

MINISTERIO DE EDUCACION Y CULTURA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

FERTILIZACION CON NITROGENO Y FOSFORO
EN CEBOLLA (*Allium Cepa L.*) BAJO DIFE-
RENTES SITUACIONES DE SUELO

por

CARLOS ENRIQUE MOLTINI SCHMIDT
ALFREDO OMAR SILVA RODRIGUEZ

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener
el título de Ingeniero Agró-
nomo (Orientación Granjera)

Montevideo
URUGUAY
1981

. Tesis aprobada por:

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Fecha: _____

Autores:

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración y apoyo prestados para la realización de esta Tesis a las siguientes personas:

- Ing. Agr. José Zamalvide, supervisor del presente trabajo.
- Ing. Agr. Omar Casanova e Ing. Agr. Antonio Mallarino por su colaboración en la instalación y manejo de los ensayos.
- Sr. Juan V. Cappelletti por la información aportada para el manejo del cultivo.
- Sr. Rubí Denes por su apoyo y colaboración en la instalación y manejo de los ensayos.
- A los demás compañeros de la Cátedra de Suelos que colaboraron para la realización de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
Página de aprobación.....	II
Agradecimientos.....	III
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Objetivos.....	3
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	5
2.1. Características asociadas al suministro de nutrientes.....	5
2.1.1. Desarrollo radicular.....	5
2.1.2. Factores climáticos.....	7
2.1.3. Propiedades físicas del suelo...	9
2.2. Crecimiento y Absorción de nutrientes..	11
2.2.1. Etapas del crecimiento.....	11
2.2.2. Características de las curvas de crecimiento y absorción de nutrientes.....	12
2.2.2.1. Crecimiento.....	12
2.2.2.2. Absorción de nutrientes.....	16
2.2.3. Nutrientes extraídos.....	19
2.3. Respuesta al suministro de nutrientes..	20
2.3.1. Evaluación de la respuesta a Fósforo.....	21
2.3.2. Evaluación de la respuesta a Nitrógeno.....	23
2.3.3. Evaluación de la respuesta a Nitrógeno-Fósforo.....	24

	<u>Página</u>
2.4. Manejo de la fertilización.....	27
2.4.1. Recomendación de dosis.....	28
2.4.2. Epoca de aplicación.....	30
2.4.3. Ubicación del fertilizante....	31
2.4.4. Fuentes de nutrientes.....	32
2.4.4.1. Fuente de Nitrógeno..	32
2.4.4.2. Fuente de Fósforo....	33
2.5. Otros factores que modifican la res- puesta.....	33
2.5.1. Abonos verdes.....	33
2.5.2. Disponibilidad de agua.....	35
2.5.3. Densidad de plantación.....	37
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	40
3.1. Suelos Utilizados.....	40
3.1.1. Ensayo 1.....	40
3.1.2. Ensayo 2.....	42
3.1.3. Ensayo 3.....	42
3.2. Preparación e instalación de los ensayos.....	43
3.2.1. Siembra de almácigo.....	43
3.2.2. Transplante.....	44
3.3. Diseño estadístico.....	44
3.3.1. Diseño.....	44
3.3.2. Tamaño de parcelas y pobla- ción.....	44
3.4. Manejo de la fertilización y del cul- tivo.....	45
3.5. Muestreos.....	45

	<u>Página</u>
3.5.1. Muestreo de suelo.....	45
3.5.2. Muestreo de plantas.....	46
3.5.2.1. Muestreo para análisis foliar.....	46
3.5.2.2. Muestreo de crecimiento.....	46
3.6. Cosecha.....	47
3.6.1. Metodología.....	47
3.6.2. Mediciones.....	48
3.7. Conservación.....	49
3.8. Análisis químicos.....	49
3.8.1. Análisis de suelo.....	49
3.8.2. Análisis de planta.....	50
3.9. Análisis estadístico.....	51
4. <u>RESULTADO Y DISCUSION</u>	53
4.1. Rendimiento total.....	53
4.1.1. Influencia de la fertilización sobre el rendimiento total.....	53
4.1.1.1. Ensayo 1.....	53
4.1.1.2. Ensayo 2.....	55
4.1.1.3. Ensayo 3.....	56
4.1.2. Caracterización de la respuesta.....	61
4.1.2.1. Ensayo 1.....	61
4.1.2.2. Ensayo 2.....	65
4.1.3. Tamaño.....	67

4.2. Crecimiento y Absorción de Nutrientes.....	76
4.2.1. Crecimiento.....	76
4.2.1.1. Ensayo 1.....	76
4.2.1.2. Ensayo 2.....	82
4.2.1.3. Ensayo 3.....	82
4.2.2. Absorción de nutrientes.....	84
4.2.2.1. Ensayo 1.....	85
4.2.2.2. Ensayo 2.....	91
4.2.2.3. Ensayo 3.....	91
4.2.3. Resumen.....	92
4.3. Análisis foliar.....	98
4.3.1. Ensayo 1.....	100
4.3.2. Ensayo 2.....	101
4.3.3. Ensayo 3.....	101
4.4. Niveles Críticos.....	103
4.5. Índice de Bulbificación.....	107
4.6. Conservación.....	108
5. <u>CONCLUSIONES</u>	111
6. <u>RESUMEN</u>	114
7. <u>SUMMARY</u>	117
8. <u>APENDICE</u>	118
9. <u>LITERATURA CITADA</u>	158

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

<u>Cuadro N°</u>		<u>Página</u>
1	Porcentajes de los macronutrientes, en base seca, de acuerdo a la edad de la planta.....	16
2	Rendimiento promedio observado en tt/ha, Ensayo 1.....	54
3	Rendimiento promedio observado en tt/ha, Ensayo 2.....	55
4	Rendimiento promedio observado en tt/ha, Ensayo 3.....	57
5	Rendimiento promedio corregido en tt/ha (datos corregidos por número de plantas), Ensayo 3.....	58
6	Peso fresco y seco a los 55 días (del trasplante) grs/planta, en todos los ensayos.....	83
7	Relación hoja/bulbo a los 55 días (del trasplante), para peso fresco y seco, para todos los ensayos...	84
8	Rendimiento relativo en materia seca, para todos los ensayos (tomando al testigo igual 100).....	93
9	Rendimiento relativo en materia seca, para los ensayos (tomando como 100 el contenido en el primer muestreo).....	95

Cuadro N°Página

10	Correlación dosis-% de nutrientes(AF). Casos I, II y III. Ensayo 1.....	104
11	Efecto de los nutrientes agregados en la conservación de los bulbos (% de bulbos brotados), Ensayo 2.....	109
12	Rendimiento (tt/ha) y número de plan- tas (decenas de miles/ha), para todos los tratamientos, Ensayo 1.....	119
13	Análisis de covarianza (resumen) y <u>aná</u> lisis de varianza, Ensayo 1.....	121
14	Rendimiento (tt/ha) y número de plantas (decenas de miles/ha) para todos los tratamientos, Ensayo 2.....	122
15	Análisis de covarianza (resumen) y <u>aná</u> lisis de varianza. Ensayo 2.....	124
16a	Rendimiento (tt/ha) y número de plantas (decenas de miles/ha) para todos los tra- tamientos, Ensayo 3.....	125
16b	Rendimientos corregidos (tt/ha), Ensayo 3.....	126
17	Análisis de covarianza (resumen) y análi- sis de varianza (datos corregidos), Ensa- yo 3.....	128
18	Rendimiento promedio por tratamiento (tt/ ha), datos observados y esperados, Ensa- yo 1.....	129
19	Rendimiento promedio por tratamiento (tt/ ha), datos observados y esperados, Ensa- yo 2.....	130

<u>Cuadro N°</u>		<u>Página</u>
20	Porcentaje de bulbos menores a 50 mm por tratamiento, Ensayo 1.....	131
21	Porcentaje de bulbos entre 50-70 mm (co- merciales), por tratamiento, Ensayo 1...	132
22	Porcentaje de bulbos menores a 50 mm por tratamiento, Ensayo 2.....	133
23	Porcentaje de bulbos entre 50-70 mm (co- merciales), por tratamiento, Ensayo 2....	134
24	Porcentaje de bulbos entre 70-90 mm, por tratamiento, Ensayo 2.....	135
25	Porcentaje de bulbos menores a 50 mm, por tratamiento, Ensayo 3.....	136
26	Porcentaje de bulbos entre 50-70 mm (co- merciales), por tratamiento, Ensayo 3....	137
27	Porcentaje de bulbos entre 70-90 mm, por tratamiento, Ensayo 3.....	138
28	Peso fresco y seco de hojas y bulbo en función de la edad de la planta, Ensa- yo 1.....	139
29	Peso fresco y seco de hojas y bulbos en función de la edad de la planta, Ensa- yo 2.....	140
30	Peso fresco y seco de hojas y bulbos en función de la edad de la planta, Ensayo 3.....	141
31	Absorción de N (% y mgr's/planta) en fun- ción de la edad de la planta, Ensayo 1...	142

Cuadro N°

Página

32	Absorción de P (% y mgrs/planta) en función de la edad de la planta, Ensayo 1..	143
33	Absorción de K (% y mgrs/planta) en función de la edad de la planta, Ensayo 1...	144
34	Absorción de N, P y K (mgrs/planta) en función de la edad de la planta, Ensayo 2.....	145
35	Absorción de N, P y K (mgrs/planta) en función de la edad de la planta, Ensayo 3.....	146
36	Contenido de N (%), A.F. y correlación con rendimiento, Caso I. Ensayo 1.....	147
37	Contenido de N (%), A.F. y correlación con rendimiento, Caso II. Ensayo 1.....	148
38	Contenido de P (%), A.F. y correlación con rendimiento, Caso III. Ensayo 1.....	149
39	Contenido de N (%), A.F. y correlación con rendimiento, Caso I. Ensayo 2.....	150
40	Contenido de N (%), A.F. y correlación con rendimiento, Caso II. Ensayo 2.....	151
41	Contenido de P (%), A.F. y correlación con rendimiento, Caso III., Ensayo 2....	152
42	Contenido de N (%), A.F. y correlación con rendimiento, Caso I. Ensayo 3.....	153
43	Contenido de N (%), A.F. y correlación con rendimiento, Caso II. Ensayo 3.....	154
44	Contenido de P (%), A.F. y correlación con rendimiento, Caso III. Ensayo 3.....	155

Cuadro N°Página

45	Indice de bulbificación y diámetro mayor del bulbo. Ensayo 1.....	156
46	Porcentaje de bulbos podridos, Ensayo 2.....	157

Figura N°

1	Variación de la materia seca en función de la edad de la planta.....	14
2	Curvas de crecimiento de la variedad Southport White Globe.....	15
3	Curvas de absorción de macronutrientes en función de la edad de la planta.....	16
4	Rendimiento observado promedio, Ensayo 1.....	62
5a	Rendimiento esperado en función del N. Ensayo 1.....	64
5b	Rendimiento esperado en función de P_2O_5 . Ensayo 1.....	66
6	Rendimiento observado promedio. Ensayo 2.	
7	Rendimiento esperado en función de P_2O_5 . Ensayo 2.....	68
8	Efecto de los nutrientes sobre la categoría de bulbos menores a 50 mm. Ensayo 1.....	70
9	Efecto de los nutrientes sobre la categoría de bulbos comerciales (50-70 mm). Ensayo 1.....	71
10	Efecto de los nutrientes sobre la categoría de bulbos menores a 50 mm. Ensayo 2	72

Figura N°Página

11	Efecto de los nutrientes sobre la categoría de bulbos comerciales (50-70 mm). Ensayo 2.....	72
12	Efecto de los nutrientes sobre la categoría de bulbos de 70-90 mm. Ensayo 2.....	72
13	Efecto de los nutrientes sobre la categoría de bulbos menores a 50 mm. Ensayo 3.....	73
14	Efecto de los nutrientes sobre la categoría de bulbos comerciales (50-70 mm). Ensayo 3.....	74
15	Efecto de los nutrientes sobre la categoría de bulbos de 70-90 mm. Ensayo 3..	75
16	Evolución del tamaño promedio de los bulbos, en función de la edad de la planta. Ensayo 1.....	77
17	Evolución del peso fresco de la parte aérea, grs/planta, en función de la edad de la planta. Ensayo 1.....	78
18	Evolución del peso fresco del bulbo, grs./planta, en función de la edad de la planta, Ensayo 1.....	79
19	Evolución del peso seco de la parte <u>aé</u> rea, grs/planta, en función de la edad de la planta. Ensayo 1.....	80

Figura N°Página

20	Evolución del peso seco del bulbo,grs/ planta, en función de la edad de la planta. Ensayo 1.....	81
21	Absorción de N por la parte aérea, mgrs/ planta. Ensayo 1.....	86
22	Absorción de N por el bulbo, mgrs/planta, Ensayo 1.....	86
23	Absorción de P por la parte aérea, mgrs/ planta. Ensayo 1.....	88
24	Absorción de P por el bulbo, mgrs/plan- ta. Ensayo 1.....	88
25	Absorción de K por la parte aérea, mgrs/ planta. Ensayo 1.....	90
26	Absorción de K por el bulbo, mgrs/plan- ta. Ensayo 1.....	90
27	Contenido de materia seca en el primer muestreo, para todos los ensayos, en el bulbo.....	94
28	Absorción de N,P y K, en el primer mues- treo, para todos los ensayos, por el bulbo.....	96
29	Niveles críticos de nitrógeno.Ensayo 1..	105
30	Niveles críticos de fósforo.Ensayo 1....	106
31	Evolución de la relación diámetro mayor del bulbo/diámetro del cuello del bulbo en función del tiempo.....	108

1. INTRODUCCION

1.1. ANTECEDENTES

La cebolla (*Allium cepa* L.) es un cultivo importante en todos los continentes. De los quince cultivos hortícolas señalados por la FAO (1973) la cebolla ocupa el segundo lugar, siguiendo al tomate en lo que se refiere a toneladas por año, dentro de la producción mundial.

El rendimiento promedio de las cebollas de bulbo se extiende, desde alrededor de 30 toneladas por ha en el nordeste de Europa, hasta menos de 8 toneladas por ha, cantidad promedio para los países en vías de desarrollo.

El cultivo es interesante por ser una de las pocas especies bulbosas usadas como producción alimenticia (Brewster, 1977). En Uruguay, según datos tomados del Censo Agropecuario del año 1970, la superficie destinada al cultivo de la cebolla eran 2205 has, con una producción de 16.079 toneladas y un promedio de 7.292 kgs. por hectárea.

La cebolla se cultiva principalmente en el sur del país, donde el departamento de Canelones es el más destacado, con aproximadamente el 60% del volumen total de lo producido. Las zonas más importantes son San Jacinto y Santa Rosa.

También en el sur, pero con una importancia menor, se puede citar a Montevideo con un 5% de la cebolla nacional.

nal y a Florida con un 6%. Los parajes más destacados dentro de esos departamentos son Rincón del Cerro y la Escobilla respectivamente (DIEA, 1977).

La zona norte también tiene importancia en la producción de cebolla, colocando parte del volumen cosechado, más temprano que el sur en los mercados de Montevideo. Salto es el segundo departamento productor del país, participando con un 13% del total nacional. Paysandú contribuye con un 5% aproximadamente.

Del volumen total cosechado, alrededor de un 67% es obtenido en predios cuya extensión no es superior a las 20 has; esta cifra aumenta a un 88% si se consideran aquellos con una superficie de hasta 50 has (DIEA, 1977).

Los suelos utilizados en las zonas anteriormente citadas pertenecen, teniendo en cuenta la carta de reconocimiento de suelos de la DSF - MAP (1976) a las siguientes unidades:

Zona San Jacinto	Unidad San Jacinto
Zona Santa Rosa	Unidad Tala Rodriguez
Zona Rincón del Cerro	Unidad Toledo
Zona Escobilla	Unidad Tala Rodriguez

En estas unidades dominan los siguientes tipos de suelos:

Unidad San Jacinto:

Brunosoles éutricos típicos/lúvicos L/ LAc vérticos.

- Vertisoles rúpticos lúvicos (típicos)
LAc.

Unidad Tala Rodríguez:

- Brunosoles éutricos/Lúvicos L/LAc.
- Vertisoles rúpticos lúvicos (típicos)
LAc.

Unidad Toledo:

- Brunosoles éutricos/subéutricos típicos/lúvicos Fr/LAc/L.

1.2. OBJETIVOS

En el país no existe información suficiente sobre manejo y fertilización de cultivos hortícolas, disponiéndose solamente de datos experimentales para Papa y Tomate.

En cuanto al cultivo de la cebolla, a pesar de la importancia económica alcanzada en los últimos años, no se dispone de información suficiente que permita realizar un manejo eficiente de la fertilización. Por otro lado, trabajos anteriores indican que no se encontró respuesta a la fertilización, abordándose por ésto otros temas como: densidad de siembra, distancia de plantación, control de malezas, etc.

Este trabajo pretende, en primer lugar, comprobar si existe o no respuesta a la fertilización en el cultivo de la cebolla, y, en particular, persigue los siguientes objetivos:

- a) Caracterizar cuantitativamente la respuesta a N y P en diferentes situaciones de suelo y de manejo, similares a las observadas en las áreas de producción.
- b) Llegar a una aproximación primaria de calibración del método Bray N° 1 de análisis de P, para el cultivo de la cebolla.
- c) Obtener curvas de acumulación de nutrientes en diferentes condiciones de aplicación de los mismos.
- d) Estudiar la evolución de los distintos parámetros de crecimiento (peso seco y peso fresco), durante el ciclo, así como también el "Índice de Bulbificación", para los distintos tratamientos.
- e) Evaluar la influencia de la fertilización sobre la distribución de tamaños y posibles efectos sobre la capacidad de conservación del producto.
- f) Estudiar el posible uso del análisis foliar para evaluar el estado nutricional de los cultivos.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. CARACTERISTICAS ASOCIADAS AL SUMINISTRO DE NUTRIENTES

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 propiedades del suelo, del clima, así como de características del cultivo.

Los trabajos disponibles han abordado, sobre todo, este último aspecto.

2.1.1. Desarrollo radicular

Es importante considerar las características que posee el sistema radicular, ya que influirán en las posibilidades de absorción de nutrientes como P y K poco móviles, y del N que dada su movilidad puede perderse en profundidad fuera del alcance de las raíces.

Al respecto, diversos autores realizan descripciones sobre el desarrollo radicular del cultivo de cebolla. Goff, citado por Jones y Mann (1963) indica un desarrollo de 40- 45 cms. en profundidad y 30 cms. lateralmente como máximo; igualmente Thompson, citado por los mismos autores, señala un desarrollo de 25 cms. en profundidad y 30 cms. lateralmente, indicando también que el mayor número de raíces se encuentra en un radio de 15 cms., desde el bulbo. Estos datos son confirmados por Lorenz y Bartz (1968) y Zink (1966).

A su vez Brewster (1977) destaca que las cebollas poseen uno de los más bajos valores de longitud de raíz por unidad de peso seco de planta y que se encuentra dentro de las especies de raíz más superficial.

Este autor también afirma que las raíces son comparativamente gruesas, lo que a su vez disminuye la superficie de absorción en proporción al volumen.

En cuanto a las ramificaciones, se puede afirmar que son escasas pues del sistema radicular compuesto por una raíz principal de origen embrionario y varias adventicias se desarrollan sólo algunas secundarias (3 a 5), sin ramificaciones y con muy escasos pelos absorbentes (Jones y Mann, 1963 y Brewster, 1977).

En cuanto a la influencia del suelo, se encontró que en suelos pesados con pobres condiciones físicas o con una insuficiente humedad, el crecimiento es aún más reducido.

El crecimiento de las raíces es del orden de 1 cm. por día. En cuanto al número, existe una permanente renovación, dada por nuevas raíces que van sustituyendo a las que mueren, esto se da hasta llegar al número máximo, que coincide con el inicio de la bulbificación. Posteriormente predomina la muerte de raíces y el balance es negativo, hasta terminar el ciclo, lo cual condiciona las posibilidades iniciales de absorber nutrientes (Jones y Mann, 1963).

2.1.2. Factores climáticos

Conjuntamente con características de la planta (desarrollo radicular) o del suelo (propiedades físicas) existe un tercer grupo de factores que están asociados a la respuesta al suministro de nutrientes.

Estos factores son los climáticos, que actuando a través del fotoperíodo y temperatura, influirán directamente sobre el cultivo, dando las pautas del crecimiento y desarrollo. Es así que una vez satisfechas las necesidades climáticas, recién se podrá manifestar o no la respuesta a los distintos nutrientes.

En cuanto al clima, la cebolla requiere clima templado o cálido para su desarrollo, pero las condiciones ideales son las temperaturas frescas, en las fases iniciales del desarrollo de la planta y cálidas hacia la madurez (Cásseres, 1980). Es por esto que en estas latitudes, la cebolla se planta a fines de otoño, para que tenga un desarrollo vegetativo inicial y una posterior etapa de bulbificación, cuando las condiciones de fotoperíodo y temperatura se lo permitan. (Jones y Mann, 1963).

El comienzo de la bulbificación va a estar dado, fundamentalmente, por el incremento en el fotoperíodo, el cual al llegar a 12 - 14 horas de duración, (para las variedades de día largo, como ser Valencianas), provocará la inducción de este proceso. (Cásseres, 1980 y Jones y Mann, 1963).

La temperatura también juega un papel importante, activando dicho proceso e interaccionando con el fotoperíodo. Pero la temperatura, como lo indican los distintos autores, influye más en la floración de la cebolla (característica no deseada comercialmente), lo cual se induce a bajas temperaturas independientemente del fotoperíodo.

De esto se deduce, según Jones y Mann (1963), que habrá un crecimiento vegetativo inicial, el cual se verá interrumpido por un aumento en el fotoperíodo, lo que inducirá la bulbificación. .

Conjuntamente con esto, se dará la absorción y utilización de nutrientes y en ese momento es muy importante el "status" nutritivo de la planta (que depende del suministro de nutrientes) ya que empezará a utilizar los distintos elementos en alta proporción, para la acumulación de reservas (Hawthorn, 1936).

Aparte de esta relación, factores climáticos-nutritivos, se dan otras interacciones que influyen en la producción total, por ejemplo, Scully et al (1945), citados por Jones y Mann (1963) señalan que si el fotoperíodo es bastante más largo que el rango crítico mínimo para la bulbificación, la disponibilidad de N no influye en la bulbificación; pero con fotoperíodos cerca del rango crítico, un déficit de N actúa como un alargamiento del fotoperíodo, mientras que un exceso actúa como si se acortara, influyendo de esta forma sobre el inicio de la bulbificación.

De lo anterior se desprende la importancia de considerar la nutrición vegetal, conjuntamente con un marco de factores ambientales y de manejo, para determinadas variedades, lo que ayudará en el establecimiento de un plan de fertilización y ajuste de dosis.

2.1.3. Propiedades Físicas del Suelo

El suelo afecta a la planta, luego de su implantación, en primer lugar a través de sus efectos sobre el sistema radicular.

Las raíces de las plantas ejercen funciones diferentes que serían: absorber nutrientes y agua del suelo, transportando unos y otra desde las áreas donde la absorción tiene lugar a los tallos (Russell, 1964). Solamente una porción restringida de las raíces de las plantas toma parte en la absorción de nutrientes y de agua, siendo la misma la porción no suberizada y los pelos absorbentes, los cuales son de vida muy corta, siendo también fácilmente dañados por condiciones tales como escasa aireación, falta de humedad, elevada acidez y sus consecuencias y deficientes propiedades físicas en general.

Siempre que las plantas puedan crecer en tales condiciones deficientes de suelo, éstas tendrán un sistema radicular de pocos pelos radicales, y con una mayor proporción de superficie suberizada. Las raíces solamente pueden crecer en forma satisfactoria en suelos que tengan un adecuado número de canales (macroporos), suficientemente grandes para que ellas puedan penetrar. Si el suelo

es demasiado compacto, se inhibe el desarrollo radicular, y de este modo las raíces no pueden ramificarse en las capas "duras" que a veces se presentan en el suelo o en el subsuelo.

El sistema radicular de la mayor parte de las plantas sólo crece vigorosamente en los suelos bien aireados y en estas condiciones desarrolla un profuso sistema, muy ramificado, de raicillas finas (Russell, 1964).

El factor suelo actúa sobre el déficit de agua de las plantas, a través de la capacidad de conducir ésta, para satisfacer la demanda atmosférica, con los parámetros - potencial suelo - y - conductividad hidráulica-, según lo afirmado por Eckert et al (1967), citado por Klar, Pedras y Rodriguez(1977).

Por otro lado, también la estructura del suelo influye en la conductividad hidráulica, y es así que Runosiewicz, citado por los mismos autores, encontró una correlación lineal entre el rendimiento de plantas de cebolla y el porcentaje de agregados mayores a 0,5 mm, existiendo hasta triplicación de la producción. La matriz del suelo ejerce influencia a través del impedimento mecánico ofrecido al desenvolvimiento de las raíces, lo cual es negativamente correlacionado con la densidad aparente (Danielson, 1967, citado por Klar, Pedras y Rodriguez, 1977).

De esta forma un suelo que no presenta aceptables propiedades físicas, reducirá o anulará la posibilidad de manifestar su potencialidad de producción, aún disponiendo de un adecuado suministro de nutrientes.

2.2. CRECIMIENTO Y ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

Conocer las curvas de crecimiento y las cantidades de nutrientes absorbidos, en los distintos momentos del ciclo, es de gran importancia para un manejo racional de la fertilización. Varios autores, han abordado el estudio de las modalidades de crecimiento, definiendo dos etapas en las cuales se dan procesos fisiológicos marcadamente diferentes, los cuales influirán en las características del crecimiento y en la absorción de nutrientes.

2.2.1. Etapas del crecimiento

- Crecimiento vegetativo

En esta primera etapa, según Brewster (1977), la cebolla posee una baja tasa de crecimiento relativo, esto, junto con un bajo peso de semilla, un sistema radicular superficial de baja densidad y una cubierta de hojas cortas y erectas, indica que la planta de cebolla es lenta en arraigarse. Esto puede ser aún más crítico en el caso de cebolla de trasplante.

Comparando la cebolla con otros cultivos, se puede determinar que ésta requiere mayores niveles de fertilización a base de NPK, para la obtención de altos rendimientos, que la mayoría de las hortalizas (Brewster, 1977).

Esta exigencia va a estar afectada por el promedio de crecimiento radicular que en términos generales es bajo, y de la superficie radicular por unidad de peso de planta que también es baja.

Esto último es particularmente importante en la determinación de los niveles críticos de P y K que aseguren mediante el proceso de difusión, una adecuada velocidad de absorción. Es por esto que las cebollas muestran mayor sensibilidad a niveles de P en el suelo . Brewster (1977).

Lefebvre (1976), al igual que los autores anteriores, separa una primera etapa del crecimiento vegetativo, donde la utilización de N es mayor que en etapas posteriores.

- Formación del bulbo

La aparición del bulbo se caracteriza por una detención del crecimiento de las hojas y una acumulación de reservas en vainas de hojas no desarrolladas (Brewster, 1977 y Lefebvre, 1976).

En este momento, el nutriente que influye más es el nitrógeno, ya que un alto nivel de éste retrasa la formación del bulbo. En cambio un alto nivel de K y P favorece la formación del bulbo, acelerando el crecimiento y maduración (Brewster, 1977). Entonces, en esta etapa, toma fundamental importancia la utilización de K ya que influye en la síntesis de reservas y no tanto así el N que interferirá con dicho proceso. (Lefebvre, 1976).

2.2.2. Características de las curvas de crecimiento y absorción de nutrientes

2.2.2.1. *Crecimiento.* Según lo visto por Haag, Home y Kinoto (1970), cultivando cebollas en un ensayo macetero, el crecimiento general de la cebolla es lento hasta los

85 días (15 días después del trasplante), intensificándose a partir de esta edad.

En cuanto a los valores de materia fresca y materia seca de hojas y bulbos, estos crecen poco hasta los 115 días, (aproximadamente el 10% del crecimiento total) y luego de esta fecha se incrementa el crecimiento y se puede observar que el peso fresco de hojas aumenta constantemente, - mientras que el peso seco de hojas no sigue esta tendencia y se estabiliza a los 160 días (Haag, Home y Kinoto, 1970).

La materia seca del bulbo crece lentamente al principio, intensificándose después de los 145 días (bulbificación) y en los últimos 30 días el aumento es del orden del 50% del peso total del bulbo (en Materia Seca). Lo anterior se puede observar en la gráfica 1. Zink (1962) realizó varias mediciones del crecimiento, en tres estaciones, entre ellas la altura y el número de hojas, que se incrementaron hasta la cosecha, sucediendo lo mismo con el peso fresco de las hojas. En cuanto al porcentaje de Materia Seca, fluctuó algo durante el crecimiento de la planta con una tendencia a decrecer, cuando la planta se aproximaba a la madurez comercial, estos porcentajes fueron bajos en el caso del cultivo de invierno.

Posteriormente, Zink (1966), confirmando los datos anteriores, indica una acentuación de la tendencia al aumento en grs/planta del peso fresco y seco hacia el final del ciclo (bulbificación a cosecha), incluso para el peso seco un alto porcentaje de aumento se logra en la etapa de senescencia, como se observó en la gráfica 2. Siguen gráficas 1 y 2.

Figura 1. Variación de la materia seca en función de la edad de la planta. (Haag, Home y Kinoto (1970))

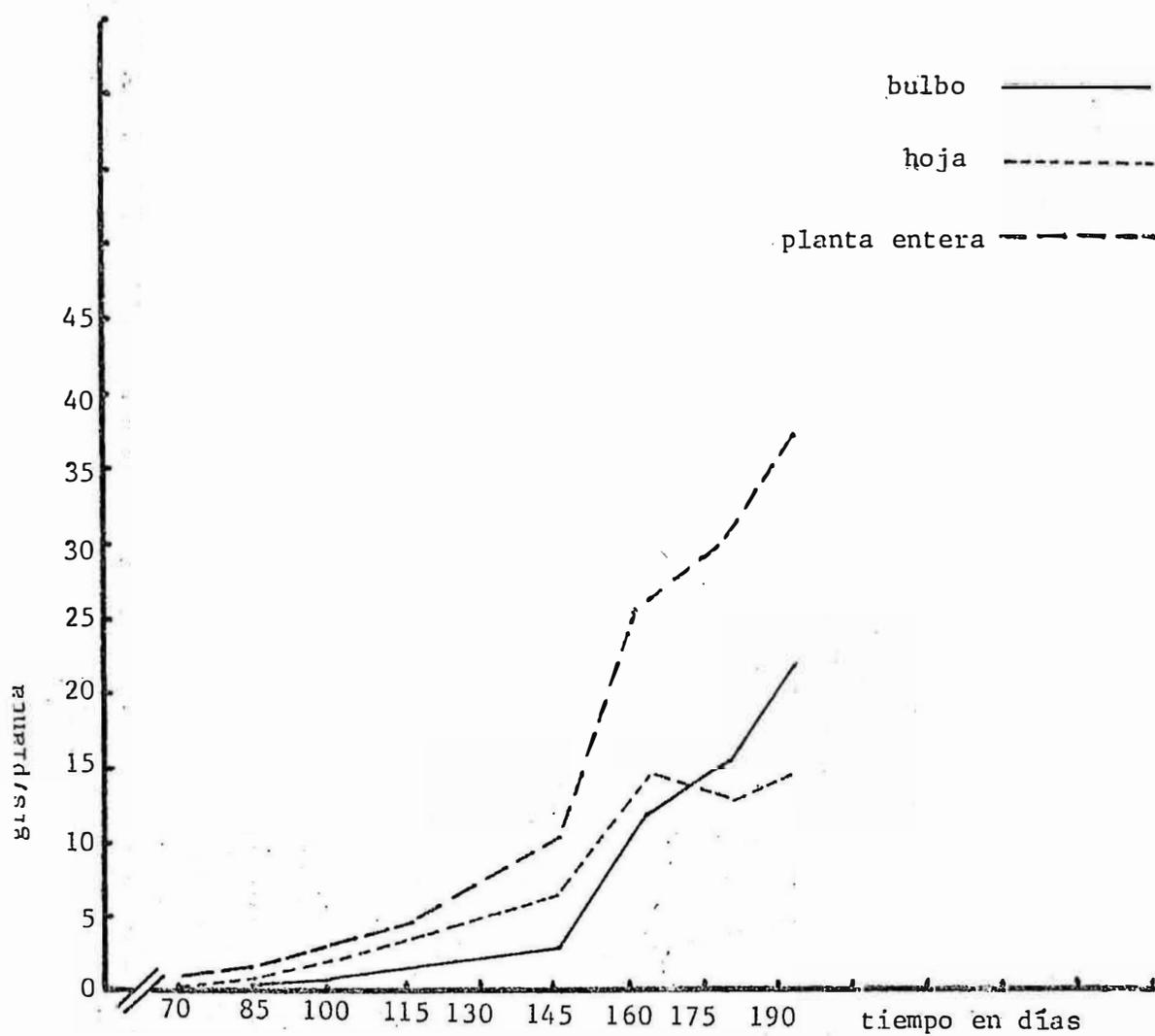


Figura 2. Curvas de crecimiento de la var. Southport
White Globe Zink (1966)

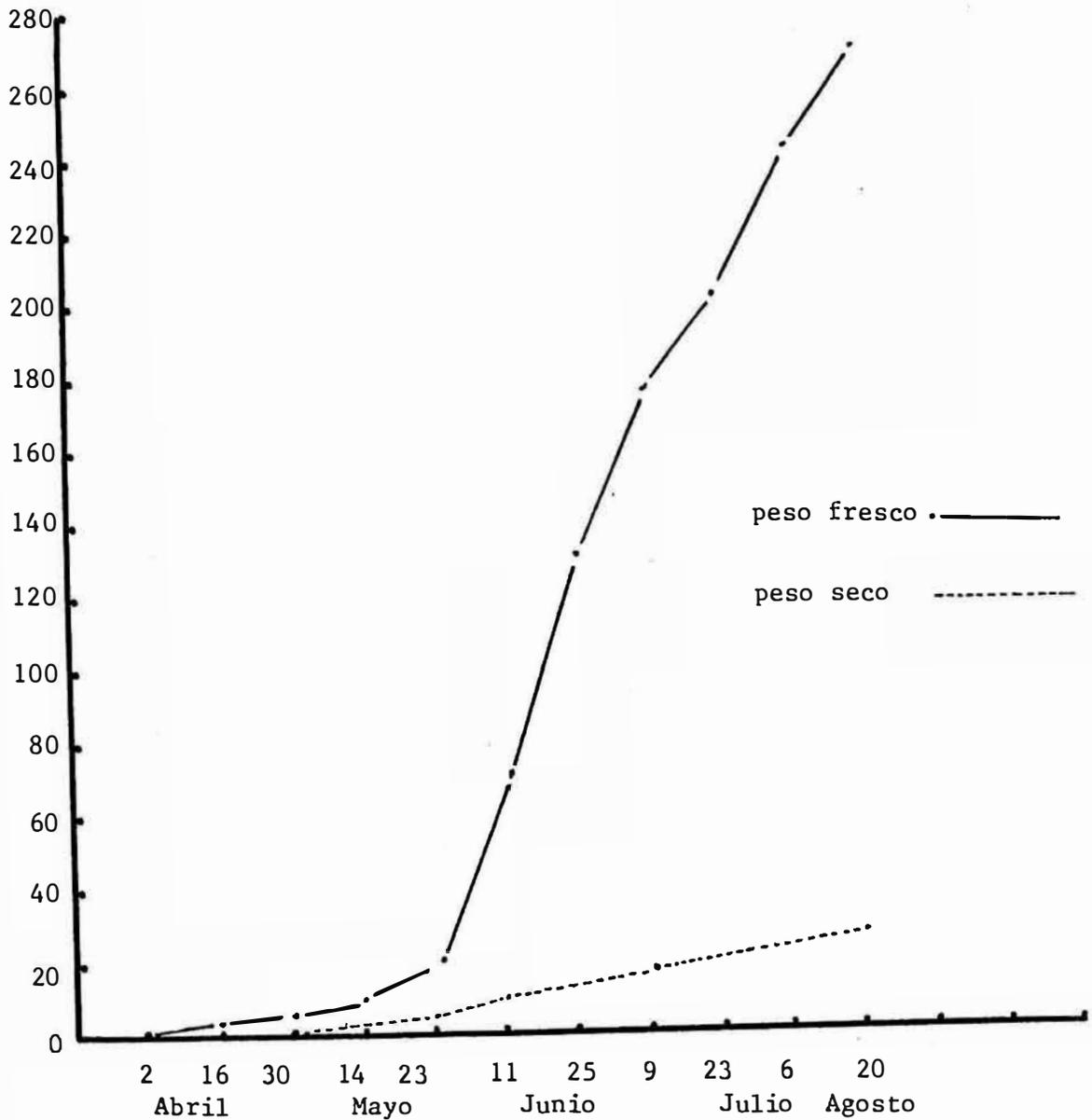
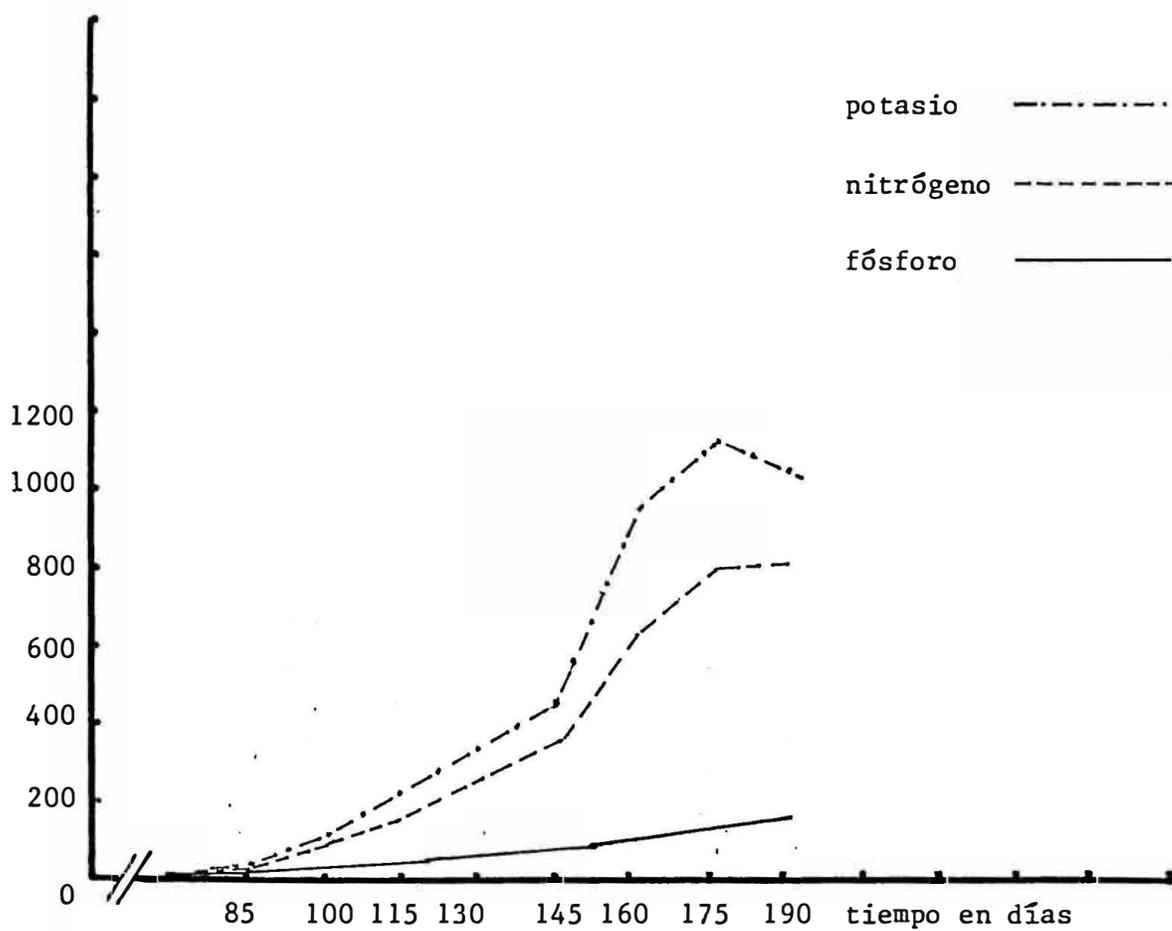


Figura 3. Curvas de absorción de macronutrientes en función de la edad de la planta Haag, Home y Kinoto (1970)



2.2.2.2. *Absorción de nutrientes.* Según Haag, Home y Kinoto (1970) la absorción de nutrientes acompaña la tendencia del crecimiento. Es decir es lenta hasta los 85 días, intensificándose después de este período, especialmente a partir de los 145 días. (Ver gráfica 3). En cambio, porcentualmente, luego de alcanzar un máximo (130 días) decrece hasta el final del ciclo, como se ve en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1. Porcentajes de los macronutrientes en base seca de acuerdo a la edad de la planta (Media de cuatro repeticiones). Haag, Home y Kinoto (1970).

Edad de la Planta	Parte de la Planta	Contenido de nutrientes, %		
		N	P	K
70	hoja	2,10	0,35	3,50
	bulbo	1,32	0,32	2,84
85	hoja	4,34	0,32	6,20
	bulbo	2,91	0,42	4,79
100	hoja	4,94	0,39	6,70
	bulbo	3,58	0,48	6,25
115	hoja	4,08	0,31	5,86
	bulbo	3,13	0,36	4,95
130	hoja	4,49	0,39	5,91
	bulbo	3,31	0,40	4,41
145	hoja	3,93	0,34	5,47
	bulbo	2,24	0,37	3,51

//sigue

Edad de la Planta	Parte de la Planta	Contenido de nutrientes, %		
		N	P	K
160	hoja	3,15	0,31	4,79
	bulbo	1,79	0,32	2,31
175	hoja	3,76	0,33	5,24
	bulbo	1,67	0,35	2,27
190	hoja	2,73	0,31	4,22
	bulbo	1,80	0,39	2,01

Estudiando la absorción de nutrientes se observa una fluctuación debida, en parte, a la medida de crecimiento y al momento de aplicación de nutrientes; sin embargo la tendencia es a decrecer los porcentajes de nutrientes en la planta, al aproximarse a la madurez, mientras que la máxima extracción global de nutrientes se produce en las últimas semanas del ciclo del cultivo. La remoción total es menor en el caso de que el cultivo sea realizado en invierno (Zink, 1962).

De la misma forma otros autores confirman esta tendencia general a decrecer los porcentajes en los tejidos de N, P y K junto con un mayor crecimiento. Esta tendencia sólo se altera con aplicaciones de fertilizantes durante el ciclo, como por ejemplo, de nitrógeno (Zink, 1966).

Por su parte Lorenz y Bartz (1968) expresan también que la tasa de extracción de nutrientes es paralela a la tasa

de crecimiento de la planta, variando para cada uno de los nutrientes. Esta tasa de extracción es influenciada por la fertilización, incrementándose cuando esta última aumenta.

De lo expresado en los trabajos anteriores se puede concluir que existe un paralelismo entre la absorción de nutrientes y el patrón de crecimiento, relación ésta importante para establecer un programa de fertilización (Zink, 1962 y Lorenz y Bartz, 1968).

2.2.3. Nutrientes extraídos

Es importante el conocimiento de los nutrientes extraídos, como una primera estimación de las necesidades globales en nutrientes (Lefebvre, 1976 y Zink, 1966).

Según Zink (1966) una hectárea con una población de 275.000 plantas y una producción de 56,1 toneladas, extrajo:

N - 159,7 kg/ha P - 28,1 kg/ha K - 143,0 kg/ha

Esta extracción se realizó en forma no uniforme durante el ciclo de crecimiento, siendo para el período que va desde la bulbificación a la cosecha:

N 68% del total de nitrógeno absorbido

P - 75% del total de fósforo absorbido

K - 47% del total de potasio absorbido

Se asumió que en este ensayo la fertilización no fue limitante y consistió en 250 kg./ha de N, 69 kg/ha de P_2O_5 , y

0 kg/ha de K_2O .

Otros autores como Haag, Homme y Kinoto (1970) indican que una cosecha de 36,7 tt/ha, producida con aproximadamente 160.000 plantas extrae:

N - 132,8 kg/ha	Ca - 15,9 kg/ha
P - 21,9 kg/ha	Mg - 17,8 kg/ha
K - 177,0 kg/ha	S - 33,8 kg/ha

Finalmente Lorenz y Bartz (1968) expresan que una cosecha de 50 tt/ha con los despojos (parte aérea) extrae:

N - 163,1 kg/ha
P - 28 kg/ha
K - 135 kg/ha

Las diferencias en las cantidades extraídas pueden surgir de alguna de las siguientes variables:

densidad de plantas; niveles de nutrientes en el suelo; cantidad de nutriente aplicado como fertilizante y, en menor escala, de diferencias varietales y en áreas de producción, las cuales se manifiestan en la producción total (Lorenz y Bartz, 1968).

2.3. RESPUESTA AL SUMINISTRO DE NUTRIENTES

Varios trabajos se han planteado a fin de estudiar la respuesta a los nutrientes principales (N, P, K) y los posibles efectos de éstos sobre crecimiento de bulbos y

parte aérea, así como su relación con los contenidos en los tejidos vegetales.

Para este fin se han propuesto parámetros de evaluación de la respuesta: rendimiento total, porcentaje de bulbos no comerciales (dobles y divididos), efecto sobre la emisión del escapo floral y distribución de tamaño.

Además, se ha llegado a medir cómo influye el suministro de N, P y K en la calidad del producto y su capacidad de conservación. Algunos de estos trabajos han mencionado el efecto de estos nutrientes por separado, mientras que otros lo han hecho considerando la acción conjunta a través de ensayos factoriales.

2.3.1. Evaluación de la respuesta a Fósforo

Según Tanaka, Nishikawa y Kawasaki (1970) existe una respuesta importante a P y al encalado en condiciones de acidez (pH). Este autor encontró importantes incrementos a la fertilización fosfatada en dos suelos ácidos. En estos suelos los óptimos fueron del orden de 372 kg de P_2O_5 /ha cuando el suelo tenía 3 ppm y 269 kg de P_2O_5 /ha con 7 ppm de P. También se realizó un ajuste de ecuaciones de respuesta al P y a la cal, siendo dos de éstas:

$$\text{Sitio 1 - 3 ppm de P } Y = 6,78 + 1,354 \text{ cal} + 0,04995 P - 0,09 \text{ cal}^2 - 0,000071 P^2 + 0,00035 \text{ cal P}$$

$$\text{Sitio 2 - 7 ppm de P } Y = 4,87 + 0,811 \text{ cal} + 0,0746 P - 0,34 \text{ cal}^2 - 0,000137 P^2 - 0,000076 \text{ cal P}$$

Datos en tt/ha

En este trabajo se midió el porcentaje de P en hoja, encontrándose un aumento del mismo con la fertilización fosfatada, ya que con 0 de P_2O_5 había 0,14% en hoja y con 400 kg. de P_2O_5 el contenido ascendía a 0,26%. Sin embargo no se encontró correlación entre estos porcentajes y el rendimiento, por insuficiente número de muestra. El efecto de la cal, además de mejorar la absorción del P, consistió en la eliminación de Aluminio intercambiable. No obstante, se encontraron deficiencias inducidas de Zn y Mn a altos niveles de cal.

Del mismo modo, Asif, Khan y Ajakaiye (1976) encontraron que el P incrementaba la materia seca de la parte aérea, pero; fundamentalmente, de bulbos y que esto iba acompañado de un aumento del porcentaje de P en tejidos.

Pero el agregado de dosis crecientes de P produjo inmovilización o entorpecimiento de la absorción de Zn en estos suelos de alto pH, alta humedad y erosionados.

También Hawthorn (1936) describe respuesta a P en suelos pobres en este elemento. Se citan aumentos del 395% en el rendimiento, por adición de P. La mayor respuesta se obtiene en las primeras dosis, hasta 240 kg. de P_2O_5 /ha.

El mismo autor señala que el mayor efecto fue debido al P, el cual, al omitirse, descendía mucho los rendimientos; no obstante, la adición conjunta de N y P incrementa aún más los rendimientos, destacando una interacción positiva entre estos dos nutrientes.

2.3.2. Evaluación de la respuesta a Nitrógeno

En cuanto al nitrógeno, también suele incrementar los ren
dimientos a dosis constantes de P y K, habiéndose encon
trado, para varios tipos de suelo, que la respuesta a N
se dá hasta dosis medias (60 kgs. de N/ha). No obstante,
el N aplicado sólo reduce los rendimientos a altas dosis,
efecto éste atenuado si es aplicado conjuntamente con P y
K (Hawthorn, 1936).

Trabajos de Riekels (1977) sobre suelos orgánicos, confir
man respuesta a N, pero con una interacción muy importan
te con la disponibilidad de agua; indicando ésto que la
respuesta a N está condicionada a la disponibilidad de
agua. Esta respuesta a N fué de mayor magnitud en el pe
so de las hojas, que en el de los bulbos.

Asimismo, el N aplicado en forma superficial y temprano
en el ciclo, se tradujo en un mayor rendimiento y precoci
dad, siempre que hubiera humedad disponible suficiente. Es
te incremento no se dió al faltar N y aumentar la humedad
disponible, debido a una posible lixiviación de N.

En estos ensayos el riego dilató la fecha de maduración y
la fertilización nitrogenada la adelantó, pero el efecto
más importante en la maduración fué el del riego. En cam
bio el N fué más importante que el riego en la posterior
conservación del producto. Este aspecto será discutido
más adelante.

En cuanto a posibles efectos tóxicos del N a grandes do
sis y en condiciones de sequía, estos se evitaron con apli

caciones frecuentes y pequeñas.

Estudiando el efecto del suelo se destacó que en suelos con alto porcentaje de materia orgánica, no se obtuvo respuesta al N, debido a una importante mineralización de N orgánico. En cambio, cuando el porcentaje de M. O. fué bajo, procesos de inmovilización microbiana aumentaron las posibilidades de respuesta. Estas fueron aún mayores con alta humedad, debido a pérdida de N y enlentecimiento de la descomposición de la M.O.

Un posible efecto del N, sobre todo cuando se aplica temprano, fué el de favorecer un mayor desarrollo del aparato foliar, lo que se tradujo luego en un mayor tamaño de bulbo (Riekels, 1977).

Otros autores han confirmado los efectos depresivos del N en sobredosis con bajos niveles de humedad. Esta depresión, se da tanto en producción de bulbos como de semillas. Por lo tanto, en condiciones de sequía o cuando no se dispone de riego, las cantidades requeridas de nutrientes pueden ser menores. (Shashas, Campbell y Nye, 1976).

2.3.3. Evaluación de la respuesta a Nitrógeno y Fósforo

Antecedentes en el país no mostraron respuesta de la cebolla a la fertilización con N, P y K (Quintela, May, Arcus, 1962). En estos ensayos, realizados en Salto, se probaron las siguientes dosis:

N - 60 kgs/ha; P - 500 kgs/ha de P_2O_5 y 500 kgs/ha de K_2O

Estas cantidades se probaron solas y en todas las combinaciones entre los tres nutrientes. No obstante no hubieron diferencias significativas entre los distintos tratamientos.

Ensayos realizados por Hassan y Ayoub (1978) sobre suelos pesados, con baja capacidad de aporte de N (1% de M.O., 0,02% de N total), mostraron consistente respuesta a N, errática respuesta a P y ninguna a K. Este autor estudió separadamente los distintos componentes del rendimiento. En cuanto a rendimiento total, se vió que el N incrementó los rendimientos en todos los años, entre 18% y 36% sobre los testigos. Estos porcentajes corresponden a 3,4 y 5,4 tt/ha respectivamente. Por su parte el P también incrementó los rendimientos entre 7 y 23% correspondiendo a 1,3 y 4,2 tt/ha respectivamente. No obstante, la respuesta a P fue en algunos años no significativa. El óptimo para P fue entonces de 45 kg de P_2O_5 /ha en suelos con 6,4 - 68,5 ppm de P total.

En cuanto al K no hubo respuesta en ningún año, ni las interacciones NPK fueron significativas; el suelo tenía 1,65 meq/100 grs. de suelo, de K intercambiable más K soluble.

Otro componente del rendimiento, según este autor, es el peso promedio de bulbo. Aquí es donde se manifiesta el efecto del N ya que los pesos promedio de bulbo son 139 grs, 162 grs. y 155 grs. para 0, 90 y 180 kgs. de N/ha respectivamente, de donde se desprende que el óptimo en este aspecto está en 90 kg. de N/ha. El P aunque en menor escala, incrementó

el tamaño en 144, 153 y 158 grs. para 0; 45 y 90 kgs. de P_2O_5 /ha respectivamente. El K no tuvo efecto.

En cuanto a porcentajes de bulbos no comerciales (bulbos dobles y divididos) se notó un incremento al aumentar los niveles de N y P; esto se asoció a un mayor tamaño de bulbo.

Otro efecto es sobre la emisión del escapo floral de la cebolla en la maduración, la cual se redujo significativamente con los incrementos de N y P. Aquí sí se notó un efecto negativo del K incrementando dicho proceso, significativamente.

Hassan y Ayoub (1978) citan datos de análisis de hojas, encontrando para N un incremento de 2,32 a 3,16 y 3,24% de N en tejido para aplicaciones de 0; 90; 180 kgs de N/ha. El P foliar también se incrementó desde 0,164% a 0,220 % con la fertilización fosfatada. Esta última también tiene un efecto sobre el contenido foliar de N. El efecto del K no es claro y su adición parece deprimir el contenido foliar de N y K.

De la misma forma Hawthorn (1936) realiza la descomposición del rendimiento total de manera semejante a Hassan y Ayoub (1978). Considera también el factor precocidad además de los otros componentes. Es decir, que una vez que se dieron las condiciones ambientales para empezar a bulbificar (longitud del día, temperatura), otros factores, tales como la disponibilidad de nutrientes, comienzan a actuar. De esta manera, las plantas fertilizadas equilibradamente, se encuentran en un mejor status nutritivo

en ese momento. Con esto se logra cierta precocidad al cerrar las cebollas el ciclo anterior.

En cuanto al tamaño, este autor considera la existencia de cuatro categorías. La más importante comercialmente, es la llamada U.S. No. 1 (tamaño medio). Dicho tamaño se incrementa con la fertilización nitrogenada y fosfatada encontrándose, además, un efecto año en cuanto a la respuesta a N.

En cuanto a la conservación, ésta es menor con grandes aplicaciones de fertilizante, fundamentalmente de N. Este efecto parece deberse al crecimiento suculento que provoca este nutriente, disminuyendo así la capacidad de almacenaje. En cambio el P y K no tuvieron efectos en este aspecto (Hawthorn, 1936).

2.4.' MANEJO DE LA FERTILIZACION

Zink (1962, 1966), Jones y Mann (1963), Lefebre (1976), Lorenz y Bartz (1968), destacan la importancia del uso integrado de los datos de análisis de suelo y manejo anterior en cada área de producción, esto, a su vez, debe complementarse con la cantidad de nutrientes extraídos y con las distintas modalidades de las curvas de absorción de nutrientes y crecimiento.

La consideración conjunta de estos factores y otros, como ser: tipo de suelo, potenciales de producción, población utilizada, factores climáticos y ambientales, permitirán el ajuste final de un programa racional de fertilización.

Como se verá a continuación, para el ajuste de dosis los distintos autores considerarán estos factores en forma diferente.

2.4.1. Recomendación de dosis

Lefebvre (1976) define dos etapas para orientar la fertilización, siendo las mismas "período de crecimiento vegetativo" y "período de formación de reservas glucídicas".

En la primera etapa considerada, sugiere la acentuación del suministro, fundamentalmente de N, mientras que las cantidades requeridas de P y K son menores. En cambio en la segunda etapa esto se invierte y aumenta la utilización de K y P y disminuye la necesidad del N que actúa de una forma algo antagónica con el K como se ha visto, no obstante dada la dinámica de estos nutrientes (P y K) se hace imprescindible adicionarlos en la preparación de la tierra.

Considerando lo anterior, propone el siguiente programa orientativo, a ajustar para cada condición de suelo:

- en la preparación del suelo, 60 unidades de N/ha (sulfato de amonio); 150-200 unidades de P_2O_5 /ha (superfosfato u otra fuente soluble) y 150 - 200 unidades de K_2O /ha.
- posteriormente en el curso de la vegetación, en el estado de 2 - 3 hojas, aproximadamente al mes del trasplante, una segunda aplicación de 100-150 unidades de N/ha.

- Si se aplicara riego puede ser necesario hacer otro aporte de N un mes después del anterior.

Otros autores, como Riekels (1977), proponen orientar la fertilización nitrogenada en base al riego, dada la gran interacción existente entre utilización de N y humedad del suelo, como ya se ha visto. Es así que, además de aplicaciones básicas (dependiendo del porcentaje de M.O.) recomienda aplicaciones de N de 6 kgs/ha/10 cms. de riego (o lluvia) o 11 kg/ha/20 cm. de agua. De lo visto se deduce que los efectos de una alta humedad del suelo sobre disponibilidad de N (lavado o denitrificación) se contrarrestan con nuevas aplicaciones.

Riekels (1977) encontró que la mejor época de aplicación de N es tempranamente en el ciclo, es decir, entre un mes y un mes y medio después de la siembra. Con esto se logra un buen desarrollo vegetativo, previo a la bulbificación y esto se traduce en cierto adelanto de la madurez.

Hawthorn (1938) fundamenta la fertilización dividiendo por manejo anterior en campo nuevo y campo viejo. En campo nuevo la fertilización se orienta hacia el P y en segundo término al N, pudiéndose adicionar tentativamente 50 - 60 unidades de N/ha y 150-180 unidades de P_2O_5 . También considera el agregado de K. En campos nuevos se encontró también buen resultado usando solamente P como superfosfato. Lo mismo fué válido cuando la cebolla seguía a un abono verde.

En condiciones de campo viejo, sin fertilización previa, fueron adecuadas las mismas cantidades que en el caso an

terior; en caso contrario considera agregar 40 - 60 unidades de N/ha y 120 - 150 unidades de P/ha. Cuando se fertilizó previamente con K, no fué necesario incluirlo más adelante.

En cuanto a la época de aplicación, no se encuentra respuesta al fraccionamiento de N obteniendo los mejores resultados cuando se aplicó todo el N en la plantación (Hawthorn, 1936). En condiciones de riego esta situación puede alterarse y pueden ser necesarias aplicaciones adicionales de N. Como conclusión este autor encuentra que una fertilización de 40 - 60 kgs. de N/ha y 80 - 120 kgs. de P_2O_5 /ha fué óptima en un amplio rango de situaciones de suelo.

Jones y Mahn (1963) y Lorenz y Bartz (1968) consideran otros factores que deben ser tenidos en cuenta para ajustar las dosis. Ellos indican que en suelos alcalinos o mal drenados con poder fijador de P deben incrementarse las dosis de este nutriente.

La existencia de condiciones ambientales frías llevan a una misma conclusión. Estos factores son importantes sobre todo para el caso de la cebolla dado su escaso desarrollo radicular y la baja recuperación de P, que se sitúa entre 12 y 18% (Lorenz y Bartz, 1968).

2.4.2. Epoca de aplicación

En cuanto a la época de aplicación, ya se han citado trabajos de Hawthorn (1936); Riekels (1977) y Lefebvre (1976), que llegan a conclusiones un tanto divergentes. Otros au

tores, como Haag, Homme y Kinoto (1970), recomiendan a su vez un fraccionamiento de N, aplicado en cobertura, a los 35 días después del trasplante, cuando la cebolla aumenta la absorción. Una segunda aplicación también fué eficiente a los 50 días del trasplante, pudiendo ésta retrasarse un mes más, cuando la cebolla extrae nutrientes con mayor intensidad (bulbificación).

Por su parte Jones y Mann (1963) indican que P y K deben ser aplicados en la plantación o antes de la misma, mientras que la aplicación de N puede dilatarse en el tiempo e incluso coincidir con las aplicaciones de riego.

Lorenz y Bartz (1968) consideran posible un aplazamiento de la aplicación de N, dependiendo de las posibilidades de pérdida en ciertos tipos de suelos.

2.4.3. Ubicación del fertilizante

Jones y Mann (1963) citando a Lorenz indican que los mejores resultados se encontraron ubicando el fertilizante en una banda, en el momento del trasplante, 7 a 8 cms. de bajo de cada fila.

Lorenz y Bartz (1968) proporcionan valores similares y para cultivos en caballetes los mejores resultados se dieron aplicando el fertilizante 5 a 8 cms. debajo de la fila y 5 a 8 cms. al costado.

Esto es particularmente importante, teniendo en cuenta la profundidad efectiva de las raíces de la cebolla, que es promedialmente de 25 cms.

En un ensayo realizado por Hawthorn (1938), donde se es tudiaron varios aspectos de manejo, la ubicación tuvo un efecto importante y la óptima encontrada fué en una banda ubicada debajo de la planta a 10 cms. de profundi dad. Esto produjo un aumento de 17% sobre las parcelas fertilizadas al voleo.

En un trabajo realizado por Mulkey , Albach y Dainello (1979), sobre un Aridic calciustoll, se encontró que el máximo rendimiento se obtuvo cuando el P se ubicó directamente debajo de la línea a 2,5 - 7,5 cms.

2.4.4. Fuentes de nutrientes

2.4.4.1. Fuentes de nitrógeno. El sulfato de NH_4 y el Nitrato de Na fueron, de las fuentes de nitrógeno estu diadas en primer término, las que mostraron el mejor comportamiento. Por el contrario, otras fuentes como cia namida cálcica, deprimieron el rendimiento (Hawthorn, 1936). De aquí se desprende la ventaja de fuentes rápi damente disponibles, tanto sean amoniacales o nítricas, que muestran superioridad frente a fuentes lentas de ni trógeno.

En trabajos posteriores Lorenz, Bishop y Wright (1955), encontraron también que el mejor material nitrogenado era el sulfato de amonio, aplicado en el suelo a 10 cms. debajo de la fila. Otros materiales como amonio líqui do, inyectado en el suelo, mostraron severos efectos tó xicos. Estos efectos se atenuaban aplicando el amonio a mayor distancia de la planta y dilatando la aplicación hasta el establecimiento definitivo del cultivo.

Cuando se aplicaron las distintas fuentes (ácido nítrico, amonio acuoso, urea, nitrato de calcio y sulfato de amonio) en el agua de riego, se obtuvieron bajos rendimientos.

2.4.4.2. *Fuentes de fósforo.* Estos últimos autores también indican que, en cuanto a las fuentes de fósforo, la que mostraba mayor eficiencia era el superfosfato ubicado debajo de la fila.

Iguales resultados se obtuvieron con ácido fosfórico inyectado en ese lugar. Cuando se aplicó este último material en el agua de riego, disminuyeron los rendimientos, comparado con las otras ubicaciones.

Como se ve, fuentes como superfosfato o fosfato de amonio que aporta fósforo en forma soluble, serían las fuentes más indicadas, dadas las características fisiológicas del ciclo de la cebolla (Mallarino, Casanova y Zamalvide, 1979).

2.5. OTROS FACTORES QUE MODIFICAN LA RESPUESTA

2.5.1. Abonos verdes

El uso de abonos verdes es una práctica de manejo frecuentemente utilizada en explotaciones de carácter hortícola.

Según Russell (1964) esta práctica puede tener varios efectos sobre el suelo: puede estabilizar o aumentar el contenido de M.O. o de N asimilable, puede reducir pérdidas de N mineral por lavado y puede concentrar elementos nutritivos. No obstante estos efectos son de magnitud variable, incluso pueden no existir.

El contenido de M.O. aumentará cuanto más "duros" sean los restos o cuanto más demoren en descomponerse. En tanto, el N asimilable aumentará sólo si se agregan restos jóvenes fácilmente descomponibles. Por lo cual se puede afirmar que los efectos del abono verde dependerán del estado de madurez con que se entierran los restos vegetales. Esto a su vez está dependiendo, según Allison - citado por Russell (1964) de la proporción de carbono, la cual se incrementa hacia el final del ciclo.

De los dos objetivos principales del abono verde: aumentar la M.O. y aumentar el contenido de N disponible, el más lo grable es este último. Lo que sí se ha constatado es que el uso contínuo de abono verde disminuyó la pérdida de hu mus del suelo que se produce en cultivos contínuos.

En cuanto a la especie utilizada como abono verde, debe cumplir varios requisitos: adaptarse al clima invernal, te ner carácter secundario, no competir por el agua, etc. Mien tras que el cultivo subsiguiente, se verá beneficiado por el N liberado por la descomposición, sólo si tiene una ta sa de absorción suficientemente alta para no dejar lavar los nitratos. Esto lleva a adelantar la fecha de siembra del cultivo principal, lo que debe balancearse con cierto retraso necesario para permitir que se dé una buena descom posición. El abono verde es relativamente ineficaz por dos razones: en primer lugar, los tejidos jóvenes se descompo nen más rápidamente, dejando pocos residuos; pero existe un efecto adicional, pues añadiendo a un suelo un material fácilmente descomponible, se estimulan tanto los microorga

nismos de éste, que no solamente atacan los materiales fácilmente descomponibles, sino que también descomponen en el proceso, parte de la materia orgánica más resistente del suelo.

Los abonos verdes pueden conferir otros beneficios al terreno; desarrollándose en épocas húmedas, fuera de estación, reducen las pérdidas de N por lavado y de otros elementos nutritivos, pueden utilizar mejor que la cosecha principal formas poco asimilables de fosfatos y zinc, posibilitando, de esta manera, la utilización posterior de los mismos.

En suelos pesados, el agregado de material vegetal no descompuesto, tiende a producir una "soltura" en la capa arable y de esta manera influir en las propiedades físicas.

Todos estos beneficios se dan, fundamentalmente, cuando se entierran los restos vegetales y no cuando se les deja en superficie.

2.5.2. Disponibilidad de agua

Ya se han visto algunos de los efectos de la disponibilidad de agua, sobre la utilización de ciertos nutrientes, como el N, Riekels (1977); aparte de estos efectos, el agua influye directamente sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de cebolla. La cebolla parece poseer escasa capacidad de disminuir el potencial osmótico del tejido de la hoja, a efectos de compensar la escasez de agua (Brewster, 1968). Derivado de esto es que

se produce muy rápidamente el cierre de los estomas con la consiguiente disminución de la transpiración y como consecuencia, una detención de la fotosíntesis.

Esto se agudiza por el hecho de que la cebolla extrae agua solamente de los primeros 50 cms. de suelo, dado su pobre desarrollo radicular, provocando que un pequeño descenso de la disponibilidad de agua en el suelo, afecte más o menos rápidamente a la planta, dando lugar a una respuesta al riego en condiciones de relativamente alta humedad.

Bajo estos supuestos es posible establecer un "período crítico" de necesidad de agua, que coincide con el comienzo de la bulbificación. Si faltara agua en este período, se verá afectado el rendimiento, incluso a través del número de plantas.

Estos efectos se darán a través de un menor crecimiento y detención de la emisión de hojas, así como también determinando la duración del ciclo (Cavagnaro, 1972). De esta forma Brewster(1977) encontró que el riego aumentaba la formación de bulbos y que retrasaba la maduración, planteando dos posibles mecanismos: uno sería el promover una prolongación del ciclo del cultivo y otro sería aumentando los promedios de crecimiento.

Contrariamente Cavagnaro (1972) encontró que el riego aceleraba los signos de senescencia en aproximadamente un mes, mientras que las plantas bajo secano continuaban su ciclo, lo que daría más importancia al mayor promedio de crecimiento de las plantas regadas, que son las que rin

den más.

Estas plantas regadas mostraban un aumento contínuo de su peso fresco, hasta el final del ciclo y cierta disminución de su peso seco al terminar el cultivo.

Un efecto en parte contrario es citado por Brewster (1977), que indica que la calidad del producto puede verse algo deteriorada bajo condiciones de alto suministro de agua.

2.5.3. Densidad de plantas

Los efectos de la densidad de plantas (número de plantas por hectárea), son muy importantes por dos razones: por un lado determinan en parte los rendimientos finales y la distribución de tamaños, por otro lado interactúa con la fertilidad del suelo y el suministro de nutrientes, influyendo en el ajuste de dosis.

El espaciamiento apropiado para la cebolla depende de la fertilidad del suelo, del sistema de riego, de la variedad y de la tecnología disponible (Cáceres, 1980). En cuanto a los efectos de la densidad sobre el rendimiento y tamaño obtendí, trabajos de Brewster y Salter (1980), en cultivares de invierno, señalan un incremento lineal en los rendimientos, con un aumento de la densidad desde 43 a 129 plantas/m². Estas densidades no afectaron el florecimiento, el cual era influído por la fecha de siembra. Del mismo modo, la variabilidad en el tamaño se explicó más por la fecha de maduración que por la densidad.

También Hatridge, Esh y Bennett señalan que los rendimientos se relacionaron positivamente con variaciones en la densidad desde 7 - 100 plantas/m². Además, en este trabajo, la densidad afecta la fecha de madurez (un aumento de densidad la adelanta) y reduce el tamaño de bulbos, incrementando las categorías de menor tamaño.

Otros trabajos hacen referencia a un máximo de rendimiento asociado a una densidad máxima, por encima de la cual el rendimiento decrece (Bleasdale, 1966).

No obstante este máximo rendimiento, con la densidad óptima va asociado a un pequeño tamaño de bulbo, que no es comercialmente el deseado. Por otro lado, algunas variedades no mostraron los tamaños de bulbo más grandes, a bajas densidades. Finalmente Bleasdale (1966) cita que a una densidad dada, se logró incrementar el rendimiento, al disminuir la distancia entre filas, y aumentándola en la fila, obteniendo de esta forma aumentos del 10 - 30% con una población de 78 plantas/m².

Frappel (1973) estudió también el efecto de la densidad sobre el rendimiento y el tamaño, encontrando que en todas las densidades había un rango de tamaño de bulbo, y cuando éstase incrementaban habría un progresivo traslado del tamaño modal hacia las pequeñas categorías, encontrán dose las poblaciones óptimas por encima de 65 plantas/m².

Dentro de los antecedentes nacionales, Maeso y Villamil (1980) indican que al aumentar la población reduciendo la distancia en la fila de 12 a 8 o 6 cms. se logra incremen

tar los rendimientos en alrededor de 9,5 toneladas para la variedad Sintética 1. Las densidades respectivas para 8 y 6 cms. de separación en la fila consistieron en 416.666 y 312.500 plantas/ha respectivamente. Por otro lado el manejo de las distancias en la fila (siendo la distancia entre filas constante e igual a 40 cms), produce un cambio en la distribución de tamaños, encontrados para los años 1974-75 y 1976-77 un aumento en la categoría comercial (5 a 7.5 cms. de diámetro mayor) y un adecuado peso que osciló entre 150 y 200 grs/bulbo. No obstante lo discutido, estos autores encontraron un efecto año que anuló el efecto de las diferentes distancias y poblaciones sobre el tamaño.

También García indica según resultados de ensayos no publicados, poblaciones óptimas de 30 - 40 plantas/m² que coincide bastante con 28 plantas/m² citados por Cappeletti (com. pers.)

De lo expuesto en los trabajos anteriores, surge claro la posibilidad de uso de la densidad y distribución en el espacio, como factor manejable de la producción, para la obtención de rendimientos y distribución de tamaños óptimos. Dada la relación de estos factores con el suministro de nutrientes deben ser tenidas en cuenta las distintas densidades para un ajuste racional de la fertilización, como en otros cultivos.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. SUELOS UTILIZADOS

Se utilizaron tres suelos que diferían en sus propiedades químicas y físicas y en su manejo anterior, en cada uno de ellos se instaló un ensayo.

3.1.1. Ensayo 1

Le correspondió un suelo que se clasifica como Brunosol subéutrico lúvico (L) (DSF), cuya descripción es la si guiente:

- | | |
|----------------------|--|
| 0 - 10 cms.
A11 | Pardo grisáceo, muy oscuro (10 YR 3/2), franco arcillo limoso liviano; bloques <u>sub</u> angulares finos, <u>moteados</u> ; transición <u>gra</u> dual. |
| 10 - 20 cms.
A12 | Pardo grisáceo, muy oscuro (10 YR 3/2) franco arcillo limoso; bloques <u>sub</u> angulares medios moderados a débiles; transición clara. |
| 20 - 37 cms.
B21t | Gris muy oscuro a negro (10 YR 2,5/1), con <u>moteado pardo oscuro (10 YR 3/3)</u> , común, <u>pequeño, tenue</u> , arcillo limoso; bloques <u>sub</u> angulares medios y gruesos moderados a fuertes; películas de arcilla <u>contínuas</u> medias; transición gradual. |

- 37 - 52 cms. B22t Gris muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/1,5) con moteado pardo oscuro (7,5 YR 3/2) común, mediano, tenue; arcillo limoso; bloques subangulares medios y gruesos fuertes; películas de arcilla con tñuas medias; transición gradual.
- 52 - 80 cms. B3 Pardo oscuro (7,5 YR 3,5/2) y pardo grisáceo a gris muy oscuro (10 YR 3/1,5); arcillo limoso, bloques subangulares medios, moderados; películas de arcilla discontinuas y algunas caras de deslizamiento.

Las propiedades químicas más importantes de los horizontes superficiales se presentan en el cuadro siguiente:

<i>Profundidad</i>	<i>pH (H₂O)</i>	<i>M.O. %</i>	<i>P ppm</i>	<i>K meq.</i>
0 - 20 cms.	5,6	3,2	7,3	0,85
20 40 cms.	6,0	2,6	3,1	0,83

Las propiedades físicas observadas en este suelo son las siguientes:

<i>Prof. cms.</i>	<i>Dens. ap.</i>	<i>Porosidad total</i>	<i>Microporosidad %</i>	<i>Macroporosidad %</i>
15	1,27	50,00	39,67	10,33
30	1,42	46,10	42,67	3,43
45	1,48	44,06	41,88	2,18
60	1,50	43,41	40,81	2,60

Manejo anterior: chacra de 3 años, luego de pradera, barbecho en otoño.

3.1.2. Ensayo 2

Fue ubicado sobre un suelo que se clasifica como Brunosol subéutrico típico (L) (DSF). Sus propiedades químicas son:

<u>Profundidad</u>	<u>pH (H₂O)</u>	<u>M.O. %</u>	<u>P ppm</u>	<u>K meq</u>
0 - 20 cms.	5,6	3,5	9,5	0,74
20 - 40 cms.	5,6	2,5	2,0	0,68

El manejo anterior correspondió a una chacra de 2 años, barbecho en otoño, con 100 unidades de P₂O₅ como superfosfato en polvo en Marzo (mezclado con el suelo), a fin de provocar una variación del nivel inicial de ese nutriente.

3.1.3. Ensayo 3

Fue utilizado un suelo que se clasifica también como Brunosol subéutrico/éutrico típico, con las mismas características del suelo anterior.

Las propiedades químicas de este suelo se describen a continuación

<u>Profundidad</u>	<u>pH</u>	<u>M.O. %</u>	<u>P ppm</u>	<u>K meq</u>
0 - 20 cms.	5,5	3,8	16	0,83
20 - 40 cms.	5,4	3,2	3,3	0,53

El manejo anterior consistió en chacra de 2 años, luego de pradera, avena como abono verde, sembrada en otoño (15/3/78), con 100 unidades de nitrógeno y 200 unidades de P_2O_5 como superfosfato en polvo. Esta avena fué cortada y picada el 4/8/78, se incorporaron dichos restos, primeramente en forma superficial (10 cms.) y posteriormente a mayor profundidad con una arada.

Este abono verde rindió 31.000 kgs. de materia verde por ha., correspondiéndole 8.370 kgs/ha de M.S., con un porcentaje de N de 2,4% de esta forma la cantidad de nitrógeno incorporado al suelo fue de aproximadamente 200 kgs/ha.

3.2. PREPARACION E INSTALACION DE LOS ENSAYOS

3.2.1. Siembra de almácigo

Semillas de la variedad Sintética N° 1 fueron sembradas en canteros de 1 metro de ancho, en líneas distanciadas a 10 cms., con una densidad de 150 semillas por líneas (obteniendo de esta forma una población de 100 plántulas promedio por fila).

En la preparación del almácigo se incorporó abono orgánico y 200 grs. de superfosfato por metro cuadrado (400 unidades/ha de P_2O_5). La fecha de siembra de almácigo para el ensayo 1 fué el 23/5/78, mientras que para los ensayos 2 y 3, fué el 20/7/78.

Durante la etapa de almácigo se realizó un control manual de malezas y todos los tratamientos fitosanitarios y riegos necesarios.

3.2.2. Trasplante

Los plantiles fueron trasplantados a su lugar definitivo en el campo, el 7/9/78 para el ensayo 1 (a los 107 días de sembrados), y para los ensayos 2 y 3 el 18/10/78 (90 días de sembrados).

3.3. DISEÑO ESTADÍSTICO

3.3.1. Diseño

En los 3 ensayos se empleó un factorial completo de 4 dosis de N y 4 dosis de P en bloques con parcelas al azar, con 3 repeticiones en el ensayo 1 y 2 en los ensayos 2 y 3.

Las 4 dosis de N fueron 0, 30, 60 y 90 kgs. de nitrógeno /ha. (N_0 , N_1 , N_2 y N_3 respectivamente), y las dosis de fósforo: 0, 40, 80 y 120 kgs. de P_2O_5 /ha. (P_0 , P_1 , P_2 y P_3 respectivamente).

3.3.2. Tamaño de parcelas y población

Las parcelas fueron de 2 mts. por 3 mts. Cada una de ellas consistió de 5 filas separadas 0,40 mts. En las mismas se ubicaron los plantiles cada 0,10 mts., obteniéndose de esta forma una población equivalente a 250.000 plantas/ha.

3.4. MANEJO DE LA FERTILIZACION Y DEL CULTIVO

En los tres ensayos el fertilizante fué aplicado en cada una de las parcelas (tratamientos) previo al trasplante, en forma manual, ubicándolo debajo de la fila, a una profundidad promedio de 10 cms. y tapándolo seguidamente.

Como fuente de los nutrientes se utilizaron Urea y Super fosfato común. Inmediatamente después del trasplante, se aplicó un riego a fin de asegurar la implantación.

Transcurridos los primeros 20 días de esta etapa se procedió al control de malezas, aplicando Afalon 50 PM (Li nurón), a razón de 1,2 kgs. por hectárea de producto co mercial.

En el ensayo 1, a causa de un mal cubrimiento del herbi cida, se requirió un control manual de malezas.

En forma periódica se hicieron aplicaciones de fitosani tarios.

3.5. MUESTREOS

3.5.1. Muestreo de suelo

En todos los ensayos se muestrearon previo a la fertili zación, todos los bloques por separado, extrayendo mues tras compuestas de 2 profundidades (0 a 20 y 20 a 40 cm), las que fueron llevadas al laboratorio y secadas a estu fa (60°C), molidas y pasadas por tamiz de 2 mm.

Sobre la fracción inferior de 2 mm. se realizaron los distintos análisis químicos: % M.O., pH, P ppm, K meq./100 grs. de suelo.

3.5.2. Muestreo de plantas

El muestreo de plantas persiguió dos objetivos básicos, primero establecer el estado nutricional del cultivo, para determinar niveles críticos de N.P.K (análisis foliar) y en segundo lugar muestreos para estudiar la evolución del peso fresco, peso seco y nutrientes absorbidos durante el ciclo.

3.5.2.1. *Muestreo para análisis foliar.* A este fin se definió un momento, a mediados del ciclo, que coincide con el inicio de la bulbificación (11a. semana, a partir del trasplante), seleccionándose 9 tratamientos, extrayendo de cada uno de ellos 10 hojas nuevas, totalmente desarrolladas, de las 3 filas centrales de cada tratamiento. Posteriormente estas muestras se secaron a estufa a 60°C y se determinó el contenido total de NPK para ser correlacionado con los rendimientos y de esta forma intentar estimar niveles críticos.

3.5.2.2. *Muestreo de crecimiento.* Para este muestreo en cada uno de los 3 ensayos se instalaron 4 parcelas de observación con 2 repeticiones.

En las mismas se dispuso un factorial con 2 dosis de nitrógeno (0 y 60 kgs. de N/ha y 0 y 120 kgs. de P_2O_5 / ha recibiendo el mismo manejo que el ensayo correspondiente.

En estas parcelas se realizaron muestreos periódicamente, extrayendo 12 plantas representativas del tratamiento, de las filas centrales. De estas plantas se obtenía el peso fresco total, peso fresco de la parte aérea y bulbo separadamente; luego se secaba una submuestra a 60°C, determinándose de esta forma el contenido de materia seca de todas las partes. A partir de este material seco también se realizó la determinación del contenido total de NPK.

Efectuándose además, las siguientes mediciones:

- a) diámetro del cuello
- b) diámetro mayor del bulbo

Todas estas medidas posibilitaron la obtención de curvas de acumulación de M.S. y absorción de nutrientes, como así también el estudio de la variación del "Indice de Bulbificación", en los distintos tratamientos.

3.6. COSECHA

3.6.1. Metodología

En los tres ensayos se procedió a cosechar teniendo en cuenta como índice de cosecha el grado de senescencia de las hojas.

Efectuando en primer lugar la marcación del área a cosechar, dicha operación se realizó a nivel de parcela. Dentro de cada una de ellas no se tomaron en cuenta las 2

líneas exteriores (bordes) al igual que las cabeceras, en las cuales se despreció en términos generales 0,50 mts. Los metros lineales cosechados variaron de parcela a parcela, según el nivel de supervivencia de plantas en las líneas y el grado de enmalezamiento; de esta forma las áreas cosechadas eran las que mostraban mayor homogeneidad.

La cosecha se llevó a cabo manualmente. Siendo las fechas de cosecha las siguientes:

ensayo 1 - 18/1/79, ensayo 2 - 14/2/79 ensayo 3-14/2/79

3.6.2. Mediciones

Una vez cosechados los ensayos se procedió a "decolar" las cebollas y se pesaron separadamente los bulbos y los restos aéreos. Tomando en cuenta por un lado el peso y los metros lineales cosechados en cada tratamiento y por otro los metros lineales correspondientes a una hectárea, con la misma distancia de plantación, se calcularon los rendimientos en toneladas por hectárea. De cada tratamiento se contaron también las cebollas cosechadas para estimar la población correspondiente.

Posteriormente se realizó un submuestreo para determinar el porcentaje de M.S. y extracción total de nutrientes.

Por último se realizó la medición del diámetro mayor de los bulbos de cada tratamiento, agrupando los valores en las siguientes categorías por tamaño, según (DUMA):

- 1 - menor a 50 mm
- 2 - entre 50 y 70 mm
- 3 - mayor a 70 mm.

3.7. CONSERVACION

Luego de la cosecha y sus respectivas mediciones, se comenzó un ensayo de conservación, para lo cual se trabajó con los bulbos cosechados del ensayo 2. Se tomaron 8 tratamientos consistentes en un factorial de 4 dosis de N por 2 dosis de P (alto y bajo), juntando para tal fin todas las parcelas de ambos bloques.

Los parámetros utilizados fueron:

- a) grado de inmadurez en la cosecha.
- b) número y porcentaje de bulbos sanos.
- c) número y porcentaje de bulbos podridos.
- d) número y porcentaje de bulbos brotados.

Las cebollas se guardaron fuera de cámara, en lugar fresco, en condiciones de oscuridad.

Las distintas mediciones (b,c y d) se realizaron a los 81 y 160 días de la cosecha.

3.8. ANALISIS QUIMICO

3.8.1. Análisis de suelo

Sobre las muestras de suelo secadas y molidas se realizaron las siguientes determinaciones:

% de materia orgánica

Se utilizó el método basado en la determinación del carbono orgánico, por vía húmeda y sin aporte de calor exterior, o método de Walkley y Black (Allison, 1965).

pH

Se utilizó el método potenciométrico, en agua destilada; la relación suelo-agua empleada fué 1:2,5. (Jackson, 1970)

Fósforo ppm

Se determinó fotocolorimétricamente a través del método del Molibdo fosfórico. La solución extractiva fué la de Bray N° 1.

Usándose una longitud de onda de 660 m μ (Bray y Kurtz, 1945).

Los datos se expresaron en ppm al multiplicar la lectura por un factor estándar.

Potasio intercambiable meq/100 grs.

Se determinó por fotometría de llama. La extracción se realizó con acetato de amonio 1N a pH 7. Los datos se obtuvieron directamente en meq por 100 grs., luego de calibrar el aparato con soluciones estándar. (Pratt 1965).

3.8.2. Análisis de plantas

Los análisis fueron hechos sobre el material secado en estufa y molido; las distintas determinaciones de NPK se rea

lizaron posteriormente a la digestión de la materia vegetal con ácido sulfúrico concentrado (a 300°C) y peróxido de hidrógeno, según técnica empleada por el Laboratorio de la Cátedra de Suelos.

Sobre el producto de dicha digestión se realizó la determinación de N a través de una destilación del amonio y posterior recuperación en ácido bórico (Kjeldahl).

La determinación del P se realizó colorimétricamente (lectura 660 mμ) a través del azul Sulfo Molíbdico reducido, mediante Cloruro Estagnoso.

Finalmente el K se determinó directamente mediante fotómetro de llama, utilizando una curva de calibración.

3.9. ANALISIS ESTADISTICOS

Sobre los rendimientos de todas las parcelas (de los tres ensayos), expresados en tt/ha., se realizó un análisis de varianza, según Pimentel Gómez (1978).

No siendo homogéneo el número de plantas en los distintos tratamientos, se procedió a realizar un análisis de covarianza, entre el rendimiento y número de plantas por ha, según Panse y Sukharme (1959). Finalmente, con los rendimientos se ajustaron regresiones en aquellos ensayos que mostraron respuesta.

Con los datos de tamaño se determinó el porcentaje de cada una de las categorías de los diferentes tratamientos.

Para cada una de las categorías se realizaron análisis de varianza, y se estudiaron las tendencias.

Por último se analizaron estadísticamente los contenidos de N, P y K en las hojas escogidas para análisis foliar mediante un análisis de varianza.

También se correlacionaron los porcentajes de estos nutrientes en hoja con los rendimientos, para ver en que medda estos rendimientos estaban dados por un mayor contenido de nutrientes. A partir de estas correlaciones se ajustaron regresiones.

Por otro lado se correlacionaron los porcentajes de nutrientes en hoja con las dosis aplicadas y en este caso las regresiones ajustadas se interpolaron junto con las funciones de respuesta en rendimiento, para obtener una aproximación primaria de los niveles críticos.

4. RESULTADO Y DISCUSION

4.1. RENDIMIENTO TOTAL

4.1.1. Influencia de la fertilización sobre el rendimiento total

A partir de la cosecha de los 16 tratamientos (factorial de 4 dosis de N por 4 dosis de P), se calcularon a través de los metros lineales cosechados, los rendimientos en toneladas por hectárea.

Sobre estos rendimientos se realizaron para los 3 ensayos, los análisis de varianza (ANAVA).

4.1.1.1. *Ensayo 1.* En este ensayo, al haberse observado diferencias en la población (n° de plantas/ha), se decidió hacer un análisis de covarianza, para ver en que medida los rendimientos eran influenciados por la densidad de plantas. Dicho análisis se realizó según Panse y Sukatme (1959) y arrojó un r de 0,241, el cual fué probado con una prueba t , no encontrándole significación estadística, por lo que se consideró que las diferentes densidades no afectaron los rendimientos y se resolvió trabajar con los datos originales, sin ninguna modificación. Los datos originales de rendimiento promedio aparecen en el Cuadro N° 2.

En el ANAVA, con los datos originales, se encontró un F de tratamiento de 2,69 ($P < 0,05$). En una posterior descomposición de la suma de cuadrados de los tratamientos,

Cuadro N° 2. Ensayo 1. Rendimiento promedio observado en tt/ha

	N_0	N_1	N_2	N_3	\bar{X}
P_0	20.014	23.139	22.694	23.694	22.385
P_1	19.014	22.306	25.320	24.264	22.726
P_2	19.292	29.250	29.486	26.972	26.250
P_2	24.292	27.709	27.847	25.778	26.407
\bar{X}	20.653	25.601	26.337	25.177	24.442

en la variación debida al nitrógeno y al fósforo, se obtuvieron los siguientes resultados: un F de N de 6,23 ($P < 0,01$) y un F de P de 4,55 ($P < 0,01$).

Los datos originales de rendimiento y número de plantas se observan en el Cuadro N° 12, mientras que el análisis de covarianza y varianza aparecen en el Cuadro N° 13 (en Apéndice).

Por su parte, el efecto de la interacción tuvo un F de 0,89 no significativo.

De lo anterior se puede concluir que tanto el N como el P tuvieron un efecto positivo, aumentando los rendimientos, pero actuando separadamente, ya que la interacción no fué significativa.

El C.V. para este ensayo fué 14.2%.

Teniendo presente los promedios de los rendimientos, que aparecen en el Cuadro N° 2, se puede observar que hay tratamientos NP que superan en aproximadamente 9 toneladas (47% de aumento) al testigo. En el ANAVA, también se observa que el efecto de los bloques fué altamente significativo, por lo que este diseño fué justificado, ya que los distintos bloques absorbieron gran parte de la variación debida al terreno o manejo del cultivo.

4.1.1.2. *Ensayo 2.* Para este ensayo se realizó de la misma manera un análisis de covarianza, para ver la influencia del número de plantas sobre el rendimiento. Dicho análisis arrojó un r de -0,109, el cual mediante una prueba t. no mostró significación. De manera que, al igual que en el ensayo anterior, se justificó trabajar con los valores originales, sin correcciones debidas al número de plantas.

Los datos originales de rendimiento promedio para todos los tratamientos aparecen en el Cuadro N° 3.

Cuadro N° 3. Ensayo 2. Rendimiento promedio observado en tt/ha.

	N_0	N_1	N_2	N_3	\bar{X}
P_0	29.589	29.105	26.661	29.482	28.709
P_1	28.764	31.156	27.340	33.248	30.127
P_2	36.380	33.608	32.653	33.929	34.142
P_3	26.674	34.773	34.592	35.634	32.918
\bar{X}	30.352	32.160	30.311	33.073	31.474

Los datos originales de rendimiento y número de plantas aparecen en el Cuadro N°14, mientras que los análisis de covarianza y varianza, se observan en el Cuadro N° 15 (Apéndice)

Realizado entonces el análisis de varianza para los datos originales, se encontró un F de tratamientos de 1,10, sin significación estadística. Posteriormente, al igual que en el ensayo 1 se realizó la descomposición de la suma de cuadrados de tratamientos, hallándose para el efecto de N un F de 0,77, que no es significativo; en cambio, para el efecto del P el F es de 2,55 ($P < 0,10$). No obstante esta significación del P puede ser importante, ya que en este ensayo hubieron 2 repeticiones, lo que disminuye los grados de libertad.

El F de la interacción es 0,73, que no es significativo y el CV igual al 14%. El F de bloques no es significativo.

Como se observa en los promedios de los 16 tratamientos, (Cuadro N° 3) hay combinaciones NP (N_0P80) que producen un aumento de aproximadamente 6,5 toneladas, 23% sobre el testigo.

4.1.1.3. *Ensayo 3.* Al igual que en los ensayos anteriores, se efectuó un análisis de covarianza entre el número de plantas y el rendimiento. Los datos originales de rendimientos promedio se observan en el Cuadro N° 4.

En dicho análisis se obtuvo un r de 0,644, el cual mediante una prueba t se halló que era altamente significativo. Por lo tanto se utilizó el coeficiente \hat{b} igual a 1,7109, en la expresión $\hat{Y}_i = \hat{Y}_i - b(X_i - X)$, para corregir los datos ori

Cuadro N° 4. Ensayo 3. Rendimiento promedio observado en t/ha
(Datos no corregidos por n° de plantas)

	N_0	N_1	N_2	N_3	\bar{X}
P_0	30.166.	26.469	25.348	28.324	27.577
P_1	31.163	27.367	32.104	26.420	29.263
P_2	24.917	27.471	29.458	33.022	28.717
P_3	30.309.	27.805	30.388	30.096	29.637.
\bar{X}	29.139	27.278	29.312	29.465	28.779

ginales de rendimiento, como se ve en el Cuadro N° 16a y 16b (en Apéndice). Posteriormente se realizó un análisis de varianza con los datos corregidos, que se observan en el Cuadro N° 5, en el cual se halló un F para el efecto bloques de 12,31 ($P < 0,005$), mientras que para el efecto del N el F es igual a 2,52 ($P < 0,10$), en cambio el P no tuvo significación estadística $F = 1,86$, ($P < 0,20$) al igual que la interacción. El CV fué 9.71%.

El análisis de covarianza y varianza, aparecen en el Cuadro N° 17 (en Apéndice).

Esta tendencia de respuesta al nitrógeno puede ser explicada a través de cierta inmovilización, provocada por el gran volumen de abono verde enterrado (31.000 kgs. de ma

Cuadro N° 5. Ensayo 3. Rendimiento promedio corregidos en *tt/ha*
(Datos corregidos por n° de plantas)

	N_0	N_1	N_2	N_3	\bar{X}
P_0	27.570	24.529	28.262	27.287	26.912
P_1	28.209	29.391	32.049	29.492	29.535
P_2	27.831	25.827	28.158	33.317	28.783
P_3	28.288	28.225	31.827	31.512	29.963
\bar{X}	27.974	26.993	30.074	30.152	28.798

teria fresca/ha) sumándose a ésto el efecto de las raíces, que aún a los 75 días (fecha de trasplante) pudo haber tenido algún efecto, reduciendo la cantidad de N disponible para el cultivo. A su vez es importante considerar que en ese mismo período, la cantidad de lluvia caída fue de 340 mm, lo que pudo haber tenido 2 efectos: lavado de nitratos producidos hasta el momento y enlentecimiento o detención de la descomposición de la materia orgánica.

Además, en este ensayo, el porcentaje de M.O. es superior al del ensayo 2, en el que no se encontró respesta alguna al N, habiéndose instalado ambos ensayos sobre el mismo tipo de suelo, en la misma fecha.

Para corroborar lo anterior se compararon los contenidos

de N en los tejidos vegetales, entre dichos ensayos, observándose que casi la totalidad del tratamiento el porcentaje de dicho nutriente era más bajo en el ensayo 3, que en el ensayo 2.

Por otro lado la extracción total de N a la cosecha fué mayor en este ensayo que en los restantes:

<i>Ensayo</i>	<i>Extracción total de N kgs/ha</i>
1	45,70
2	98,00
3	104,00

Como se ve, cabe suponer que hubo un aporte tardío de N, hacia el final del ciclo, el que no fue detectado por el muestreo foliar realizado a mediados del ciclo.

Por lo que podemos pensar que la falta de N se manifestó en las primeras etapas del crecimiento, reflejándose en la respuesta obtenida.

Como conclusión podemos afirmar la importancia de enterrar con mayor antelación el cultivo de abono verde, para disponer de un buen aporte de N, en el momento óptimo para el desarrollo del cultivo principal.

El ajuste matemático de lo observado anteriormente no se realizó debido a las condiciones particulares en que dicho efecto pudo manifestarse.

De lo expuesto anteriormente, cabe mencionar que la respuesta encontrada en cada uno de los ensayos se ajusta al nivel de fertilidad de cada uno de los suelos usados.

Para el P la respuesta disminuye del ensayo 1 hacia el 3, junto con un aumento en las ppm de P del suelo.

Es así que en el ensayo 3 no se observó incremento en el rendimiento con la fertilización fosfatada. Lo afirmado se observa en el siguiente cuadro:

Ensayo	P ppm (suelo)	ΔY (debida a la fertilización fosfatada)
1	7.3	19%
2	9.0	17%
3	16.3	-

En cuanto al N se da la misma tendencia, es decir cuando aumenta el porcentaje de M.O. y el suelo se hace menos diferenciado texturalmente, disminuye la respuesta a este nutriente, la que es máxima en el ensayo 1 ($\Delta Y = 25\%$). La excepción la constituye el ensayo 3 que como se discutió en 4.1.1.3., puede deberse a variaciones de manejo.

En cuanto a los rendimientos promedio de cada uno de los 3 ensayos, estos fueron:

Rendimiento promedio	ensayo
24.441 kgs/ha	1
31.474,3 kgs/ha	2
28.798,6 kgs/ha	3

Los datos anteriores indicarían que, además de la fertilidad natural, los suelos diferían en otras propiedades determinantes del rendimiento final, como ser propiedades físicas, las que eran diferentes en los 3 ensayos.

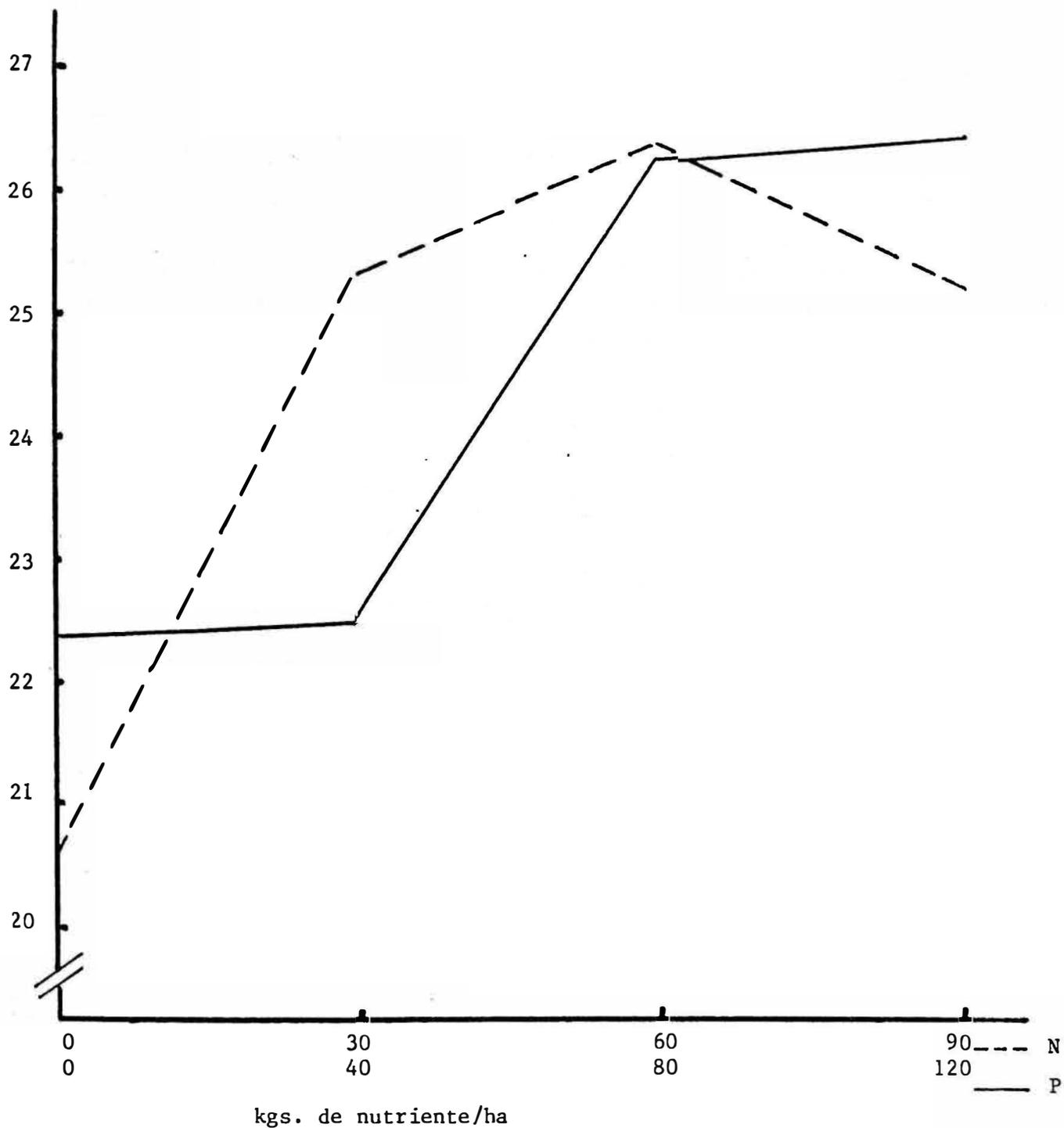
Estas propiedades favorecían a los ensayos 2 y 3 de modo incluso, de absorber las diferencias en fecha de trasplante, dado que estos ensayos se instalaron 41 días más tarde, teniendo, por ello, un ciclo más corto, con condiciones de temperatura y fotoperíodo diferentes.

4.1.2. Caracterización de la respuesta

Referido al rendimiento en toneladas por ha., ya se ha visto que en los ensayos 1 y 2 hay determinadas combinaciones NP que van asociadas a mayores rendimientos, respecto al testigo. Para caracterizar la respuesta a N y P en estos ensayos se procedió a ajustar regresiones, que incluyeran dosis de N y P, versus rendimientos en tt/ha.

4.1.2.1. *Ensayo 1.* Como primer paso se estudiaron las tendencias en base a datos observados, para el ensayo 1, que aparecen en la figura 4. En la misma, se observa para N una primera etapa, donde aumentan los rendimientos (incrementos decrecientes), hasta un máximo (60 kgs de N/ha), y luego un decrecimiento hacia dosis mayores. En cambio para el P los incrementos provocados por las primeras dosis son de menor magnitud que para dosis medias, lo que parecería indicar cierta competencia entre el suelo y la planta por el P agregado. Luego de es

Figura 4. Rendimiento observado (promedios)
Ensayo 1



ta etapa los rendimientos aumentan con el P, pero a incrementos cada vez menores, haciéndose asintótica a un máximo.

Una vez estudiadas las tendencias, se procedió a ajustar un modelo cuadrático con dos variables (N y P₂₀₅ en kgrs. por ha), aunque sin el término de interacción, ya que éste no fué significativo.

Este modelo considera el decrecimiento, fundamentalmente debido a dosis altas de N, que es mencionado por muchos autores. La ecuación resultante se obtuvo a partir de matrices y métodos de computación (Cátedra de Estadística), y fue:

$$Y = 18.384,3 + 200,4 N - 1,69 N^2 + 42,42 P - 0,029 P^2$$

donde Y = rendimiento en kgs/ha.

N = unidades de N/ha.

P = unidades de P₂₀₅/ha.

El R² de esta ecuación es 0,92, lo que se observa en el Cuadro N° 18 (en Apéndice), junto con los promedios observados y esperados.

La representación gráfica de dicha ecuación aparece en la figura 5a y 5b.

Esta ecuación cuadrática, permite establecer las dosis óptimas de N y P, para los máximos rendimientos. Es así que derivando para N e igualando a 0, se encontró una dosis óptima de N igual a 59 kgs. de N/ha. De la misma forma para P se de

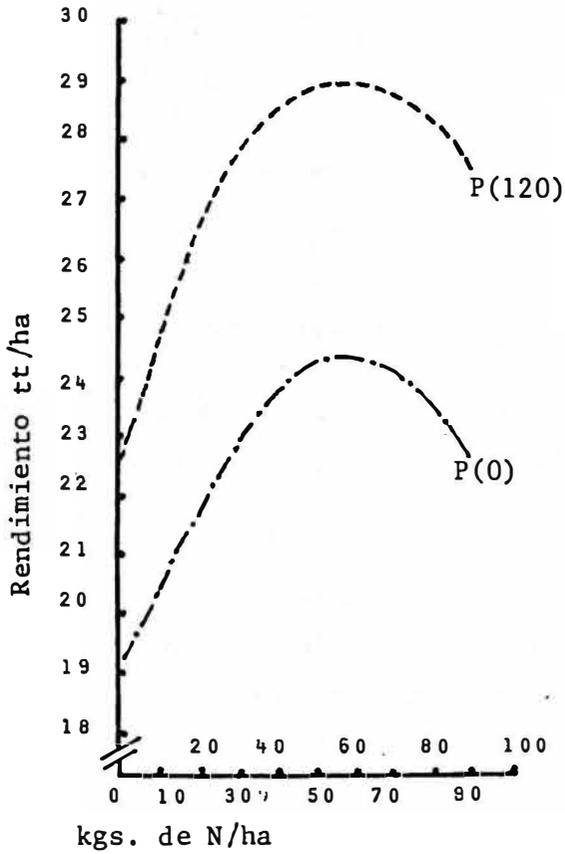
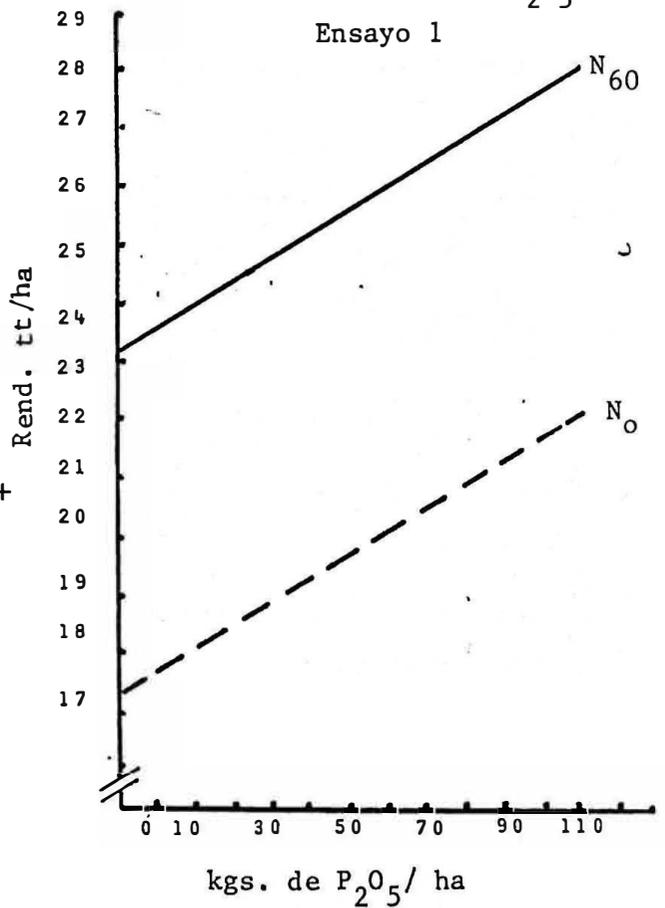


Figura 5a. Rendimiento esperado en función de N
Ensayo 1

$$Y = 10.384,3 + 200,4N - 1,697N^2 + 42,42P - 0,029 P^2$$

Figura 5b. Rendimiento esperado en función del P₂O₅
Ensayo 1

$$Y = 18.384,3 + 200,4N + 1,697 N^2 + 2,42P - 0,029P^2$$



rivó e igualó a 0, encontrando la dosis óptima en 731 kgs. de P_2O_5 . No obstante esta dosis escapa del rango estudiado, pudiéndose afirmar que hasta 120 kgs. de P_2O_5 /ha. no se observó decrecimiento.

Visto lo anterior, consideramos sea adecuado probar dosis mayores, de manera de poder obtener mayor información sobre lo observado.

4.1.2.2. *Ensayo 2.* Teniendo en cuenta los promedios observados, que aparecen en la figura 6 y la significación de los 2 nutrientes, se procedió a caracterizar la respuesta mediante una regresión cuadrática, solamente para P , ya que fué el único nutriente cuyo efecto mostró cierta significación estadística.

Para lo dicho se operó siguiendo el modelo matemático propuesto por Pimentel Gómez (1978).

La función matemática obtenida fue la siguiente:

$$Y = 28317,05 + 91,164 P - 0,413 P^2$$

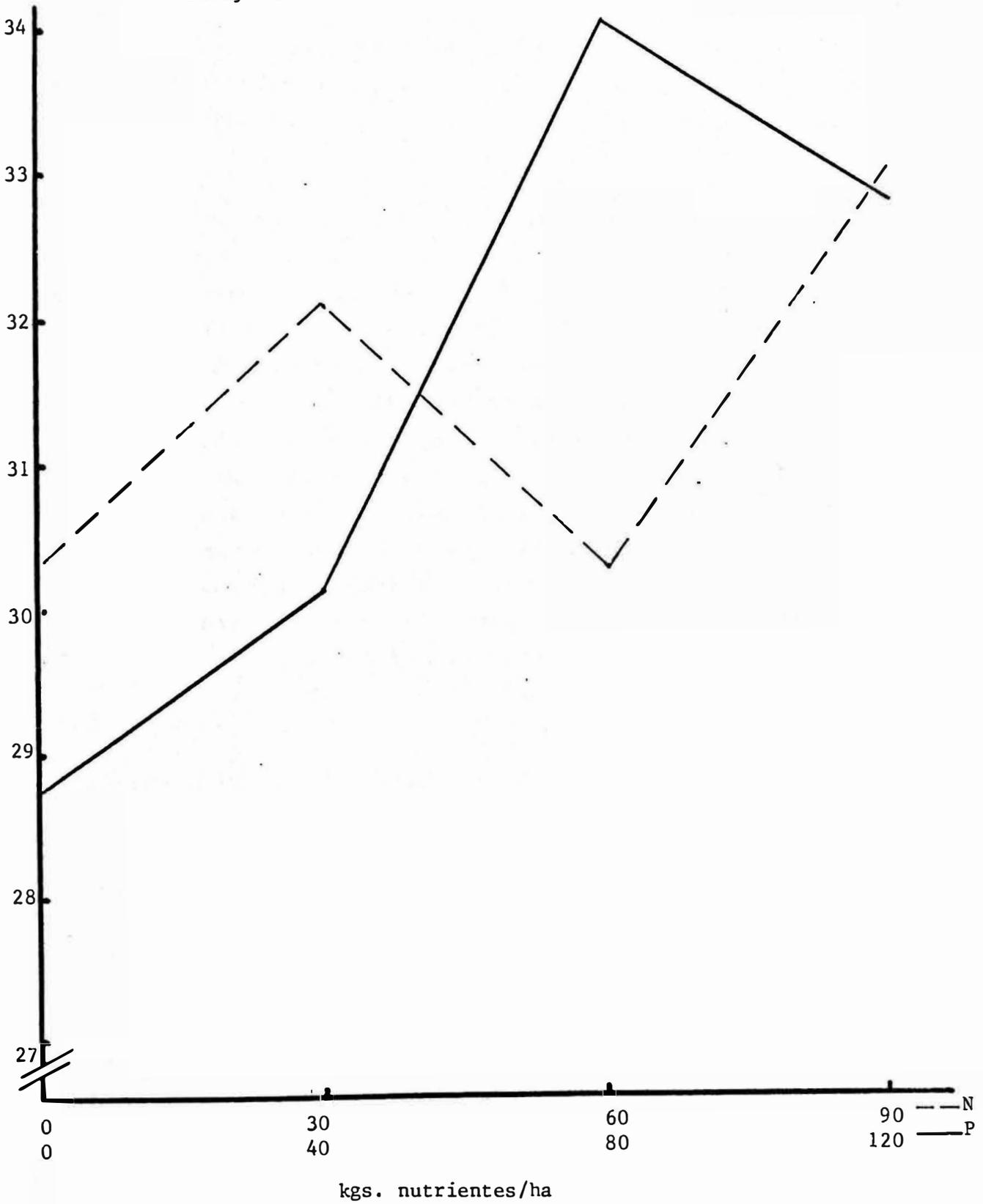
donde Y = rendimiento en kgs/ha

P = unidades de P_2O_5 /ha

El R^2 de esta ecuación es 0,91

En el Cuadro N° 19 (en Apéndice), aparecen los promedios observados y esperados según la anterior ecuación y el cálculo de R^2 . En la gráfica 7 se observa la función cuadrática ajustada.

Figura 6. Rendimiento observado promedio
Ensayo 2



A partir de esta ecuación fué posible obtener la dosis óptima y el rendimiento máximo correspondiente, siendo los mismos 110 unidades de P_2O_5 /ha y 33.348 kgs. respectivamente.

Teniendo en cuenta la respuesta encontrada en los ensayos 1 y 2, así como las características de los cultivos hortícolas, en cuanto a su intensidad y relación insumo/ producto, sería más importante determinar el óptimo para los nutrientes que muestran un decrecimiento luego de un máximo rendimiento, como ser el N; mientras que para el P dado que no se observó un decrecimiento al aumentar las dosis, consideramos que debería tenderse a la aplicación máxima, dentro del rango estudiado en las condiciones del ensayo 1, mientras que las dosis podrían reducirse para suelos como el del ensayo 2, incluso para el suelo del ensayo 3 debería incluirse al P en el programa de fertilización, a modo de "starter", dadas las características del cultivo.

4.1.3. Tamaño

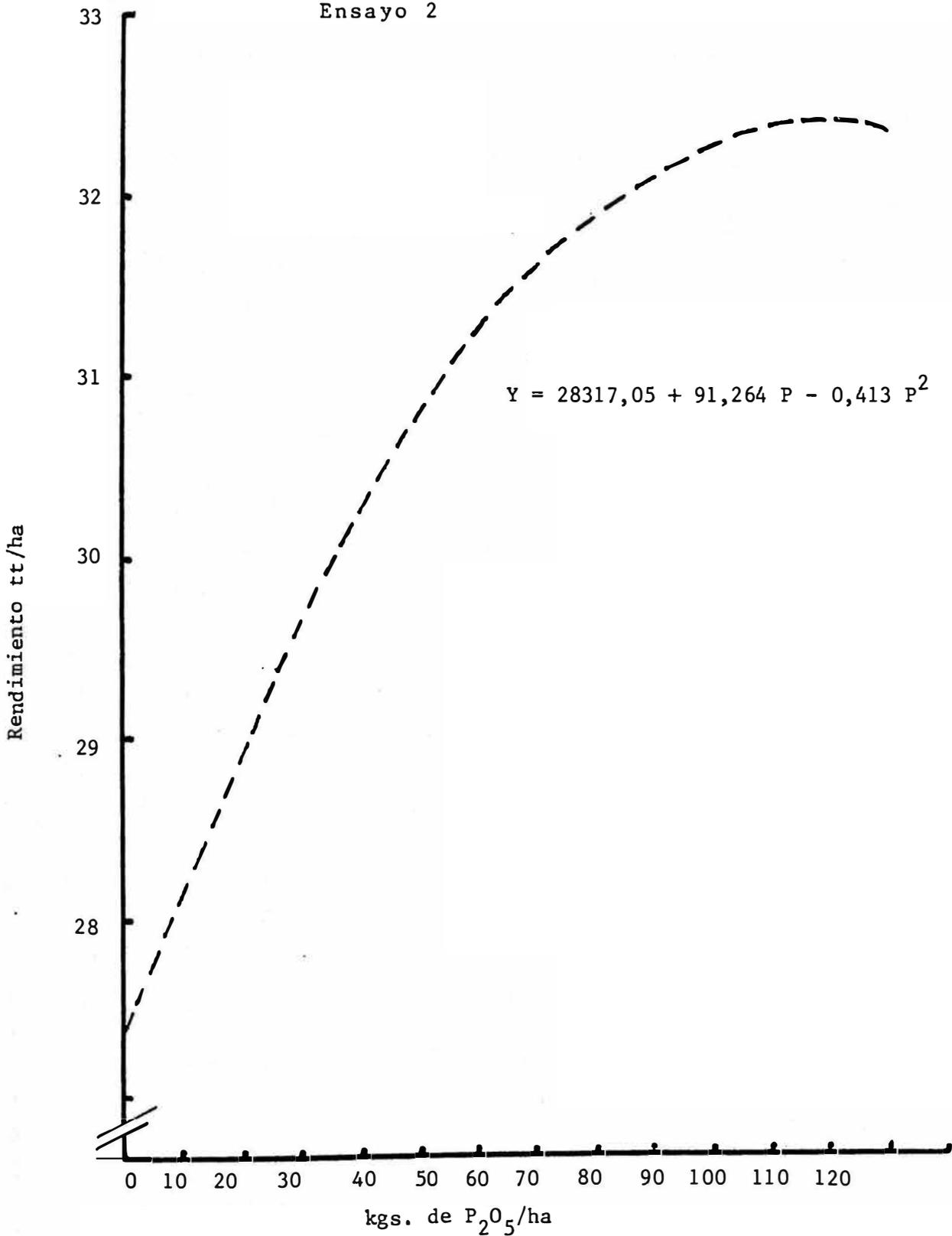
De acuerdo a la clasificación por tamaño, planteada en el capítulo 3 (Materiales y Métodos), se procedió a estudiar para cada ensayo el efecto de la fertilización N-P, sobre cada una de las diferentes categorías.

Para el ensayo 1 se analizó estadísticamente la variación en el porcentaje de los bulbos menores a 50 mm, encontrándose un F de N de 7,52 ($P < 0,01$) y para P, un F de 8,40 ($P < 0,01$).

Los datos originales y la significación se observan en el Cuadro N° 20 (en Apéndice).

P_2O_5

Ensayo 2



Según se observa en la figura 8, uno de los efectos del N y del P fue el de disminuir el porcentaje de bulbos menores a 50 mm. de diámetro. En cuanto al tamaño comercial (50 - 70 mm), también el ANAVA arrojó efectos significativos: para N un F de 4,10 ($P < 0,05$) y para el P un F de 3,70 ($P < 0,05$).

Las tendencias se observan en la gráfica siguiente: gráfica 9 (ver página 71).

Los datos originales y la significación estadística de la categoría comercial se presentan en el Cuadro N° 21 (en Apéndice).

De los datos anteriores se puede concluir que el efecto de la fertilización sobre el rendimiento, puede ser explicado por un aumento en el porcentaje de la categoría comercial (50 - 70 mm) y superior a comercial (70-90 mm) en desmedro de las categorías inferiores. Cabe destacar, no obstante, que el efecto del P fue mayor que el del N, en la reducción del porcentaje de tamaño de bulbo menor a 50 mm, mientras que en la categoría comercial el efecto del N se presentó más claro y constante sobre el aumento de esa categoría.

En el ensayo 2, efectuado el ANAVA, no se encontró en ninguna de las categorías, significación estadística alguna, para el efecto del N, P, interacción, ni bloques.

Los datos originales aparecen en los cuadros 22,23,24 (en Apéndice)

Figura 8. Efecto de los nutrientes sobre la categoría de bulbos menores a 50 mm
Ensayo 1

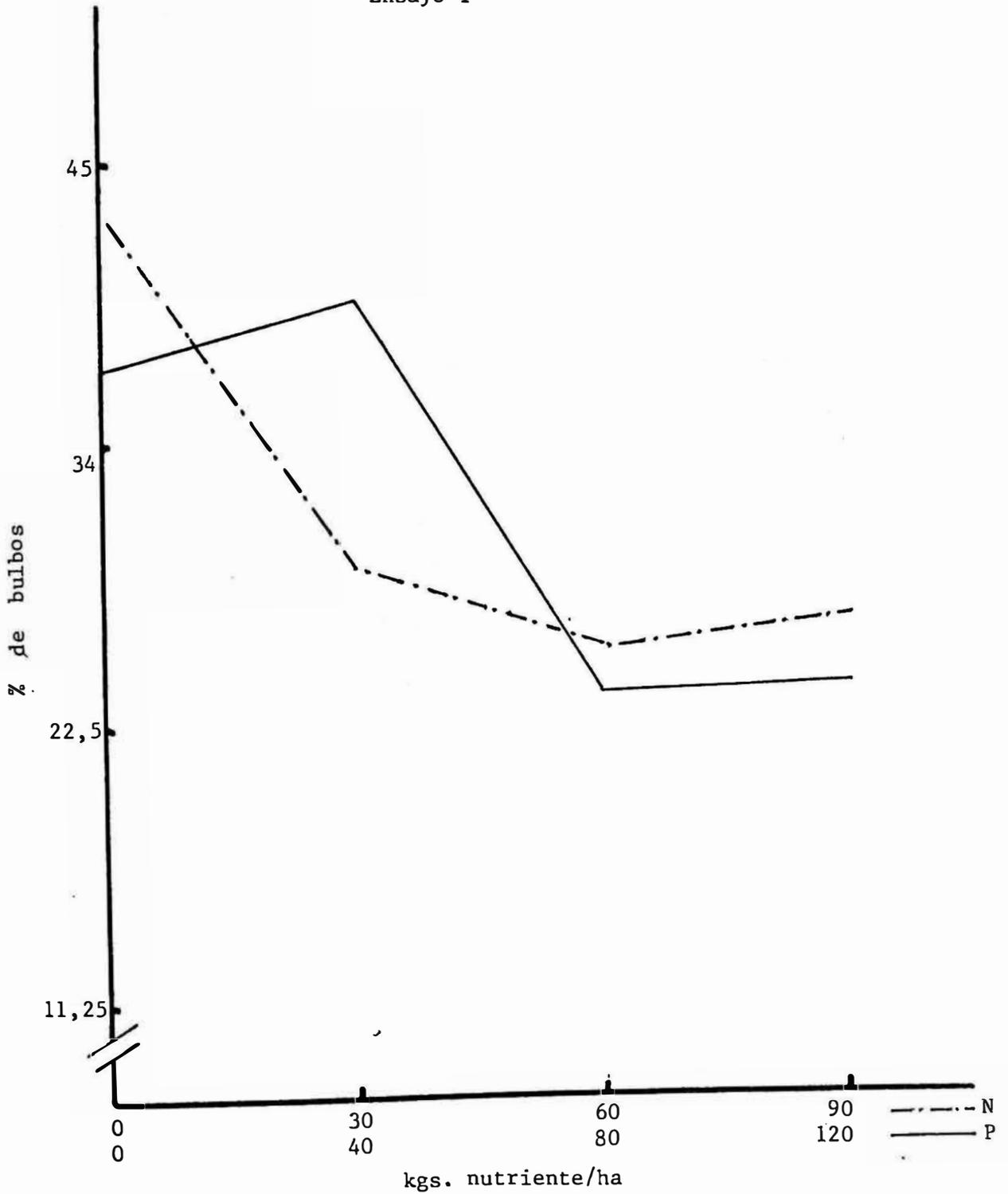
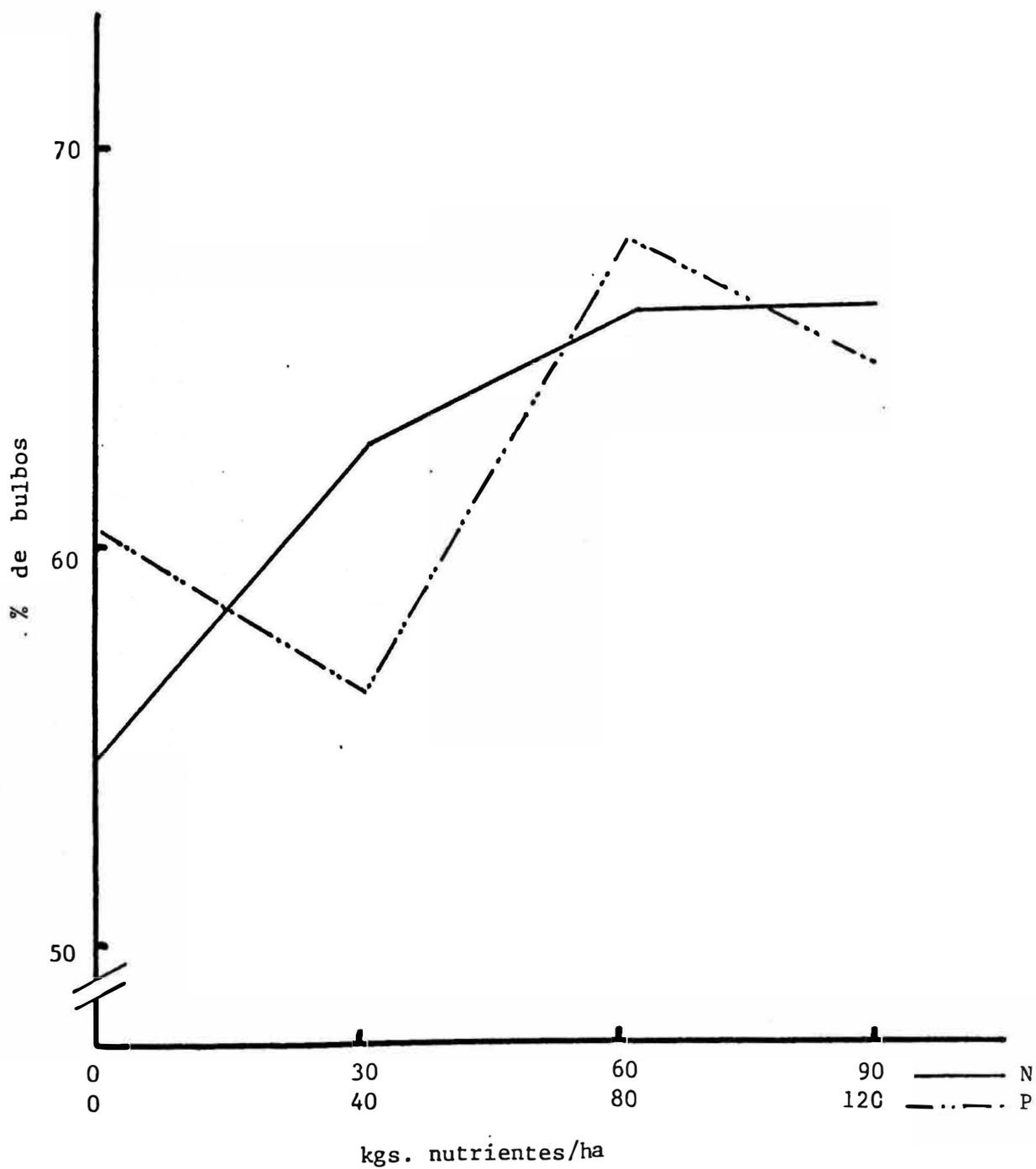


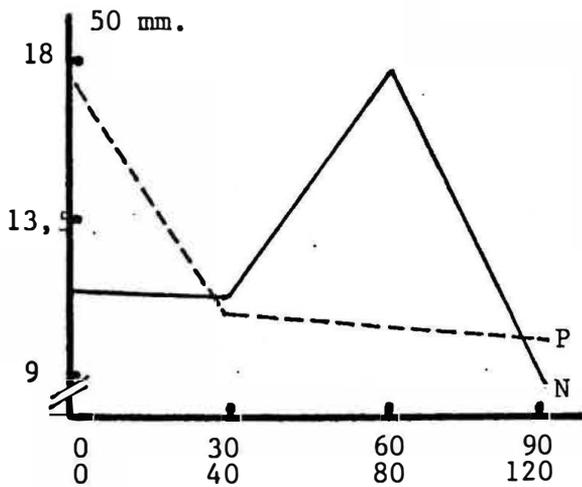
Figura 9. Efecto de los nutrientes sobre la categoría de bulbos comerciales (50-70 mm)
Ensayo 1



No obstante lo expuesto anteriormente, el único nutriente que muestra una tendencia clara, aumentando el porcentaje de los bulbos de mayor tamaño y disminuyendo las categorías menores es el P, ya que el N no tuvo un efecto definido, lo que concuerda con la respuesta encontrada en este ensayo. Dicho comportamiento se observa en las figuras siguientes:

Figura 10

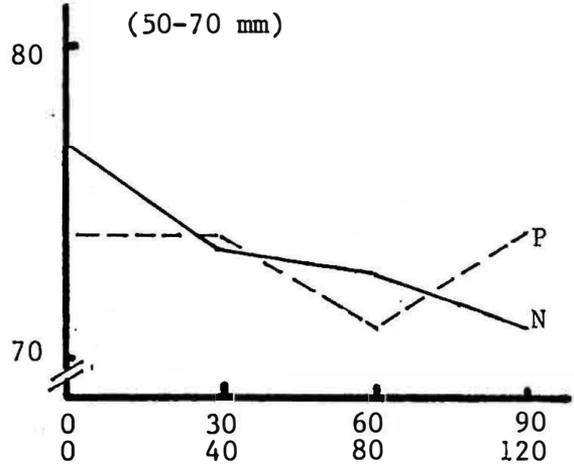
% bulbos menores a



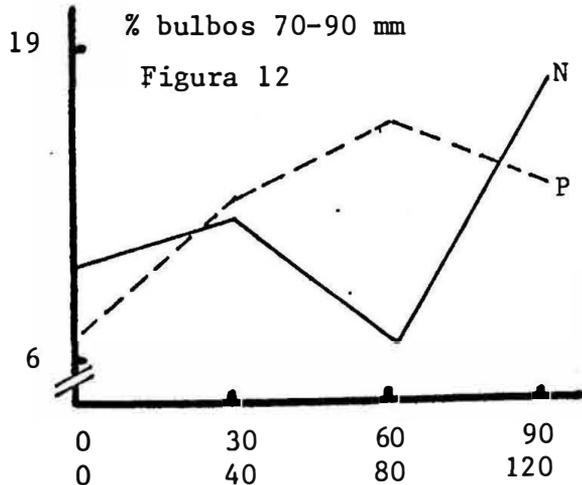
kgs. nutrientes/ha

Figura 11

% bulbos comerciales



kgs. nutrientes/ha



kgs. nutrientes/ha

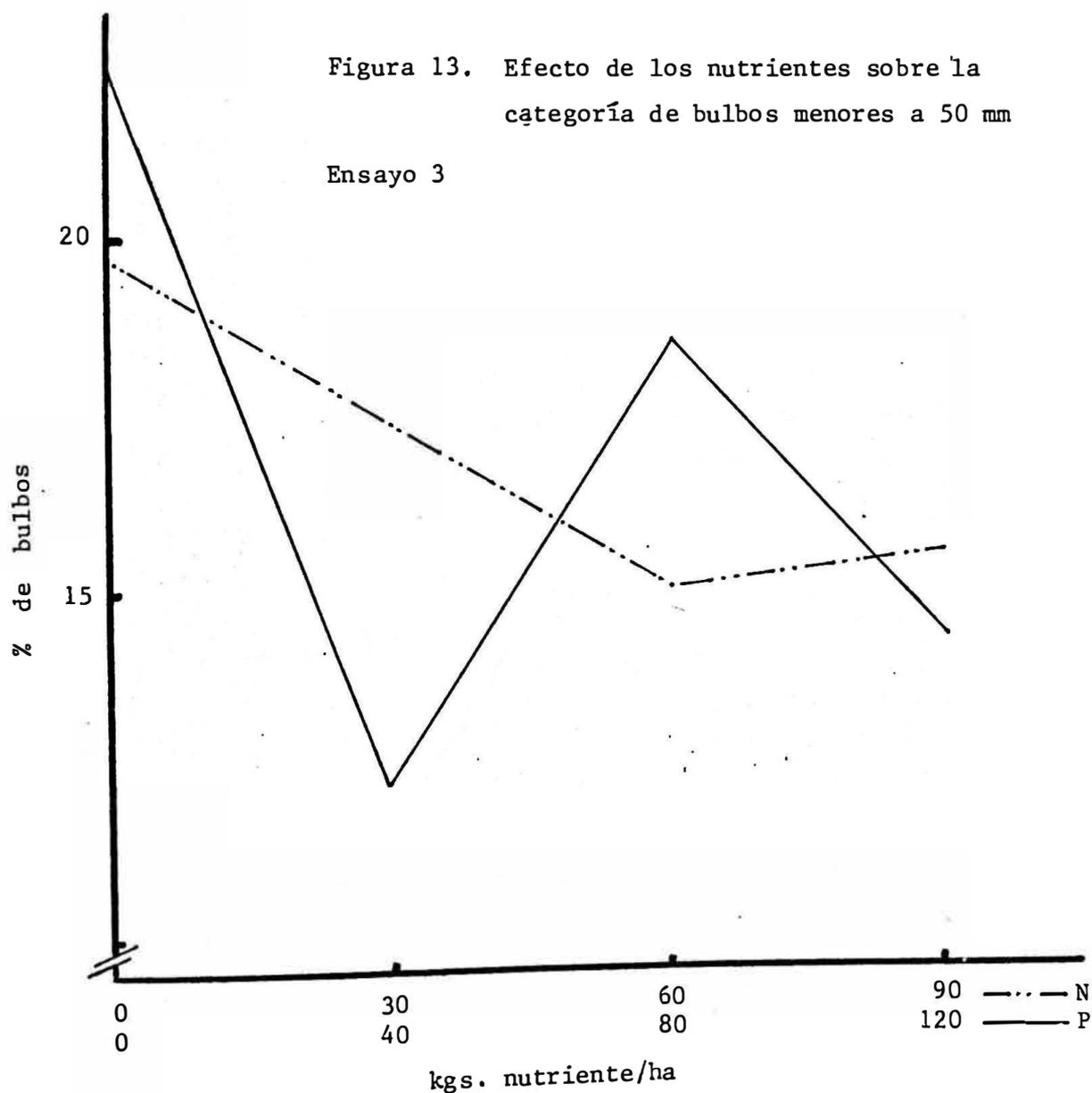
— nitrógeno
 - - - fósforo

Ensayo 3: para la categoría de cebollas menores de 50 mm, no se encontró ninguna significación estadística, para ninguno de los nutrientes. No obstante puede ser destacado gráficamente una cierta tendencia del N a disminuir el porcentaje de esta categoría, teniendo por su lado el P, un comportamiento errático.

Los datos originales se encuentran en el Cuadro N° 25 (en Apéndice) las tendencias aparecen en la figura 13:

Figura 13. Efecto de los nutrientes sobre la categoría de bulbos menores a 50 mm

Ensayo 3



En la categoría comercial (50-70 mm), estadísticamente se encontró respuesta al P ($P < 0,05$), aunque no es posible establecer una tendencia clara, como se observa en la figura 14.

Los datos originales y la significación, aparecen en el Cuadro N° 26 (en Apéndice).

En esta categoría el N no tuvo significación, pero se puede observar una pequeña tendencia a aumentar el porcentaje de dicho tamaño.

Finalmente en la categoría mayor a la comercial (70-90 mm) se halló un F para N de 3,73 ($P < 0,05$), siendo el P no significativo. En la figura 15, es posible observar el aumento provocado por el N. Los datos originales y la significación aparecen en el Cuadro N° 27 (en Apéndice).

Figura 14. Efecto de los nutrientes sobre la categoría de bulbos comerciales (50-70 mm)
Ensayo 3

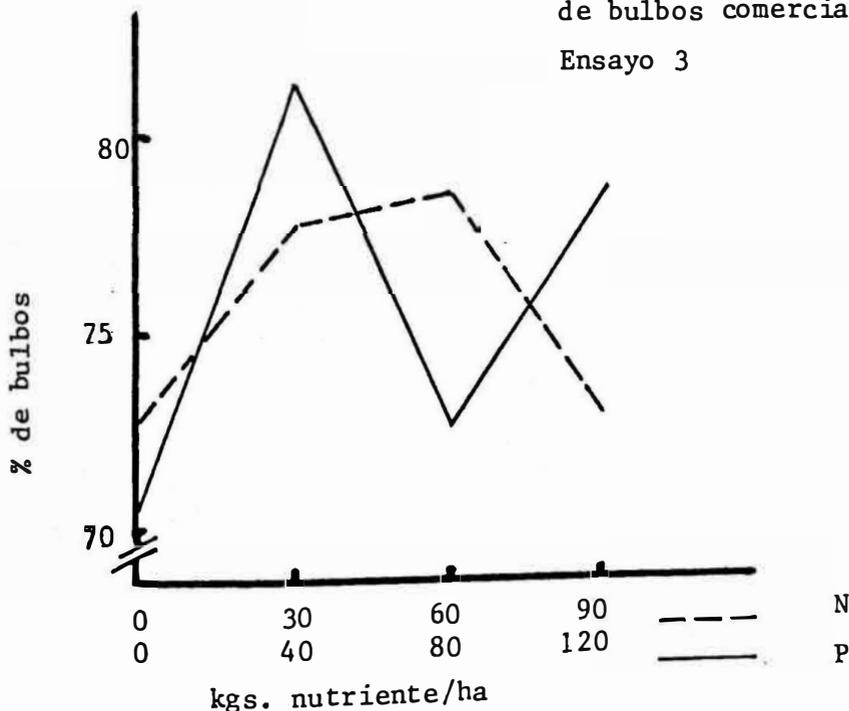
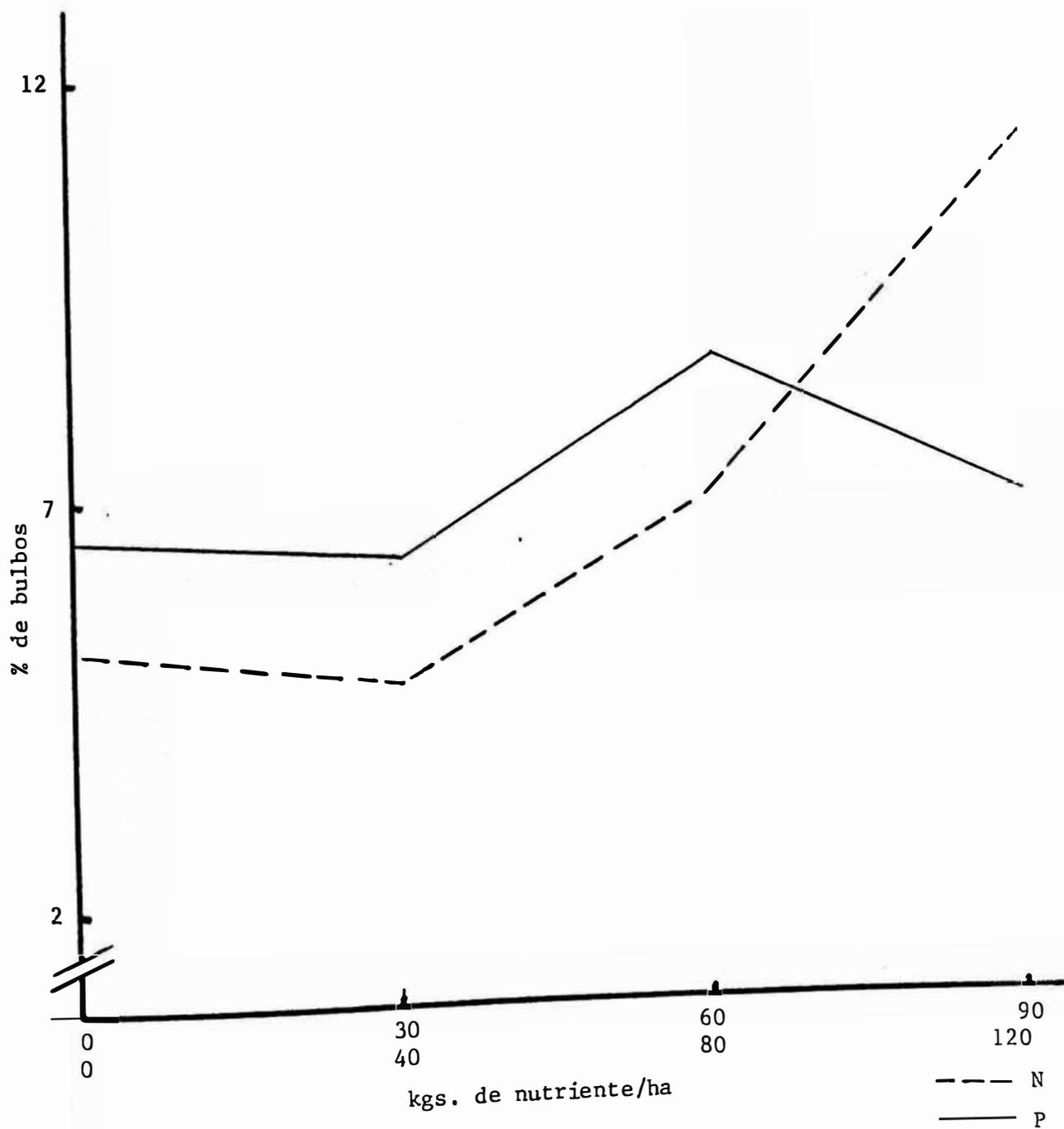


Figura 15. Efectos de los nutrientes sobre la categoría de bulbos de 70-90 mm

Ensayo 3



Del análisis conjunto de estas tres categorías se puede observar el efecto del N, aumentando los rendimientos, lo que ya fue discutido. Es así que se observa que al aumentar el N, aumentan los porcentajes de tamaño mayores (70-90 mm), en detrimento de las categorías menores (menor a 50 mm), lo que confirma la respuesta a este elemento encontrado a nivel de rendimiento.

Además de lo discutido se presenta la variación del diámetro del bulbo durante el ciclo para el Ensayo 1, pudiéndose observar diferencias debidas a la fertilización (figura 16).

4.2. CRECIMIENTO Y ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

4.2.1. Crecimiento

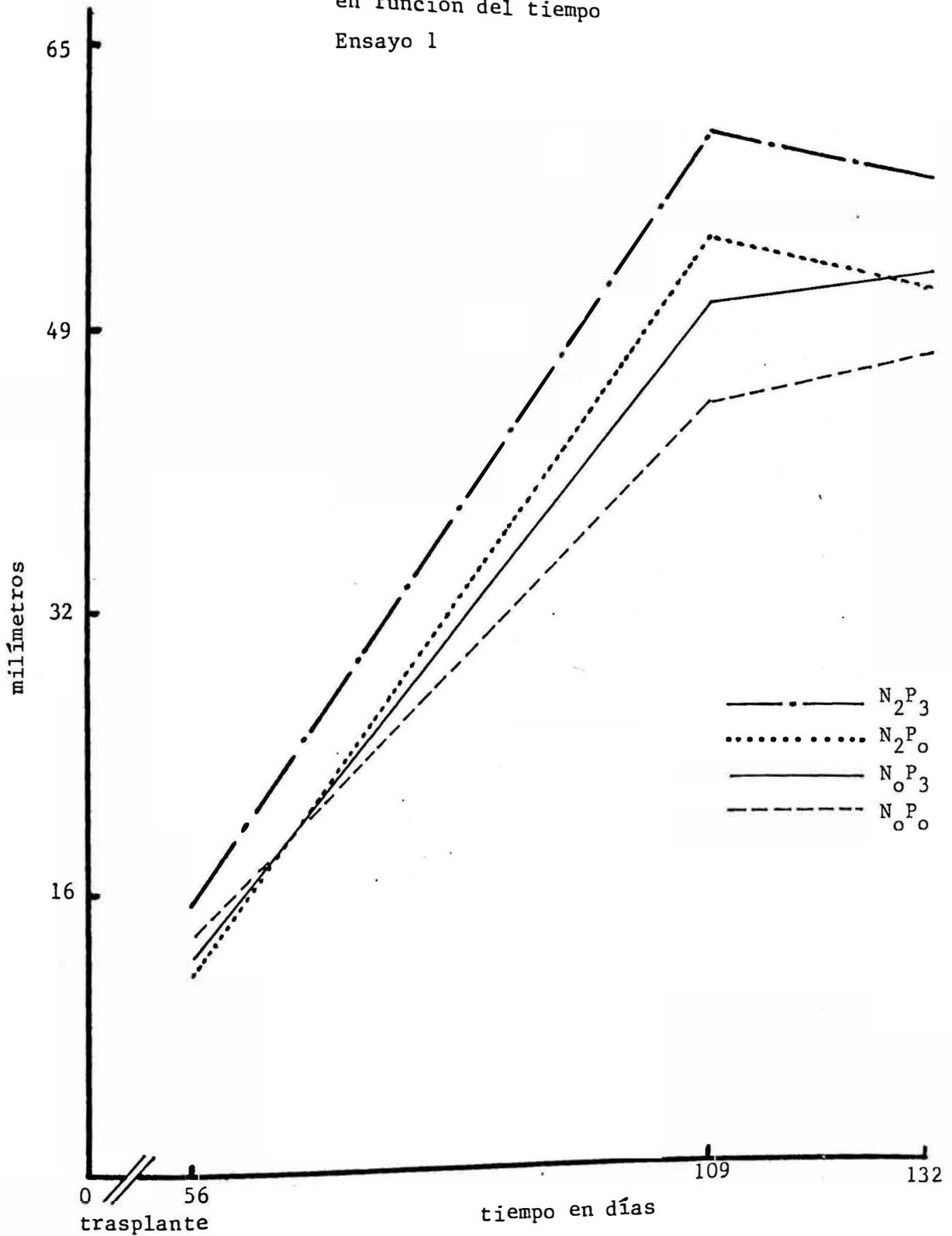
Ya se ha mencionado por varios autores, la importancia del conocimiento de las características del crecimiento del cultivo como una de las posibles formas de determinar los momentos de máxima demanda de nutrientes.

En este trabajo se estudiaron para cada uno de los ensayos, la evolución del peso fresco, peso seco, Índice de Bulbificación, así como la extracción de nutrientes.

4.2.1.1. *Ensayo 1.* Se observó en cuanto al P.F. de la parte aérea una etapa inicial de rápido crecimiento, alcanzando el peso máximo a los 80 días aproximadamente después del trasplante, para luego de esta fecha disminuir hacia la cosecha, siendo el testigo el único tratamiento que no siguió ese comportamiento.

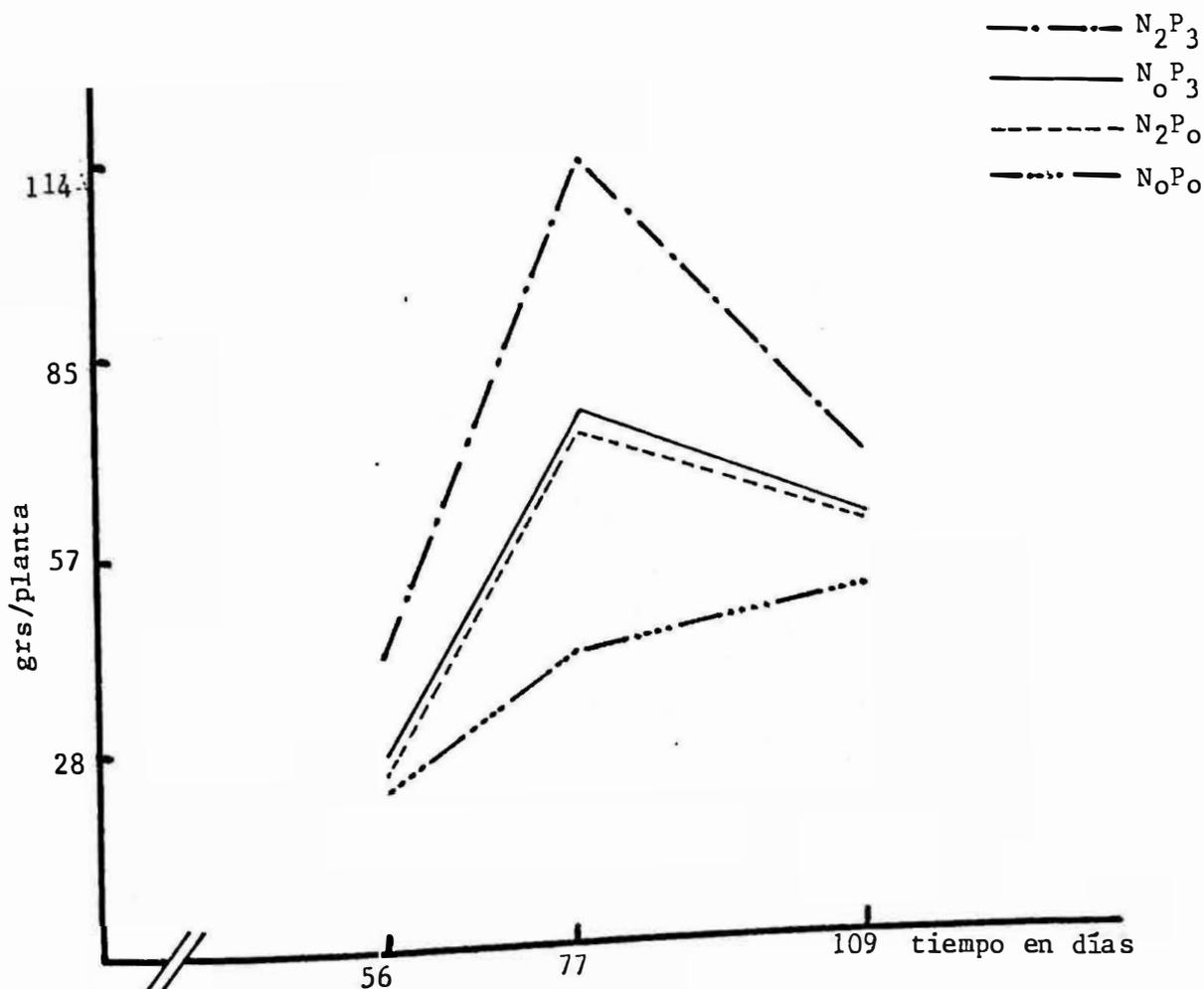
Figura 16. Evolución del tamaño promedio de los bulbos en función del tiempo

Ensayo 1



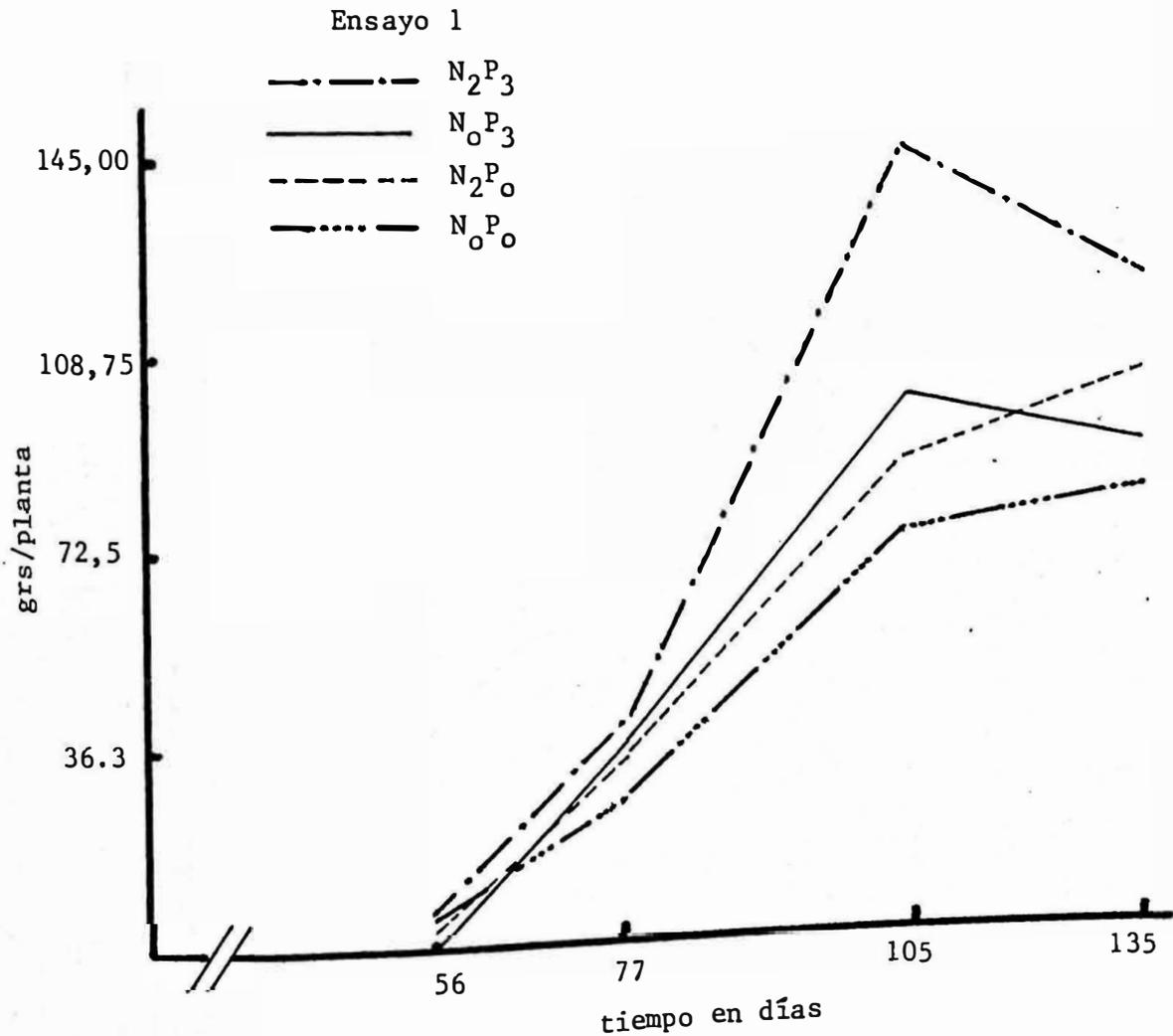
Además, como se puede observar en la figura 17, las diferencias en el ritmo de crecimiento se deben a los distintos niveles de fertilización, mostrando el testigo la menor tasa de crecimiento.

Figura 17. Evolución del peso fresco de la parte aérea, grs/planta en función de la edad de la planta
Ensayo 1



Contrariamente el P.F. de los bulbos (figura 18), muestra al principio un crecimiento lento, hasta los 80 días aproximadamente, donde comienza a incrementarse la velocidad de crecimiento, siendo mayor en los tratamientos más fertilizados; alcanzándose un máximo próximo, o en la cosecha, que está en función de los distintos tratamientos (figura 18).

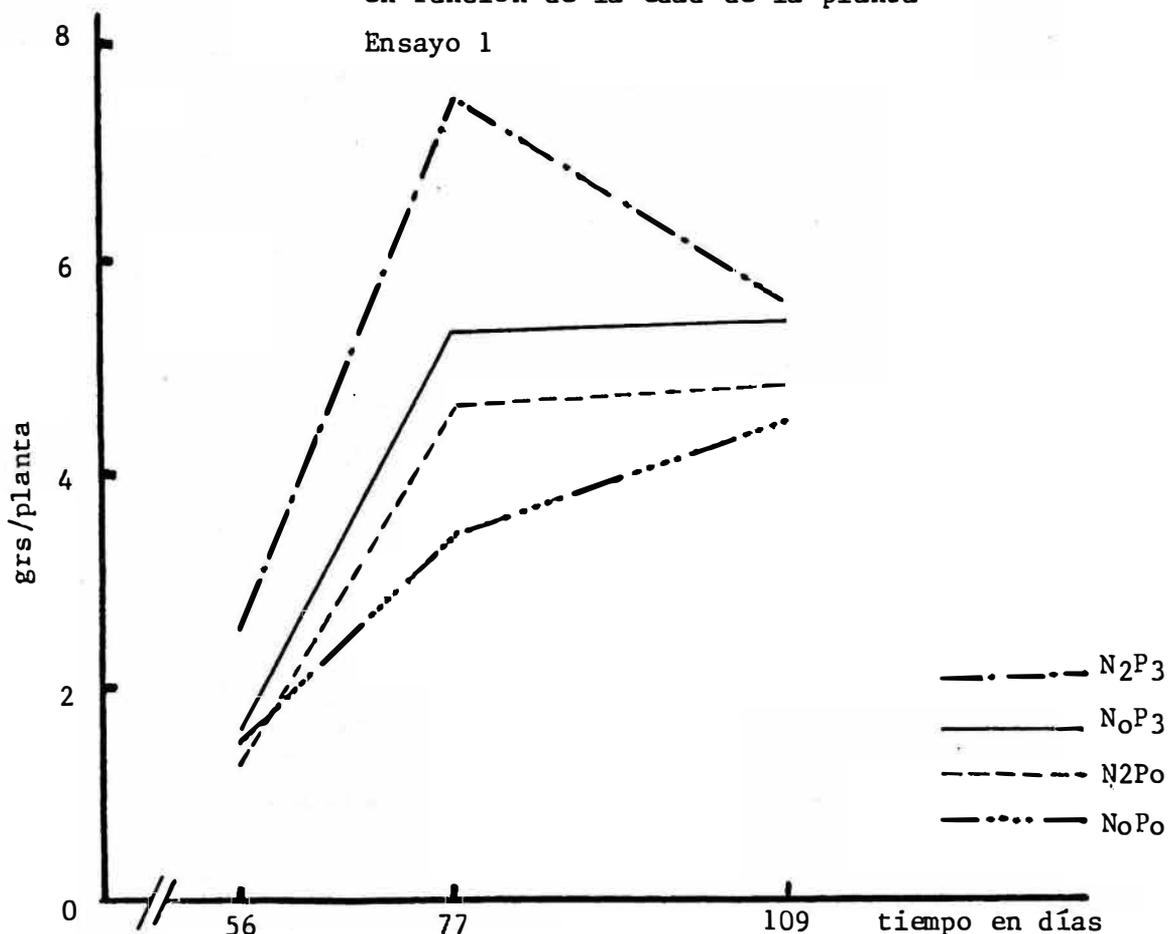
Figura 18. Evolución del peso fresco del bulbo, grs/planta en función de la edad de la planta



En el Cuadro N°28a (en Apéndice) se encuentran los datos de P.F. para hoja y bulbo. .

Para el mismo ensayo se estudió la tendencia de la M.S. en grs. por planta, observándose, para la parte aérea, un rápido crecimiento inicial, tendiendo a estabilizarse cerca de los 80 días, sin un posterior decrecimiento importante. Según se puede observar en el Cuadro N° 28b (en Apéndice) y figura 19, este comportamiento se ve acentuado en los niveles altos de fertilización.

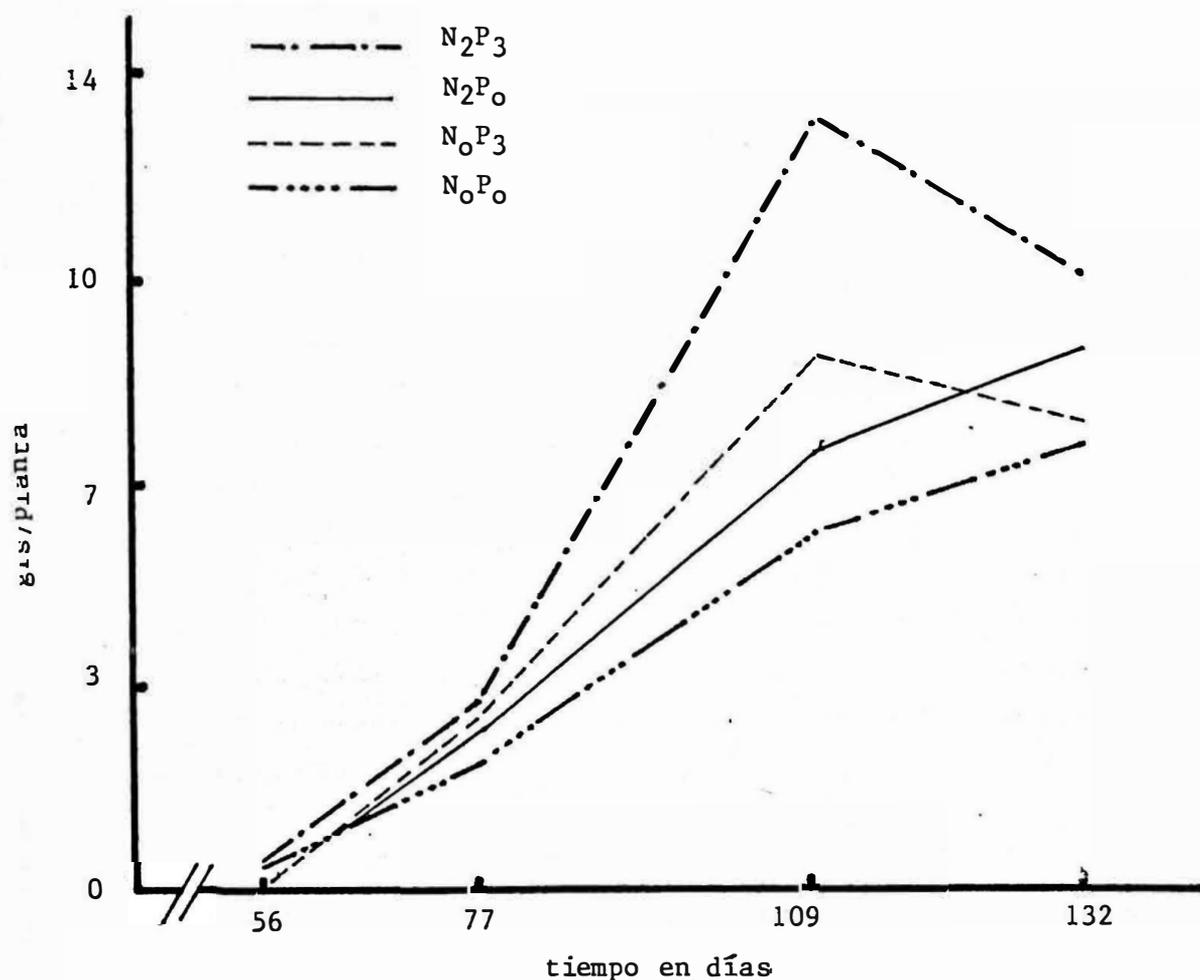
Figura 19. Evolución del peso de la parte aérea, grs/planta en función de la edad de la planta



En cuanto a la M.S. del bulbo en grs. por planta, se observa en la figura 20 un incremento mayor a partir de 80 días, tendiendo a estabilizarse hacia la cosecha. Las diferencias observadas, surgen de los diferentes niveles de fertilización.

Figura 20. Evolución del peso seco del bulbo grs/planta en función de la edad de la planta

Ensayo 1



4.2.1.2. *Ensayo 2.* Los datos aportados por las parcelas de crecimiento, permitieron observar en cuanto al peso fresco por planta de la parte aérea, que aquellos tratamientos que incluían P partían de valores más altos, manteniendo dicha diferencia hasta el final del ciclo.

Al igual que en el ensayo 1, los pesos finales de parte aérea eran menores que los alcanzados durante el ciclo. (Ver Cuadro N° 29, en Apéndice). Por su parte, el P.F. de los bulbos, a los 55 días, muestra la influencia de la fertilización fosfatada, determinando bulbos mayores; estas diferencias se mantienen hasta el final del ciclo, destacándose el tratamiento N_2P_3 (60 unidades de N/ha y 120 unidades de P_2O_5 /ha.). En este ensayo también se estudió la variación del peso seco de la parte aérea, por planta, encontrándose diferencias también a los 55 días debidas a la fertilización fosfatada, lo que se manifiesta aún a la cosecha.

El peso seco del bulbo, manifiesta la misma tendencia que el P.S. de la hoja, observándose en el Cuadro N° 29b (en Apéndice), que el tratamiento N_2P_3 , es el que muestra mayor contenido de M.S. por planta.

4.2.1.3. *Ensayo 3.* Con respecto al peso fresco en gramos por planta de la parte aérea, puede verse que éste es mayor a los 55 días en aquellos tratamientos que tienen P, manteniéndose las diferencias aún a la cosecha, aunque no son tan notorias.

En cuanto a bulbo no se encontraron diferencias a los 55 días, sin embargo, existieron al final del ciclo (Ver Cua

dro N° 30a, en Apéndice). Teniendo presente el Cuadro N° 30b(en Apéndice), puede verse que el peso seco no sigue ninguna tendencia clara, de acuerdo a los tratamientos de fertilización.

Resumiendo lo observado en los tres ensayos anteriores, se puede afirmar que los ensayos 2 y 3 tuvieron un mayor crecimiento inicial que el ensayo 1. Esto se manifiesta en una mayor acumulación de materia fresca y seca a los 55 días, como se observa en el Cuadro N° 6.

Cuadro N° 6. Peso fresco y seco a los 55 días (del trasplante)
grs/planta en todos los ensayos

Parte de la planta	Materia fresca					
	N ₀ P ₀			N ₂ P ₃		
Tratamiento	1	2	3	1	2	3
Bulbo	4.29	6.58	24.61	5.73	16.92	22.39
Hoja	23.41	37.52	68.23	41.99	74.31	108.81
	Materia seca					
Bulbo	0.35	0.68	2.53	0.48	1.60	2.28
Hoja	1.50	2.66	5.12	2.49	5.28	7.73

Esto es debido, en primer lugar, a la distinta fecha de trasplante, lo que trae aparejado diferentes condiciones de temperatura y fotoperíodo que aceleraron el crecimiento en los ensayos 2 y 3, adelantando la bulbificación y acortando el ciclo.

Esto se confirma si consideramos además la relación parte aérea/bulbo a los 55 días para los 3 ensayos, como se observa en el siguiente Cuadro:

Cuadro N° 7. Relación hoja/bulbo a los 55 días (del trasplante) para Peso Fresco y Seco. Para todos los ensayos.

Tratamiento	Peso Fresco					
	N ₀ P ₀			N ₂ P ₃		
Ensayo	1	2	3	1	2	3
Relación:						
$\frac{\text{hoja}}{\text{bulbo}}$	5.46	5.70	2.77	7.33	4.39	4.86
	Peso Seco					
Relación:						
$\frac{\text{hoja}}{\text{bulbo}}$	4.29	3.91	2.02	5.19	3.30	3.39

4.2.2. Absorción de nutrientes

El método de muestreo para crecimiento y absorción de nutrientes, se basó en la elección de plantas homogéneas, de las filas centrales, no obstante no existen normas estandarizadas para muestreo de plantas y hojas en este cultivo, por lo que este muestreo tiene carácter tentativo y persigue obtener tendencias en la absorción de nutrientes.

Por otro lado el número de tomas puede ser limitado (12 plantas/parcela) lo que aumenta el error de muestreo. Aunque los resultados carecen de procesamiento estadístico,

se puede apreciar en ellos tendencias claras y conclusiones útiles.

4.2.2.1. *Ensayo 1.* Sobre los 4 tratamientos en los que se estudió el crecimiento se determinó el contenido de N,P,K, tanto en hoja como en bulbo.

Nitrógeno

Los porcentajes de N (Cuadro N°31, en Apéndice), disminuyen desde el trasplante hasta el momento de la cosecha, siendo los valores más elevados para el tratamiento con 60 unidades de N/ha y 0 unidades de P_2O_5 /ha., los que oscilaron desde 3,30% hasta 1,5%.

En cambio, en los bulbos, se observó una tendencia a crecer hasta los 110 días aproximadamente, incrementándose luego hasta la cosecha. El mayor porcentaje a la cosecha, correspondió al mismo tratamiento mencionado anteriormente.

En cuanto a los miligramos de N en la parte aérea por planta, en la figura 21 se observa un aumento en dicho nutriente hasta los 80 días aproximadamente y una posterior etapa de disminución hasta la cosecha.

Diferencias en el contenido de N, a los 80 días, se pueden asociar a la diferente fertilización.

En el bulbo se puede observar un aumento desde el trasplante hasta la cosecha, siendo mayor a partir de los 80 días, notándose además una variación en el ritmo de crecimiento o aumento junto a la fertilización (ver figura 22).

Figura 21. Absorción de N por la parte aérea y bulbo

mgs/planta

Ensayo 1

86

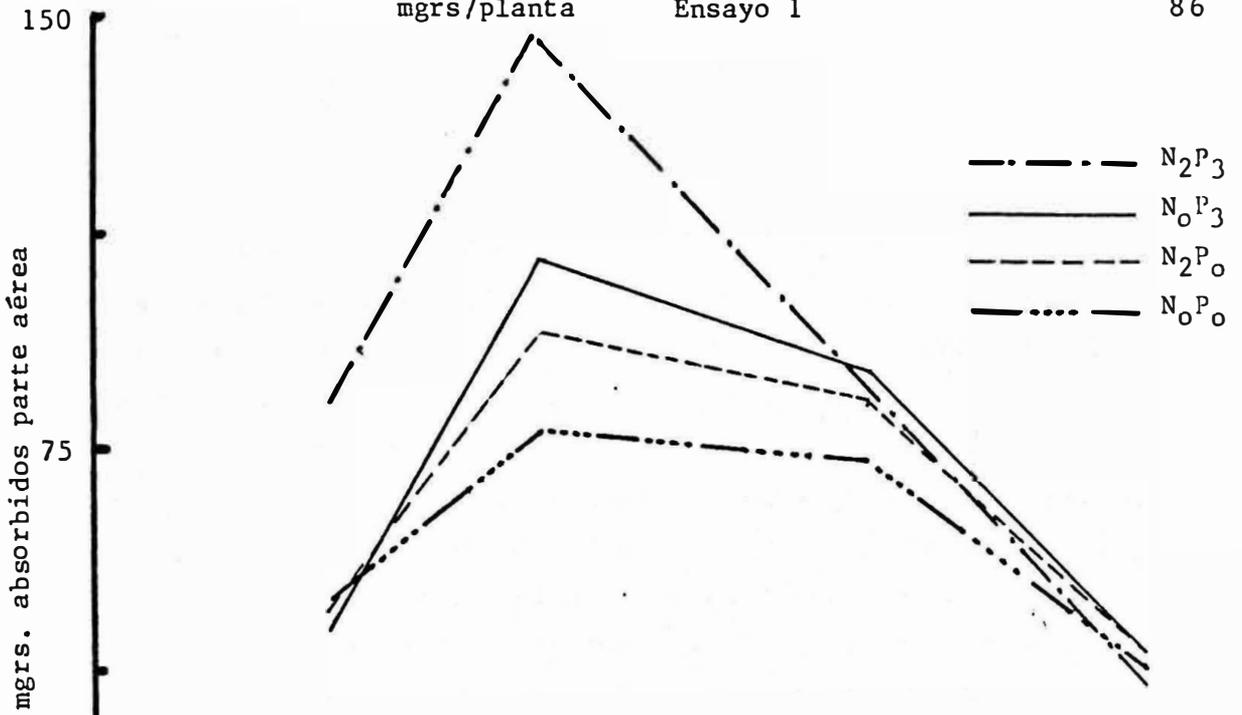
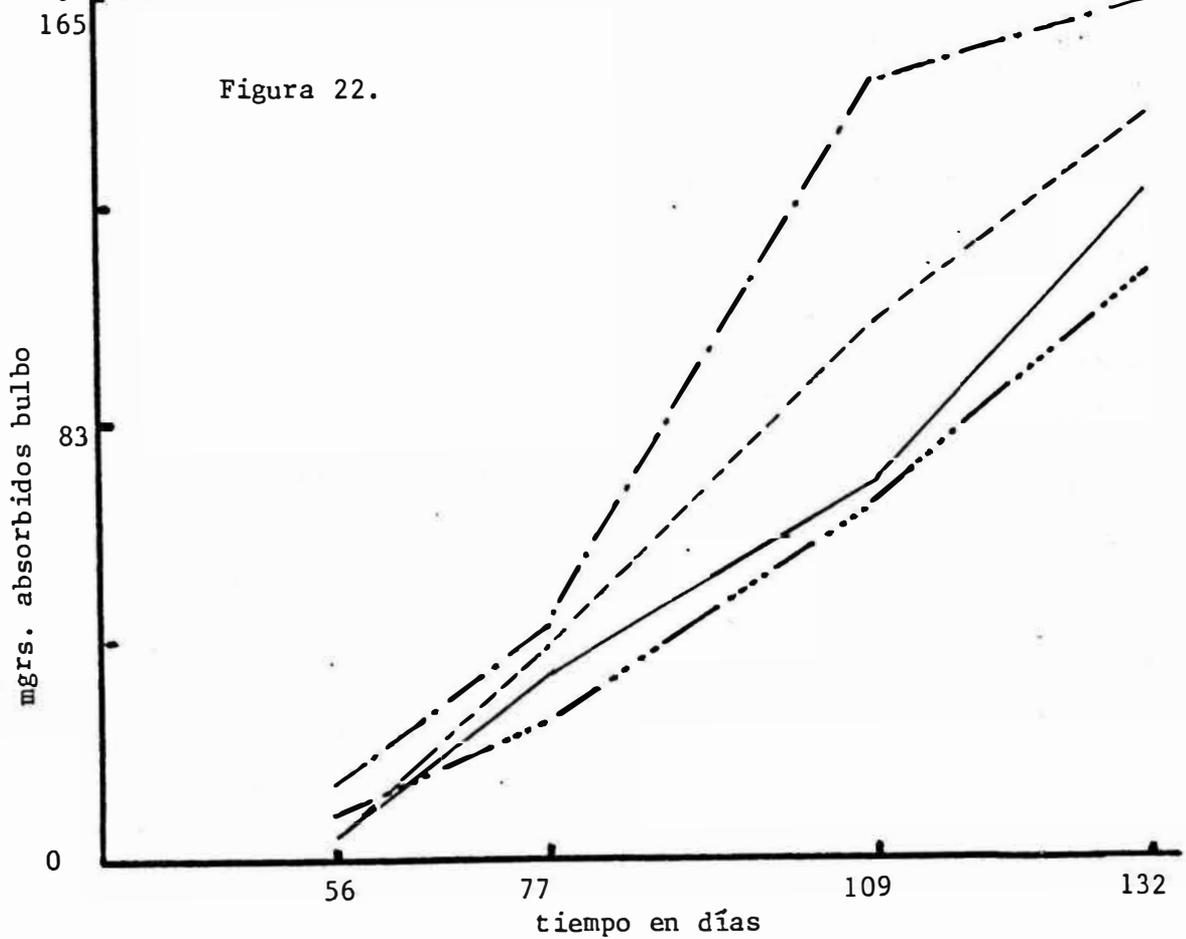


Figura 22.



Fósforo

El porcentaje de P en la parte aérea, teniendo en cuenta los datos presentados en el Cuadro N° 32 (en Apéndice), en los tratamientos N_2P_3 y N_2P_0 muestra un decrecimiento desde el principio (porcentaje más alto), hasta el final del ciclo, siendo mayor este decrecimiento, desde los 110 días aproximadamente, en adelante. Los otros 2 tratamientos N_0P_0 y N_0P_3 , muestran, sin embargo, un leve aumento hasta los 110 días y un posterior decrecimiento. En cuanto al porcentaje de P en bulbo, se observa una tendencia a estabilizarse o decrecer levemente en las primeras etapas y a aumentar hacia la cosecha, como se puede apreciar en el Cuadro anterior.

En cuanto a los miligramos de P por planta, en la parte aérea, se nota un aumento, llegando a un máximo, donde el valor del mismo depende de la fertilización fosfatada; posteriormente decrece levemente o se estabiliza hacia la cosecha, no disponiendo de datos en esta última fecha (ver figura 23).

Con respecto a los miligramos de P por planta en bulbo, se observó un aumento relativamente lento hasta los 80 días aproximadamente (ver figura 24) a partir de los cuales el incremento fue mayor hasta la cosecha.

Figura 23. Absorción de P por la parte aérea y bulbo

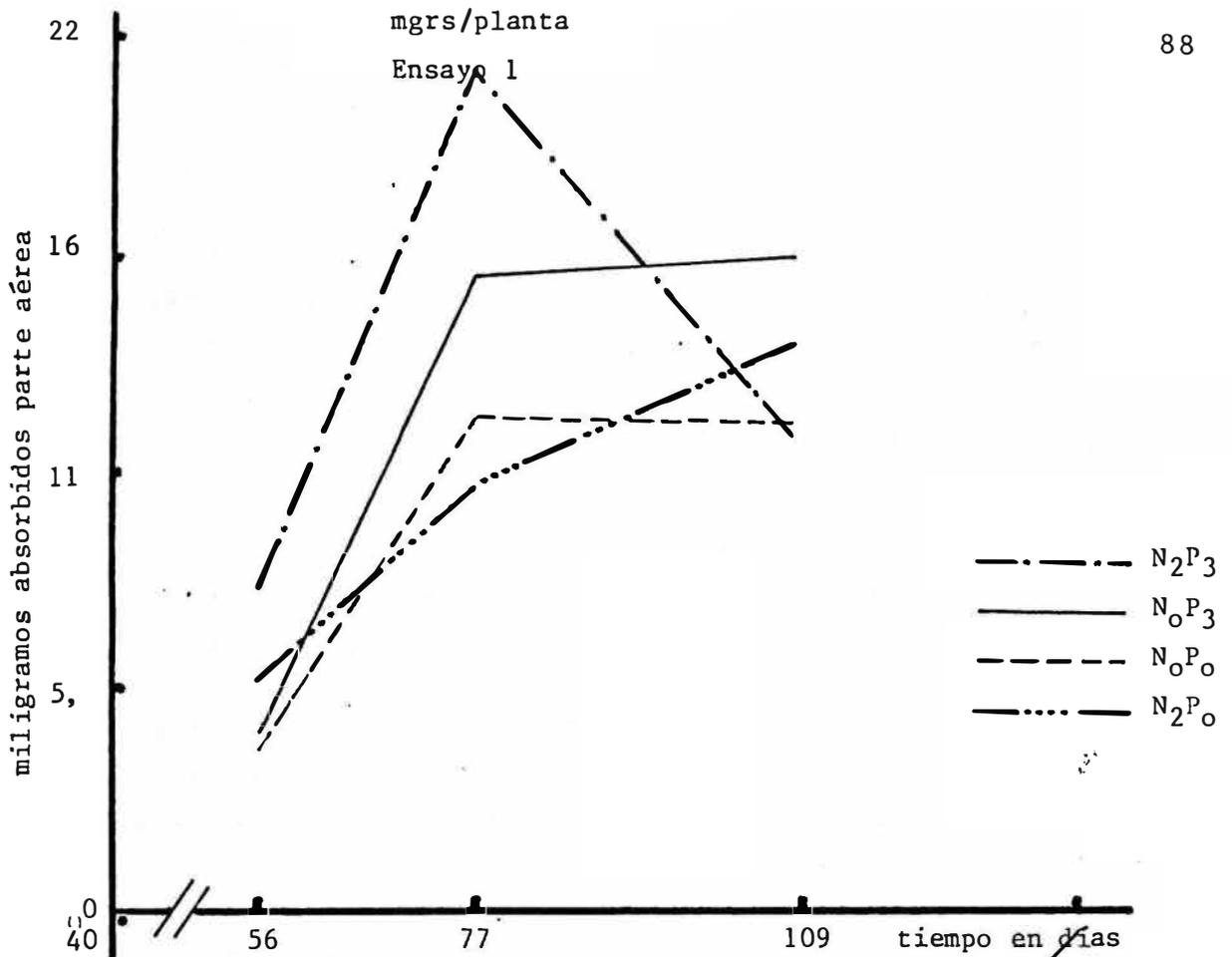
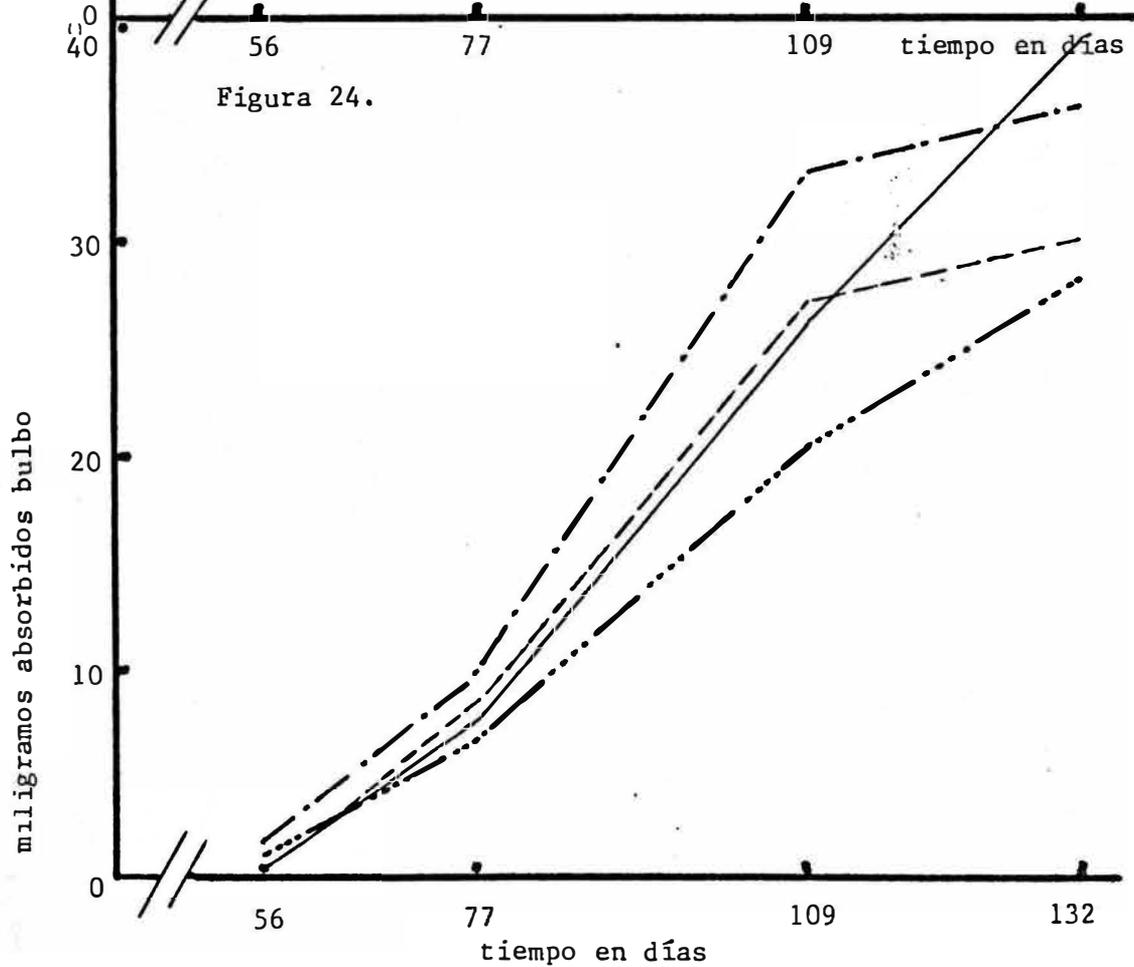


Figura 24.



Potasio

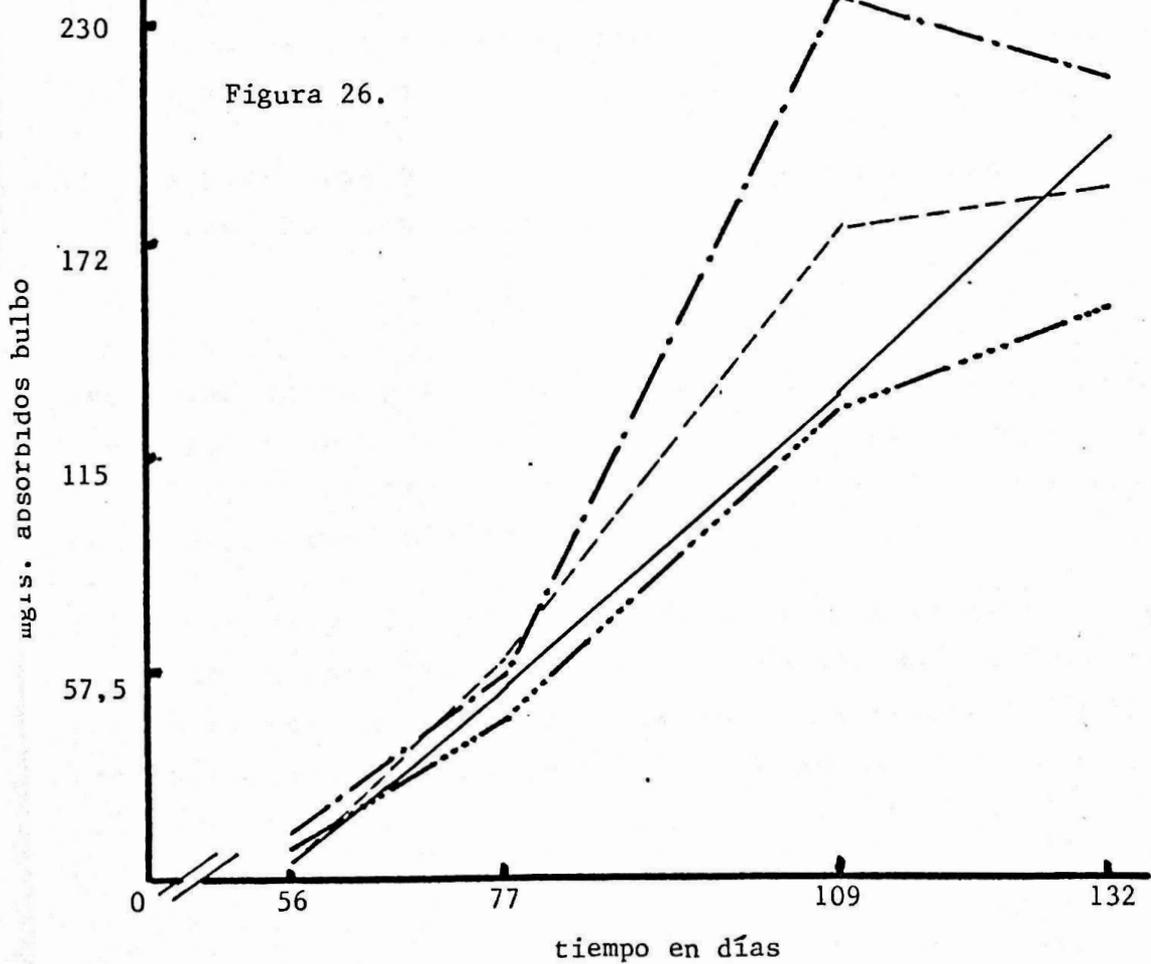
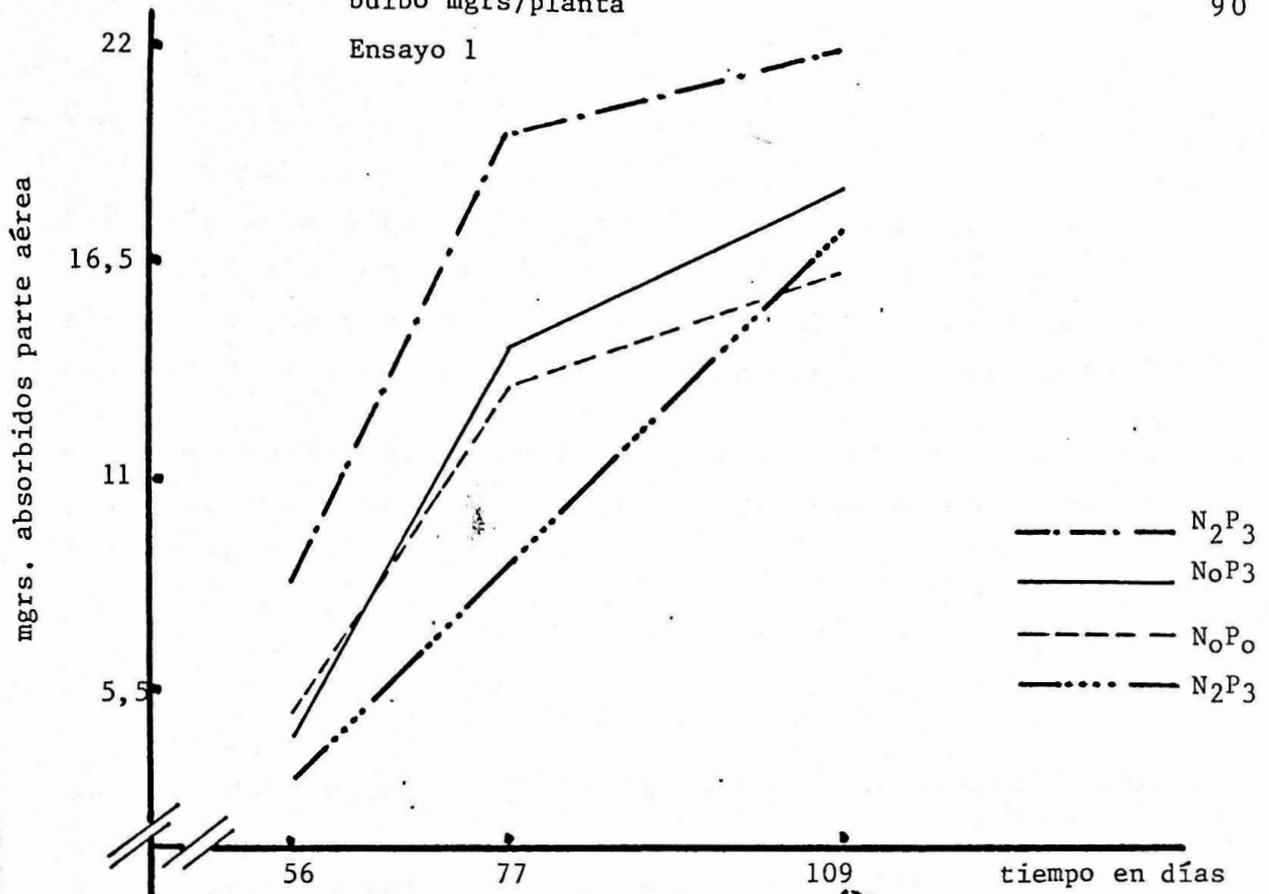
El porcentaje de potasio en la parte aérea es mayor que el de N, para todos los tratamientos, con una tendencia leve a incrementar hacia la cosecha y estabilizarse antes de la misma. En bulbo los porcentajes decrecen muy lentamente hacia mediados de ciclo (probablemente debido a un efecto de dilución, por un gran crecimiento del bulbo) y luego aumentan hacia la cosecha (Ver Cuadro N° 33, en Apéndice).

En cuanto a los miligramos de K por planta, en la parte aérea se observó una tendencia constante a aumentar el contenido de este elemento hasta los 110 días, siendo mayor la misma a partir de los 60 días, como se ve en la figura 25.

Por último, los miligramos de K por planta, pero en el bulbo, tuvieron un comportamiento similar al de la hoja, con un corrimiento en el tiempo, en cuanto al momento de máxima absorción, siendo aquí más importante a partir de los 80 días.

La cantidad de miligramos por planta de K, es menor en el testigo que en los restantes tratamientos (ver figura 26).

Figura 25. Absorción de K por la parte aérea y bulbo mgrs/planta



4.2.2.2. *Ensayo 2. Nitrógeno* Según puede verse en el Cuadro N° 34a (en Apéndice), la absorción en la parte aérea fué mayor a los 55 días, en aquellos tratamientos con más P; manteniéndose esta tendencia en la cosecha.

De la misma forma, en bulbo se puede apreciar diferencias iniciales en la absorción de N, pero éstas no se manifiestan a la cosecha.

Fósforo

En la parte aérea, según lo expuesto en el Cuadro N° 34b (en Apéndice), pueden inferirse diferencias a los 55 días, en cuanto a la absorción de este elemento, en aquellos tratamientos que poseen P, no siendo tan claro el comportamiento a la cosecha.

Por su parte los bulbos muestran la misma tendencia, siendo mayores los contenidos a la cosecha.

Potasio

Según los datos presentados en el Cuadro N° 34c (en Apéndice) puede verse que tanto en la parte aérea, como en el bulbo, la mayor absorción de este elemento se efectuó en aquellos tratamientos con P.

4.2.2.3. *Ensayo 3. Nitrógeno* La absorción de este elemento en la parte aérea estuvo favorecida por la fertilización fosfatada, según se observa en el Cuadro N° 35a, (en Apéndice); mientras que en el bulbo la absorción de

N se vió influída por la fertilización nitrogenada.

Fósforo

En la parte aérea, se observó a los 54 días que los contenidos estaban en función de la fertilización. En el bulbo, aunque con menos claridad, se observó la misma tendencia como se puede ver en el Cuadro N° 35b (en Apéndice).

Potasio

Para este elemento la única tendencia clara es que a los 54 días la mayor extracción la realizaron los tratamientos con P, mientras que en el momento de la cosecha no es posible extraer conclusiones (ver Cuadro N° 35c, en Apéndice).

4.2.3. Resumen

De acuerdo a lo citado por Haag, Homme y Kimoto (1970) y Zink (1962 y 1966) en el Capítulo II, se observó en el ensayo 1 que los pesos fresco y seco de la parte aérea se incrementaron hasta los 80 días aproximadamente (inicio de la bulbificación, para luego caer el peso fresco hacia el final del ciclo, mientras que el peso seco tiende a estabilizarse o decrecer muy poco. Contrariamente, estos parámetros en el bulbo crecen lentamente hasta los 80 días, para luego de esta fecha crecer con mayor velocidad hasta el final del ciclo.

Las diferencias en el crecimiento de parte aérea y bulbo para los 3 ensayos, estuvieron dadas por los diferentes tratamientos de fertilización, los cuales concordaron

con la respuesta observada a cada nutriente. Por ejemplo, para el Ensayo 1 el mayor crecimiento fué alcanzado por los tratamientos con más N y P, mientras en el Ensayo 2 ocurría lo mismo con los tratamientos con más P, al igual que el Ensayo 3.

Esto se puede observar en el Cuadro N° 8.

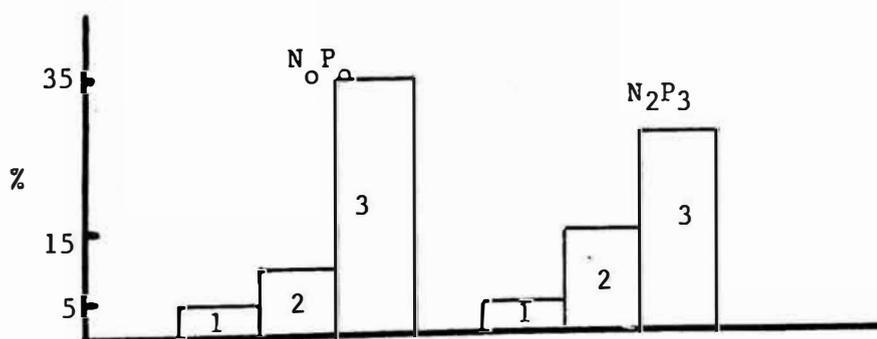
Cuadro N° 8. Rendimiento relativo en Materia Seca, para todos los ensayos (tomando al testigo = 100)

ENSAYO 1					
Tiempo en días	Parte de la planta	% Materia Seca			
Tratamientos		N ₀ P ₀	N ₀ P ₃	N ₂ P ₀	N ₂ P ₃
56	Bulbo	100	74,29	74,29	137,14
77	Bulbo	100	121,97	130,49	133,63
109	Bulbo	100	122,38	146,98	209,90
132	Bulbo	100	121,13	104,38	134,79
ENSAYO 2					
55	Bulbo	100	239,70	102,94	235,29
118	Bulbo	100	108,28	131,08	155,39
ENSAYO 3					
55	Bulbo	100	82,61	91,30	90,12
118	Bulbo	100	133,82	118,21	115,17

En cuanto a la comparación entre los tres ensayos que relacionan todos los tratamientos con el testigo tomado como 100, podemos destacar que al ser los ciclos del cultivo más cortos en los Ensayos 2 y 3 que en el Ensayo 1, esto indicaría una mayor tasa de crecimiento y mayor eficiencia en estos Ensayos (2 y 3) que estaría dada por condiciones ambientales más cálidas y fotoperíodo más largo así como por un mejor suelo.

Para corroborar esto se realizó la comparación de la materia seca de los 3 ensayos a los 55 días, tomando como 100 la M.S. al momento de la cosecha. En la figura 27 aparece dicha comparación para 2 tratamientos, observándose que los ensayos 2 y 3 habían acumulado más materia

Figura 27. Contenido de materia seca en el 1er. muestreo, para todos los ensayos en el bulbo



seca en esa fecha que el ensayo 1, indicando mayor velocidad de crecimiento. Por otro lado en el tratamiento testigo el ensayo 3 tiene un comportamiento superior a los otros ensayos y que es muy parecido al tratamiento

N_2P_3 , lo que estaría reflejando las mejores condiciones de suelo de este ensayo.

En cuanto a la traslocación de nutrientes, de la parte aérea del bulbo (bulbificación), ésta fue más rápida en los ensayos 2 y 3 que en el 1. Por ejemplo, en el Cuadro N° 9 se ve que a los 110 días aproximadamente la materia seca de la parte aérea, expresada como porcentaje de la M.S. a los 55 días, es menor en el ensayo 2 que en el 1, indicando que en ese momento se había realizado una mayor traslocación.

Cuadro N° 9. Rendimiento relativo en Materia Seca (tomando como 100 el contenido en el 1er. muestreo)

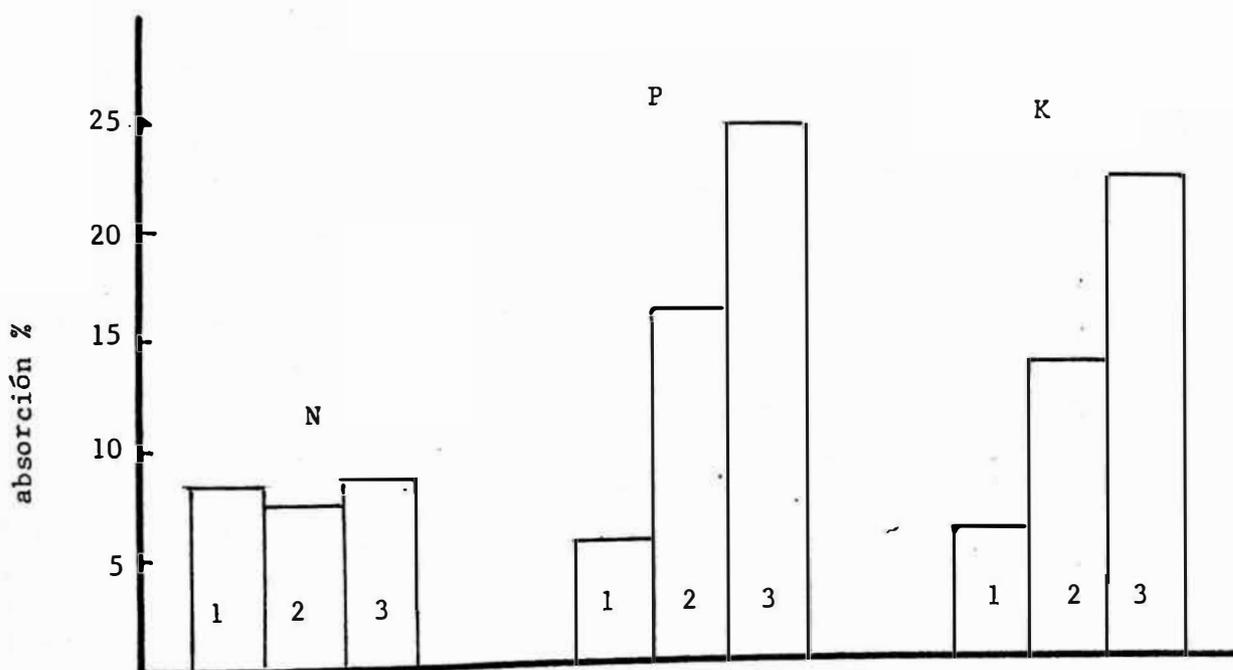
ENSAYO 1					
Tiempo en días	Parte de la planta	% Materia Seca			
Tratamientos		NoPo	NoP3	N2Po	N2P3
56	Hoja	100	100	100	100
109	Hoja	300,67	350,00	336,62	225,00
ENSAYO 2					
55	Hoja	100	100	100	100
118	Hoja	22,57	34,42	25,55	11,74

En cuanto a la extracción de nutrientes se pudo observar que ésta coincide con las curvas de crecimiento como lo expresan también Zink (1962 y 1966), Haag, Homme y King

to (1970) y Lorenz y Bartz (1968). Para la parte aérea se observa que tanto el N como el P aumentan en términos absolutos hasta los 80 días aproximadamente y luego disminuyen hacia la cosecha. El K se incrementa continuamente. En el bulbo, la absorción de N, P y K, en términos absolutos, aumenta siempre desde el principio y con mayor velocidad, después de los 80 días. Por el contrario los porcentajes de los nutrientes en general tienden a disminuir hacia la cosecha por un efecto de dilución.

Como se mencionó anteriormente existe un paralelismo entre el crecimiento y la absorción de nutrientes y esto se puede visualizar comparando la absorción de nutrientes a los 55 días del trasplante, entre los 3 ensayos, como se vé en la figura 28.

Figura 28. Absorción de N,P y K en el primer muestreo, para los ensayos 1,2 y 3 en bulbo. (tomando como 100 el contenido a la cosecha)



Los ensayos que crecen más rápido como ser 2 y 3, extraen más rápidamente los nutrientes (se tomó como 100 lo extraído a la cosecha). Las diferencias encontradas entre los ensayos son cuantitativamente más importantes para el P y K.

Seguramente los ensayos 2 y 3 estuvieron favorecidos por mayores temperaturas, que volverían más activas las raíces.

Es importante destacar también algunas interacciones, como ser para el ensayo 2, donde la mayor fertilización fosfatada aumentó la absorción, no sólo de P, sino también de N y K, lo que también se manifiesta en parte en el ensayo 3, lo que reafirma la importancia de incluir siempre a este nutriente en la fertilización, incluso para suelos como el del ensayo 3.

En cuanto a los nutrientes extraídos por una hectárea de cultivo, cuando la fertilización no es limitante, estos fueron:

ENSAYO 1 - Cosecha: 28 toneladas

Población: 250.000 plantas/ha

Extracción:	Bulbo	Despojos	Total
N	36,9 kgs.	8,8 kgs.	45,7 kgs.
P	8,3 kgs.	0,8 kgs.	9,1 kgs.
K	49,7 kgs.	20,9 kgs.	70,6 kgs.

ENSAYO 2 - Cosecha: 35 toneladas
Población: 250.000 plantas/ha

<i>Extracción:</i>	<i>Bulbo</i>	<i>Despojos</i>	<i>Total</i>
N	87,1 kgs.	3,7 kgs.	90,8 kgs.
P	8,4 kgs.	0,3 kgs.	8,7 kgs.
K	55,0 kgs.	3,1 kgs.	58,1 kgs.

ENSAYO 3 - Cosecha: 33 toneladas
Población: 250.000 plantas/ha

<i>Extracción:</i>	<i>Bulbo</i>	<i>Despojos</i>	<i>Total</i>
N	104,0 kgs.	-	104,0 kgs.
P	10,2 kgs.	-	10,2 kgs.
K	50,7 kgs.	-	50,7 kgs.

Como se observa, al aumentar el rendimiento, aumenta la extracción sobre todo de N, mientras que el K se extrae en mayor cantidad en el ensayo 1.

4.3 ANALISIS FOLIAR

Para los 3 ensayos se realizó un muestreo de hojas para análisis foliar a mediados del ciclo, tal como se describe en el capítulo 3 de Materiales y Métodos. Los tratamientos muestreados fueron: NoPo, NoP₁₂₀, N₃₀P₁₂₀, N₆₀P₀, N₆₀P₁₂₀, N₉₀P₀, N₉₀P₄₀, N₉₀P₈₀, N₉₀P₁₂₀.

Estos tratamientos fueron agrupados de forma de observar la variación de cada nutriente a distintos niveles del otro:

CASO I, para N (a P = 0) N_0P_0
 $N_{60}P_0$
 $N_{90}P_0$

CASO II, para N (a P = 120) N_0P_{120}
 $N_{30}P_{120}$
 $N_{60}P_{120}$
 $N_{90}P_{120}$

CASO III, para P (a N = 90)
 $N_{90}P_0$
 $N_{90}P_{40}$
 $N_{90}P_{80}$
 $N_{90}P_{120}$

Sobre estas agrupaciones y sobre el total de los tratamientos se realizaron con los contenidos foliares respectivos (en porcentaje) análisis de varianza, separación de medias, correlación entre contenido de nutrientes en porcentaje y rendimiento, así como correlación entre contenido de nutriente en porcentaje y dosis aplicada.

En este estudio no se disponía de suficientes grados de libertad por lo que es posible que se haya perdido cierta significación, debiendo, en sucesivos años, retomarse este tema.

4.3.1. Ensayo 1

Para el Caso I, el ANAVA dió significación con una $P < 0,1$ para tratamientos. Mediante el test de Duncan la media que difería de las demás al 5%, fue la correspondiente a $N_{90}P_0$.

En cuanto a la correlación rendimiento - % de nutriente, dió un r de 0,997 con una $P < 0,05$.

Para el Caso II el ANAVA mostró significación para tratamientos con una $P < 0,10$. Mediante el test de Duncan la media separada al 5%, fue la correspondiente a $N_{90}P_{120}$. La correlación rendimiento ~ contenido de N a nivel de P_{120} , dió un r de -0,109 (no significativo). La regresión ajustada no mostró una correlación entre % de N y rendimiento.

Para el Caso III el ANAVA mostró significación con una $P < 0,05$ para tratamientos. Separadas las medias se obtienen diferencias al 5% para el tratamiento $N_{90}P_{120}$ sobre el resto. En cuanto a la correlación % de P a nivel de N_{90} y rendimiento, el r contenido es de 0,75, no significativo.

Finalmente, correlacionado el total de tratamientos con los rendimientos correspondientes y el % de N y % de P, se obtuvo un r para N de 0,0195, no significativo, y un r para P de 0,254, no significativo, por lo tanto las agrupaciones I, II, III, permitieron observar los distintos efectos de cada nutriente a un mismo nivel del otro. (Ver Cuadros Nos. 36, 37, 38, en Apéndice).

4.3.2. Ensayo 2

En los casos I y II no se encontraron diferencias significativas entre los contenidos de N, ni las correlaciones fueron significativas, no ajustándose ninguna regresión. En el caso III el ANAVA tampoco mostró diferencias significativas entre los porcentajes de P, pero la correlación de estos porcentajes con los rendimientos, dió un r de $-0,73$ ($P < 0,05$). Este r negativo puede deberse al momento de muestreo, pues cuando éste se realizó (77 días del trasplante) ya el cultivo había comenzado a bulbificar, debido a un rápido crecimiento, habiendo traslocado parte de los nutrientes al bulbo.

Los Cuadros 39,40,41 (en Apéndice), muestran los casos I, II, III, respectivamente.

En cuanto a la correlación general entre todos los tratamientos muestreados y los porcentajes de P y porcentajes de N, se obtuvo un r de P de $-0,50$ significativo al 5% y un r de N de $-0,068$, no significativo.

4.3.3. Ensayo 3

En este ensayo cabe mencionar (en el Caso II), la diferencia estadística hallada entre los tratamientos, a nivel de P igual a 120 unidades de P_2O_5 /ha., así como también la separación de medias mediante el test de Duncan, separándose el tratamiento de $N_{60}P_{120}$, al 5%.

En cuanto a la correlación % de N y rendimiento, se obtuvo un r de $0,65$ ($P < 0,10$), pudiendo explicar la posición

ble respuesta a N, hallada en este ensayo.

En el Caso III, en la correlación entre el % de P y rendimiento se obtuvo un r de $-0,742$ ($P < 0,05$), lo que puede ser explicado de la misma forma que para el ensayo 2. Los Cuadros 42, 43 y 44 (en Apéndice), muestran lo anteriormente discutido.

Resumiendo lo anterior y a modo de comparación entre los distintos ensayos, cabe mencionar la concordancia para el ensayo 1, entre la respuesta a N y P a nivel de rendimiento y las diferencias en contenido de nutrientes encontrados a nivel de la planta, lo que explica en parte el efecto de los nutrientes sobre el crecimiento y rendimiento final.

En este sentido, se puede observar que para N se encontraron mayores diferencias en contenido cuando no se aplicaba P, que cuando se aplicaban 120 kgs de P_2O_5 /ha, lo que indicaría cierto efecto de dilución.

Estas observaciones toman más importancia al ser menores las repeticiones, pues en este ensayo se trabajó con promedios.

Las distintas regresiones ajustadas, que tuvieron significación estadística, tienen buen poder predictivo.

En el ensayo 2, no hay diferencias a N a ningún nivel de P, lo que concuerda con la ausencia de respuesta a este elemento.

En cuanto al P, lo que se observa puede deberse al momento del ciclo en el que se realizó el muestreo, como ya

se discutió.

En el ensayo 3, lo más importante son aquellas diferencias observadas para el % de N a nivel alto de P y la correlación correspondiente con rendimiento. Esto en parte justifica la respuesta encontrada al N como se discute en 4.1.1.3.

4.4. NIVELES CRÍTICOS

Tomando las distintas observaciones del ensayo I, se procedió a hacer un ajuste preliminar de niveles críticos en la hoja, para N y P, el cual deberá ser retomado en sucesivos años de experimentación para adquirir mayor seguridad. Es tos niveles críticos pueden servir como base para conocer el estado nutricional de este cultivo, teniendo en cuenta la metodología de muestreo empleada.

Para ésto se tomó la regresión estadística ajustada para rendimiento, operando para N a 2 niveles de P (0 y 120 ks de P_2O_5 /ha), según los casos I y II. Además se operó para P dejando fijo el N en 90 kgs/ha. Asimismo, se realizaron las regresiones entre dosis y contenido de nutriente para N y P, que se muestran en el siguiente cuadro. (ver Cuadro N° 10, en página 104).

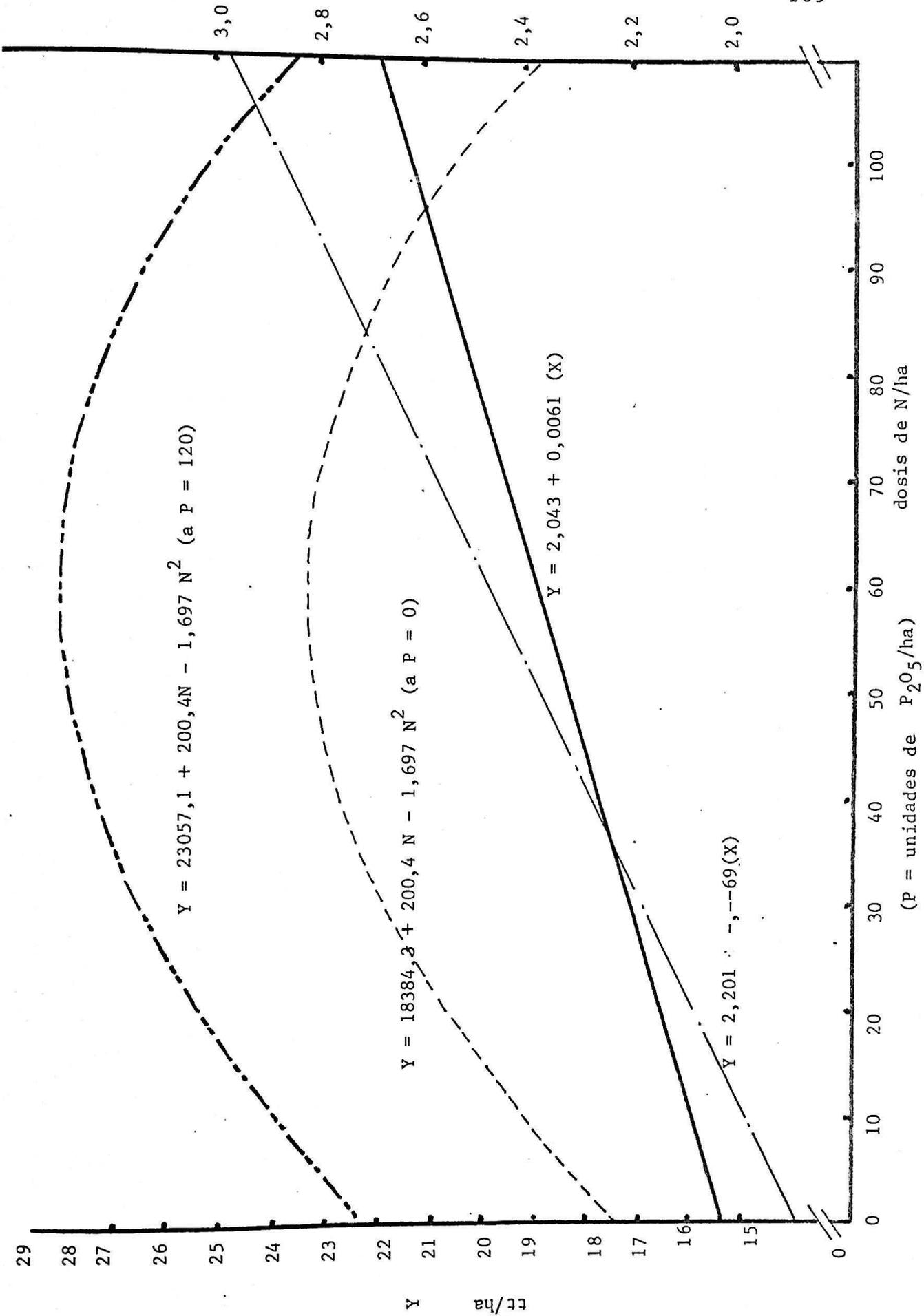
En la figura 29, se presentan las regresiones mencionadas para N. Extrapolando fue posible obtener el nivel crítico para N, que oscila aproximadamente entre 2,2 y 2,4% en hoja, que corresponde a 90 y 100% del rendimiento máximo, respectivamente.

Cuadro N° 10. Ensayo 1. Correlación dosis - % nutrientes (AF)
Caso I, II y III

Caso	Dosis kgs/ha	Contenido nutriente	Coef. de correlac.	Signifi- cación	Ecuación de regresión
I	0 kg N/ha	2.21%			
	60 "	2.59%	$r = -,996$	$P < 0.05$	$Y = 2.201 +$
	90 "	2.84%	$(t = 13,95)$		$0,0069 (x)$
II	0 kgs N/ha	2.12 %			
	30 "	2.22%	$r = 0,829$	$P < 0,20$	$Y = 2.043 +$
	60	2.19%	$(t = 2.096)$		$0.0061 (x)$
	90 "	2.74%			
III	0 kg P_2O_5 /ha	0.246			
	40 "	0,243	$r = 0,935$		$\hat{Y} = 0.2362 +$
	80 "	0,280	$(t = 3,73)$	$P < 0,10$	$0,0005425 (x)$
	120 "	0,306			

Se puede ver en la misma figura, que cuando el P es 0, el rendimiento es menor y la regresión entre dosis y contenido de N, indica que a dosis bajas, hay un menor contenido de N y a dosis altas se invierte lo visto, siendo mayor el porcentaje de N cuando el P es igual a 0, como se ha discutido en el ítem 4.4.4., de análisis foliar (Caso I y II).

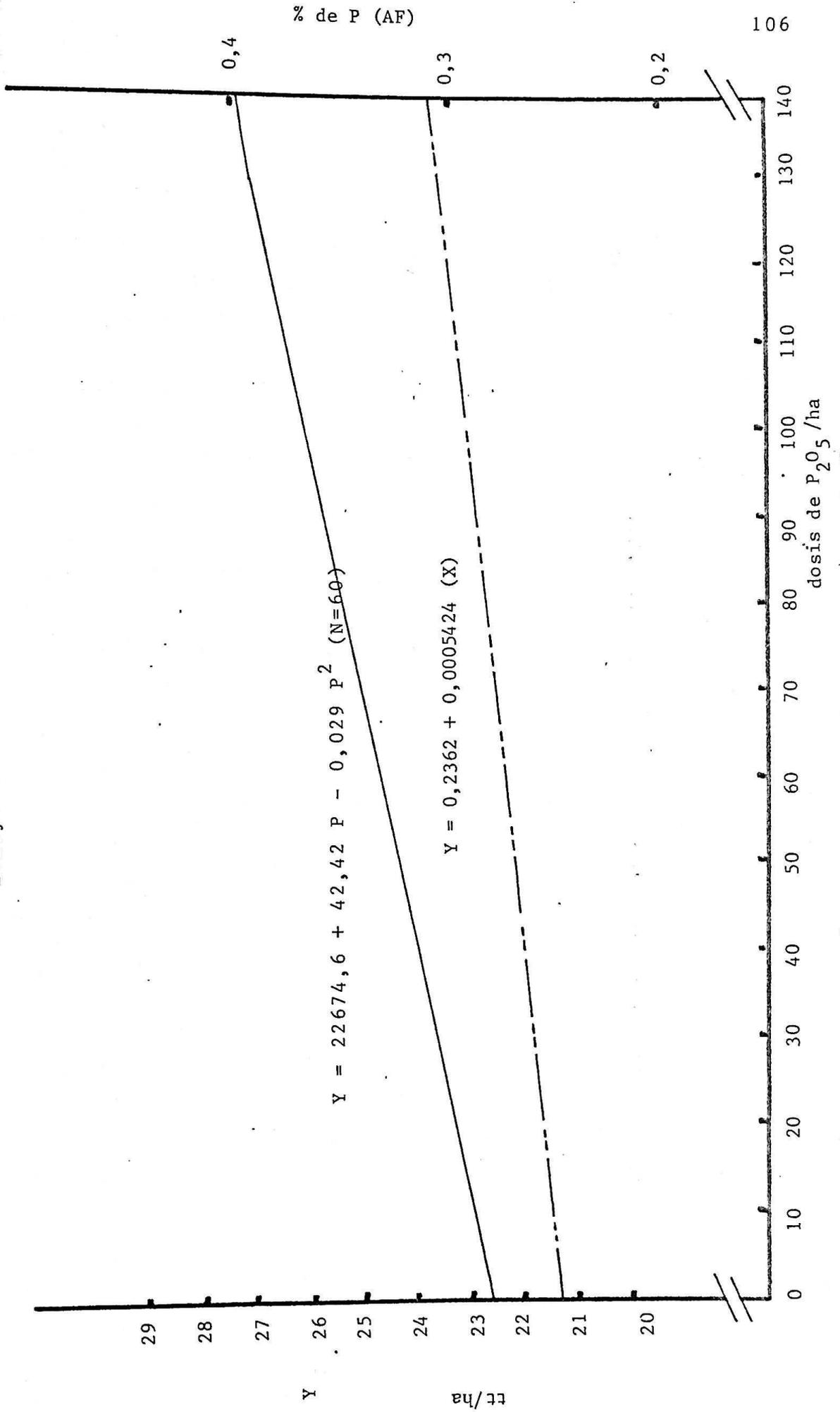
Para el P se utilizó la misma metodología, obteniéndose como se observa en la figura 30, un nivel crítico de 0,3% de P en hoja, que corresponde a la extrapolación con la dosis máxima probada.



(P = unidades de P_2O_5/ha)

Gráfica 30. Niveles críticos de fósforo

Ensayo I



% de P (AF)

En los ensayos 2 y 3 no se realizó el ajuste de niveles críticos, debiéndose destacar que los porcentajes de nutrientes, en estos ensayos, eran inferiores a los del ensayo 1, posiblemente debido al ciclo más corto, que llevó a una mayor velocidad de crecimiento y de absorción de nutrientes. Estos fueron traslocados más rápidamente al bulbo (bulbificación) y por este motivo los porcentajes descendieron en el momento del muestreo.

4.5. INDICE DE BULBIFICACION

Paralelamente a la medición de la materia seca y materia fresca, en el ensayo 1, en los tratamientos de las parcelas de crecimiento, se midieron: el diámetro mayor de los bulbos y el del cuello, para establecer así un "Índice de Bulbificación".

Como se observa en la figura 31, y Cuadro N° 45 (en Apéndice), a pesar de ser solamente 2 puntos, la relación diámetro mayor/diámetro del cuello igual a 2, se alcanzaría con mayor facilidad en las parcelas más fertilizadas.

Figura 31. Evolución de la relación diámetro mayor del bulbo/
diámetro del cuello del bulbo, en función del tiempo

relacion de diámetros

2

108

1
50 tiempo en días 109

--- N₂P₃
— N₀P₃
- - - N₂P₀
- · - · - N₀P₀

4.6. CONSERVACION

Sobre 8 tratamientos del ensayo 2, se realizó una prueba de conservación con 2 repeticiones, según se describe en el Capítulo 3, que tuvo una duración aproximada de 160 días.

Durante este período se realizaron 2 observaciones, en las que se midió el porcentaje de bulbos podridos y brotados.

Con los porcentajes de bulbos podridos se realizó un

ANAVA, en el cual no se encontró significación estadística a ninguna de las fuentes de variación. Los datos originales aparecen en el Cuadro N° 46 (en Apéndice).

Con respecto al porcentaje de bulbos brotados, que se observan en el Cuadro siguiente, se puede ver cierta tendencia a aumentar el porcentaje de los mismos al aumentar el nivel de la fertilización nitrogenada, mientras que el P provocaría una tendencia contraria.

Cuadro N° 11. Efecto de los nutrientes agregados en la conservación de los bulbos (% de bulbos brotados) Ensayo 2

Tratamiento	%	\bar{x}
N_0P_0	17,3	13,7
N_0P_3	10,1	
N_1P_0	9,8	11,8
N_1P_3	13,8	
N_2P_0	20,8	16,6
N_2P_3	12,4	
N_3P_0	18,8	18,65
N_3P_3	18,5	

// sigue

Tratamiento	%	\bar{x}
N_0P_0	17,3	
N_1P_0	9,8	16,68
N_2P_0	20,8	
N_3P_0	18,8	
N_0P_3	10,1	
N_1P_3	13,8	13,70
N_2P_3	12,4	
N_3P_3	18,5	

5. CONCLUSIONES

- 1 - Existió una respuesta importante de la cebolla a la fertilización, que se relacionó con los diferentes tipos de suelos, a su fertilidad natural, así como al manejo anterior recibido por estos, especialmente el efecto residual de fertilizaciones fosfatadas.

En cuanto al N se observó que en chacras viejas, con suelos muy diferenciados, bajo tenor en M.O., la respuesta llegó hasta 60 kilos de N/ha. En cambio en suelos menos diferenciados, con mayor contenido en M.O. y menos años de agricultura no existió respuesta al N, destacándose como muy importante el manejo de abonos verdes ya que incorporados muy sobre la siembra o descomponiéndose bajo condiciones climáticas adversas, producirían inmovilización de N y aporte tardío de este nutriente.

Respecto al P existió una respuesta acorde al nivel de este nutriente en el suelo. Es así que en suelos con 7 ppm se lograron incrementos importantes en rendimiento (19%) con agregado de 120 kgs. de P_2O_5 /ha (máxima dosis probada). ya con 9 ppm descendió algo la respuesta, la que se situó en 110 kgs. de P_2O_5 /ha (17% de incremento en producción). Finalmente con 16 ppm no se obtuvo respuesta en rendimiento con la fertilización fosfatada.

- 2 - Se encontró que la incidencia de la fertilización sobre el rendimiento se manifestó en un cambio en la distribución de tamaños a favor de la categoría comercial (50-70 mm) y superior a comercial (>70 mm).
- 3 - El crecimiento en Materia Fresca y Seca de los bulbos mostró ser lento hasta los 80 días aproximadamente, incrementándose en forma importante a partir de esta fecha.

En cambio en la parte aérea, la tasa de crecimiento fue mayor hasta el comienzo de la bulbificación, encontrándose en este momento los máximos valores cuando la fecha de siembra se retrasó, el crecimiento inicial fue mayor, adelantándose el comienzo de la bulbificación y acortándose el ciclo.

La absorción de nutrientes en bulbos, se incrementó también a partir de los 80 días aproximadamente, destacándose (comparando con la M.S.), que un mayor porcentaje del total de nutrientes absorbidos se habían acumulado en estas primeras etapas. En parte aérea la máxima absorción de nutrientes precedió al comienzo de la bulbificación. Las fechas de siembra al retrasarse provocaron una más rápida absorción inicial, así como una posterior traslocación al bulbo. En términos generales los valores finales de MF, MS y nutrientes absorbidos estuvieron de acuerdo a la respuesta encontrada en cada suelo.

- 4 - En niveles foliares de nutrientes se encontraron correlaciones entre rendimiento - porcentaje de nutriente y dosis-porcentaje de nutrientes. Esto possibilitó la obtención de Niveles Foliares críticos preliminares, los que fueron: para N 2,2 - 2,4% y para P 0,30%.
- 5 - No se encontraron diferencias en cuanto a la conservación de los bulbos, aunque no se pueden descartar debido a posible enmascaramiento por otros factores.
- 6 - De lo expuesto anteriormente surge la importancia de manejar el cultivo de la cebolla a través de una correcta fertilización. En cuanto al N es de esperar una respuesta importante en chacras viejas, bajo tenor en M.O. y suelos diferenciados, mientras que este nutriente puede disminuirse o anularse en caso de chacras nuevas con mayor tenor en M.O. En cuanto al P el análisis de suelo mostró ser una herramienta importante para determinar las necesidades de este nutriente. Con 7 ppm o menos la dosis óptima recomendada se ubicaría por sobre 120 kgs. de P_2O_5 /ha, reduciéndose la misma a 110 kgs P_2O_5 /ha para 9 ppm. Ya con 16 ppm, no se encontraría respuesta, pero teniendo presente las características del cultivo y de este elemento se hace importante incluirlo igualmente en la fertilización por su efecto "starter" y por mejorar la absorción de otros nutrientes, como se observó.

6. RESUMEN

Se instalaron 3 ensayos de respuesta a N y P en cebolla (*Allium cepa* L.) en suelos representativos de la zona sur del país, los que habían sido sometidos a manejos previos diferentes. Las condiciones de cada ensayo eran las siguientes: Ensayo 1, Brunosol Subéutrico Lúvico L., chacra de 3 años, barbecho en otoño, M.O. 3,2%, P (Bray) 7 ppm, K 0,85 meq/100 grs, pH 5,6; Ensayo 2, Brunosol Subéutrico Típico L., chacra de 2 años, barbecho en otoño, con 100 unidades de P_2O_5 como superfosfato en polvo (mezclado en marzo con el suelo), M.O. 3,5%, P (Bray) 9,5 ppm, K 0,75 meq/100 grs., pH 5,6; Ensayo 3, Brunosol Subéutrico Típico L. chacra de 2 años, avena en otoño con 100 unidades de N y 200 unidades de P_2O_5 /ha, enterrada como abono verde a principio de agosto, M.O. 3,8%, P (Bray) 16 ppm, K 0,83 meq/100 grs., pH 5,5.

El diseño empleado fue un factorial completo de 4 dosis de N (0,30, 60 y 90 kgs/N/ha) y 4 de P (0, 40, 80 y 120 kgs. P_2O_5 /ha), en bloques con parcelas al azar, con 3 repeticiones en el Ensayo 1 y 2 en los ensayos 2 y 3. Las fechas de trasplante fueron 7/9/78 para el Ensayo 1 y 18/10/78 para los Ensayos 2 y 3. En 4 fechas durante el ciclo se midieron M.S. y nutrientes totales absorbidos en parte aérea y bulbo en 4 tratamientos y contenido de N, P, K en la última hoja totalmente desarrollada a mitad del ciclo.

Se obtuvo en el Ensayo 1 respuesta a N que incrementó los rendimientos para la dosis óptima (60 kgs N/ha) en 5.900 kgs. (25% sobre el testigo), el Ensayo 2 no mostró respuesta a este nutriente y en el Ensayo 3 se observó una tendencia de respuesta al N debido posiblemente a cierta inmovilización causada por el abono verde y a las condiciones climáticas durante la descomposición del mismo que retardaron el aporte de N.

Con respecto al P, el Ensayo 1 respondió hasta 120 kgs. P_2O_5 /ha provocando un incremento de 4700 kgs. (19% sobre el testigo). En el Ensayo 2 para el P respondió hasta 110 kgs. P_2O_5 /ha dándose un incremento de 5000 kgs (17% sobre el testigo). El Ensayo 3 no mostró respuesta significativa al P. Se ajustaron para los Ensayos 1 y 2 ecuaciones de respuesta que representan lo observado.

La fertilización influyó también sobre la absorción de nutrientes y la acumulación de M.S. El crecimiento en M. S. fue lento hasta los 80 días (5% del total para Ensayo 1), incrementándose a partir de esta fecha. La absorción de nutrientes en bulbo también se incrementó a partir del mismo momento pero en esa fecha ya había acumulado mayor porcentaje de los nutrientes totales absorbidos (19% a 21% para N y P). Los valores finales estuvieron de acuerdo a la respuesta a la fertilización en cada ensayo.

Para el Ensayo 1 se pudo establecer una correlación entre % de nutrientes en hoja y los rendimientos, encontrándose los siguientes niveles críticos preliminares: n 2,2 - 2,4% y P 0,3%.

Se encontró asimismo una relación entre la distribución de tamaños de bulbo y la fertilización.

7: SUMMARY

Three experiments were located in representative soils of southern Uruguay which have had different management systems. The characteristics of the experimental sites were: Exp. 1 - Brunosol Subéutrico Lúvico L., 3 crops after pasture, M.O. 3.2%, P 7 ppm, K 0,85 meq/100 grs., pH 5.6; Exp. 2 - Brunosol Subéutrico Típico L., 3 crops after pasture follow the previous fall but with 100 kg/ha of P_2O_5 applied in March as powdery simple superphosphate mixed in the plow layer, M.O. 3,5%, P 9.5 ppm, K 0.75 meq/100 grs., pH 5.6; Exp. 3, Brunosol Subéutrico Típico L, 2 crops after pasture, oats for green manure planted in March fertilized with 100 kg/ha of N and 200 kg/ha of P_2O_5 plowed down on early August, M.O. 3.8%, P 16 ppm, K 0.83 meq/100 grs., pH 5.5

Factorial designs N x P arranged in randomized blocks were used in all locations, but 3 and 2 replications in Exp. 1, and in experiments 2 and 3, respectively. Rates used were 0,30,60 and 90 kg/ha of N, and 0,40,80 and 120 kg/ha of P_2O_5 . Planting dates were 7/9/78 for Exp. 1 and 18/10/78 for experiments 2 and 3. Dry matter and nutrient accumulation in aerial part and bulbs were measured on few selected treatments during the growing season. Also, N,P and K percentage were measured at mid-season on the youngest totally developed leaf.

In Exp. 1 the optimum N rate increased yields by 5.900 kg. Phosphorus applied in Experiments 1 and 2 increased yields by 4.700 and 5.000 kg/ha., respectively,

with the highest rate used. No response to P was evident in Exp. 3.

Response functions were fitted to data of experiments 1 and 2.

Fertilization also effected D.M. accumulation and nutrient absorption. Both accumulation curves showed similar trends with time, and after 80 days, there was a significant increase of bulb DM and nutrient accumulation total DM and nutrient yields were related to fertilization effects on each Experiment.

In Experiment 1, there was a significant correlation between % of nutrient in leaves and yields. Critical levels found for N and P were 2.2 - 2.4% and 0.3%, respectively. There was, also, a relationship between fertilization and bulb size distribution.

8. APENDICE

Cuadro N° 12. Rendimiento (tt/ha) y número de plantas (decenas de miles /ha) para todos los tratamientos - Ensayo 1

Tratamientos	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio
Rendimiento	22,458	21,958	15,625	20,014
N_0P_0 Plantas	25,0000	25,4167	23,7500	
Rendimiento	22,208	15,458	19,375	19,014
N_0P_1 Plantas	20,4167	23,3333	24,1667	
Rendimiento	18,958	23,292	15,625	19,292
N_0P_2 Plantas	26,6667	21,6667	21,6667	
Rendimiento	28,875	26,500	17,500	24,292
N_0P_3 Plantas	25,0000	22,5000	22,0933	
Rendimiento	26,250	19,250	23,917	23,139
N_1P_0 Plantas	24,5833	22,3833	23,7500	
Rendimiento	24,583	23,792	15,542	22,306
N_1P_1 Plantas	23,7500	19,5833	24,1667	
Rendimiento	34,458	32,292	20,000	29,250
N_1P_2 Plantas	23,7500	22,0833	23,7500	
Rendimiento	28,667	27,792	26,667	27,709
N_1P_3 Plantas	25,8333	19,5833	27,9167	
Rendimiento	23,583	22,625	21,875	22,694
N_2P_0 Plantas	25,4167	21,6667	23,7500	
Rendimiento	30,375	24,417	21,167	25,320
N_2P_1 Plantas	26,2500	25,0000	24,5833	
Rendimiento	33,042	25,000	30,417	29,486
N_2P_2 Plantas	25,4167	21,6667	25,8333	

// sigue

// continuación Cuadro N° 12

Tratamientos		Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio
N_2P_3	Rendimiento	26,875	27,250	29,417	27,847
	Plantas	23,3333	20,8333	23,7500	
N_3P_0	Rendimiento	30,208	17,333	23,542	23,694
	Plantas	25,4167	21,6667	25,4167	
N_3P_1	Rendimiento	25,833	25,500	21,458	24,264
	Plantas	22,0833	24,5833	24,5833	
N_3P_2	Rendimiento	29,167	23,625	28,125	26,972
	Plantas	22,9167	21,6667	24,5833	
N_3P_3	Rendimiento	31,375	24,292	21,667	25,778
	Plantas	25,0000	17,9167	21,6667	

Cuadro N° 13. Análisis de Covarianza (resumen) Ensayo 1

CV	GL	SC(X ²)	SP(XY)	SC (Y ²)
Bloques	2	57,586	38,672	225,988
Tratam.	15	40,217	6,332	495,966
Error	30	96,136	44,507	354,957
Total	47	193,939	89,511	1076,911

$$\hat{b} = \frac{R(XY)}{R(X^2)} = \frac{44.507}{96,136} = 0,463$$

$$r = \frac{44,507}{\sqrt{91,136 \times 354,957}} = \frac{44,507}{184,7272} = 0,241$$

$$t = 0,241 \cdot \sqrt{\frac{28}{1 - 0,058081}} = 1,31 \quad \text{no significativo}$$

Análisis de Varianza - Ensayo 1-

CV	GL	SM	CM	F
Bloques	2	225,982	112,99	9,36 +++
Tratam.	15	488,570	32,57	2,69 +
Nitrog	3	225,874	75,29	6,23 ++
Fósforo	3	164,953	54,984	4,55 ++
Interac.	9	97,743	10,86	0,89
Error	30	362,324	12,077	
Total	47	1076,876		
$F_{0,01} = 2,70$		$F_{0,05} = 2,01$	$CV = 14,2\%$	

Cuadro N° 14. Rendimiento (tt/ha) y número de plantas (decenas de miles/ha) para todos los tratamientos - Ensayo 2

Tratamientos		Bloque I	Bloque II	Promedio
N_0P_0	Rendimiento	32,202	26,977	29,5895
	Plantas	25,5952	26,1628	
N_0P_1	Rendimiento	26,750	30,778	28,7640
	Plantas	25,6250	24,4444	
N_0P_2	Rendimiento	37,927	34,833	36,3800
	Plantas	25,6098	26,1111	
N_0P_3	Rendimiento	24,459	28,889	26,6740
	Plantas	26,3514	23,8888	
N_1P_0	Rendimiento	25,465	32,744	29,1045
	Plantas	27,9070	28,6585	
N_1P_1	Rendimiento	34,514	27,798	31,1560
	Plantas	27,7778	24,4048	
N_1P_2	Rendimiento	36,761	30,455	33,6080
	Plantas	29,5455	26,1364	
N_1P_3	Rendimiento	37,841	31,705	34,7730
	Plantas	23,8636	26,1364	
N_2P_0	Rendimiento	22,866	30,455	26,6605
	Plantas	24,3902	23,8636	
N_2P_1	Rendimiento	31,667	23,013	27,3400
	Plantas	27,2222	24,2821	
N_2P_2	Rendimiento	28,750	36,556	32,6530
	Plantas	26,1364	25,0000	
N_2P_3	Rendimiento	38,444	30,739	34,5915
	Plantas	25,5556	24,4318	

// sigue

// continuación Cuadro N° 14

Tratamientos		Bloque I	Bloque II	Promedio
N_3P_0	Rendimiento	33,354	25,610	29,4820
	Plantas	24,3902	27,4390	
N_3P_1	Rendimiento	37,829	28,667	33,2480
	Plantas	25,0000	25,0000	
N_3P_2	Rendimiento	34,045	33,801	33,9285
	Plantas	25,5556	25,0000	
N_3P_3	Rendimiento	36,524	34,744	35,6340
	Plantas	27,4390	23,7179	

Cuadro N° 15. Análisis de Covarianza (resumen)- Ensayo 2

CV	GL	SC(X ²)	SP(XY)	SC (y ²)
Bloques	1	3,981	11,16	31,283
Tratam.	15	34,966	-2,592	321,973
Error	15	27,982	-9,873	292,795
Total	31	66,929	-1,305	646,051

$$\hat{b} = \frac{R(XY)}{R(X^2)} = \frac{-9.873}{27,982} = -0,353$$

$$r = \frac{R(XY)}{\sqrt{R(X^2) R(Y^2)}} = \frac{-9.873}{\sqrt{292,795 \times 27,982}} = -0,109$$

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \cdot \sqrt{n} = \frac{-0.109}{\sqrt{1-(0.109)^2}} \sqrt{14} = -0.410285$$

no significativo

Análisis de Varianza - Ensayo 2

CV	GL	SC	CM	F
Bloques	1	31,2821	31,2821	1,60
Tratam.	15	321,9715	21,464766	1,10
Nitrog.	3	45,1349	15,044966	0,77
Fósforo	3	149,3493	49,7831	2,55
Interac.	9	127,4873	14,165255	0,73
Error	15	292,7946	19,51964	
Total	31	646,0482		

$$F_{(0,10)} = 2,49 \quad C.V. = 14\%$$

Cuadro N° 16a. Rendimiento (tt/ha) y número de plantas (decenas de miles/ha) para todos los tratamientos - Ensayo 3

Tratamientos		Bloque I	Bloque II	Promedio
N_0P_0	Rendimiento	25,333	35,000	30,1665
	N° plantas	277,778	270,000	
N_0P_1	Rendimiento	29,940	32,386	31,163
	N° plantas	267,867	284,091	
N_0P_2	Rendimiento	21,778	28,056	24,917
	N° plantas	233,333	250,000	
N_0P_3	Rendimiento	31,778	28,841	30,3095
	N° plantas	266,667	274,390	
N_1P_0	Rendimiento	24,111	28,828	26,4695
	N° plantas	266,667	273,437	
N_1P_1	Rendimiento	26,548	28,187	27,3675
	N° plantas	250,000	243,750	
N_1P_2	Rendimiento	27,442	27,500	27,471
	N° plantas	299,070	257,576	
N_1P_3	Rendimiento	21,860	33,750	27,805
	N° plantas	250,000	262,500	
N_2P_0	Rendimiento	24,419	26,278	25,3485
	N° plantas	250,000	233,333	
N_2P_1	Rendimiento	30,833	33,375	32,105
	N° plantas	255,556	262,500	
N_2P_2	Rendimiento	32,667	26,250	29,4585
	N° plantas	288,869	243,750	
N_2P_3	Rendimiento	27,267	33,409	30,338
	N° plantas	250,000	250,000	

// sigue

continuación Cuadro N° 16a.

		Bloque I	Bloque II	Promedio
N_3P_0	Rendimiento	24,375	32,273	28,324
	N° plantas	262,500	267,045	
N_3P_1	Rendimiento	25,000	27,841	26,4205
	N° plantas	237,500	255,682	
N_3P_2	Rendimiento	26,905	39,138	33,022
	N° plantas	238,095	275,862	
N_3P_3	Rendimiento	29,167	31,026	30,0965
	N° plantas	244,444	256,410	

Cuadro N° 16b. Rendimientos corregidos (tt/ha) - Ensayo 3

Tratamientos		Bloque I	Bloque II	Promedio
N_0P_0	Rendim.	22,072	33,069	27,5705
N_0P_1	Rendim.	28,374	28,045	28,2095
N_0P_2	Rendim.	26,117	29,545	27,831
N_0P_3	Rendim.	30,417	26,159	28,288
N_1P_0	Rendim.	22,750	26,309	24,5295
N_1P_1	Rendim.	28,037	30,745	29,391
N_1P_2	Rendim.	23,960	27,694	25,827
N_1P_3	Rendim.	23,349	33,102	28,2255
N_2P_0	Rendim.	25,908	30,617	28,2625
N_2P_1	Rendimiento	31,372	32,727	32,0495

//sigue

continuación Cuadro 166.

<i>Tratamientos</i>	<i>Rendimiento</i>	<i>Bloque I.</i>	<i>Bloque II</i>	<i>Promedio</i>
N_2P_2	Rendim.	27,509	28,808	28,1585
N_2P_3	Rendim.	28,756	34,898	31,827
N_3P_0	Rendim.	23,727	30,847	27,287
N_3P_1	Rendim.	28,627	28,358	28,4925
N_3P_2	Rendim.	30,429	36,205	33,317
N_3P_3	Rendim.	31,606	31,419	31,5125

Cuadro N° 17. Análisis de Covarianza (Resumen) - Ensayo 3

C.V.	GL	y ²	xy	x ²
Bloques	1	122,912	8.227	0,55
Tratamientos	15	167,067	34,613	40,107
Error	15	195,231	47,365	27,684
Total	31	485,21	90,205	68,341

$$\hat{b} = \frac{R(XY)}{R(X^2)} = \frac{47.365}{27.684} = 1,710916$$

$$r = \frac{R(XY)}{\sqrt{R(X^2) R(Y^2)}} = \frac{47.365}{\sqrt{195,231 \times 27,684}} = 0,6442712$$

$$t = \frac{r}{\sqrt{1 - r^2}} \cdot \sqrt{n} = \frac{0,6443}{\sqrt{1 - 0,4151}} \cdot \sqrt{14} = 3,152$$

t tabular para $\alpha = 0,5\%$ (N = 14) = 2,98

Análisis de varianza (datos corregidos) - Ensayo 3

CV	GL	SC	CM	F
Bloques	1	96.3862	96.3862	12.31
Tratamientos	15	162.7672	10.8511	1.39
Nitrógeno	3	59.1839	19.72797	2.52
Fósforo	3	43.6615	14.5538	1.86
Interacción	9	59.9218	6,65797	0,85
Error	15	117.3995	7,8266	
Total	31	376,5529		

$$F_{0,10} = 2,49$$

$$CV = 9,7\%$$

Cuadro N° 18. Rendimiento promedio por tratamiento (tt/ha), datos observados y esperados - Ensayo 1

<u>Tratamientos</u>	<u>Observados</u>	<u>Estimados</u>
N_0P_0	20,014	18,3843
N_1P_1	19,014	20,0347
N_1P_2	19,292	21,5923
N_1P_3	24,292	23,0571
N_1P_0	23,193	22,869
N_1P_1	22,306	24,5194
N_1P_2	29,250	26,077
N_1P_3	27,709	27,5418
N_2P_0	22,694	24,2991
N_2P_1	25,320	25,9495
N_2P_2	29,486	27,5071
N_2P_3	27,847	28,9719
N_3P_0	23,694	22,6746
N_3P_1	24,264	24,325
N_3P_2	26,972	25,8826
N_3P_3	25,778	27,3474

$$\underline{R^2 = 0,92}$$

$$P < 0,01$$

Cuadro N° 19. Rendimiento promedio por tratamiento (tt/ha)Datos observados y esperados - Ensayo 2

<u>Tratamientos *</u>	<u>Observados</u>	<u>Estimados</u>
P ₀	28,709	28,31705
P ₁	30,127	31,3028
P ₂	34,143	32,96715
P ₃	32,918	33,309954

* estos tratamientos son el promedio de los cuatro niveles de nitrógeno'

$$R^2 = 0,91 \text{ (P < 0,01)}$$

Cuadro N° 20. Porcentaje de bulbos menores a 50 mm. por tratamiento. Ensayo 1

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio
N_0P_0	45,8	41,0	64,9	50,57
N_0P_1	40,8	50,0	53,4	48,07
N_0P_2	49,2	23,1	49,1	40,47
N_0P_3	23,3	22,2	55,6	33,7
N_1P_0	25,4	39,6	28,1	31,03
N_1P_1	31,6	40,4	54,2	42,07
N_1P_2	3,5	7,5	38,7	16,57
N_1P_3	35,5	21,3	23,9	26,9
N_2P_0	34,4	17,0	50,9	34,1
N_2P_1	15,9	35,0	48,3	33,07
N_2P_2	14,8	19,2	17,7	17,23
N_2P_3	19,6	22	12,3	17,97
N_3P_0	18,6	40,4	40,3	33,1
N_3P_1	30,2	32,2	47,5	36,63
N_3P_2	14,5	23,1	23,7	20,43
N_3P_3	11,7	2,30	38,2	17,4

ANAVA : FN ** (P < 0,01)
 FP ** (P < 0,01)
 FB ** (P < 0,01)

Cuadro N° 21. Porcentaje de bulbos entre 50 - 70 mm (comerciales) por tratamiento - Ensayo 1

<u>Tratamiento</u>	<u>Bloque I</u>	<u>Bloque II</u>	<u>Bloque III</u>	<u>Promedio</u>
N_0P_0	54,2	55,7	35,1	48,33
N_0P_1	53,1	50,0	44,8	49,30
N_0P_2	50,8	76,9	50,9	59,53
N_0P_3	73,3	68,5	44,4	62,07
N_1P_0	74,6	60,4	68,4	67,80
N_1P_1	68,4	44,7	45,8	52,97
N_1P_2	77,2	75,5	59,7	70,80
N_1P_3	61,3	48,9	65,7	58,63
N_2P_0	63,9	79,2	43,9	62,33
N_2P_1	79,4	65,0	50,0	64,80
N_2P_2	78,7	59,6	71,0	69,77
N_2P_3	69,6	60,0	73,7	67,77
N_3P_0	71,2	59,6	58,1	62,97
N_3P_1	66,0	62,7	47,5	58,73
N_3P_2	72,7	73,1	69,5	71,77
N_3P_3	80,0	72,1	61,8	71,30

ANAVA: FN * (P < 0,05)
 FP * (P < 0,05)
 FB ** (P < 0,01)

Cuadro N° 22. Porcentaje de bulbos menores a 50 mm. por
tratamiento - Ensayo 2

<u>Tratamiento</u>	<u>Bloque I</u> %	<u>Bloque II</u> %	<u>Promedio</u>
N_0P_0	7	11,1	9,05
N_0P_1	14,6	4,7	9,65
N_0P_2	2,4	8,7	5,55
N_0P_3	26,3	15,9	21,10
N_1P_0	22,9	16,3	19,60
N_1P_1	5,0	14,6	9,80
N_1P_2	11,8	8,7	10,25
N_1P_3	2,3	8,7	5,50
N_2P_0	30,0	26,8	28,40
N_2P_1	8,2	31,7	19,95
N_2P_2	19,6	11,1	15,35
N_2P_3	8,7	4,6	6,65
N_3P_0	5,0	24,4	14,70
N_3P_1	2,6	4,5	3,55
N_3P_2	4,3	15,9	10,10
N_3P_3	6,7	5,3	6,00

Cuadro N° 23. Porcentaje de bulbos entre 50 - 70 mm
(comerciales) por tratamiento - Ensayo 2

<u>Tratamientos</u>	<u>Bloque I</u>	<u>Bloque II</u>	<u>Promedio</u>
N_0P_0	79,10	84,40	81,75
N_0P_1	82,90	83,70	83,30
N_0P_2	71,40	76,10	73,75
N_0P_3	65,80	70,40	68,10
N_1P_0	77,10	74,40	75,75
N_1P_1	75,00	65,80	70,40
N_1P_2	76,50	82,60	79,55
N_1P_3	69,80	78,30	74,05
N_2P_0	62,50	73,20	67,85
N_2P_1	83,70	65,80	74,75
N_2P_2	69,60	73,30	71,45
N_2P_3	78,30	86,00	82,15
N_3P_0	80,00	71,10	75,55
N_3P_1	57,90	86,70	72,30
N_3P_2	58,70	70,40	64,55
N_3P_3	80,006	73,70	76,85

Cuadro N° 24. Porcentaje de bulbos entre 70 - 90 mm. por tratamiento - Ensayo 2

<u>Tratamiento</u>	<u>Bloque I</u>	<u>Bloque II</u>	<u>Promedio</u>
N_0P_0	13,9	4,5	9,2
N_0P_1	2,5	11,6	7,05
N_0P_2	26,2	15,2	20,70
N_0P_3	7,9	13,7	10,80
N_1P_0	0	9,3	4,65
N_1P_1	20,0	19,6	19,80
N_1P_2	11,7	8,7	10,20
N_1P_3	27,9	13,0	20,45
N_2P_0	7,5	0	3,75
N_2P_1	8,1	2,5	5,30
N_2P_2	10,8	15,6	13,20
N_2P_3	13,0	9,4	11,2
N_3P_0	15,0	4,5	9,75
N_3P_1	39,5	8,8	24,15
N_3P_2	37,0	13,7	25,35
N_3P_3	13,3	21,0	17,15

Cuadro N° 25. Porcentaje de bulbos menores a 50 mm.
por tratamiento - Ensayo 3

<u>Tratamiento</u>	<u>Bloque I</u>	<u>Bloque II</u>	<u>Promedio</u>
N_0P_0	34,0	7,4	20,7
N_0P_1	18,6	16,0	17,3
N_0P_2	26,1	15,9	21,0
N_0P_3	8,3	31,8	20,05
N_1P_0	29,2	17,1	23,15
N_1P_1	14,6	7,7	11,15
N_1P_2	25,0	17,6	21,3
N_1P_3	25,6	2,4	14,0
N_2P_0	20,4	21,4	20,9
N_2P_1	10,6	5,0	7,8
N_2P_2	19,6	12,8	16,2
N_2P_3	18,6	12,1	15,35
N_3P_0	30,9	19,6	25,25
N_3P_1	7,9	17,8	12,85
N_3P_2	25,6	6,2	15,9
N_3P_3	9,1	7,7	8,4

Cuadro N° 26. Porcentaje de bulbos entre 50 - 70 mm
(comerciales) por tratamiento-Ensayo 3

<u>Tratamiento</u>	<u>Bloque I</u>	<u>Bloque II</u>	<u>Promedio</u>
$N_0 P_0$	66	77,8	71,90
$N_0 P_1$	74,4	80,0	77,20
$N_0 P_2$	73,9	75,0	74,45
$N_0 P_3$	87,5	63,6	75,55
$N_1 P_0$	64,6	77,1	70,85
$N_1 P_1$	82,9	82,1	82,45
$N_1 P_2$	68,7	79,4	74,05
$N_1 P_3$	74,4	90,5	82,45
$N_2 P_0$	75,0	73,8	74,40
$N_2 P_1$	80,8	85,0	82,90
$N_2 P_2$	76,5	82,0	79,25
$N_2 P_3$	79,1	69,7	74,40
$N_3 P_0$	61,9	69,6	65,75
$N_3 P_1$	84,2	80,0	82,10
$N_3 P_2$	56,4	68,8	62,60
$N_3 P_3$	81,8	79,5	80,65

ANAVA: FP * ($P < 0,05$)

Cuadro N° 27. Porcentaje de bulbos entre 7[^] - 90 mm,
por tratamiento - Ensayo 3

<u>Tratamiento</u>	<u>Bloque I</u>	<u>Bloque II</u>	<u>Promedio</u>
N_0P_0	0	14,8	7,40
N_0P_1	7	4,0	5,50
N_0P_2		9,1	4,55
N_0P_3	4,2	4,6	4,40
N_1P_0	6,2	5,8	6,00
N_1P_1	2,5	10,2	6,35
N_1P_2	6,3	3,0	4,65
N_1P_3	0	7,1	3,55
N_2P_0	4,6	4,8	4,70
N_2P_1	8,6	10,0	9,30
N_2P_2	3,9	5,2	4,55
N_2P_3	2,3	18,2	10,25
N_3P_0	7,2	10,8	9,00
N_3P_1	7,9	2,2	5,05
N_3P_2	18,0	2,5	21,5
N_3P_3	9,1	12,8	10,95

ANAVA: FN ($P < 0,05$)

Cuadro N° 28. Peso fresco y seco de la hoja y bulbo, en función de la edad de la planta - Ensayo 1

Cuadro 28a.

Tiempo en días	Parte de la planta	MATERIA FRESCA grs/planta			
		N ₀ P ₀	N ₀ P ₃	N ₂ P ₀	N ₂ P ₃
	Tratamientos				
56	bulbo	4,29	3,48	3,42	5,73
	hoja	23,41	27,05	23,82	41,99
77	bulbo	26,67	33,87	35,21	39,46
	hoja	42,58	77,17	75,00	113,88
109	bulbo	74,09	86,61	99,61	143,79
	hoja	50,64	62,00	61,26	70,29
132	bulbo	81,00	104,73	90,78	123,00
	hoja	-	-	-	-

Cuadro 28b.

		MATERIA SECA grs/planta			
56	bulbo	0,35	0,26	0,26	0,48
	hoja	1,50	1,54	1,42	2,49
77	bulbo	2,23	2,72	2,91	2,98
	hoja	3,49	5,36	4,66	7,58
109	bulbo	6,30	7,71	9,26	13,23
	hoja	4,51	5,39	4,78	5,68
132	bulbo	7,76	9,40	8,10	10,46
	hoja	-	-	-	-

Cuadro N° 29. Peso fresco y seco de hoja y bulbo en función de la edad de la planta - Ensayo 2

Cuadro 29a.

Tiempo en días	Parte de la planta	Materia fresca grs/planta			
		N ₀ P ₀	N ₀ P ₃	N ₂ P ₀	N ₂ P ₃
55	bulbo	6,58	17,33	7,22	16,92
	hoja	37,52	68,22	38,52	74,31
118	bulbo	114,2	107,52	111,10	138,54
	hoja	2,84	2,93	2,56	3,03

Cuadro 29b.

Materia seca grs./planta

55	bulbo	0,68	1,63	0,70	1,60
	hoja	2,66	4,91	2,27	5,28
118	bulbo	7,24	7,84	9,49	11,25
	hoja	0,60	1,69	0,58	0,68

Cuadro N° 30. Peso fresco y seco de hoja y bulbo, en función de la edad de la planta - Ensayo 3

Cuadro 30a.

Tiempo en días	Parte de la planta	Materia fresca grs/planta				
		Tratamientos	N ₀ P ₀	N ₀ P ₃	N ₂ P ₀	N ₂ P ₃
55	bulbo		24,61	20,45	21,97	22,39
	hoja		68,23	72,99	62,77	108,81
118	bulbo		104,68	112,36	105,06	119,74
	hoja		3,89	4,73	3,18	5,39

Cuadro 30b.

		Materia seca grs/planta				
55	bulbo		2,53	2,09	2,31	2,28
	hoja		5,12	4,74	4,71	7,73
118	bulbo		6,92	9,26	8,18	7,97
	hoja		-	-	-	-

Cuadro N° 31. Absorción de N (porcentaje y mgrs. por planta)
en función de la edad de la planta - Ensayo 1

Tiempo en días	Parte de la planta	Absorción de Nitrógeno							
		Tratamientos		mg. 0-3%		mg. 2-0%		mg. 2-3%	
56	bulbo	5,60	1,60	4,15	1,59	4,54	1,73	13,73	2,86
	hoja	46,95	3,13	44,17	2,86	47,00	3,30	81,17	3,26
77	bulbo	25,20	1,13	34,3	1,26	38,70	1,33	42,32	1,42
	hoja	79,22	2,27	108,33	2,02	94,08	2,02	147,1	1,94
109	bulbo	66,15	1,05	70,90	0,92	100,97	1,09	148,18	1,12
	hoja	73,51	1,63	87,90	1,67	84,60	1,77	87,67	1,56
132	bulbo	109,42	1,41	127,2	1,35	141,10	1,65	163,18	1,56
	hoja	36,9	1,20	37,50	1,15	37,50	1,40	33,60	1,26

Cuadro N° 32. Absorción de P (porcentaje y mgrs. por planta) en función de la edad de la planta - Ensayo 1

Tiempo en días	Edad de la planta	Absorción de Fósforo							
		N ₀ P ₀		N ₀ P ₃		N ₂ P ₀		N ₂ P ₃	
Tratamientos		mgrs.	%	mgrs.	%	mgrs.	%	mgrs.	%
56	bulbo	1,09	0,31	0,99	0,38	0,97	0,37	2,02	0,42
	hoja	3,0	0,20	4,48	0,29	4,13	0,29	8,22	0,33
77	bulbo	6,47	0,29	7,10	0,26	8,10	0,28	9,24	0,31
	hoja	10,88	0,31	16,10	0,30	12,58	0,27	21,23	0,28
109	bulbo	20,16	0,32	26,2	0,34	26,9	0,29	33,08	0,25
	hoja	14,43	0,32	16,7	0,31	12,42	0,26	12,36	0,28
132	bulbo	27,94	0,36	39,6	0,42	29,9	0,35	36,61	0,35
	hoja	-	0,11	-	0,14	-	0,08	-	0,11

Cuadro N° 33. Absorción de K (porcentaje y mgrs. por planta)
en función de la edad de la planta - Ensayo 1

Tiempo en días	Parte de la planta	Absorción de Potasio							
		N _{●●} P _{●●}		N _{●●} P ₃		N ₂ P _{●●}		N ₂ P ₃	
Tratamientos		mgrs.	%	mgrs.	%	mgrs.	%	mgrs.	%
56	bulbo	8,75	2,50	7,7	2,50	8,13	3,10	13,25	2,76
	hoja	31,20	2,08	43,24	2,80	45,6	3,20	81,67	3,28
77	bulbo	44,60	2,00	54,9	2,02	58,2	2,00	56,62	1,90
	hoja	86,55	2,48	142,6	2,66	100,2	2,86	197,08	2,60
109	bulbo	128,52	2,04	132,6	1,72	177,86	1,92	232,85	1,76
	hoja	171,38	3,80	183,4	3,40	162,5	3,40	219,18	3,90
132	bulbo	155,2	2,00	203,5	2,16	188,1	2,20	220,0	2,10
	hoja	-	3,20	-	3,40	-	3,40	-	3,00

Cuadro N° 34. Absorción de N, P y K (mgrs. por planta) en función de la edad de la planta - Ensayo 2

Cuadro 34a.

Tiempo en días	Parte de la planta	Absorción de Nitrógeno			
		$N_{00}P_0$ mgrs.	$N_{03}P_3$ mgrs.	$N_{20}P_0$ mgrs.	$N_{23}P_3$ mgrs.
54	bulbo	11,42	21,51	15,91	25,83
	hoja	68,70	111,9	71,05	139,9
118	bulbo	297,6	289,3	347,25	348,73
	hoja	17,34	29,40	15,78	14,69

Cuadro 34b.

		Absorción de Fósforo			
54	bulbo	2,53	5,15	2,75	5,56
	hoja	8,8	14,74	7,95	16,36
118	bulbo	28,8	35,28	33,21	33,75
	hoja	1,38	1,52	1,16	1,12

Cuadro 34c.

		Absorción de Potasio			
54	bulbo	16,43	31,25	17,84	30,5
	hoja	114,54	191,6	106,8	200,5
118	bulbo	162,2	181,92	155,60	220,49
	hoja	16,08	35,49	16,82	12,4

Cuadro N° 35. Absorción de N, P y K (mgrs. por planta) en función de la edad de la planta - Ensayo 3

Cuadro 35a.

Tiempo en días	Parte de la planta	Absorción de Nitrógeno				
		Tratamientos	N_0P_0 mgrs.	N_0P_3 mgrs.	N_2P_0 mgrs.	N_2P_3 mgrs.
54	bulbo		20,75	24,24	25,3	31,46
	hoja		104,45	119,45	100,79	160,01
118	bulbo		274,78	315,77	364,83	372,20
	hoja		-	-	-	-

Cuadro 35b.

		Absorción de Fósforo				
54	bulbo		7,34	7,52	7,36	9,12
	hoja		14,34	19,91	16,96	24,06
118	bulbo		26,99	39,82	40,10	36,66
	hoja		-	-	-	-

Cuadro 35c.

		Absorción de Potasio				
54	bulbo		37,95	41,8	36,96	41,04
	hoja		179,2	184,86	169,3	286,01
118	bulbo		157,78	181,5	183,23	181,72
	hoja		-	-	-	-

Cuadro N° 36. Contenido de N (%) AF, Caso I - Ensayo 1

Trat.	B.I	B.II	B.III	Total	Promedio
N_0P_0	2,18	2,18	2,28	6,64	2,21 a
N_2P_0	2,58	2,72	2,48	7,78	2,59 a
N_3P_0	3,16	2,52	2,85	8,53	2,84 b
Total	7,92	7,42	7,61	22,95	
Prome- dio	2,64	2,47	2,54	2,55	

ANAVA: F. de Tratamiento $P (<0,10)$

TEST DE DUNCAN: $\alpha = 5\%$

aquellas medias con igual subíndice, no difieren significativamente

CORRELACION RENDIMIENTO % de N (AF)

Tratamiento	N_0P_0	N_2P_0	N_3P_0
% N_x (AF)	2,21	2,59	2,84
Rend. obs (\bar{x}) tt/ha	20,014	22,694	22,694
Rend. esp. tt/ha	20,134	22,392	23,876

$$r = 0,997 \quad (P < 0,05)$$

$$\hat{y} = 7,007 + 5,94 (x)$$

$$R^2 = 0,77 \text{ no significativo}$$

Cuadro N° 37. Contenido de N (%) AF, Caso II, Ensayo 1

Tratamiento	B.I	B.II	B.II	Total	Promedio
N_0P_3	2,07	2,28	2,00	6,35	2,12 a
N_1P_3	2,24	2,00	2,41	6,65	2,22 a
N_2P_3	2,38	2,04	2,14	6,56	2,19 a
N_3P_3	3,23	2,41	2,58	8,22	2,74 b
Total	9,92	8,73	9,13	27,78	
Promedio	2,48	2,18	2,28	2,32	

ANAVA: F. tratamiento ($P < 0,10$)

Test de Duncan: $\alpha = 5\%$

aquellas medias con igual subíndice no difieren significativamente

CORRELACION REND. % de N (AF)

Tratamiento	N_0P_3	N_1P_3	N_2P_3	N_3P_3
Rend. <i>tt/ha</i>	24.292	27.709	27.847	25.778
% N (AF)	2,12	2,22	2,19	2,74

$r = -0,109$ no significativo

Cuadro N° 38. Contenido de P (AF) % - Caso III Ensayo 1

Tratamiento	B.I.	B.II	B.III	Total	Promedio
N_3P_0	0,29	0,20	0,25	0,74	0,246 a
N_3P_1	0,26	0,23	0,24	0,73	0,243 a
N_3P_2	0,28	0,28	0,28	0,84	0,280 a
N_3P_3	0,33	0,31	0,28	0,92	0,306 b
Total	1,16	1,02	1,05	3,23	
Promedio	0,29	0,255	0,262	0,269	

ANAVA: F. tratamiento $P < 0,05$

Test de Duncan: $\alpha = 5\%$

aquellas medias con igual subíndice, no difieren significativamente

CORRELACION RENDIMIENTO - % P (AF)

Tratamiento	N_3P_0	N_3P_1	N_3P_2	N_3P_3
Rend. tt/ha	23,694	24,264	26,972	25,778
% P (AF)	0,246	0,243	0,280	0,306

$r = 0,75$ no significativo

Cuadro N° 39. Contenido de N (%) AF - Caso I, Ensayo 2

Tratamiento	B.I.	B.II.	Total	Promedio
N_0P_0	2,48	2,41	4,89	2,445 a
N_2P_0	2,99	2,41	5,40	2,70 a
N_3P_0	2,96	2,82	5,78	2,89 a
Total	8,43	7,64	16,07	
Promedio	2,81	2,55	2,68	

ANAVA: no significativo

Test de Duncan:

$\alpha = 5\%$

aquellas medias con igual subíndice no difieren significativamente

CORRELACION RENDIMIENTO - % N (AF)

Tratamiento	N_0P_0		N_2P_0		N_3P_0	
	B.I.	B.II.	B.I.	B.II.	B.I.	B.II.
Rend. tt/ha	32,202	26,977	22,866	30,455	33,354	25,610
% N (AF)	2,48	2,41	2,99	2,41	2,96	2,82

$r = -0,29$ no significativo

Cuadro N° 40. Contenido de N (%) AF - Caso II - Ensayo 2

Tratamiento	B.I.	B.II.	Total	Promedio
N_0P_3	2,35	2,65	5,00	2,50 a
N_1P_3	2,48	2,48	4,96	2,48 a
N_2P_3	2,62	2,62	5,24	2,62 a
N_3P_3	2,92	2,52	5,44	2,72 a
Total	10,37	10,27	20,64	
Promedio	2,59	2,57	2,58	

ANAVA: Sin significación

Test Duncan: $\alpha = 5\%$

aquellas medias con igual subíndice no difieren significativamente

CORRELACION RENDIMIENTO - % N (AF)

Tratamiento	N_0P_3		N_1P_3		N_2P_3		N_3P_3	
	B.I.	B.II.	B.I.	B.II.	B.I.	B.II.	B.I.	B.II.
Rend. tt/ha)	24,459	28,889	37,841	31,705	38,444	30,739	36,524	34,744
% N(AF)	2,35	2,65	2,48	2,48	2,62	2,62	2,92	2,52

$r = 0,44$ no significativo

Cuadro N° 41. Contenido de P (%) AF - Caso III - Ensayo 2

Tratamiento	B.I.	B.II.	Total	Promedio
N_2P_0	0,19	0,22	0,41	0,205 a
N_3P_1	0,18	0,19	0,37	0,185 a
N_3P_2	0,20	0,20	0,40	0,20 a
N_3P_3	0,18	0,17	0,35	0,175 a
Total	0,75	0,78	1,53	
Promedio	0,188	0,153	0,383	

ANAVA: No significativo

Test de Duncan: $\alpha = 5\%$

aquellas medias con igual subíndice no difieren significativamente.

CORRELACION RENDIMIENTO = % P (AF)

Tratamiento	N_3P_0		N_3P_1		N_3P_2		N_3P_3	
	B.I.	B.II	B.I.	B.II	B.I.	B.II	B.I.	B.II
Rend. tt/ha	33,354	25,610	37,829	28,667	34,056	33,807	36,524	34,744
% P (AF)	0,19	0,22	0,18	0,19	0,20	0,20	0,18	0,17

$r = -0,734$ ($P < 0,05$)

Cuadro N° 42. Contenido de N (%) AF - Caso I - Ensayo 3

Tratamiento	B.I.	B.II	Total	Promedio
N_0P_0	2,41	2,45	4,86	2,43 a
N_2P_0	2,45	2,62	5,10	2,55 a
N_3P_0	2,62	2,62	5,24	2,62 a
Total	7,51	7,69	15,2	
Promedio	2,50	2,56	2,53	

ANAVA: no significativo

Test de Duncan: $\alpha = 5\%$

aquellas medias con igual subíndice no difieren significativamente

CORRELACION RENDIMIENTO - % de N (AF)

Tratamiento	N_0P_0		N_2P_0		N_3P_0	
	B.I.	B.II	B.I.	B.II	B.I.	B.II
Rend. <i>tt/ha</i>	22,072	33,069	25,908	30,617	23,727	30,847
% N (AF)	2,41	2,45	2,45	2,62	2,62	2,62

$r = 0,257$ (no significativo)

Cuadro N° 43. Contenido de N (%) AF - Caso II - Ensayo 3

Tratamiento	B.I.	B.II	Total	Promedio
N_0P_3	2,24	2,24	4,48	2,240 a
N_1P_3	2,18	2,31	4,49	2,245 a
N_2P_3	2,51	2,66	5,17	2,585 b
N_3P_3	2,40	2,33	4,73	2,365 a
Total	9,33	9,54	18,87	
Promedio	2,33	2,39	2,36	

ANAVA: F tratamiento ($P < 0,05$)

Test de Duncan: $\alpha = 5\%$

aquellas medias con igual subíndice no difieren significativamente

CORRELACION RENDIMIENTO - % N (AF)

Tratamiento	N_0P_3		N_1P_3		N_2P_3		N_3P_3	
	B.I.	B.II	B.I.	B.II	B.I.	B.II	B.I.	B.II
Rend. t/ha	30,417	26,159	23,349	33,102	28,756	34,898	31,606	31,419
% N (AF)	2,24	2,24	2,18	2,31	2,51	2,66	2,40	2,33

$$r = 0,65 \quad (P < 0,10)$$

$$\hat{Y} = 6,431 + 15,429 (x)$$

$$R^2 = 0,79 \quad \text{no significativo}$$

Cuadro N° 44. Contenido de P (%) AF - Caso III - Ensayo 3

Tratamiento	B.I.	B.II	Total	Promedio
N_3P_0	0,25	0,20	0,45	0,225 a
N_3P_1	0,22	0,19	0,41	0,205 a
N_3P_2	0,18	0,19	0,37	0,185 a
N_3P_3	0,19	0,20	0,39	0,195 a
Total	0,84	0,78	1,62	
Promedio	0,21	0,195	0,203	

ANAVA: no significativo

Test de Duncan: $\alpha = 5\%$

aquellas medias con igual subíndice no difieren significativamente

CORRELACION RENDIMIENTO - % P (AF)

Tratamiento	N_2P_0		N_3P_1		N_3P_2		N_3P_3	
	B.I	B.II	B.I.	B.II	B.I	B.II	B.I	B.II
Rend. tt/ha	23,727	30,847	28,627	28,358	30,429	36,205	31,606	31,419
% P (AF)	0,25	0,20	0,22	0,19	0,18	0,19	0,19	0,29

$r = -0,748$ (significativo al 5%)

Cuadro N° 45. Índice de bulbificación - Ensayo 1

Tratamientos			Diámetro promedio			
Días desde trasplante.			56		109	
Medida	1	2	1/2	1	2	1/2
N_0P_0	13,71	12,04	1,13	45,45	19,86	2,28
N_0P_3	12,54	10,92	1,14	51,20	20,27	2,52
N_2P_0	11,92	10,71	1,11	55,00	22,35	2,46
N_2P_3	16,29	13,75	1,18	61,38	22,13	2,77

medida 1: diámetro mayor del bulbo

medida 2: diámetro del cuello del bulbo

Tratamientos		Diámetro mayor del bulbo (promedio)		
Días desde trasplante		56	109	132
N_0P_0		13,71	45,45	48,27
N_0P_3		12,54	51,2	53,00
N_2P_0		11,52	55	52,17
N_2P_3		16,29	61,38	58,75

Cuadro N° 46. Porcentaje de bulbos podridos - Ensayo 2

<i>Tratamiento</i>	<i>B. I.</i>	<i>B. II</i>	<i>Promedio</i>
N_0P_0	10,26	11,9	11,08
N_0P_3	14,63	2,63	8,63
N_1P_0	4,76	8,00	6,38
N_1P_3	8,89	9,52	9,205
N_2P_0	17,5	5,41	11,455
N_2P_3	20,93	4,35	12,64
N_3P_0	11,11	15,00	13,70
N_3P_3	11,11	6,67	8,89

9. BIBLIOGRAFIA

1. ALLISON, L.E. Organic carbon. In Black, C.A., ed. Methods of soil analysis. Madison, Wis., ASA, 1965. v.2 pp.1367-1378.
2. ASIF, M.J. KHAN, A.A. and AJAKAIYE, M.N. Zinc nutrition of onions as influenced by phosphorus. Journal of Agriculture Science 87(2):277-279. 1976.
3. BLEASDALE, J.K.A. The effects of plants spacing on the yield of bulb onions. (*Allium cepa* L) grown from seeds. The Journal of Horticultural Science 41(2):145-153. 1966.
4. BRAY, R.H. and KURTZ, L.T. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Science 59:39-45. 1945.
5. BREWSTER, J.L. The physiology of the onion. Horticultural Abstracts 47(1):17-23. 1977.
6. _____ and SALTER, P.J. The effect of plant spacing on the yields and bolting of two cultivars of overwintered bulb onions. The Journal of Horticultural Science 45(2):97-102. 1980.
7. CASSERES, E. Producción de hortalizas. San José, Costa Rica, IICA, 1980. pp.238-259.
8. CAVAGNARO, J.B. Respuesta de la planta de cebolla (*Allium cepa* L.) a diferentes condiciones ambientales durante su ciclo anual I. Intentos de rusticación a sequía. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias (Argentina) 18(1):127-136. 1972.

9. FRAPPEL, B.D. Plant spacing of onions. The Journal of Horticultural Science 48(1):19-28. 1973.
10. GARCIA, F. et al. 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 N° 3. 1979. 20 p.
- X 11. HAAG, H.P., HOMME, P. e KINOTO, T. Nutricao mineral de hortalias VII. Absorcao de nutrientes pela cultura da cebola. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (Brasil) 27:143-155. 1970.
12. HATRIDGE, K.A., ESH and BENNETT, J.P. Effect of seed weight plant density, and spacing on yield responses of onions. The Journal of Horticultural Science 55(3):247-252. 1980.
13. HASSAN, M.S. and AYOUB, A.T. Effect of N,P and K on yield of onions in the Sudan Gezira. Experimental Agricultural 14(1):29-32. 1978.
14. HAWTHORN, L.R. Fertilizer experiments with Yellow Bermude onions in the Winter Garden Region of Texas. Texas Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 524. 1936. 35p.
- X 15. _____ . Cultural experiments with Yellow Bermuda onions under irrigation Texas Agricultural Experiment Station Bulletin no. 561. 1938. 30p.

16. JACKSON, M.L. Análisis químico de suelos. Barcelona, Omega, 1970. pp.67-89.
- ✕ 17. KLAR, A.E., PEDRAS, J.F. e RODRIGUEZ, J.D. Desenvolvimento das plantas de cebola em diferentes condicoes de solo e clima. I. Desenvolvimento vegetativo e taxa de crescimento absoluto. Pesquisa Agropecuária Brasileira 12 (no.unico): 165-175. 1977.
18. LEFEBRE, J.M. La nutrition de l'oignon. In INVU FLEC. L'oignon. Paris, 1976. pp.67-70.
- * 19. LORENZ, O.A. and BARTZ, J.F. Fertilization for high yield and quality of vegetable crops in changing patterns in fertilizen use. Madison Wisconsin, Soil Science Society of America, 1968. pp.327-352.
20. _____ BISHOP, J.C. and WEIGHT, D.N. Liquid, dry and gaseous fertilizeus for onions on Sandy loam soils. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 65: 296-306. 1955.
21. JONES, H.A. and MANN, L.K. Onions and their allies. London, Leonard Hill, 1963. pp.47-62; 122-137.
22. MAESO, C.R. y VILLAMIL, J.M. Efecto dela distancia de plantación en la fila sobre el tamaño del bulbo de cebollas valencianas. In Reunión Técnica de la Facultad de Agronomía, 3a. Montevideo. 1980. Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía, 1980. p.45

23. MALLARINO, A.P., CASANOVA, O.N. y ZAMALVIDE, J.P. Fertilizantes. Montevideo, Facultad de Agronomía, 1979. Suelos II, tomo 4 135 p. (Mimeografiado).
24. MULKEY, J.R., ALBACH, E.L. and DAINELLO, F.J. Response of onions to P placement. Agronomy Journal 71(6);1037-1040, 1979.
25. PANSE, V.G. y SUKHATME, P.V. Métodos estadísticos para investigadores agrícolas. México, Fondo de Cultura Económica, 1959. 349 p.
26. PIMENTEL COMES, F. Curso de estadística experimental. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1978. 323p.
27. PRATT, P.F. Potassium In Black, C.A., ed. Methods of soil analysis. Madison, Wis., ASA, 1965. pp. 1022-1030.
28. QUINTELA, R., MAY, M. v ARCAUS, J. Ensayo de fertilización en cebolla. Salto, Facultad de Agronomía, 1962.
29. RIEKELS, J. Nitrogen-water relationships of onions grown on organic soil. Journal of the American Society for Horticultural Science 102(2): 139-142. 1977
30. RUSSELL, E.W. v RUSSELL, E.J. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Madrid, Aguilar, 1964. pp.509-526.
31. SHASHA'S, N.S., CAMPBELL, W.F. and NYE, W.P. Effects of fertilizer and moisture on seed yield of onions. Hortscience 11(4):425-426. 1976.

32. TANAKA, T., NISHIKAWA, T. e KAWASAKI, S. Experimentos de adubacao e calagem em cultura de cebola por meio de bulbinho. Pesquisa Agropecuária Brasileira 5:61-66. 1970.
33. URUGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. Censo general agropecuario 1970. Montevideo, 1973. 60p.
34. _____ . DIRECCION DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS AGROPECUARIAS. Comercialización de hortalizas en Montevideo. Montevideo, 1977. 70p.
35. _____ DIRECCION DE SUELOS Y FERTILIZANTES. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo, 1976. v.1.
36. ZINC, F.W. Studies on the growth rate and nutrient absorption of onion. Hilgardia 37(8):203-218, 1966.
37. _____ . Growth and nutrient absorption of green bunching onions. Proceedings of the American Society for Horticultura Science 80:430-435. 1962.