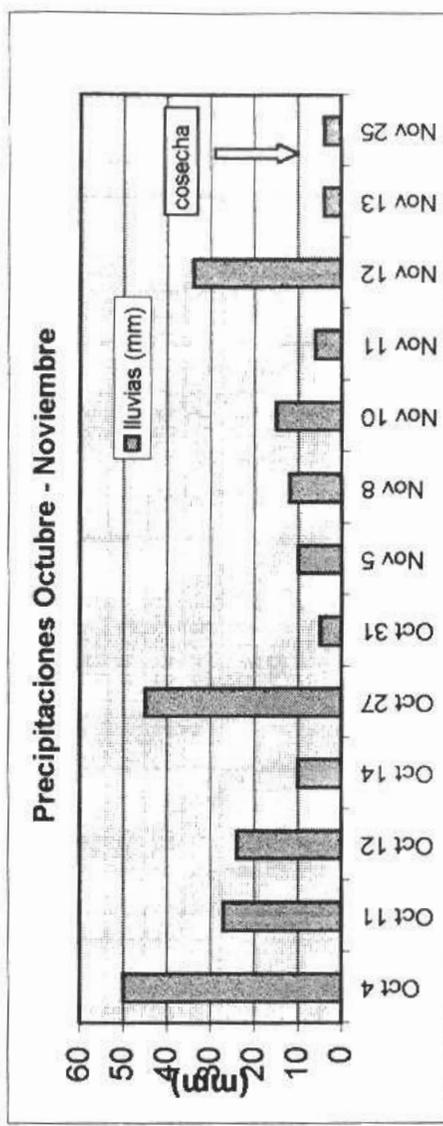


Figura N°2



**Cuadro N°2:** Porcentaje promedio para cada tratamiento de macollos que se trasformaron en panojas.

|              | N°mac/m2 | N°pan/m2 | (Pan/mac)*100 |
|--------------|----------|----------|---------------|
| N 69         | 2541     | 305      | 12,0          |
| N 92         | 2385     | 310      | 13,0          |
| N 115        | 2721     | 294      | 10,8          |
| N 138        | 2515     | 193      | 7,7           |
| Testigo      | 2435     | 220      | 9,0           |
| U 69         | 2440     | 279      | 11,4          |
| U 92         | 2175     | 304      | 14,0          |
| U 115        | 2098     | 220      | 10,5          |
| U 138        | 2171     | 277      | 12,8          |
| U incor. 69  | 2565     | 192      | 7,5           |
| U incor. 138 | 2398     | 165      | 6,9           |
| Promedio:    | 2404     | 251      | 10,5          |

**Cuadro N°3:** Valores promedio de Materia Seca (Vegetativa, Reproductiva y Total) para cada tratamiento en las cuatro fechas de muestreo.

|              | 28-Ago |         | 30-Sep  |         | 30-Oct  |         | 20-Nov  |         | 20-Nov  |         |
|--------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|              | MS Tot | MS Tot. | MS Veg. | MS Rep. | MS Tot. | MS Veg. | MS Rep. | MS Veg. | MS Rep. | MS Tot. |
| N 69         | 786    | 2370    | 3208    | 383     | 3591    | 3516    | 1404    | 3264    | 1562    | 4826    |
| N 92         | 1677   | 2763    | 3324    | 496     | 3821    | 3264    | 1562    | 3102    | 1476    | 4578    |
| N 115        | 1203   | 2360    | 3228    | 395     | 3623    | 3102    | 1476    | 3034    | 1669    | 4703    |
| N 138        | 1142   | 2887    | 3568    | 429     | 3997    | 3644    | 1486    | 3268    | 1506    | 4774    |
| Testigo      | 2359   | 3099    | 3418    | 391     | 3809    | 3644    | 1486    | 3191    | 1175    | 4366    |
| U 69         | 1257   | 2574    | 3342    | 445     | 3788    | 3268    | 1506    | 3358    | 1722    | 5080    |
| U 92         | 1993   | 2765    | 3546    | 367     | 3913    | 3191    | 1175    | 3051    | 1380    | 4431    |
| U 115        | 1477   | 2805    | 3304    | 420     | 3724    | 3358    | 1722    | 2884    | 1229    | 4113    |
| U 138        | 1148   | 2517    | 3425    | 463     | 3888    | 3051    | 1380    | 3134    | 1098    | 4232    |
| U incor. 69  | 1657   | 2172    | 3130    | 314     | 3444    | 2884    | 1229    | 3134    | 1098    | 4232    |
| U incor. 138 | 933    | 2174    | 3077    | 328     | 3405    | 3134    | 1098    | 3222    | 1428    | 4650    |
| Promedio:    | 1421   | 2590    | 3325    | 403     | 3728    | 3222    | 1428    | 3222    | 1428    | 4650    |

**Cuadro N° 4:** Valores promedio del porcentaje de nitrógeno en la Materia Seca (Vegetativa, Reproductiva y Total) para cada tratamiento en las cuatro fechas de muestreo.

|              | 28-Ago  | 30-Sep  | 30-Oct  | 30-Oct  | 30-Oct  | 20-Nov  | 20-Nov  | 20-Nov  | 20-Nov  |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|              | %N Tot. | %N Tot. | %N Veg. | %N Rep. | %N Tot. | %N Veg. | %N Rep. | %N Tot. | %N Tot. |
| N 69         | 2,21    | 2,69    | 1,75    | 1,79    | 1,76    | 1,42    | 1,04    | 1,29    | 1,29    |
| N 92         | 2,42    | 2,7     | 1,77    | 1,8     | 1,77    | 1,52    | 1,24    | 1,4     | 1,4     |
| N 115        | 2,19    | 2,72    | 2,1     | 2,03    | 2,09    | 1,73    | 1,53    | 1,67    | 1,67    |
| N 138        | 2,53    | 2,87    | 2,29    | 1,99    | 2,25    | 1,91    | 1,39    | 1,73    | 1,73    |
| Testigo      | 2,07    | 1,77    | 1,37    | 1,57    | 1,39    | 1,24    | 0,99    | 1,16    | 1,16    |
| U 69         | 2,11    | 2,42    | 1,71    | 1,74    | 1,71    | 1,35    | 1,15    | 1,29    | 1,29    |
| U 92         | 1,94    | 2,44    | 1,75    | 1,8     | 1,76    | 1,46    | 1,42    | 1,44    | 1,44    |
| U 115        | 2,19    | 2,84    | 2,06    | 1,86    | 2,03    | 1,73    | 1,25    | 1,57    | 1,57    |
| U 138        | 2,25    | 2,92    | 2,1     | 1,89    | 2,08    | 1,63    | 1,42    | 1,57    | 1,57    |
| U incor. 69  | 2,24    | 2,66    | 1,6     | 1,77    | 1,61    | 1,63    | 1,28    | 1,51    | 1,51    |
| U incor. 138 | 2,3     | 2,8     | 2,03    | 2,01    | 2,03    | 2,17    | 1,6     | 2,04    | 2,04    |
| Promedio:    | 2,22    | 2,62    | 1,87    | 1,84    | 1,86    | 1,62    | 1,30    | 1,52    | 1,52    |

**Cuadro N° 5:** Valores promedio de los Kg de nitrógeno absorbidos (Vegetativo, Reproductivo y Total) para cada tratamiento en las cuatro fechas de muestreo.

|              | 28-Ago   | 30-Sep   | 30-Oct   | 30-Oct   | 30-Oct   | 20-Nov   | 20-Nov   | 20-Nov   | 20-Nov   |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|              | KgN Tot. | KgN Tot. | KgN Veg. | KgN Rep. | KgN Tot. | KgN Veg. | KgN Rep. | KgN Tot. | KgN Tot. |
| N 69         | 16,9     | 64,1     | 55,4     | 6,8      | 62,2     | 49,6     | 14,5     | 56,95    | 56,95    |
| N 92         | 40,25    | 74,55    | 58,65    | 8,85     | 67,55    | 49,45    | 19,2     | 67,55    | 67,55    |
| N 115        | 26,1     | 64,2     | 67,65    | 8        | 75,65    | 53,5     | 22,5     | 76,25    | 76,25    |
| N 138        | 28,75    | 82,8     | 80,95    | 8,55     | 89,5     | 57,7     | 23,45    | 81,25    | 81,25    |
| Testigo      | 48,85    | 54,7     | 47,05    | 6,15     | 53,15    | 45,1     | 14,75    | 59       | 59       |
| U 69         | 26,1     | 62,5     | 57,2     | 7,65     | 64,9     | 43,85    | 16,95    | 60,85    | 60,85    |
| U 92         | 38,25    | 66,8     | 62       | 6,6      | 68,6     | 46,65    | 16,35    | 62,85    | 62,85    |
| U 115        | 32,35    | 78,85    | 67,9     | 7,8      | 75,7     | 58,15    | 21,55    | 79,55    | 79,55    |
| U 138        | 25,8     | 73,15    | 71,65    | 8,7      | 80,3     | 49,75    | 19,55    | 69,35    | 69,35    |
| U incor. 69  | 21,5     | 57,85    | 50,35    | 5,55     | 55,95    | 46,65    | 15,75    | 62,1     | 62,1     |
| U incor. 138 | 37,1     | 60,25    | 62,45    | 6,6      | 69,05    | 67,3     | 17,55    | 85,65    | 85,65    |
| Promedio:    | 31,1     | 67,3     | 61,9     | 7,4      | 69,3     | 51,6     | 18,4     | 69,2     | 69,2     |

**Cuadro N° 6:** Valores promedio del porcentaje de nitrógeno recuperado para cada tratamiento al final del ensayo.

|              | %N Recup. |
|--------------|-----------|
| N 69         | 13,6      |
| N 92         | 21,6      |
| N 115        | 8,3       |
| N 138        | 20,4      |
| Testigo      |           |
| U 69         | 11,3      |
| U 92         | 13,1      |
| U 115        | 21,0      |
| U 138        | 13,4      |
| U incor. 69  | 4,5       |
| U incor. 138 | 4,0       |
| Promedio:    | 13,1      |

**Cuadro N° 7:** Valores promedio de los componentes de rendimiento (panojas, espiguillas, peso de grano, granos por panoja).

|              | 20-Nov    | 20-Nov    | 20-Nov | 20-Nov     | 20-Nov     | 20-Nov |
|--------------|-----------|-----------|--------|------------|------------|--------|
|              | Pan./0,1m | Esp./Pan. | P.M.G. | Gran./Pan. | Rend.Limp. |        |
| N 69         | 30,5      | 49,5      | 1,782  | 53,1       | 381,1      |        |
| N 92         | 31        | 53,1      | 1,851  | 51,2       | 379,5      |        |
| N 115        | 29,4      | 62,7      | 1,788  | 59,9       | 407,9      |        |
| N 138        | 19,3      | 60,5      | 1,576  | 72,5       | 283,2      |        |
| Testigo      | 22        | 59        | 1,938  | 71,4       | 371,6      |        |
| U 69         | 27,9      | 59,4      | 1,832  | 51,1       | 403,1      |        |
| U 92         | 30,4      | 48,5      | 1,851  | 49         | 355,9      |        |
| U 115        | 22        | 70,5      | 1,775  | 67,6       | 332,3      |        |
| U 138        | 27,7      | 53,1      | 1,694  | 64,8       | 400,4      |        |
| U incor. 69  | 19,2      | 63,2      | 1,838  | 67,1       | 300,8      |        |
| U incor. 138 | 16,5      | 61,3      | 1,669  | 76,1       | 270,9      |        |
| Promedio:    | 25,1      | 58,3      | 1,781  | 62,2       | 353,3      |        |

**Cuadro N°8:** Valores promedio de los parámetros de calidad de la semilla para cada tratamiento (Germinación a los 4 y 15 días, peso de plántulas, % de vanas y contenido de nitrógeno en la semilla)

|              | Ger. 4 días | Ger. 15 días | Peso 10 pl.<br>(gr) | Vanas (%) | %N semilla |
|--------------|-------------|--------------|---------------------|-----------|------------|
| N 69         | 61          | 87,5         | 0,169               | 12,8      | 2,42       |
| N 92         | 66,5        | 88,5         | 0,189               | 16,1      | 2,49       |
| N 115        | 65,3        | 90,5         | 0,176               | 10,3      | 2,57       |
| N 138        | 49,5        | 80,3         | 0,168               | 10,2      | 2,51       |
| Testigo      | 65,8        | 92           | 0,185               | 14,1      | 2,26       |
| U 69         | 65,5        | 90,8         | 0,193               | 12,4      | 2,41       |
| U 92         | 47,8        | 85,3         | 0,183               | 13,5      | 2,44       |
| U 115        | 55          | 86,8         | 0,189               | 11,4      | 2,45       |
| U 138        | 59,3        | 86,3         | 0,194               | 10,8      | 2,65       |
| U incor. 69  | 55,8        | 91,3         | 0,189               | 13,9      | 2,4        |
| U incor. 138 | 59          | 89           | 0,174               | 17,1      | 2,44       |
| Promedio:    | 59,1        | 88,0         | 0,183               | 13,0      | 2,46       |

**Cuadro N°9:** Valores promedio de los parámetros de la calidad del rastrojo (Porcentaje de nitrógeno de la Materia Seca, y Fibra Detergente Acido)

|              | %N Rastroj. | FDA   |
|--------------|-------------|-------|
| N 69         | 1,42        | 47,2  |
| N 92         | 1,52        | 46,65 |
| N 115        | 1,73        | 44,93 |
| N 138        | 1,91        | 45,89 |
| Testigo      | 1,24        | 46,88 |
| U 69         | 1,35        | 47,27 |
| U 92         | 1,46        | 46,51 |
| U 115        | 1,73        | 45,16 |
| U 138        | 1,63        | 46,01 |
| U incor. 69  | 1,63        | 44,53 |
| U incor. 138 | 2,17        | 44,01 |
| Promedio:    | 1,62        | 45,91 |

**Cuadro N°10:** Análisis estadístico de los resultados

| 28-Ago         | MS Tot. | %N MS | %N Mac. | N° Mac. | Kg N Tot. |
|----------------|---------|-------|---------|---------|-----------|
| Test vs Resto  | *       | ns    | *       | ns      | ns        |
| Inc vs Urea    | ns      | ns    | *       | ns      | ns        |
| Inc vs Nitrato | ns      | ns    | ns      | ns      | ns        |
| Bloques        | ns      | ns    | ns      | *       | ns        |
| Fuentes        | ns      | 0,11  | ns      | *       | ns        |
| Nivel          | *       | ns    | ns      | ns      | ns        |
| Fuen x Nivel   | ns      | ns    | *       | ns      | ns        |

| 30-Sep         | MS Tot. | %N MS | Kg N Tot. |
|----------------|---------|-------|-----------|
| Test vs Resto  | ns      | *     | ns        |
| Inc vs Urea    | ns      | ns    | *         |
| Inc vs Nitrato | ns      | ns    | *         |
| Bloques        | ns      | ns    | *         |
| Fuentes        | ns      | ns    | ns        |
| Nivel          | ns      | *     | *         |
| Fuen x Nivel   | ns      | ns    | ns        |

| 30-Oct         | MS Veg | MS Rep | MS Tot. | %N Veg. | %N Rep | %N Total | Kg N Veg | Kg N Rep. | Kg N Tot |
|----------------|--------|--------|---------|---------|--------|----------|----------|-----------|----------|
| Test vs Resto  | ns     | ns     | ns      | *       | *      | *        | *        | *         | *        |
| Inc vs Urea    | ns     | *      | *       | ns      | ns     | ns       | *        | *         | *        |
| Inc vs Nitrato | ns     | *      | 0,13    | ns      | ns     | ns       | *        | *         | *        |
| Bloques        | ns     | *      | ns      | ns      | *      | ns       | ns       | *         | ns       |
| Fuentes        | ns     | ns     | ns      | ns      | *      | ns       | ns       | ns        | ns       |
| Nivel          | ns     | ns     | ns      | *       | *      | *        | *        | ns        | *        |
| Fuen x Nivel   | ns     | ns     | ns      | ns      | ns     | ns       | ns       | ns        | ns       |

Nota: (\*) diferencia significativa ( $p < 0,1$ )

ns: diferencias no significativas estadísticamente

Cuadro N°10: (Continuación)

| 20-Nov         | MS Veg | MS Rep | MS Tot. | %N Veg. | %N Rep. | %N Total | Kg N Veg | Kg N Rep. | Kg N Tot. | N° Pan. | N° Esp. | P.M.G. | % Vanas |
|----------------|--------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|-----------|-----------|---------|---------|--------|---------|
| Test vs Resto  | *      | ns     | *       | *       | *       | *        | *        | ns        | *         | ns      | ns      | *      | ns      |
| Inc vs Urea    | ns     | *      | *0,11   | ns      | ns      | ns       | *        | ns        | *         | *       | ns      | ns     | *       |
| Inc vs Nitrato | ns     | *      | ns      | ns      | ns      | ns       | 0,14     | ns        | ns        | *       | ns      | ns     | *       |
| Bloques        | ns     | ns     | ns      | ns      | *       | *        | ns       | ns        | ns        | *       | ns      | *      | *       |
| Fuentes        | ns     | ns     | ns      | *       | ns      | ns       | ns       | ns        | ns        | ns      | ns      | ns     | ns      |
| Nivel          | ns     | ns     | ns      | *       | *       | *        | *        | *0,15     | *         | ns      | *       | *      | *       |
| Fuen x Nivel   | ns     | ns     | ns      | ns      | *       | ns       | ns       | ns        | ns        | ns      | ns      | ns     | ns      |

Continuación:

| 20-Nov         | FDA | %N Recu | Rend | %N Semi. | %Ger.4 | %Ger.15 | Peso Pl. | Gr/pan | Gr/esp. | Tasa 1 | Tasa2 | Tasa3 |
|----------------|-----|---------|------|----------|--------|---------|----------|--------|---------|--------|-------|-------|
| Test vs Resto  | ns  | -       | ns   | *        | ns     | *       | ns       | ns     | ns      | ns     | ns    | *     |
| Inc vs Urea    | ns  | *       | *    | ns       | ns     | ns      | ns       | ns     | ns      | ns     | ns    | ns    |
| Inc vs Nitrato | ns  | *       | ns   | ns       | ns     | *       | ns       | ns     | ns      | *      | ns    | ns    |
| Bloques        | ns  | ns      | *    | *        | ns     | *       | ns       | ns     | ns      | ns     | *     | ns    |
| Fuentes        | ns  | ns      | ns   | ns       | ns     | ns      | ns       | ns     | ns      | ns     | ns    | ns    |
| Nivel          | ns  | ns      | ns   | *        | ns     | ns      | ns       | ns     | ns      | ns     | ns    | ns    |
| Fuen x Nivel   | ns  | ns      | ns   | ns       | ns     | ns      | ns       | ns     | ns      | ns     | ns    | ns    |

Nota: (\*) diferencia significativa ( $p < 0,1$ )  
 ns: diferencias no significativas estadísticamente

Figura N°3: Relación entre la población de macollos a fines de invierno y la de panojas al momento de cosecha.

| Mac/m <sup>2</sup> | Pan/m <sup>2</sup> |
|--------------------|--------------------|
| 2123,3             | 230                |
| 2333,3             | 270                |
| 2173,3             | 260                |
| 2440               | 240                |
| 2010               | 270                |
| 2120               | 260                |
| 3403,3             | 147                |
| 1910               | 253                |
| 2756,7             | 230                |
| 3120               | 183                |
| 2063,3             | 223                |
| 2176,7             | 347                |
| 2286,7             | 187                |
| 1676,6             | 147                |
| 1726,7             | 237                |
| 2113,3             | 210                |
| 2220               | 323                |
| 2966,7             | 163                |
| 2760               | 297                |
| 2330               | 380                |
| 3110               | 317                |
| 3073,3             | 340                |
| 2404,2             | 250,6              |

