

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION NITROGENADA  
Y FOSFORADA EN LA PRODUCCION Y CALIDAD DEL BULBO  
DE CEBOLLA (Allium cepa L.) VAR. ECLIPSE L 303 EN EL  
MUNICIPIO DE MARIN, NUEVO LEON".

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
PRESENTA

GERARDO MOLINA GUEL

MARIN, N. L.

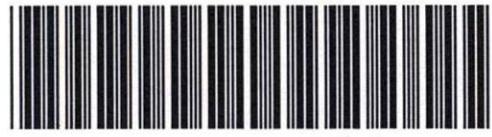
AGOSTO DE 1988

T

SB341

M6

c.1



1080062833

1  
SB341  
MG

040.635  
FA8  
1988  
C.5



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION NITROGENADA  
Y FOSFORADA EN LA PRODUCCION Y CALIDAD DEL BULBO  
DE CEBOLLA (Allium cepa L.) VAR. ECLIPSE L 303 EN EL  
MUNICIPIO DE MARIN, NUEVO LEON".

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
PRESENTA

GERARDO MOLINA GUEL

MARIN, N. L.

AGOSTO DE 1988

CAM  
9353

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

**T E S I S**

"Efecto de diferentes niveles de fertilización nitrogenada y fosforada en la producción y calidad del bulbo de cebolla (Allium cepa L.) var. Eclipse L 303 en el Municipio de Marín Nuevo León".

Elaborada por:

**GERARDO MOLINA GUEL**

Aceptada y aprobada como requisito parcial  
para obtener el título profesional de:

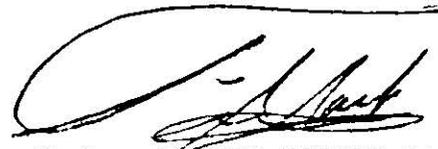
**INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA**

Comité Supervisor de Tesis:



ING. ROGELIO SALINAS RODRIGUEZ

Asesor Principal



ING. M.Sc. PERMIN MONTES CAVAZOS  
Asesor Auxiliar



ING. M.C. NAHUM ESPINOZA MORENO  
Asesor Estadístico

## DEDICATORIA

A MI MADRE:

Sra. María Guel de Molina

Para quien lo dá todo a cambio de nada y quien perdona y disculpa todo.

Para quien lo es todo en mi vida y me dá aliento para seguir adelante con su ejemplo de optimismo y buena voluntad.

Por su infinito sacrificio y su admirable abnegación de quien la admira y bendice por ser mi MADRE a la cual quiero muchísimo.

A MI PADRE:

Sr. Germán Molina Hernández

Con el cariño y respeto de siempre.

A MIS HERMANOS:

Américo

Natividad

Rolando

Domingo

Germán

Norma L.

Sandra M.

Juan A:

Mario A.

Con el cariño que nos une  
y unirá siempre.

A MI ABUELITA:

Sra. Guadalupe Contreras de Guel

Por la dicha de tenerla todavía  
entre nosotros

A TODOS MIS FAMILIARES:

A TODOS MIS MAESTROS:

Gracias por compartir conmigo sus  
valiosos conocimientos

A MI ESCUELA:

Por tener la fortuna de haber egresado  
de ella.

A TODOS MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Que al igual que yo, logramos alcanzar tan deseada meta y a todos aquellos que por alguna razón no lograron terminar sus estudios.

## AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (CIA-FAUANL).

Al Proyecto de Producción de Semillas de Hortalizas del CIA-FAUANL.

Al Ing. Rogelio Salinas Rodríguez, por su valiosa orientación, su desinteresada ayuda y facilidades prestadas que hicieron posible la culminación del presente trabajo.

Al Ing. M.Sc. Fermín Montes Cavazos, por su valiosa colaboración, revisión y sugerencias para el buen desarrollo de este trabajo de investigación.

Al Ing. M.C. Nahum Espinoza Moreno, por su asesoramiento en la cuestión estadística, interpretación y revisión del presente trabajo.

A todo el personal que labora en el Proyecto de Producción de Semillas de Hortalizas, por su ayuda prestada durante el trabajo de campo de este experimento.

A todas aquellas personas que intervinieron directa o indirectamente en mis estudios y que me tendieron su mano en los momentos más difíciles.

# C O N T E N I D O

	Página
INDICE DE CUADROS. . . . .	ix
INDICE DE FIGURAS. . . . .	xii
I. INTRODUCCION. . . . .	1
II. REVISION DE LITERATURA. . . . .	4
2.1. Historia. . . . .	4
2.2. Origen. . . . .	5
2.3. Distribución Geográfica. . . . .	6
2.3.1. Mundial. . . . .	6
2.3.2. Nacional. . . . .	6
2.4. Taxonomía. . . . .	6
2.5. Descripción Botánica. . . . .	9
2.5.1. General. . . . .	9
2.5.2. Raíces. . . . .	11
2.5.3. Tallo. . . . .	12
2.5.4. Hojas. . . . .	12
2.5.5. Inflorescencia . . . . .	13
2.5.6. Flor. . . . .	14
2.5.7. Fruto. . . . .	14
2.5.8. Semilla. . . . .	15
2.6. Disposición de los Carbohidratos. . . . .	15
2.7. Producción de Semillas. . . . .	16
2.7.1. Problemática. . . . .	16
2.7.2. Métodos. . . . .	18
2.7.3. Cosecha. . . . .	21
2.7.4. Almacenamiento. . . . .	21
2.8. Composición Química. . . . .	22
2.9. Usos. . . . .	24
2.10. Factores Ecológicos. . . . .	24
2.10.1. Clima. . . . .	24

	Página
2.10.2. Altitud. . . . .	25
2.10.3. Latitud. . . . .	25
2.10.4. Temperatura. . . . .	26
2.10.5. Fotoperíodo. . . . .	28
2.10.6. Relación entre Fotoperíodo y Temperatura. .	32
2.10.7. Suelo. . . . .	34
2.11. Factores Tecnológicos. . . . .	35
2.11.1. Preparación del Terreno. . . . .	35
2.11.2. Siembra. . . . .	36
2.11.2.1. Germinación. . . . .	36
2.11.2.2. Métodos. . . . .	40
2.11.2.3. Espaciamiento. . . . .	41
2.11.2.4. Fechas de siembra. . . . .	42
2.11.3. Labores de cultivo. . . . .	43
2.11.3.1. Control de Malezas. . . . .	43
2.11.3.2. Escardas. . . . .	45
2.11.4. Rotación de Cultivos. . . . .	45
2.11.5. Abonos Orgánicos. . . . .	46
2.11.6. Fertilizantes Químicos. . . . .	49
2.11.7. Riego. . . . .	58
2.11.8. Cosecha y Almacenamiento. . . . .	58
2.12. Factores Bióticos. . . . .	63
2.12.1. Plagas. . . . .	63
2.12.2. Enfermedades. . . . .	65
III. MATERIALES Y METODOS. . . . .	69
3.1. Localización del Sitio Experimental. . . . .	69
3.2. Condiciones Edáficas y Climáticas de la Región. . .	69
3.3. Materiales. . . . .	71
3.4. Especificaciones del Experimento. . . . .	71
3.5. Desarrollo del Experimento. . . . .	75
3.6. Variables Estudiadas. . . . .	83
3.7. Análisis Estadístico. . . . .	84

	Página
IV. RESULTADOS Y DISCUSION. . . . .	85
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. . . . .	104
VI. RESUMEN. . . . .	106
VII. BIBLIOGRAFIA. . . . .	109
VIII. APENDICE. . . . .	117

## INDICE DE CUADROS

<u>Cuadros del Texto</u>	<u>Página</u>
1 Rotación adecuada de 5 a 6 siembras para un establecimiento de cultivos hortícolas. . . . .	46
2 Tipos de clasificación de la cebolla de acuerdo a la morfología y criterios de mercado sobre ésta..	61
3 Tratamientos de fertilización utilizados en el experimento de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) ciclo Otoño-Invierno. 1985-86. Marín, N.L. . . . .	72
4 Actividades realizadas durante el desarrollo del experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86. Marín N.L. . . . .	76
5 Riegos proporcionados durante el desarrollo del experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86 Marín, N.L..	79
6 Aplicaciones de pesticidas y fertilizantes foliares realizadas durante el desarrollo del experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86 Marín, N.L. . . . .	81
7 Comportamiento promedio general del cultivo de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.), así como sus principales estadísticos en el experimento de fertilización en el ciclo otoño-invierno 1985-86 Marín, N.L. . . . .	86
8 Resumen de los análisis de varianza para las variables estudiadas en el experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86 Marín, N.L. . . . .	87

9	Número de bulbos/ha y rendimiento en ton/ha para cada una de las categorías y para el total, así como su porcentaje con respecto al total en el experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86 Marín, N.L. . . . .	88
10	Valores observados y ajustados para la variable rendimiento en ton/ha en el experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno de 1985-86 Marín, N.L. . . .	89

### Cuadros del Apéndice

1	Características físico-químicas del suelo donde se realizó el experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86 Marín, N.L. . . . .	118
2	Condiciones ambientales que prevalecieron durante el desarrollo del experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86 Marín, N.L. . . . .	119
3	Análisis de covarianza para la variable rendimiento por parcela útil. 1a. Categoría (cebolla grande) del experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) ciclo otoño-invierno 1985-86. Marín, N.L. . . . .	120
4	Análisis de covarianza para la variable rendimiento por parcela útil. 2a. Categoría (Cebolla mediana) del experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86 Marín, N.L. . . . .	121

5	Análisis de covarianza para la variable rendimiento por parcela útil. 3a. Categoría (Cebolla chica) del experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86 Marín, N.L. . . . . .	122
6	Análisis de covarianza para la variable rendimiento total por parcela útil del experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86. Marín, N.L. . . . . .	123
7	Análisis de correlación entre las distintas variables estudiadas en el experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86. Marín, N.L. . . . . .	124

## INDICE DE FIGURAS

<u>Figuras del Texto</u>	Página
1 Origen geográfico de la cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) (supuesto primer centro de origen y supuesto <u>segundo</u> centro de origen) y áreas de mayor <u>producción</u> . . . . .	7
2 Morfología completa de una planta de cebolla. .	10
3 Desarrollo de diferentes tipos de cebolla a 38°15' de Latitud N (Davis Ca). . . . .	30
4 Germinación y desarrollo de la plántula de <u>cebolla</u> ( <u>Allium cepa</u> L.).. . . .	39
5 Representación gráfica de los tratamientos de fertilización utilizados en el experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86 Marín, N.L. . . . .	73
6 Actividades realizadas durante el desarrollo del experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86 Marín, N.L. . . . .	82
7 Respuesta de los tratamientos para el <u>rendimiento</u> en ton/ha para cada una de las categorías y para el total en el experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86 Marín, N.L. . . . .	93
8 Respuestas de los tratamientos para el <u>rendimiento</u> en ton/ha para cada una de las categorías y para el total en el experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86 Marín, N.L. . . . .	94

Figura	Página
9 Respuesta de los tratamientos para la variable diámetro de bulbo en el experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86. Marín, N.L. . . . .	95
10 Respuesta de los tratamientos para la variable diámetro de cuello en el experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86. Marín, N.L. . . . .	96
11 Respuesta de los tratamientos para la variable número de hojas promedio en el experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86. Marín, N.L. . . . .	97
12 Respuesta de los tratamientos para la variable altura de planta en el experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86. Marín, N.L. . . . .	98
13 Respuesta de los tratamientos para la variable peso del bulbo en el experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> t.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86. Marín, N.L. . . . .	99

Figuras del Apéndice

1 Croquis del experimento y distribución de los tratamientos de acuerdo al diseño experimental bloques al azar del experimento de fertilización de cebolla ( <u>Allium cepa</u> L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86. Marín, N.L. . . . .	125
---	-----

## I. INTRODUCCION

De las hortalizas cultivadas por sus estructuras de almacenamiento suculentas, la cebolla (Allium cepa L.) es la más ampliamente cultivada y la más comúnmente conocida, debido a que es un componente importante en la dieta alimenticia, ya que son raros los platillos que no la incluyen en su elaboración debido a su sabor y olor característico.

La cebolla se cultiva por su bulbo que se emplea como condimento, también se aprovecha en ocasiones toda la planta cuando tiene aproximadamente un grosor de 1 a 2 cm constituyendo la llamada cebolleta o cebolla fresca. La cebolla ha formado parte de la dieta humana y su cultivo se encuentra ampliamente difundido en el mundo. En México, desde la conquista la cebolla ha formado parte fundamental de la dieta del pueblo como condimento indispensable en la mayoría de los platillos mexicanos, pues es baja en calorías y es rica fuente de vitaminas y minerales, además de proporcionar carbohidratos y proteínas, aunque herbidas pierden calorías y carbohidratos; por esta razón, la cebolla es la hortaliza que más se produce en el mundo después del jitomate (Lycopersicon esculentum L.).

Los precios y rendimientos de esta hortaliza son variables de acuerdo a la oferta-demanda y la tecnología utilizada.

El consumo per cápita está fluctuando constantemente pero se estima que oscila de 4 a 5 kg anuales.

En México en 1983 se cosecharon 26,427 ha, destacandó como los estados más productores: Guanajuato, Tamaulipas, Puebla, Chihuahua y Morelos. Los ciclos agrícolas que predominan son el de primavera-verano y otoño-invierno, ambos con la misma importancia.

Las exportaciones de hortalizas para 1984 sumaron alrededor de 500 millones de dólares según cifras preliminares. Contribuyendo la cebolla con cerca de 34 millones de dólares. La cebolla se encuentra entre las 10 hortalizas de mayor exportación según datos de 1983-84; en 1983 se exportaron 62,752 ton con un valor en dólares de 22,013,207; para 1984 se exportaron 90,459 ton con un valor en dólares de 34,123,110. Guanajuato es el principal productor y exportador de esta hortaliza, en 1984 exportó 1,942 ton, con un valor en dólares de 767,154 (7).

Con lo que respecta a la problemática del cultivo en México existen tres factores importantes de diverso origen: el primero se puede considerar como un problema de mercadeo o comercialización del producto, lo cual implica todo aquel proceso que va desde el productor hasta llegar al consumidor, en donde no existen sistemas de precios establecidos, manipulando los grandes intermediarios por lo cual, los productores obtienen poca ganancia; el segundo y tercer problema corresponden a problemas agronómicos, como son la formación de bulbos dobles debido al parecer a un factor genético, acentuándose más al interaccionar con condiciones de altas temperaturas, así como espaciamientos inapropiados; por último, el otro factor que reduce la calidad aceptable para exportación, es la formación prematura del vás-

tago floral causado por un factor genético recesivo que aparece al interactuar con temperaturas bajas una vez iniciado el desarrollo del bulbo.

El mejoramiento de las técnicas de cultivo mediante el uso de insecticidas, mejora de prácticas culturales, empleo de fertilizantes, son necesarias para elevar el rendimiento de este cultivo. Por tanto, debido a la gran diversidad de condiciones ambientales, a los variados tipos de suelos, es necesario buscar nuevas técnicas que ayuden a incrementar el rendimiento.

El empleo de fertilizantes proporciona a la planta los nutrientes que se encuentran deficientes en el suelo y que son necesarios para que la planta tenga un buen desarrollo:

La correcta utilización de fertilizantes a la vez que proporciona nutrientes a la planta, reduce costos, aumenta la producción y todo redunda en un aumento en las ganancias.

Por tanto, el objetivo principal de este trabajo es determinar la dosis de fertilización nitrogenada y fosfatada más adecuada en el cultivo de la cebolla, evaluándola a través del peso y diámetro del bulbo, así como del desarrollo del follaje.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Historia

El uso de la cebolla (Allium cepa L.) como alimento se remonta a los comienzos de la historia del hombre y de la civilización. La comían los trabajadores que construyeron las pirámides de Egipto, también se daba a los soldados de los ejércitos griegos y romanos considerándola buen alimento (53).

Las cebollas y los ajos siempre han sido un alimento popular en Egipto, desde tiempos inmemorables describiéndose unas figuras alrededor de los años 3200-2800 A.C. en la I-II dinastía en unas mastabas (antiguas tumbas) y donde se ven unos labriegos comiendo cebollas. La cebolla es nuevamente mencionada en Egipto como ofrenda funeraria en la III y IV dinastía, durante una época temprana de la era de las pirámides 2780-2100 A.C. (21). También los egipcios la empleaban en las ceremonias de juramentos y rituales religiosos, se han encontrado momias con rodajas de cebolla atadas en las piernas y cebollas florecidas sobre el pecho, llegaron a deificar la cebolla creyendo que la superposición de las capas representaba a las diferentes etapas de la existencia (53).

Las cebollas son frecuentemente referidas en la literatura de Hipócrates 430 A.C. en otros escritos como la biblia se menciona al cultivo en el pasaje donde Moisés saca al pueblo israelita del desierto, dándoles de comer cebollas para calmarles la sed (No. 11-5), en el Korán también se menciona como alimento (parte 1-61). La cebolla ha sido cultivada también en una épo-

ca muy remota en la India, mencionada en el Charaka Samhita, un tratado indú muy antiguo de medicina en el cual se le atribuyen muchas virtudes (58).

De acuerdo con Caroline (12), el nombre de cebolla empezó a utilizarse en el Siglo XII, siendo la procedencia del término "coepulla", diminutivo de "caepa", nombre que utilizaban los latinos para designarla.

## 2.2. Origen

Cásseres (14) y García (32), creen que sea una especie de origen remoto y de procedencia asiática. Probablemente su cultivo se originó en el suroeste de Asia; pues su uso data desde los tiempos más remotos. Se conocía en Egipto desde 300 años A.C.; sin embargo, hasta ahora no ha sido encontrada en condiciones silvestres, lo anterior concuerda con Fersini (29) que menciona que la cebolla es oriunda de Asia Central y Occidental.

De Candolle, 1885 mencionado por Cobarrubias (18), reporta la colección de ciertas variedades botánicas en diferentes lugares del oeste asiático; éstas y el hecho de que no había nombres relacionados en algunos lenguajes, sugiere que Allium cepa L. fue domesticada en forma independiente y en algunos lugares ocupó una vasta zona, extendiéndose tal vez desde Palestina hasta la India.

Regel, 1887 y Vavilov, 1951, citados por Covarrubias (18) manifiestan que tuvo su origen en un área que incluye: Irán, el oeste de Pakistán y los países montañosos del Norte. Con-

trariamente Shoemaker, 1953 citado por este mismo autor, menciona el centro primario de la cebolla como el Asia Central, en la región comprendida entre el norte de la India y la República Soviética de Takik y Uzbek, el segundo centro es el oeste de Asia y regiones cercanas al Mar Mediterráneo (Ver Figura 1).

### 2.3. Distribución Geográfica

#### 2.3.1. Mundial

La cebolla es un cultivo que se ha extendido por todas las zonas templadas del mundo. Los principales países productores son: China, India, E.U.A., Japón, España, Brasil, Egipto (Ver Figura 1).

#### 2.3.2. Nacional

Aunque esta hortaliza se ha extendido en la mayor área de nuestro país, los estados de mayor producción son: Guanajuato, Tamaulipas, Chihuahua, Puebla, Michoacán, Morelos y otros.

### 2.4. Taxonomía

El nombre científico de la cebolla es Allium cepa L. posee una carga genética  $2n=16$  y está enmarcada dentro de la siguiente clasificación taxonómica, según Sinnot (1965), citado por Sandoval (64):

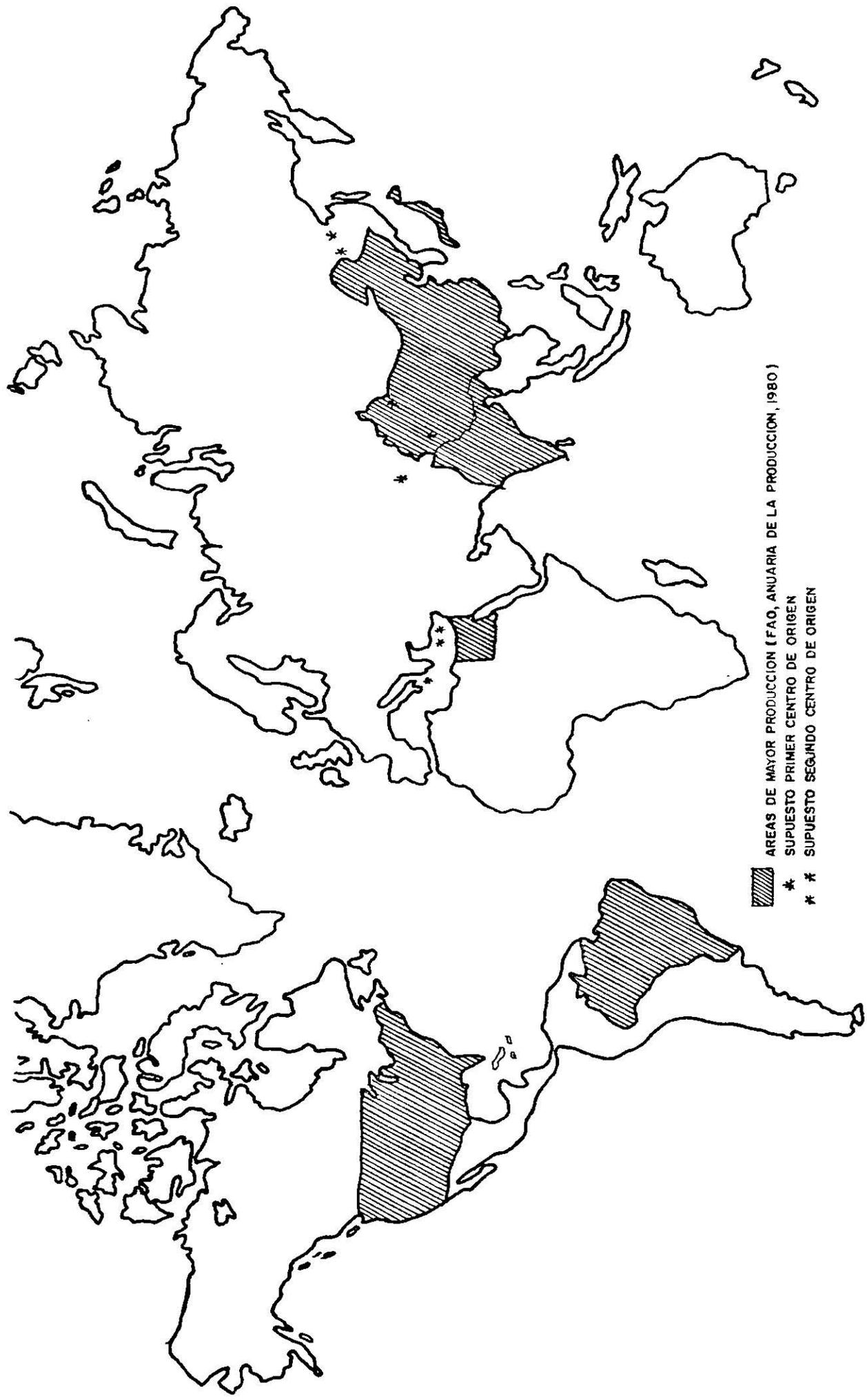


FIGURA 1. Origen geográfico de la cebolla

*Allium cepa* L.)

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotyledoneae
Orden	Liliales
Familia	Liliaceae
Subfamilia	Alloideae
Tribu	Lilioideae
Género	Allium
Especie	cepa

La siguiente identificación está de acuerdo con sus lineamientos, los cuales están basados en importantes trabajos genéticos y taxonómicos realizados por Jones y Mann (1963) mencionados por Cásseres (14).

Allium cepa L. Incluye la cebolla común y los grupos agregatum y Proliferum que son dos de los tres grupos en el que se diferencian las cebollas, las cuales son utilizadas como fuente de variación genética; cuyas características más importantes son las siguientes:

#### A. Grupo Agregatum

Este grupo desarrolla bulbos laterales pequeños que anaren y quedan envueltos por las mismas escamas exteriores: casi nunca florecen y su propagación es por sus mismos bulbos, estos al segundo año forman un bulbo grande redondo y chato. En este grupo está incluido el chalote Allium ascalonicum, ésta a partir de un solo bulbo forma un grupo de bulbos unidos por la base, a esta planta algunos autores la consideran como una variedad botánica de Allium cepa L. en lugar de una especie individual, según las evidencias morfológicas y genéticas.

## B. Grupo Proliferum

En este grupo se incluyen las cebollas cuya característica es formar bulbos en la inflorescencia, junto a éstas y se les conocen como cebolla egipcia, aquí se reúne la cebolla identificada como Allium cepa var Proliferum y viviparum.

Allium fistulosum. La cebolleta o cibon no forma verdaderos bulbos, es frecuentemente cultivada en Japón y China, en el mercado fresco se consume como cebolla verde, se vende en manojos. Los cultivares más conocidos son Nebuka y Japonesa Bunchin.

Allium schoenoprasum. Cebollino que crece en manojos apretados de plantas pequeñas, producen bulbos muy pequeños ovalados, esta planta se encuentra en regiones de Norteamérica y algunas partes de Asia y Europa. Del cebollino se utilizan sus hojas cilíndricas que sirven de condimento.

Además, allium chinese, el rakkyo parecido al cebollino pero que forma bulbos y Allium tuberosum, el que desarrolla un rizoma muy apreciado por los chinos por sus hojas y flores tiernas.

## 2.5. Descripción Botánica

### 2.5.1. Descripción General

La cebolla (Allium cepa L.), es una planta de hábito bi-anual, persiste vegetativamente por medio de bulbos grandes comúnmente simples cuya descripción morfológica se ilustra en la Figura 2. Es una planta de tallo reducido en una plataforma

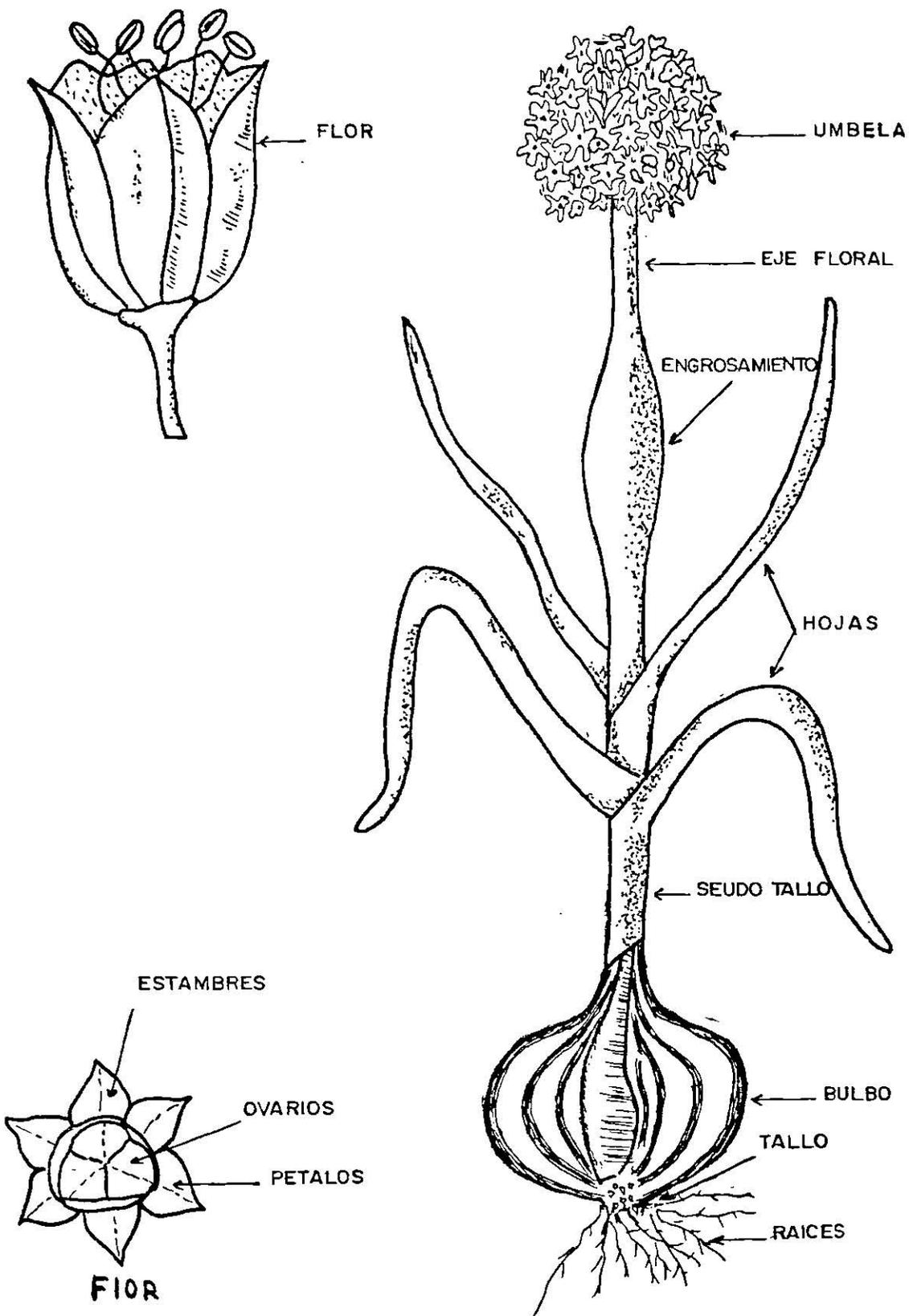


FIGURA 2. Morfología completa de una planta de cebolla.

que da lugar en la parte inferior a numerosas raíces, blancas espesas y simples; en la parte superior se forman hojas modificadas, carnosas, blancas o ligeramente amarillas o violáceas y tienen como función la reserva de nutrientes, llamadas catáfilas que constituyen el bulbo. Hojas largas cilíndricas y huecas, ensanchadas en la mitad inferior, salen del tallo reducido. Los tallos florales tienen de .60 a 1.5 mt de altura, son erguidos, lisos, huecos y fuertemente hinchados en la mitad, a veces las yemas axilares se desarrollan dando tallos florales secundarios. Las flores constan de tres pétalos, tres sépalos, seis estambres y el ovario es trilobular, las flores están agrupadas en grandes umbelas esféricas. El fruto es una cápsula globular con dos semillas en cada lóculo (65).

#### 2.5.2. Raíces

Las raíces primarias son producidas por el embrión, las cuales después se transforman en adventicias, surgiendo de ellas un tallo corto. Este sistema radicular es superficial, con raíces aproximadamente de 30 cm de profundidad a partir del tallo y cuyos diámetros son de 2 mm. Las raíces laterales o secundarias pueden ser producidas, pero éstas pocas veces se ramifican. En plantas viejas, nuevas raíces adventicias son producidas en la planta, ensanchándose las anteriores formando así raíces adultas o mayores (58).

Edmond (21), afirma que la mayor parte del sistema radical está dedicado a la absorción dentro de un radio de 15 cm, son fibrosas y poco profundas, aunque en algunos suelos penetran hasta 90 cm, el suelo debe tener alta capacidad de retención de agua.

### 2.5.3. Tallo

El tallo es muy corto, aplanado y producido en la base de la planta inmediatamente por encima de las raíces. A medida que se va desarrollando la planta, el diámetro del tallo aumenta hasta adquirir la forma de un cono invertido (disco caulinar). El pseudo tallo formado por la base envainadora de las hojas se manifiesta de la misma manera que en el plátano (58).

Lerena (41) considera que durante el segundo año de vida de la planta, aparece el tallo o eje floral éste es largo, hueco, grueso y en el extremo libre lleva las flores dispuestas en umbela. Las cebollas comercialmente hablando son tallos modificados subterráneos llamados bulbos, cada uno consta de una serie de pecíolos de las hojas espesas superpuestas unas a otras (24).

### 2.5.4. Hojas

Las hojas son largas, rollizas, cilíndricas, huecas, ensanchadas en la mitad inferior, creciendo en forma alternada y en sucesión desde la base del tallo hasta su ápice, cubriendo las más viejas a las más jóvenes. La primer hoja verdadera y las siguientes son sólidas y cilíndricas en su primer estadio (jóvenes), transformándose después en hojas huecas (adultas) emergiendo una tras otra, desde el ápice de la hoja envainadora a la previa, produciéndose aproximadamente una por semana (58).

Edmond (21) considera a las hojas como simples, que presentan una superficie externa fotosintéticamente más activa con la cutícula cerosa. Las hojas nacen de un tallo corto y aplanado

do en la base del bulbo, constan de dos partes:

- 1). Vaina. Porción succulenta que rodea a los primordios florales y hojas jóvenes.
- 2). Limbo. Hojas de color verde, puntiaguda y cilíndrica.

Lerena (41) menciona que las hojas en su parte aérea son largas, lisas y cilíndricas de color verde oscuro, parte que también suele ser comestible y empleada principalmente como condimento.

Las porciones basales de las hojas engrosadas están dispuestas en dos filas, en la parte inferior del disco caulinar; en la zona de transición entre tallo y raíz se forman hojas modificadas succulentas, carnosas y llenas de nutrientes llamadas cátáfilas o escamas que constituyen el bulbo (47, 50).

#### 2.5.5. Inflorescencia

Emerge un escapo floral a través del pseudo tallo, en donde en algunos casos pueden aparecer varios según el vigor de la planta y la variedad. Teniendo el escapo floral de .5 a .7 m de altura; el cual es liso, hueco, casi siempre ensanchado en la parte media, teniendo a veces yemas axilares que se desarrollan dando escapos secundarios. Cuando se plantan los bulbos cada uno produce de 1 a 20 escapos florales en relación directa con el tamaño de éstos (existe diferencia de un cultivar a otro). Al final del escapo floral, aparece una umbela esferoidal que puede tener normalmente entre 50 y 2000 flores y cuando son agregados en cimas éstas poseen de 5-10 flores.

Las flores de cada cima abren en una secuencia definida, pero no así cuando existen varias cimas, donde las flores de la umbela aparecen en forma irregular (58).

#### 2.5.6. Flor

Edmond (21) denomina la inflorescencia como una umbela y las flores individuales presentan 6 estambres y un pistilo simple y su polinización es entomófila.

Las flores poseen pétalos violáceos o casi blancos con 2 ó 3 brácteas, 3 filamentos de base ensanchada, lobulados y ovarios trilocular. La flor es perfecta pero debido a problemas de incompatibilidad su polinización es cruzada y principalmente entomófila (64).

Lerena (41), Moreno (53) y Contreras (16) mencionan que las flores poseen perianto corolino o anular formado por 3 sépalos y 3 pétalos, por lo general son hermafroditas, con ovario súpero trilocular de 4 a 5 mm de longitud, el escano floral se produce generalmente durante el segundo año.

#### 2.5.7. Fruto

El fruto es una cápsula prismática loculicida se abre por tres valvas (puertas) cada una de las cuales encierra de 2 a 3 semillas negras de superficie rugosa y angulosa, cuya capacidad para germinar dura 2 años. En algunas variedades las flores son reemplazadas por bulbillos aéreos como en la cebolla de Egipto; las cebollas están capacitadas para producir nuevas plantas. En otros casos como la cebolla-papa la multiplicación se hace por división o fraccionamiento natural del bul

bo subterráneo (24, 41, 50).

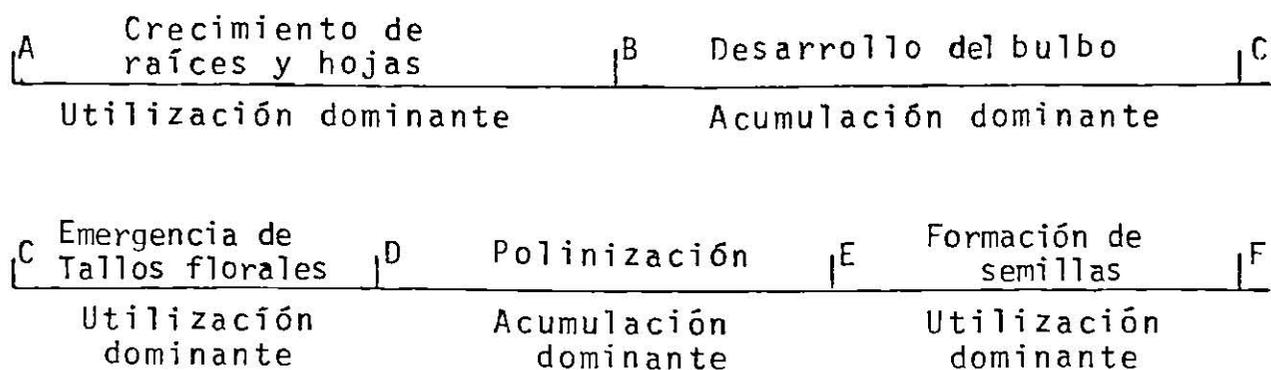
#### 2.5.8. Semilla

Botánicamente se define una semilla como el resultado de la fertilización y maduración de un óvulo. Consta de un embrión que se desarrolla en plántulas durante la germinación de un tejido nutritivo, endospermico en la mayoría de las semillas y de una cubierta protectora, la testa, que cubre a ambas I.S.T.A. (1976), citado por Enriquez (25).

Las semillas son lisas y rechonchas cuando se encuentran en maduración, posteriormente se vuelven negras, rugosas y de forma irregular al secarse (49). Su tamaño es muy variable dependiendo de la variedad. En cuanto al peso de ésta, Messiaen (47) menciona que en un gramo tenemos 250 semillas.

#### 2.6. Disposición de los Carbohidratos

La cebolla a través de su desarrollo pasa por varias estapas de utilización y acumulación de carbohidratos; se pueden distinguir 3 etapas principales: la primera consta de un desarrollo vegetativo, siguiendole la formación del bulbo y por último la etapa de floración o reproductiva. En consecuencia, las condiciones ambientales deben permitir un aplo desarrollo del follaje y de la raíz antes de que se inicie la formación de los bulbos, la utilización de los carbohidratos será dominante durante la primera parte de desarrollo y la acumulación de carbohidratos será dominante durante la parte final (21).



La línea A-C representa un período de crecimiento que oscila entre los 5 ó 6 meses dependiendo del cultivar, la línea A-B representa el período de crecimiento de raíces y hojas y la línea B-C representa el período de formación de bulbos. La línea C-D comprende el período donde emergen los tallos florales, la línea D-E comprende el período de polinización y por último, la línea E-F comprende la formación de las semillas (21).

## 2.7. Producción de Semillas

### 2.7.1. Problemática

La producción de semillas constituye una parte esencial en la industria hortícola. El comercio de la semilla lleva consigo no solamente el establecimiento de plantas, su cultivo hasta es tado floral y producción de semilla, sino también el manejo de la semilla, limpieza, emvasado, almacenado y finalmente su comercialización (25).

La cebolla es un cultivo con polinización cruzada, con un 93% de cruzamiento natural realizada principalmente por insectos; sin embargo, puede haber algo de autofecundación (14, 31).

Según Lemaire (1983) citado por Enriquez (25), el control de la polinización en la producción de semilla es una práctica de mucha importancia y menciona que para asegurar una buena polinización se requiere de 9 a 13 colmenas por hectárea en variedades de polinización abierta y de 10 o más colmenas para producción de semilla híbrida. Afirma además, que la flor de este cultivo no es atractiva para las abejas por el alto nivel de potasio que contiene en sus nectarios.

Caron, Lederhouse y Morse (13), al realizar estudios en el estado de Nueva York para saber cuáles eran los insectos polinizadores en cebolla en esa área, encontraron que abejas y zánganos abejorros son los insectos más comunes que se posan sobre las inflorescencias de este cultivo.

Para la producción de semilla de cebolla se requiere de clima caliente y seco desde la floración hasta la obtención de semilla; sin embargo, las temperaturas excesivamente altas por más de tres días a 40°C durante el desarrollo temprano de la semilla producen alteraciones en la umbela lo que origina la falta de producción de semillas (31) y Lemaire (1983) citado por Enriquez (25).

A nivel mundial las principales zonas dedicadas a la producción de semillas hortícolas se encuentran situadas en el norte y países bajos de Europa (Holanda, Dinamarca e Inglaterra), además en Japón y los Estados Unidos (California) (37).

Hawthorn, citado por García (31) menciona que en México en las áreas costeras del Golfo y el Pacífico con la temperatura típica alta de estas áreas y menor humedad relativa que la

usual, se produce la semilla de cebolla y algunas otras hortalizas. Asimismo, Silva (67) menciona que una de las áreas mayormente productoras de semilla de este cultivo se localiza en la Ciénega de Chapala (estado de Michoacán).

### 2.7.2. Métodos

Un método simple y tradicional para la producción de semillas consta de los siguientes pasos: a medida que se cosechan las cebollas, se irán separando los bulbos más robustos, sanos y que coincidan fenotípicamente con el cultivar propagado. Estos bulbos serán conservados en un lugar seco y bien aireado, posteriormente el próximo período de siembra, serán colocados a una distancia de 40-50 cm en toda dirección. La plantación se regará a menudo y se limpiará de malezas cada vez que sea necesario. Cuando aparezcan los vástagos florales deberán fijarse a tutores evitándose así el acame ocasionado por el viento, cuando se produzca la maduración se cortarán por la base y se harán manojos que una vez secos se procederá a trillarlos, pudiéndose obtener así por este método alrededor de 2 a 4 gramos de semilla por planta (41).

En general, la producción de semilla puede llevarse a cabo por dos métodos:

#### 1. Bulbo a semilla

El cultivo de bulbos para producción de semilla es el mismo que para la producción comercial, la diferencia estriba en que el tamaño adecuado de los bulbos es el mediano, de manera

que para obtenerlos se pueden sembrar de 3 a 6 kg de semilla por hectárea. Debiendo ser los bulbos que se utilizaron para producción de semilla, compactos y de tamaño suficiente para representar a la variedad SAG (1975) citado por Enriquez (25).

En experimentos realizados para la producción de semillas bulbos madres de 80 g y una alta densidad de plantas (60 cm entre surcos y 10 cm entre plantas) dieron los mejores rendimientos en la producción de semillas (43).

La fecha de siembra de la semilla para cosechar bulbos varía de acuerdo a la región y la variedad. En lugares donde el invierno es benigno la semilla se siembra en otoño; en áreas más frías, la siembra es al inicio de la primavera, una vez terminada la cosecha a fines de primavera o principios de verano, se almacenan los bulbos que se sembrarán en el siguiente otoño o hasta la siguiente primavera. La temperatura de almacenamiento debe ser baja (0 a 2.2°C), aún cuando según Jones y Enswerter los bulbos guardados a esta temperatura no producen tanta semilla como los guardados a temperaturas un poco más altas (7-12°C) y se ha recomendado tener los bulbos a 0°C y luego subir la temperatura de 7 a 12.8°C tres o cuatro semanas antes de la plantación (31).

Según Fosked y Peterson (1950) citados por García (31) los bulbos con bajo porcentaje de materia seca tienen una brotación más temprana.

## 2. Semilla a Semilla

Con este método se obtiene menos volumen de semilla que con el método anterior, pero el agricultor puede disponer de

semilla de las variedades que son difíciles de almacenar, el rendimiento de semilla por el método bulbo a semilla es a menudo mucho más alto que el obtenido por el método de semilla a semilla debido a que es mayor el número de plantas y de cabezas florales por unidad de superficie.

Por este método las siembras se realizan en surcos, en el ciclo temprano y la producción de inflorescencias se obtiene en la primavera siguiente; la fecha de siembra dependerá principalmente de la variedad y de la región. Para un buen desarrollo del cultivo, es necesario seguir las mismas recomendaciones de fertilización que en el caso de la cosecha comercial. Como las raíces de la cebolla son someras, las prácticas culturales para combatir las malezas deberán ser superficiales; en todo caso es preferible el uso de herbicidas. En regiones donde es necesario el riego deben suministrarse con la frecuencia adecuada para que el cultivo se conserve en buen estado de crecimiento. Para la cosecha de bulbos cuando se siembra la semilla en primavera, se necesitan de 7 a 10 riegos (31).

Existen sin embargo, un gran número de métodos de mejoramiento genético empleados para la producción de semilla de cebolla. Por ejemplo, las semillas híbridas de cebolla ha sido posible producirlas comercialmente desde 1940 con el desarrollo de líneas autofecundadas femeninas que poseen lo que comúnmente se denomina esterilidad masculina citoplásmica; la línea no produce polen, pero se perpetua por medio de una fecundación recurrente por medio de una línea isogénica autofertil adecuada que posee fertilidad masculina citoplasmática; esta

segunda línea debe cruzarse y conservarse solamente para perpetuar la descendencia masculina estéril (actúa como mantenedor de la esterilidad). La descendencia 100% estéril de estas dos líneas es la que se planta para producir los bulbos madres. Estos bulbos al año siguiente producen flores que son polinizados en el campo por una tercera línea (restauradora) con el objeto de tener semillas híbridas comerciales. Cada quinto o sexto surco, en un campo productor de semillas es una línea polinizadora (9).

Con estos cruzamientos se han conseguido cualidades intermedias de mejor conservación, menos brotación en el almacenamiento, más dureza de carne, etc. (28)

### 2.7.3. Cosecha

Esta se realiza cuando las cabezas están listas para ser cosechadas, es decir, cuando abren los frutos y dejan expuestas las semillas negras. Las cabezas se cortan manualmente, dejando una porción pequeña del tallo y se colocan sobre mantas o en bandejas secadoras especiales procediendo después a la trilla, que se hace por medio de cosechadoras combinadas o trilladoras especiales para cebolla. Los rendimientos de semilla varían mucho según la variedad, el método usado y la localidad (25).

### 2.7.4. Almacenamiento

Debido al alto valor de la semilla de cebolla y a su rápida deterioración bajo condiciones cálidas y húmedas deberá

almacenarse a 24-26°F (1.1 - 2.2°C), empacada en embases a prueba de humedad y deberá secarse antes a un contenido de humedad de 6%; su contenido de humedad deberá ser bajo, independiente de cuales sean sus condiciones de almacenamiento (25).

## 2.8. Composición Química

Según Sherman, citado por Lerena (41), la composición química del bulbo de cebolla es la siguiente:

Agua y celulosa	86.10%
Calcio	0.34%
Potasio	0.178%
Sodio	0.016%
Fósforo	0.045%
Cloro	0.021%
Azufre	0.070%
Fierro	0.0006%
Proteínas	1.60 %
Grasas	0.30 %
Hidratos de carbono	11.60 %

Contiene además bastante vitamina A y una cantidad satisfactoria de B y C; su valor energético es de 0.45 calorías por gramo.

En lugar del disulfuro de alilo del ajo, la cebolla contiene el disulfuro de alilopropilo, con otros compuestos sulfurados, que son los que le confieren sus virtudes más relevantes. La esencia de cebolla que se esparce por el aire cuando se corta o se desmenuza, tiene las conocidas facultades lacrimógenas. La composición de la cebolla es muy compleja contiene asimismo diversos azúcares, importantes para realizar sus cualidades con

dimenticias; sobre todo cuando se caramalizan al freír la cebolla; y las vitaminas C y B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y D (30).

Según Caroline Francis (12), la composición por cada 100 gramos de cebollas es:

	Cruda	Frita
Calorías	23.0	345.0
Proteínas	0.9 g	1.8 g
Carbohidratos	5.2.g	10.1 g
Fósforo	30.0 mg	59.0 mg
Calcio	31.0 mg	61.0 mg
Hierro	0.3 g	0.6 g
Sodio	10.0 mg	20.0 mg
Potasio	140.0 mg	27.0 mg
Magnesio	8.0 mg	15.0 mg
Vitamina C	10.0 mg	- - -
Acido fólico	15.0 g	- - -

Durante el almacenamiento de las cebollas y debido a la transpiración de las mismas, el contenido de materia seca aumenta y por consiguiente aumenta el contenido de sulfuro de alilo, de ahí que los bulbos almacenados tengan un sabor más fuerte que los bulbos frescos recién cosechados. Este compuesto se descompone con el calor por tal motivo, las cebollas cocidas o asadas tienen un sabor dulce. El sulfuro de alilo estimula la secreción de jugo gástrico, se recomienda comer cebollas crudas para curar ciertas afecciones estomacales (65).

En experimentos realizados sobre el contenido de sólidos solubles totales en la cebolla, se determinó que la mayor cantidad de éstos y la mayor dureza fueron obtenidos en los más largos intervalos de riego y cuando no se aplicó fertilizante (70).

## 2.9. Usos

Los bulbos se comen crudos o cocidos y algunas ocasiones las hojas cocidas de las plantas jóvenes atribuyéndose aumenta el apetito, además de favorecer la digestión. A la cebolla se le conoce también por su poder desinfectante, ya que junto con el ajo son utilizados como un contraveneno en intoxicaciones en picaduras de araña y mordeduras de serpientes; además de ser aplicados en plasmas encima de las heridas o inflamaciones; otra propiedad que se le atribuye es su poder calmante sobre las irritaciones de la garganta y de los órganos respiratorios, en los tratamientos de viruela, tifus, sarampión, escarlatina, fiebres palúdicas, sífiles, gripa, pulmonía, pleuresia, amigdalitis, flemones, tos, ronquera, herpes, etc. (11).

La cebolla además de ser consumida en crudo, como condimento para sazonar ensaladas, cocida en la preparación de todo plato culinario y además, permite ser conservada en vinagre. Actualmente existe interés por la industrialización mediante el proceso de deshidratación (31).

## 2.10. Factores Ecológicos

### 2.10.1. Clima

En general, la cebolla es un cultivo que se puede adaptar a una gran diversidad de climas, en la actualidad existen cultivos de cebolla adaptados para soportar condiciones climáticas específicas como son el fotoperíodo, temperaturas, etc. que nos permiten desarrollar el cultivo en diferentes regiones

geográficas (19).

La cebolla requiere una variación de temperatura fresca durante la etapa de plántula y una variación de temperatura moderadamente alta durante la etapa de bulbo. La temperatura moderadamente alta, particularmente si se combina con una atmósfera seca, facilita la cosecha y curado de los bulbos (21), lo cual concuerda con Cásseres (14) que dice que la cebolla requiere un clima templado o cálido para su desarrollo, pero las condiciones específicas ideales son aquellas donde hay temperaturas frescas en las fases iniciales del desarrollo de la planta y cálidas hacia la madurez.

#### 2.10.2. Altitud

Para el cultivo de la cebolla, se recomiendan altitudes localizadas desde 500 msnm hasta más de 2000. Este cultivo necesita noches frescas y días calientes para formar bulbos durante su desarrollo. Las mejores zonas son aquellas que no se ven dos estaciones definidas (lluvias y seca) y que tengan facilidades de riego, el agricultor costarricense (1974) citado por Enríquez (25).

#### 2.10.3. Latitud

Se considera que la duración del fotoperíodo está en función de la latitud, lo mismo que a la temperatura se le atribuye decidida influencia sobre la formación de los bulbos en la cebolla. Los cultivares que crecen mejores en días cortos (10-12 hr) se adaptan a las fajas limitadas por las latitudes de  $0^{\circ}$  a  $24^{\circ}$  y hasta  $28^{\circ}$ ; a veces, pueden formar bulbos si se esta-

blecen en regiones de latitudes mayores, o si las temperaturas son frescas aunque no aceleran el desarrollo del bulbo. Los cultivares de día intermedio, requieren de 12-13 horas, producen mejor entre los 28 y 40° de latitud, los cultivares de día largo (14 o más horas) se encuentran generalmente en lunares a 36° o más grados de latitud (14).

#### 2.10.4. Temperatura

La temperatura para la germinación de la semilla de cebolla es considerada entre los 4°C (mínimo) y 35°C (máxima), la temperatura óptima para crecimiento es de 14 a 32°C. Una vez emergidas las plántulas resisten el frío y aún heladas primaverales (37).

En cuanto a la formación del bulbo, la cebolla puede soportar en algunos casos temperaturas inferiores a los 0°C por períodos no muy prolongados de tiempo. En lugares donde el invierno es muy riguroso, necesariamente deberá cultivarse en primavera o otoño. Se considera que la temperatura óptima para la producción de bulbos es de 12-24°C (14).

Para los lugares de clima templado donde la siembra se hace en el ciclo otoño-invierno, suele ser preferible (en cuanto a su crecimiento vegetativo) que durante la primera parte del desarrollo de la planta, la temperatura sea menor de los 10 a 15°C, ya que la formación del bulbo y su llenado se ha comprobado que se favorece con las temperaturas relativamente altas de 18 a 29°C (65).

No obstante, los cultivares de cebolla originarios de re-

giones tropicales pueden adaptarse a temperaturas de 22 a 30°C. Pero cuando se cultivan bajo riego en la época seca, las temperaturas nocturnas no deben sobrepasar los 22°C; ya que el crecimiento de la cebolla es poco vigoroso cuando la temperatura nocturna es superior a 20°C (47).

Butt, citado por Ramírez (61) indica que la formación del bulbo es favorecido por la elevación de la temperatura y generalmente se retrasó o cesó con temperaturas bajas; a temperaturas altas hasta de 30°C, el desarrollo del bulbo inició más temprano, pero los rendimientos más altos fueron de los 18 a 25°C, mientras temperaturas bajas de 10 a 15°C, retardaron el desarrollo del bulbo. Así, plantas adelantadas en edad no obstante desarrollaron bulbos a 25°C, expresado en una "velocidad de formación de bulbo" que tendió a sobrepasar a las temperaturas y el peso final del bulbo fue más alto a 25°C, indicando que esta temperatura fue óptima para el crecimiento y desarrollo del bulbo.

Según Yamaguchi (78), la temperatura tiene un efecto sobre la formación definitiva del bulbo, la óptima temperatura recomendada es de 20 a 25°C durante la formación del bulbo.

Magruder mencionado por Contreras (16), afirma que las temperaturas frías utilizadas cercanas a 0°C, tanto superiores como inferiores pueden ocasionar la muerte de la planta o pueden aumentar la formación de bulbos dobles o múltiples, dependiendo de los cultivares utilizados

En cuanto a la floración, la cebolla es capaz de emitir su

tallo floral antes de tiempo si sufre una exposición a temperaturas bajas. En partes de México y en el sur de Texas es frecuente observar en plantaciones de invierno que han sufrido heladas o temperaturas muy bajas que la mayoría de las plantas florecen anticipadamente, causando pérdidas porque el bulbo no se forma bien (14).

Dependiendo de las condiciones climáticas y de los períodos fríos presentes en las diferentes estaciones del año, las pérdidas estimadas por la floración prematura en las plantas comprenden un 30% hasta un 40% en el rendimiento y calidad del bulbo (4). La aparición de los tallos antes de que el bulbo haya desarrollado, se debe a un gen recesivo cuya acción activan las temperaturas bajas, independientemente del período de luz (65). Jones (1963) citado por Enríquez (25) afirma que tanto la formación de los bulbos como la iniciación de la inflorescencia son inducidos por factores ambientales; la misma investigación afirma que la formación del tallo floral es inducido casi siempre por temperaturas frías.

#### 2.10.5. Fotoperíodo

En la producción moderna de bulbos de cebolla, se toma muy en cuenta el efecto del fotoperíodo, siendo esto un ejemplo clásico de la investigación aplicada. Garner y Allard en 1920 y Mackellard en 1928, probaron que la formación de bulbos para ciertos cultivares está determinada por la longitud del día; resultados similares se obtuvieron en 1930 por Magruder y Allard (14).

Para la formación del bulbo, la planta necesita de 10 a 12 horas diarias de luz y temperaturas con una media de 18°C como mínimo, siendo distinto el período indispensable según el cultivar. La influencia del fotoperíodo se puede explicar en la Figura 2, en donde se observa que aunque la siembra se anti cipa, la cosecha no se adelantará ya que las plantas formarán sus bulbos hasta que reciban el mínimo de luz indispensable, lo cual sucede en primavera (para lugares de clima templado) (14). Confirmando lo anterior Jones y Mann (1945) probaron el cultivar White Grano a los 44° de latitud N, como un cultivo de primavera, iniciándose la formación de bulbos tan pronto co mo los requerimientos de luz y temperatura se presentan (60). Estos mismos autores indicaron que es más probable que un cul tivar se adapte a diferentes localidades de la misma latitud, a causa de la uniformidad de la longitud del día, que a localidades de igual clima, pero con diferente latitud; han demostrado que cultivares adaptados a una determinada longitud del día cuando son llevados a latitudes mayores donde la longitud del día es más larga, producen bulbos tan temprano y tan ne que no tienen valor comercial; inversamente cuando los cul tivos adaptados a días muy largos son llevados a regiones con fo toperíodos más cortos el efecto de las horas luz es tan peque ño en relación a sus requerimientos que no les permite madurar adecuadamente. Resultados similares son reportados por otros investigadores (21, 45, 51).

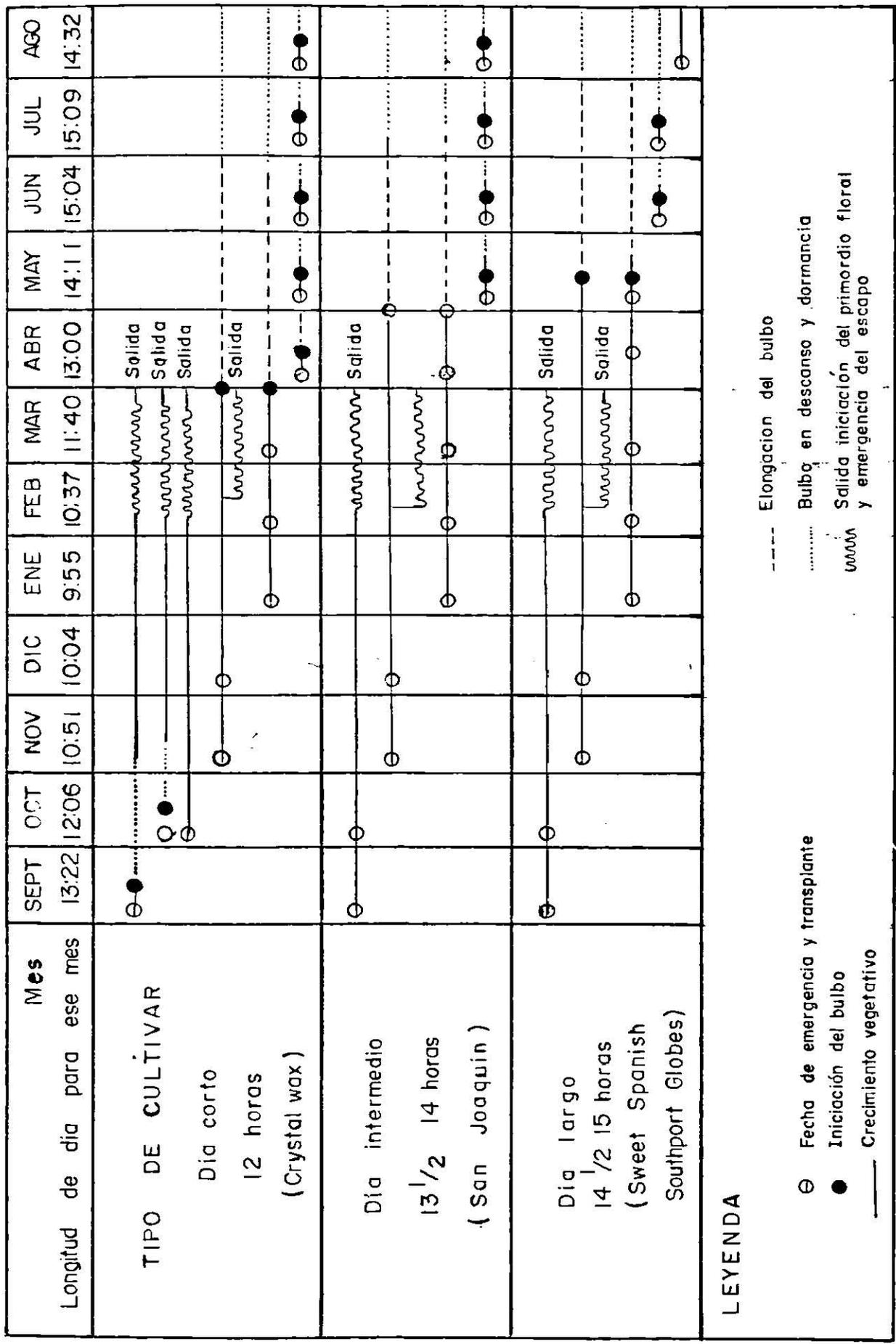


FIGURA 3. Desarrollo de diferentes tipos de cebolla a 38°15' de Latitud N. (Davis Ca).

Estos autores concluyeron que todos los cultivares de cebolla son plantas de día largo en relación con la formación del bulbo, y que este se realiza más pronto conforme la longitud del día se incrementa; así por ejemplo, los cultivares llamados de "día corto" no son plantas de día corto, sino simplemente cultivares que forman bulbo bajo condiciones de longitud de día más corto que muchos otros cultivares. Por lo tanto, según estos investigadores, la longitud del día crítica para la formación del bulbo, es decir, la justamente necesaria para su formación varía de 12 a 16 horas dependiendo del cultivar.

En base a lo anterior, los cultivares de cebolla se clasifican según el fotoperíodo necesario para la formación del bulbo en: de días cortos, que crecen mejor con 10 a 12 horas diarias de luz; los de días intermedios que requieren de 12 a 14 horas; los de días largos que requieren de 14 o más horas de luz (14).

Con lo que respecta a la floración, el fotoperíodo es considerado como factor de relativa importancia en las plantas bi-anuales, origina la promoción o inhibición de la emisión del tallo floral en las plantas de cebolla dependiendo del período de exposición. Woodbury, citado por Contreras (16), afirma que un fotoperíodo de 15 horas produce un incremento en el número de primordios en comparación con los bulbos tratados a un fotoperíodo de 10 horas. Citando a Kazakova, el cual concuerda con lo afirmado por Woodbury y menciona que en plantas de cebolla expuestas a un fotoperíodo corto, se promueve el crecimiento vegetativo y se inhibe la brotación del primordio floral. Salvo en

condiciones extraordinarias, la temperatura tiene más importancia que el fotoperíodo sobre la floración.

#### 2.10.6. Relación entre fotoperíodo y temperatura

Thompson y Smith en 1938, citados por Cásseres (14), determinaron que no se podía deslindar el efecto del fotoperíodo y la temperatura, ya que temperaturas medianamente cálidas (15 a 21°C en promedio) como también los fotoperíodos largos son condiciones necesarias para el desarrollo de los cultivares que comúnmente se siembran en días largos. Mientras que Jones citado por Butt y citado éste por Ramírez (61) determinaron que la temperatura y el fotoperíodo juegan un papel importante en el desarrollo del bulbo; por lo tanto, un cierto fotoperíodo crítico no puede ser definido sin la temperatura específica.

El comportamiento fotoperiódico de las plantas puede variar según la temperatura a la que se desarrolla; la cebolla por su sensibilidad a la acción de los fotoperíodos largos, necesita temperaturas superiores a los 18-20°C para la formación del bulbo (47).

Cultivares de cebolla desarrollados en Sudán a temperaturas altas (43 y 25°C de temperatura máxima y mínima respectivamente) diariamente y fotoperíodos de 12 horas en promedio, el desarrollo del bulbo fue retardado, siendo mejor el desarrollo en la parte norte de la región que en el sur debido a que la longitud del día es ligeramente mayor (1, 68).

La influencia de la temperatura sobre la floración de las plantas anuales es secundaria con respecto a la de la luz,

puesto que el efecto de la temperatura es más metabólica que catalítica y por el contrario, en la mayoría de las plantas bi anuales, se tiene un caso completamente distinto; si no se manifiesta un período frío las plantas pueden mantener un estado vegetativo por un tiempo indefinido. Sin embargo, con la exposición a bajas temperaturas seguido por el fotoperíodo correcto y temperatura adecuada, florecerán en el mismo ciclo (20).

Jones citado por Contreras (16), afirma que la formación del bulbo como la iniciación de la inflorescencia, son inducidos por factores ambientales; cuando éstos son favorables el ápice del tallo deja de producir brotes de hoja e inicia la in florescencia.

Thompson y Smith citados por Cásseres (14) mostraron que la temperatura tiene más influencia que el fotoperíodo en determinar la formación del tallo floral. A temperaturas bajas de 10 a 15°C y en días cortos de 9 a 12 horas, las plantas de cebolla empiezan rápidamente a producir semilla, pero con temperaturas de 21 a 26°C no florecen ya sean días cortos o largos (de 15 horas). Citando a Heath, el cual encontró resultados si milares y agregó que hay una interacción entre la longitud del día y la temperatura con respecto a la floración de cebollas plantadas como bulbillos. Ya que cuando la temperatura es favo rable para el engrosamiento del bulbo, muchas horas de luz detienen el desarrollo del escapo; en cambio si la temperatura por ser excesivamente baja inhibe el crecimiento del bulbo, los días largos activan el desarrollo del escano floral, pero sin incluir aparentemente en la iniciación de su desarrollo (74).

Heath y Huldworth citados por Butt, citado éste por Ramírez (60) concluyeron que bajo condiciones de días largos existió una competencia entre los procesos de elongación del escapo y la formación del bulbo, lo cual ocurrió en forma frecuente; si la temperatura fue alta la formación del bulbo dominó, mientras que lo contrario sucedió si las temperaturas fueron bajas.

#### 2.10.7. Suelo

La cebolla prefiere los suelos profundos con buen contenido de materia orgánica y de textura suelta. Los suelos excesivamente sueltos no son los más adecuados para este cultivo, sobre todo si son húmedos, ya que estas condiciones perjudican el desarrollo del bulbo a la vez que favorecen el ataque de enfermedades. Los mejores rendimientos se obtienen cuando el cultivo se establece en terrenos que no han sido utilizados anteriormente con cebolla (38).

Según Cásseres (14) menciona que la cebolla requiere suelos bien preparados y fértiles, los cuales pueden ser de tipo limo-arenoso, migajones, con buen contenido de materia orgánica; siendo éstos ligeramente ácidos y bien drenados. Los suelos pesados y arcillosos no son convenientes porque se forma una capa endurecida en su superficie después del riego o de las lluvias, esto no es recomendable en épocas de germinación de la semilla.

Hume (36) considera los suelos más adecuados para esta hortaliza aquellos francos, siempre que el pH no sea inferior de

6.5, son adecuados para este cultivo los limosos aluviales, turbosos medios, franco-arenosos y arcillosos ligeros; se debe evitar los suelos arenosos secos, calizos ligeros y superficiales. Las praderas recién roturadas o suelos donde hubo pastos, son inadecuados, debido a la frecuencia de malas hierbas; los suelos muy esponjosos generalmente contienen nemátodos, esporas e insectos.

Lerena (41) recomienda determinar las condiciones del suelo para este cultivo, pues siendo la cebolla una planta de bulbo, los suelos deben labrarse de manera que el suelo sea suelto, fresco y permeable. La mejora de suelos arcillosos se hará a base de estercoladuras a razón de 3 a 4 kg/m<sup>2</sup> y aplicaciones de cal apagada. En caso de tener que incorporar estiércol fresco, se efectuará la operación con anticipación a la siembra (8 a 9 meses), otra práctica consistirá en una aradura profunda (30-35 cm) uno o dos meses antes de la siembra y seguida por las labores de desmenuzamiento y nivelación del terreno. El pH más conveniente para el cultivo de cebolla debe ser entre 6 ó 7, la producción disminuye en suelos más ácidos (38); aunque Cásseres (14) considera que la cebolla necesita un pH de 5.5 a 7.2.

## 2.11. Factores Tecnológicos

### 2.11.1. Preparación del terreno

Esta es necesaria para el establecimiento del cultivo en un suelo que tenga las mejores condiciones posibles, lo cual se logra barbechando a una profundidad no menor de 25 cm; debe

serguirle dos pasos de rastra, de manera que el terreno quede lo más mullido posible, posteriormente se realiza una nivelación y por último, el trazo de los surcos facilitando con los dos puntos anteriores los riegos al cultivo (5).

Por su parte Japón (38) indica que el terreno donde se siembre debe estar bien nivelado. En otoño se debe preparar con una labor de subsuelo de 25-30 cm de profundidad, posteriormente se pasa la rastra de disco para romper los terrones; en caso de adicionar estiércol, éste se mezclará al mismo tiempo.

Caroline (12), informa que en otoño se mezcla en la tierra una fertilización orgánica. Para sembrar en primavera se aplica 10 días antes de la siembra un compuesto rico en potasio y fósforo. Lesur (42), recomienda que el barbecho debe hacerse dos meses antes de la siembra, para que las hierbas y residuos de la cosecha anterior queden bien enterrados. Antes de sembrar se marcan los surcos dejando distancia entre ellos de 42 cm si se siembra a una hilera y 92 cm si se hace en hilera doble.

## 2.11.2. Siembra

### 2.11.2.1. Germinación

Al ser viabilidad sinónimo de germinación, ésta puede ser evaluada mediante pruebas para ver la capacidad germinativa de la semilla. Rodríguez (62) describe la germinación como una serie compleja de cambios biológicos y fisiológicos que indican la iniciación del crecimiento y movilización de las reservas dentro de las semillas, para ser utilizada por el embrión en

su crecimiento.

Janik (37), define la germinación de la semilla como el cambio experimentado del estado de detención en el desarrollo al de activación del crecimiento. El subsiguiente estado es el de plántula, intervalo durante el cual la planta joven depende de su propio alimento, fabricado por sus estructuras.

De acuerdo a la ISTA, citado por Enriquez (25), la germinación en el laboratorio es la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión y manifiestan habilidad de la semilla para producir una planta normal en condiciones favorables de suelo.

Las necesidades para la germinación de la semilla de cebolla según Rodríguez (62) son:

Agua. La absorción de agua es el primer paso en el proceso de la germinación; sin embargo, se debe evitar un exceso de humedad, ya que un remojo prolongado puede producir daños a la semilla y reducir su poder germinativo, este efecto perjudicial es causado por la falta de aireación.

Oxígeno. En la respiración de la semilla, es necesario que haya una provisión de oxígeno; las semillas en germinación requieren más oxígeno que aquellas que no están germinando, esto es debido a que el oxígeno es necesario en la oxidación rápida de los azúcares.

Temperatura. Las necesidades de ésta varían según la especie y se ha comprobado que una temperatura favorable es necesaria para la germinación; para efecto de germinación, se consideran

tres niveles de temperatura:

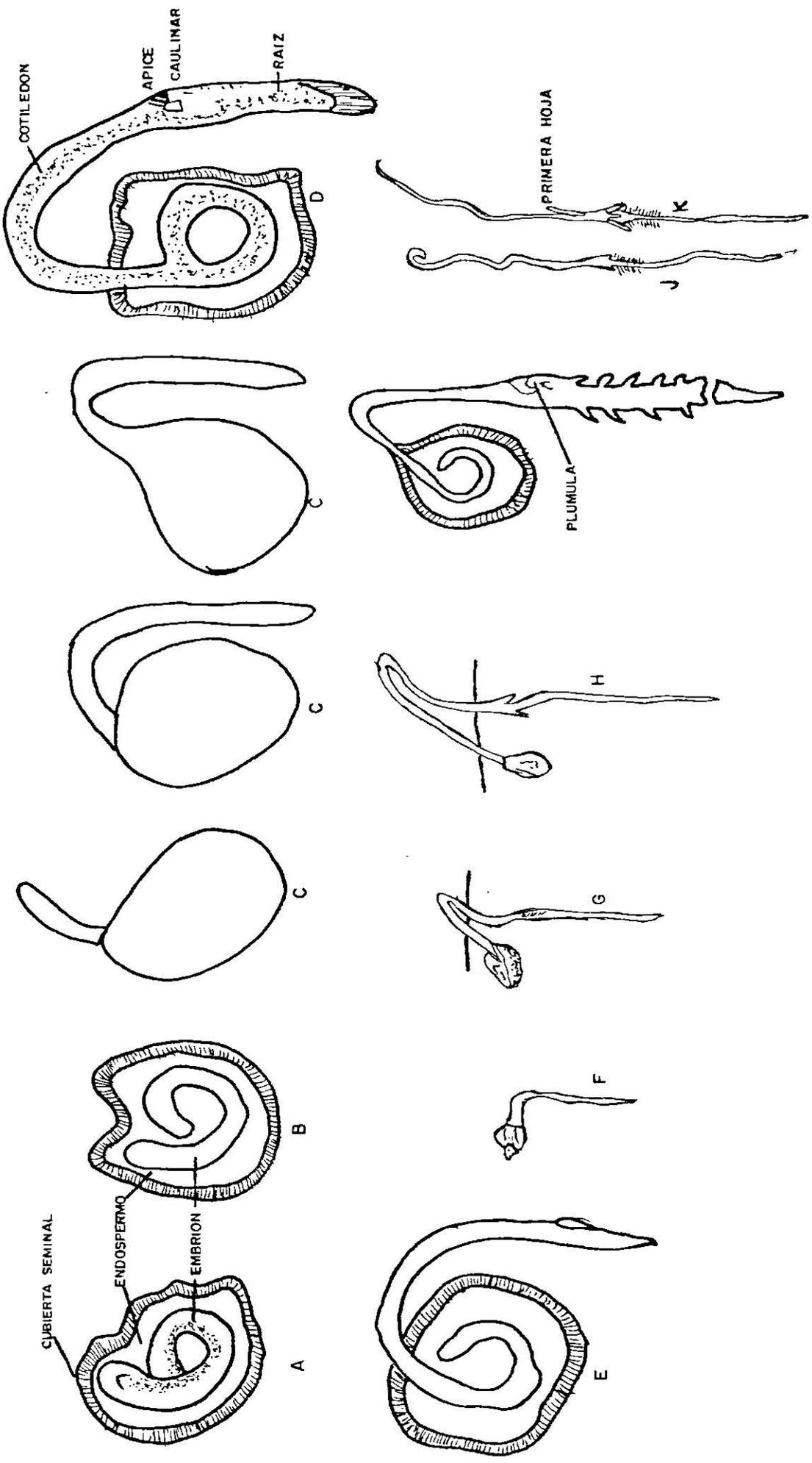
Mínima. Es aquella más baja a la cual se efectúa la germinación.

Máxima. Es la más alta a la que puede haber germinación, más arriba de esta temperatura las semillas sufren daños y su germinación y desarrollo se ve afectado.

Óptima. Es aquella en la que el poder germinativo de las semillas es acelerado a su máxima capacidad, aquí se presenta el mayor porcentaje de germinación en el menor tiempo.

Luz. La acción de ésta es muy variable, algunas especies germinan bien a la luz mientras que otras, la gran mayoría lo hacen mejor a la obscuridad.

La cebolla presenta germinación epigea; tipo de germinación en la cual los cotiledones y la yema apical son llevados por encima del nivel del suelo por alargamiento del hipocotilo, forma un arco y finalmente, empuja los cotiledones y la joven yema por encima del suelo, los cotiledones se tornan verdes, se expanden y constituyen los primeros órganos fotosintéticos de la plántula; a continuación se produce el desarrollo del epicotilo y yema terminal que son las primeras hojas verdaderas que se desarrollan de la plúmula (Ver Figura 4).



BEWELY Y BLAK (1978); K. ESAU (1977)

FIGURA 4. Germinación y desarrollo de la plántula de cebolla (*Allium cepa* L.). A). Elongación inicial del cotiledón y punta de la raíz. B). El hipocotilo permite emerger a través de la semilla hacia el micrónico. C). El cotiledón emerge agudamente curvado. D-F). Extremo hanstorial del cotiledón dentro de la semilla y el cotiledón emerge pero la curvatura continúa fija. G-I). Tensión causada por el lado más corto y emerge la plúmula y raíces adventicias, J). El cotiledón se forma erecto en el exterior del suelo. K). Emerge la hoja primaria cotiledonaria por hendidura del cotiledón (plúmula).

Según Cásseres (14) y Lerena (41), la óptima germinación de la semilla de cebolla se obtiene a 24°C en el suelo, aunque soporta mínimas de 1.6°C y máximas de 35°C. Las semillas emergen del suelo en un tiempo de 4 a 5 días, aunque este tiempo puede variar dependiendo de las condiciones climáticas y edáficas.

#### 2.11.2.2. Métodos

Existen tres métodos de siembra principales en cebolla, los cuales son los siguientes:

- 1). Directo. Se propaga por semilla, utilizando de 4 a 7 kg/ha, usándose solo en lugares donde los suelos están rasonablemente trabajados, libre de malezas y donde además se procure un riego lo bastante uniforme (14, 65).
- 2). Trasplante. Se utiliza de 2 a 3 kg/ha, sembrándola en almácigos, trasplantando a las 6 ó 10 semanas cuando la planta tenga entre 15 y 20 cm de altura (14, 65). Se recomienda no podar la planta en sus hojas ni en sus raíces, ya que presenta solo ventajas económicas en siembras mecanizadas o cuando el follaje está muy desarrollado. Es el preferido en muchas plantaciones comerciales, por lo que se encuentra entre los más utilizados en nuestro país (14).
- 3). Plantación de bulbillos. Es el menos usual de los anú mencionados; usándose solo en terrenos con buenos temporales (algunas localidades del Bajío en Guanajuato y Querétaro), los bulbillos son cebollas pequeñas de 1.5 a 2 cm

producidas en almácigos, los cuales se extraen para plantarlos el siguiente ciclo; se recomienda no usar plantas de mayor tamaño, ya que tienden a florear con mayor facilidad, mientras que más pequeños desarrollan menos bulbos (14, 65).

### 2.11.2.3. Espaciamiento

El espaciamiento apropiado para la cebolla depende de la fertilidad del suelo, del sistema de riego, del cultivar y del equipo mecánico con que se cuente. La distancia entre surcos puede variar desde 43 a 90 cm a una y a doble hilera respectivamente, con una separación entre plantas de 5 a 10 cm. En México, los mejores resultados se han obtenido con espaciamientos de 62 cm entre surcos y de 5 a 9 cm entre plantas a una hilera, mientras que en Perú se prefieren los surcos dobles a 92 cm con plantas separadas a 20 cm (14).

Por otra parte, debido al alto costo del raleo de plantas se tratará de sembrar la semilla a la densidad más apropiada posible. El raleo (entresacamiento) es necesario para evitar demasiada competencia y mala formación de bulbos, pero la producción de tamaño más grande que se favorece son espaciamientos más grandes, no siempre resulta adecuada ya que se tiene preferencia por la cebolla mediana en los mercados nacionales (14).

En un experimento se realizaron diferentes espaciamientos entre plantas (4, 6 y 8 pulgadas) con un espaciamento entre surcos de 12 pulgadas; el espaciamento tuvo un marcado efecto

en el rendimiento total de bulbos, pero no en el número de hojas por planta, el diámetro individual de los bulbos o el peso. El espaciamento más corto dió el más alto rendimiento de cebollas, 11500 lb/acre (8).

Además, las densidades bajas tienden a favorecer la formación de bulbos dobles. En términos generales, entre más espaciamento se dé (entre plantas) resultarán bulbos de mayor tamaño, pero posiblemente con menor rendimiento por hectárea; por lo tanto, el espaciamento a utilizar dependerá de los requerimientos del mercado (14).

#### 2.11.2.4. Fecha de siembra

En México se recomienda las fechas de siembra apropiadas para cada región (59).

Mesa Central	De febrero a julio
Valles altos	De febrero a julio
Bajío	Todo el año; en siembras de temporal, en junio use la variedad Cojumatlán. Las siembras de invierno son de octubre a noviembre.
Costa del Golfo	Septiembre a diciembre
Noroeste	Septiembre a diciembre
Noreste	Febrero a marzo

La densidad de siembra para Cojumatlán blanca, Santa Cruz y Cojumatlán morada es en siembra directa 4 kg/ha, en siembra por trasplante 1.5 a 2 kg/ha.

Juscafresca (39) recomienda sembrar las variedades de ve-

rano desde fines de primavera hasta la mitad de verano, para trasplantar en otoño, ésta en su mayoría pertenece a las variedades blancas; las variedades de invierno se siembran en otoño hasta la mitad del invierno para ser trasplantadas en primavera.

### 2.11.3. Labores de Cultivo

#### 2.11.3.1. Control de malezas

Las malezas se definen como plantas impropias, es decir, que no rinden ningún beneficio, el combate de las malezas incluyendo la pérdida en rendimiento y disminución en la calidad, se encontraron entre los costos más altos de producción (59). La cebolla debido a su escaso sistema radicular, es muy afectada por la presencia de las malezas, sobre todo en los primeros días de desarrollo del cultivo. Es conveniente mantener al cultivo libre de malezas, pudiéndose utilizar prácticas manuales, mecánicas o químicas para su control según sean las disponibilidades. Las malezas disminuyen el rendimiento por la influencia que ejercen sobre el cultivo, en los períodos críticos de competencia; por lo tanto, es conveniente establecer un buen programa para el control de éstas (25).

Muchas veces el combate manual resulta antieconómico debido al alto costo de la mano de obra, y por la competencia se cortan raíces, se maltratan las hojas o se cortan las plantas; las heridas causadas favorecen la entrada de enfermedades, por lo que la utilización de herbicidas soluciona en gran parte estos problemas. Los herbicidas se pueden usar antes de la germinación.

nación denominados de preemergencia y los aplicados después en el desarrollo de la planta, llamados de postemergencia (25)

La cebolla permite el uso de herbicidas selectivos; el más antiguo es el ácido sulfúrico al 2%, pero presenta dificultades por ser tóxico y corrosivo, también se utiliza la Cianamida de calcio (75 kg/ha), usada como preemergente; el Cinarato de potasio, también selectivo para la cebolla, usándose en algunos casos a razón de 5 kg/ha en 400 lts de agua; otro herbicida denominado Praudox, usado solo en combinación con el Cloro IPC. Sin embargo, el más usado es el Cloro IPC (Cloro propham-Isopropil-m-cloro-carbanilato), el cual se aplica a razón de 6 kg/ha, dirigiendo la aspersion hacia la base de la planta, evitando mojar las hojas; recomendándose una aplicación antes de que germine la semilla, otra cuando las plantas tengan suficiente altura para que las hojas no se mojen; y la tercera cuando los tallos estén a punto de doblarse; recordándose que este material persiste en el suelo y puede dañar otros cultivos (65).

Continuamente se ofrecen en el mercado nuevos productos químicos para el combate de malezas en el cultivo de la cebolla; sin embargo, en muchos países la mano de obra cuesta mucho menos que el empleo de herbicida por lo cual es muy usada. Para tener buenos resultados es necesario usar el material químico apropiado, la dosificación y la aplicación correcta, dependiendo del clima y de la clase de malezas a combatir (14).

### 2.11.3.2. Escardas

Se efectúan principalmente para eliminar las malezas entre los surcos, para enterrar los fertilizantes y evitar la compactación y arietamiento del suelo, además de arrimar tierra a la base de la planta (aporcado) y permitir con esto la protección del bulbo contra los rayos solares (5).

Si se dispone de mano de obra, se utilizan varios tipos de escardas; siendo las labores superficiales remitiéndose a cortar las hierbas a ras del suelo, utilizando para ello azadones de poco peso si la tierra es ligera y arenosa; sin embargo, para grandes zonas se utilizan medios mecánicos, con o sin tratamiento químico para estas labores. Cuando la escarda se utiliza para eliminar malas hierbas entre los surcos, el combate de malezas que se encuentran en la misma línea de la planta cultivada se realiza a mano o con tratamiento químico (71).

### 2.11.4. Rotación de Cultivos

Recibe este nombre a la sucesión metódica y ordenada de las especies cultivadas en un mismo terreno, con el objeto de mantener la fertilidad, control de enfermedades y plagas.

Según Lerena (41), menciona que es importante la rotación agrícola en el control de las enfermedades y plagas, puede interpretarse como sigue: si en un terreno que ha estado presente anteriormente una enfermedad se cultiva una especie vegetal no inmune, serán muchas las posibilidades que tenga ésta de contraer la misma enfermedad. Sin embargo, durante 2 ó 3 años se hace una rotación con especies no atacables, los organismos

parásitos (virus, hongos, etc.) desaparecerán del campo. Una rotación de 5 a 6 siembras se presta adecuadamente para un establecimiento hortícola (Cuadro 1).

CUADRO 1. Rotación adecuada de 5 a 6 siembras para un establecimiento de cultivos hortícolas.

---

Primera siembra	Raíces carnosas	(Zanahoria, chírvia, nabo salsifí, remolacha).
Segunda siembra	Hoja	(Repollo, espinaca, acelga lechuga, etc.)
Tercera siembra	Leguminosas	(Chícharo, arveja, soja)
Cuarta siembra	De fruto	(Melón, zapallo, sandía, fresa, pimiento, tomate).
Quinta siembra	De bulbo	(Cebolla, ajo, chalote)

---

A partir de entonces, se puede repetir el ciclo

---

FUENTE: Lerena, 1975 (41).

#### 2.11.5. Abonos Orgánicos

Los abonos orgánicos son (cuando hablamos de estiércol y compost) deficientes de los tres elementos esenciales (N, P y K) y como las enormes cantidades de fertilizantes orgánicos que se necesitarían raramente pudieran obtenerse, no se puede prescindir de las aplicaciones suplementarias de fertilizantes químicos para obtener óptimos resultados (74).

Los abonos orgánicos aparte de proporcionar nutrientes mejoran la estructura, sirve como reguladores de la temperatura del suelo y mejoran las reacciones alcalinas o ácidas del mismo (33). El abonado de la tierra tiene influencia en el rendimiento y en la conservación de la cebolla; por lo que es necesario saber qué elementos y qué cantidad se le proporcionará al terreno, por tal motivo, es conveniente efectuar un análisis de suelo para proporcionar una fertilización equilibrada. El suministro de materias orgánicas abundantes y frescas favorecen la acumulación de la humedad en el suelo, pero si no han tenido la necesaria fermentación, aportan larvas y huevos de insectos y constituyen un sustrato favorable para la difusión de enfermedades criptogámicas (22).

Stubenrauch mencionado por Peñuelas (57) reporta que una aplicación de estiércol fresco al cultivo de la cebolla debe ser evitada, ya que se corre el riesgo de que el bulbo llegue a adquirir un fuerte olor desagradable, de aquí la importancia de aplicar con anticipación a la cebolla el estiércol para darle oportunidad a que se descomponga totalmente.

Cásseres (14), menciona al estiércol como un buen abono de los suelos destinados a este cultivo, especialmente si se incorpora al suelo con uno o dos años de anticipación; las recomendaciones de aplicación varían entre 20 y 40 ton/ha según el suelo. Los productos químicos pueden agregarse como suplemento al estiércol para proporcionar las cantidades adecuadas de los elementos principales (N, P y K).

Lerena (41) recomienda la aplicación de estiércol de 3 a 4 kg/m<sup>2</sup> a tierras compactas y pobres en materia orgánica; en suelos de mediana fertilidad la aplicación de éste se reducirá de 1 a 2 kg/m<sup>2</sup> en ambos casos, la incorporación se aplicará de 8 a 9 meses antes de la siembra; los abonos químicos se aplicarán más adelante en las siguientes proporciones: Superfosfato de Calcio triple (45%) 30 g/m<sup>2</sup>, Sulfato de Potasio 20 g/m<sup>2</sup>, Nitrato de Potasio 30 g/m<sup>2</sup> y Sulfato de Calcio (yeso) 20 g/m<sup>2</sup>. El Nitrato de Potasio podrá aplicarse en dos partes de tal manera que la segunda sea involucrada 10 días después de la siembra o plantación.

Shoemaker (69) reporta que suelos que durante dos o más años han tenido fuertes aplicaciones de estiércol en cosechas anteriores a la cebolla son preferidos sobre aquellos suelos ordinarios que no se les ha proporcionado estiércol, además explica que una aplicación de 20 toneladas de estiércol por hectárea deben ser aplicados en la cosecha anterior a la cebolla sobre suelos minerales y suplementarlas con adiciones de fertilizantes. En cambio, Thompson (74) dice que una aplicación de 30 a 40 ton/ha debe ser suficiente, pero que en muchas ocasiones debe ser suplementada también con fertilizantes.

Hutchison citado por Peñuelas (57) menciona que debido al problema de las malas hierbas, el estiércol orgánico no es común aplicarlo precediendo inmediatamente a la cebolla a menos que sea perfectamente incorporado y que cuando se utiliza estiércol fresco es necesario incorporarlo profundo en el suelo.

### 2.11.6. Fertilizantes Químicos

La mayoría de los fertilizantes químicos contienen los elementos nutritivos en forma inmediatamente asimilable, proporcionan a la planta los mismos iones que los abonos orgánicos después de que éstos se han descompuesto en el suelo (73). Los elementos de primera importancia o sea los que son absorbidos por las plantas en cantidades relativamente grandes son: carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, magnesio, hierro, silicio, aluminio, cloro y sodio; y los elementos absorbidos en cantidades pequeñas son: boro, manganeso, cobre, zinc, molibdeno, cobalto y posiblemente venadio (73).

Los fertilizantes minerales completos con un elevado porcentaje de nitrógeno son precisos en las primeras fases del ciclo, con el fin de estimular el desarrollo vegetativo, lo cual es muy importante, porque a las hojas es a quien corresponde nutrir al bulbo, cuando éste empieza a formarse, es preciso interrumpir la aplicación porque se corre el riesgo de alargar demasiado el ciclo de planta, terminando muy tarde o que no llegue a terminarse viéndose bruscamente interrumpido por la llegada de los fríos y las hojas en plena vegetación mueren sin haber cedido su propia sustancia nutritiva a los bulbos, que quedan pequeños. En la segunda fase del ciclo son por lo tanto, contraindicados los fertilizantes nitrogenados y en cambio son precisos los potásicos, ya que favorecen la acumulación de sustancias de reserva en el bulbo; y asimismo los fosfóricos que aumentan la resistencia a las enfermedades

des, es mayor su grado de conservación; un exceso de estas últimas perjudica la tierna consistencia del producto (27).

Por su parte, Enriquez (25), indica que la cebolla reacciona favorablemente a los abonos nitrogenados en cantidades prudentes y en aplicaciones antes de la formación del bulbo; los abonos fosfóricos son en gran medida los responsables de un buen enraizamiento. El potasio favorece la conservación de la cebolla después de la cosecha, la falta de este nutriente ocasiona disminución en la turgencia de los tejidos, disminución de los sólidos solubles y una menor resistencia a las enfermedades en el almacenamiento. Uno de los efectos del nitrógeno bajo condiciones de invernadero es el de promover la producción de semillas de cebolla (57).

Se calcula que 1000 kg de cebolla extraen 3.859 kg de nitrógeno (N), 1.692 kg de Anhídrido fosfórico ( $F_2O_5$ ), 1.560 kg de Potasio ( $K_2O$ ) y 3.259 kg de Cal (71).

Según Giner mencionado por Alsina (3), se refiere a que una cosecha de 30,000 kg de cebolla extraen del suelo comprendido la parte herbácea 83.70 kg de N; 53.10 kg de Acido fosfórico y 84 kg de Potasio.

En cuanto a los requerimientos de fertilizantes varían con el tipo de cebolla, de suelos, de previos tratamientos, del propósito de cada cebolla y de muchos otros factores (69); sin embargo, algunas recomendaciones para la aplicación de fertilizantes en la cebolla son las siguientes:

PRONASE (59), recomienda utilizar en zonas de riego la

fórmula 120-60-0; aplicando 60 kg de Sulfato de Amonio (S.A.) mezclados con 300 kg de Super fosfato de Calcio simple (SFS), o 358 kg de Nitrato de Amonio (NA) mezclados con 130 kg de Super fosfato de Calcio triple (SFT), o Urea 260 kg mezclados con 130 kg de (SFT). En temporal, usar la fórmula 80-40-0; aplicando 400 kg de (SA) mezclados con 200 kg de (SFS), o 238 kg de (NA) mezclados con 86 kg de (SFT) o 174 kg de Urea mezclados con 86 kg de (SFT).

Japón (38) sugiere una fórmula recomendada de 350 kg/ha de Sulfato de Amonio (SA) del 21%, 800 kg/ha de Super fosfato del 18%, 250 kg/ha de Sulfato Potásico del 50%, 20 kg/ha de Borax, el 50% del total de la fórmula de Sulfato de Hierro, 100 kg/ha de Sulfato de Cobre. Se incorpora al suelo en algunas ocasiones con el fin de dar color a los bulbos.

En abonado de cobertera se suele utilizar unos 300 kg de Nitrato de Amonio Cálcico del 26% por ha en dos aplicaciones. Si es necesaria la incorporación de micronutrientes se puede aplicar en aspersiones foliares.

Lesur (42) recomienda la fórmula 60-60-00 + 15 Zn para cultivos de temporal y para cultivo de reigo, recomienda la fórmula 140-60-00+15 Zn. Los fertilizantes se incorporan al preparar la tierra, sobre el surco, pero 10 cm más abajo donde a de quedar las semillas o plántulas si se aplica fertilizante durante el cultivo, éste debe quedar cerca de la planta pero sin ocasionar quemaduras.

Ferrán (21), recomienda las aplicaciones de fertilizantes nitrogenado Potásico, dados los efectos de conservación del

suelo. Una fórmula recomendada será 300 kg de Sulfato de Amonio o sus equivalentes nitrogenados, 200 kg de Super Fosfato de Potasa; de los cuales se aplicarán solamente la mitad del Sulfato Amónico antes de la siembra o trasplante, el resto se aplicará dentro del cultivo y alternando con los riegos, sin sobrepasar la dosis de nitrógeno de 400 kg; se recomienda a veces la aplicación de 100 a 200 kg de Sulfato de Cobre, que evita la decoloración y capas superficiales delgadas del bulbo.

Algunos trabajos de fertilización en el cultivo de la cebolla son los siguientes:

Chapa (19) llevó a cabo un experimento en el ciclo otoño-invierno de 1982 en el municipio de Sabinas Hidalgo, N.L. con el fin de evaluar tres cultivares de cebolla: 1). Granex White 2). Eclipse L303 y 3). El Toro, los cuales fueron sometidos a ocho tratamientos de fertilización: 1). 75-0; 2) 0-40; 3). 75-40; 4). 150-40; 5). 75-80; 6) 150-80; 7) 225-80 y 8) 150-120 (kg de Nitrógeno y Fósforo por hectárea respectivamente). El experimento fue en bloques al azar (4 repeticiones) con arreglo de parcelas divididas, las parcelas grandes fueron cultivares y las chías los tratamientos de fertilización. Las variables estudiadas fueron: rendimiento en kg/ha, altura de planta diámetro del cuello, porcentaje de plantas floreadas, porcentaje de prendimiento, número de cebollas/ha y peso de 100 cebollas. Los factores estudiados no mostraron ser independientes. El mayor rendimiento fue obtenido por el cultivar Granex White con una media de 31.754 ton/ha. Se recomienda sembrar el cultivar Granex White aplicando el tratamiento 6 de fertilización

(150-80), con el cual se obtuvo un rendimiento de 46.536 ton/ha, el mayor porcentaje de plantas floreadas correspondió al cultivar El Toro, con un 43.04%, siguiéndole el cultivar Eclipse con un 14.51% y por último, el cultivar Granex White con un 0.63%. Para todos los cultivares, la altura de planta y el diámetro del cuello presentaron una correlación altamente significativa y positiva con el rendimiento en kg/ha.

En la región de Atlixco Puebla, se han estado realizando experimentos para ver la respuesta a la fertilización bajo diferentes tipos de suelos y factores que pueden influir en el rendimiento como son la densidad de población y método de siembra, bajo condiciones de riego. En 1982 se realizó un experimento para ver la respuesta de este cultivo a la fertilización nitrogenada y fosfórica en esta región, utilizándose como fuentes Urea más Super Fosfato Triple, utilizándose ocho tratamientos a diferentes niveles y se obtuvo que el tratamiento de 120-80 (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) fue el que mayor respuesta obtuvo en rendimiento, siendo de 16.68 ton/ha; mientras que con el tratamiento 160-80 (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) se obtuvo una producción de 15.90 ton/ha, observándose un decremento en la producción a mayores dosis; y al utilizar bajos niveles con el tratamiento 80-0 (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) se obtuvo un rendimiento de 13.40 ton/ha, recomendándose el primer tratamiento y proyectándose dos años más sobre estos trabajos y sobre otros factores limitantes de la producción. En 1983 se realizó un experimento similar, incluyéndose los factores método de siembra y densidad de población, se sembró en mayo de 1983 y se cosechó en agosto del mismo año; en el

análisis de varianza no se encontró significancia entre tratamientos ni entre repeticiones; en la prueba de medias para encontrar significancia entre los tratamientos en base a la D.M.S., se encontró a más de 40 kg de N/ha, porque utilizando el tratamiento con el método de siembra directa con 80,40 y 360 mil plantas (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y D.P.) tenemos un rendimiento de 22.38 ton/ha, en comparación con los niveles más bajos que es tratamiento 40, 40 y 320 mil plantas (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y D.P.); en siembras directa se obtuvo una producción de 16.60 ton/ha, encontrándose una diferencia entre tratamientos de 5.78 ton/ha, lo cual es algo significativo en cuanto a su rendimiento (44)

En la zona de Guanajuato se llevaron a cabo varios experimentos de fertilización en cebolla utilizando la variedad Cojumatlán y diferentes fórmulas de fertilización y se encontró que la aplicación de la dosis 120-00-00 proporcionó altos rendimientos que no presentaron diferencia significativa con fórmulas donde se aplicó N-P-K. Además, reportaron que la adición de K en la fórmula no tuvo influencia en los rendimientos (6).

Lazo (40) menciona que en experimentos realizados durante cuatro años consecutivos con la variedad "Granex", y fertilizando con dosis de 50, 100 y 150 kg de N/ha en combinación con Fósforo y Potasio, las dosis que dieron los más altos rendimientos de 21.64 y 21.93 ton/ha fueron la 100-00-00 y 100-100-00 respectivamente; y en cambio, en donde solo se aplicó 50 kg de N/ha o donde no se fertilizó produjeron bajos rendimientos en comparación con los anteriores.

En cuanto a los efectos que pueden causar el nitrógeno y el Potasio sobre la calidad y almacenaje en cebollas a temperaturas de 3.4 a 3.7°C, Bottcher citado por Peñuelas (57) indica que altas dosis de N (hasta 320 kg de N/ha) promovieron la brotación de las cebollas y que dosis de Potasio de 100 a 200 kg/ha lo redujeron. Downes y Carolus citados también por (57), mencionan que un continuo uso de Sulfato de Amonio al suelo durante el cultivo de la cebolla, ha llegado a provocar gran disponibilidad de Manganeso en el suelo, el cual es absorbido por el bulbo hasta llegar a un punto en que se vuelve tóxico.

Polách mencionado por Peñuelas (57) reporta que hasta 240 kg de N/ha no hubo efecto marcado sobre la calidad y almacenaje de cebolla y que los más altos rendimientos se obtuvieron con 180 kg de N/ha. En cuanto a los efectos del Fósforo, menciona que un rango de 0 a 125 kg de  $P_2O_5$ /ha no afectó la producción, calidad ni duración de almacenaje y que el Potasio mejoró la calidad del almacenaje.

Srivastava y Murthy concuerdan con (6) y (40) en lo que respecta a que las aplicaciones de Potasio no tienen influencia sobre los rendimientos en cebolla y que las combinaciones de N y Fósforo son las que la incrementan. En cambio Fersini (29) y Shoemaker (69) reportan la necesidad de incluir el Potasio en la fórmula junto con el N y P, pero no mencionan el efecto en rendimiento causado por el Potasio, lo que nos hace pensar que su efecto sea sobre la calidad del producto y no en el rendimiento.

Villagrán y Escaff, citados por Peñuelas (57) realizaron investigaciones sobre la fertilización y densidad de plantas en el rendimiento y calidad de bulbos de cebolla en Santiago de Chile. Utilizaron plántulas del cultivar Valenciana a densidades de 266,666; 333,333; 400,000; 571,428 y 800,000 plantas por hectárea y fue fertilizada con 0, 30, 60, 90 y 120 kg de N/ha, no se observó interacción entre la densidad de planta y la tasa de N. La producción de bulbos comerciales fue mayor de 77.3 ton/ha con densidades de planta de 571,428 plantas/ha. Aumentando la producción comercial con el aumento de N hasta 72.4 ton/ha con la aplicación de 120 kg/ha comparada con 60.4 ton/ha, con 0 kg de N/ha. El resultado de esta práctica fue que el promedio del peso individual disminuyó la venta del bulbo con el aumento de densidad de planta y el aumento de la aplicación de Nitrógeno.

Según Wallace, citado por (57), los síntomas que presenta el cultivo de la cebolla debido a deficiencias de nutrientes son los siguientes:

- a). Una deficiencia de Nitrógeno se manifiesta por un crecimiento lento y débil, palidez del follaje y una muerte de las puntas de las hojas.
- b). La deficiencia de Fósforo es muy parecida a la del Nitrógeno.
- c). Las deficiencias de Calcio (Ca) y Potasio (K) se presentan con un color pálido verdoso del follaje y una muerte de la punta de la hojas. En suelos ácidos podría ser una

considerable clorosis de la punta de la hoja probablemente causada por la toxicidad del Aluminio (Al).

d). La deficiencia de Magnesio (Mg) se manifiesta por color verde pálido de las hojas.

Cásseres (14), indica que una deficiencia de Nitrógeno produce plantas verde amarillentas, reducidas en tamaño, deformes, hojas enrolladas y en ocasiones el cuello no se seca y las hojas permanecen erectas; menciona que en los suelos puede ocurrir una deficiencia de Cobre que se manifiesta por su color rojizo de los bulbos y por escamas delgadas y frágiles. La aplicación de 100 a 300 kg/ha de Sulfato de Cobre en polvo ha corregido la deficiencia por varios años.

Cuando el pH del suelo se aproxima al punto neutral, puede haber deficiencia de Manganeso pudiéndose corregir estas con Sulfato de Manganeso a razón de 150 kg/ha. Las deficiencias de Magnesio en cebolla se nota cuando las puntas de las hojas se tornan cafés prematuramente; corrigiéndose según Shoemaker (69) con piedra calcárea dolomítica o mediante aspersión con Sulfato de Magnesio a razón de 2 kg en 80 litros de agua. Los mejores resultados para la colocación de los fertilizantes químicos se ha obtenido aplicándolos en bandas a 5 cm más abajo y a un lado de la semilla o plántula.

Para la determinación exacta del elemento o elementos que se encuentran deficientes en la planta es aconsejable un análisis del follaje. Según Hernández (35) en el período de 50 a 60 días después de trasplantada la cebolla, es cuando ésta absor-

be la mayor cantidad de Nitrógeno del suelo

#### 2.11.7. Riego

La cebolla es un cultivo que no tolera excesos de humedad debido a que puede ser atacado por enfermedades fúngicas; más bien requiere riegos ligeros y frecuentes debido a que es una planta con un sistema radicular pequeño y poco profundo (49). Los riegos son necesarios enseguida del trasplante, después se van espaciando poco a poco, manteniéndose el cultivo con una humedad adecuada durante todo el ciclo vegetativo, especialmente cuando se empiezan a formar los bulbos. Por experimentos realizados se ha demostrado que las necesidades de agua aumentan en gran cantidad cuando se inicia la formación del bulbo (51).

Lesur (42), indica que el intervalo de riego es cada 10, 15 ó 20 días dependiendo de la humedad que tenga el suelo, elevándose las necesidades de agua cuando los bulbos comienzan a crecer, el último riego debe darse 20 ó 25 días antes de la cosecha.

#### 2.11.8. Cosecha y Almacenamiento

La cebolla se puede cosechar en verde desde que tiene 1 cm de diámetro (cebolla para encurtidos), cuando están formando sus bulbos (cebolla de rabo o verdeo), pero la mayor parte de la cebolla se cosecha cuando su bulbo ha alcanzado su máximo desarrollo, según sean las exigencias del mercado. Las cebollas que se destinan al transporte y almacenamiento se cosechan cuando la mitad de los tallos ya se han doblado, esto in-

dica que ya han llegado a la madurez, es importante cosechar entonces para evitar que los bulbos vuelvan a enraizar y desarrollen el tallo floral (14, 42).

Alsina (3), menciona que la época de recolección varía de acuerdo a la fecha de siembra o trasplante, clima y variedad. Cásseres (14) menciona que la cebolla que se cosecha en estado maduro se deja en el campo de 3 a 4 días y hasta 10 días para su "curación" o acondicionamiento, que consiste en ponerlas al sol para que se sequen mejor las hojas y el cuello del tallo. El acondicionamiento consiste en amontonar las plantas en camellones entre 3 ó 4 surcos procurando que el follaje proteja al bulbo del sol, especialmente en variedades blancas.

La temperatura máxima segura para el curado es de 37°C durante 6 días, para cebollas verdes con rabo se requieren 7 días (56). Una vez que los bulbos estén secos (curados); se cortan las raíces y el pseudo tallo a una altura no menor de 2 cm para evitar con esto hendiduras causadas por deshidratación, por último se quitan las túnicas exteriores manual o mecánicamente (sin utilizar agua) para que la cebolla quede limpia y bien presentada y evitar problemas al almacenarlas o empacarlas (14). En algunos lugares es la de cosechar o arrancar los tallos si están lo suficientemente secos dejando apenas 1 o 2 cm, depositándose posteriormente las cebollas en j<sup>ab</sup>as (cajas de madera), las cuales se ponen unas sobre otras para que ocurra el acondicionamiento en el campo. Si hay rocío o quiere llover se tapan las filas o j<sup>ab</sup>as durante la noche.

Un sistema más moderno consiste en llevar directamente las ce bol las a trojes acondicionados, donde se circula aire caliente y seco a través de los compartimientos donde se almacena a granel, la clasificación de la cebolla se hace al cosecharla o después del acondicionamiento; se puede hacer mecánicamente con rodillos limpiadores y dispositivos para separarla por tamaño (14).

Las cebollas se pueden agrupar en muchos tipos; por lo que se hace mención de algunos cuantos en el Cuadro 2, de donde casi todos han sido establecidos de acuerdo a la morfología de los bulbos o a criterios de mercadeo (58).

Para el almacenamiento en todos los casos ya sea para su venta inmediata o para tiempo largo de almacenado es conveniente eliminar bulbos enfermos; es importante que en el lugar donde sean almacenados haya buena ventilación, poca humedad y temperatura baja y uniforme, pero evitando la congelación (65). Japón (38) menciona que debe evitarse la conservación a granel ya que aún en locales bien ventilados se producen grandes pérdidas ocasionadas por pudrición y brotaciones; de igual forma deben desecharse el almacenamiento en sacos o en cajas con re jas separadas, ya que en menor grado pero presentan los mismos problemas de pudrición, brotación y secado; recomendando como mejor sistema de conservación la utilización de cámaras frigoríficas, con el que se puede tener almacenada la cebolla hasta cinco meses con un mínimo de pérdidas del 5%.

Para lograr un buen almacenamiento de los bulbos se reco-

CUADRO 2. Tipos de clasificación de la cebolla de acuerdo a la morfología y criterios de mercado sobre ésta.

Polinización	Duración	Consistencia	Formas de Bulbos	Color de la piel	Almacenamiento	Tamaño	Sabor
Abierta	Largos	Blandas	Globo	Blanco	Corto	Cebolleta	Muy suave
Bajo el control del hombre	Intermedios (largos y cortos)	Medianamente blandas	Globo achatado	Amarillo	Mediano	Pequeño	Suave
OBSERVACIONES: En este caso existen cebollas de polinización abierta o normal y los cultivares híbridos cuya semilla es verdaderamente producida por cruzamientos controlado de cultivares androestériles con cultivares normales. La mayor ventaja de los híbridos es el aumento en el rendimiento y en la uniformidad de su desarrollo vegetativo; además de la baja frecuencia de los bulbos floreados y dobles.	Cortos	Medianamente firmes	Globo alargado	Amarillo paja	Prolongado	Pequeño mediano	Algo fuerte
		Firmes	Globo-Globo alargado	Ambar claro		Mediano	Fuerte
		Medianamente duras	Achatados	Bronce claro		Mediano pequeño	Muy Fuerte
		Duras	Muy achatados	Bronce medianamente oscuro		Mediano grande	
		Muy duras	Trompo	Bronce oscuro		Grande	
			Para manos	Café			
				Café oscuro			
				Rojo			
				Rojo oscuro			

Según Jones y Mann (1963) en 1946 un 40% del total de cebollas sembradas en EE UU fueron híbridos

mienda: cosecha cuidadosa, secado y curado integral, selección del material a almacenar, control de temperatura, humedad y luz. La mejor temperatura para almacenamiento es de 1 a 2°C y la humedad relativa entre 70-75% si se cumple con estos requisitos se puede lograr un almacenamiento de 4 a 5 meses. Otra alternativa es la de almacenar los bulbos en galpones (cobertizos) a temperatura ambiente de 30°C y baja humedad relativa (66).

Cásseres (14), recomienda almacenar la cebolla a una temperatura cerca de 0°C y humedad relativa de 70 a 75%, algunas cebollas tienden a emitir raíces a humedades relativas altas por lo que se recomienda reducir a un 64% la humedad, por otra parte, a una humedad baja las cebollas pueden ponerse suaves o deshidratarse.

Cuando se van a almacenar cebollas destinadas a la producción de semillas, la temperatura conveniente es de 7 a 12°C y cuando se desee guardar los bulbos por mucho tiempo la temperatura debe ser de 0°C y luego subirla a 7 ó 12°C unas semanas antes de la siembra; es recomendable no usar hidracida maleica (producto que se utiliza para evitar la brotación) en cebollas que se van a utilizar en la producción de semillas (14).

Pantastico (56), menciona que los bulbos secos de cebolla se conservan durante 6 a 8 meses y una prolongación de este lapso de almacenamiento no parece ser necesaria; sin embargo, el retardo del brotado y la inhibición de la nutrición con 3 a 5% de Oxígeno y 10% de CO<sub>2</sub> a 4.4 °C sería una ventaja adi-

cional. Sobre las cebollas tiernas o verdes dice que la retención de la clorofila en las hojas de la cebolla fue marcada empleando de 2 a 5% de Oxígeno a 0.6°C durante el transporte; esta es una ventaja importante, en especial si el período de transporte es prolongado.

## 2.11. Factores Bióticos

### 2.12.1. Plagas

Este cultivo se ve sometido a cierto número de plagas que disminuye los rendimientos cuando el control no es efectivo, entre las más importantes están:

#### Trips (Thrips tabaci L.)

Es la primera plagas en importancia, los insectos son pequeños (1 mm de largo) chupadores que en ataques severos deforman las hojas, aunque normalmente se notan por la apariencia blanquecina de las partes atacadas (14, 51). Afecta a la cebolla sobre todo en épocas cálidas y secas; las larvas se pueden observar sobre la superficie interna de las hojas hacia el seudo tallo, donde están protegidas del sol y de la falta de humedad, pudiéndose desarrollar sucesivamente hasta 10 generaciones al año.

Jones (1935) mencionado por Eguiza (23) recomienda para su prevención y control el uso de variedades resistentes que tengan crecimiento abierto, grosor del tejido epidérmico de las hojas y follaje de color claro, ya que estas características afectan el desarrollo del trins.

El combate químico para consumo en verde se hace espolvoreaciones de rotenona al .75%, dejándose de aplicar tres días antes de la cosecha. También se pueden utilizar Malathión a razón de 2 a 4 kg de P.H al 25% o polvo al 5% respectivamente. Para el control de trips en cebollas para producción de bulbos maduros, éste se empezará tan pronto se inicie el ataque de la plaga, haciéndose una o dos aplicaciones a intervalos de 7 a 10 días con uno de los siguientes materiales: DDT al 10% espolvoreado a razón de 3 kg ó bien al 50% de concentrado emulsificable asperjando 4 litros; Parathión en P.H. de 1 a 2 kg al 15% o 1.35 litros de C.E. AL 25%; hay que tener cuidado de que los trips no sean llevados en las cebollas que se almacenan, además en el campo deben destruirse las malezas hospederas (14).

#### Gusano de la cebolla (Hylemia antigua M.)

Es la segunda plaga de importancia, la hembra de este gusano oviposita en el suelo, cerca de la base de la planta y a veces sobre el bulbo, cuando las larvas nacen atraviesan el pseudo tallo y penetran al bulbo causando amarillamiento y marchitez de la planta y pudrición del bulbo. Las prácticas de fitosanidad son muy importantes, debiéndose enterrar las plantas y bulbos afectados, tapándolos con una capa de 30 a 40 cm de tierra y espolvoréandose sobre ellos con DDT al 10%; los insecticidas espolvoreados (Dieldrin, Parathión, DDT, etc.), en el surco en el momento de la siembra, pueden ser efectivos aplicándolos directamente a la tierra evitando con ello que el material toque la planta. Otro método para el combate de este qu

sano consiste en remojar o regar los surcos antes de la siembra con uno de los siguientes materiales: 2.75 lt/ha de C.E. de Diazinón al 50% o gránulos que contengan este producto aplicando 1.25 kg/ha de material activo (48).

Cásseres (14), recomienda aplicar aspersiones al follaje con Diazinón de 0.625 kg/ha cada dos semanas, o bien aplicar Malathión de 1.875 kg/ha cada cuatro días, o se puede prevenir tratando la semilla al momento de sembrar con Thritión de 1.875 kg/ha. Cuando este insecto ataca en estado de plántula, se asperja con Dieldrín de 1.250 a 2.500 kg/ha, plantas enfermas se erradican para evitar contaminar a las plantas sanas; se ha observado que algunas variedades comerciales son más resistentes cuando se trasplantan que cuando se siembran directamente al campo.

## 2.12.2. Enfermedades

### Mancha púrpura (Alternaria porri)

Esta enfermedad presenta síntomas en las hojas, bulbos y tallos florales, al iniciar las lesiones son pequeñas, hundidas; manchas oscuras en el centro de la lesión que al agrandarse adquieren una coloración púrpura separada del tejido sano por una zona clara, en dos o tres semanas estas manchas rodean las hojas y seudotallos. En los bulbos la infección aparece cuando se aproxima la madurez manifestándose una pudrición acuosa que se inicia en el cuello o en heridas producidas en la cosecha (63).

No existe todavía un método efectivo para el combate de este organismo; los cultivares que tienen una cutícula cerosa y gruesa (como la Louisiana roja criolla) son muy resistentes; el uso de Manzate 200 y Bravo 500 retrasan el crecimiento foliar de la cebolla, pero aparentemente reducen el porcentaje de infección. Miller 1982, citado por Eguiza (23).

#### Carbón o tizón de la cebolla (Urocystis cepulae F.)

Los síntomas se presentan inicialmente sobre el cotiledón de la planta en cuanto emerge del terreno, la lesión consiste en la aparición de una zona negra ligeramente engrosada que envuelve al cotiledón (76). En las escamas de los bulbos y en las primeras hojas cercanas a la superficie del suelo son atacadas bajo la epidermis, apareciendo unas bandas de color plomo oscuro, que finalmente revientan descubriendo masas negras polvorosas; la infección avanza de hoja en hoja hacia el interior de la zona basal de la planta; es recomendable recoger e incinerar las plantas infectadas (54). El control de esta enfermedad consiste en esterilizar las semillas, los semilleros y almácigos con Bromuro de Metilo; la cebolla es susceptible únicamente en estadios de plántula, se recomienda esterilizar la semilla con productos químicos como Thiram, deben emplearse variedades resistentes (23).

#### Cenicilla vellosa o mildiú de la cebolla (Pernospora destructor)

Presenta lesiones locales en las hojas y tallos, enanismo, hojas deformes y de color verde pálido o amarillentao en ambos lados de la hoja que posteriormente se tornan grisáceas violeta

(mildiú) en tiempo húmedo; mientras que en climas secos aparecen manchas blancas en el centro y en las puntas de las hojas infectadas, posteriormente éstas se arrugan, se inclinan y las puntas se secan y mueren; se retrasa la brotación, si la inflorescencia es atacada por este hongo su crecimiento es reducido y éstas se ven curvadas en dirección de la lesión y en consecuencia, la semilla madura es rugosa (76).

Su control se logra evitando un drenaje deficiente, además de mezclas de Dithane Z 78 y Azufre (54). Es recomendable utilizar variedades resistentes como la Kalred (76), evitar riegos pesados, destruir residuos de cosechas anteriores, control de malezas (23), también se recomienda realizar aplicaciones de fungicidas como Parzate, Parzate+ Sulfato de Zinc, Manzate, Dacanil y Dyrene; a intervalos de cinco días y cuando las plantas tengan de 10 a 15 cm de altura. Sin embargo, Cásse res (14) recomienda aplicar Zineb o Maneb, aplicados semanalmente a razón de 3 kf/ha, también Nabam a razón de 7 lt/ha mezclado con 1 kg de Sulfato de Zin y acompañado de un buen adherente.

#### Pudrición del cuello (Boyrotis allii M.)

Se presenta después de la cosecha con reblandecimiento de los tejidos de las escamas, conforme el micelio crece en las zonas infectadas los tejidos adquieren una coloración grisácea y después aparecen en la superficie las escamas una densa alfombra miceliana con aspecto acuoso en la superficie exterior de la escama aparecen cuerpos endurecidos de color ne-

gruzco y esféricos que producen humedad estimulando la brotación prematura del bulbo. Los bulbos afectados presentan aspectos momificado; se desarrollan con temperaturas de 15 a 20°C (23).

Para su control, se recomienda el uso de variedades de color, darle buen manejo a los bulbos cosechados antes y después de almacenarlos (76); también se recomienda aplicar aradas profundas, evitar excesos de fertilizantes nitrogenados, usar almacenamientos fríos, secos y bien ventilados, evitar riegos pesados y suspenderse 15 días antes de la cosecha, emplear productos químicos como Clorotalonil (23).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización del Sitio Experimental

El presente trabajo se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L, ubicada en el municipio de Marín, N.L. durante el ciclo Otoño-Invierno 1985-86. Dicho campo está situado en el km 17 de la carretera Zuazua-Marín, siendo sus coordenadas geográficas de 25°53' Latitud Norte y 100°03' Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, con una altura de 367 msnm, sus límites geográficos son: al norte con Dr. González, al sur con Gral. Zuazua al este con Pesquería y al oeste con Higueras; todos municipios del estado de Nuevo León.

#### 3.2. Condiciones Edáficas y Climáticas de la Región

Los suelos predominantes de la región son del tipo Faocen Calcáricos según DETENAL (1973), arcillosos, de un color café muy claro, con un pH promedio de 7.5, con respecto al contenido de materia orgánica, son suelos pobres o moderadamente pobres; las características del suelo donde se realizó el experimento así como su análisis físico-químico se presentan en el Cuadro 1 del Apéndice.

La temperatura promedio de la región es de 22.5°C y con una media anual máxima de 29°C y una mínima de 16°C; la precipitación pluvial es de 400-500 mm anuales. Estos datos promedios fueron obtenidos durante ocho años en la Estación Meteo-

rológica de la Facultad.

El clima predominante de la región según la clasificación de Köppen, modificado por García (1973), es del tipo  $BS_1(h')$   $hx'(e')$ , donde los términos significan:

- $BS_1$  Climas secos o áridos con régimen de lluvias de verano, siendo el menos seco de los BS.
- $(h')$ h Temperatura anual sobre  $22^\circ\text{C}$  y bajo los  $18^\circ\text{C}$  en el mes más frío.
- $x'$  El régimen de lluvias se presenta como intermedio en tre verano e invierno con un porcentaje de lluvias invernales mayor del 18%.
- $(e')$  Muy extremoso, oscilación anual de temperaturas medias mensuales mayor de  $14^\circ\text{C}$ .

La porción más significativa de la precipitación anual acontece de agosto a octubre y las eventuales lluvias en los meses restantes no son de importancia. La nubosidad oscila en tre los 90 y 110 días del año, correspondiente al período de los meses húmedos o lluviosos; los vientos son masas de aire marítimo tropical, provenientes del noreste y del norte, cuyas intensidades respectivas son alrededor de 20 km/hora.

Las condiciones ambientales que prevalecieron durante el desarrollo del experimento, se puede observar en el Cuadro 2 del Apéndice.

### 3.3. Materiales

Los materiales utilizados para la realización del experimento fueron los siguientes:

- Semilla de cebolla del cultivar Eclipse L 303
- Agroquímicos: fertilizantes químicos, así como productos insecticidas y fungicidas para el control y prevención de plagas y enfermedades. Las fuentes de elementos que se utilizaron para el desarrollo del presente experimento fueron Urea (46% de N) y Super Fosfato Triple (46% de  $P_2O_5$ )
- Implementos manuales más usuales tales como: azadón, palas, sifones, básculas, cinta métrica, vernier, etiquetas, bolsas, navaja, aspersoras, estacas de madera, hilo, etc.
- Maquinaria y equipo agrícola requerido para la preparación del terreno como tractor, arado, rastra, surcador y bordeador.

### 3.4. Especificaciones del Experimento

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones con un diseño de tratamientos de acuerdo a la matriz Plan Puebla I, donde el número de tratamientos está determinado por la expresión  $2^k + 2k$  (k es igual a el número de factores por estudiar), por lo tanto, el experimento constó de ocho tratamientos de fertilización, los cuales

se pueden observar en el Cuadro 3 y la Figura 5.

CUADRO 3. Tratamientos de fertilización utilizados en el experimento de cebolla (Allium cepa L.) ciclo Otoño-Invierno 1985-86. Marín, N.L.

No. de Tratamientos	kg de N/ha	kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
1	75	0
2	150	40
3	75	40
4	0	40
5	75	80
6	150	80
7	225	80
8	150	120

Dimensiones: Las dimensiones del experimento fueron las siguientes:

Experimento total	19.2 m x 30 m	= 576 m <sup>2</sup>
Repetición	19.2 m x 4 m	= 76.8 m <sup>2</sup>
Unidad experimental	2.4 m x 4 m	= 9.6 m <sup>2</sup>
Parcela útil	1.6 m x 3 m	= 4.8 m <sup>2</sup>

La siembra se realizó en surcos con una separación de .8 m a doble hilera y una separación entre plantas de .10 m, dando una densidad de población de 250,000 plantas/ha. La uni-

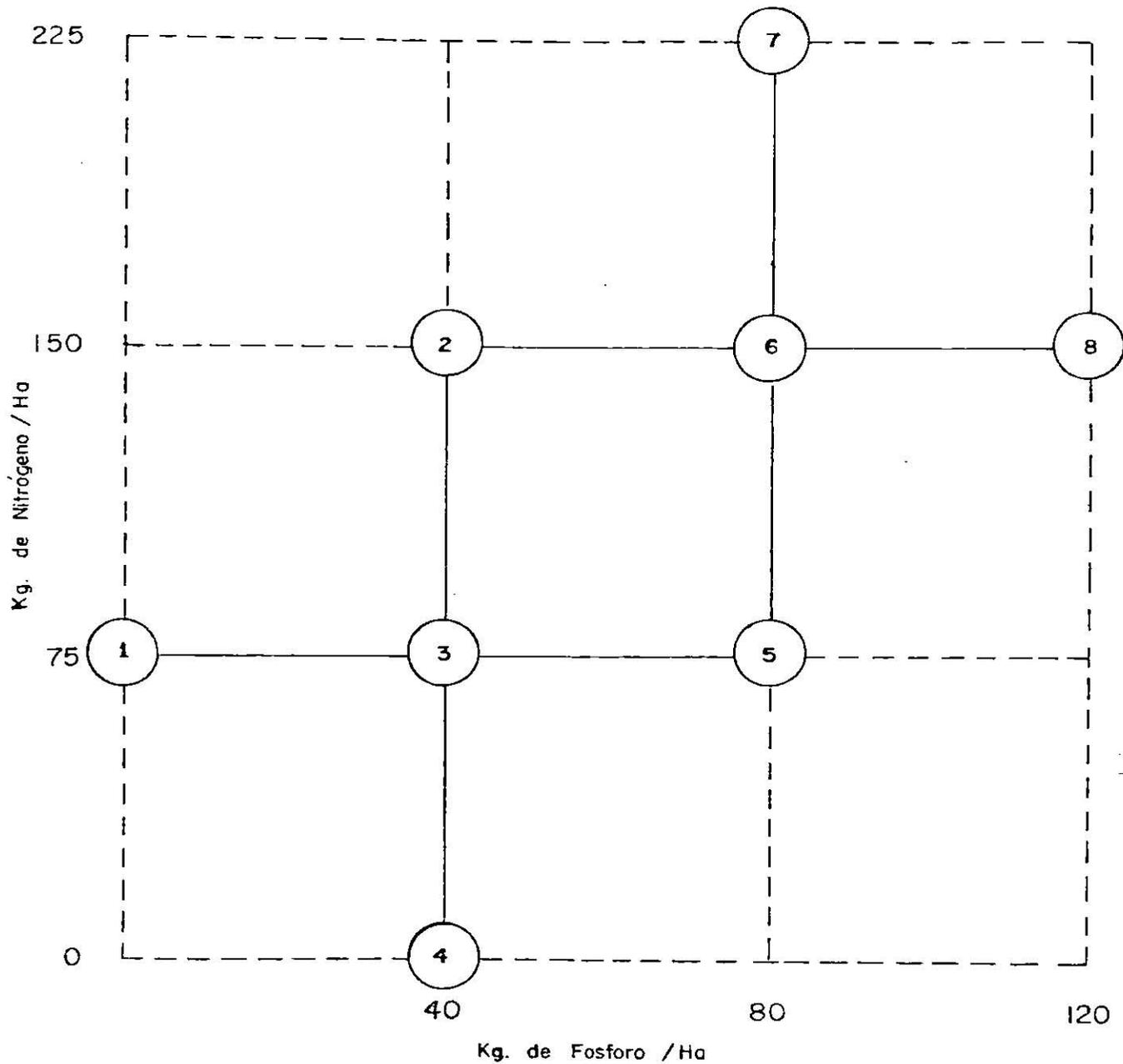


FIGURA 5. Representación gráfica de los tratamientos de fertilización utilizados en el experimento de cebolla (*Allium cepa* L.) durante el ciclo otoño-invierno 1985-86. Marín, Nuevo León.

dad experimental consistió de parcelas de 3 surcos separados .8 m y de 4 m de longitud, lo cual da un área de  $9.6 \text{ m}^2$ .

Se tomó como parcela útil el surco central más las dos hileras laterales (una de cada lado), eliminando .5 m por cada extremo de surco, dando un área de  $4.8 \text{ m}^2$

El croquis del experimento, así como la distribución de los tratamientos se puede observar en la Figura 1 del Apéndice.

El modelo estadístico utilizado es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij} \quad \text{Donde } E_{ij} \sim \text{NI}(0, \sigma^2)$$

$$i = 1, 2, \dots, 8 \text{ trat.}$$

$$j = 1, 2, \dots, 4 \text{ rep.}$$

$Y_{ij}$  = Es la observación del tratamiento  $i$  en la repetición  $j$ .

$U$  = Media general del experimento

$T_i$  = Efecto verdadero del  $i$ -ésimo tratamiento

$B_j$  = Efecto verdadero del  $j$ -ésimo bloque (repetición)

$E_{ij}$  = Error aleatorio experimental que recibe la  $i$ -ésima unidad experimental en la  $j$ -ésima repetición

La hipótesis que se probó es la siguiente:

$$H_0: T_i = T_1 \quad \text{vs} \quad H_1: T_i \neq T_1$$

El criterio de prueba fue el siguiente:

Rechazar  $H_0 \iff F$  calculada es mayor que  $F$  teórica.

### 3.5. Desarrollo del Experimento

El Cuadro 4 y la Figura 6 muestran las fechas y actividades realizadas en el experimento.

#### Siembra de almácigo

La preparación del almácigo se hizo siete días antes de la siembra, preparándose en forma de bordo rectangular de 20 cm de altura, de 1 m de ancho y 7 m de largo; se realizaron dos almácigos de estas dimensiones. La cama fue elaborada con una mezcla de arena de río, estiércol vacuno y tierra común en proporción de 1:1:1. La siembra se realizó en seco y a chorrillo en surquitos separados 10 cm entre sí y a una profundidad de 1 cm, dándose el primer riego inmediatamente después de la siembra con regadera fina hasta empapar la cama teniendo cuidado de que el agua no descubriera la semilla. Posteriormente se procedió a proporcionar los riegos de acuerdo a los requerimientos para asegurar la germinación y emergencia de las plántulas y su posterior desarrollo. Inmediatamente después de la siembra y antes del primer riego, se dió una aplicación mezclando 1 ml de Volatón 500 C.E. y 2 g de Captán 50 P.H. por litro de agua para cada m<sup>2</sup> de almácigo, para evitar problemas de plagas y hongos del suelo. La emergencia ocurrió a los ocho días después de la siembra. Se realizó una segunda aplicación de Captán 50 P.H. en dosis de 2 g/lto de agua contra el Damping off, posteriormente se dió una aplicación de Tecto 60 en dosis de 1 g/lto de agua. Cuando las plantitas tenían una altura aproximada de 7 cm se dió una apli

CUADRO 4. Actividades realizadas durante el desarrollo del experimento de fertilización de cebolla (*Allium cepa* L.) en el ciclo Otoño-Invierno 1985-86 en Marín, N.L.

Actividad	Fecha	Días con respecto al trasplante
Preparación del almácigo	17-X -85	-55
Siembra	24-X -85	-48
Preparación del terreno	26-XI-85	-15
1a. fertilización (N y P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	10-XII-85	-1
Trasplante	11-XII-85	0
Riegos (Ver Cuadro 5)		
Escarda	18-II -86	69
Deshierbe	11-III-86	90
Deshierbe	10-IV -86	120
2a. fertilización (N)	13-III-86	92
Aplicación de pesticidas y fertilizantes foliares (Ver Cuadro 6).		
Aporque	11-IV -86	121
Cosecha	24-IV -86	134
Curado	30-IV -86	140

cación de fertilizante foliar utilizando Bayfolán sólido en dosis de 5 g/lto de agua para evitar deficiencias nutricionales.

### Preparación del terreno

El suelo se preparó 15 días antes del trasplante, esta preparación consistió en un barbecho a una profundidad de 25 a 30 cm; también se dió un paso de rastra posteriormente se hizo el trazo de los surcos y los canales de riego.

### Trasplante

Se realizó el 11 de diciembre de 1985 a los 48 días después de la siembra, cuando las plántulas alcanzaron una altura aproximada de 20 cm para facilitar la extracción de las plántulas se dió un riego al almácigo, seleccionándose las más vigorosas y se colocaron en cajas de madera para su transportación al campo. Al momento del trasplante se hizo una poda del follaje. Durante el trasplante los surcos se mantuvieron con agua, haciéndose éste a doble hilera con una separación entre surcos de 80 cm y entre plantas de 10 cm.

### Fertilización

Esta se realizó en forma fraccionada para el caso del Nitrógeno, aplicándose la primera mitad de éste un día antes de trasplante, así como todo el Fósforo en forma simultánea. El método de aplicación fue en banda sencilla incorporada al suelo, el cual consiste en depositar el fertilizante en una banda continua ligeramente debajo y hacia un lado de la hile-

ra de siembra; para esto se abrió una pequeña zanja a lo largo de hilera con azadón, luego de la aplicación se procedió a tapar para evitar pérdidas por volatilización, al día siguiente se dió un riego pesado y se trasplantó. La mitad restante del nitrógeno se aplicó cuando se iniciaba la formación del bulbo, aplicando el fertilizante en medio del surco, dando un riego inmediatamente.

### Riegos

El riego fue aplicado por gravedad obteniéndose el agua de un pozo profundo del Campo Experimental, cuya clasificación agronómica es  $C_3S_1$  (agua altamente salina y baja en sodio). Dándose un riego pesado al momento del trasplante y posteriormente se efectuaron el resto de ellos, espaciados como se puede observar en el Cuadro 5 y la Figura 6. La frecuencia y número de riegos estuvo determinado por las condiciones climáticas imperantes en la región durante el desarrollo del experimento.

### Labores de cultivo

Estas consistieron en deshierbes, escardas y anorques. La infestación de malezas al principio del experimento fue muy pequeña, debido a las temperaturas bajas, las cuales impidieron su germinación y desarrollo, la incidencia de éstas aumentó a finales del ciclo cuando se incrementaron las temperaturas y estimularon su desarrollo. Se realizó también una escarda y un aporque haciéndose el primero con implemento de tracción animal.

CUADRO 5. Riegos proporcionados durante el desarrollo del experimento de fertilización de cebolla (Allium cepa L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86 en Marín, NL.

No. de Riego	Fecha	Intervalo en días	Días Acumulados
1	11-XII-85	0	0
2	16-XII-85	5	5
3	3- I -86	18	23
4	17- I -86	14	37
5	30- I -86	13	50
6	14- II-86	15	65
7	28- II-86	14	79
8	13_III_86	13	92
9	20-III-86	7	99
10	1- IV-86	12	111
11	14- IV-86	13	124

## Plagas y Enfermedades

Aproximadamente seis semanas después del trasplante se observó un amarillamiento y posterior marchitamiento y muerte del tejido de los ápices de las hojas inferiores de las plantas, en virtud de lo cual y sospechándose alguna deficiencia nutricional se aplicó una mezcla de azufre coloidal, 3 ml/lto de agua y el producto comercial conocido como quick-kick 6 g/lto de agua. Sin embargo, después de realizar un muestreo de las plantas afectadas para su estudio en el laboratorio de fitopatología de la Facultad se encontró la bacteria Xanthomonas campestris y hasta este momento persiste la duda de que esta sintomatología presentada en la planta sea debida en su origen a una deficiencia nutricional y posterior ataque del patógeno o bien sea por el ataque exclusivo de éste. Cabe hacer mención que esta situación desapareció poco tiempo después por lo que no llegó a representar un problema que repercutiera en los resultados finales. No se tuvo problemas con otro tipo de enfermedades.

Con respecto a plagas, solo se presentó un ataque de Trips (Thrips tabaci) controlándose con aplicaciones de Parathión metílico en dosis de 1.5 ml/lto de agua y Gusathión M 20 en dosis de 4 ml/lto de agua. Los pesticidas así como sus dosis y la fecha de aplicación se presentan en el Cuadro 6 y la Figura 6.

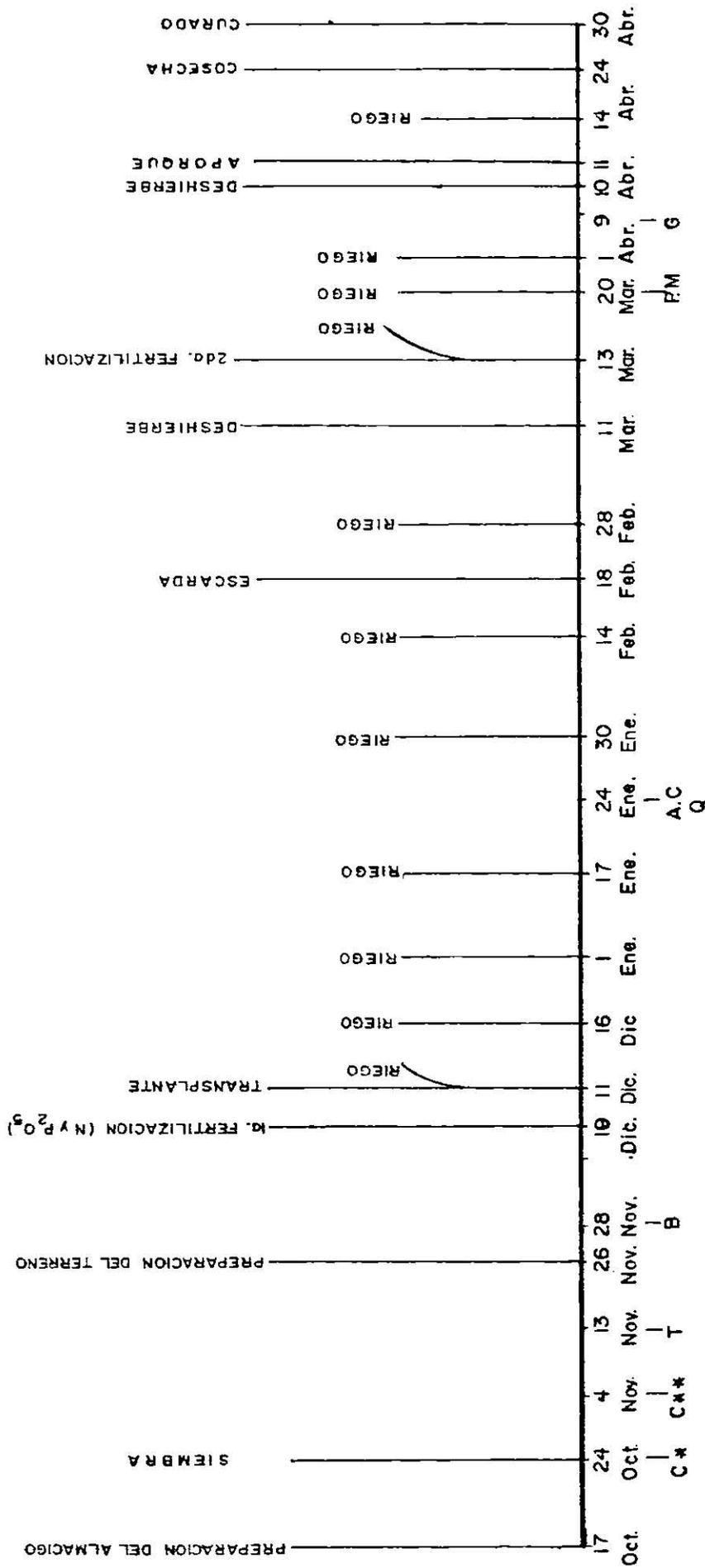
## Cosecha

Esta se realizó a los 134 días después del trasplante cuando se encontraron más del 50% de las plantas postradas o caídas,

CUADRO 6. Aplicaciones de pesticidas y fertilizantes foliares realizadas durante el desarrollo del experimento de fertilización de cebolla (Allium cepa L.) en el ciclo otoño-invierno 1985-86 en Marín, N.L.

Aplicación	Fecha	Dosis	Producto
1a	24-X -85	1 ml/lto de agua	Volatón 500 C.E.
		2 g/lto de agua	Cantán 50 P.H.
2a.	4-XI-85	2 g/lto de agua	Captán 50 P.H.
3a.	13-XI-85	1 g/lto de agua	Tecto 60
4a.	28-XI-85	5 g/lto de agua	Bayfolan solido*
5a.	20-III-86	1.5 ml/lto de agua	Parathión metíli co 50
6a.	9-IV -86	4 ml/lto de agua	Gusación M-20
7a.	24- I -86	3 ml/lto de agua	Azufre coloidal*
		6 g/lto de agua	Quick-kick*

(\*) Fertilizantes foliares



V = Volatón 500 C.E. 1ml./Lto. de agua  
 C\* = Captón 50 P.H. 2gr./Lto. de agua  
 C\*\* = Captón 50 P.H. 2gr./Lto. de agua  
 T = Tecto 60 1gr./Lto. de agua  
 +B = Bayfaldón sólido 5gr./Lto. de agua  
 +AC = Azufre Coloidal 3ml./Lto. de agua  
 +Q = Quik-Kick 6gr./Lto. de agua

P.M. = Parathión Metílico 50 l.5 ml./Lto. de agua  
 G = Gusathión M 20.4 ml./Lto. de agua  
 + = Fertilizantes foliares.

FIGURA 6. Actividades realizadas durante el desarrollo del experimento de fertilización de cebo 11a (Allium cepa L.) durante el ciclo otoño-invierno 1985-86 en Marín, N.L.

lo cual indica que las plantas ya están listas para ser cosechadas; se consideraron solamente plantas con competencia completa. La extracción de los bulbos se hizo con pala, después de lo cual se procedió a separar el pseudo tallo del bulbo.

### 3.6. Variables Estudiadas

Al momento de realizar la cosecha se llevó a cabo una clasificación en tres categorías tomando como base el diámetro del bulbo, siendo esta la siguiente:

Primera categoría (mayor de 7 cm de diámetro)

Segunda Categoría (entre 5 y 7 cm de diámetro)

Tercera categoría (menor de 5 cm de diámetro)

Para cada una de las categorías se contó el número de bulbos y el peso total de éstos, tanto al momento de la cosecha (peso fresco) como después de curado; expresándose el peso en kg/parcela útil.

Para cada una de las parcelas se tomaron 20 plantas al azar, donde se evaluaron las variables siguientes:

#### Diámetro de bulbo

Se midió en la parte ecuatorial del bulbo medido con vernier y expresado en centímetros.

#### Diámetro del cuello

Se midió en el punto de unión del bulbo y el pseudo tallo, utilizando también vernier expresándose la lectura en centímetros.

### Número de hojas

Se contó el número de hojas por planta considerando solamente las hojas fisiológicamente activas.

### Altura de planta

Se midió desde el cuello hasta el ápice de la hoja más larga, expresado en centímetros.

### Peso del bulbo

Se pesó en balanza granataria en gramos, después de eliminar el pseudo tallo y la raíz

## 3.7. Análisis Estadístico

Los datos obtenidos fueron llevados al Centro de Computo de la Facultad de Agronomía de la UANL para ser analizados por medio de computadora utilizando el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

El comportamiento promedio general del cultivo en las variables estudiadas, se puede observar en el Cuadro 7, en el cual se denotan los principales estadísticos.

En el Cuadro 8, se presenta el resumen de los análisis de varianza para las variables estudiadas, en donde se puede observar que en general para ninguna de éstas hay significancia estadística entre tratamientos.

Para la variable- rendimiento por parcela útil, fue necesario hacer un análisis de covarianza debido a que el número de bulbos por parcela fue muy variable, siendo la covariable el número de bulbos cosechados con competencia completa por parcela útil, dicho análisis se realizó para cada una de las categorías y para el total, como se puede ver en los Cuadros 3, 4, 5, y 6 del Apéndice, observándose que no hubo significancia estadística entre los tratamientos.

En el Cuadro 9, se observa el número de bulbos/ha y rendimiento en ton/ha para cada una de las categorías y para el total, así como su porcentaje con respecto al total.

En el Cuadro 10 se muestran los valores observados y ajustados de la variable rendimiento expresado en ton/ha para cada una de las categorías y para el total.

Aunque no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en cuanto a rendimiento para ninguna de las categorías ni para el total, las Figuras 7 y 8

CUADRO 7. Comportamiento promedio general del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.), así como sus principales estadísticos en el experimento de fertilización. Ciclo Otoño-Invierno 1985-86. Marín, N.L.

Variable	Valor Mínimo	Valor Máximo	Rango	Desv. Std.	Media Gral.	C.V. (%)
Diámetro de bulbo (cm)	7.130	8.480	1.350	0.319	7.890	4.196
Diámetro de cuello (cm)	1.420	1.690	0.270	0.086	1.562	4.965
No. de hojas	8.350	9.990	1.640	0.422	9.140	1.722
Altura de planta (cm)	45.400	63.400	18.000	4.540	56.808	5.966
Peso del bulbo (g)	160.480	234.660	74.180	18.201	192.175	8.368
Rendimiento kg/PU Cat. 1	5.199	19.290	14.091	3.412	12.944	18.026
No. de bulbos/PU Cat. 1	25.000	88.000	63.000	14.788	57.781	9.270
Rendimiento kg/PU Cat. 2	2.300	8.089	5.789	1.649	4.808	27.580
No. de bulbos/PU Cat. 2	21.000	60.000	39.000	10.135	38.281	12.921
Rendimiento kg/PU Cat. 3	0.241	3.317	3.076	0.768	1.063	41.659
Número de bulbos/PU Cat. 3	5.000	45.000	40.000	9.059	17.844	15.538
Rendimiento total kg/PU	13.352	23.560	10.208	2.477	18.814	10.812
Número de bulbos total/PU	88	137	49.000	10.085	113.906	4.607

CUADRO 8. Resumen de los Análisis de Varianza para las variables estudiadas en el experimento de Fertilización de cebolla (*Allium cepa* L.) Ciclo Otoño-Invierno 1985-1986. Marín, N.L.

Fuente de Variación	Diámetro de bulbo	Diámetro de cuello	Número <sup>1</sup> de hojas	Altura de planta	Peso de bulbo	Rdto kg/PU Cat. 1	No. de <sup>1</sup> Bulbos/PU Cat. 1	Rdto kg/PU Cat. 2
Tratamiento	0.053 NS	0.007 NS	0.001 NS	22.089 NS	314.225 NS	8.638 NS	0.535 NS	0.673 NS
Bloque	0.184 NS	0.017 NS	0.021 **	80.969 **	879.667 *	62.055 **	5.772 **	14.193 **
Error	0.106	0.006	0.003	11.491	258.624	5.441	0.497	1.760
Media Gral.	7.890	1.562	9.140	56.808	192.175	12.944	57.781	4.808
C.V.	4.126	4.965	1.722	5.966	8.368	18.026	9.27	27.58

Fuente de Variación	No. de <sup>1</sup> Bulbos/PU Cat. 2	Rdto kg/PU Cat. 3	No. de <sup>1</sup> Bulbos/PU Cat. 3	Rdto. Total kg/PU	No. de <sup>1</sup> Bulbos/PU Total
Tratamiento	0.062 NS	0.392 NS	1.068 NS	9.950 NS	.210 NS
Bloque	2.040 *	3.810 **	4.727 **	11.202 NS	.130 NS
Error	0.646	0.195	0.432	4.138	.243
Media Gral.	38.281	1.063	17.844	18.814	113.906
C.V.	12.921	41.659	15.538	10.812	4.607

<sup>1</sup> Se utilizó la transformación raíz cuadrada

\* Significativo al 5%

\*\* Altamente significativo al 1%

NS No significativo al 5%

CUADRO 9. Número de bulbos/ha y rendimiento en ton/ha para cada una de las categorías y para el total, así como su porcentaje con respecto al total en el experimento de fertilización de cebolla (Allium cepa L.) ciclo Otoño-Invierno 1985-86 Marín, N.L.

Tratamientos	Categoría 1 (Grande)			Categoría 2 (Mediana)		
	No. de bulbos (ha)	%	ton/ha	No. de bulbos (ha)	%	ton/ha
1 75-0	111,458.33	48.31	24.1042	76,041.67	32.96	9.2917
2 150-40	115,104.17	48.25	25.7917	81,770.83	34.28	10.1875
3 75-40	139,062.50	56.81	29.8959	81,250.00	33.19	9.2292
4 0-40	121,354.17	49.36	27.0208	76,562.50	31.14	9.5208
5 75-80	136,458.33	54.47	32.8333	84,895.83	33.89	11.7917
6 150-80	111,979.17	51.07	24.6666	81,250.00	37.05	10.6042
7 225-80	110,416.67	46.49	24.1875	77,604.15	32.68	9.8958
8 150-120	117,187.50	50.68	27.2500	78,645.83	34.00	9.6042

Tratamientos	Categoría 3 (Chica)			Rendimiento Total	
	No. de bulbos (ha)	%	ton/ha	No. de bulbos (ha)	Ton/ha
1 75-0	43,229.17	18.74	2.6042	230,729.17	36.0000
2 150-40	41,666.67	17.47	2.4375	238,541.67	38.4062
3 75-40	24,479.17	10.00	1.5833	244,791.67	40.6598
4 0-40	47,916.67	19.49	2.8333	245,833.33	39.3792
5 75-80	29,166.67	11.64	1.7708	250,520.83	46.4083
6 150-80	26,041.67	11.88	1.3750	219,270.83	36.6250
7 225-80	49,479.17	20.83	1.8021	237,500.00	37.2854
8 150-120	35,416.67	15.32	1.9167	231,250.00	38.7646

CUADRO 10. Valores observados y ajustados para la variable rendimiento en ton/ha en el experimento de fertilización de cebolla (*Allium cepa* L.) ciclo otoño-invierno 1985-86 Marín, N.L.

No.	Tratamientos Nitrogeno	Fósforo	1a. Categoría		2a. Categoría	
			Valor Observado	ton/ha Valor Ajustado	ton/ha Valor Observado	Valor Ajustado
1	75	0	24.1042	26.0833	9.2917	9.8333
2	150	40	25.7917	26.9583	10.1875	9.8958
3	75	40	29.8958	25.7292	9.2292	9.0000
4	0	40	27.0208	26.8125	9.5208	10.0000
5	75	80	32.8333	29.2500	11.7917	11.0417
6	150	80	24.6666	26.5417	10.6042	10.3750
7	225	80	24.1875	26.3958	9.8958	10.2083
8	150	120	27.2500	27.9583	9.6042	9.7708

No.	Tratamientos Nitrogeno	Fósforo	3a. Categoría		Total ton/ha	
			Valor Observado	ton/ha Valor Ajustado	Valor Observado	Valor Ajustado
1	75	0	2.6042	2.1250	36.0000	36.8750
2	150	40	2.4375	2.0833	38.4062	38.2417
3	75	40	1.5833	2.6042	40.6958	39.7000
4	0	40	2.8333	1.9583	39.3792	38.2458
5	75	80	2.7708	2.4167	46.4083	44.6500
6	150	80	1.3750	2.2708	36.6250	39.0229
7	225	80	1.8021	2.2083	37.2854	37.2604
8	150	120	1.9167	2.0625	38.7646	39.5687

muestran la tendencia de los tratamientos para esta variable, siendo el más sobresaliente el Tratamiento 5 que corresponde a la aplicación de 75 y 80 kg/ha de N y  $P_2O_5$  respectivamente, tanto para la primera y segunda categoría y para el rendimiento total.

Los rendimientos más bajos para la primera y segunda categoría se obtuvieron con el Tratamiento 3, que corresponde a la aplicación de 75 y 40 kg/ha de N y  $P_2O_5$  respectivamente, tratamiento en el cual se obtuvo el valor más alto con bulbos clasificados en la tercera categoría; asimismo, se obtuvieron los rendimientos más bajos para la tercera categoría con el Tratamiento 4, que corresponde a la aplicación de 0 y 40 kg/ha de N y  $P_2O_5$  respectivamente; y para el rendimiento total con el Tratamiento 1 que corresponde a la aplicación de 75 y 0 kg/ha de N y  $P_2O_5$  respectivamente.

Para las variables diámetro de bulbo y diámetro de cuello no se encontró significancia estadística; sin embargo, observando las Figuras 9 y 10, se nota la tendencia que tienen los tratamientos hacia éstas variables y se puede ver que con el Tratamiento 8 que corresponde a la aplicación de 150 y 120 kg/ha de N y  $P_2O_5$  respectivamente, se obtuvieron valores ligeramente más altos que los demás para ambas variables; con el Tratamiento 6 que corresponde a la aplicación de 150 y 80 kg/ha de N y  $P_2O_5$  respectivamente, se obtuvieron los valores más bajos para ambas variables.

Para la variable número de hojas por planta, tampoco hubo significancia estadística, en la Figura 11 se muestra la ten-

dencia de los tratamientos a esta variable, siendo ligeramente superior el tratamiento 1, que corresponde a la aplicación de 75 y 0 kg/ha de N y  $P_2O_5$  respectivamente; el más bajo fue el tratamiento 4, que corresponde a la aplicación de 0 y 40 kg/ha de N y  $P_2O_5$  respectivamente.

Para la variable altura de planta, tampoco hubo significancia estadística, en la Figura 12 se muestra la tendencia que siguen los tratamientos para esta variable, observándose que el tratamiento que presenta las mayores alturas es el 5, que corresponde a la aplicación de 75 y 80 kg/ha de N y  $P_2O_5$  respectivamente; las alturas más bajas se obtuvieron con el tratamiento 7, que corresponde a la aplicación de 225 y 80 kg/ha de N y  $P_2O_5$  respectivamente.

Para la variable peso del bulbo, tampoco se encontró significancia estadística, en la Figura 13 se muestra la tendencia que siguen los tratamientos para esta variable, observándose que los tratamientos 8 y 5 que corresponden a la aplicación de 150 y 120; 75 y 80 kg/ha de N y  $P_2O_5$  respectivamente, presentan los valores más altos, todos los demás tratamientos presentan resultados muy similares, siendo el más bajo el tratamiento 3 que corresponde a la aplicación de 75 y 40 kg/ha de N y  $P_2O_5$  respectivamente.

Se realizó un análisis de correlación para determinar la relación existente entre cada una de las variables, el cual se muestra en el Cuadro 7 del Apéndice. Se encontró por ejemplo, que el peso promedio del bulbo está relacionado significativamente en forma positiva con las variables diámetro de

bulbo, diámetro de cuello y altura de planta, lo que nos indica que el peso del bulbo es influenciado por estas variables en forma significativa.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente experimento, se observa que no hubo una respuesta significativa del cultivo a los diferentes niveles de Nitrógeno y Fósforo aplicados. Se puede considerar que la no significancia de los resultados obtenidos pudo deberse en gran parte a que las plantas no aprovecharon los nutrientes aplicados, posiblemente por pérdidas por diferentes motivos, como la insolubilización de elementos aplicados, pérdidas por volatilización, lixiviación, fijación entre otras. Todo esto favorecido por las condiciones físico-químicas del suelo y a las condiciones climáticas que prevalecieron durante la aplicación del fertilizante y parte del desarrollo del cultivo.

Aunque casi no existe información sobre el comportamiento específico de la cebolla a la aplicación de fertilizantes en esta región, lo dicho anteriormente se deduce en base a los resultados de la mayoría de los trabajos de fertilización en otros cultivos como el maíz, sorgo, trigo y algunas hortalizas llevadas a cabo en esta región; los cuales reportan que no existe una respuesta satisfactoria de los cultivos a la aplicación de productos fertilizantes, la mayoría de estos trabajos reportan que los elementos aplicados (Nitrógeno y Fósforo) sufren pérdidas debido a las características propias del suelo así como a las condiciones climáticas extremas.

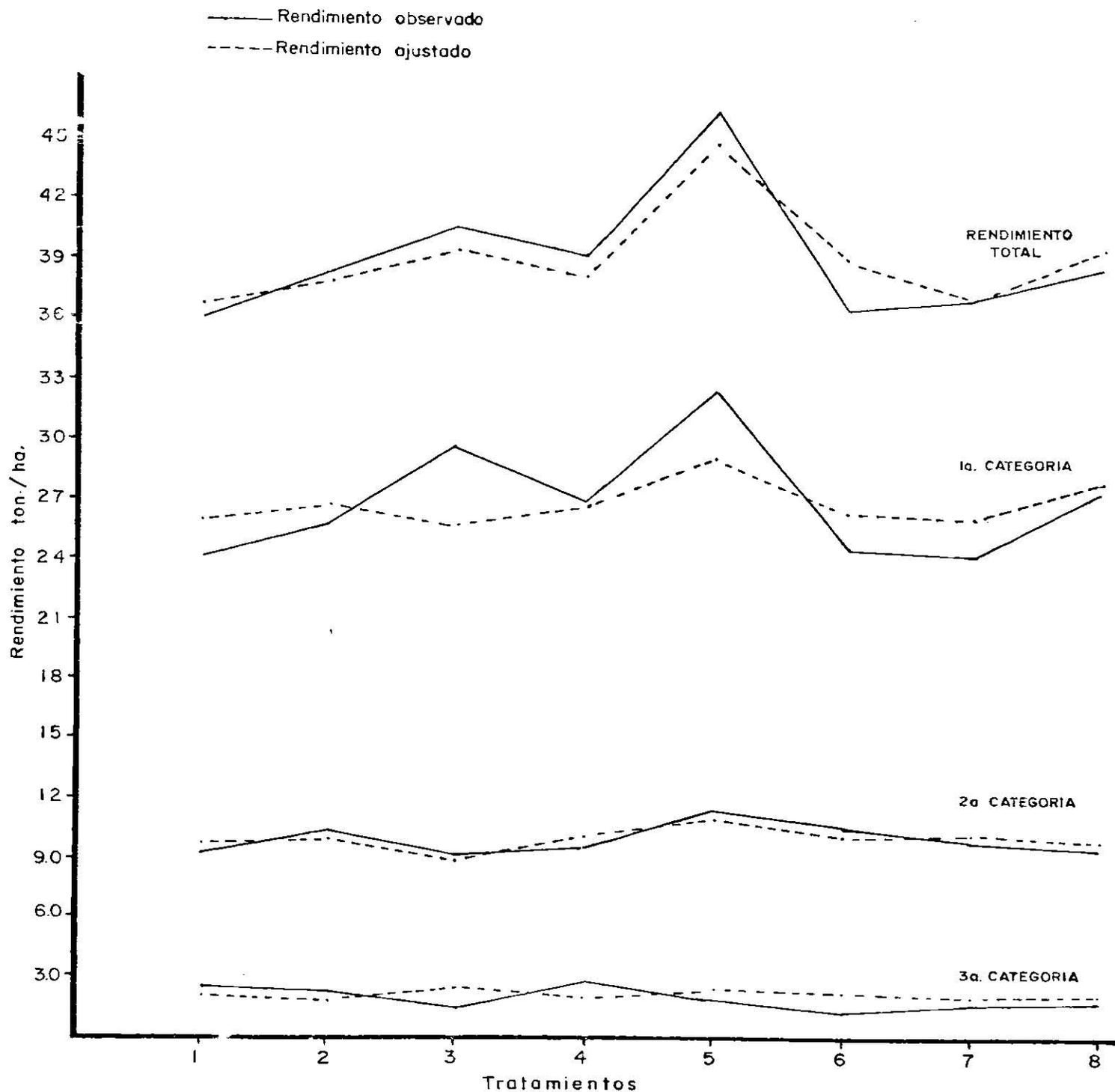


FIGURA 7. Respuesta de los tratamientos para el rendimiento en kg/ha para cada una de las categorías y para el total en el experimento de fertilización de cebolla (Allium cepa L. ciclo otoño -invierno 1985-86, Marín, N.L.

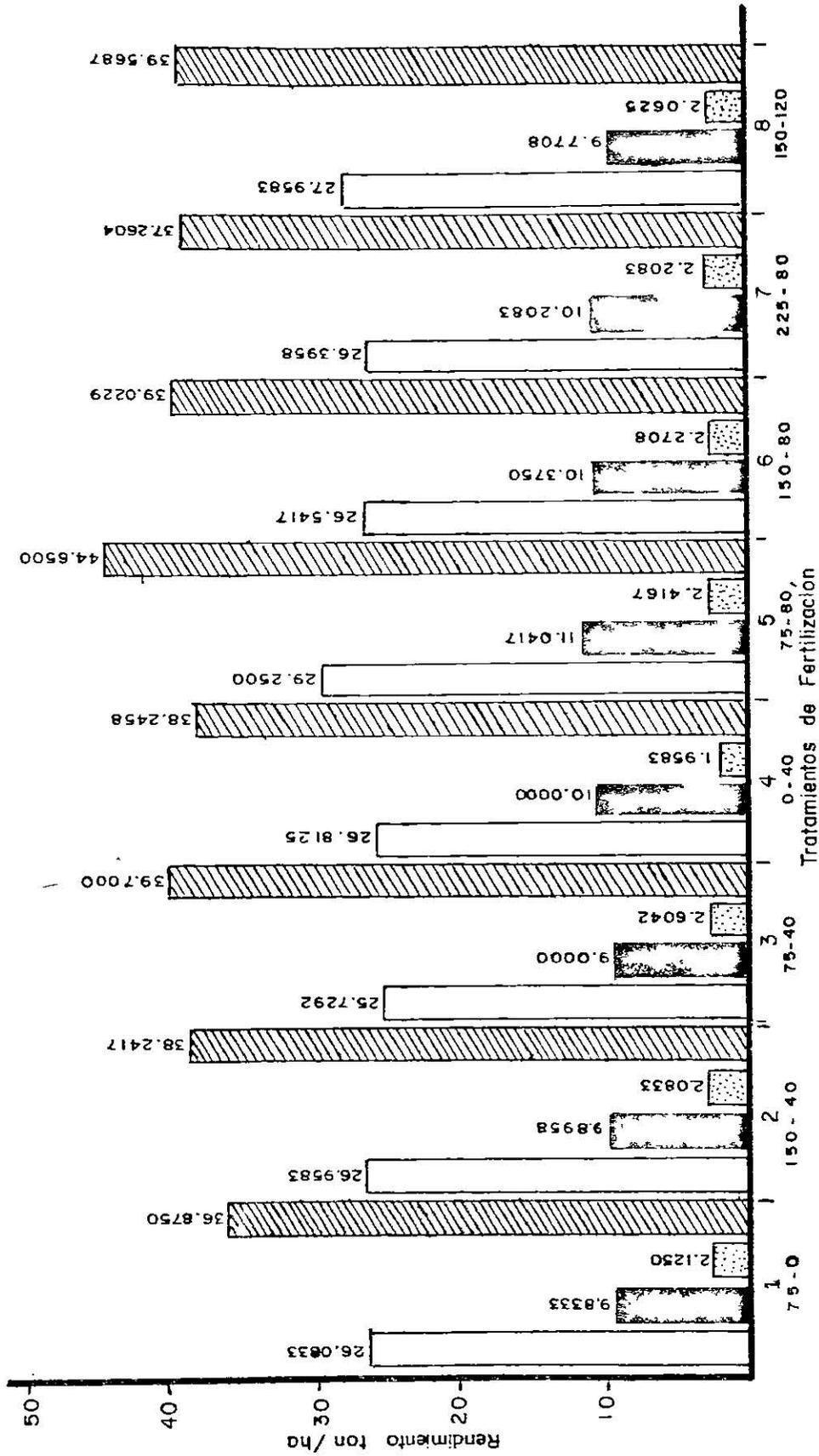


FIGURA 8. Respuesta de los tratamientos para rendimiento en ton/ha para cada una de las categorías y para el total en el experimento de fertilización de cebolla (*Allium cepa* L.) ciclo otoño-invierno 1985-86. Marín, N.L.

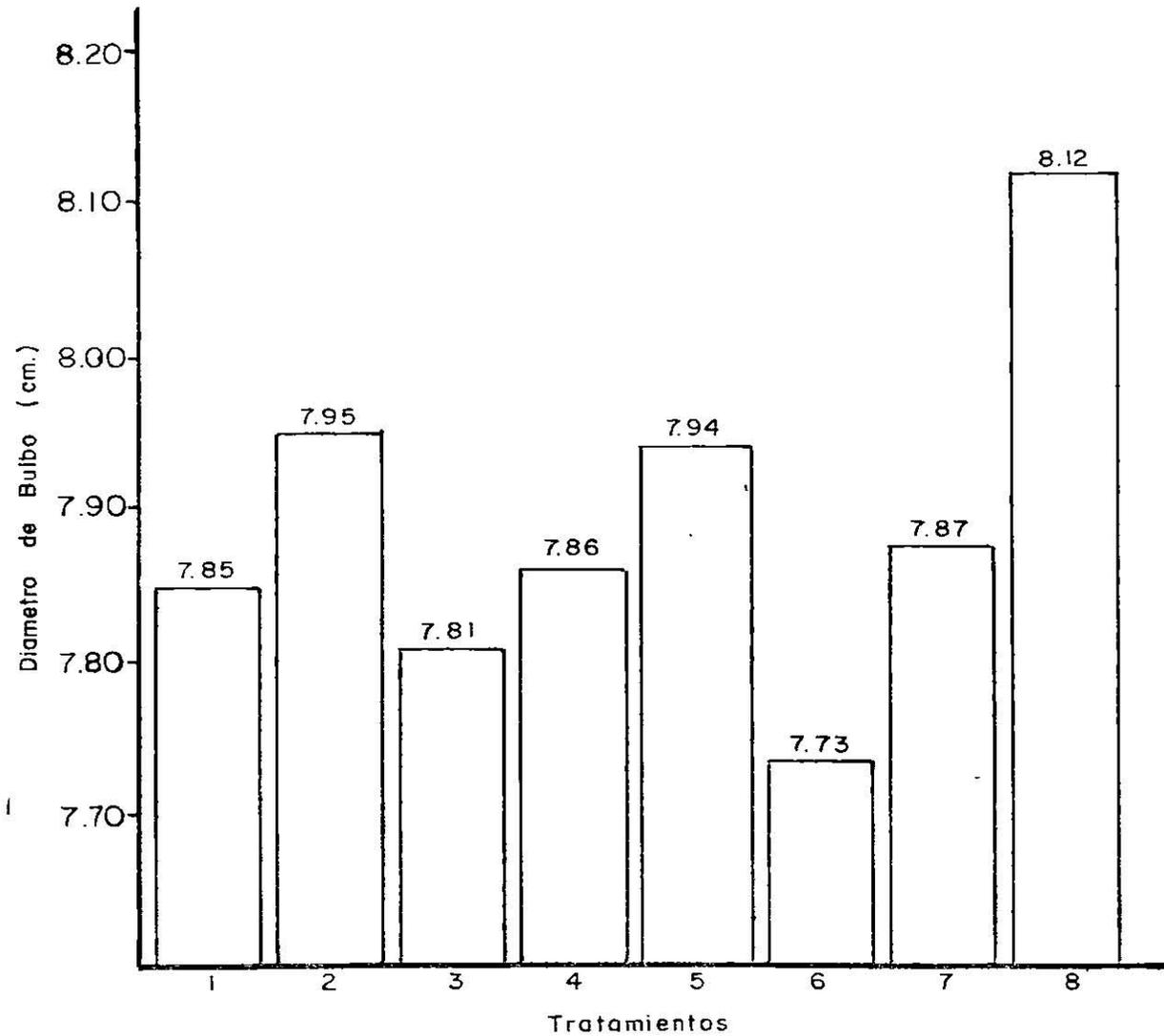


FIGURA 9. Respuesta de los tratamientos para la variable diámetro de bulbo en el experimento de fertilización de cebolla (Allium cepa L.) ciclo otoño-invierno 1985-86 en Marín, N.L.

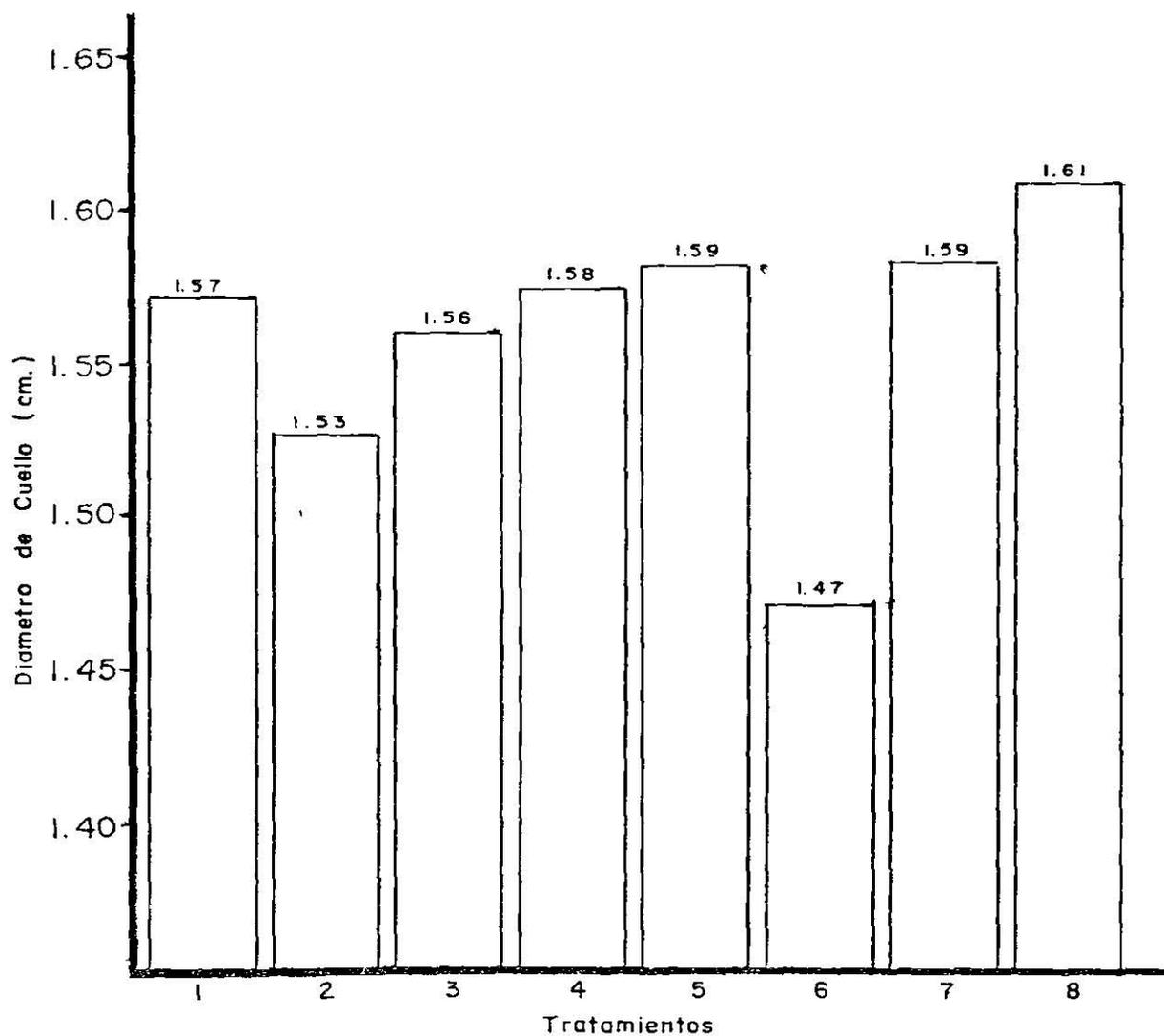


FIGURA 10. Respuesta de los tratamientos para la variable diámetro de cuello en el experimento de fertilización de cebolla (*Allium cepa* L.) ciclo otoño-invierno 1985-86. Marín, N.L.

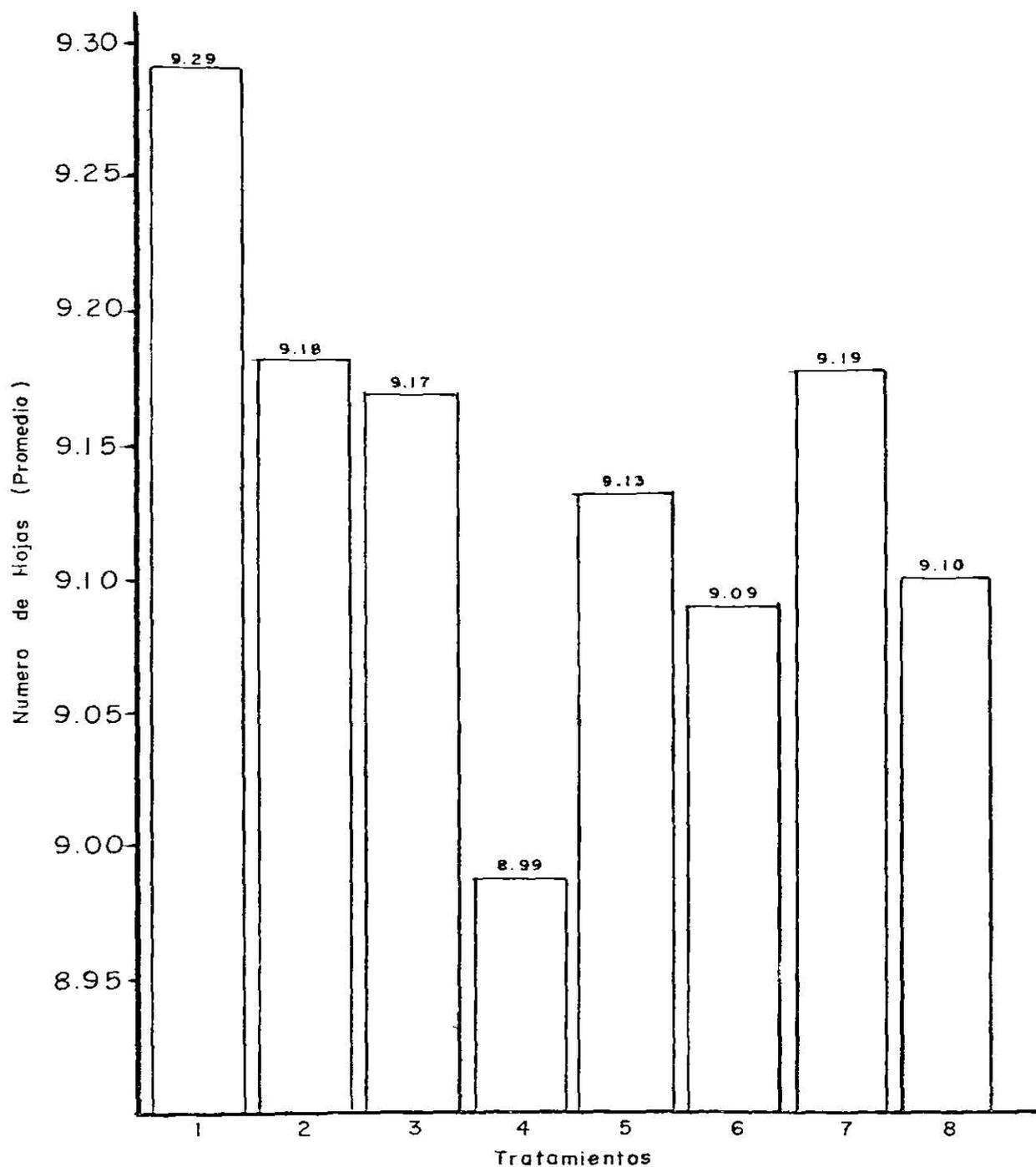


FIGURA 11. Respuesta de los tratamientos para la variable número de hojas promedio en el experimento de fertilización de cebolla (*Allium cepa* L.) ciclo otoño-invierno 1985-86 Marín, N.L.

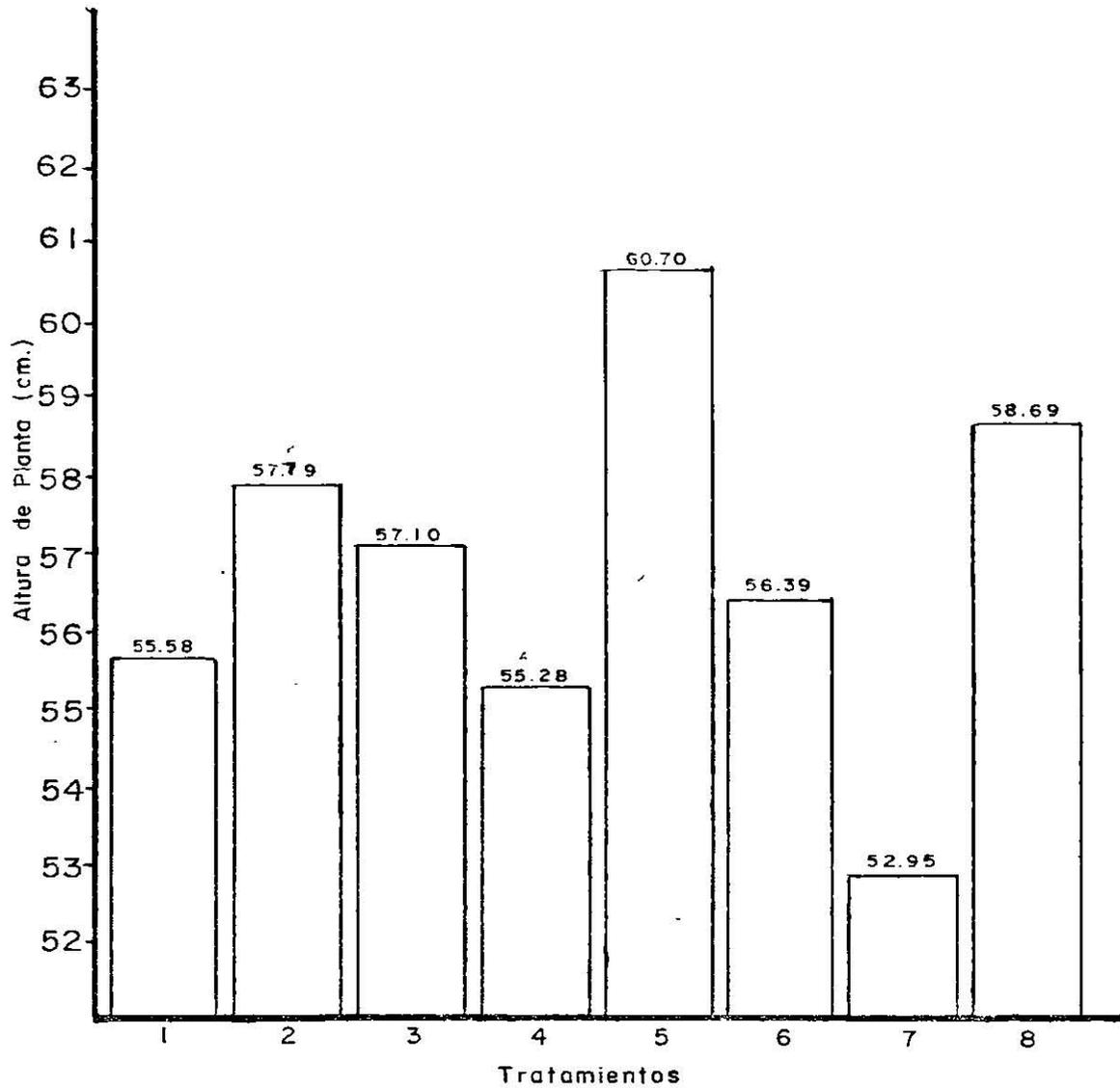


FIGURA 12. Resnuesta de los tratamientos para la variable altura de planta en el experimento de fertilización de cebolla (*Allium cepa* n.) ciclo otoño-invierno 1985-86. Marín, N.L.

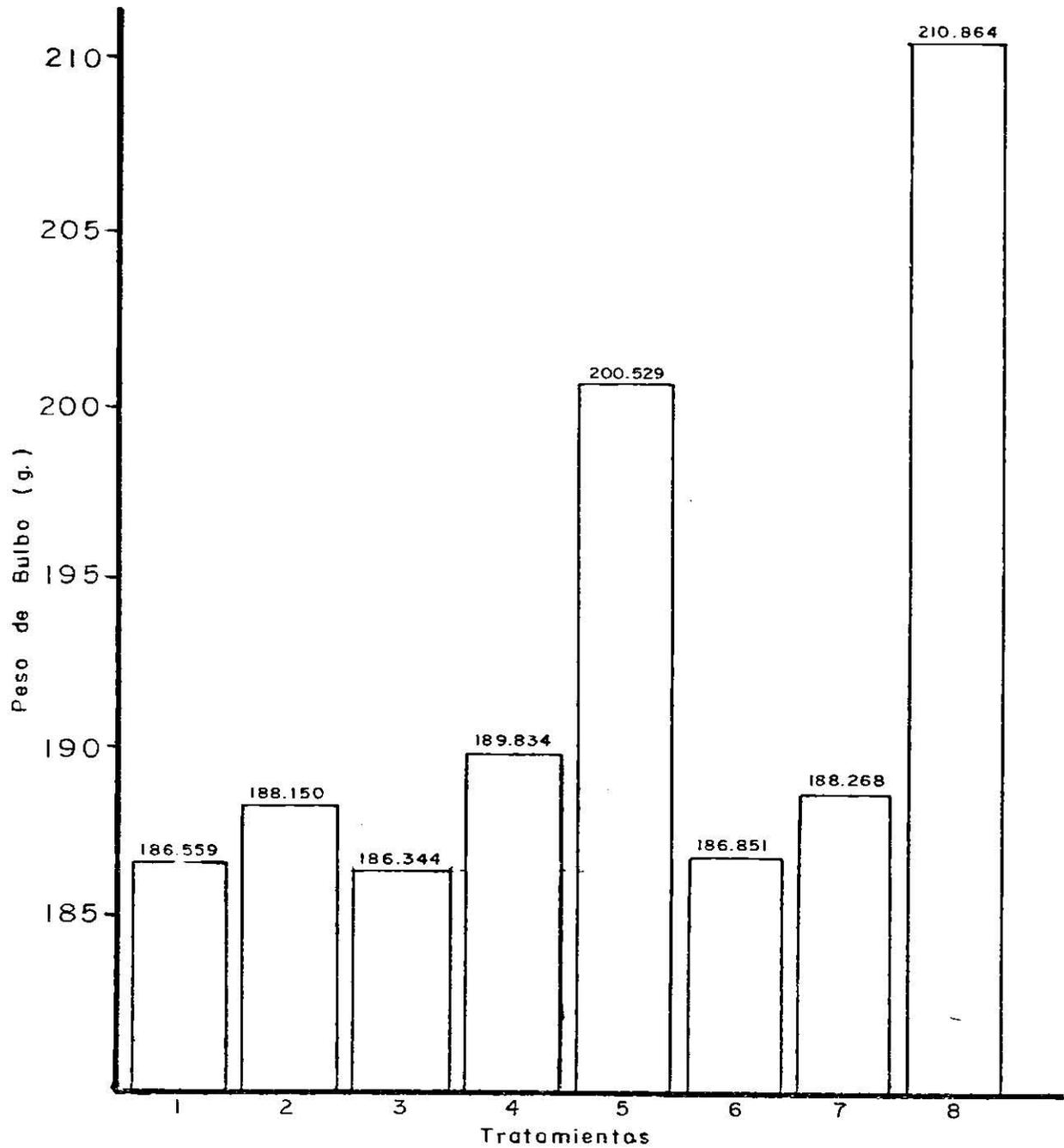


FIGURA 13. Respuesta de los tratamientos para la variable peso del bulbo en el experimento de fertilización de cebolla (*Allium cepa* L.) ciclo otoño-invierno 1985-86 Marín, N.L.

Como se puede apreciar en los resultados obtenidos, no se muestra una tendencia lógica a los distintos niveles de fertilizante aplicado y esto posiblemente se debió a la poca efectividad de los nutrientes aplicados con los fertilizantes.

Se puede mencionar que la mayoría de los suelos de esta región presentan características propias, por las cuales algunos autores como Buckman (10), Aldrich (2), Teuscher (73), afirman que tienen gran influencia en la efectividad o aprovechamiento por las plantas de los nutrientes aplicados. Es decir, que en este tipo de suelos arcillosos, demasiado compactos, con bajo contenido de materia orgánica, drenaje deficiente y escasa aireación, son condiciones predominantes, bajo las cuales el nitrógeno si es incorporado al suelo en forma de fertilizante sufre pérdidas principalmente por volatilización, debido a que los microorganismos (bacterias anaeróbicas) bajo inadecuada aireación reducen los nitratos formando óxido nítrico ( $N_2O$ ) o incluso nitrógeno elemental, el cual pasa a la atmósfera (10, 73).

En el caso de la Urea, cuando la conversión de ésta se realiza en la superficie, parte del  $NH_3$  (amoníaco) se pierde en el aire en forma de gas; en estos casos el amoníaco reacciona con el agua produciendo un medio alcalino, el cual promueve la pérdida de nitrógeno, las cuales se consideran máximas en suelos ligeramente ácidos, a medida que aumenta la temperatura, cuando se aplican dosis que oscilan entre 112 y 224 kg/ha (2).

Por otra parte, los suelos de esta región son alcalinos, así pues se ha encontrado que la volatilización del nitrógeno se eleva con el pH del suelo; también la volatilización aumenta en forma relativa al subir la dosis del elemento, fenómeno que depende de la temperatura y es mayor cuando la misma as-ciende, Acquaye y Cunningham, citados por Fassbender (26) (10, 15).

Muchos investigadores están de acuerdo en que las pérdidas de nitrógeno por volatilización generalmente son aumenta-das por un mal drenaje y una mala aireación; también en sue-lso con pH alcalino, secos y calientes se sufren pérdidas de nitrógeno como amoníaco (15, 2, 73).

Como todas estas características adversas son reunidas en estos tipos de suelos, asimismo con la presencia de altas temperaturas durante la aplicación del fertilizante y parte del desarrollo del cultivo, son evidencias como para decir que gran parte del nitrógeno no se aprovechó por pérdidas me-diante el proceso de volatilización.

Aunque el nitrógeno también puede sufrir pérdidas mediante otros procesos como la fijación, pero en un menor grado y la lixiviación, entre otros; las pérdidas por este último suelen ser muy graves; sin embargo, se puede considerar que en este caso pudo haber ocurrido una pérdida mínima de este tipo.

Para el caso del fósforo en este tipo de suelos, no exis-ten pérdidas por volatilización y las pérdidas por lixivia-

ción son mínimas, ya que este elemento es el que menos movilidad tiene de todos los nutrientes principales; sin embargo, es un elemento que se ve grandemente afectado por la insolubilización o retención del mismo, la cual es favorecida por diferentes factores, llegando a formar compuestos que no pueden ser tomados por las plantas (2, 15, 72).

Existen factores edáficos (como la química del suelo que impera en la región) que es la causa principal de la insolubilización del fósforo, entre los factores principales están el pH alcalino, cantidad y actividad del Ca, así como la presencia de carbonatos (2, 75, 15).

El efecto de uno o varios de los factores antes mencionados probablemente afectó la efectividad de los nutrientes aplicados en los fertilizantes. La volatilización del nitrógeno no es la forma más aceptable, por la cual este elemento no pudo ser aprovechado totalmente para las plantas, ya que las condiciones propias del suelo y climáticas que se presentaron durante la aplicación del fertilizante y parte del desarrollo del cultivo favorecieron a este proceso. En cuanto al fósforo, la fijación o insolubilización de este elemento podrían ser los factores más viables que evitaron que este elemento pudiera ser aprovechado por las plantas.

Se ha encontrado que la materia orgánica (M.O.) ejerce una gran influencia en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, por lo que su aplicación además de agregar nutrientes al suelo, trae como consecuencia un mayor aprovechamiento de algunos elementos contenidos en los minerales del

suelo o de los aplicados con los fertilizantes químicos; lo cual se refleja en un considerable aumento en el rendimiento de los cultivos (46, 55, 72, 73).

Lo anterior lo demuestran algunos trabajos realizados en estos tipos de suelos con diversos cultivos; en los que se observó que la M.O. incorporada con anticipación o en combinación con fertilizantes químicos, tuvo gran influencia en alqunas propiedades físicas y químicas, trayendo consigo una mayor aprovechamiento de los fertilizantes aplicados (17, 22, 34, 46, 52, 57).

Por tal motivo, se recomienda que en futuros trabajos de fertilización en este cultivo, se tome en cuenta la M.O. como una alternativa para aumentar el aprovechamiento de los fertilizantes químicos en estos tipos de suelos.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a las condiciones bajo las que se llevó a cabo este experimento y a los resultados obtenidos, se puede concluir lo siguiente:

1. Los rendimientos de cebolla obtenidos para cada uno de los diferentes tratamientos de fertilización en las diferentes categorías y para el total no mostraron diferencias estadísticamente significativas.
2. El efecto de los diferentes tratamientos de fertilización sobre las variables diámetro de bulbo, diámetro del cuello, número de hojas, altura de planta y peso del bulbo fue nulo, ya que las diferencias encontradas fueron estadísticamente no significativas.
3. De acuerdo al análisis de correlación efectuado, el peso del bulbo fue influido significativamente por las variables diámetro de bulbo, diámetro de cuello y altura de planta.
4. Apesar de que las diferencias en rendimiento total de cebolla no fueron estadísticamente significativas, se pudo observar que los rendimientos más altos se obtuvieron cuando las dosis de nitrógeno y fósforo fueron de 75 y 80 kg/ha respectivamente.
5. Los factores edáficos y climáticos presentes en esta región hacen suponer que la no significancia de los resulta

dos obtenidos para la mayoría de las variables fueron la razón principal del poco aprovechamiento por las plantas de los elementos aplicados. El aprovechamiento pudo ser disminuido por la volatilización para el caso del nitrógeno, y para el caso del fósforo la fijación o insolubilización de éste en el suelo.

6. Por los resultados obtenidos en este experimento, no se cuenta con los elementos necesarios para recomendar una combinación específica de nitrógeno y fósforo para este cultivo. Los resultados obtenidos tienen más valor actualmente para fines de investigación futura que para fines prácticos.
7. En este trabajo no se obtuvieron los resultados esperados, por lo que sugiere seguir realizando más investigaciones con los mismos objetivos, en los cuales se analicen los medios más apropiados para incrementar la eficiencia de los fertilizantes en este tipo de suelos; tales como diferentes fuentes, formas y épocas de aplicación de los fertilizantes, así como la combinación de éstos con diferentes fuentes y dosis de materia orgánica.

## VI. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria de la Facultad de Agronomía de la UANL, ubicada en el municipio de Marín, N.L. durante el ciclo Otoño-Invierno 1985-86.

El objetivo principal de este trabajo fue determinar la dosis de fertilización nitrogenada y fosfatada más adecuada en el cultivo de la cebolla, evaluándola a través del peso y diámetro del bulbo, así como del desarrollo del follaje.

El material genético usado fue semilla de cebolla (Allium cepa L.), variedad Eclinse L-303; el ciclo del cultivo se inició el día 24 de octubre de 1985, con la siembra en almácigo y terminó el día 24 de abril de 1986 con la cosecha.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones, con arreglo de tratamientos de acuerdo a la matriz Plan Puebla I. Se probaron cuatro niveles de nitrógeno 0, 75, 150 y 225 kg/ha y cuatro de fósforo 0, 40, 80 y 120 kg/ha, con la combinación de estos niveles se obtuvo un total de ocho tratamientos.

Se utilizó como fuente de nitrógeno Urea (46% N) y Superfosfato de Calcio Triple (46%  $P_2O_5$ ) como fuente de fósforo. La aplicación del fertilizante fue fraccionada para el caso del nitrógeno, aplicando la mitad de éste y todo el fósforo al momento del trasplante y la otra mitad del nitrógeno durante el período de formación del bulbo.

La respuesta del cultivo a los tratamientos de fertilización fue determinada mediante la medición de las variables rendimiento y número de bulbos por parcela útil clasificados en tres categorías: Primera (cebolla grande), segunda (cebolla mediana) y tercera (cebolla chica) y rendimiento total, así como las variables diámetro de bulbo, diámetro de cuello número de hojas, altura de planta y peso de bulbo.

Los datos fueron sometidos a análisis estadístico para determinar dicha respuesta. Los rendimientos de cebolla obtenidos para cada uno de los diferentes tratamientos de fertilización en las diferentes categorías y para el total no mostraron diferencias estadísticas significativas.

Sin embargo, se puede observar que para el rendimiento total los más altos rendimientos se obtuvieron cuando la dosis de nitrógeno y fósforo fueron de 75 y 80 kg/ha respectivamente.

Para todas las demás variables estudiadas tampoco se encontró diferencias estadísticamente significativas.

La no significancia de los resultados obtenidos en la mayoría de las variables estudiadas se debió en parte al poco aprovechamiento por las plantas de los nutrientes aplicados con el fertilizante. Este poco aprovechamiento se considera que se debió probablemente a pérdidas de los elementos, las cuales pudieron ser causadas principalmente por volatilización para el nitrógeno y por fijación o insolubilización para el fósforo, siendo favorecidas éstas por las características pro-

pías del suelo de la región, así como por la climatología presentada durante la aplicación del fertilizante y desarrollo del cultivo.

## VII. BIBLIOGRAFIA

1. ABDALLA, A.A. 1967. Effect of temperature and photoperiod on bulding of th common onion (Allium cepa L.) under arid tropical conditions of the Sudan. Horticultural Abstracts. Vol 37. p. 839.
2. ALDRICH, S.R. y E.R. LENG. 1974. Producción Moderna del Maíz. 1a. edición. Editorial Hemisferio Sur. Argentina p. 95-100.
3. ALSINA, G.L. 1972. Horticultura Especial. Tomo I. 2a. Edición. Editorial Sintesis. Barcelona, España.
4. ANONIMO. 1976. INIA XV años de Investigación Agrícola. S.A.G.-I.N.I.A. México, D.F. pp. 221-222.
5. ANONIMO. 1977. Guía Técnica. Centro de Investigaciones Agrícolas del Bajío. INIA. Guanajuato.
6. ANONIMO. 1971. Informe Anual 1971 (Otoño 69, Verano 70), INIA. Vol. I. No. 1. pp. 9-10.
7. ANONIMO. 1985. Hortalizas de Exportación. Agrosíntesis. V. 12 (11) p. 23, 25-28.
8. BADARUDDIN, M.; HAQUE, A. 1977. Effect of time of planting and sspacing on the yield of onion (Allium cepa L.). Bangladesh Horticulture 5(2) 23-29 (En 6, ref.) Bangladesh Agricultural University, Mymensingh, Bangladesh.
9. BOSWELL, R.V. 1980. Semillas. Anuario de Agricultura. Editorial C.E.C.S.A. México. p. 128.
10. BUCKMAN, H.O. y N. BRADY. 1970. Naturaleza y Propiedades de los Suelos. 1a. Edición Editorial Montaner y Simon, Barcelona pp. 21.238.434-450.
11. CAPO, N. 1974. Mis observaciones clínicas sobre el limón, ajo y la cebolla. Ediciones Populares de México.

12. CAROLINE, F. 1981. Todo sobre la cebolla. Editorial Edaf. Madrid. pp. 1-31.
13. CARON, D.M.; R.C. LEDER HOUSE and R.A. MORSE. 1975. Insect Pollinators of Onion in New York State. Hortscience, 10(3):273-274.
14. CASSERES, E. 1970. Producción de Hortalizas. 2a. Edición. Editorial Herrera Hermanos Sucesores, S.A. México, D.F. pp. 170-188.
15. COOKE, G.W. 1983. Fertilización para Rendimientos Máximos. Editorial C.E.C.S.A. México. pp. 40-50.
16. CONTRERAS, M.C. 1977. La veranización en bulbos de cebolla (Allium cepa L.) como estímulo para la floración. Tesis M.C. I.T.E.S.M. Monterrey, N.L. México.
17. COVARRUBIAS, G.L.S. 1977. Mezclas de abonos orgánicos con Superfosfato simple y sus efectos sobre el rendimiento de Festuca arundinacea var. alta (SCHREB) en suelos calcáreos con problemas de abastecimiento de fósforo. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados Chapingo, México.
18. COVARRUBIAS, P.J. 1975. Seminario Cultivo de la Cebolla. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
19. CHAPA, R.A.M. 1984. Adaptación de tres cultivares de cebolla (Allium cepa L.) bajo ocho niveles de fertilización en el municipio de Sabinas Hidalgo, N.L. Tesis F.A.U.A.N.L.
20. DEVLIN, R.M. 1980. Fisiología Vegetal. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España.
21. EDMOND, J.B.; T.L. SENN y T.J. ANDREWS. 1976. Principios de Horticultura. 1a. Edición en español. Editorial C.E.C.S.A. México., D.F. pp. 279-291, 465-468.
22. ESCOBEDO, L.J. 1986. Efecto residual del estiércol caprino, después de dos ciclos de cultivo como mejorador de las características físicas y químicas del suelo en el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis FAUANL.

23. EGUIZA, R.J.E. 1984. Enfermedades de la cebolla (Allium cepa L.) sus características y su control y otros agentes nocivos. Tesis Monográfica de Lic. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. México.
24. ENCICLOPEDIA SALVAT DE LAS CIENCIAS. 1968. España. Editorial Salvat, S.A. Vol. 2 (Vegetales) pp. 259-274.
25. ENRIQUEZ, M.R.M.R. 1984. El cultivo de la cebolla (Allium cepa L.). Tesis Monográfica de Lic. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. México.
26. FASSBENDER, H.W. 1975. Química de suelos: con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Turrialba, Costa Rica. pp. 249-251.
27. FUSTA, M.F. 1978. Manual del cultivo moderno, hortalizas de bulbo, raíz y tubérculo; cómo, dónde, cuándo. Editorial de Vecchi, S.A. Barcelona.
28. FERRAN, L.J. 1975. Horticultura actual de familiar a empresarial. Editorial Aedos. Barcelona pp. 137-138.
29. FERSINI, A. 1978. Horticultura práctica. 2a. edición. Editorial Diana. pp. 370-378.
30. FONT, Q.P. : Plantas medicinales. Editorial Labor, SA. Barcelona. pp. 890-892.
31. GARCIA, B.M. 1970. Producción de semillas de hortalizas y flores (recopilación) Saltillo, Coah. México. U.A.A.A.N. pp. 36-40.
32. GARCIA, R.A. 1959. Horticultura. 2a. edición. Editorial Salvat, S.A. Barcelona España pp. 234-236.
33. GRIMALDI, A. 1969. Agronomía. Editorial AEDOS. Barcelona, España. pp. 171-172.
34. GUTIERREZ, R.E. 1979. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos e inorgánicos sobre las propiedades físicas y químicas de un suelo Ando. Resúmenes de Tesis de Maestría y Doctorado, presentados en el Centro de Edafología

- gía. Colegio de Postgraduados 1961-1983. Centro de Edafología, Colegio de Graduados de Chapingo, México. p. 285, 286.
35. HERNANDEZ, A.L. 1967. Estudios del contenido foliar de N, P, K., Ca y Mg en plantas de cebolla (Allium cepa L.) durante diferentes etapas de desarrollo. Tesis ITESM. Monterrey, N.L.
  36. HUME, W.G.; K.V. RUAMP y col. 1971. Producción comercial de cebollas y guisantes. Editorial Acribia. España. pp. 7-51.
  37. JANIK, J. 1965. Horticultura Científica e Industrial. Editorial Acribia España.
  38. JAPON, Q.J. 1982. Cultivo extensivo de la cebolla. Hoja divulgadora (18). p. 20. Madrid, Ministerio de Agricultura.
  39. JUSCAFRESCA, B. 1966. Colección "Nuevas técnicas agronómicas", cultivo: bulbos, tubérculos y leguminosas. Editorial Serra Hima y Urpi; S.L. Barcelona pp. 10-17.
  40. LAZO, F.D.; A. QUEDDENG y C.M. CALINAS. 1971. The effect of varying amounts of comercial fertilizers on the yield of granex onion. Horticultural Abstract. 41:170.
  41. LERENA, G.A. 1975. Enciclopedia de la Huerta. Editorial Mundo Técnico. 3a. edición. pp. 259-274.
  42. LESUR, L. Edición 1980. Cómo hacer mejor. Colección SEP. p. 1-29.
  43. LEVY, D.; BEN-HERVT, Z.; ALBASEL, N.; KAISI, F.; MANASRA, I. Growing onion seeds in an aird región; drought tolerance and the effect of bulb weight, spacing and fertilization. Scientia Horticulturae (1981) 14(1) 1-7(En; 8 ref.) Volcani Center, Bet Dagan, Israel.
  44. LEYVA, P.J.L.A. 1982-1983. Avances en la investigación. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México pp. 311-293.

45. LUGAN, F.M. 1982. Efecto fecha de siembra. Avances de la investigación agrícola en zonas de riego y temporal. CIAN-SARH-INIA. México, D.F. p. 6.
46. MEMORIAS DEL CONGRESO NACIONAL DE LA CIENCIA DEL SUELO. 1973. III México, D.F. Influencia del estiércol bovino y de la fertilización nitrogenada en el rendimiento del trigo cultivado en un suelo calcáreo. 1:94-101.
47. MESSIAEN, C.M. 1979. Las Hortalizas. Colección Agrícola Tropical. Blume Distribuidora, S.A. México, D.F. pp. 381-388.
48. METCALF, C.L. y W.P. FLINT. 1974. Insectos Destructivos e Insectos Utiles. Editorial C.E.C.S.A. 8a. impresión México, D.F.
49. MONTES, A. y M. HULLE. 1966. Olericultura. I.C.A. Boletín No. 2. La Molina, Lima Perú.
50. MORENO, E. 1976. Elementos de Horticultura Tropical. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Panamá pp. 311,318.
51. MORTENSEN, E. y E. BULLARD. 1971. Horticultura Tropical y Subtropical. Centro Regional de Ayuda Técnica. ALD. México/Buenos Aires.
52. NIETO, G.L.A. 1986. Efecto residual del abono con estiércol de ganado vacuno, en algunas propiedades físicas y químicas del suelo y su influencia en el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) bajo riego en el municipio de Marín, N.L.
53. OGDEN, S. 1983. Cultivo Natural de las Hortalizas. Editorial Diana. p. 147.
54. OGLIVE, L. 1964. Enfermedades de las Hortalizas. Editorial Acribia. 1a. impresión. España. pp. 67-76.
55. ORTIZ, V.B. 1975. Edafología. Escuela Nacional de Agricultura U.A. CH. México. pp. 25-26, 96-100.

56. PANTASTICO, E.R.B. 1979. Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. Editorial Continental, S.A. pp. 248, 387, 516, 587.
57. PEÑUELAS, F.G. 1974. Efecto de Fertilización con Nitrógeno y Estiércol en el rendimiento del cultivo de cebolla (Allium cepa L.) en Apodaca, N.L. Tesis Lic. ITESM. Monterrey, N.L.
58. PURSEGLOBE, J.W. 1976. Tropical Crops Monocotyledons. Alongman Text U.S.A. Mc Graw-Hill. pp. 238.
59. PRONASE, SARH. 1983. Variedades de Hortalizas. PRONASE. pp. 12-14.
60. QUIROGA, C.M. 1981. Prueba de adaptación y rendimiento de cuatro cultivares de cebolla (Allium cepa L.) en cuatro diferentes fechas de siembra en el Campo Agrícola Experimental de la FAUANL. Ciclo Otoño-Invierno 1979-1980.
61. RAMIREZ, R.A. Estudio del comportamiento de cinco cultivares de cebolla (Allium cepa L.) en la región de Marín N.L. Tesis Ing. Agr. FAUANL.
62. RODRIGUEZ, L.G.A. 1973. Efecto de diferentes medios germinativos de tres variedades de cebolla (Allium cepa L.) Tesis Lic. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. México.
63. ROJAS, G.M. 1966. Impresión ITESM. Boletín No. 105, Escuela de Agricultura y Ganadería. ITESM.
64. SANDOVAL, E.N.A. 1974. Prueba preliminar de aplicación del fitoregulador CCC (Cloruro de 2-cloro etil trimetil amonio) en cebolla (Allium cepa L.). Tesis Lic. ITESM Monterrey, N.L. México.
65. SARLIE, E.A. 1964. Horticultura. Editorial Acme. SACI. Buenos Aires, Argentina. pp. 80-103.
66. SEMINARIO NACIONAL DE HORTALIZAS (2do.) 1983. Vol. II Estación Experimental., Caguas Venezuela.

67. SILVA, D. 1979. Análisis de Factividad de la Producción Beneficio y Comercialización de Semillas Certificadas de Hortalizas. PRONASE.
68. SINNADURAI, S. 1971. The effect of light and temperature on onions. Horticultural Abstracts. Vol. 41 p. 172.
69. SHOEMAKER, J.S. 1953. Vegetable Growing. New York. Editorial John Wiley and Sons Inc. Segunda Edición. pp. 181-183.
70. TABBAKH, A.E.; BEHAIRY, A.G.; BEHAIRY, T.G. 1979. Soil moisture regime effect on the total soluble solids, hardness and storage of onion (Allium cepa L.) bulbs under different levels of nitrogen fertilizer. Research Bulletin. Ain Shams University, Faculty of Agriculture No. 992, 17 pp. (En, ar, 14 ref.) Ainshams University Cairo Egypt.
71. TAMARO, O. 1951. Manual de Horticultura. Editorial Gustavo Gili, S.A. Ciudad de México, D.A. 4a. Edición p. 68
72. TAMHANE, R.V. et al. 1978. Suelos: su química y su fertilidad en zonas tropicales. Editorial Diana. México, D.F. 231-235 pp.
73. TEUSCHER, H. y R. ADLER. 1965. El suelo y su fertilidad. Editorial C.E.C.S.A México pp. 22, 245, 244.
74. THOMPSON, H.C. y W.C. KELLY. 1957. Vegetable Crops. Mc Graw Hill Book Company. E.U.A. pp. 347-368.
75. TISDALE, S.L. y W.L. NELSON. 1982. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. 1a. edición Editorial Unión Tipográfica Hispanoamericana, México pp. 68, 212-230.
76. WALKER, J.C. 1973. Enfermedades de las Hortalizas. Editorial Salvat. España. pp. 270-311.
77. YAMAGUCHI, M.; K.N. KINSELLA y R.A. BERNARD. 1976. Effects of soil temperature on growth and quality of onion bulbs (Allium cepa L.) used for dehydration. Horticultural Abstracts. Vol. 46. p. 393.

78. YAMAGUCHI, M. 1983. World Vegetables; principles, production and nutritive values. AUI, E.U.A. pp. 185-187.

VIII. APENDICE

CUADRO 1. Características físico-químicas del suelo donde se realizó el experimento de fertilización de cebolla (Allium cepa L.) Ciclo Otoño-Invierno 1985-86. Marín, N.L.

Determinación	Análisis			Clasificación Agronómica	
	Suelo (0-30 cm)	Subsuelo (30-60 cm)	Suelo (30-60 cm)	Suelo (30-60 cm)	Subsuelo (30-60 cm)
Color (Escala Munsell)	Seco 10YR 5/1 Húmedo 10YR 4/1	Seco 10YR 5/2 Húmedo 10YR 4/2	Gris Gris oscuro	Café grisáceo Café grisáceo oscuro	
Reacción (Relación suelo-agua 1:2)	pH 7.6	pH 7.8	Ligeramente alcalino	Ligeramente alcalino	
Textura (Método del hidrómetro)	Arena 33.00% Limo 59.44% Arcilla 7.56%	Arena 15.00% Limo 75.00% Arcilla 7.56%	Migajón Limoso	Limoso	
Materia orgánica (Método Walkley y Black)	2.27%	1.10%	Medio	Pobre	
Nitrógeno total (Método Kjeldahl)	0.11%	0.05%	Medianamente pobre	Extremadamente pobre	
Fósforo Aprovechable (Método Olsen)	10.0 p.p.m.	11.85 p.p.m.	Medio	Alto	
Potasio Aprovechable (Método Peech y English)	433.36 kg/ha	326.81 kg/ha	Extremadamente Rico	Extremadamente Rico	
Salas Solubles Totales (Puente wheatstone)	Conduc. elect. a 25°C 0.9 mmhos/cm	Conduc. elect. a 25°C 1.2 mmhos/cm	No salino	No salino	

FUENTE: Laboratorio de Suelos de la F.A.U.A.N.L.

CUADRO 2. Condiciones ambientales que prevalecieron durante el experimento de fertilización de cebolla (*Allium cepa* L.) Ciclo Otoño-Invierno 1985-86. Marín, N.L.

Dfa	Oct.			Nov.			Dic.			Ene.			Feb.			Mar.			Abr.		
	T°C		PP mm																		
	Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.	
1	23.5	14.5	1	33.5	23	.2	26.5	15		16.5	9		26.5	14.5		24	5		32	16.5	
2	25.5	14.5		20	18		14	9.5		23	4		24	17		30.5	8		34.5	19	
3	30.5	14		24.5	6.5		14	6		18.5	6		24	20		31	13		36.5	15.5	
4	35	16.5		26.5	5.5		26	3.5		26	11		22	12		23	14.5	9.8	33.5	18	
5	27	21		25	5		23	8		16	8		28	8		27	13.5		31	21	
6	28	12		31.5	7		19.5	1.5		20.5	.5		24.5	6		29	12.5		29.5	21.5	
7	30	15.5		29	9.5		23	4		25.5	4.5		29.5	6		28	12		31	21	
8	32	23.5		29	16		25	5.3		4	3		20	13.5		30	15		36.5	16.5	
9	34	25		34.5	21		24	16		11.5	2		11.5	8.5	.6	33	18.5		30.5	19	
10	31.5	24		31.5	16		21.5	18.5		18	0		11	8.5		34	14.5		29	19.5	
11	33.5	23.5		30.5	20.5		21	18		21	.5		11.5	1.5		36	20		32	20	
12	33	23.5		30.5	23.5		8.5	6.5		24.5	.5		8	4.5	1.7	30	19		35	19	
13	34	25		32	16.5		15.5	.5		21.5	2		14.5	5.5	.2	30	17		28	21	
14	34	25		29	21.5		11	0		21.5	.5		29	8		27	16.5		35.5	20.3	
15	25	23.5	12.8	27	21		18	-3.5		23.5	5		29	14.5		30	15.5		26.5	22	
16	26	20	0.7	18	15	INAP	18	-1		22	8		34	14.5		29	15		24	21	
17	28.5	22		24	15	INAP	13.5	5.5		28	6.5		36.5	12		33	18		29	22	
18	30	23		29	19		21	9.5		30	6.5		37	10		34.5	11.5		32	15.5	
19	30	23.5	73.2	29.5	22		14.5	4.5		26	11		39	15		24	9		34.5	21	
20	23	18.5		13	11	4.8	15	6.5	2.6	28	6.5		38.5	11.5		23.5	10		31	20	
21	23.5	19.5	25.9	14	9.5		16	12	3.8	30.5	6		30	8		25.5	2		32.5	18	
22	26.5	20.5		16.5	9.5	.3	19	13.5		24.5	11.5		24.5	13.5		25.5	9		33	14.3	
23	27	17		23	13.5		23	11.5		18.5	13		25.5	3.5		25.5	11.5		39.5	16	
24	31	17		25.5	19		19.5	8.5		24	14		32	6		26	13.5		29.5	18	
25	30.5	19.5		26.5	19		18	00		26	10.5		31.5	7		28	14.5		31	19	
26	29	16.5		28.5	19.5		18.5	6		19	13		36	9		29	14.5		31	20	
27	28	16.5		26.5	20.9		24	6.5		19.5	-2		31	9.5		29	14.5		35.5	21.5	
28	29	15		24.5	13		22	8		25.5	1		23.5	9.5		29	18		32	20	11.4
29	31.5	16.5		24	19		18	8		32	6.5					36.5	18		31.5	17	12.5
30	28	20.5		29.5	13.5		24	16		25.5	10.5					31	13.5		32	16	
31	26	9.5					32.5	8.5		25.5	11					32	15.5				

CUADRO 3. Análisis de covarianza para la variable rendimiento por parcela útil primera categoría (cebolla grande) del experimento de fertilización de cebolla (Allium cepa L.) ciclo otoño-invierno 1985-86 Marín, N.L.

Fuente de Variación	gl	YY	S.C. XY	y S.P. XX	gl	$\frac{YY-(xy)^2}{xx}$	Desviación de Regresión CM	F ca1
Bloques	3	186.164	831.570	3744.843				
Tratamientos	7	60.463	209.012	825.719				
Error	21	114.261	472.998	2208.907	20	Error Ajust = 12.977	.649	
Total	31	360.889	1513.580	6779.469				
Trat + Error	28	174.724	682.010	3034.626		21,447		
Trat. Ajustados					7	8.471	1.210	1.864 NS

NS = No significancia

Coef. de Regresión = .223

CUADRO 4. Análisis de covarianza para la variable rendimiento por parcela útil Segunda Categoría (Cebolla Mediana) del experimento de fertilización de cebolla (Allium cepa L.) ciclo Otoño-Invierno 1985-86 Marín NL

Fuente de Variación	gl	YY	S.C. y S.P. XY	XX	gl	YY - (xy) <sup>2</sup> /XX	Desviación de Regresión CM	F ca1
Bloques	3	42.578	192.233	918.093				
Tratamientos	7	4.708	13.060	59.719				
Error	21	36.965	265.912	2206.656	20	Erro Ajust = 4.922	0.246	
Total	31	84.252	471.205	3184.469				
Trat + Error	28	41.673	278.972	2266.375	7	7.334		
Trat. Ajustados							0.345	1.402 NS

NS = No significancia

Coef. de Regresión = .148

CUADRO 5. Análisis de covarianza para la variable rendimiento por parcela útil Tercera Categoría (Cebolla chica) del experimento de fertilización de cebolla (Allium cepa L.) Ciclo Otoño-Invierno 1985-86 Marín, N.L.

Fuente de Variación	gl	YY	S.C. y S.P. XY	XX	g1	YY - (xy) <sup>2</sup> /XX	Desviación de Regresión CM	F cal.
Bloque	3	11.431	114.825	1157.094				
Tratamientos	7	2.746	40.375	622.969				
Error	21	4.093	50.896	764.156	20	Error Ajust = .703	.035	
Total	31	18.270	206.096	2544.219				
Trat + Error	28	6.839	91.271	1387.125			.833	
Trat. Ajustados					7		.130	.019
								.543 NS

N.S. = No significancia

Coef. de Regresión = .081

CUADRO 6. Análisis de covarianza para la variable rendimiento total por parcela útil del experimento de fertilización de cebolla (Allium cepa L.) Ciclo Otoño-Invierno 1985-86 Marín, N.L.

Fuente de Variación	gl	YY	S.C. y S.P. XY	XX	gl	Desviación de Regresión YY-(xy)²/XX CM	F cal.
Bloque	3	33.608	54.485	162.845			
Tratamientos	7	69.651	162.874	654.470			
Error	21	86.907	310.951	2335.405	20	Error Ajust= 45.505	2.275
Total	31	190.166	528.310	3152.720			
Trat.+Error	28	156.558	473.825	2989.875		81.468	
Trat. Ajustados					7	35.963	5.138
							2.258 NS

N.S. = No significancia

Coef. de Regresión = .133



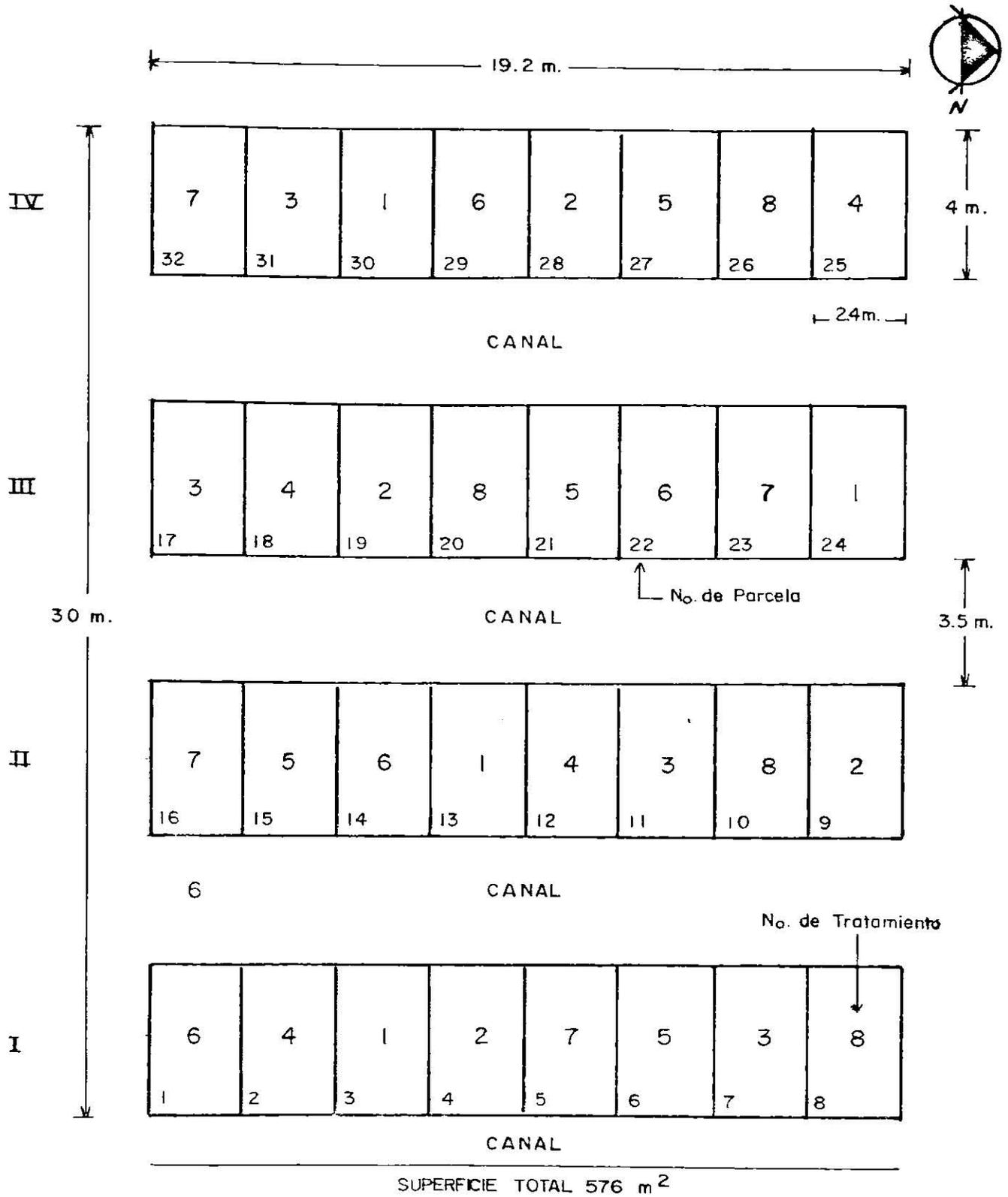


FIGURA 1. Croquis del experimento y distribución de los tratamientos de acuerdo al diseño experimental bloques al azar del experimento de fertilización de cebolla (*Allium cepa* L.) Ciclo Otoño-Invierno 1985-86. Marín, N.L. -

