

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**



**EFFECTOS DE DIFERENTES DOSIS Y FUENTES DE NITROGENO SOBRE EL  
RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE LA CEBOLLA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**



**DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACIÓN Y  
BIBLIOTECA**

**Por**

**Diego Delgado  
Santiago Pieri**

**TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
titulo de Ingeniero Agrónomo  
(Orientación Granjera)**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2000**

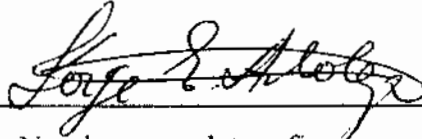
## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración y apoyo prestados para la realización de esta Tesis al Ing. Agr. Jorge Arboleya, supervisor del presente trabajo.

Además merecen nuestra especial gratitud por su incansable apoyo y constante aporte nuestras esposas, Cecilia Bidegain y Vera Lussich.

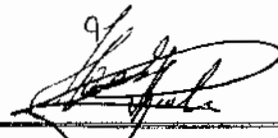
Tesis aprobada por:

Director:

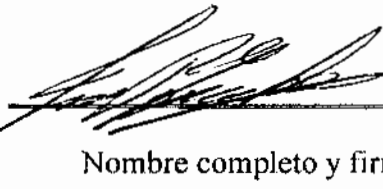


Nombre completo y firma

JORGE ARBOLEYA.



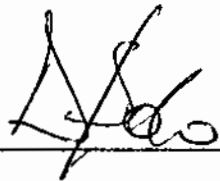
Nombre completo y firma



Nombre completo y firma

Fecha:

Autores:



Nombre completo y firma



Nombre completo y firma

TABLA DE CONTENIDO

|   | Página |
|---|--------|
| 1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....  | 1      |
| 2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u> .....                                  | 2      |
| 2.1 Factores que afectan la respuesta<br>al agregado de nitrógeno.....  | 2      |
| 2.1.1 Nutrientes en el suelo.....                                       | 2      |
| 2.1.2 Condiciones ambientales y manejo anterior del<br>suelo.....       | 3      |
| 2.1.3 Disponibilidad de agua.....                                       | 5      |
| 2.1.4 Densidad de plantas.....  | 6      |
| 2.2 Absorción de nitrógeno.....   | 7      |
| 2.3 El nitrógeno sobre el crecimiento.....                              | 8      |
| 2.3.1 Efecto del nitrógeno sobre el desarrollo foliar..                 | 8      |
| 2.3.1.1 El nitrógeno sobre el nivel<br>de nitrógeno total en hoja ..... | 10     |
| 2.3.2 Efecto del nitrógeno sobre el desarrollo del<br>bulbo.....        | 11     |
| 2.3.3 Efecto del nitrógeno sobre la bulbificación.....                  | 12     |
| 2.3.3.1 Efecto de bajos niveles de Nitrógeno.....                       | 13     |
| 2.3.3.2 Efecto de altos niveles de nitrógeno.....                       | 13     |
| 2.3.4 Efecto del nitrógeno sobre la maduración.....                     | 14     |
| 2.4 El nitrógeno sobre el rendimiento.....                              | 15     |
| 2.5 Factores de calidad de la cebolla.....                              | 17     |
| 2.5.1 Efecto del nitrógeno sobre la pungencia.....                      | 18     |
| 2.5.2 El nitrógeno sobre<br>el tamaño de bulbo.....                     | 20     |
| 3. <u>MATERIALES Y METODOS</u> .....                                    | 22     |
| 3.1 Suelo utilizado y ubicación del experimento.....                    | 22     |
| 3.2   |        |
| Almácigo.....   | 22     |
| 3.3 Transplante y marco de plantación.....                              | 22     |
| 3.4 Diseño experimental y tratamientos.....                             | 24     |
| 3.5 Manejo del cultivo.....   | 25     |
| 3.5.2 Control de malezas.....   | 26     |
| 3.5.3 Riego.....  | 26     |
| 3.5.4 Tratamiento sanitario.....  | 26     |
| 3.6 Muestreros realizados.....  | 26     |

- 3.6.1 Muestreo de suelo.....26
- 3.6.2 Muestreo foliar.....27
- 3.6.3 Muestreo de crecimiento.....27
- 3.6.4 Determinación de la altura de planta.....27
  - 3.6.5 Determinación de color de hoja.....28
- 3.6.6 Determinación de bulbificación.....28
- 3.6.7 Determinación de vuelco del follaje.....28
- 3.7 Cosecha.....28
- 3.8 Determinación del rendimiento.....29
- 3.9 Análisis químico.....29
  - 3.9.1 Análisis de suelo.....29
    - 3.9.1.1 Nitratos.....29
  - 3.9.2 Análisis de planta.....30
    - 3.9.2.1 Análisis foliar.....30
    - 3.9.2.2 Análisis de crecimiento.....30
  - 3.9.3 Análisis de pungencia y grados Brix.....31
- 3.10 Análisis estadístico.....32
- 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....33
  - 4.1. Rendimiento.....33
  - 4.2. Pungencia y grados Brix.....35
  - 4.3. Análisis foliar.....36
  - 4.4. Nitratos a nivel del suelo.....39
  - 4.5. Altura de planta.....40
  - 4.6. Bulbificación.....41
  - 4.7. Porcentaje de vuelco.....45
  - 4.8. Evaluación de la coloración del follaje.....46
  - 4.9. Peso fresco y peso seco.....47
    - 4.9.1. Peso fresco de hoja.....47
    - 4.9.2. Peso fresco del falso tallo y bulbo.....50
    - 4.9.3. Peso fresco total de planta.....53
    - 4.9.4. Peso seco de hoja.....56
    - 4.9.5. Peso seco del falso tallo y bulbo.....59
    - 4.9.6. Peso seco total de planta.....62
  - 4.10. Comentarios sobre el tratamiento exploratorio con aplicación de estiércol de ponedora.....66
- 5. CONCLUSIONES.....67
- 6. RESUMEN.....69
- 7. SUMMARY.....71

8. LITERATURA CITADA.....73

9. APÉNDICE.....78

## **1. INTRODUCCION**

En el hemisferio norte, Estados Unidos es un gran consumidor de las cebollas denominadas "dulces", preferidas por su baja pungencia y sabor suave. Existe un período en el año (diciembre, enero y febrero) en que se ve desabastecido por la producción propia y se ve en la necesidad de importar.

A partir del año 1992 comienza una corriente exportadora de cebolla dulce, hacia los Estados Unidos. A través INIA-PRENADER, con el financiamiento del Banco Mundial, se inicia un proyecto "Sistemas de Producción de Cebolla". Incluía fechas, tipos de siembras, control de malezas, riego y programas de fertilización, con el fin de ajustar la tecnología necesaria para lograr rendimiento y calidad. Dicha información complementaría la generada y adaptada por INIA.

Esta tesis se enmarca dentro de una de las líneas de investigación de dicho proyecto.

El objetivo del presente trabajo es determinar el efecto de diferentes dosis y fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento y la calidad de la cebolla dulce y determinar el efecto sobre el contenido foliar de nutrientes.

## **2. REVISION BIBLIOGRAFICA**

### **2.1 FACTORES QUE AFECTAN LA RESPUESTA AL AGREGADO DE NITROGENO**

El suministro de nutrientes a un cultivo está determinado en primera instancia por la disponibilidad de éstos. Esta relación se puede ver afectada por la incidencia de otros factores de crecimiento a través de las propiedades del suelo, del clima, así como de las características del cultivo.

#### **2.1.1 Nutrientes en el suelo**

El nivel de nitrógeno en el suelo y la capacidad de suministro, mediante la mineralización, afecta la respuesta de los cultivos a la fertilización.

Una aproximación sobre el nivel de nitrógeno en el suelo y sobre su disponibilidad para las plantas, ésta dada por el contenido de materia orgánica del suelo, como lo indican los resultados obtenidos por los trabajos que citamos a continuación.

En suelos con altos contenidos de materia orgánica, suficiente nitrógeno puede ser liberado completamente de la descomposición de la misma, para mantener un adecuado ritmo de desarrollo y el nitrógeno adicional no sería necesario (Riekels, 1977).

Hassan y Ayoub (1978), encontraron que el N aumentó los rendimientos en un 26%, obteniendo una dosis óptima de 90 kg. de N\há en un suelo con 1% de materia orgánica.

Satter y Haque(1975), citados por Morosoli y Rieracker(1983), en ensayos realizados en Bangladesh, sobre suelos deficientes en N, utilizaron cinco niveles de N los cuales variaban desde 16,8 hasta 84,01 kg\ha. El mejor rendimiento de bulbos fue obtenido con 67,2 kg\ha.

Morosoli y Rieracker (1983), trabajaron sobre un suelo Brunosol con un bajo % de materia orgánica( 0-20 cm. de profundidad 2,78% y 20-40 2,56%), con la variedad sintética 14; obtuvieron una clara respuesta del rendimiento al aporte de N y recomiendan para una densidad de población cercana a



las 250.000pl\ha una dosis de N del orden de las 65 Kg. N\há.

García y De La Peña(1983), en ensayos realizados en la Facultad de Agronomía, con la variedad sintética 14 y sobre un suelo Brunosol muy degradado, con un contenido de materia orgánica de 2,4%; encontraron una clara respuesta al agregado de nitrógeno, con dosis de 80 y 120 kg./ha registraron aumentos del rendimiento promedio con respecto al tratamiento testigo de hasta 21 tt\ha.

Por otra parte Moltini y Silva(1981), manifiestan que, trabajando en suelos con diferente tenor de materia orgánica, es de esperar una respuesta importante a la fertilización con nitrógeno en chacras viejas, suelos diferenciados y bajo contenido de materia orgánica; mientras que este nutriente puede disminuirse o anularse en caso de chacras nuevas con mayor tenor de materia orgánica (como valor de referencia cuando la misma se encuentre en el entorno del 3.5%).

Como se puede apreciar, conocer el nivel de materia orgánica del suelo, resulta en una orientación sobre la disponibilidad de nitrógeno para el cultivo; pero como dicha disponibilidad está influida por otros factores medioambientales, no es un unico indicador de la futura respuesta del cultivo.

#### 2.1.2 Condiciones ambientales y manejo anterior del suelo

En la producción de cebolla la fertilización nitrogenada es, como en muchas otras hortalizas el aspecto nutricional más importante, sin embargo las condiciones ambientales pueden tener influencia sobre la mineralización de la materia orgánica en los suelos y así variar la respuesta a la fertilización nitrogenada en diferentes años.

Las condiciones de frío y suelo mojado que generalmente prevalecen durante la estación de crecimiento pueden contribuir para una deficiencia severa de nitrógeno aun cuando se hubieren agregado cantidades suficientes al suelo (Rieckels, et al., 1968).

Un período cálido y moderadamente lluvioso en suelos

con un contenido de materia orgánica, medio a alto, hace suponer que el suministro de nitrógeno por parte del suelo será importante. Por lo contrario, si el tiempo es frío o después de lluvias invernales intensas deberán, aumentarse las dosis de fertilización nitrogenada.

Así, en suelos con bajo contenido de materia orgánica, en años con condiciones óptimas para la mineralización, puede no obtenerse respuesta a la fertilización nitrogenada (Larzabal, Moltini y Zamalvide 1979/1980). Y por el contrario en suelos con elevado contenido de materia orgánica, cuando la demanda de nitrógeno por parte del cultivo es alta, o no se han dado las condiciones para la acumulación de nitrógeno mineral, puede encontrarse respuesta al agregado de nitrógeno.

Así lo demuestra el resultado obtenido por García, Cardellino y Moltini (1981/1982) en un ensayo de riego, población y nitrógeno sobre un suelo con alta capacidad de suministro de este nutriente, en el que se obtuvo respuesta a 40kg de nitrógeno por ha con alta aplicación de agua, con rendimientos del orden de 85 y 67 toneladas por hectárea correspondientes a 800000 y 400000 pl/ha respectivamente.

Larzabal, Moltini y Zamalvide (1979/1980) trabajando en un ensayo sobre fertilización con distintas dosis de nitrógeno y fósforo, en tres suelos con diferente manejo y nivel de materia orgánica (3,1%, 1,9% y 3%), no encontraron respuesta a la fertilización nitrogenada en ninguno de los suelos, lo que atribuyeron al efecto año que produjo una alta mineralización de la materia orgánica.

Moltini y Zamalvide (1980), trabajando sobre el manejo de la fertilización nitrogenada en cebolla, sobre dos suelos con diferente nivel de materia orgánica (1.9 y 3.0 % M.O), encontraron para el suelo con el mayor contenido de la misma, diferencias significativas al 5 %, a favor del testigo, que rindió un 10.4% mas, que el promedio general (35.6 ton./ha). Explicaron que el efecto año incrementa la producción de nitrógeno por parte de la materia orgánica del suelo, lo cual anula la respuesta a este nutriente e incluso llega a tener un efecto depresivo sobre el rendimiento.

Moltini y Silva(1981), trabajando en un suelo con un 3,2% de materia orgánica encontraron que los máximos rendimientos ocurrieron cuando la aplicación de N fue de 60

kg\ha para una población de plantas de 250000 y en condiciones de secano. En cambio sobre un suelo con 3,6% y con un manejo similar, la aplicación de N no aumenta los rendimientos. A pesar de los distintos niveles de materia orgánica de los suelos, es probable que las diferentes respuestas encontradas a la aplicación de N sean debidas al uso anterior del suelo, en el primer caso chacra vieja y en el segundo chacra nueva; por lo que existía distinto nivel de materia orgánica y con distinta capacidad de descomposición (siendo esto último quizás, más importante que las diferencias en el nivel de materia orgánica).

Además, en los cultivos realizados en secano se es dependiente de las precipitaciones y la disponibilidad de agua puede variar la utilización del nitrógeno por las plantas (García y De La Peña, 1983).

### 2.1.3 Disponibilidad de agua

Según Riekels, 1977, la utilización de nitrógeno fluctúa mucho de acuerdo con la humedad suministrada, y bajo condiciones secas, altas dosis de nitrógeno pueden causar un efecto adverso en el desarrollo del cultivo.

La disponibilidad de agua afecta la respuesta a la fertilización nitrogenada ya que, las plantas extraen el nitrógeno bajo la forma de nitratos existentes en el agua del suelo (Black, 1975).

Riekels, 1977, en un cultivo de cebollas realizado en secano, encontró que el desarrollo no fue incrementado por aplicaciones de nitrógeno, cuando las plantas recibieron solo agua de lluvia. Sin embargo, cuando se aplicó riego como suplemento, el desarrollo del cultivo en mitad de la estación, fue mayor al incrementarse las cantidades de nitrógeno aportado.

El pobre volumen de suelo explorado por las raíces y la imposibilidad de crear diferencias de potencial importantes para solventar la insuficiencia de agua en la superficie de absorción, explicarían la variación en la respuesta a la fertilización nitrogenada dada por el nivel de agua disponible (Brewster, 1968).

Dada la escasa capacidad de disminuir el potencial

osmótico de los tejidos de la hoja para compensar la escasez de agua (Brewster, 1968), el cierre de los estomas se produce rápidamente con lo que se da una disminución en la transpiración y como consecuencia una detención en la fotosíntesis (Moltini y Silva, 1981).

Se establece así un período crítico en cuanto a la necesidad de agua, que coincide con el comienzo de la bulbificación; durante este período el déficit de agua provocaría un efecto negativo sobre el rendimiento (Moltini y Silva, 1981).

García, Estol, Hofstadter y Maeso trabajando en ensayos sobre riego y población en los años 1975/76, 1976/77, 1977/78 manifiestan la gran importancia del riego en el cultivo como "un seguro de producción". Aseguran que, en condiciones de un déficit prolongado que incluyó la bulbificación y el crecimiento de los bulbos se encontró un aumento de diez veces la producción, provocado por el riego. Incluso, solamente un déficit moderado durante el período de crecimiento de los bulbos, redujo un 15% el rendimiento.

Rieckls (1977), encontró que en un cultivo bajo riego, los aumentos en el nivel de nitrógeno aplicado incrementaron los rendimientos y estimularon la maduración temprana del cultivo.

#### 2.1.4 Densidad de plantas

Según Black (1975) "el suministro de nitrógeno de los suelos es uno de los factores ambientales por los cuales es mayor la competencia entre plantas".

En el cultivo de cebolla el escaso volumen de suelo explorado acentúa la competencia por agua y nitrógeno entre las plantas (García y De La Peña, 1983).

Es común una deficiencia de este nutriente en el suelo, los nitratos se encuentran en la solución del mismo por lo que cuando las plantas remueven los nitratos provocan una difusión desde el suelo adyacente y se reduce la concentración de nitrógeno en todo el suelo (García y De La Peña, 1983).

Los requerimientos de fertilizante se incrementan con

el aumento de la población de plantas. Este incremento no es proporcional, sin embargo la eficiencia en el uso del fertilizante se incrementa con poblaciones de plantas mayores. Consecuentemente un aumento del 30% de plantas requiere un 20% mas de fertilizante (Maynard y Lorenz, 1984).

## 2.2 ABSORCION DE NITROGENO

El estudio de la absorción de nutrientes durante el desarrollo del cultivo resulta de suma importancia para la planificación de la fertilización y así maximizar la eficiencia con que los nutrientes aplicados son removidos del suelo por la planta.

Según Lefevre, 1976 el conocimiento de la cantidad de N extraído proporciona una idea global sobre las necesidades de este nutriente por el cultivo.

Haag, Home y Kinoto(1970); citados por Beloqui, Camussi y Faroppa (1982), reportan una extracción de 133 Kg. de N/ha, con una densidad de 167.000 plantas por ha y un rendimiento de 36.700 kg./ha.

Además, el conocimiento de la curva de absorción de N por la planta, permite tener una idea de cuales son los momentos de máxima necesidad de este nutriente. Dada la movilidad del N en el suelo esto adquiere importancia para el caso del mismo.

Zinc(1962) y Lorenz y Bartz (1968), manifiestan la existencia de un paralelismo entre la tasa de absorción de N por las plantas y la tasa de crecimiento. Durante la fase de desarrollo temprana, la tasa de remoción de nutrientes fue muy baja, durante los 21 días previos a la cosecha la máxima tasa de desarrollo fue acompañada por la máxima tasa de absorción mineral.

Haag, Home y Kinoto (1970); citados por Beloqui, Camussi y Faroppa(1982), indicaron que la absorción de N es lenta hasta los 85 días después del trasplante, se intensifica y se hace máxima hacia los 145, y luego decrece lentamente. Aunque porcentualmente, luego de alcanzar un máximo a los 130 días decrece hasta el final del ciclo.

Estos autores encontraron también que la absorción de este nutriente acompaña, en general, al crecimiento de la cebolla.

Zinc (1966), reporta un comportamiento similar; la remoción de N fue muy lenta durante el crecimiento temprano. El cultivo extrajo a la mitad de su ciclo 14 Kg. de N\há de un total de 159Kg. extraídos, o sea un 8,8%. Posteriormente, desde el inicio de la bulbificación hasta la cosecha, fueron removidos 108 kg. de N\há o sea un 68%.

Del total de N removido, la planta absorbe más del 50% desde la mitad de su ciclo hasta la cosecha (Beloqui, Camussi y Faroppa (1982)).

Dependiendo de la densidad de plantas utilizadas y del rendimiento obtenido se concluye que la extracción de N oscila entre 60 Kg\ha (García et al, 1983) y 160Kg\ha(Beloqui, Camussi y Faroppa (1982)).

## 2.3 EL NITROGENO SOBRE EL CRECIMIENTO

### 2.3.1 Efecto del nitrógeno sobre el desarrollo foliar

Distintos autores utilizan como medida del desarrollo foliar para la determinación del mismo y de los factores que en él inciden, el peso fresco y seco de hoja fundamentalmente y también altura de planta y número de hojas.

En general el seguimiento del peso fresco de las hojas demuestra una curva de crecimiento, con una pendiente que disminuye hasta un máximo, que coincide con el inicio de la bulbificación para luego caer al final del ciclo.

Moltini y Silva, 1981, estudiaron el comportamiento de la variedad sintética N1, y concluyeron que el peso fresco en hoja tubo un rápido crecimiento hasta un máximo a los 80 y 55 días para dos fechas de transplante (7/9 y 18/10 respectivamente), para luego decrecer.

García y De La Peña, 1983, con la variedad Sintética 14 reportaron una tendencia general en todos los tratamientos de un aumento de la materia fresca de la hoja hasta los 68 días del transplante y un posterior descenso hacia el final

del ciclo.

Minotti y Stone, (1988), mostraron que el N aumenta significativamente el peso fresco de la planta, la altura de planta y el número de hojas. También reportaron que el peso fresco de planta y la altura, determinados a mitad de estación estaban correlacionados con el rendimiento a cosecha. Estas correlaciones concuerdan con lo reportado por Brewster(1977) y Huton y Wilson (1986), en cuanto a que el rendimiento de bulbos esta determinado por el tamaño de la planta cuando comienza la formación del bulbo.

Uno de los principales factores que afectan el desarrollo foliar y de la planta es el nitrógeno, como lo demuestran diferentes trabajos. Según Maier, Dahlenburg y Twigden, 1990 a medida que la tasa de N aplicado aumentaba (hasta 590 kg\ha en suelos arenosos) hubo un aumento significativo en el peso fresco del área foliar cosechada cuando los bulbos más grandes tenían de 25-30mm de diámetro. Además el peso fresco del área foliar estuvo significativamente correlacionado con el rendimiento comercializable final de los bulbos.

Con respecto a la variación en materia seca, la misma en la parte aérea muestra el mismo comportamiento que el peso fresco hasta los 80 días pero luego se estabiliza y no decrece(Moltini y Silva, 1981).

García y De La Peña, 1983 encontraron que la materia seca aumenta hasta los 68 días del transplante; siendo este aumento lento hasta los 40 días, luego se incrementa rápidamente hasta llegar al máximo a los 68 días y luego decrece hacia el final del ciclo, indicando un periodo de translocación de sustancias al bulbo. La acumulación de materia seca en la hoja fue siempre mucho menor en los tratamientos sin nitrógeno y con menor variación a lo largo del ciclo con respecto a los fertilizados.

Zink(1962) trabajando con el cultivar Southport Whiteglobe, encontró que el promedio de altura de las plantas aumento hasta un mes luego del inicio de bulbificación para luego decrecer.

### 2.3.1.1 El nitrógeno sobre el nivel de nitrógeno total en hoja

Zink(1966) reportó que las concentraciones de N-nitrato y N-total en la planta completa decrecieron durante el crecimiento del cultivo. Reporta valores de nitrógeno total entre 4.16 % y 1.52 %.

Moltini y Silva,(1981) estudiaron el contenido de nitrógeno foliar a lo largo del ciclo del cultivo. La tendencia encontrada fue; a partir de un 2.1% a los 70 días el contenido de nitrógeno foliar aumenta hasta un máximo de 4.95% a los 100 días y luego desciende, hasta 2.73% a los 190 días.

A continuación se detallan diferentes niveles de suficiencia y deficiencia de nitrógeno foliar, reportados por distintos autores.

| Cuadro N°1 Niveles de suficiencia y deficiencia de nitrógeno foliar según diferentes autores. |             |               |
|---|-------------|---------------|
|   | Deficiencia | Suficiencia   |
| N (%) mitad de ciclo  | -----       | Mayor a 2.5*  |
| N (%) mitad de ciclo  | 0-2         | Mayor a 2.5** |

\* Fuente: Moltini, Genta Y Zamalvide (1995)

\*\* Fuente: Maynard y Lorenz (1984)

| Cuadro N°2 Niveles de suficiencia y deficiencia de nitrógeno foliar según Jones, Wolf y Mills ( ). |          |            |             |
|--|----------|------------|-------------|
|  | Bajo     | Suficiente | Alto        |
| N (%) 1/3 a mitad de ciclo   | 4.5-4.99 | 5-6        | Mayor a 6   |
| N (%) mitad de ciclo a madurez   | 4-4.59   | 4.5-5.5    | Mayor a 5.5 |



Cuadro N°3 Niveles de suficiencia y deficiencia de nitrógeno foliar según Maynard y Hochmuth (1997).

|   | Deficiente | Suficiente |
|---|------------|------------|
| N (%) temprano en la estación de crecimiento. | 3.0        | 4.0        |
| N (%) mitad de ciclo                          | 2.5        | 3.0        |
| N (%) final de ciclo                          | 2.0        | 2.5        |

### 2.3.2 Efecto del nitrógeno sobre el desarrollo del bulbo

Según García y De La Peña, 1983 la variación en el peso fresco del bulbo se corresponde con la curva de acumulación de materia fresca en la hoja. En todos los casos estudiados hasta los 68 días del trasplante no hubo (o hubo muy poca) variación en peso fresco del bulbo. A partir de ese momento el bulbo manifestó un rápido crecimiento en la materia fresca llegando a valores diferentes dependiendo de la dosis de nitrógeno.

Según Moltini y Silva, 1981, el peso fresco de los bulbos al principio mostró un crecimiento lento hasta aproximadamente los 80 y 55 días del trasplante, donde comienza a incrementarse la velocidad de crecimiento, siendo mayor en los tratamientos con mayores dosis de fertilizante, alcanzándose un máximo próximo o en la cosecha.

Según García y De la Peña, 1983, con respecto a la variación del peso seco en el bulbo, se vio que hasta los 52 días del trasplante la acumulación es lenta, y a partir de este momento experimenta un abrupto crecimiento, llegando a valores distintos según el tratamiento. Este crecimiento coincide con los decrecimientos en hoja, indicando una intensa translocación de nutrientes de la hoja al bulbo, siendo mayor en los tratamientos con nitrógeno, con respecto al testigo sin fertilizante nitrogenado.

Según Moltini y Silva, 1981 el peso seco se incrementa a partir de los 80 y 55 días del trasplante para estabilizarse en la cosecha.

Maier, Dahlenburg y Twigden, (1990), encontraron que la tasa de N aplicado no afectó significativamente el contenido

de materia seca de los bulbos.

Gamiely et al, 1991, trabajando con el híbrido Granex 33, concluyeron que el máximo crecimiento foliar encontrado no se tradujo en un peso fresco de bulbo máximo, pero fue necesario para obtener el mayor peso seco de bulbo.

### 2.3.3 Efecto del nitrógeno sobre la bulbificación

El proceso de bulbificación está influido por varios factores como ser: fotoperíodo, temperatura, nivel de nutrientes, entre otros.

Está ampliamente comprobado que el desarrollo del bulbo en cebollas es promovido por fotoperíodo largo y altas temperaturas (Brewster, 1989).

Las plantas de cebolla poseen un determinado umbral crítico de fotoperíodo por encima del cual se produce el proceso de la bulbificación. Este umbral crítico varía con las diferentes variedades. Además la bulbificación es más lenta a temperaturas bajas.

La inducción por fotoperíodo para la bulbificación según Izquierdo, Maeso y Villamil, (1981) citados por Beloqui, Camussi y Faroppa (1983), es alcanzada a partir de la primera semana de octubre, y las condiciones de temperatura aptas para el proceso se dan a partir del mes de octubre para cebollas de día largo, en nuestro país.

La nutrición nitrogenada no tiene influencia en el proceso cuando las plantas crecen en fotoperíodos amplios, pero cuando el mismo se encuentra cercano al nivel crítico, el nitrógeno tiende a afectar el proceso.

El N suplementario debe de ser hecho antes del tiempo crítico de longitud del día, para producir un crecimiento vegetativo temprano. Maynard y Lorenz (1984).

Sobre el efecto del nitrógeno sobre la bulbificación los resultados son contradictorios dependiendo aparentemente de: el grado de deficiencia de nitrógeno en el suelo, la cantidad de nitrógeno aplicada, la época de aplicación y la naturaleza del cultivo.



### 2.3.3.1 Efecto de bajos niveles de Nitrógeno

Brewster y Butler 1989, trabajando en un ensayo macetero con niveles que iban desde 0.6 hasta 12 moles/m<sup>3</sup> de nitrato, encontraron que con un bajo aporte de nitrógeno, el porcentaje de bulbificación fue inicialmente alto, pero en las últimas muestras esto fue cambiando, y para los últimos muestreos el porcentaje de bulbificación era mayor cuanto mayor era el nivel de nitrógeno. Estos incrementos iniciales en el porcentaje de bulbificación que se vieron con bajo nitrógeno no estaban acompañados de una transición en la producción desde escamas de hojas a catáfilas del bulbo, típica de una bulbificación normal y la cual es necesaria si se va a formar un bulbo completamente maduro y en dormancia.

A su vez indican que el incremento en carbohidratos solubles y en la tasa de bulbificación causado por el nitrógeno bajo, fue de una naturaleza totalmente diferente a los cambios similares que ocurren durante una formación normal del bulbo, y que no fue acompañado por la inducción de dormancia como ocurre cuando los primordios de hoja forman escamas de yemas. El bajo nivel de nitrógeno resultó en una tasa de crecimiento y de iniciación de hojas menor. Como la tasa de iniciación de hojas fue baja con bajo nitrógeno, la tasa de desarrollo fue enlentecida, y por lo tanto también el desarrollo de catáfilas.

### 2.3.3.2 Efecto de altos niveles de nitrógeno

Ciertos reportes (Scully, Parker y Borthwick, 1945; Kato, 1964) indican que altos niveles de N evitan o retrasan el inicio de la bulbificación bajo fotoperíodo crítico, mientras que bajo fotoperíodos más largos no hay efecto del suministro de nitrógeno.

Según Henriksen, 1987 con aplicaciones de altos niveles de N, temprano en la estación de crecimiento, se promueve una rápida bulbificación y niveles menores la retrasan.

Lefebre (1976), citado por Moltini y Silva, 1981 reporta que el nitrógeno es el nutriente que influye más en la formación del bulbo, retrasándola, ya que interferiría en la síntesis de reservas de la cebolla.

Brewster (1977) destaca que un alto nivel de nitrógeno retrasa la formación del bulbo.

#### 2.3.4 Efecto del nitrógeno sobre la maduración

Maier, Dahlenburg y Twigeden (1990), trabajando con el cultivar Cream Gold, sobre suelos arenosos, encontraron que con el aumento de la tasa de nitrógeno aplicada, la senescencia de la parte aérea se vio anticipada. Aquellas plantas que recibieron poco nitrógeno (<100 Kg. N/ha.) estaban verdes y erectas, mientras que aquellas con un mayor aporte de nitrógeno se encontraban volcadas al momento de cosecha.

Minotti y Stone(1988) también reportaron que la aplicación de nitrógeno aceleró la madurez medida como porcentaje de partes aéreas caídas. En su estudio, este efecto ocurrió aun en aquellos años cuando no hubo respuesta al nitrógeno aplicado.

Aplicaciones tempranas de nitrógeno pueden acelerar la maduración en cultivos bajo riego(Riekels, 1977) o pueden no tener efecto sobre la maduración (Riekels, 1972; Brewster, Lawes y Whitlock, 1987).

Mondal, por su parte en 1986 reporta que cuanto mayor sea la población de plantas por unidad de área, las cebollas inician la bulbificación y maduran más rápidamente.

Heriksen (1987) reportó que bulbos a los que se suministró 120kg N/ha maduraron 9 días antes que aquellos a los cuales no se les suministró nitrógeno.

Altas dosis de nitrógeno (320 Kg./ha) estimulan un crecimiento vigoroso, cuello grueso y madurez demorada.

Jones y Mann(1963) indican que un excesivo y tardío aporte de nitrógeno provoca un mal cerrado del cuello.

\* Riekels, 1977, señala que todas las cebollas regadas maduraron una semana o más tarde que las no regadas, incluso aquellas que recibieron altas tasas de nitrógeno. Esta respuesta indica que la maduración es más influenciada por la humedad suministrada que por el nitrógeno.

## 2.4 EL NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO

Un óptimo suministro de nitrógeno es necesario para una óptima producción de cebolla. Sin embargo un exceso de nitrógeno aplicado tardíamente puede limitar la producción y la rentabilidad.

Maier, Dahlenburg y Twigden, (1990) reportan en su estudio que la aplicación de nitrógeno incrementó significativamente el rendimiento de bulbos comercializables.

Otros estudios (Bishop et al. , 1972; Henriksen, 1987) han reportado que se requirieron dosis medias a altas, 120-300 Kg. N/há para maximizar el rendimiento.

Rieckels encontró disminución de los rendimientos cuando se aplicaron tasas de N de 269 Kg./ha y en condiciones de baja humedad del suelo. Según el autor la disminución fue causada por quemaduras ocasionadas por el exceso de N. En años en que el agua no fue limitante, las altas dosis de N aumentaron la producción de bulbos. Además con suficiente agua, los tratamientos sin fertilizar o fertilizados con bajas dosis de N mostraron síntomas de deficiencia. El autor recomienda el fraccionamiento del N de acuerdo al régimen hídrico de forma tal de evitar posibles daños por quemado y también el lavado de este nutriente.

También Shashas, Campbell y Nye (1976), encontraron que con condiciones de baja humedad y altas dosis de N este disminuía los rendimientos.

Hawthorn, 1936 indica que el nitrógeno aplicado en dosis altas reduce los rendimientos pero este efecto se ve atenuado cuando la aplicación se hace con fósforo.

Según Reis Filgueira, 1972 tanto la deficiencia de N como el exceso pueden ocasionar disminución de los rendimientos.

Bottcher y Klobe (1975) trabajando en un suelo con buen nivel de fertilidad, reportan que el agregado de 80 Kg. de N/ha produjo el máximo total y comercial en rendimiento de cebolla. En cambio, con niveles demasiado altos, de 160 y 320 Kg. de N/ha demoraron el desarrollo de las plantas en los estadios mas tempranos, luego de la emergencia de los

plantines y además redujeron el número de plantas por unidad de superficie y por lo tanto el rendimiento; aumentaron el porcentaje de emisión del escape floral, atrasaron la madurez y aumentaron la proporción de bulbos grandes.

Singh y Kumar (1971) en un trabajo sobre fertilización con N y P en un suelo franco arenoso reportan una interacción positiva entre ambos. Las mayores dosis de N y P, 112 y 50 kg/ha respectivamente, redujeron la emisión prematura del escape floral, adelantando además la madurez del cultivo, que cuando se aplicaron dosis inferiores. Además los más altos rendimientos y tamaños de bulbo se obtuvieron con los más altos niveles.

Gaviola, Lipinski y Nijensohn, 1998 reportan que se obtuvieron los máximos rendimientos totales (30 y 36 toneladas/há) con una fertilización de 100 Kg./ha, en dos años de experimentación en suelos franco arenosos de origen aluvial de Mendoza.

La forma de nitrógeno influencia el crecimiento y el desarrollo de muchas especies de plantas. El nitrato es por lo general la fuente preferencial para el crecimiento del cultivo, pero la magnitud de esta preferencia varía de acuerdo al tipo del cultivo y a los factores ambientales.

Aunque altas concentraciones de amonio en solución pueden ser tóxicas para el crecimiento de la planta, muchos estudios han demostrado que se da un incremento del crecimiento de la planta cuando esta sustancia se aplica a concentraciones bajas o en períodos o estadios específicos del desarrollo.

Batal, Granberry y Randle, 1991 evaluaron los efectos de las formulaciones de fertilizantes nitrogenados; utilizando nitrato de amonio, nitrato de potasio, nitrato de calcio y nitrato de sodio. Ellos encontraron que las diferentes formulaciones de nitrógeno a bajas tasas, donde el nitrógeno pudo volverse deficiente, no afectaron el rendimiento total de la cebolla. Pero a altas tasas el nitrato de amonio produjo un incremento del rendimiento, especialmente en las categorías de mayor tamaño.

Según Maynard y Lorenz, (1984), el estiércol aplicado e incorporado al suelo antes de sembrar en cantidades de 20-30 toneladas/há, puede sustituir totalmente o en parte los

requerimientos de fertilizante químico.

## 2.5 FACTORES DE CALIDAD DE LA CEBOLLA

Entre los diversos factores que determinan la calidad de la cebolla, el tamaño y la pungencia son dos de los cuales pueden ser manejados en cierta medida desde el campo por las prácticas agronómicas aplicadas durante el desarrollo del cultivo y durante la posterior conservación previa a la venta.

Según Carballo, 1996 el tamaño se mide por la longitud del diámetro transversal o ecuatorial, y de acuerdo a este las cebollas se clasifican en las siguientes categorías, según los estándares de calidad para cebolla dulce de exportación:

|                      |                              |
|----------------------|------------------------------|
| Mediana (Medium):    | Diámetro entre 5.5 y 7.5 cm. |
| Jumbo (Large):       | Diámetro entre 7.5 y 9.5 cm. |
| Coloso (Extralarge): | Diámetro mayor a 9.5 cm.     |

Las cebollas de calibre inferior a 5.5 cm. se consideran como categoría descarte.

En cuanto a la pungencia, se define la misma como la medida de la cantidad de compuestos volátiles que le dan el olor y sabor característicos de la especie. Cuando se produce la destrucción de los tejidos de la cebolla, la encima allinasa se pone en contacto con los precursores del sabor sobre los que actúa; el principal precursor es S-(1-propenil)-L-cisteín sulfóxido. Como producto de la acción de la enzima allinasa sobre él, se produce ácido pirúvico, amoníaco y muchos compuestos azufrados derivados del mismo; los compuestos azufrados producidos son los que dan a las cebollas las características de sabor y olor.

Pike, citado por Arboleya y Docampo (1993), realizó una clasificación de las cebollas por su pungencia, en base al contenido de ácido pirúvico, determinado por el método de Schwimer y Weston modificado; la misma se presenta a continuación:

Cuadro N° 4 Clasificación de las cebollas de acuerdo a su contenido de Ac. Pirúvico. Dr. Pike, citado por Arbolcya y Docampo (1993)

| µmol Ac. Pirúvico/Gr. | Categoría    |
|-----------------------|--------------|
| 3 a 4                 | Suave        |
| 5 a 8                 | Pungente     |
| Mayor a 9             | Muy pungente |

Baja pungencia o sabor suave (menos de 4 micromoles de piruvato por gramo de cebolla), es una de las cualidades de las cebollas tipo Granex.

#### 2.5.1 Efecto del nitrógeno sobre la pungencia

Platenius y Knott, 1941 trabajando con diferentes cultivares, evaluaron algunos de los factores que pueden influir sobre la pungencia de la cebolla. Destacan como importantes sobre este aspecto de calidad: la temperatura, el suministro de agua, el tipo de suelo y el almacenamiento; y destaca al factor genético como la característica más importante en afectar la pungencia.

El máximo nivel del sabor y la pungencia en cebollas está controlado genéticamente. Sin embargo, niveles de pungencia por debajo del máximo son determinados principalmente por las condiciones de cultivo. Así las cebollas que recibieron mayores dosis de fertilizantes nitrogenados presentaron menos pungencia (Smittle, 1984).

Platenius y Knott, 1941 estudiando el efecto de la temperatura sobre la pungencia en el cultivar Yellow Bermuda, destacan que a medida que la misma aumenta, la pungencia se incrementa para un mismo estado de madurez.

También trabajando con las variedades Early Grano, Benezzer y Utah Sweet Spanish reportan que los bulbos que recibieron mayor cantidad de agua fueron más grandes y menos pungentes que aquellos con menor aporte de la misma por tener menor concentración de azufre volátil en los bulbos cuando los datos fueron expresados en base fresca.

También analizaron el efecto del almacenamiento sobre la pungencia en Yellow Globe Danbers y Utah Sweet Spanish. Reportan que debido a la pérdida de agua y constituyentes orgánicos como consecuencia de la deshidratación y respiración se produce un lento aumento de la pungencia ya



que aumenta la concentración de azufre volátil.

Vavrina y Smittle, 1993 afirman que aún con prácticas culturales similares la pungencia puede variar año a año. La ontogenia, las practicas culturales y el medio ambiente afectan la pungencia de la cebolla.

Freeman y Whenham (1975), manifiestan que con un alto régimen de agua, se obtiene cebollas más grandes pero sin sabor y que con bajos regimenes de agua, las cebollas son más pequeñas y con más sabor ya que la acumulación de los precursores del sabor se da en respuesta al estrés hídrico.

Arboleya y Docampo, (1993) analizando la pungencia a través del análisis del contenido de piruvato, encontraron que el tamaño de bulbo afecta la misma; la mayor pungencia la encontraron en bulbos de menor tamaño; esto concuerda por lo encontrado por Smittle, Hayes y Dickens, 1979.

Gamiely, Randle, Mills, Smittle y Banna, 1991 en un ensayo sobre calidad y pungencia en el híbrido Granex 33, encontraron que las distintas fuentes de nitrógeno influyen sobre la pungencia. Con la utilización de nitratos como fuente nitrogenada la pungencia aumentaba significativamente y utilizando una fuente amoniacal ésta era menor.

Por su parte Batal, Granberry y Randle, 1991 encontraron que diferentes fuentes de nitrógeno tienen cierta influencia sobre el nivel de pungencia. Aunque los resultados no fueron estadísticamente significativos, manifiestan que los valores promedios de ácido pirúvico más altos fueron para el tratamiento con nitrato de amonio y los más bajos para nitrato de calcio.

La concentración de azufre en el medio de crecimiento influencia el sabor de la cebolla, haciéndolo más fuerte con mayor concentración (Freeman y Mossadeghi, 1970).

Smittle, Hayes y Dickens, 1979 encontraron que existía una mayor correlación entre azufre y pungencia que entre nitrógeno y pungencia, concluyendo que el azufre es el factor más importante de estos dos que afecta la pungencia.

Gamiely, Randle, Mills y Smittle, 1991 estudiando la respuesta del desarrollo de la cebolla a las aplicaciones de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  y  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , encontraron una mayor pungencia cuando

utilizaron  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .

### 2.5.2 El nitrógeno sobre el tamaño de bulbo

Maier, Dahlenburg y Twigden, (1990) reportan que al aumentar la tasa de N aplicado, el rendimiento de los bulbos medios (50-70mm) y grandes (>70mm) también aumentó.

Moltini y Silva (1981) bajo diferentes situaciones de suelo encontraron respuesta a la fertilización nitrogenada, en chacras viejas, con bajo contenido de materia orgánica. Llegaron a la conclusión de que la fertilización nitrogenada incidió sobre el rendimiento, manifestándose un cambio en la distribución de tamaño de bulbo, a favor de la categoría comercial (50 a 70mm) y superior a comercial (mayor a 70).

Morosoli y Rieracker (1983) trabajando con un Brunosol subeutrico típico con 2,7% de materia orgánica obtuvieron respuesta a la fertilización nitrogenada y cambios en la distribución de tamaños de bulbo hacia categorías mayores, lo que determinó la obtención de un mayor rendimiento total.

De La Peña y García (1983) trabajando sobre dosis de nitrógeno y distintas densidades concluyeron que para cultivos con bajas densidades de población 100.000 a 130.000 plantas por hectárea la demanda de nitrógeno sería satisfecha con 40 a 50 unidades de nitrógeno por hectárea; y para cultivos con altas densidades 250.000 a 400.000 plantas por hectárea los requerimientos en nitrógeno son mayores oscilando entre 60 a 90 unidades por hectárea.

Resulta claro entonces que existe respuesta a la fertilización nitrogenada con aumentos en los rendimientos dados fundamentalmente por aumentos en el tamaño de bulbo.

Según Maier, Dahlenburg y Twigden, 1990 el rendimiento comercializable aumentó y el descarte se redujo significativamente, a medida que la tasa de nitrógeno aumenta.

Los sólidos solubles y la materia seca de los bulbos no fueron afectados por el N. El tamaño de bulbo aumentó a medida que aumentaba el aporte de N. (Brewster y Butler 1989)

Batal, Bondari, Granberry y Mullinix, 1991 trabajando

con distintas fuentes de nitrógeno, ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NaKNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$  Y  $\text{Ca}(\text{NO})_3$  en Granex 33, encontraron que la mayor cantidad de cebollas de tamaño Premium (large + jumbo) se obtuvieron utilizando como fuente a  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NaKNO}_3$  y la mayor cantidad de cebollas pequeñas (small) se obtuvieron con las dos fuentes restantes.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1-SUELO UTILIZADO Y UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El ensayo fue realizado en la Estación Experimental INIA Las Brujas, sobre un suelo Brunosol Eutrico típico de textura franco arcillo limosa, sobre formación Libertad, Fray Bentos; en el cual las propiedades más importantes de los primeros 20 cm. fueron las siguientes:

| Cuadro N°5 Análisis químico del suelo utilizado en el ensayo |      |
|--|------|
| PH (en agua)   | 6.4  |
| Fósforo (Bray 1 ppm)   | 44.5 |
| Nitratos (ppm)   | 12.2 |
| Materia Orgánica (%)   | 3.26 |
| Potasio (meq/100gr.)   | 0.64 |

| Cuadro N°6 Análisis granulométrico del suelo utilizado en el ensayo |     |
|---|-----|
| Arena   | 33% |
| Limo  | 39% |
| Arcilla   | 26% |

#### 3.2-ALMACIGO

Se sembraron semillas del híbrido Granex 33, en canteros de 1m de ancho, en líneas separadas 10 cm. , con una densidad aproximada de 1.000 semillas por metro cuadrado (3.3 grs./m<sup>2</sup>).

La fecha de siembra del almácigo fue el 9 de abril de 1997.

Se agregaron 10grs. de urea por metro cuadrado de almácigo.

Se realizaron carpidas para controlar las malezas.

#### 3.3-TRANSPLANTE Y MARCO DE PLANTACION

El mismo fue realizado los días 27 y 30 de junio de 1997, en forma manual.

El área en donde se realizó el ensayo fue dividida en cuatro bloques con diecisiete tratamientos cada uno y además se agregó una repetición de todos los tratamientos para la

extracción de plantas con el fin de determinar la curva de crecimiento.

Cada una de estas parcelas consistía en canteros de 0.8m. de ancho en su parte superior por 5m. de largo y con una distancia de centro a centro de 1.5m.

El marco de plantación fue: cuatro filas por cantero; separadas 15cm. entre si, dejando al centro 30 cm. (para mejorar la aireación), con una separación de 12cm. entre plantas.

Esta distribución dio una población de 166 plantas por parcela (220.000 plantas/ha).

A cada parcela se le asigna un tratamiento por sorteo quedando la distribución de la siguiente forma:

Figura N°1 Distribución de las parcelas en el ensayo.

|             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 5<br>1<br>0 | 5<br>0<br>9 | 5<br>0<br>6 | 5<br>0<br>8 | 5<br>0<br>7 | 5<br>1<br>6 | 5<br>1<br>1 | 5<br>0<br>2 | 5<br>1<br>5 | 5<br>0<br>3 | 5<br>1<br>2 | 5<br>0<br>1 | 5<br>1<br>7 | 5<br>1<br>4 | 5<br>0<br>5 | 5<br>0<br>4 | 5<br>1<br>3 |
| 4<br>1<br>0 | 4<br>0<br>9 | 4<br>0<br>6 | 4<br>0<br>8 | 4<br>0<br>7 | 4<br>1<br>6 | 4<br>1<br>1 | 4<br>0<br>2 | 4<br>1<br>5 | 4<br>0<br>3 | 4<br>1<br>2 | 4<br>0<br>1 | 4<br>1<br>7 | 4<br>1<br>4 | 4<br>0<br>5 | 4<br>0<br>4 | 4<br>1<br>3 |
| 3<br>1<br>6 | 3<br>1<br>1 | 3<br>1<br>5 | 3<br>1<br>3 | 3<br>1<br>2 | 3<br>0<br>9 | 3<br>0<br>7 | 3<br>0<br>4 | 3<br>0<br>8 | 3<br>1<br>7 | 3<br>0<br>6 | 3<br>1<br>4 | 3<br>0<br>2 | 3<br>0<br>5 | 3<br>0<br>0 | 3<br>0<br>3 | 3<br>0<br>1 |
| 2<br>0<br>9 | 2<br>1<br>7 | 2<br>0<br>4 | 2<br>0<br>1 | 2<br>0<br>6 | 2<br>0<br>8 | 2<br>1<br>3 | 2<br>1<br>1 | 2<br>0<br>2 | 2<br>1<br>6 | 2<br>1<br>5 | 2<br>0<br>3 | 2<br>1<br>2 | 2<br>0<br>5 | 2<br>1<br>4 | 2<br>1<br>0 | 2<br>0<br>7 |
| 1<br>1<br>1 | 1<br>1<br>5 | 1<br>0<br>3 | 1<br>1<br>2 | 1<br>0<br>5 | 1<br>0<br>9 | 1<br>0<br>7 | 1<br>0<br>4 | 1<br>1<br>0 | 1<br>1<br>7 | 1<br>0<br>6 | 1<br>1<br>4 | 1<br>1<br>6 | 1<br>0<br>2 | 1<br>0<br>8 | 1<br>0<br>1 | 1<br>1<br>3 |

501-517 Parcelas de extracción.

En el cuadro que sigue se presenta cada tratamiento según la dosis y la fuente utilizada, con el número que le fue asignado:

Cuadro N°7 Tratamientos según dosis y fuentes. INIA Las Brujas 1997.

| Tratamientos | Kilos de nitrógeno por hectárea | Fuentes de nitrógeno     |
|--------------|---------------------------------|--------------------------|
| 1            | 0                               | -----                    |
| 2            | 60                              | Urea                     |
| 3            | 60                              | Nitrato de amonio        |
| 4            | 60                              | Nitrato de potasio       |
| 5            | 60                              | Nitrato de calcio        |
| 15           | 60                              | Urea y nitrato de amonio |
| 6            | 120                             | Urea                     |
| 7            | 120                             | Nitrato de amonio        |
| 8            | 120                             | Nitrato de potasio       |
| 9            | 120                             | Nitrato de calcio        |
| 16           | 120                             | Urea y nitrato de amonio |
| 10           | 180                             | Urea                     |
| 11           | 180                             | Nitrato de amonio        |
| 12           | 180                             | Nitrato de potasio       |
| 13           | 180                             | Nitrato de calcio        |
| 17           | 180                             | Urea y nitrato de amonio |
| 14           | 10 Ton/há                       | Estiércol de ponedora    |

Se incluyó un tratamiento con aplicación de estiércol de ponedora, con el fin de explorar la respuesta del cultivo a la fertilización, con este tipo de fertilizante (tratamiento 14).

### 3.4-DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

El diseño experimental fue un factorial en bloques al azar con cinco repeticiones. Los factores fueron dosis, 0,60,120 y 180 kg. N/ha; y fuentes, urea, nitrato de amonio, nitrato de potasio, nitrato de calcio y urea más nitrato de amonio.

Los contenidos de nitrógeno de las diferentes fuentes

utilizadas en el ensayo se presentan a continuación.

| Cuadro N°8 Contenido de nitrógeno por cada 100kg de fertilizante utilizado. INIA Las Brujas 1997. |       |
|---|-------|
| Urea  | 46 %  |
| Nitrato de amonio   | 33.5% |
| Nitrato de potasio  | 13 %  |
| Nitrato de calcio<br>(Grado Agrícola)   | 15.5% |

Además se incluyó un tratamiento con el agregado de estiércol de ponedora, como parcela exploratoria para evaluar su efecto sobre el rendimiento y calidad. El análisis químico arrojó los siguientes resultados:

| Cuadro N°9 Resultados del análisis químico realizado sobre el estiércol de ponedora, utilizado en el ensayo. INIA Las Brujas 1997. |       |
|--|-------|
| Nitrógeno  | 6.25% |
| Fósforo  | 1.83% |
| Potasio  | 1.8%  |
| Calcio   | 1.05% |
| Magnesio   | 0.55% |
| Materia seca   | 87%   |

### 3.5-MANEJO DEL CULTIVO

#### 3.5.1- FERTILIZACION

Quince días antes del transplante se realizó la fertilización de cada tratamiento, aplicándose el 40% del fertilizante nitrogenado total, como fertilización de base y el 60% restante fue dividido en dos aplicaciones, que se hicieron los días 20/8 y 9/9/97, realizándose a mano (al voleo) sobre cada cantero. En los tratamientos que incluyeron como fuente nitrogenada urea + nitrato de amonio, la aplicación se realizó utilizando la urea en la fertilización de base y el nitrato de amonio se aplicó en cada una de las dos refertilizaciones.

Dados los niveles de P y K del análisis, no se agregaron estos elementos en la fertilización de base. En las parcelas que llevaron estiércol de ponedora, este se

incorporó al mismo momento en que se hizo la aplicación de base del fertilizante de las otras parcelas.

### 3.5.2-CONTROL DE MALEZAS

Se aplicó Herbadox 4lts/ha y Goal 300cc/ha el 28 de julio. Se realizó otra aplicación de Goal (a 300cc/ha) el 17 de setiembre. Posteriormente se hicieron dos limpiezas en forma manual, de las malezas que habían escapado al control de los herbicidas.

### 3.5.3-RIEGO

Se realizaron riegos por aspersión semanalmente durante setiembre y octubre en turnos de dos a tres horas según el requerimiento hídrico.

### 3.5.4-TRATAMIENTO SANITARIO

Se hicieron tratamientos preventivos con Dithane M45 (Mancozeb) y Ridomil (Metalaxil) para controlar focos de Peronospora destructor.

## 3.6-MUESTREOS REALIZADOS

### 3.6.1- MUESTREO DE SUELO

Antes del transplante se realizó un muestreo de suelo para determinar el contenido de nitratos del mismo. Posteriormente se efectuaron muestreos el 20/8, 9/9, 13/10 y el 3/11, para la determinación del contenido de nitratos, en cada una de las parcelas de los cuatro bloques del ensayo, a una profundidad de 20 cm. Se hicieron tres tomas por parcela distribuidas a lo largo de la misma.

Además, en los muestreos del 9/9, 13/10 y 3/11 se tomaron en uno de los bloques, muestras de 0-15cm. , 15-30cm. , 30-45cm. de profundidad en las parcelas con los tratamientos siguientes:



- 1- Testigo
- 2- 60 Kg. de nitrógeno por hectárea en forma de urea
- 4- 60 Kg. de nitrógeno por hectárea en forma nitrato de potasio
- 6- 120 Kg. de nitrógeno por hectárea en forma de urea
- 8- 120 Kg. de nitrógeno por hectárea en forma de nitrato de potasio
- 10- 180 Kg. de nitrógeno por hectárea en forma de urea
- 12- 180 Kg. de nitrógeno por hectárea en forma de nitrato de potasio
- 14- estiércol

Estos tratamientos fueron seleccionados con la finalidad de observar el movimiento de nitrato en el perfil para comparar dos fuentes, una menos disponible como la urea y otra más disponible como el nitrato.

#### 3.6.2-MUESTREO FOLIAR

Se realizaron el 20/8, 8/9, 30/9, 13/10, 3/11 y consistió en tomar doce hojas por parcela, eligiéndose la última hoja completamente desarrollada de cada planta.

#### 3.6.3-MUESTREO DE CRECIMIENTO

Se extrajeron cinco plantas por muestreo, en las parcelas de extracción (ver figura N° 1), los días 2/9, 23/9, 7/10, 27/10 y 10/11; seleccionándose plantas representativas de cada parcela. Se eligieron plantas que hubieran tenido competencia con otras dejándose bordes en todos los casos.

#### 3.6.4-DETERMINACION DE LA ALTURA DE PLANTA

En cada parcela se marcaron diez plantas, continuas en la fila, buscando que tuvieran un desarrollo similar entre sí y representativo de la parcela. En ellas se procedió a medir la altura total de cada planta, midiendo para ello la hoja de mayor largo, desde la superficie del suelo hasta la punta de la misma.

Dichas determinaciones se realizaron el 9/9, 25/9, 13/10 y 3/11.

### 3.6.5-DETERMINACION DE COLOR DE HOJA

Se realizaron dos evaluaciones de color de hoja, los días 30/9 y 7/10. La primera se realizó mediante estimación visual, utilizando para ello una escala que iba de 1- verde claro a 5- verde oscuro. La segunda medición se realizó utilizando un calorímetro, Minolta Chlorophyll Meter, modelo SPAD-502; tomando para ello la última hoja completamente desarrollada, de 10 plantas por parcela, para luego realizar el promedio.

### 3.6.6-DETERMINACION DE BULBIFICACION

Utilizando las mismas diez plantas marcadas para la determinación de la altura de planta, se procedió a la medición del diámetro del cuello y del bulbo, el 30/9, 7/10, 20/10, 27/10 y 3/11/1997, con el fin de determinar el índice de bulbificación(diámetro de cuello/diámetro de bulbo).

Antes de cada medición, se procedía a quitar la tierra que rodeaba al bulbo, para así poder medir el diámetro ecuatorial del bulbo.  
Se realizó la medición con un calibre digital.

### 3.6.7-DETERMINACION DE VUELCO DEL FOLLAJE

Se hizo por única vez el 17/11 para determinar si existía alguna diferencia de precocidad entre los distintos tratamientos y a la vez tener algún elemento más a la hora de determinar el momento de cosecha.

### 3.7-COSECHA

El 19/11, se cosecharon cuatro metros lineales por parcela en las cuatro filas, dejando 50cm de borde en cada extremo de la misma y se procedió al arrancado. Se descoló y se procedió al corte de la parte aérea dejando 1.5 cm aproximadamente por encima del cuello de la planta.

Las cebollas fueron colocadas en cajones, tipo "jaula" de madera y se almacenaron a galpón. Este poseía techo de quincha y paredes de bloque con aberturas; siendo una

estructura con buena ventilación.

Las cebollas permanecieron en este lugar hasta el 2/12/1998. En ese momento se determinó, que, dado las buenas condiciones climáticas existentes (durante el almacenamiento), el cuello de las cebollas estaba bien seco y cerrado, por lo que se procedió al pesado de las mismas.

### 3.8-DETERMINACION DEL RENDIMIENTO

Se calibraron las cebollas de cada parcela en cuatro categorías, >a 9.5cm., de 7.5 a 9.5cm., de 5.5 a 7.5cm. y < a 5.5cm.

Se pesaron y contaron las cebollas de cada categoría, así como las que presentaban alguna anomalía como ser, pudriciones, fuera de forma y color o bulbos divididos que se contaron como descarte.

También dentro de la categoría descarte, se consideró aquellas cebollas cuyo diámetro era menor a los 5,5 cm.

Para el calculo del rendimiento total se promediaron los rendimientos de todas las repeticiones para cada dosis y fuente y se realizó la conversión a hectárea; no se incluyó la categoría de descarte.

En el cálculo de rendimiento comercial, se eliminaron las cebollas con diámetro menor a 5,5 cm. , se promedió el rendimiento de todas las repeticiones para cada dosis y fuente y se realizó la conversión a hectárea.

En forma similar para el cálculo de rendimiento exportable solo fueron incluidos aquellos bulbos cuyo diámetro era igual o mayor a los 7,5 cm.

### 3.9-ANALISIS QUIMICO

#### 3.9.1-ANALISIS DE SUELO

##### 3.9.1.1-NITRATOS

Se realizaron las medidas a través del método del electrodo de actividad especifica.

### 3.9.2-ANALISIS DE PLANTA

#### 3.9.2.1- ANALISIS FOLIAR

Nitrógeno: Sobre las muestras secadas a estufa a 65° C y molidas se procedió de la siguiente forma: se le agrega una mezcla catalizadora y ácido sulfúrico y se mantiene durante una hora a 450 °C.

La solución resultante de la digestión se lleva al destilador donde se agrega NaOH y se recolecta el amonio en una solución Bórica que luego se titula con solución de ácido.

Fósforo: por el método Vanadato Molibdato.  
La muestra seca (a 65° C durante 48 hs.) y molida se pesa en crisoles y se calcina a 500° C durante 5 horas. Se toma un gramo de materia seca, se diluye con 5 ml. de HCl al 20%, se lleva a 50 ml. y se filtra.  
De la solución filtrada, se realiza la toma de 5 ml. a los cuales se le agrega luego 7 ml de solución reactiva (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>(NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub> MO<sub>7</sub>O<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O), enrasando a 50 ml.  
Se desarrolla color durante 3 horas y se lee en el espectrofotómetro con longitud de 436 nanómetros.  
La curva de calibración se realiza con solución patrón de 1000ppm, efectuando los standares con resultados conocidos.

Potasio y Magnesio: De la dilución con HCl utilizada para el fósforo, pero llevada 100 ml, se toma 1 ml y se mezcla con 2,5 ml de SrCl<sub>2</sub> y se mide con el espectrofotómetro de absorción atómica.

Hierro, Zinc, Manganeso y Cobre: Estos son medidos directamente en el espectrofotómetro de absorción atómica.

#### 3.9.2.2-ANALISIS DE CRECIMIENTO

Las plantas extraídas del campo una vez en el laboratorio se lavaban para extraer toda la tierra y se ponían en papel diario con el fin de que estuvieran secas en la superficie al momento de pesar.

Se separaron en raíz, falso tallo y bulbo, y hoja. Luego se realizó el pesado de cada sección por separado.

Posteriormente se colocaron en estufa a 65° durante 48 hs. y se volvieron a pesar.

### 3.9.3-ANALISIS DE PUNGENCIA Y GRADOS BRIX

Se tomaron muestras de cada parcela de bulbos de 7.5 y 9.5cm. de diámetro para estas evaluaciones. Se realizaron los días 19/1, 20/1, 21/1, 26/1, 28/1, 2/2, 3/2, 4/2 y 3/3 de 1998.

La determinación de la pungencia se realizó por el método de Schwimmer y Weston. Se tomaban 5 bulbos (aproximadamente 1 Kg.) de cebollas; y luego de quitar las catáfilas exteriores se procesaron con un sacajugos y se pesaron 10 grs. de la pulpa obtenida, realizándose cuatro repeticiones. A cada una se le agregó 10 ml. de Acido Tricloroacético y se dejó en reposo durante una hora. Luego se filtra a vacío por Buchner y se completa con agua destilada en un matraz aforado de 200 ml.. Se toma 1 ml de la solución y en tubo de ensayo se le agrega 1ml. de agua destilada y 1 ml. de di-nitro-fenilhidracina.

Se deja 10 min. en baño de agua a 37o.c.

Inmediatamente después se agregan 5ml. de hidróxido de sodio, 0.6N y se mide la absorbancia con espectrofotómetro (en nuestro caso se trabajó con uno de la marca Shimadzu, modelo UV-160A) a 450 nm. (método cuantitativo). Esta medición debe hacerse dentro de los quince minutos posteriores, de lo contrario varían los resultados.

La preparación del blanco consiste en colocar en vez de la muestra, 1ml. de agua destilada y se agrega el otro ml. de agua, o sea 2ml. Se hace a los efectos de ajustar el 0.

Se mide y luego se saca.

Si se usan las cápsulas de cuarzo, se deja en uno de los compartimentos del aparato mientras se están realizando las mediciones.

La curva de calibración se hace con Piruvato de sodio en distintas concentraciones. Siempre debe hacerse la curva antes de comenzar a medir las muestras a fin de comparar el valor obtenido con el estándar.

### 3.10-ANALISIS ESTADISTICO

Se realizó el análisis de varianza y además la partición de la varianza de los tratamientos a través del análisis factorial "factor" con el programa MSTATC y la separación de medias por LSD (mínima diferencia significativa).

#### 4.RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1.Rendimiento

Existió una clara respuesta a la dosis de nitrógeno. El tratamiento sin nitrógeno fue el de menor rendimiento total, comercial y exportable.

Los tratamientos con agregado de nitrógeno presentaron mayor rendimiento total con respecto al testigo, y en general, hubo una respuesta creciente del rendimiento total, comercial y exportable hasta 120 kg. de nitrógeno por há para luego descender a 180 kg. de nitrógeno por há. Esto confirma lo reportado por Maier et al. (1990), quien afirma que el nitrógeno aumentó significativamente el rendimiento de bulbos comercializables.

| CUADRO N°10: Rendimiento total, comercial y exportable según las distintas dosis y fuentes de nitrógeno; INIA Las Brujas, 1997. |                |                       |                        |
|---|----------------|-----------------------|------------------------|
| Tratamientos  | Rendimiento    | Rendimiento           | Rendimiento            |
| Dosis de N<br>(kg./ha)  | Total (kg./ha) | Comercial<br>(kg./ha) | Exportable<br>(kg./ha) |
| 0   | 39854 c*       | 38313 c*              | 21855 b**              |
| 60  | 42005 ab       | 40768 b               | 22002 b                |
| 120   | 45208 a        | 44338 a               | 26779 a                |
| 180   | 42914 ab       | 41900 ab              | 25192 ab               |
| Fuentes de N  |                |                       |                        |
| Urea (U)  | 41965          | 41042                 | 23542                  |
| N.Amonio  | 44461          | 43697                 | 24072                  |
| N.Potasio   | 42704          | 41820                 | 23694                  |
| N.Calcio  | 44451          | 43063                 | 26979                  |
| U + N.Amonio  | 43299          | 42056                 | 25000                  |
|   | NS             | NS                    | NS                     |
| C.V. (%)  | 7.17           | 7.73                  | 20.96                  |

\*Las medias seguidas por la misma letra no difieren al nivel del 1% de acuerdo a la mínima diferencia significativa.

\*\*Las medias seguidas por la misma letra no difieren al nivel del 5% de acuerdo a la mínima diferencia significativa.

Es decir, el tratamiento con 120 kg. de nitrógeno por ha fue el que resulto en un mayor rendimiento total,

comercial y exportable; esto se aproxima a los resultados obtenidos por Henriksen (1987) y Bishop et al. (1972), quienes hablan de tasas entre 120 y 300kg/ha para maximizar los rendimientos.

Por otra parte debemos destacar, que el tratamiento sin aplicación de nitrógeno, obtuvo un rendimiento total aceptable, el cual se podría explicar por el adecuado contenido de materia orgánica (3.26%) y nitratos (12.2 ppm.) que presentaba el suelo.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes fuentes de nitrógeno, ni para rendimiento total, comercial, ni exportable.

Por otra parte no se encontró interacción significativa entre las dosis y las fuentes para ninguna de las categorías de rendimiento (total, comercial y exportable).

Se realizó el análisis de correlación entre las diferentes dosis de nitrógeno y el rendimiento comercial; en él se obtuvo un coeficiente de correlación bajo ( $r^2=0,342$  y  $P=0.017$ ).

Además se realizó análisis de correlación entre el nivel de nitrógeno foliar y el rendimiento comercial el que se presenta en el cuadro que sigue.

Cuadro N°11: Correlación entre el nivel de nitrógeno foliar los días 20/8, 9/9, 30/9, 13/10 y 3/11 y el rendimiento comercial (en Kg./ha).

|       | $R^2$  | Probabilidad |
|-------|--------|--------------|
| 20/8  | 0.0745 | 0.306        |
| 9/9   | 0.517  | 0.002        |
| 30/9  | 0.480  | 0.003        |
| 13/10 | 0.516  | 0.002        |
| 3/11  | 0.289  | 0.032        |

Como se puede observar el nivel de asociación fue medio el cual explica parcialmente los resultados obtenidos, existiendo otros factores no estudiados que contribuyeron al logro del rendimiento obtenido.

En forma similar a lo estudiado anteriormente, el rendimiento exportable obtenido, fue correlacionado con las dosis de nitrógeno aplicadas y con el nivel de nitrógeno



foliar resultado de los análisis realizados en las fechas anteriormente mencionadas. El análisis de correlación en ambos casos resultó bajo; dichos resultados se incluyen en el anexo. Cuadro N°23 y 24.

#### 4.2. Pungencia y grados Brix

Los valores generales de pungencia estuvieron en un nivel medio de acuerdo a la clasificación del Dr. Pike citado por Arbolea y Docampo (1993).

| Cuadro N°12: Resultados del análisis estadístico realizado sobre la liberación de Ac. Pirúvico y ° Brix hallados, según las dosis y fuentes utilizadas. INIA Las Brujas 1997. |                            |       |
|---|----------------------------|-------|
| Tratamientos  | Micromoles de Ac. Pirúvico | °Brix |
| Dosis de N (kg./ha)   |                            |       |
| 0   | 4.75                       | 7.23  |
| 60  | 4.33                       | 7.34  |
| 120   | 4.46                       | 7.52  |
| 180   | 4.32                       | 7.64  |
|   | NS                         | NS    |
| Fuentes   |                            |       |
| Urea (U)  | 4.11 ab**                  | 7.24  |
| N.Amonio  | 4.01 ab                    | 7.63  |
| N.Potasio   | 4.88 ab                    | 7.55  |
| N.Calcio  | 5.14 a                     | 7.46  |
| U + N.Amonio  | 3.71 b                     | 7.62  |
| L.S.D.  | 1.187                      | NS    |

\*\*Las medias seguidas por la misma letra no difieren al nivel del 5% de acuerdo a la mínima diferencia significativa.

No se encontraron diferencias significativas entre las dosis de nitrógeno aplicadas, aunque hubo una tendencia similar a la encontrada por Smittle, 1984 donde las cebollas que recibieron nitrógeno presentaron menor pungencia.

Por su parte, el nivel de pungencia muestra diferencias estadísticamente significativas entre las fuentes utilizadas; el tratamiento con urea + nitrato de amonio presentó el menor valor y el Nitrato de Calcio fue el

que produjo las cebollas con mayor pungencia, lo cual coincide con lo reportado por Gamiely et al., 1991; aunque no se corresponde con la tendencia reportada por Batal et al., 1991 en la cual los niveles de Ac. pirúvico mas altos fueron para el tratamiento con Nitrato de Amonio y los más bajos con Nitrato de Calcio.

Tampoco se encontró ningún paralelismo con lo afirmado por Gamiely et al., 1991 acerca del efecto de las formas de nitrógeno (amoniacales o nítricas) en las fuentes y su relación con la pungencia.

No se encontraron diferencias significativas en los grados Brix, ni entre fuentes, ni entre dosis.

Tampoco se detectó interacción significativa entre las dosis y las fuentes para la liberación de ácido pirúvico o los grados Brix.

#### 4.3. Análisis foliar

De acuerdo a los valores de deficiencia y suficiencia de Maynard y Lorenz, 1984 y Moltini, Genta y Zamalvide, 1995 (cuadro N°1) y Maynard y Hochmuth, 1997 (cuadro N°3); los niveles registrados entre el 20/8 y el 3/11, estarían dentro de los niveles de suficiencia; incluso en el tratamiento sin agregado de nitrógeno (cuadro 13).

Cuadro N°13: Contenido de nitrógeno foliar (%) en los cinco muestreos realizados, en el ensayo de dosis y fuentes de N. INIA Las Brujas 1997.

| Tratamiento        | 20/8     | 9/9       | 30/9      | 13/10   | 3/11    |
|--------------------|----------|-----------|-----------|---------|---------|
| Dosis de N (kg/ha) |          |           |           |         |         |
| 0                  | 4.38 b** | 4.12 c**  | 2.83 d*   | 2.70 c* | 2.71 c* |
| 60                 | 4.48 a   | 4.45 b    | 3.22 c    | 3.08 b  | 2.80 b  |
| 120                | 4.57 a   | 4.53 a    | 3.40 b    | 3.25 a  | 2.90 ab |
| 180                | 4.56 a   | 4.53 a    | 3.61 a    | 3.25 a  | 2.96 a  |
| Fuentes de N       |          |           |           |         |         |
| Urea (U)           | 4.66     | 4.46 b*** | 3.21 c*** | 3.13    | 2.91    |
| N.Amonio           | 4.56     | 4.47 b    | 3.48 a    | 3.22    | 2.85    |
| N.Potasio          | 4.46     | 4.52 ab   | 3.40 ab   | 3.22    | 2.96    |
| N.Calcio           | 4.48     | 4.59 a    | 3.49 a    | 3.25    | 2.88    |
| U + N.Amonio       | 4.51     | 4.49 b    | 3.37 bc   | 3.15    | 2.83    |
|                    | NS       |           |           | NS      | NS      |
| C.V. (%)           | 4.56     | 2.72      | 5.70      | 4.99    | 5.24    |

\*Las medias seguidas por la misma letra no difieren al nivel del 5% de acuerdo a la mínima diferencia significativa.

\*\*Las medias seguidas por la misma letra no difieren al nivel del 1% de acuerdo a la mínima diferencia significativa.

\*\*\*Las medias seguidas por la misma letra no difieren al nivel del 10% de acuerdo a la mínima diferencia significativa.

También se puede apreciar que el contenido de nitrógeno foliar desciende a medida que avanza el desarrollo del cultivo; esto coincide con lo reportado por Zinc, (1966) quien atribuyó este efecto a la aceleración del desarrollo de la planta durante el período de bulbificación. En el ensayo, como se puede apreciar, la caída del nivel de nitrógeno foliar ya se constató al segundo muestreo; pero es aproximadamente un mes antes del inicio de la bulbificación (entre el 9/9 y el 30/9), que se observa la mayor disminución del contenido de nitrógeno.

Por otra parte, existieron diferencias significativas entre las dosis aplicadas y el nivel de nitrógeno en hojas. A la vez entre las dosis de 120 y 180 kg. de nitrógeno/ha, no se observaron concentraciones muy diferentes.

A nivel de fuentes si bien se detectaron diferencias significativas en dos fechas de muestreo, las diferencias fueron mínimas y la tendencia general en el nivel de

nitrógeno es similar entre las diferentes fuentes.

No se encontró interacción significativa entre las dosis y las fuentes en el contenido de nitrógeno foliar.

Se realizó el análisis de correlación entre dosis de nitrógeno y el nivel de nitrógeno foliar para todas las fechas de muestreos realizadas (cuadro 14).

CUADRO N°14 Correlaciones entre las dosis de nitrógeno y los niveles de nitrógeno foliar para las fechas 20/8, 9/9, 30/9, 13/10 y 3/11/1997.

| Fecha | R <sup>2</sup> | Probabilidad |
|-------|----------------|--------------|
| 20/8  | 0.426          | 0.006        |
| 9/9   | 0.638          | 0.000        |
| 30/9  | 0.857          | 0.000        |
| 13/10 | 0.626          | 0.000        |
| 3/11  | 0.543          | 0.001        |

Existió un buen nivel de correlación entre las dos variables estudiadas. A medida que aumenta el nivel de nitrógeno en el suelo, a través de mayores dosis aplicadas, aumenta el nivel de nitrógeno en las hojas.

Debemos recordar que, las dos refertilizaciones fueron realizadas los días 20/8 y 9/9, por lo que al momento de realizar el primer muestreo foliar (20/8), las plantas habían recibido un 40% del nitrógeno total. Cuando se realizó el segundo muestreo (9/9, a los 20 días de la primer refertilización), el suelo ya contaba con el 70% del nitrógeno total y para el tercer muestreo, (30/9, a los 21 días de la segunda refertilización), entonces si ya se contaba con el 100% del fertilizante. Esto coincidiría con los datos del cuadro anterior, donde se observa un aumento del nivel de correlación.

#### 4.4. Nitratos a nivel del suelo

A continuación se presentan, los niveles de nitrato a lo largo del ciclo del cultivo, para las distintas dosis y fuentes.

| CUADRO N°15: Contenido de nitratos en los primeros 20 cm. de suelo, en análisis realizados durante el ciclo del cultivo. |           |          |           |
|--|-----------|----------|-----------|
| Tratamientos   | 20/8      | 9/9      | 13/10     |
| Dosis N (kg/ha)  |           |          |           |
| 0  | 1.95 c**  | 4.68 c** | 10.33 c** |
| 60   | 3.95 b    | 8.97 b   | 12.04 c   |
| 120  | 5.09 b    | 18.26 a  | 23.97 b   |
| 180  | 16.32 a   | 24.24 a  | 32.38 a   |
| Fuentes  |           |          |           |
| Urea (U)   | 8.50 ab** | 14.50    | 20.80     |
| N.Amonio   | 5.90 b    | 17.30    | 21.20     |
| N.Potasio  | 6.60 b    | 21.90    | 26.60     |
| N.Calcio   | 2.40 b    | 15.50    | 23.30     |
| U + N.Amonio   | 18.80 a   | 16.60    | 21.90     |
|  |           | NS       | NS        |
| C.V. (%)   | 68.11     | 46.20    | 31.48     |

\*\*Las medias seguidas por la misma letra no difieren al nivel del 1% de acuerdo a la mínima diferencia significativa.

Debemos resaltar que a pesar del alto coeficiente de variación se encontraron diferencias significativas entre las diferentes dosis de nitrógeno aplicado. Existe una clara relación entre las mismas y el nivel de nitratos en el suelo.

Solo se encontró interacción significativa entre las dosis y las fuentes para el muestreo realizado el 20/8.

Los resultados de los muestreos de nitratos a tres profundidades (0-15, 15-30 y 30-45cms.), se presentan en el anexo. Destaca el tratamiento con estiércol, quien mantiene constante el nivel de nitratos a lo largo de los muestreos y en profundidad. Cuadro N° 20.

## 4.5. Altura de planta

En el cuadro N°16 se puede observar el efecto de las diferentes dosis y fuentes de nitrógeno, sobre la altura promedio de las plantas.

| CUADRO N 16 :Efecto de diferentes dosis y fuentes de N sobre la altura promedio de plantas, en cebolla Granex 33, el 9/9, 21/9, 13/10 y 3/11; INIA Las Brujas, 1997. |       |       |           |          |
|--|-------|-------|-----------|----------|
| TRATAMIENTOS   | 9/9   | 21/9  | 13/10     | 3/11     |
| Dosis de N (Kg./Ha.)   |       |       |           |          |
| 0  | 46.30 | 50.03 | 61.78 c** | 63.70 b* |
| 60   | 51.37 | 56.34 | 68.76 b   | 62.70 b  |
| 120  | 52.46 | 57.84 | 73.65 a   | 65.68 a  |
| 180  | 50.85 | 57.36 | 72.65 a   | 65.79 a  |
|  | NS    | NS    |           |          |
| Fuentes de N   |       |       |           |          |
| Urea (U)   | 50.78 | 56.00 | 70.87     | 63.30    |
| N.Amonio   | 51.93 | 56.98 | 71.46     | 65.96    |
| N.Potasio  | 51.12 | 57.13 | 72.43     | 64.17    |
| N.Calcio   | 52.08 | 58.13 | 72.19     | 65.00    |
| U + N.Amonio   | 51.88 | 57.64 | 71.37     | 65.18    |
|  | NS    | NS    | NS        | NS       |
| CV (%)   | 13.05 | 13.04 | 9.30      | 11.65    |

\*Las medias seguidas por la misma letra no difieren al nivel del 5% de acuerdo a la mínima diferencia significativa.

\*\*Las medias seguidas por la misma letra no difieren al nivel del 1% de acuerdo a la mínima diferencia significativa.

En el mismo se puede apreciar que, en general a medida que aumentó el nitrógeno aplicado, mayor fue la altura de las plantas.

A pesar de no haberse encontrado diferencias significativas en las dos primeras fechas de muestreo, en las mismas se observó una tendencia de mayor altura en los tratamientos fertilizados, frente al testigo.

Por otro lado, en las dos últimas mediciones (13/10 y 3/11) se encontró diferencia significativa en la altura de las plantas, resaltando la diferencia entre las dosis de 120 y 180 Kg. de nitrógeno/ha con respecto a la de 60 Kg./ha y el testigo.

Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Minotti y Stone, (1988) quienes manifiestan que el nitrógeno aumenta significativamente la altura de planta.

Por su parte, la fuente de nitrógeno no arrojó diferencias significativas en la altura promedio de las plantas. Sin embargo la urea presentó, en términos generales una leve tendencia de menor altura con respecto a los demás tratamientos.

No se encontró interacción significativa entre las dosis y las fuentes de nitrógeno.

Debemos resaltar además que, el crecimiento en altura de las plantas, aumenta hasta un máximo (alrededor del 13/10), para luego disminuir al comenzar la bulbificación, lo cual coincide también, con los resultados del análisis entre las dosis como se vio. El pico de crecimiento (que se verifica una semana antes del inicio de bulbificación), no coincide con lo reportado por Zink (1966) quien ubica este máximo, un mes después de comenzada la bulbificación; aunque este autor trabajó con otro cultivar, Southport Whiteglobe y no con el híbrido utilizado en este ensayo.

#### 4.6. Bulbificación

A partir de las medidas tomadas durante el cultivo se determinó que el inicio de la bulbificación se dio en todos los tratamientos cerca del 20/10/97; con valores de 0.60-0.62 (del índice de bulbificación) al 7/10/97 y 0.46-0.48 al 20/10/97.

Se realizó análisis estadístico para determinar si existieron diferencias entre los distintos tratamientos no encontrándose diferencias significativas, ni entre las distintas dosis ni entre las distintas fuentes (cuadro N°17). Tampoco se encontró interacción significativa entre ambos factores.

CUADRO N 17: Evolución del Índice de Bulbificación (diámetro de cuello/diámetro de bulbo) a partir de setiembre, según distintas dosis y fuentes de N en cebolla Granex 33; INIA Las Brujas 1997.

| Tratamientos          | 30/9  | 7/10  | 20/10 | 27/10 | 3/11  |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Dosis de N<br>(Kg/há) |       |       |       |       |       |
| 0                     | 0.63  | 0.61  | 0.48  | 0.38  | 0.31  |
| 60                    | 0.64  | 0.60  | 0.47  | 0.34  | 0.30  |
| 120                   | 0.66  | 0.61  | 0.46  | 0.33  | 0.30  |
| 180                   | 0.65  | 0.62  | 0.46  | 0.33  | 0.29  |
|                       | NS    | NS    | NS    | NS    | NS    |
| Fuentes de N          |       |       |       |       |       |
| Urea (U)              | 0.65  | 0.60  | 0.46  | 0.34  | 0.29  |
| N.Amonio              | 0.66  | 0.61  | 0.48  | 0.34  | 0.29  |
| N.Potasio             | 0.64  | 0.62  | 0.46  | 0.34  | 0.31  |
| N.Calcio              | 0.64  | 0.61  | 0.47  | 0.33  | 0.29  |
| U + N. Amonio         | 0.65  | 0.61  | 0.46  | 0.33  | 0.30  |
|                       | NS    | NS    | NS    | NS    | NS    |
| C.V. (%)              | 10.43 | 10.59 | 26.20 | 19.29 | 25.09 |

A continuación se exponen los gráficos que representan la evolución del índice de bulbificación entre el 30/9 y el 3/11/97.



Grafico Nº 1 Índice de bulbificación según dosis de nitrógeno.

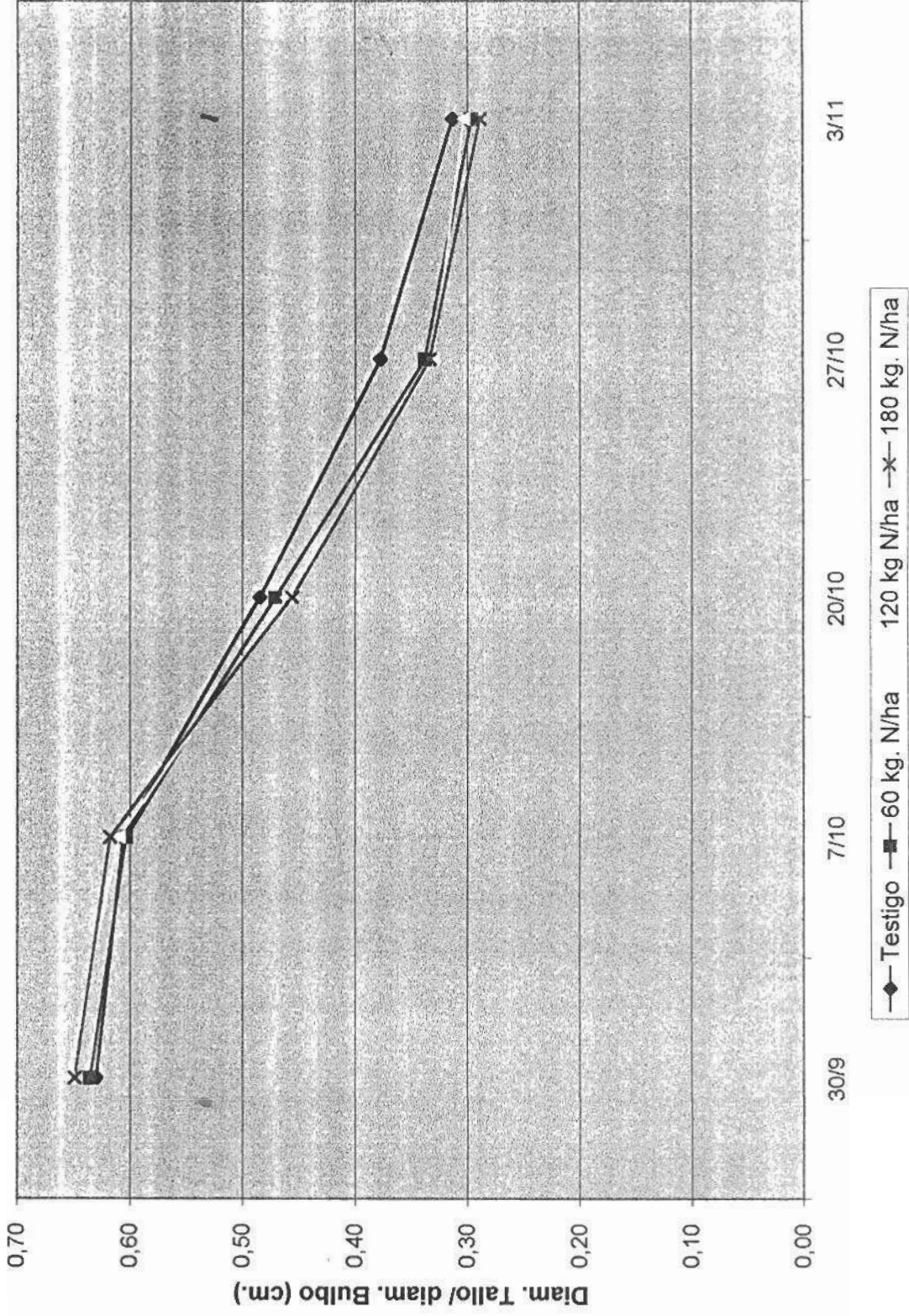
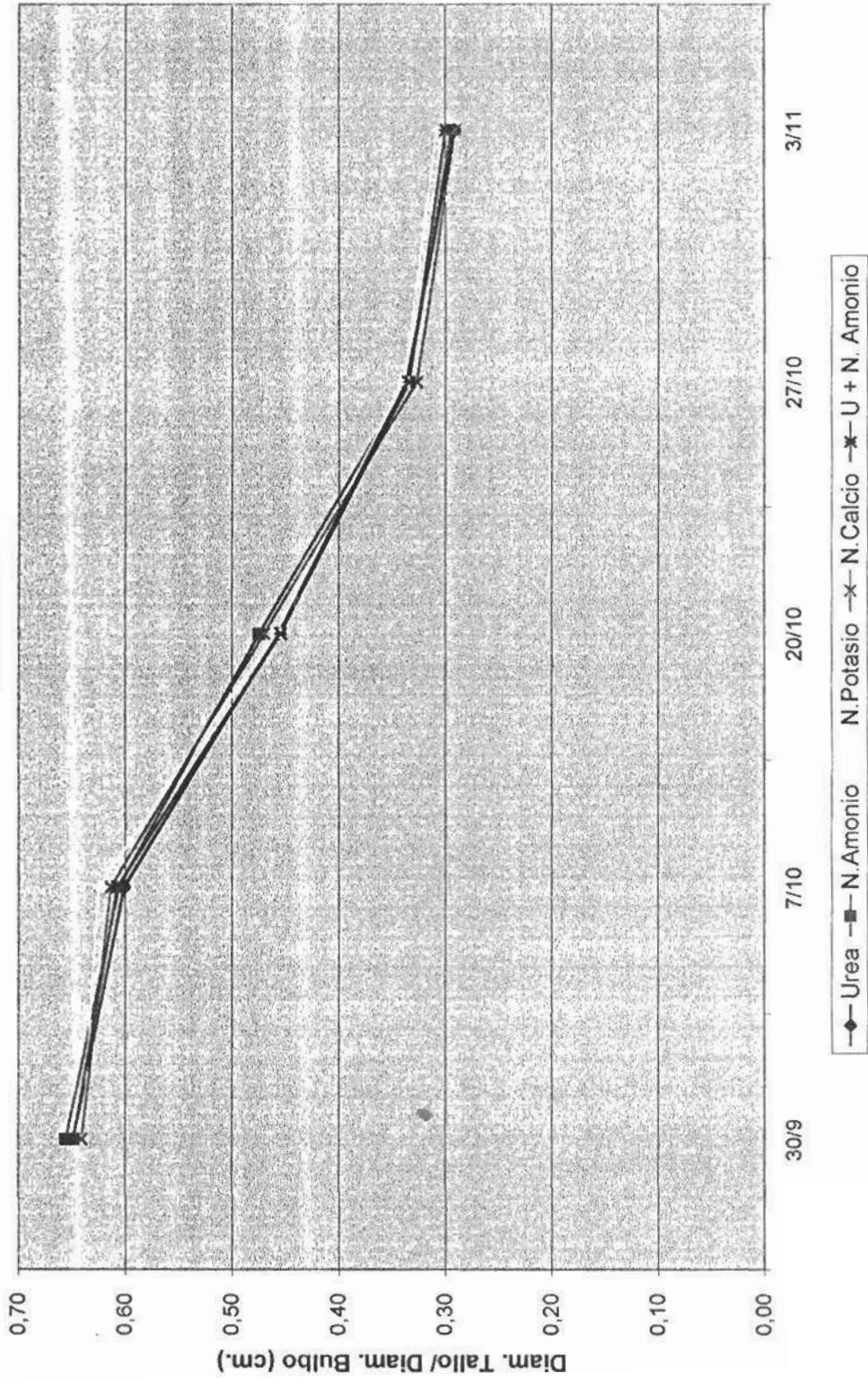


Gráfico N° 2 Índice de bulbificación según fuentes de nitrógeno



A pesar de no encontrarse diferencias significativas entre los tratamientos, el tratamiento testigo en la primer fecha de muestreo fue el que presentó levemente un menor índice de bulbificación (bulbificación mas avanzada) pero a medida que avanzó el desarrollo del cultivo ésta situación se va revirtiendo y para los últimos muestreos, el tratamiento testigo es el que presentó el mayor índice de bulbificación. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Brewster y Butler (1989), pero no con lo reportado por Lefebre (1976), o por Brewster (1977), quienes afirman que el nitrógeno retrasa la formación del bulbo.

#### 4.7. Porcentaje de Vuelco

En el cuadro N°18, se presentan los resultados de los datos de vuelco de la evaluación realizada el 17/11, tanto para dosis como para fuentes, el cual fue no significativo en ambos.

| CUADRO N°18: Efecto de las distintas dosis y fuentes de N en el porcentaje de plantas caídas, en cebolla Granex 33, a cosecha (17 de nov.); INIA Las Brujas 1997. |                              |
|---|------------------------------|
| Tratamientos  | Porcentaje de plantas caídas |
| Dosis de N (kg./há)   |                              |
| 0   | 29.67                        |
| 60  | 47.27                        |
| 120   | 57.92                        |
| 180   | 47.63                        |
| Fuentes de N  |                              |
| Urea (U)  | 48.63                        |
| N.Amonio  | 58.33                        |
| N.Potasio   | 44.81                        |
| N.Calcio  | 47.29                        |
| U + N.Amonio  | 55.63                        |
|   | NS                           |
| C.V. (%)  | 41.99                        |

Cabe aclarar que, en el análisis estadístico, no se manifestó la diferencia existente entre las dosis de nitrógeno, debido al alto coeficiente de variación observado en el mismo.

De todos modos se puede apreciar en el cuadro, que la

dosis de 120 kg. N/ha. presentó el mayor porcentaje de vuelco; en tanto el tratamiento testigo, muestra a cosecha un menor porcentaje que los tratamientos fertilizados, reafirmando el concepto de que el nitrógeno acelera la senescencia del follaje de las plantas; así lo señalan los autores Maier, Dahlenburg y Twigden (1990), Minotti y Stone (1988), Heriksen (1987) y Riekels (1977).

A nivel de fuentes se puede apreciar que el nitrato de amonio presentó una tendencia a mayor porcentaje de vuelco.

No se encontró interacción significativa entre dosis y fuentes.

#### 4.8. Evaluación de la coloración del follaje

En el siguiente cuadro se presentan los resultados de la determinación de color del follaje.

| Cuadro N°19: Determinación del color del follaje. |                         |                         |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Tratamientos                                      | Coloración de hojas (1) | Coloración de hojas (2) |
| Dosis de N  |                         |                         |
| 0   | 1.75 d*                 | 60.0 c                  |
| 60  | 3.0 c                   | 61.1 b                  |
| 120   | 3.8 b                   | 63.5 a                  |
| 180   | 4.2 a                   | 64.1 a                  |
| Fuentes de N                                      |                         |                         |
| Urea  | 3.1 b                   | 62.00                   |
| Nitrato amonio                                    | 3.6 ab                  | 62.44                   |
| Nitrato potasio                                   | 3.8 a                   | 63.56                   |
| Nitrato calcio                                    | 3.9 a                   | 63.33                   |
| Urea + N. amonio                                  | 3.8 a                   | 63.11                   |
|   |                         | NS                      |
| CV %  | 14.3                    | 2.4                     |

(1) Observación visual (30/9)

(2) Observación realizada con medidor de clorofila (7/10)

\*Los tratamientos seguidos por la misma letra no son diferentes estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de mínima diferencia significativa, al 0.01.

En el análisis a nivel de dosis, se observa que el tratamiento sin nitrógeno presentó una nítida diferencia de color, con respecto a los fertilizados. A la vez dentro de los mismos también es claro, que aquel de menor dosis presento menor coloración de follaje que los de 120 y 180 Kg. de nitrógeno/há.

En lo que respecta al análisis entre las distintas fuentes, se encontró la misma tendencia con los dos métodos de medición utilizados, aunque uno de ellos no mostró diferencias significativas.

Estos resultados de coloración del follaje concuerdan con los análisis foliares del 30/9 y 13/10; encontramos concordancia entre ambos en cuanto a los niveles máximos y mínimos, siendo el primero para el nitrato de calcio y el segundo para la urea.

No se encontró interacción significativa entre las dosis y las fuentes para la coloración de las hojas.

#### 4.9. Peso fresco y peso seco.

Los resultados que se presentan en este punto, no tienen un respaldo estadístico dado que estas evaluaciones fueron realizadas sobre las muestras tomadas de una sola repetición. Se incluyen aquí solamente como una aproximación de lo que sucedió en dicha repetición del ensayo, y que pueden servir de guía en futuros trabajos.

##### 4.9.1. Peso fresco de hoja.

Los gráficos N°3 y 4 presentan la evolución del peso fresco (por planta) de hoja entre las dosis y entre las fuentes. En ambos se puede apreciar, en general, un comportamiento similar en el cual, el incremento en peso fresco de hoja, es lento hasta los 88 días después del transplante (23/9) y a partir de ahí, hay un rápido crecimiento hasta un máximo que corresponde a los 122 días (27/10), para luego descender.

Gráfico N° 3 EVOLUCIÓN DEL PESO FRESCO DE HOJA SEGÚN DOSIS DE N

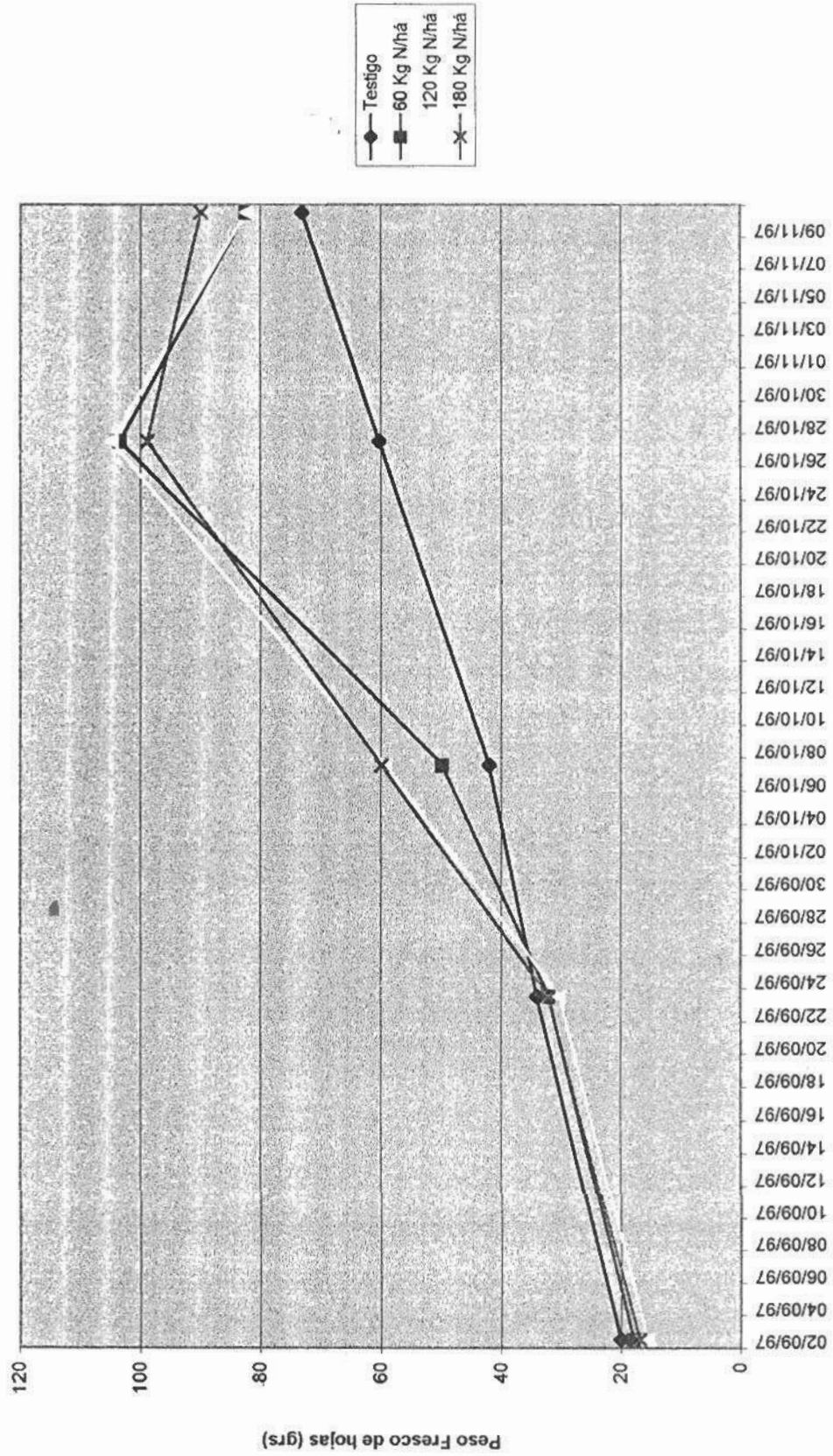
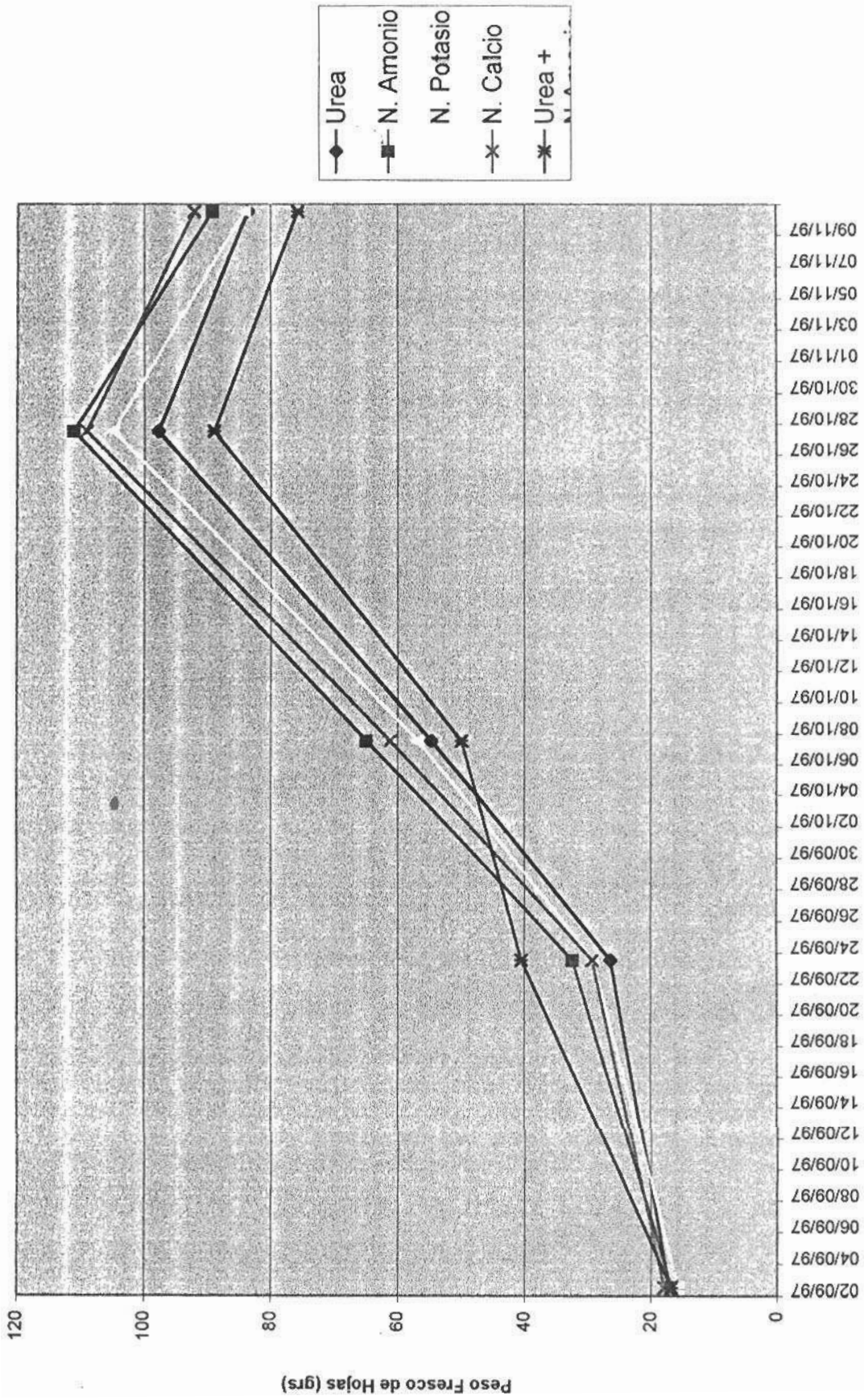


Gráfico N° 4 EVOLUCIÓN DEL PESO FRESCO DE HOJAS SEGÚN FUENTES DE N



La evolución del peso fresco de hoja coincide, en cuanto a la tendencia general, con el comportamiento reportado (aunque para cebollas de ciclo largo) por Moltini y Silva (1981) y por García y De La Peña (1983).

En el gráfico N°3 se observa además, que el tratamiento sin aplicación de nitrógeno presentó un comportamiento distinto de aquellos que recibieron fertilización, los cuales a la vez, no difirieron entre sí. El aumento del peso fresco de las hojas del tratamiento sin nitrógeno muestra una pendiente de crecimiento notoriamente menor que los restantes tratamientos y que continúa hasta el último muestreo, sin registrar disminución en el mismo. Por otra parte, no se aprecia claramente el efecto del nitrógeno en el incremento del peso fresco de las hojas, según lo afirmado por Maier et al. (1990).

En cuanto a las fuentes de nitrógeno utilizadas, el comportamiento fue similar al de las dosis (gráfico N°4).

#### 4.9.2. Peso fresco del falso tallo y bulbo

La evolución del peso fresco del falso tallo y bulbo presenta un comportamiento similar, tanto a nivel de dosis como a nivel de fuentes (gráficos N°5 y 6). El mismo muestra un incremento lento hasta la tercer fecha de muestreo (realizada a los 102 días del transplante). A partir de ésta el peso fresco aumenta rápidamente (coincidiendo en el período que va del 7/10 al 27/10 con el máximo incremento en peso fresco de las hojas), hasta el último muestreo.

El comportamiento general de la variación del peso fresco del falso tallo y bulbo es similar a lo reportado por García y De La Peña (1983) y por Moltini y Silva (1981), aunque ellos trabajando con la variedad Sintética 14 y Sintética N1 respectivamente, reportaron que el máximo peso fresco de hoja logrado coincide con el momento en que el peso fresco del bulbo inicia su rápido incremento y en cambio aquí, existió un período de alta tasa de incremento en peso fresco tanto de hojas como de bulbo.



Gráfico N° 5 EVOLUCION DEL PESO FRESCO DE TALLO SEGUN DOSIS DE NITROGENO

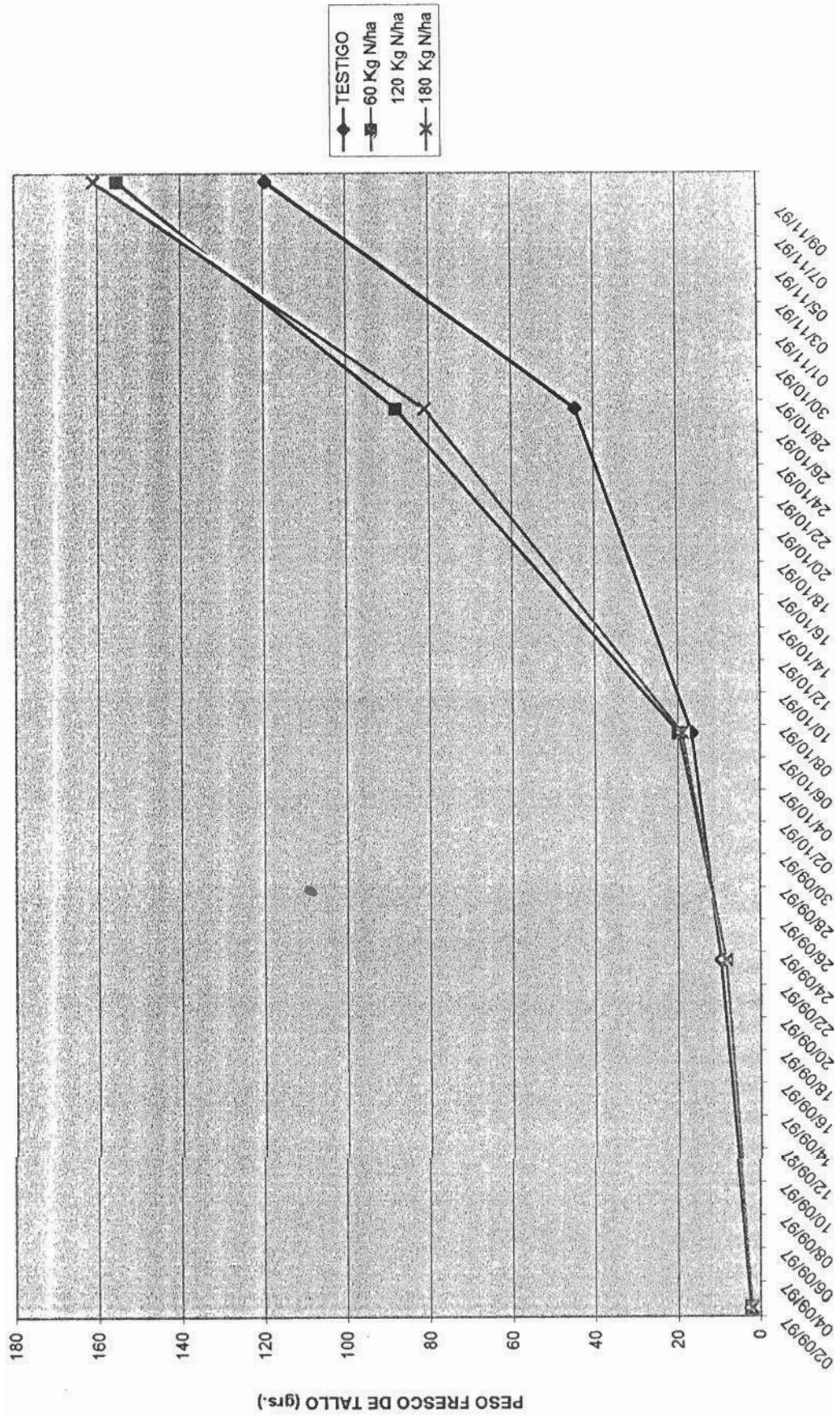
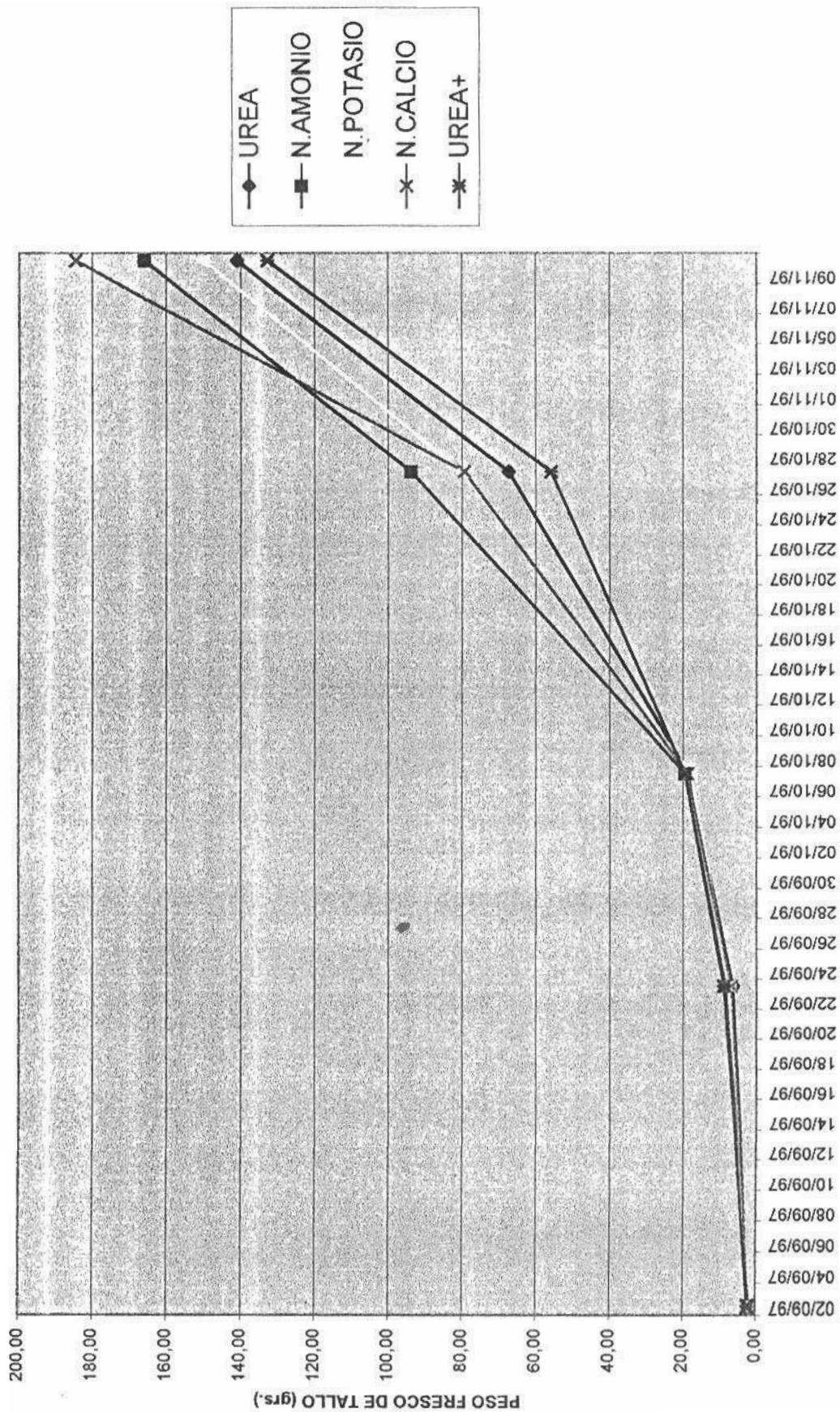


Gráfico N° 6 EVOLUCION DE PESO FRESCO DE TALLO SEGUN FUENTE DE NITROGENO



A nivel de dosis (gráfico N°5), el comportamiento fue similar entre las mismas. Es de destacar una menor evolución del peso fresco en el tratamiento sin nitrógeno. Esto sería semejante a lo observado por Moltini y Silva, (1981).

En lo que refiere al peso fresco de falso tallo y bulbo logrado con las distintas fuentes utilizadas (gráfico N°6), las tendencias fueron similares.

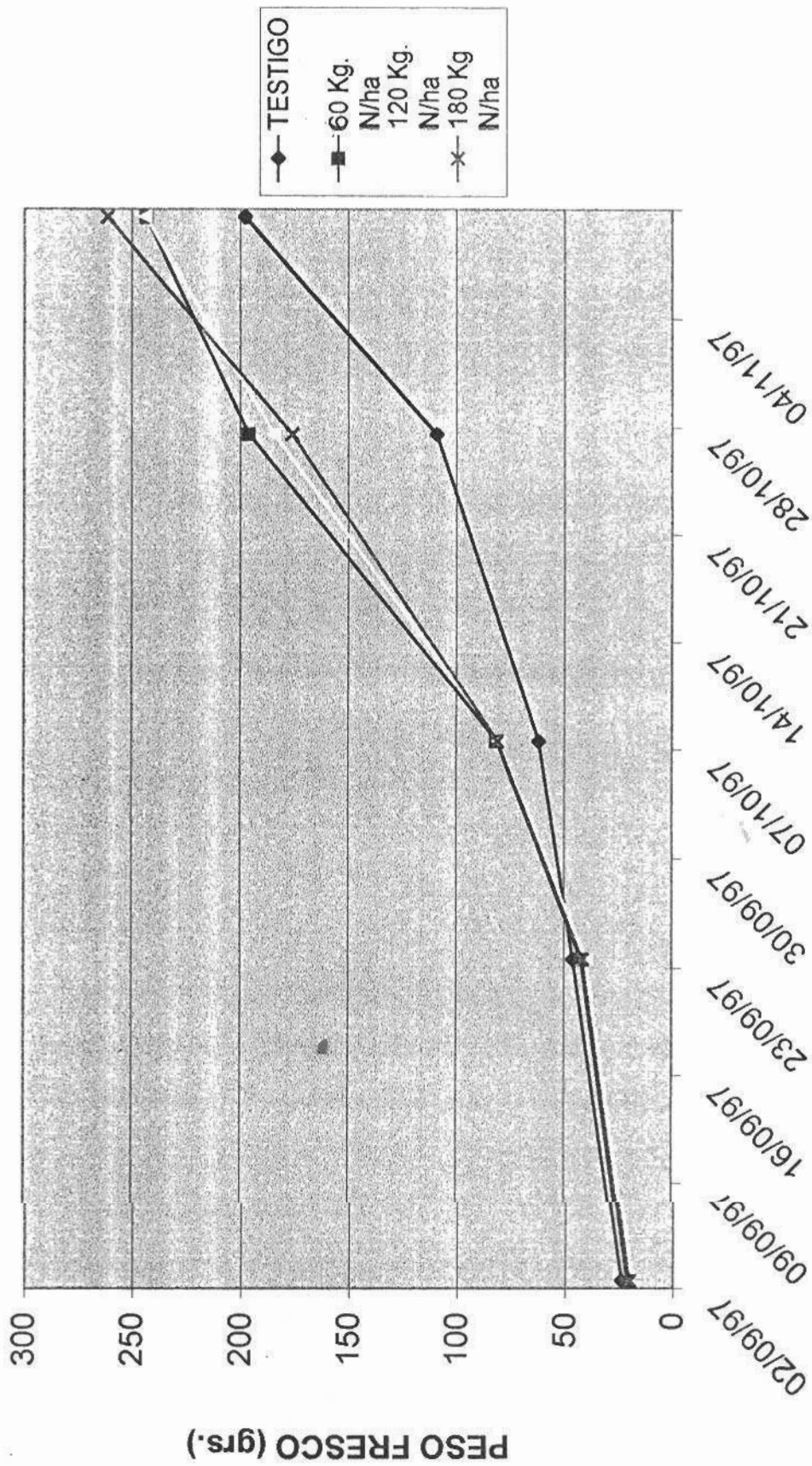
#### 4.9.3. Peso fresco total de planta

En el gráfico N°7 (dosis de nitrógeno), se observa que el aumento del peso fresco se da desde la primer fecha de muestreo (67 días después del trasplante), pero es a partir del 7 de octubre (102 días después del trasplante) que se da un notorio aumento del peso fresco, explicado por el aumento del peso de las hojas en conjunto con el peso del bulbo. Luego éste aumento se ve levemente disminuido a partir del 27 de octubre (para los tratamientos con 60 y 120kg de nitrógeno /há), debido básicamente a que es en ésta fecha que las hojas comienzan a perder peso, aunque es también en este período que el peso fresco del bulbo (como se vio mas arriba), tiene su máximo incremento.

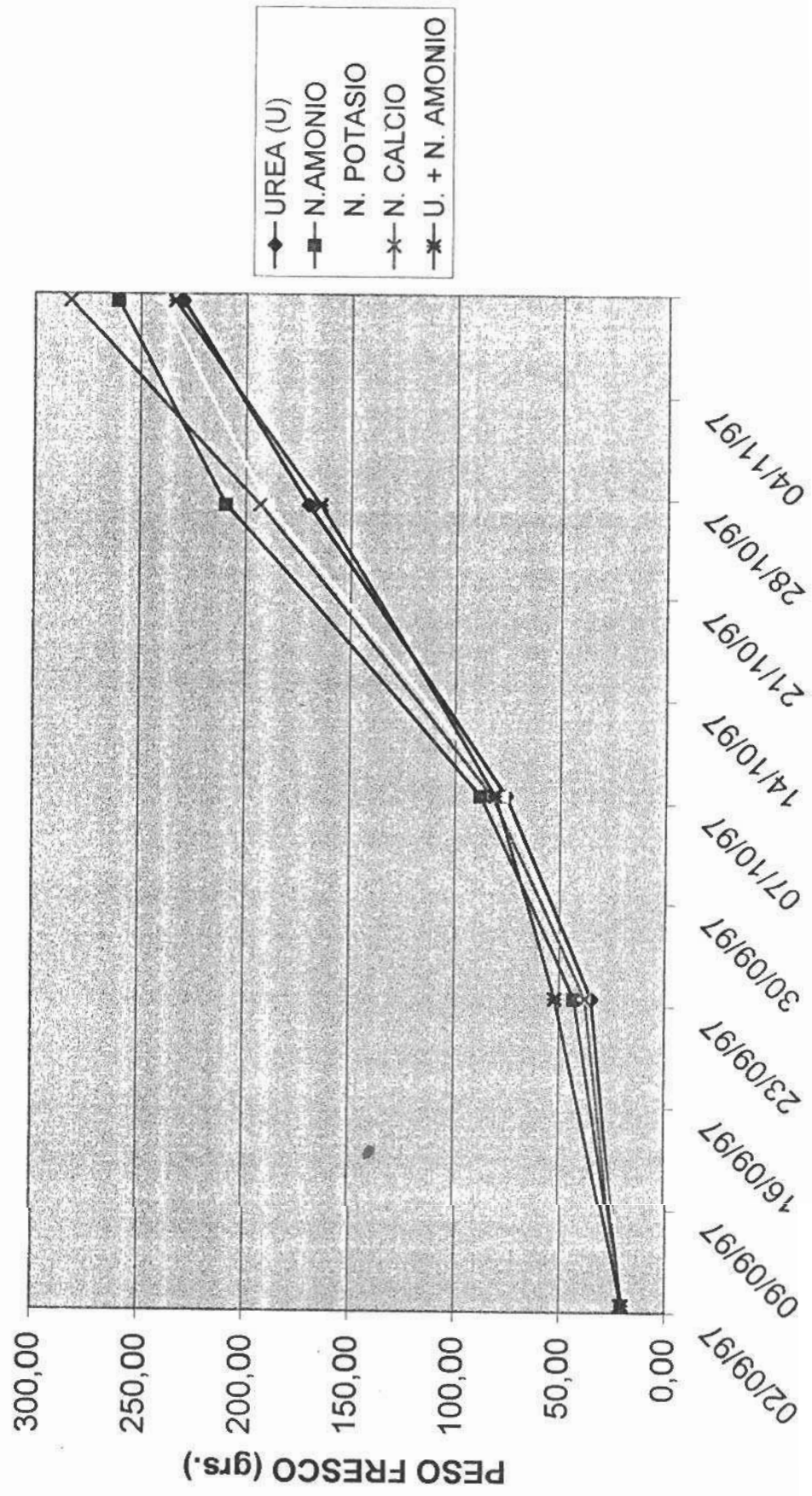
Se observa además, que el tratamiento testigo es notoriamente inferior a los tratamientos fertilizados. Esto concuerda por lo demostrado por Minotti y Stone (1988), quienes afirman que el nitrógeno aumenta el peso fresco de la planta.

En cuanto los resultados obtenidos en el análisis del peso fresco total según las fuentes de nitrógeno (gráfico N°8), el comportamiento general es muy similar al de las dosis.

**Gráfico N° 7 EVOLUCION DEL PESO FRESCO TOTAL SEGUN DOSIS DE NITROGENO**



**Gráfico N° 8 EVOLUCIÓN DEL PESO FRESCO TOTAL SEGÚN FUENTES DE NITRÓGENO**



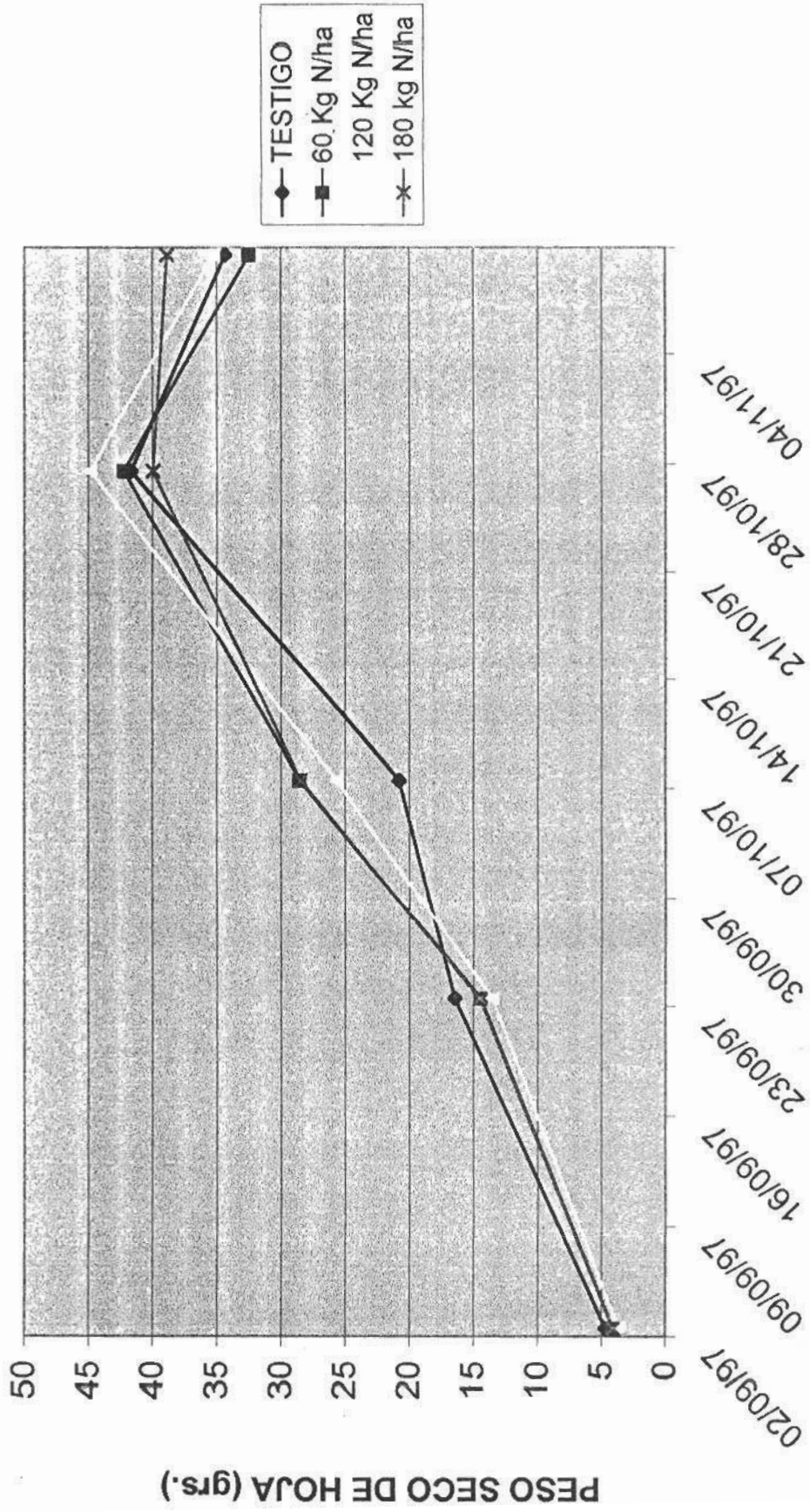
#### 4.9.4. Peso seco de hoja

La evolución del peso seco de las hojas se presenta en los gráficos N° 9 y 10; en ellos es posible apreciar que la acumulación de materia seca se da desde la primer fecha de muestreo y que el ritmo de este incremento, en general, es constante a partir de la misma (a diferencia del peso fresco). El máximo de materia seca (al igual que como se vio anteriormente para el peso fresco), se da hacia los 122 días después del trasplante y luego se registra un decrecimiento que se debe a la traslocación de sustancias al bulbo.

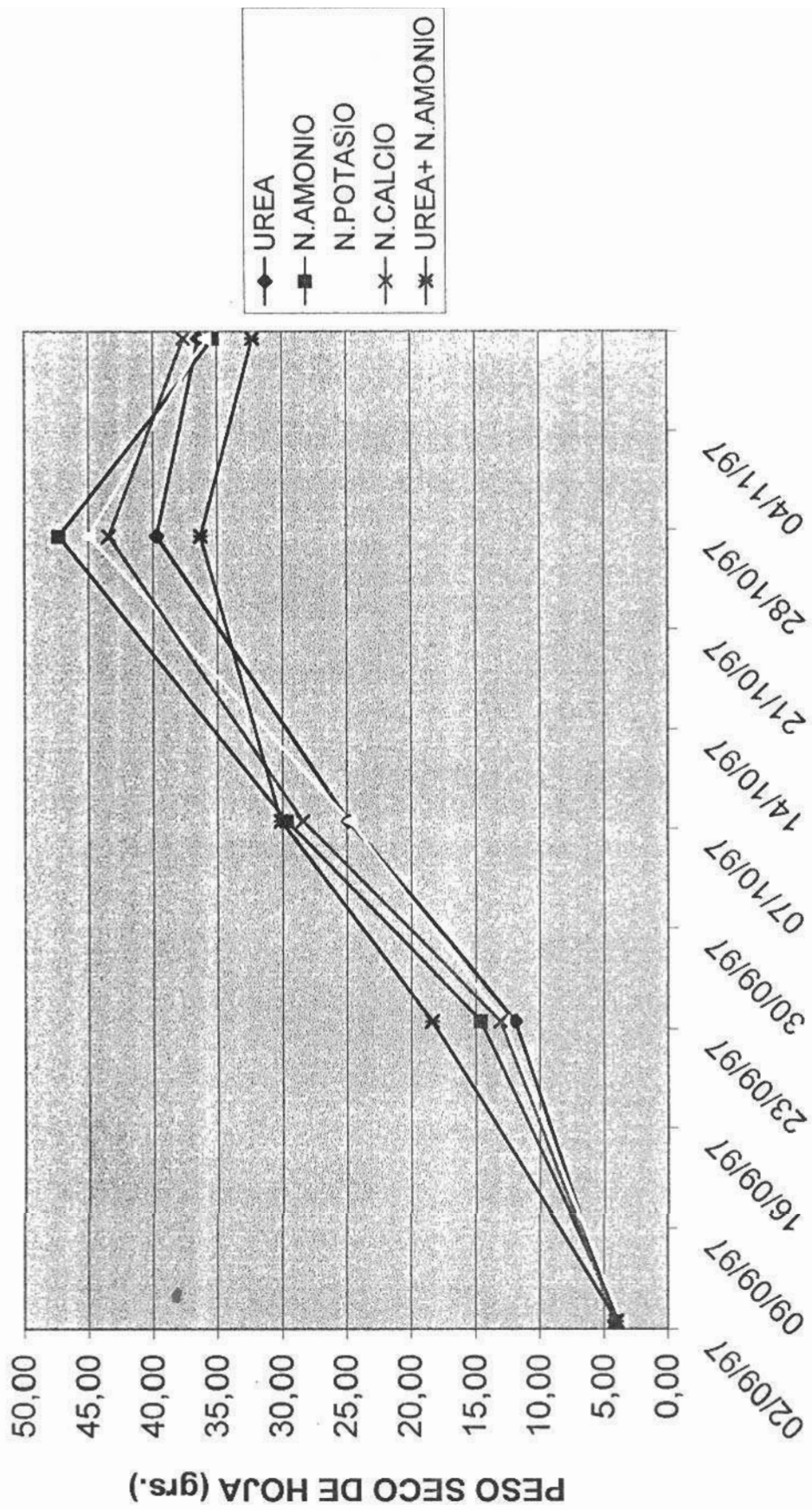
Esto concuerda con lo reportado por García y De La Peña(1983), pero se diferencia de lo registrado por Moltini y Silva quienes no verificaron disminución del peso seco hacia el final del ciclo.

A la vez, no se observaron diferencias notorias entre los tratamientos fertilizados y el testigo (aunque este se mantuvo por debajo de los tratamientos fertilizados desde fines de setiembre y hasta mediados de octubre), así como tampoco a nivel de las fuentes.

**Gráfico N ° 9 EVOLUCION DEL PESO SECO DE HOJA SEGUN DOSIS DE NITROGENO**



**Gráfico N° 10 EVOLUCION DEL PESO SECO DE HOJA SEGUN FUENTES DE NITROGENO**





#### 4.9.5. Peso seco del falso tallo y bulbo

El incremento de la materia seca de los bulbos presenta una tendencia general similar a nivel de dosis y a nivel de fuentes de nitrógeno como puede apreciarse en los gráficos 11 y 12.

Gráfico N ° 11 EVOLUCION DEL PESO SECO DE TALLO SEGUN DOSIS DE NITROGENO

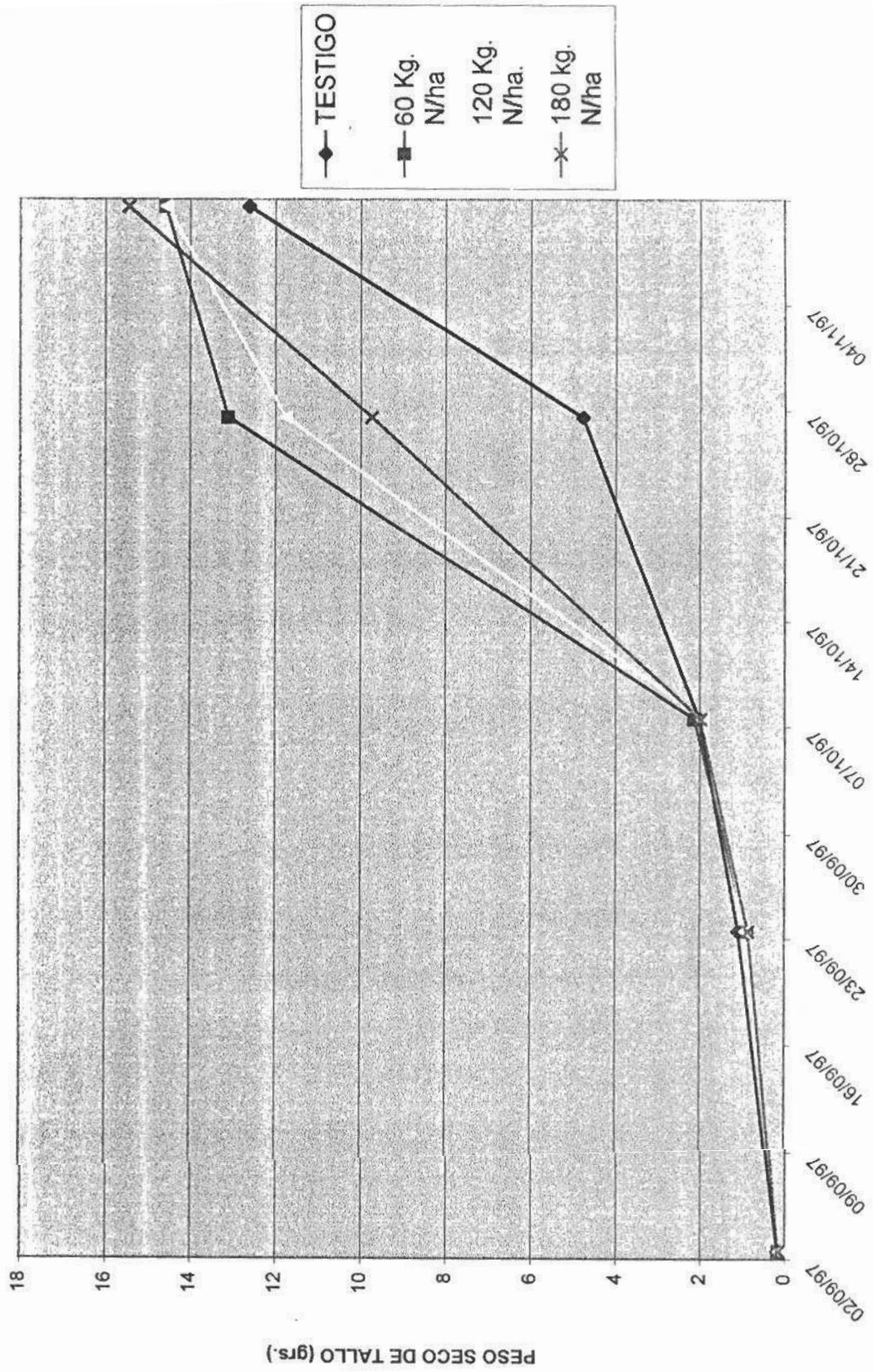
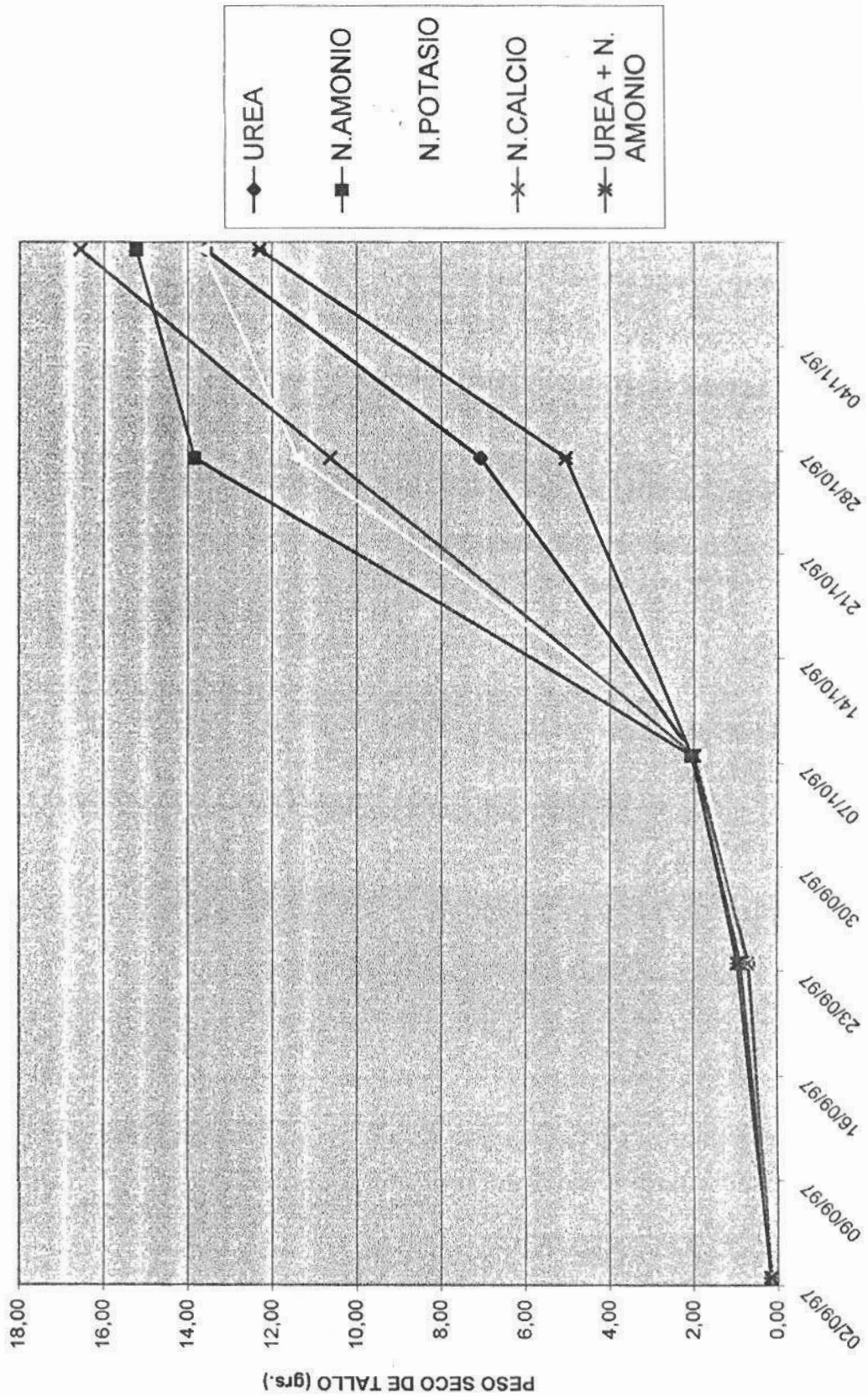


Gráfico N° 12 EVOLUCION DEL PESO SECO DE TALLO SEGUN FUENTES DE NITROGENO



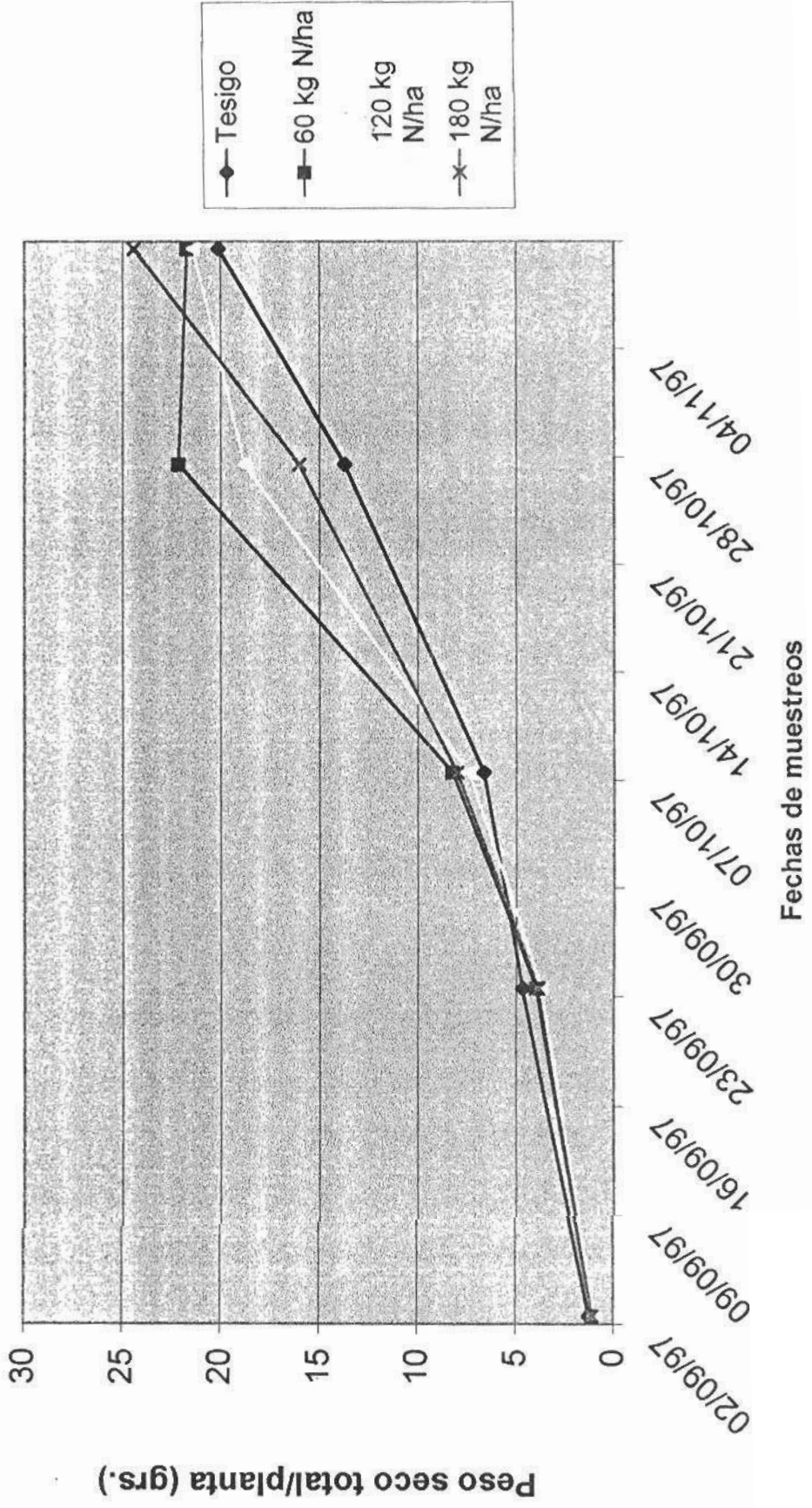
Para ambos casos se da un aumento del peso seco desde el primer muestreo, que representa el crecimiento del falso tallo de la planta previo a la bulbificación; a partir de octubre comienza la acumulación de sustancias a nivel de la base del falso tallo, lo que determina la misma, esto se observa en los dos gráficos anteriores como el rápido incremento en peso a partir de la tercer fecha de muestreo.

En el caso de las diferentes dosis en particular, se destaca el tratamiento testigo, el que a partir del 7/10 es aquel que incrementa su peso seco en forma posterior a los demás y tiene a la vez el menor valor final, aunque con poca diferencia de los restantes; lo cual coincidiría con lo reportado por Maier et al. , (1990) quien afirma que la tasa de nitrógeno aplicado no afecta el contenido de materia seca de los bulbos.

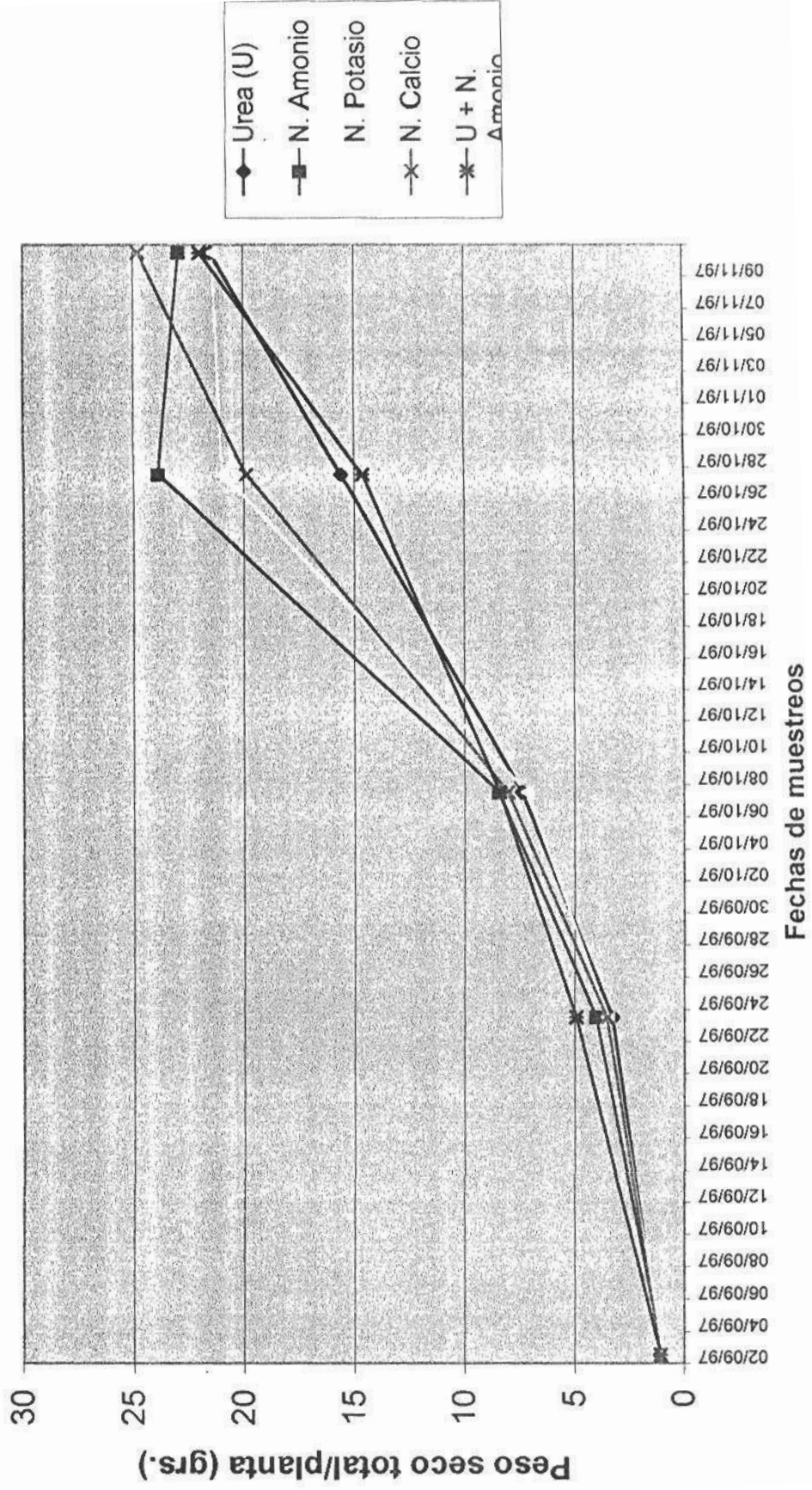
#### 4.9.6. Peso seco total de planta

La evolución del peso seco total de la planta sigue un mismo patrón de comportamiento, para el caso de las dosis y de las fuentes de nitrógeno (gráficos 13 y 14).

**Gráfico N° 13 EVOLUCIÓN DEL PESO SECO TOTAL POR PLANTA SEGÚN DOSIS DE N.**



**Gráfico N° 14 EVOLUCIÓN DEL PESO SECO TOTAL POR PLANTA SEGÚN FUENTES DE N.**



A nivel de dosis, resalta el tratamiento de 180 kg. de nitrógeno por hectárea, el que logra el mayor peso final aunque no se traduce en un mayor rendimiento; mientras que el tratamiento testigo obtuvo el menor.

Entre las fuentes, el nitrato de calcio alcanza el mayor valor final. El nitrato de amonio y el nitrato de potasio (que al 27/10 lograban el mayor peso seco) presentan para el caso del primero reducción del mismo, mientras que para el segundo se mantiene el valor logrado al cuarto muestreo, con lo que finalmente obtienen un valor similar.

#### 4.10. Comentarios sobre el tratamiento exploratorio con aplicación de estiércol de ponedora.

a) Con el estiércol, se obtuvieron rendimientos muy cercanos a la dosis de 180 kg. de N/ha tanto en rendimiento total como en el comercial y también, con el estiércol se logró el mayor rendimiento exportable. Cuadro N°23.

b) En cuanto a la pungencia, el estiércol fue el que presentó el mayor valor. Cuadro N°24.

c) En cuanto a la medición de los nitratos a nivel del suelo (cuadro N°25), el estiércol presentó valores similares a las mayores dosis de nitrógeno (al 20/8 el único tratamiento que contenía la fertilización total fue el estiércol).

d) Los resultados de los análisis de hoja, mostraron que el estiércol fue el que presentó mayor contenido de nitrógeno foliar en las mediciones realizadas (del 20/8 al 1/11). Cuadro N°26.

e) Las mediciones de coloración de follaje, mostraron que el estiércol fue el de mayor coloración junto con la dosis de 30 kg. de N/ha mediante la observación visual y junto con las dosis de 120 y 180 kg. de N/ha en la evaluación con el colorador de clorofila. Cuadro N°27.

f) En lo que respecta al índice de bulbificación el tratamiento con estiércol, mostró un comportamiento similar a los restantes tratamientos. Cuadro N°28.

g) En cuanto al porcentaje de vuelco del follaje al momento de la cosecha, junto al tratamiento testigo el estiércol presentó los menores porcentajes de vuelco (30%). Cuadro N°29.

h) En cuanto a la altura de plantas, se pudo observar que el tratamiento con estiércol fue el que en general reportó una mayor altura. Cuadro N°30.

i) El tratamiento con estiércol de ponedora, tuvo un buen comportamiento general con respecto a los fertilizantes químicos, por lo que aquí se puede abrir un nuevo campo para otras investigaciones.



## 5. CONCLUSIONES

- 1- Los rendimientos fueron buenos, incluso en el tratamiento testigo debido posiblemente a un adecuado contenido de materia orgánica y nitratos en el suelo. Sin embargo, se observó una clara respuesta al agregado de nitrógeno, con diferencias entre las dosis aplicadas; el tratamiento de 120 kg. de N/há reportó el mayor rendimiento total, comercial y exportable, mientras que cuando se comparan todos los tratamientos con el estiércol, es con este último donde se obtuvo el mayor rendimiento exportable (aunque también la pungencia mayor). No se encontraron diferencias significativas entre las fuentes.
- 2- Los valores de pungencia fueron en general altos si tenemos en cuenta el híbrido utilizado; dichos valores se ubican en el límite de la categoría suave e incluso con la utilización de nitrato de calcio como fuente y con el estiércol, las cebollas resultaron pungentes. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre las dosis aplicadas. Entre las fuentes, las cebollas de mayor pungencia se obtuvieron con el tratamiento de nitrato de calcio y las de menor pungencia con el de urea + nitrato de amonio, siendo las diferencias significativas.
- 3- Los niveles críticos foliares encontrados en este tipo de cebolla dulce y para las condiciones en que fue realizado el ensayo y los niveles de rendimiento obtenido, fueron superiores a los descriptos a nivel nacional para cebolla de día largo. Las mayores diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización nitrogenada se dieron para el muestreo de fin de setiembre y para esa fecha fue donde se encontró la mayor correlación entre el nivel foliar y el rendimiento. Por lo tanto sería ese momento el óptimo para realizar los muestreos foliares para este tipo de cebolla en la zona sur y bajo condiciones similares a las de este ensayo. Entre las fuentes la tendencia general fue un nivel de nitrógeno similar.
- 4- El crecimiento en altura de las plantas fue en general mayor con las dosis mayores de nitrógeno (120 y 180 kg.

N/ha) que en el tratamiento de 60 Kg. de nitrógeno/há y que el testigo. No se detectaron diferencias con relación a las fuentes de nitrógeno utilizadas.

- 5- El índice de bulbificación no varió ni con la dosis, ni con las fuentes de nitrógeno utilizadas.

Cuadro N°23 : Rendimiento total, comercial y exportable según las distintas dosis de nitrógeno y el estiércol; INIA Las Brujas, 1997.

| Tratamientos        | Rendimiento Total (Kg./ha) | Rendimiento Comercial (Kg./ha) | Rendimiento Exportable (Kg./ha) |
|---------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Dosis de N (kg./ha) |                            |                                |                                 |
| 0                   | 39854 c*                   | 38313 c*                       | 21855 c*                        |
| 60                  | 42005 ab                   | 40768 b                        | 22002 c                         |
| 120                 | 45208 a                    | 44338 a                        | 26779 b                         |
| 180                 | 42914 ab                   | 41900 ab                       | 25192 bc                        |
| Estiércol           | 42792 ab                   | 41667 ab                       | 28708 a                         |

\*Las medias seguidas por la misma letra no difieren al nivel del 1% de acuerdo a la mínima diferencia significativa.

\*\*Las medias seguidas por la misma letra no difieren al nivel del 5% de acuerdo a la mínima diferencia significativa.

Cuadro N°24: Liberación de Ac. Pirúvico y °Brix hallados, según las distintas dosis de nitrógeno y el estiércol. INIA Las Brujas 1997.

| Tratamientos        | Micromoles de Ac. Pirúvico | °Brix |
|---------------------|----------------------------|-------|
| Dosis de N (kg./ha) |                            |       |
| 0                   | 4.75                       | 7.23  |
| 60                  | 4.33                       | 7.34  |
| 120                 | 4.46                       | 7.52  |
| 180                 | 4.32                       | 7.64  |
| Estiércol           | 5.51                       | 7.75  |
|                     | NS                         | NS    |

CUADRO N°25: Contenido de nitratos en los primeros 20 cm. de suelo, en análisis realizados durante el ciclo del cultivo.

| Tratamientos    | 20/8     | 9/9      | 13/10     |
|-----------------|----------|----------|-----------|
| Dosis N (kg/ha) |          |          |           |
| 0               | 1.95 c** | 4.68 c** | 10.33 c** |
| 60              | 3.95 b   | 8.97 b   | 12.04 c   |
| 120             | 5.09 b   | 18.26 a  | 23.97 b   |
| 180             | 16.32 a  | 24.24 a  | 32.38 a   |
| Estiércol       | 35.65    | 20.25    | 22.54     |

\*\*Las medias seguidas por la misma letra no difieren al nivel del 1% de acuerdo a la mínima diferencia significativa.

Cuadro N°26: Contenido de nitrógeno foliar (%) en los cinco muestreos realizados, para las distintas dosis y el estiércol. INIA Las Brujas 1997.

| Tratamiento         | 20/8     | 9/9      | 30/9    | 13/10   | 3/11    |
|---------------------|----------|----------|---------|---------|---------|
| Dosis de N (kg./ha) |          |          |         |         |         |
| 0                   | 4.38 c** | 4.12 d** | 2.83 d* | 2.70 c* | 2.71 c* |
| 60                  | 4.48 b   | 4.45 c   | 3.22 c  | 3.08 b  | 2.80 b  |
| 120                 | 4.57 b   | 4.53 b   | 3.40 b  | 3.25 a  | 2.90 ab |
| 180                 | 4.56 b   | 4.53 b   | 3.61 a  | 3.25 a  | 2.96 a  |
| Estiércol           | 4.79 a   | 4.64 a   | 3.71 a  | 3.39 a  | 2.98 a  |
| C.V. (%)            | 4.56     | 2.72     | 5.70    | 4.99    | 5.24    |

\*Las medias seguidas por la misma letra no difieren al nivel del 5% de acuerdo a la mínima diferencia significativa.

\*\*Las medias seguidas por la misma letra no difieren al nivel del 1% de acuerdo a la mínima diferencia significativa.

| Cuadro N°27: Determinación del color del follaje para las distintas dosis y el estiércol. INIA Las Brujas 1997. |                         |                         |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Tratamiento   | Coloración de hojas (1) | Coloración de hojas (2) |
| Dosis de N  |                         |                         |
| 0   | 1.75 d*                 | 60.0 c                  |
| 60  | 3.0 c                   | 61.1 b                  |
| 120   | 3.8 b                   | 63.5 a                  |
| 180   | 4.2 a                   | 64.1 a                  |
| Estiércol   | 4.5 a                   | 66.1 a                  |
|   |                         |                         |
| CV %  | 14.3                    | 2.4                     |

(1) Observación visual (30/9)

(2) Observación realizada con medidor de clorofila (7/10)

\*Los tratamientos seguidos por la misma letra no son diferentes estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de mínima diferencia significativa, al 0.01.

| CUADRO N 28: Evolución del índice de bulbificación (diámetro de cuello/diámetro de bulbo) a partir de setiembre, según distintas dosis de N y el tratamiento con estiércol en cebolla Granex 33; INIA Las Brujas 1997. |       |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tratamientos   | 30/9  | 7/10  | 20/10 | 27/10 | 3/11  |
| Dosis de N (Kg/há)   |       |       |       |       |       |
| 0  | 0.63  | 0.61  | 0.48  | 0.38  | 0.31  |
| 60   | 0.64  | 0.60  | 0.47  | 0.34  | 0.30  |
| 120  | 0.66  | 0.61  | 0.46  | 0.33  | 0.30  |
| 180  | 0.65  | 0.62  | 0.46  | 0.33  | 0.29  |
| Estiércol  | 0.63  | 0.60  | 0.49  | 0.37  | 0.29  |
|  | NS    | NS    | NS    | NS    | NS    |
| C.V. (%)   | 10.43 | 10.59 | 26.20 | 19.29 | 25.09 |

CUADRO N°29: Efecto de las distintas dosis de N y el estiércol en el porcentaje de plantas caídas, en cebolla Granex 33, a cosecha (17 de nov.); INIA Las Brujas 1997.

| Tratamientos        | Porcentaje de plantas caídas |
|---------------------|------------------------------|
| Dosis de N (kg./há) |                              |
| 0                   | 29.67                        |
| 60                  | 47.27                        |
| 120                 | 57.92                        |
| 180                 | 47.63                        |
| Estiércol           | 30.65                        |
|                     | NS                           |
| C.V. (%)            | 41.99                        |

CUADRO N 30 : Efecto de diferentes dosis de N y el tratamiento con estiércol sobre la altura promedio de plantas, en cebolla Granex 33, el 9/9, 21/9, 13/10 y 3/11; INIA Las Brujas, 1997.

| TRATAMIENTOS         | 9/9   | 21/9  | 13/10     | 3/11     |
|----------------------|-------|-------|-----------|----------|
| Dosis de N (Kg./Ha.) |       |       |           |          |
| 0                    | 46.30 | 50.03 | 61.78 c** | 63.70 b* |
| 60                   | 51.37 | 56.34 | 68.76 b   | 62.70 b  |
| 120                  | 52.46 | 57.84 | 73.65 a   | 65.68 a  |
| 180                  | 50.85 | 57.36 | 72.65 a   | 65.79 a  |
| Estiércol            | 51.50 | 60.93 | 74.83 a   | 63.40 b  |
|                      | NS    | NS    |           |          |
| C.V. (%)             | 13.05 | 13.04 | 9.30      | 11.65    |

\*Las medias seguidas por la misma letra no difieren al nivel del 5% de acuerdo a la mínima diferencia significativa.

\*\*Las medias seguidas por la misma letra no difieren al nivel del 1% de acuerdo a la mínima diferencia significativa.

**BIBLIOGRAFIA**

- ARBOLEYA, J; DO CAMPO, R. 1994. Resultados experimentales en cebolla. INIA LAS BRUJAS. Reunión técnica abril 1994. Serie de actividades de difusión. Serie N° 6.
- BATAL, K.M.; GRANBERRY, D.M.; RANDLE, W.M. 1991. Effects of nitrogen source, rate, and application frequency on yield and quality of onion. HortScience 26(5):490-491.
- BATAL, K.M.; BONDARI, K.; GRANBERRY, D.M.; MULLINIX, B. 1994. Effects of source, rate, and frequency of N application on yield, marketable grades and rot incidence of sweet onion (*Allium cepa* L. Cv. Granex-33). Journal of Horticultural Science. 69 (6) : 1043-1051
- BLACK, C.A. Relaciones suelo-planta. Mexico, CRAT, 1975. V.2.
- BREWSTER, J.L. 1977. The physiology of the onion. Horticultural Abstracts. 47,17-23
- BREWSTER, J.L; LAWES, W.; WHITLOCK, A.J. 1987. The morphology of onion bulb development at different sites and its relevance to incomplete bulbing ("thick-necking"). J. Hort. Sci. 62:371-378
- BREWSTER, J.L; BUTLER, H.A. 1989. Effects of nitrogen supply on bulb development in onion *Allium cepa* L. Journal of Experimental Botany, 219:1155-1162
- CARBALLO, S. 1996. Estandares de calidad para cebolla dulce de exportación. INIA LAS BRUJAS. Boletín de divulgación N 59. 16 p.
- FREEMAN, G.; MOSSADEGHI, N.. 1970. Effect of sulphate nutrition on flavour components of onion (*Allium cepa*). Sci. Food Agr. 21:610-615
- FREEMAN, G.; WHENHAM, R.J. 1976. Nature and origin of volatile flavour components of onion and related species. The Nature and Origin of Volatile Flavour Components of the Onion and Related Species. Reprinted from International Flavours. September-October 1976 issue

11. GAMIELY, S.; RANDLE, W.M.; MILLS, H.A.; SMITTLE, D.A. 1991. Onion Plant Growth, Bulb Quality, and Water Uptake following Ammonium and Nitrate Nutrition. HortScience 26(8): 1061-1063
12. GARCIA, F.; Estol, e.; hofstadter, r.; maeso, c. Efecto del riego y la población de plantas sobre la producción y calidad del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) Uruguay. Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Uso y Manejo del Agua. Boletín 3, 20 p. 1979.
13. GARCIA, F.; CARDELINO, G.; MOLTINI, C. Agua, población y nitrógeno en el cultivo de cebolla; resultados de un ensayo en 1981/82. In Reunión Técnica de la Facultad de Agronomía, 5ª. Montevideo, 1982. Trabajos Presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía, 89p. 1982.
14. GAVIOLA, S.; LIPINSKI, V.V; NIJENSOHN, L. 1998. Respuesta de la cebolla para deshidratar a la fertilización. Ciencia del Suelo. 16:119-121.
15. HAAG, H.P.; HOME, P.; KINOTO, T. Nutricao mineral de hortaliças VIII. Absorcao de nutrientes pela cultura da cebola. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (Brasil) 27:143-155. 1970.
16. HASSAN, M.S.; AYOUB, A.T. 1978. Effect of NPK on yield of onions in Sudan Gezira. Experimental Agriculture 14 (1):29-32
17. HAWRHORN, L.R. 1979. Fertilizer experiments with Yellow Bermude onions in the Sudan gezira. Experimental Agricultural 14 (19):29-32
18. HENRIKSEN, K. Effect of N and P fertilization on yield and harvest time in bulb onion (*Allium cepa* L.) Acta Horticulture 198:207215
19. HUTTON, R.C.; WILSON, G. J. 1986. Onion: effect of sowing date on maturity, yield and quality of "Pukekohe longkeeper" and "Early longkeeper". New Zealand Journal of Experimental Agriculture. 14,453-457



20. INIA. 1995. Producción de cebolla dulce para exportación. Seminario de Actualización Técnica. INIA LAS BRUJAS. Serie de Actividades de Difusión No. 46. 227 p.
21. JONES, H.A.; MANN, L.K. 1963. Onions and Their Allies. 1stedn. (Leonard Hill Limited: London.)
22. KATO, T. 1964. Physiological studies on the bulb and dormancy of onion plants. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 33(1):53-61
23. LARZABAL, N.; MOLTINI, C.; ZAMALVIDE, J. Respuesta a nitrógeno y fósforo en cebolla. . In Reunión Técnica de la Facultad de Agronomía, 3ª. Montevideo, 1980. Resúmenes, Montevideo, Facultad de Agronomía, 1980. 47 p.
24. LEFEVRE, J.M. La nutrition de l'oignon; la fertilisation de l'oignon de Mulhouse et de semis. In INFUFLEC. L'oignon. Paris, 1976. Pp.67-70.
25. LORENTZ, O.A.; BARTZ, J.F. Fertilization for high yield and quality of vegetable crops in changing patterns in fertilizer use. Madison, Wis., Soil Science Society of America, 1968. Pp.327-352
26. MAIER, N.A.; DAHLENBURG, A.P.; TWIGDEN, T.K. 1990. Assessment of the nitrogen status of onion (*Allium cepa* L.9 cv. Cream Gold) by plant analysis. Australian Journal of Experimental Agriculture 30: 853-859
27. MAYNARD
28. MINOTTI, P.L.; STONE, K.W. 1988. Consequences of not fertilizing onions on organic soils with high soil test values. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 19, 1887-1906
29. MOLTINI, C.; ZAMALVIDE, J. Manejo de la fertilización nitrogenada en el cultivo de cebolla. In Reunión Técnica de la Facultad de Agronomía, 3ª., Montevideo, 1980. P1. 46.

- 30.MOLTINI, C.; SILVA, A. 1981 Fertilización con nitrógeno y fósforo en cebolla (*Allium Cepa*.L.) bajo diferentes situaciones de suelo.TESIS Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía, 162p.
- 31.MOROSOLI, A.; RIERACKER, J. Efecto de la densidad de siembra y la dosis de nitrógeno en la producción de cebolla (*Allium cepa* L.). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 1983. 134p.
- 32.PLATENIUS, H.; KNOTT, J.E. 1941. Factors affecting onion pungency. *Journal of Agricultural Research* 62(6): 371-379
- 33.RANDLE, W.M; BUSSARD, M.L.1993. Pungency and Sugars of Short-day Onions as Affected by Sulfur Nutrition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*118(6):776-770.
- 34.RIEKELS, J.W. 1977. The influence of nitrogen on the growth and maturity of onions on organic soil. *Journal of the American Society for Horticultural Science.* 97 (1): 37-41.
- 35.SCULLY, N. J.; PARCKER, N. W.; BORTHWICK, H.A. Interaction of nitrogen nutrition and fotoperiod as expressed in bulbing and flówen stalk development of onions. *Botanical Gazette* . 107:52-61. 1945.
- 36.SHASHA'S, N.S.; CAMPBELL, W.F.; NYE, W.P. 1976. Effects of fertilizer and moisture on seed yield of onions. *Hortscience* 11(4):425-426.
- 37.SMITTLE, D.A.; HAYES, M.J.; DICKENS, W.L. 1979. Quality evaluation of onion. Research Report 336. (College of Agriculture Experiment Stations, University of Georgia: Tifton, GA,U.S.A.)
- 38.SMITTLE, D.A. 1984. Responses of onions to sulphur and nitrogen fertilisation. Research Report 455. (College of Agriculture Experiment Stations, University of Georgia: Tifton, GA,U.S.A.)
- 39.VAVRINA, C.S.; SMITTLE, D.A.1993. Evaluating Sweet Onion Cultivars for Sugar Concentrations and Pungency. 1993. 28(8): 804-806

40.ZINK, F.W. 1962. Growth and Nutrient Absorption of Green Bunching Onions. American Society for Horticultural Science 80:430-435

41.ZINK, F.W. 1966. Studies on the Growth Rate and Nutrient Absorption of Onion. Hilgardia 37(8):203-217

# APENDICE

## RESUMEN

En el marco de una de las líneas de investigación del proyecto "sistemas de producción de cebolla" llevado adelante por el INIA Las Brujas, durante el año 1997 y principios de 1998 se evaluó el efecto de distintas dosis y fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento y la calidad de la cebolla dulce (Granex 33), así como su efecto sobre el contenido foliar de nutrientes.

Las dosis utilizadas fueron 0, 60, 120 y 180 Kg. de nitrógeno por hectárea. Las fuentes consistieron en urea, nitrato de amonio, nitrato de calcio, nitrato de potasio y urea + nitrato de amonio. Además, con el fin de comenzar a explorar la respuesta de este tipo de cebollas a la fertilización con abono animal, se incluyó un tratamiento con estiércol de ponedora a razón de 10 toneladas por há.

Los rendimientos obtenidos en el ensayo fueron buenos (incluso en el tratamiento testigo), debido posiblemente a un adecuado contenido de materia orgánica y nitratos en el suelo. Además se observó una clara respuesta al agregado de nitrógeno, con diferencias entre las dosis aplicadas; el tratamiento de 120 kg. de N/há reportó el mayor rendimiento total, comercial y exportable. Por otra parte no se encontraron diferencias significativas entre las fuentes.

En cuanto a la pungencia (medida a través de la liberación de ácido pirúvico) los valores fueron en general altos si tenemos en cuenta el híbrido utilizado; dichos valores se ubican en el límite de la categoría suave e incluso con la utilización de nitrato de calcio como fuente las cebollas resultaron pungentes. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre las dosis aplicadas. Entre las fuentes, las cebollas de mayor pungencia se obtuvieron con el tratamiento de nitrato de calcio y las de menor pungencia con el de urea + nitrato de amonio, siendo las diferencias significativas.

La evolución del nitrógeno foliar a lo largo del ciclo del cultivo mostró niveles críticos superiores a los descriptos a nivel nacional para cebolla de día largo. Las mayores diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización nitrogenada se dieron para el muestreo de fin de setiembre y para esa fecha fue donde se encontró la mayor correlación entre el nivel foliar y el rendimiento.

Entre las fuentes la tendencia general fue un nivel de nitrógeno similar.

El crecimiento en altura de las plantas fue en general mayor con las dosis mayores de nitrógeno (120 y 180 kg. N/ha) que en el tratamiento de 60 Kg. de nitrógeno/ha y que el testigo. No se detectaron diferencias con relación a las fuentes de nitrógeno utilizadas.

El índice de bulbificación no varió ni con la dosis, ni con las fuentes de nitrógeno utilizadas.

El tratamiento con estiércol de ponedora, tuvo un buen comportamiento general con respecto a los fertilizantes químicos; mostró rendimientos muy cercanos a la dosis de 180 kg. de N/ha en cuanto al rendimiento total y comercial, pero a la vez logró el

mayor rendimiento exportable. A nivel de pungencia fue el que presentó el mayor valor, superior incluso al tratamiento con nitrato de calcio.

Los resultados de los análisis de hoja, mostraron que el estiércol fue el que presentó el contenido de nitrógeno foliar mas elevado en las mediciones realizadas.

No se encontró interacción significativa entre dosis y fuentes para ninguno de los parámetros evaluados.

## ABSTRACT

Within the searching plans of the project "systems of onion production", carried out by INIA Las Brujas during 1997-1998, the effect of different nitrogen rates and sources on yield and quality of the sweet onion (Granex 33) as well as its effect on the amount of leaf nutrients were evaluated.

The doses used were 0.60, 120 y 180 kg. N/ha. The sources were urea, amonium nitrate, calcium nitrate, potasium nitrate and urea + amonium nitrate.

With the objective of exploring the reaction of this type of onions to manure fertilization an experiment with hen manure (10t/ha) was included.

The results were good (including the witness treatment) possibly due to an appropriate amount of organic matter and nitrates in the soil.

In addition a clear answer to the added N, with differences to the doses applied, was observed. The treatment with 120 kg N/ha showed the greatest total yield, marketable and exportable. On the other hand, no meaningful differences between the sources were found.

As far as pungency is concerned (measured through the liberation of pyruvic acid) the results were high in general if we take into account the hybrid used, those results are placed in the limit of the soft category and even with the use of calcium nitrate as source the onions showed pungency.

However, no meaningful differences between applied rates were found. Among the sources, the onions of high pungency were obtained by the treatment of calcium nitrate and the ones with less pungency were obtained with the treatment with urea + amonium nitrate. The differences between both experiments were meaningful.

The evolution of the leaf throughout the cycle of the crop showed critic levels higher than the ones described in all the country for long day onions.

The greatest meaningful differences between the treatments of nitrogen fertilization appeared for the

sample of the last days of September and in that date the highest correlation between leaf level and yield was found.

The development in height of the plants was in general higher with the highest rates of N (120 and 180 k/ha) than in the treatment with 60k N/ha and the witness one.

Differences in relation with the N sources used were not found. The bulbing ratio didn't vary not with the dosis nor with the N sources used.

The treatment with hen manure had a good general behaviour in relation to chemical fertilizers. It showed results close to the doses of 180 kg N/ha in terms of total and marketable yield, but it also reached the most exportable yield. In terms of pungency level it showed the highest value, higher even than the treatment with calcium nitrate.

The results of the leaf analysis showed that manure was the one which presented the highest leaf N content in all the measures done. No meaningful interaction between rates and sources for any of the parameters evaluated was found.