



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

**EVALUACION POBLACIONAL Y VARIETAL DE CEBOLLA**  
**(Allium Cepa L.) BAJO LA TECNICA EN GRAVA.**

293807

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO AGRICOLA**  
P R E S E N T A N :

**JUAN CARLOS FERNANDEZ BETANZOS**  
**PEDRO ARTURO FERNANDEZ BETANZOS**

Asesor: ING. AURELIO VALDEZ LOPEZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de: TESIS

" Evaluación poblacional y varietal de cebolla  
(Allium cepa L.) bajo la técnica en grava "

que presenta el pasante: Juan Carlos Fernández Betanzos  
con número de cuenta: 7610616-1 para obtener el TITULO de:  
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

A T E N T A M E N T E.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 1 de marzo de 2000

PRESIDENTE Ing. Raúl Espinoza Sánchez

VOCAL Biol. Elva Martínez Holguín

SECRETARIO Ing. Aurelio Valdez López

PRIMER SUPLENTE Ing. Gustavo Ramírez Ballesteros

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Roberto Guerrero Agana

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de: TESIS

"Evaluación poblacional y varietal de cebolla  
(Allium cepa L.) bajo la técnica en grava"

que presenta el pasante: Pedro Arturo Fernández Betanzos  
con número de cuenta: 8421387-9 para obtener el TITULO de:  
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 1 de marzo de 2000

PRESIDENTE Ing. Raúl Espinoza Sánchez

VOCAL Biol. Elva Martínez Holguín

SECRETARIO Ing. Aurelio Valdez López

PRIMER SUPLENTE Ing. Gustavo Ramírez Ballesteros

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Roberto Guerrero Agama

**A MIS PADRES  
QUE CON ESTA GRAN  
TAREA  
A CUESTAS ME  
SUPIERON  
IMPULSAR PARA SALIR  
AVANTE.**

**A MIS HERMANOS  
QUE COMPARTEN  
TRIUNFOS Y  
DESVELOS.**

**A TERE  
A QUIEN AMO Y ME  
SOSTIENEN CON SU  
FUERZA.**

**A MIS HIJOS  
QUE SON MI PASIÓN.**

**CON MUCHO CARIÑO  
PARA AQUELLOS  
QUE FUERON MI GUIA  
Y QUE YA NO ESTAN.**

**PARA MI ABUELO  
QUE SIN SER FISICO  
ME ENSEÑO LA  
TENACIDAD,  
EL RESPETO, Y LA  
CONSTANCIA.**

**PARA TODOS  
AQUELLOS  
QUE CON SU  
PREPARACIÓN  
ME DIERON LAS  
HERRAMIENTAS  
NECESARIAS PARA  
AFRONTAR  
MI PROFESIÓN  
GRACIAS MAESTROS.**

**A MIS PADRES  
QUE SIEMPRE ME DAN  
SU APOYO SIN PEDIR  
NADA ACAMBIO.**

**A MIS HERMANOS  
POR QUE CON ELLOS  
CRECI Y APRENDI**

**A TODOS MIS  
PROFESORES QUE DE  
MANERA DECIDIDA ME  
GUIARON Y  
ENSEÑARON.**

<b>RESUMEN</b> .....	5
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	7
1.1. OBJETIVOS.....	9
1.2. HIPOTESIS.....	9
<b>II.- REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	10
2.1. - ORIGEN DISTRIBUCIÓN E IMPORTANCIA .....	10
2.2. - CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA .....	12
2.3. - DESCRIPCIÓN BOTÁNICA .....	12
2.3.1. - <i>Sistema Radicular</i> .....	13
2.3.2. - <i>Bulbo</i> .....	14
2.3.3. - <i>Tallo</i> .....	15
2.3.4. - <i>Hojas</i> .....	15
2.3.5. - <i>Flor e Inflorescencia</i> .....	16
2.3.6. - <i>Fruto y Semilla</i> .....	17
2.4. - FACTORES QUE INCIDEN EN EL CULTIVO .....	18
2.4.1. - <i>Suelo</i> .....	18
2.4.2. - <i>Condiciones de Humedad</i> .....	19
2.4.3. - <i>Balance Nutricional</i> .....	19
2.4.3.1. - <i>Composición Química</i> .....	21
2.4.4. - <i>Clima</i> .....	23
2.4.5. - <i>Temperatura</i> .....	23
2.4.6. - <i>Fotoperíodo</i> .....	24
2.4.7. - <i>Temperatura y Fotoperíodo</i> .....	24
2.4.8. - <i>Calidad e Intensidad de luz</i> .....	25
2.4.9. - <i>Fisiología del cultivo</i> .....	25
2.4.10. - <i>Plagas y enfermedades</i> .....	26
2.4.11. - <i>Variedades y densidades</i> .....	27
<b>III CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO EN HIDROPONÍA</b> .....	28
3.1. - ANTECEDENTES .....	28
3.2. - <i>Cultivo en grava</i> .....	28
<b>IV MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	35
4.1. - CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AREA EXPERIMENTAL.....	35
4.2. - DISEÑO EXPERIMENTAL.....	35
4.3. - DESARROLLO DEL EXPERIMENTO.....	37
4.4. - TOMA DE DATOS .....	40
4.4.1. - <i>Rendimiento Total de la planta</i> .....	40
4.4.2. - <i>Calidad</i> .....	40
4.4.2.1. - <i>Diámetro Ecuatorial y Polar</i> .....	42
4.4.2.2. - <i>Peso por Bulbo</i> .....	43
<b>V.- ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	44
<b>VI CONCLUSIONES</b> .....	61
<b>VII BIBLIOGRAFIA</b> .....	63

## RESUMEN

Siendo la cebolla una hortaliza, requiere muchos cuidados durante toda su etapa de crecimiento y por consiguiente mucha mano de obra.

Igual que el tomate y el chile es un cultivo ampliamente difundido en todo el país.

La cebolla es un producto que tiene que venderse y consumirse inmediatamente después de cosechado a menos que se consuma en forma de conserva incrementándose de esta manera el costo para el consumidor de ahí la importancia de conjuntar su producción con los centros de consumo.

En la obtención de hortalizas, flores y productos agrícolas existen diversas técnicas de producción que van desde las tradicionales (cultivo en tierra) hasta las más recientes como es el cultivo en hidroponía que presenta ventajas por ser un sistema intensivo que permite optimizar los recursos tanto agronómicos como humanos y por consiguiente los recursos económicos (Hutewall, 1977), al tener mayor producción por superficie, elevando la calidad, mejorando el control de plagas y enfermedades y optimizando la mano de obra (Penningsfeld y Kurzman, 1983).

El presente trabajo pretende conjuntar la producción de cebolla con la técnica hidropónica a fin de evaluar el rendimiento de dos variedades de cebolla para la producción de cebolla de rabo (según se conoce popularmente) o cebollín bajo tres diferentes densidades de plantación.

El trabajo experimental se realizó en un túnel localizado en la Delegación Cuajimalpa Distrito Federal situada en las siguientes coordenadas extremas: Al norte  $19^{\circ} 24' 07''$  al este  $99^{\circ} 14' 46''$  y al oeste  $99^{\circ} 22' 04''$ .

Clima predominante en la delegación. Cb(w2)(w)(i)g, templado con verano fresco largo con oscilación térmica anual entre 5 y 7 °C (con poca oscilación), la precipitación pluvial de 1200 a 1500 mm anuales.

### Características de la unidad

El trabajo experimental se realizó en un túnel que cuenta con un área total de 45 m<sup>2</sup> y una altura cenital de 2.20 m; dentro del cual se encuentra una cama con las siguientes dimensiones: 1.20x15x0.15 m, utilizando como sustrato granzon, con un depósito de almacenamiento para la solución nutritiva de 1000 l de capacidad.

El diseño experimental que se utilizó es completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones dando un total de dieciocho unidades experimentales.

El factor A cuenta con dos variedades de cebolla: variedad Reyna, y Cojumattan.

El factor B cuenta con tres densidades de población siendo las siguientes: baja 12 cm entre hileras y entre plantas, media 8 cm entre hileras y plantas y alta 4 cm en la misma relación.

### Tratamientos

Se tiene una interacción de dos variedades del factor A con tres densidades del factor B para un total de 6 tratamientos, cada uno con tres repeticiones, para hacer un total de 18 unidades experimentales.

### Unidad Experimental

Cada unidad experimental consta de una superficie de 1 m<sup>2</sup> y están distribuidas en las camas de crecimiento.

La densidad de población es de 69 plantas por metro cuadrado para la densidad baja, 156 para la media y 625 para la alta.

Los parámetros evaluados fueron peso total de la planta, peso neto, y diámetro polar y ecuatorial.

Los resultados indican que la variedad Cojumattan a densidades altas obtuvo el mejor resultado seguida por la variedad Reyna a la misma densidad no existiendo diferencia significativa con el resto de las densidades baja y media.

## I. INTRODUCCIÓN

La cebolla es un cultivo ampliamente difundido en todo el país y una hortaliza que requiere muchos cuidados durante toda su etapa de crecimiento y por consiguiente mucha mano de obra.

Aunque la mayor parte de la producción se destina al consumo interno, en los últimos años se ha notado un incremento en las exportaciones durante el invierno, teniendo demanda de Oriente y Europa la cebolla amarilla, sin que este mercado se haya explotado.

Por otra parte el negocio de la exportación de hortalizas frescas o congeladas a Estados Unidos, que se realiza fundamentalmente en el invierno, dejó a México en el ciclo 1994/1995 más de mil millones de dólares; exportándose 168.98 toneladas de cebolla que generaron un ingreso de 101 millones de dólares. (FATUS, USA 1995)

Para el año de 1995 se exportaron 157,725,167 kilogramos de cebolla ingresando al país por este concepto 115,120,091 dólares (Banco de México 1996).

La producción nacional se destina al consumo interno principalmente, siendo la cebolla blanca la de mayor preferencia sin descartar que la morada lo es en la costa del pacífico y del Golfo así como en Yucatán (I.N. I.A 1984).

La cebolla es un producto que tiene que venderse y consumirse inmediatamente después de cosechado a menos que se consuma en forma de conserva incrementándose de esta manera el costo para el consumidor de ahí la importancia de conjuntar su producción con los centros de consumo.

En la obtención de hortalizas, flores y productos agrícolas existen diversas técnicas de producción que van desde las tradicionales (cultivo en tierra) hasta las más recientes como es el cultivo en hidroponía que presenta ventajas por ser un sistema intensivo que permite optimizar los recursos tanto agronómicos como humanos y por consiguiente los recursos económicos (Hutewall, 1977), al tener mayor producción por superficie, mejorando la calidad, y controlando más eficientemente las plagas y enfermedades, optimizando la mano de obra (Penningsfeld y Kurzman, 1983).

En México la técnica hidropónica no ha sido explotada en todo su potencial debido a lo que ésta implica como es el conocer la técnica para el mejor manejo de la solución nutritiva y los sustratos, así como el costo de producción.

Un sistema hidropónico de manera general está constituido por la planta, el sustrato que proporciona a la planta el anclaje necesario para su crecimiento, el contenedor que puede ser entre otros materiales de concreto o plástico y que encierra al sustrato y la solución nutritiva que no es mas que una solución acuosa donde se disuelven los elementos necesarios para el desarrollo de la planta.

Muchos sustratos se han evaluado y se continúan experimentando los hay desde líquidos y sólidos naturales o artificiales buscando el óptimo para cada cultivo en base a su fácil obtención, su bajo costo, manejo, duración y alto rendimiento.

En la técnica hidropónica a excepción del carbono, oxígeno e hidrogeno todos los iones esenciales para la planta son aportados por la solución nutritiva de ahí que se prefieran los fertilizantes con alta solubilidad.

El presente trabajo pretende conjuntar la producción de cebolla con la técnica hidropónica a fin de evaluar el rendimiento y calidad bajo este sistema de producción.

## 1.1. OBJETIVOS

### OBJETIVOS GENERALES

Evaluar el efecto de tres densidades de plantación con dos variedades de cebolla (Allium cepa L.) bajo la técnica en grava, en la Localidad de San Mateo Tlaltenango D.F.

### OBJETIVOS PARTICULARES:

Determinar la mejor densidad de plantación para dos variedades de cebolla (Allium cepa L.).

Determinar la mejor respuesta rendimiento/calidad de cebolla bajo la técnica de cultivo en grava.

## 1.2. HIPOTESIS

Un cultivo responde mejor cuando se le planta a distancias mayores, sin embargo la técnica hidropónica permitirá obtener la misma respuesta a densidades mayores.

La variedad Cojumattan responde mejor a densidades de 8cm entre líneas y surcos.

El cultivo de cebolla incrementa su rendimiento bajo el cultivo en grava.

## II.- REVISION DE LITERATURA

### 2.1. - ORIGEN DISTRIBUCIÓN E IMPORTANCIA

Un número importante de autores ubican el origen de la cebolla en el genocentro de Asia Central, que comprende el noroeste de la India, Afganistán, Tadyktán, Ubekistán y Tian-Shan occidental, (Vavilov, 1958, citado por Murillo, 1989).

Según García 1952, citado por Ruiz 1985, señala que la distribución de esta hortaliza hacia Europa fue realizada por los españoles quienes en el siglo XVII la introducen a América.

Actualmente esta hortaliza se cultiva en casi todo el mundo, donde se destinan 2.28 millones de hectáreas, siendo el rendimiento promedio de 16.3 toneladas por hectárea, (ASERCA con datos de la F. A.O., 1996).

Entre los países productores se cuenta a:

China con 20.99% de la producción mundial, India 11.94%, Estados Unidos 7.95%, Turquía 5.67%, Irán 3.63% otros 49.83% (ASERCA con datos de la F. A.O., 1996).

A nivel Nacional el cultivo de la cebolla ha ido expandiéndose a mayores zonas agrícolas del territorio nacional, prueba de ello es que para 1925 los estados productores eran cuatro y en la actualidad su cultivo se da casi en todo el país, siendo los principales productores:

Tamaulipas con el 19% de la producción nacional, Guanajuato con el 16%, Chihuahua con el 15%, Morelos con el 12 %, Michoacán 5%, otros 33% (ASERCA con datos del CEA, SAGAR 1996).

La cebolla, al igual que el tomate y el chile, es una hortaliza ampliamente difundida que se le cultiva en todo el país a través de todo el año.

Aunque en cada temporada hay una región que es la principal productora, hay ciertas partes como el bajo, en donde se le puede cultivar todo el año.

Esta hortaliza ocupa el quinto lugar en cuanto a superficie destinada para su producción después del jitomate, papa, chile verde, y chile seco.

En cuanto al volumen de producción ocupa el cuarto lugar antecediéndole el jitomate, papa, y chile verde.

En 1996 la producción nacional fue de:

Superficie sembrada: 34 200 Ha.

Producción :702 478 Ton.

Teniendo un rendimiento promedio de 20.5 toneladas por hectárea.

(ASERCA con datos del CEA, SAGAR 1996).

#### UTILIZACION

Como condimento en la alimentación, así como en la elaboración de conservas.

Valor Alimenticio.

La cebolla se ubica entre las hortalizas más eficientes si la comparamos con los demás cultivos, en cuanto a nutrientes por peso, nutrientes por Ha y por hora-hombre invertida en su producción.

Las cebollas, comparadas con otros vegetales frescos, son relativamente altas en energéticos, intermedias en proteínas y ricas en calcio y riboflavina (JONES 1963).

El contenido de nutrientes depende mucho de la variedad, el manejo y las condiciones en campo, y las condiciones de almacenamiento.

Composición química aproximada del bulbo por cada 100 gr de peso fresco (Fuente: Horticultura Manejo Simplificado. C.M. Castaños. U.A.CH.)

Energía	25 kcal	Calcio	60 mg
Proteína	1.7 g.	Fósforo	33 mg
Grasa	0.1 g	Hierro	1.9 mg
Carbohidratos	5.6 g	Sodio	4 mg
Fibra	0.8 g	Potasio	257 mg
Vitamina A	5000 U.I.	Niacina	0.20 mg
Tiamina	0.07 mg	Acido Ascórbico	45 mg
Riboflavina	0.14 mg	Agua	92 %

Entre los animales domésticos, los bovinos y los ovinos consumen satisfactoriamente la cebolla esquilmos, desechos de la selección desperdicios de las deshidratadoras, etc.-. La palatabilidad es bastante buena, y se compara con la cebada en la efectividad para la alimentación de rumiantes,

resultando más rentable y mayor calidad en los canales. El sabor a cebolla en la carne, sólo se presenta cuando los animales consumen cebolla menos de 12 hr antes del sacrificio (JONES 1963).

El extracto de cebolla - aceite esencial- tiene potentes propiedades antibacteriales, lo anterior, así como el penetrante olor y sabor picante, se deben a la presencia de compuestos orgánicos de azufre - disulfuro de alil propilo -, cuyo componente principal es el bisulfito  $C_6H_{12}S_2$  (SOZA 1972).

## 2.2. - CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

La cebolla pertenece a la familia liliaceae, la cual contiene unos 300 géneros y más de 4000 especies. El género *Allium* posee cerca de 300 especies las cuales se distribuyen en su mayor parte en el Hemisferio Norte. Las hay bianuales y perennes y la mayoría son bulbosas. Unas pocas plantas de este género tienen el olor y sabor característico de la cebolla (COLLUM 1980)(CRONQUIST 1977).

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsidae
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotiledoneae
Orden	Liliales
Familia	Liliaceae
Subfamilia	Alloidea
Género	<i>Allium</i>
Especie	<u><i>Allium cepa</i></u>

( SANDOVAL1974)

## 2.3. - DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.

Algunos autores consideran a la cebolla como una planta bianual (SARH 1976)(ESCOTO 1974); y otros como una planta perenne pero no típica, ya que sí bien presenta un ciclo inicial de desarrollo

bianual, en caso de producción normal de semillas, en el segundo año muy a menudo, en la base de los tallos no se forman los bulbos laterales que prolongan la vida de la planta en el año siguiente (GUENKOV 1969)(GRAUPERA 1973).

Esta hortaliza tiene el tallo reducido a una plataforma o disco - acaule - que da lugar en la parte inferior a numerosas raíces blancas, espesas y simples - sin ramificación intensa -, y en la parte superior, a un bulbo único, formado por túnicas o escamas concéntricas, carnosas, superpuestas y que constituyen la base envainante de las hojas. La forma, el color y las dimensiones del bulbo presentan grandes diferencias según las variedades. En el segundo año, esta planta produce el escapo floral, en cuyo extremo salen las pequeñas flores reunidas en una inflorescencia del tipo umbela, las cuales después de ser fecundadas producen un fruto tipo cápsula (MORELL 1974)(SARH 1976).

#### 2.3.1. - Sistema Radicular.

La raíz embrionaria se diferencia muy poco de las adventicias y constituye una parte muy pequeña del sistema radicular de la cebolla, que si bien es indispensable para el establecimiento y desarrollo de la plántula, posteriormente, cuando ya han brotado algunas de las raíces adventicias, pierde importancia. Una vez que son formadas aumentan muy poco en diámetro, el cual varía de 0.5 a 2 mm (JONES 1963).

Aproximadamente, en cada 2.5 cm de raíz primaria que nace directamente del tallo - se forman de 3 a 5 raíces secundarias, pero éstas, rara vez ramifican a su vez y presentan muy pocos pelos absorbentes, lo que trae como consecuencia un escaso rellenado del suelo (JONES 1963)(GUENKOV 1969).

El número de raíces aumenta paulatinamente, las nuevas raíces se forman a razón de 8 cada 2 semanas, a partir de un mes de sembradas y hasta el inicio dos meses después de la formación del bulbo, quedando cada planta con alrededor de 35 raíces, ya que hasta el primer mes tiene un promedio de 3 raíces. Durante la formación y maduración del bulbo, las raíces mueren más rápidamente de lo que son formadas, y al tiempo de cosecha, cuando el suelo está casi seco, cada planta tiene un promedio de 19 raíces vivas. Las cifras anotadas arriba se refieren a las raíces

primarias, y no son ni con mucho exactas para todas las variedades y todos los ambientes; simplemente dan una idea de la tendencia durante el ciclo productivo (JONES 1963).

En general, las raíces crecen en un principio 1 cm cada 24 hr, llegando a alcanzar en promedio 25 a 30 cm de largo. La longitud total del sistema es de 20 a 25 m (GUENKOV 1969)(JONES 1963).

Algunas raíces, ocasionalmente, llegan a alcanzar 90 cm de profundidad y a separarse horizontalmente 45 cm, pero la mayor parte del sistema de absorción se ubica de 5 a 40 cm de profundidad y de 0 a 30 cm de radio (GUENKOV 1969)(EDMON 1967)(JONES 1963).

Por lo que se ha expuesto en este punto, se llega a la conclusión de que la cebolla posee uno de los sistemas radiculares más limitados (GUENKOV 1969)(EDMON 1967)(JONES 1963).

### 2.3.2. -Bulbo.

El bulbo es el órgano donde se acumulan las sustancias nutritivas de reserva durante el primer año. Consiste en tunicas y escamas carnosas - porción basal de las hojas -, en un tallo corto y aplanado, y en una cantidad variable de yemas (EDMON 1967)(GUENKOV 1969)(MORELL1974).

En términos generales los bulbos están formados por 7 escamas carnosas, éstas, al estar adheridas estrechamente, dan en conjunto la forma semiesférica (JONES 1963).

Las escamas carnosas pueden ser abiertas o cerradas. Las abiertas se forman mediante el engrosamiento de la parte inferior de las vainas de las hojas, que crecen durante el ciclo vegetativo; y envuelven completamente el bulbo. Las sustancias nutritivas de las escamas exteriores, circulan a través del tallo a las escamas inferiores y a las yemas; de este modo las exteriores se convierten en tunicas delgadas, translúcidas y frágiles en estado seco, las escamas cerradas se forman de las vainas enteras de las hojas que no han formado limbo, éstas envuelven a una o más yemas, y son generalmente las más gruesas de todas las escamas que integran el bulbo (GUENKOV 1969)(MORELL1974).

El espesor de las escamas es leve cerca del cogollo y es máximo en correspondencia con la mayor dimensión transversal del bulbo (MORELL1974).

### 2.3.3. -Tallo.

El tallo verdadero - base del bulbo o plato - es de forma cónica y marcadamente corto, se encuentra en el extremo inferior del bulbo, sobre él se forman las yemas y las hojas, y de él crecen las raíces adventicias (GUENKOV 1969)(MORELL1974).

Durante el primer año, el tallo alcanza una altura de sólo 0.5 -1.5 cm y un diámetro de 1.5 a 2.0 cm.

Durante el segundo año, crecen los tallos florales a partir de yemas vernalizadas durante la estación de reposo (GUENKOV 1969).

Sólo cuando se forma la inflorescencia, el tallo verdadero se elonga y extiende por arriba de las demás partes de la planta.

Los tallos florales son verdes, ensanchados en su parte central y huecos; esta última característica se desarrolla de la misma manera que en las hojas - ver mas adelante- (JONES 1963).

Sobre los escapos no se forman ni hojas ni raíces adventicias, y éstos mueren después de madurar la semilla. Su parte inferior no muere, sólo si en ella se han formado yemas vegetativas, mediante las cuales se va a prolongar la vida de la planta (GUENKOV 1969).

### 2.3.4. -Hojas.

Las hojas de la cebolla constan de dos partes, La envainadora y el limbo foliar. La parte envainadora se presenta como un tubo solamente abierto en su unión con el limbo foliar; en su parte basal se haya fuertemente engrosada y constituye la porción comestible (GUENKOV 1969)(EDMON 1967). La parte superior de cada vaina foliar es un tubo más delgado. La vaina consigue esa forma por el crecimiento ascendente de un anillo inicial que parte del tallo verdadero (JONES 1963). El limbo foliar es de color verde claro, con o sin película parecida a la cera y aguzado en su parte superior; en un principio es sólido y su sección transversal es aproximadamente semicircular, pero más tarde, conforme se alarga, los tejidos centrales no pueden crecer tan rápido como los de la superficie; esto, aunado a la destrucción de algunas células, origina que las hojas maduras presenten una cavidad en casi todo su largo. Un fenómeno parecido ocurre con el escapo floral (GUAJARDO 1970)(JONES 1963)(MORELL1974).

Sobre una planta se forman de 10 a 15 hojas, que alternan en posición  $180^\circ$ , generando una filotaxia alterna opuesta (JONES 1963)(GUENKOV 1969).

Las hojas crecen sucesivamente, de manera que cada hoja más joven pasa por la vaina de la hoja ya crecida, la que a su vez pasó por la vaina de su predecesora. Así, las vainas cilíndricas de las hojas se sitúan una dentro de otra, y de esta manera se forma el llamado "falso tallo". Por consiguiente, es una formación foliar y no tiene nada que ver con el tallo verdadero (JONES 1963)(GUENKOV 1969).

Debido a la turgencia de las vainas de las hojas, y al crecimiento de las hojas jóvenes en el interior, el falso tallo es duro y se mantienen erecto casi hasta el final del ciclo vegetativo; se ablanda y se dobla en la zona del cuello del bulbo, solamente cuando cesa el crecimiento, sirviendo este aspecto como indicador de que el bulbo ha alcanzado su plena madurez (JONES 1963)(GUENKOV 1969).

#### 2.3.5. - Flor e Inflorescencia.

La inflorescencia de la cebolla es una umbela de forma esférica, que contienen, según la variedad y el tiempo de formación, de 200 a 1000 flores (GUENKOV 1969)(MORELL1974). La umbela se haya protegida por una espata formada por dos bracteas membranosas (GUAJARDO 1970). Cuando se empieza a formar la estapa de la inflorescencia, se ve muy parecido al promodio de una hoja; pero conforme se desarrolla es fácilmente reconocible aún cuando sea todavía muy pequeña (JONES 1963).

El pedúnculo floral es una extensión apical del tallo, puede llegar a medir 1.5 m, comúnmente mide de 0.6 a 1.0 m de altura, pero siempre sobresale con respecto a las puntas de las hojas (CAJON 1927)(MORELL1974). Es erguido, hueco y fuertemente hinchado hacia el tercio inferior (JONES 1963).

Así como los limbos de las hojas, el tallo de la inflorescencia de la cebolla es al principio una estructura sólida, pero conforme avanza el crecimiento, sobreviene el adelgazamiento de paredes y el ahuecamiento (JONES 1963).

El número de pedúnculos producidos por una planta puede variar de 1 hasta 12, ya que cada inflorescencia es producida por la yema apical o por una axilar (JONES 1963).

Las flores son del tipo liliáceo, de color blanco-verdoso o rosa-violáceo, miden de 4 a 5 mm de diámetro. Cada flor está sujeta por un pedúnculo cuatro veces más grande que ella (MORELL1974).

Las flores se pueden considerar como de cinco verticilos con tres órganos cada uno, los cuales empezando del centro hacia a fuera son: tres carpelos unidos en un pistilo simple, tres estambres internos, tres externos - los estambres rebasan en altura al perianto y al estilo-, tres segmentos del perianto interno - pétalos-, y tres segmentos del perianto externo - sépalos -.

Los miembros de cada verticilio se encuentran alternados, en un radio diferente, de los miembros de los verticilos adyacentes (JONES 1963)(GUAJARDO 1970)(MORELL1974).

El pistilo es algo triangular, tiene un solo estilo delgado, y contienen tres compartimentos o lóculos, cada uno de los cuales encierran dos óvulos anátropos -el ápice del óvulo está cercano al punto de ligamento -. En cada uno de los septos o paredes que separan los compartimentos del ovario. Como los nectáreos están entre los carpelos del ovario, se encuentran opuestos a los tres estambres internos. Estos estambres tienen sus filamentos comúnmente doblados en la base y más gruesos que los estambres externos; así, las gotitas de néctar pueden ser colectadas entre los filamentos gruesos y la pared del ovario (JONES 1963)(GUAJARDO 1970).

### 2.3.6. - Fruto y Semilla.

El fruto es una cápsula tricarpelar, en la cual pueden formarse hasta seis semillas - dos por lóculo - (SANDOVAL 1974)(GUAJARDO 1970). En las fases tempranas la cápsula es de color verde-pardo ,cuando las semillas empiezan a madurar, las cápsulas toman un color verde-amarillento, y en plena madurez, pardo claro. En este último estado, las cápsulas se rompen - cápsulas loculicidas - y las semillas se esparcen (GUENKOV 1969).

La semilla es lisa y más o menos blanda mientras está madurando, pero después, conforme pierde humedad, adopta una forma sumamente irregular y su superficie se pone rugosa, dura y de color negro (JONES 1963)(GUAJARDO 1970).

Un gramo de semilla contiene aproximadamente 250 semillas y un litro pesa más o menos medio Kg (MORELL 1974).

Dentro de la cubierta negra de la semilla está el embrión, el cual mide 6 mm de largo por 0.4 mm de diámetro, puede tener forma de media luna o formar un círculo completo. El embrión ocupa una décima parte del volumen de la semilla, se encuentra envuelto en un duro y grueso endospermo - tejido alimenticio- que contiene reservas de carbohidratos, proteínas y grasas -. La mayor parte de la longitud del embrión está ocupada por el cotiledón, el cual consiste de una cubierta basal corta y tubular, y de una hojuela larga, a la cual la cubierta está adherida por el corto tallo del embrión. Cerca del ápice - dentro de la base de la cubierta del cotiledón - está el primordio del primer foliolo de la plántula. La raíz primaria o embrional es muy corta, está adherida al tallo en el extremo opuesto del cotiledón y constituye el resto del embrión (JONES 1963).

## 2.4. - FACTORES QUE INCIDEN EN EL CULTIVO

### 2.4.1. -Suelo.

Los mejores suelos para el cultivo de la cebolla son los migajón arenoso, migajón limoso y los orgánicos altamente fértiles, ligeramente ácidos y bien drenados.

La mayoría de los autores coinciden en que la cebolla requiere de suelos bien preparados, fértiles, con un pH ligeramente ácidos y con un contenido regular, más bien elevado, de materia orgánica.

Existiendo discrepancia con respecto a la textura más deseable algunos autores afirman que los suelos deben ser más bien ligeros, ya que no presentan problemas para secarse y facilitan así la cosecha, la cebolla madura más rápidamente, permiten el buen desarrollo del bulbo, etc. . (GUAJARDO 1970)(EDMON 1967). Otros sostienen que la textura debe ser intermedia e incluso algo arcillosa, puesto que los terrenos arenosos producen cebollas de mala calidad que no resisten el almacenamiento. Los suelos livianos no tienen suficiente capacidad de retención de humedad y nutrientes como para sostener eficientemente a un cultivo de sistema radicular tan ilimitado como el de la cebolla. Los terrenos con cierto contenido de arcilla producen cebollas con sabor más fuerte y olor más penetrante - apropiadas para el almacenamiento y la deshidratación -, además

de que se aprovechan mejor los fertilizantes (SANDOVAL 1974)(PEÑUELAS 1974)(CAJON 1927)(GUENKOV 1969)(SARH 1976).

Sin embargo, los suelos muy pesados deben ser evitados, ya que se presentan comúnmente problemas fitosanitarios y de ahogamiento de raíces.

#### 2.4.2. - Condiciones de Humedad.

Debido a su sistema radicular la cebolla tiene limitaciones para abastecerse de agua y nutrientes, de ahí que exige cierto nivel de humedad dependiendo de su fase de desarrollo. (SANDOVAL 1974)

En la germinación y la formación del sistema foliar, exige humedad, para satisfacer necesidades fisiológicas y evitar el calentamiento del suelo, de otra forma el cuello se quema y la planta muere.

Por falta de humedad se demora el crecimiento, y al restablecerse la humedad normal, aunque se reinicia el crecimiento, aumenta la tendencia de los bulbos a deformarse (GUENKOV 1969).

En la maduración deben suspenderse los riegos, ya que para obtener bulbos más sanos y sólidos que se almacenan mejor, se requiere que en esta etapa el suelo esté seco.

El suelo no debe estar sobresaturado de humedad, puesto que en tales condiciones las hojas de la cebolla se vuelven muy tiernas y amarillentas, y son fácilmente atacadas por enfermedades fungosas.

La humedad atmosférica demasiado elevada hace a las plantas susceptibles a los hongos, por lo que para la siembra de la cebolla deben destinarse terrenos con buena aireación (GUENKOV 1969).

#### 2.4.3. --Balance Nutricional.

Su sistema radicular esta poco desarrollado por lo que su capacidad de absorción no es muy eficiente. No obstante, extrae gran cantidad de sustancias nutritivas durante el crecimiento vegetativo foliar; lo anterior exige que el suelo esté bien provisto de nutrientes aprovechables. El sistema de raíces no tolera una alta concentración de la solución del suelo, por lo que no deben

aplicarse grandes cantidades de fertilizantes rápidamente solubles, sino que se deben dosificar en más de una aplicación (GUENKOV 1969).

En el cultivo tradicional, la cebolla requiere de los siguientes nutrientes en kg./Ha:

N	101	Ca	24	Bo		Zn	0.69
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	45	Mg	4.5	Cu	0.063		
K <sub>2</sub> O	90	S	18	Mn	0.18		

(Según el manual de fertilizantes del N.P.F.S.1980)

Experimentos citados por Chapa (1984) concluyen que: una fertilización dosificada fue más benéfica que una aplicación simple, mejor resultado cuando se aplico dos terceras partes en trasplante y una tercera parte 30 días después.

Los fosfóricos son los responsables de un buen enraizamiento. El potasio favorece la buena conservación, su falta provoca disminución en la turgencia de los tejidos, disminución de sólidos solubles y menos resistencia a las enfermedades en su almacenamiento.

En la primera fase la planta requiere nitrógeno pero en la bulbificación el exceso de nitrógeno puede perjudicar la acción del potasio y el fósforo en la síntesis de glucidos y su acumulación en los bulbos Maroto (1986);

Efecto que tienen en la planta los principales elementos nutritivos,

El N cuando es aplicado en exceso y unilateralmente, provoca que las plantas crezcan más vigorosas, pero con gruesos falsos tallos "chalotes"; maduran tardíamente y el cuello del bulbo no cierra bien. dosis altas de N hasta 320 kg/Ha promueven la brotación de las cebollas en el almacenamiento, y dosis de K de 100 a 200 kg/Ha la reducen (PEÑUELAS 1974)

El P existen dos opiniones encontradas, una que afirma que este producto no afecta la producción, calidad ni duración en el almacenaje (PEÑUELAS 1974) ; y otra que sostiene que el P ayuda a que los bulbos maduren mejor y logra que se mejore su almacenamiento (GUENKOV 1969).

Además de reducir la brotación de los bulbos, el K provoca que se formen bulbos de tunicas o escamas más gruesas y con una mejor maduración.

La cebolla se considera como la planta más sensible a la ausencia de Ca; éste ayuda a que se formen bulbos de túnicas más gruesas. No obstante, la aplicación de cal ha dado resultados positivos sólo en el caso de suelos ácidos.

El N se aprovecha mejor en la fase de crecimiento intensivo en las hojas 50 a 60 días después del trasplante. La aplicación tardía de fertilizante ocasiona que un mayor porcentaje de bulbos no maduren oportunamente, en comparación con los casos en los que se aplica el N en el período inmediato al trasplante (GUENKOV 1969)(PEÑUELAS 1974).

Los síntomas que presenta la cebolla debido a deficiencia nutricional son:

Nitrógeno.- Crecimiento lento y débil, palidez del follaje y muerte de las puntas de las hojas.

Fósforo.- Muy parecido al Nitrógeno.

Calcio y Potasio.- Color pálido verdoso del follaje y muerte de las puntas de las hojas por la toxicidad del aluminio.

Magnesio.- Color verde pálido de las hojas.

Para esta hortaliza, las formas más adecuadas de fertilizante nitrogenado son las nítrica y la amoniacal. La primera forma en suelos pesados y la segunda en suelos ligeros.

El sistema de raíces de la cebolla difícilmente absorbe el P de los compuestos de baja solubilidad.

Por consiguiente, el superfosfato de calcio es el abono fosfórico más adecuado para la cebolla (GUENKOV 1969).

El uso continuo de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  en cultivos de cebolla, provoca gran disponibilidad de Mn, el cual al ser absorbido por el bulbo puede llegar a ser tóxico (PEÑUELAS 1974).

#### 2.4.3.1. - Composición Química.

El extracto de cebolla - aceite esencial - tiene potentes propiedades antibacteriales, lo anterior, así como el penetrante olor y sabor picante-pungencia-, se deben a la presencia de compuestos orgánicos de azufre-disulfuro de alil propilo-, cuyo componente principal es el bisulfito  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{S}_2$  (JONES 1963)(GUENKOV 1969)(SOZA 1972).

La cebolla, por otro lado, contienen derivados metil y propil del allin, pero no allin como tal. Esa diferencia es la responsable de los distintos aromas y sabores entre el ajo y la cebolla.(JONES 1963).

Lo anterior explica por que la cebolla cocinada carece de olor penetrante y de la pungencia característica del estado fresco; ya que el calor destruye a la enzima allinasa que cambiaría el allin en allisin. También la deshidratación produce la destrucción de las enzimas, y así se reduce la pungencia del producto final (JONES 1963).

La pungencia de las cebollas varia debido a la genética de cada variedad y a los factores ambientales (SOZA 1972).

La pungencia se incrementa conforme el bulbo madura, dependiendo de la cantidad de agua disponible - a mayor cantidad de agua menor pungencia y viceversa -, de la temperatura imperante durante la estación de crecimiento - a bajas temperaturas disminuye la pungencia y a altas aumenta -, del tipo de suelo sobre el cual se desarrolla - la pungencia es mayor en los suelos orgánicos y en los pesados, lo contrario ocurre en los arenosos -, y por último la pungencia también se incrementa durante el almacenamiento. debido a la pérdida de agua y carbohidratos, como resultado de la transpiración y la respiración respectivamente (SOZA 1972).

Correlación entre el contenido de sólidos y azufre en algunas variedades (GUENKOV 1969):

Variedades	p.p.m.Vol.S.	% de sólidos
TEXAS EARLY GRANO	117.6	9.75
SAN JOAQUIN	110.6	8.06
RED HALIANA	87.0	5.66
CRISTAL	82.5	7.96

La composición química de los bulbos sufre también cierto cambio en lo referente al contenido de azúcares. Durante el almacenamiento los azúcares reducidos - como la glucosa - contenidos en los bulbos aumentan, mientras que los no reducidos - como la sacarosa - disminuyen, aunque de manera proporcional. Este fenómeno se presenta más evidentemente si la temperatura de almacenamiento es baja -cercana a cero-(JONES 1963).

Los pigmentos, no solo se encuentran en las flores, sino también en los bulbos. los pigmentos morados son antocianinas y los amarillos quercitinas, ambos están relacionados con cierta resistencia a algunas enfermedades (JONES 1963).

#### 2.4.4. - Clima.

La cebolla se adapta a climas templados o cálidos Sin embargo, se dice que las condiciones óptimas son aquellas donde las temperaturas son frescas en las fases iniciales y cálidas hacia la madurez.

Este cultivo siempre requiere de una alta insolación y de que las lluvias no sean demasiado abundantes, ya que sobrevienen problemas fitosanitarios.

La cebolla resiste al frío (Guenkov, 1983)

#### 2.4.5. -Temperatura.

La cebolla tiene exigencias diferentes a lo largo del ciclo productivo.

Las semillas germinan en el rango óptimo de 18 a 25 ° C, en el cual emergen de 7 a 10 días. El rango óptimo para el desarrollo vegetativo es de 20 a 23 ° C. En caso de cierta escasez de luz, debe considerarse como óptimo el rango de 12 a 16 ° C (GUENKOV 1969). De 25 a 35 ° C la planta crece pero a un ritmo poco acelerado, y a temperaturas mayores a 35 ° C padece intensamente (PEÑUELAS 1974).

La emisión de raíces se inicia de 2 a 3 ° C , pero el rango óptimo es de 5 a 10 ° C.

El rango óptimo de temperatura para la formación del bulbo es de 12 a 24 ° C (GUAJARDO 1970)

La vernalización de las yemas florales se realiza más rápidamente en un rango de 2 a 10 ° C, aunque para que esto ocurra es necesario que la planta cuente con cantidades considerables de sustancias nutritivas en reserva. La temperatura alta demora en general la emisión de tallos florales.

Almacenamiento, los bulbos de las variedades picantes pueden soportar una baja temperatura - de 12 a 14 ° C bajo cero - sin sufrir daño, debido al alto porcentaje de sólidos que contienen en

relación con las variedades dulces, las cuales no soportan las temperaturas menores de 0 ° C (GUENKOV 1969).

#### 2.4.6. -Fotoperíodo.

Las variedades difieren en sus exigencias en cuanto a la longitud del día.

Valadez (1990), clasifica periodo corto 10 a 12 horas luz, intermedio 12-14 horas o largo 14 o más hr.

La insatisfacción en los requerimientos de fotoperíodo, puede acarrear floración prematura o evitar formación de bulbos.

Para la producción de semilla hay que tener en cuenta que el fotoperíodo tiene cierta interacción con la temperatura, no obstante este último factor es el determinante en cuanto a floración (COLLUM 1980).

Las cebollas son sensibles a la longitud del periodo oscuro y en realidad deberían ser llamadas plantas de noche cortas.

Cuando no se cumple con el periodo indispensable de horas luz diarias para cada cultivar, el comportamiento puede presentar una maduración demasiado temprana del bulbo, un crecimiento vegetativo indefinido o un cambio en la etapa de formación del bulbo hacia la renovación del crecimiento vegetativo.

En México solo se explotan variedades de fotoperíodo corto y sembrando cultivares de fotoperíodo largo no se forma la parte comestible, originando un disturbio fisiológico llamado "cuello de botella"; sin embargo actualmente con un biorregulador llamado Etefón, se puede forzar la formación y desarrollo del bulbo de cualquier clasificación de fotoperíodo (Yamaguchi, 1983 citado por Valadez, 1989).

#### 2.4.7. - Temperatura y Fotoperíodo

La interacción de temperatura y fotoperíodo no se puede pasar por alto, puesto que temperaturas de 15 a 21 ° C en promedio y los fotoperíodos largos, son necesarios para las variedades que comúnmente se siembran en días largos (Casares, 1984).

Thompson y Smith, citados por Contreras (1986) indican que la longitud del día por sí sola, no determina la formación del bulbo, sino que es determinada por la interacción de la longitud del día y la temperatura.

#### 2.4.8. - Calidad e Intensidad de luz.

La calidad de la luz puede variar la respuesta al fotoperiodo, la longitud óptima del fotoperiodo es determinada en grado significativo por la composición espectral, de longitud conocida (Butt, 1968).

En investigaciones con luz incandescente y luz fluorescente en la formación de bulbo se concluyó para las variedades estudiadas que la luz incandescente usada para suplementar la luz natural del día y extender el fotoperiodo hasta 16 horas fomenta la formación del bulbo no así cuando se uso luz fluorescente (Woodbury y Ridley, 1970)

La superioridad de la luz incandescente sobre las otras se debe a la proporción de rojo.

#### 2.4.9. – Fisiología del cultivo.

##### Etapas fenológicas.

La semilla germina produciendo una planta que en su primer año elabora y almacena alimentos en la base de sus hojas, durante la maduración del bulbo, los limbos foliares mueren y las partes envainadoras de las hojas externas se desecan y forman una protección exterior al año siguiente la yema terminal del eje se activa y florece - si ya ha sido vernalizada-. Si todas las reservas almacenadas en el bulbo se consumen durante la formación de flores y semillas, la planta muere: Esto confiere a la planta un carácter bianual. Si la reserva alimenticia no se consume totalmente o la utilización de la misma se interrumpe por el corte de la flor, el bulbo volverá a proveerse de alimentos durante la estación de crecimiento, mediante la brotación de yemas axilares vegetativas, y permanecerá entonces como planta perenne (GUAJARDO 1970).

#### 2.4.10. –Plagas y enfermedades.

##### Plagas.

Las plagas principales de este cultivo son: Trips (*Thrips tabaci*), gusano soldado (*Spodoptera exigua*) y minadores de la hoja (*Liriomusa pusilla* y *L.brassicae*). la mosca de la cebolla (*Hylemya antiqua*). De menor importancia, pero con cierta incidencia en los cultivos del país, tenemos cinco plagas: Pulgón (*Macrosiphum pisi*) , cortadores (*Prodenia eridana* y *Agrostis repleta*) , gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) , chinche (*Halticus sp.*) y chinche lygus (*Lygus sp.*)

##### Trips (*Thrips tabaci*).

Es un insecto muy pequeño que se puede localizar en medio de las hojas más jóvenes, por lo que es necesario inspeccionar las plantas periódicamente para observar su presencia y la magnitud del problema. Cuando las poblaciones de estos insectos son altas, el daño puede ser severo y las plantas presentar un aspecto blanquecino o plateado; lo anterior impide el desarrollo de la planta y por lo tanto reduce en gran medida el rendimiento (INIA 1976)(HUME 1971).

El control debe iniciarse en cuanto aparezcan los primeros insectos en la planta.

##### Enfermedades.

Las enfermedades más comunes se presentan en el cultivo de la cebolla en nuestro país, son las siguientes: Mancha púrpura (*Alternaria porri*), cenicilla algodonosa (*Pernospora destructor*), carbón (*Urocystis cepulae*), Pudrición del cuello (*Botrytis allii*), pudrición basal (*Fusarium oxysporum*), tizne (*Colletotrichum circinan*); todas las anteriores causadas por hongos; la pudrición blanda bacteriana (*Erwinia carotovora*), y la pudrición de la raíz (*Ditylenchus dipsaci*) causada por un nemátodo. También se presentan, aunque con menos frecuencia, la estrechez del cuello (*Fusarium sp.*) y la raíz rosada (*Pyrenochasta terrestris*) (GUAJARDO 1970).

#### 2.4.11.- Variedades y densidades

A continuación se describen las variedades empleadas en el presente trabajo cabe aclarar que se buscaron variedades que fueran recomendadas para cebolla de rabo sin encontrar en la bibliografía alguna variedad específica por lo que se utilizaron dos variedades de fácil adquisición y que tienen demanda para explotaciones comerciales.

Variedad Híbrida "Z-506", "Reyna blanca".

Esta variedad es 15 días más temprano, es decir que se puede cosechar hasta 15 días antes que la variedad "Suprema", ya que su ciclo vegetativo es más corto (150 a 160 días), aún sembrándola el mismo día que "Suprema". No florece prematuramente (menos del 3% de floración). Posee alta resistencia a la pudrición rosada (*Pyrenochaeta Terrestris*, Hans). En la cosecha más del 50% es de tamaño Jumbo, es de color blanco y de días cortos. Es lanzada al mercado nacional en los estados de Guanajuato, Chihuahua, Coahuila e incluso en el Estado de México en aproximadamente 1988. (Newman Seeds Co., 1988)

Variedad "Cojumatlán Blanca".

Es una variedad de amplia adaptación a diferentes climas, propia para sembrarse en época de lluvia por ser resistente a enfermedades fungosas. Los bulbos son blancos, de forma plana, de medio globo. Su ciclo desde la siembra es de 180 días. Se le puede sembrar en todas las regiones cebolleras del país durante la primavera y el verano.

#### DENSIDAD

Por lo que respecta a la densidad tenemos que la bibliografía recomienda para cultivo tradicional en tierra una siembra en surcos separados a 92 centímetros a doble hilera, con una separación de 25 centímetros entre estas y a distancias de 10 centímetros entre plantas dando una densidad de población mayor a las 200 000 plantas por hectárea, existiendo una densidad de 400 000 plantas cuando se siembra a 25 centímetros entre surcos y 10 centímetros entre plantas esto cuando no es mecanizado el cultivo. (Murillo, 1989)

## III CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO EN HIDROPONÍA

### 3.1. - ANTECEDENTES

El término hidroponía deriva de los vocablos griegos "Hydro" o "Hudor", que significa agua y "Phonos", equivalente a trabajo o actividad, literalmente se traduce como "trabajo del agua" o "actividad del agua".

Se puede definir a la hidroponía como un sistema de producción en que las raíces de las plantas se riegan con una mezcla de elementos nutritivos esenciales, disueltos en agua y en el que, en vez de suelo, se utiliza como sustrato un material inerte, o simplemente la misma solución. (SANCHEZ Y ESCALANTE 1989)

En 1938 grandes horticultores de Estados Unidos trabajaron con tinas hidropónicas fracasando debido a la falta de información sobre el sistema y a lo costoso de los accesorios.

Durante la Segunda Guerra mundial el ejército de los Estados Unidos construyó varias instalaciones hidropónicas a fin de alimentar a sus soldados.

Durante el período de la ocupación estadounidense al Japón el ejército construyó en la isla de Chotú la instalación hidropónica más grande del mundo con 31 hectáreas. Después de esta guerra, el desarrollo de la hidroponía se incrementó, tanto a nivel comercial, como en programas de investigación.

### 3.2.-Cultivo en grava

#### Características generales

Se puede definir al cultivo en grava como aquel sistema hidrópico que comprende a los métodos en que las plantas crecen en un sustrato, generalmente no absorbente, y cuyas partículas quedan comprendidas entre los 2 mm y 2 cm de diámetro.

De entre los muchos materiales que se consideran como grava y que se utilizan con frecuencia en la hidroponía, destacan los siguientes: basalto, granito, tezontle, piedra pómez, pedazos de ladrillo, carbón, poliestireno, poliuretano, cascarilla de arroz, etc.

La solución nutritiva se suministra, casi exclusivamente, mediante sub-irrigación, es decir, la solución se aplica al fondo de la tina o recipiente y va mojando la grava de abajo hacia arriba.

El cultivo en grava requiere el uso de tinas impermeables.

Como sustrato para las raíces se coloca dentro de las tinas un medio, generalmente no absorbente, con partículas relativamente grandes para asegurar una excelente aireación (más de 2 mm de diámetro), pero no tan grandes que no retengan la suficiente humedad para las raíces. Tan pronto como la solución es forzada dentro de las tinas y circula de abajo hacia arriba, el bióxido de carbono, producto de la respiración radical, es expulsado de la grava; al drenar la solución rápidamente, el sustrato succiona aire nuevo, que es aprovechado por las raíces de las plantas en cultivo. Las partículas de grava retienen sobre sus superficies (y también dentro de las partículas de materiales porosos) humedad suficiente para permitir un crecimiento satisfactorio.

La solución puede reutilizarse por un tiempo indefinido (si se realizan análisis químicos frecuentes y se restituye el agua perdida por transpiración) o bien renovarse periódicamente.

En función de su tamaño y de otras características propias, las partículas de grava empiezan a secarse después de unas pocas horas y necesitan regarse con bastante frecuencia por lo que a nivel comercial se requiere de un equipo de bombeo muy eficiente.

#### Problemas técnicos

El cultivo hidropónico en grava presenta ciertos problemas técnicos de considerable importancia.

Acidez de la solución: buenos resultados manteniendo la acidez de la solución dentro del rango ligeramente ácida.

Nivel de fosfatos: Cantidades excesivas de este radical conducen a la precipitación de microelementos en la misma (principalmente fierro). Se recomienda no sobrepasar los seis milimoles de concentración de fosfatos.

El manejo adecuado del nivel de fosfatos favorece la regulación de la acidez de la solución debido a su acción estabilizadora. Una concentración entre dos y cuatro milimoles favorece esa acción.

Nivel de fierro: uno de los principales problemas del cultivo en grava es el de mantener un nivel adecuado de fierro en la solución nutritiva.

Aunque a menudo se encuentra suficiente hierro en el agua y en las impurezas de los fertilizantes comerciales para satisfacer la demanda de las plantas, se recomiendan adiciones frecuentes en pequeñas concentraciones. Un exceso de hierro puede causar una deficiencia de fósforo, por eso las adiciones deben ser del orden de una parte por millón (ppm).

Características físicas. Los principales problemas relativos a las características físicas del cultivo en grava comprenden: tipo y características de la grava, aireación, requisitos del drenaje, frecuencia de irrigación, volumen de la solución, lavado de la grava y temperatura de la grava.

Tipo y característica de la grava: existe, como ya se mencionó una variedad de sustratos denominados convencionalmente como grava. Cada uno de ellos posee ciertas características ventajosas algunas y desventajosas otras, que hay que tomar en cuenta al seleccionarlos. Para lograr un crecimiento satisfactorio de las plantas, la grava debe poseer varias características deseables como las que a continuación se enumeran:

1. -No contener materiales tóxicos. En algunos tipos de carbón se pueden encontrar excesivas cantidades de boro o de compuestos azufrosos, por lo que se recomienda lavarlos concienzudamente y/o tratarlos con una solución de silicato de sodio.

El problema más común es, sin embargo, la excesiva acidez o alcalinidad del sustrato, provocada ya sea por sustancias extrañas o por que el tipo de grava sea así por naturaleza. Para corregir la alcalinidad se puede lavar profusamente el sustrato con agua, con una solución ácida, o bien con una solución de superfosfato. En caso de excesiva acidez (situación poco frecuente en la práctica) se sugiere el lavado con agua, con una solución de hidróxido de potasio o con una solución de superfosfato.

2. - El medio debe propiciar un excelente drenaje. El tamaño de las partículas, la presencia de material extraño como arena, suelo o fango y la porosidad de la grava, son los principales factores relacionados a esta característica. Todo el líquido libre debe ser drenado; sólo una pequeña película de humedad (y nutrientes) debe quedar retenida en la superficie de las partículas.

3. - La grava debe proveer una buena retención de humedad el principal factor involucrado es el tamaño de las partículas; influye, además, el hecho de que las partículas irregulares o planas tienen superficies de contacto más grandes, lo que les permite una mayor retención de humedad.

La porosidad también es importante, sin embargo, presenta algunos problemas; por ejemplo, las gravas

porosas son difíciles de lavar y por lo tanto resulta casi imposible el remover impurezas y nutrientes que, incluso, pueden alcanzar niveles de toxicidad; por la misma razón la esterilización química se puede ver un tanto dificultada.

4. - Debe propiciar una aireación adecuada. Esta característica se relaciona con la retención de humedad y el drenaje.

5. - La grava debe tener la suficiente consistencia para ser durable. Algunos tipos de grava son suaves y se van descomponiendo con el tiempo dificultando el drenaje y, por consecuencia, la adecuada aireación.

6. - La grava no debe tener aristas cortantes. Algunos tipos de grava son filosos y pueden causar daño mecánico a ciertas plantas sobre todo en donde el viento es fuerte. (SANCHEZ Y ESCALANTE 1989)

Frecuencia de irrigación: depende de varios factores, tales como el tamaño y tipo de planta, las características de la grava y las condiciones climáticas. Para plantas pequeñas generalmente basta un riego al día: conforme las plantas crecen será necesario regar dos o tres veces al día. Las plantas de mucho follaje, como la lechuga, requieren riegos más frecuentes que las de poco follaje, como la gladiola. Las gravas no porosas requieren más riego al día que las porosas, y las partículas grandes más riegos al día que las pequeñas. Una alta temperatura o un viento constante hacen necesario una mayor frecuencia de irrigación. Generalmente, en un clima caliente, en verano se requieren de dos a tres irrigaciones al día. (SANCHEZ Y ESCALANTE 1989)

Es mejor proporcionar el mínimo de humedad necesaria que una cantidad relativamente alta. El mejor procedimiento para establecer la frecuencia de riego es observar a las plantas en crecimiento se retarda tanto por el exceso como por la falta de humedad en las raíces; se puede presentar clorosis o color verde oscuro en ambos casos; la principal diferencia estriba en que, tan pronto como la humedad es deficiente las plantas muestran síntomas de marchitamiento.

Ellis y Swaney (1963), mencionan que irrigaciones muy frecuentes en grava han causado clorosis en crisantemo y crecimiento definitivo retardado en jitomate, rábano y lechuga, en el trópico.

Cuando se irriga una vez al día se recomienda que se haga entre las 10 y 13 horas. Cuando se efectúan dos riegos al día, se sugiere dar el primero entre las 8 y las 10 horas y el segundo entre las 14 y 15 horas. Si son tres o más riegos se debe evitar el regar después de las 17 horas y antes de las 7 horas para evitar posibles carencias de oxígeno a nivel radicular.

Lavado de la grava: en caso de presentarse altas concentraciones de iones extraños, o toxicidad por exceso de algún nutriente, insecticida, fungicida, etc.; es recomendable lavar profusamente la grava con agua, hasta que la condición indeseable desaparezca. Normalmente con un lavado, pero en ocasiones puede necesitarse dos o más (SANCHEZ Y ESCALANTE 1989).

Temperatura de la grava: algunos autores sugieren, que para climas templados y fríos es conveniente calentar, aumentando entre 5 y 10 °C arriba de la temperatura nocturna, la solución nutritiva con el objeto de acelerar el crecimiento y desarrollo de las plantas. Cuando se instalan sistemas de circulación, la solución nutritiva puede ser forzada a pasar a través de una fuente de calor en unidades estacionarias el calentamiento puede ser a través de conductos eléctricos o de vapor.

Cualquier cambio de solución o agua que se añada a la misma solución, debe estar aproximadamente a la misma temperatura que la solución anteriormente presente.

En una instalación grande será muy conveniente contar con un tanque separado con un sistema de calefacción para precalentar el agua o solución nueva. (SANCHEZ Y ESCALANTE 1989)

Trasplante: la planta que se va a trasplantar puede provenir de otra grava, o de algún agregado o de suelo. En el primer caso se saca con cuidado la planta y se trasplanta al lugar definitivo con todo y las partículas de grava adheridas a la raíz. En el segundo caso, la planta se puede trasplantar a la grava dejando un bloquecito de agregado en las raíces o bien se puede lavar la raíz para que no se mezcle el agregado con la grava. Ellis y Swaney (1963) mencionan que, aunque la diferencia no es muy grande, se obtienen mejores resultados mediante el trasplante en bloquecitos de agregado estéril. Para trasplantar de suelo a grava se recomienda lavar bien las raíces para remover todo el suelo antes de pasar las plantas a la grava; esto se hace con el propósito de evitar la entrada de organismos, patógenos o no, a un medio que conviene conservar estéril.

#### Ventajas del sistema.

Constante renovación de aire para las raíces: este tipo de cultivo hidropónico es el que mejor aireación proporciona a las raíces de las plantas.

Fácil de automatizar: la sub-irrigación en grava favorece la implantación de mecanismos de control automático.

Menos costos de operación: esto es una consecuencia directa de la planeación del diseño y de la reducción de la mano de obra originada por la automatización.

Economía de nutrientes: las soluciones se pueden usar durante períodos relativamente largos de tiempo; además, en instalaciones comerciales grandes, el análisis químico de la solución para restituir los nutrimentos gastados está plenamente justificado.

Fácil de esterilizar químicamente: la grava es el material más fácilmente esterilizante con productos químicos como formaldehído, bromuro de metilo, agua oxigenada, etc.

Se facilita el combate de plagas: por ejemplo, muchos tipos de gusano trozador se pueden controlar inundando las tinas con solución, durante una hora aproximadamente; de esta forma, los gusanos, o se ahogan o se mueven a la superficie del líquido, de donde fácilmente pueden sacarse y destruirse.

A cielo abierto y bajo condiciones de lluvia, se controla mejor el volumen de la solución que en los métodos de cultivo en agregado.

#### Desventajas:

Los costos de construcción y equipo son elevados; esto se debe a la construcción de tinas y grandes depósitos impermeables, al gasto en bombas y/o de mayor capacidad, a mas tubería, válvula, relojes automáticos etc.

Las plantas se muestran menos tolerantes a las variaciones de nutrientes, pH y temperatura de la solución que bajo cultivo en agregado: por ello se demanda una mayor habilidad técnica y conocimientos de química y fisiología vegetal por parte de los horticultores o floricultores que manejan este tipo de cultivo hidropónico.

Mayor dificultad de anclaje para las plantas por esta razón, y sobre todo a cielo abierto, se requieren barreras rompevientos o de un sistema de soporte, ya sea individual o por hileras de plantas.

La grava sufre de calentamientos y enfriamientos extremos de acuerdo con la temperatura: debido a su alta conductividad térmica, la grava en clima cálido y con el sol de mediodía, se calienta tanto (sobre todo la de color oscuro) que puede producir quemaduras considerables en los tallos y hojas de las plantas; en cambio durante las noches frías, se puede enfriar tanto que afecte a las raíces y, por tanto, al crecimiento óptimo de la planta.

(SANCHEZ Y ESCALANTE 1889)

#### Cebolla e Hidroponía

La cebolla es una hortaliza de gran consumo entre nuestra población y que se consume todo el año de ahí la importancia por buscar las mejores variedades y técnicas de producción adecuadas y eficientes, el sistema hidropónico nos permite cultivar esta hortaliza con grandes ventajas como son: en lugares cercanos al mercado de consumo y en épocas difíciles para la producción en campo como lo es el invierno.

#### Ventajas de la hidroponía

Mayor limpieza e higiene

Mayor calidad del producto

Reduce consumo de agua

Reduce la contaminación del medio ambiente

Posibilidad de tener varias cosechas al año

Mayor producción por unidad de superficie

No depende de los fenómenos meteorológicos.

Reduce tiempo de cosecha.

## IV MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. - CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AREA EXPERIMENTAL

El trabajo experimental se realizó en un túnel localizado en la Delegación Cuajimalpa Distrito Federal situada en las siguientes coordenadas extremas: Al norte 19° 24'07" al este 99°14'46" y al oeste 99°22'04".

Clima predominante en la delegación. Cb(w2)(w)(i' )g. templado con verano fresco largo con oscilación térmica anual entre 5 y 7 °C (con poca oscilación). la precipitación pluvial de 1200 a 1500 mm anuales.

#### Características de la unidad

El trabajo experimental se realizó en un túnel que cuenta con un área total de 45 m<sup>2</sup> y una altura cenital de 2.20 m; dentro del cual se encuentra una cama con las siguientes dimensiones 1.20x15x0.15 m, utilizando como sustrato granzon, con un depósito de almacenamiento para la solución nutritiva de 1000 l de capacidad.

### 4.2. - DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se utilizó es completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones dando un total de dieciocho unidades experimentales.

El factor A cuenta con dos variedades de cebolla: variedad Reyna, y Cojumatlan.

El factor B cuenta con tres densidades de población siendo las siguientes:

baja 12 cm entre hileras y entre plantas, media 8 cm entre hileras y plantas y alta 4 cm en la misma relación.

#### Tratamientos

Se tiene una interacción de dos variedades del factor A con tres densidades del factor B para un total de 6 tratamientos, cada uno con tres repeticiones, para hacer un total de 18 unidades experimentales.

Arreglo de los tratamientos de acuerdo al diseño experimental:

Tratamiento 1: A1 B1

Tratamiento 2: A2 B1

Tratamiento 3: A1 B2

Tratamiento 4: A2 B2

Tratamiento 5: A1 B3

Tratamiento 6: A2 B3

Donde:

A= factor variedad

1= variedad Reyna

2= variedad Cojumatlan

B= factor densidad

1= 12x12 hileras y plantas

2= 8x8 hileras y plantas

3= 4x4 hileras y plantas

Unidad Experimental

Cada unidad experimental consta de una superficie de 1 m<sup>2</sup> y están distribuidas en las camas de crecimiento.

La densidad de población es de 69 plantas por metro cuadrado para la densidad baja, 156 para la media y 625 para la alta.

Ubicación de los tratamientos en las camas

A1B1

A2B2

A2B1

A2B3 REPETICION 1

A1B2

A1B3

A1B1

A2B3

A1B2

A2B1 REPETICION 2

A1B3

A2B2

A2B2

A1B2

A1B3

A2B1 REPETICION 3

A1B1

A2B3

#### 4.3. - DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

##### LABORES AGRONOMICAS

###### Descripción de variedades

Variedad Híbrida "Z-506", "Reyna blanca".

Esta variedad es 15 días más temprano, es decir que se puede cosechar hasta 15 días antes que la variedad "Suprema", ya que su ciclo vegetativo es más corto (150 a 160 días), aún sembrándola el mismo día que "Suprema".

No florece prematuramente (menos del 3% de floración). Posee alta resistencia a la pudrición rosada (Pyrenochaeta Terrestris,Hans). En la cosecha más del 50% es de tamaño Jumbo, es de color blanco y de días cortos. Es lanzada al mercado nacional en los estados de Guanajuato, Chihuahua, Coahuila e incluso en el Estado de México en aproximadamente 1988.

Variedad "Cojumatlán Blanca".

Es una variedad de amplia adaptación a diferentes climas, propia para sembrarse en época de lluvia por ser resistente a enfermedades fungosas. Los bulbos son blancos, de forma plana, de medio globo. Su ciclo desde la siembra es de 180 días. Se le puede sembrar en todas las regiones cebolleras del país durante la primavera y el verano.(Catalogo de Newman Seeds Co. 1988)

#### 1. -Lavado del Sustrato

Se lavó el granzón con agua corriente, utilizando una malla de alambre a fin de quitar residuos y arena.

#### 2. -Acondicionamiento de la cama.

A lo largo de la cama se colocó un tubo de PVC de 1.5" de diámetro, con perforaciones a lo largo y se depositó en el fondo de la cama, para el drenado se dio a la cama una pendiente del 2 al 3% y se colocó un tubo de PVC para el desagüe, mismo que se recuperó en el tanque de almacenamiento.

#### 3. - Desinfección del sustrato y la cama

El sustrato que se utilizó es gravilla el cual se lavó perfectamente con agua a fin de eliminar impurezas y arena posteriormente se esterilizó con una solución de hipoclorito al 6% durante 48 horas, posteriormente se lavó el granzón con agua corriente.

#### Nivelación del Sustrato

Se niveló el sustrato con una tabla, para dejar las camas con una profundidad de 12 cm para el trasplante.

#### Preparación de Almacigos.

Como almacigos se utilizaron charolas de poli estireno (unicel) con capacidad de 200 oquedades/charola las cuales se llenaron con vermiculita y en cada maceta se colocó una semilla el día 19 de febrero de 1996, posteriormente se regaron.

#### Trasplante

Se realizó el trasplante a los 41 días de estar en el almacigo

#### Riegos

Se utilizó el método de subirrigación aplicando dos riegos al día, a las 10 y 14 horas respectivamente. La solución se introdujo en la cama con el auxilio de una bomba de 1/2 HP, por el

tubo de riego y se mantuvo en ella con un tapón de hule, ésta acción permite la expulsión de CO<sub>2</sub> liberado por las raíces de las plantas, así como la absorción de nutrientes, drenando las camas después de 10 minutos, invirtiendo el proceso y permitiendo la aireación de la zona radicular de la planta y la absorción de O<sub>2</sub>.

### SOLUCION NUTRITIVA

La solución nutritiva se preparó con las siguientes concentraciones:

Elemento	Partes por millón	Fuentes
N	170	Nitrato de Amonio NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
P	55	Fosfato Diamonico 18-46-00
K	155	Nitrato de potasio KNO <sub>3</sub>
Ca	130	Sulfato de Calcio Ca(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·7H <sub>2</sub> O
Mg	45	Sulfato de Magnecio Mg(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
Fe	6	Sulfato Ferroso FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O

La solución se renovó cada 15 días.

Los micronutrientes se aplicaron con aspersiones aéreas.

Preparación y cambio de la solución: Se preparo y cambio la solución cada 15 días y por operatividad se realizó, los fines de semana, a las 8:00 A.M. estando lista al momento del riego a las 10:00 a.m..

El pH de la solución nutritiva se midió cada tercer día.

Cosecha Se realizó a los 118 idas de la siembra.

### Control Fitosanitario

Se monitoreó frecuentemente la presencia de plagas y enfermedades implementando un control inmediato de acuerdo al cuadro siguiente:

Plaguicidas y fungicidas	Formulación (%)	Dosis/Ha	Intervalo de seguridad (días)
Malatión	c.e.+ 84	1.0 litro	3
Maneb	p.h. +80	1.0 kilogramos	1

La aplicación de ambos se realizo a los 62 y 83 días a partir de la siembra

#### 4.4. - Toma de datos

Se obtuvo una muestra por cada unidad experimental; considerando el número de unidades experimentales aplicando la fórmula  $n-1$ . Tomando en cuenta lo anterior tenemos que:  $18-1=17$ , por lo tanto, se tomó una planta por cada 17, teniendo así una muestra de 37 plantas para la densidad alta, 9 plantas densidad media y 4 en la densidad baja por unidad experimental a las cuales se les evaluaron los siguientes factores:

##### 4.4.1. - Rendimiento Total de la planta

Se pesó cada planta en una balanza obteniendo así el peso promedio.

##### 4.4.2. – Calidad

Dentro de los parámetros evaluados para calidad tenemos:

que la Norma Oficial Mexicana para la Cebolla en estado Fresco NOM-FF-21, establece tres grados de calidad:

México Extra.

México 1

México 2

Cuando el producto no se clasifique conforme a la norma debe identificarse como no clasificado, lo que indica que ningún grado de calidad se ha dado al lote.

Defectos menores

Se considera defecto menor aquellos que afectan un 2 % del total de la superficie, así como ligeras deformaciones.

Defectos mayores

Se considera defectos mayores aquellos que afectan hasta un 10% de la superficie total y a las deformaciones

Defectos críticos

Se consideran defectos criticos a los ataques severos de plagas y enfermedades, así como la presencia de grietas y deformaciones severas.

La formula para calcular el porcentaje de producto defectuoso en un lote:

$$\% \text{ de defectuosas} = \text{Cantidad de defectuosas} / \text{cantidad inspeccionada} \times 100$$

el resultado indicara si el producto o lote esta dentro de los rangos indicados en las tablas de tolerancia correspondientes.

El tamaño de la cebolla se determina por su diámetro ecuatorial.

Tamaño	Cebolla Cambray
	Diámetro Ecuatorial (cm)
A	1.0 - 2.5
B	2.5 - 4.0

Grados de Calidad

Especificaciones	México extra	México 1	México 2
Generales	Bien desarrolladas, enteras, sanas, limpias, frescas cáscara lisa, de forma característica, sin humedad exterior anormal y libres de descomposición		
Tamaño	Podrán clasificarse en cualquiera de los tamaños específicos en la tabla correspondiente		
Color	De acuerdo a su color blanca o morada		
Defectos	Sin defectos	Uno menor	Uno mayor
Presentación por caja	Envasado con rigurosa selección y de aspecto global uniforme	Puede presentar variación en cuanto homogeneidad de tamaño	
Tolerancias de tamaño	5%	10%	15%
Defectos	Punto de embarque		Punto de arribo
Críticos	4%		5%
Mayores	6%		7%
Menores	10%		12%
Acumulativo	10%		12%
Pudrición	0.5%		1%
Fuente: Dirección General de Normas. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial México 1984			

Los parámetros de calidad evaluados fueron:

4.4.2.1. - Diámetro Ecuatorial y Polar

Una vez eliminada la parte aérea y las raíces con un vernier se midió el diámetro tanto ecuatorial y polar expresando el resultado en centímetros y calculando un promedio por unidad experimental.

#### 4.4.2.2. - Peso por Bulbo

Una vez eliminada la parte aérea y la raíz se peso el bulbo sacando el promedio por unidad experimental.

## V.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

El trabajo de evaluación poblacional y varietal de cebolla bajo la técnica en grava aportó los siguientes resultados:

Los tratamientos evaluados fueron:

T1= A1B1 = variedad Reyna densidad baja (12x12)

T2= A2B1 = variedad Cojumatlan densidad baja(12x12)

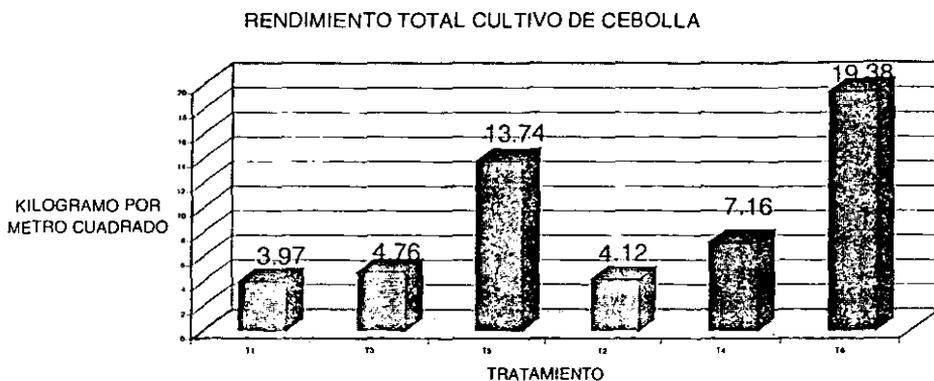
T3= A1B2 = variedad Reyna densidad media (8x8)

T4= A2B2 = variedad Cojumatlan densidad media (8x8)

T5= A1B3 = variedad Reyna densidad alta (4x4)

T6= A2B3 = variedad Cojumatlan densidad alta (4x4)

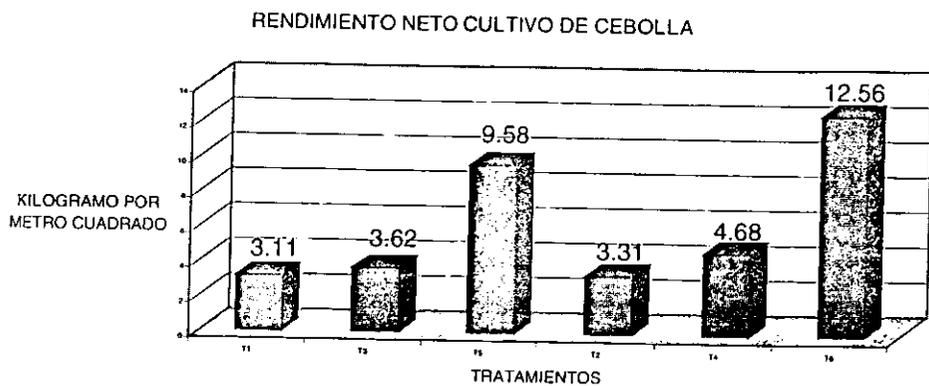
En la gráfica No.1 se observa que la respuesta a la variable rendimiento total el tratamiento que mejor resultado arrojó fue el T6 seguido por T5 y en forma descendente T4, T3, T2, T1.



El tratamiento que presentó los rendimientos más altos fue la variedad Cojumatlan en la densidad alta (4x4) seguida de la variedad Reyna también en la densidad alta

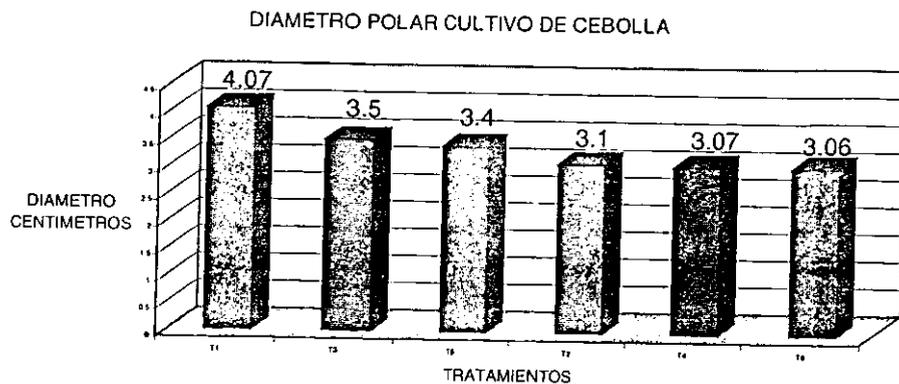
La gráfica No.2 representa el rendimiento neto del bulbo donde los tratamientos quedan de la siguiente manera en orden de mayor a menor:

T6, T5, T4, T3, T2 y por ultimo T1.

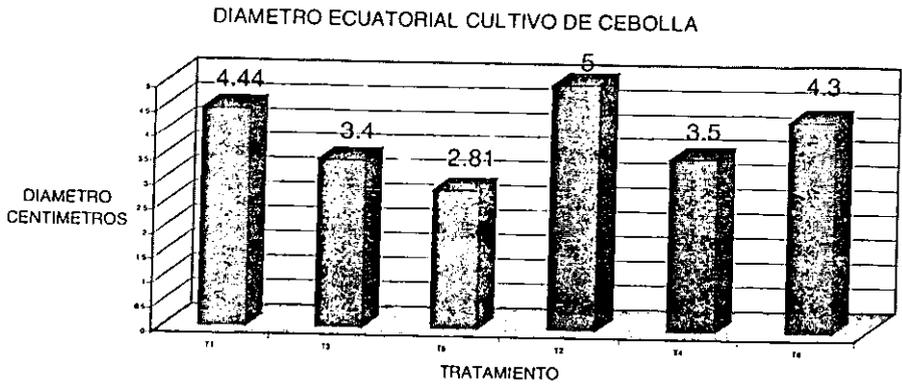


La gráfica No.3 referente al diámetro polar tenemos que los tratamientos quedan de mayor a menor:

T1, T3, T5, T2, T4 y T6.



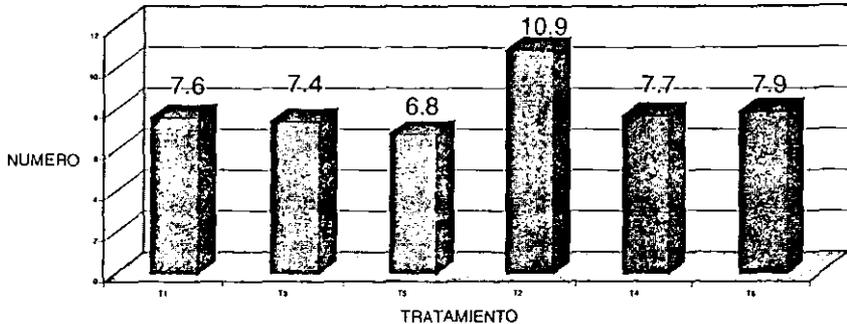
Gráfica No.4 diámetro ecuatorial los tratamientos se distribuyeron de mayor a menor:  
T2, T1, T6, T4, T3, T5.



El número de hojas envainadoras se muestra en la gráfica No.5 donde la respuesta de los tratamientos es:

T2, T6, T4, T1, T3, T5.

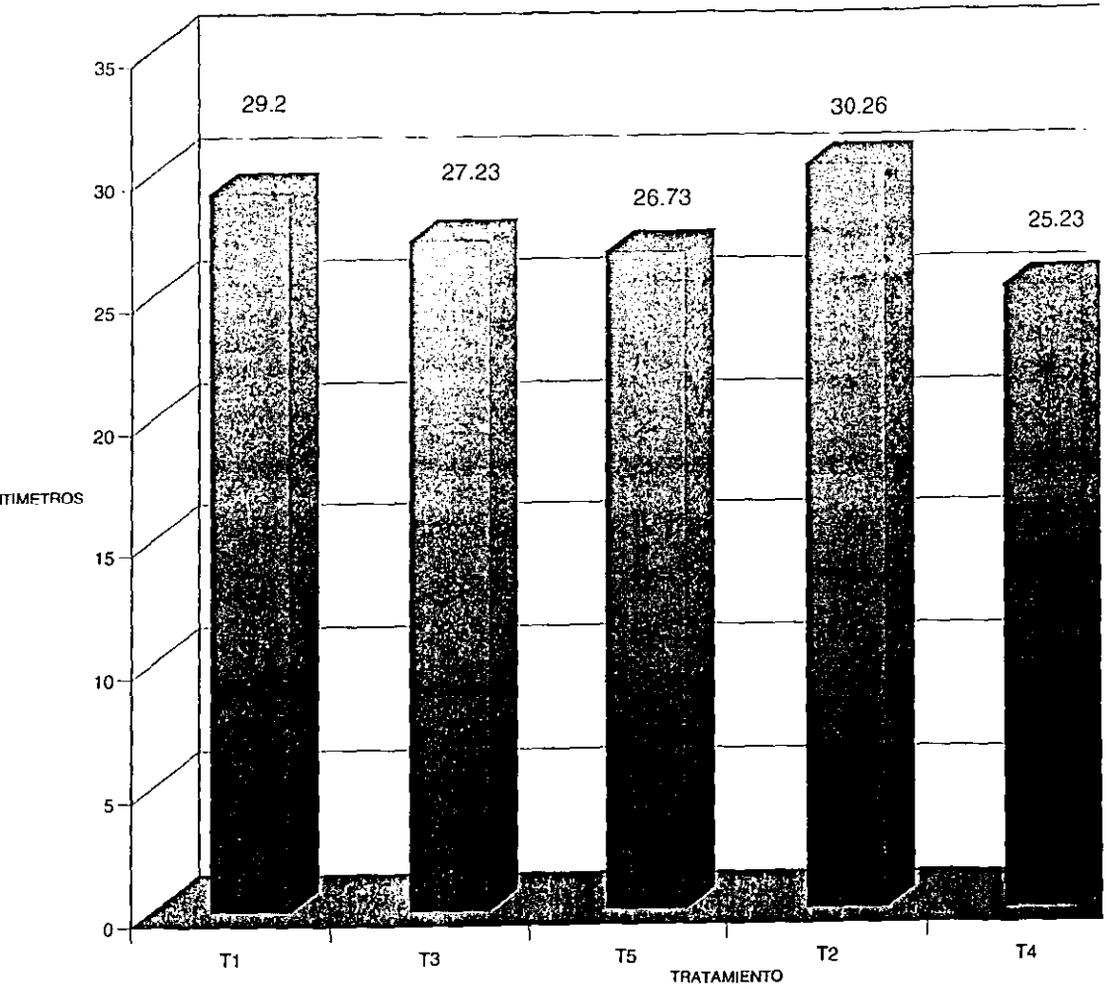
NUMERO DE HOJAS ENVAINADORAS CULTIVO DE CEBOLLA



La gráfica No.6 muestra la respuesta a la variable altura máxima de hoja envainadora quedando en el mismo orden de mayor a menor:

T6, T2, T1, T3, T5, T4.

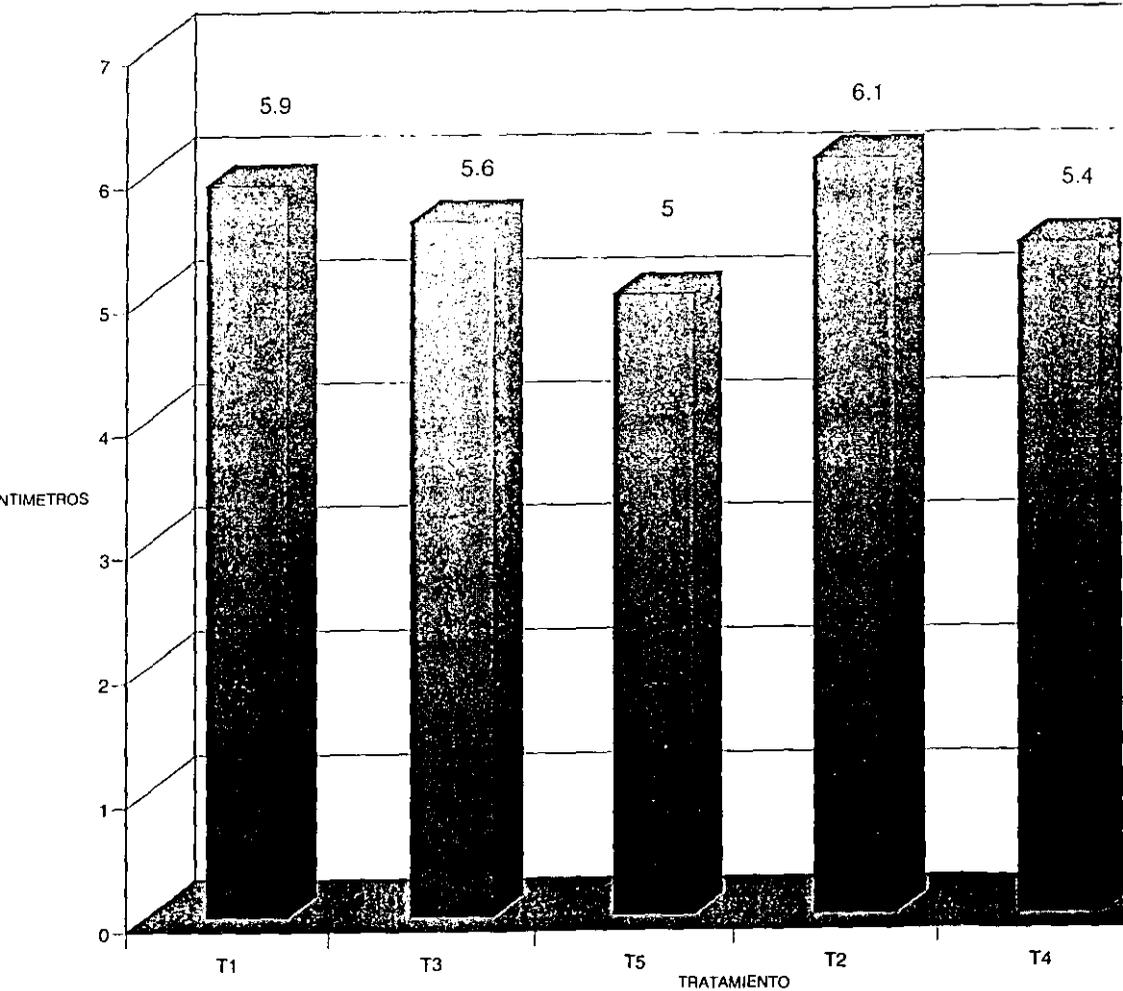
ALTURA HOJAS ENVAINADORAS CULTIVO DE CEBOLLA



La máxima longitud de la raíz fuera del terreno de cultivo se muestra en la gráfica No.7 en orden descendente tenemos:

T2, T1, T6, T3, T4, T5.

LONGITUD DE RAICES CULTIVO DE CEBOLLA



El cuadro No1 nos muestra el resultado promedio de las diferentes variables:

CONCENTRADO DE LOS RESULTADOS							
TRATAMI ENTO	PESO TOTAL	PESO NETO	DIAMETRO		NUMERO DE HOJAS	ALTURA DE HOJAS	RAIZ
	Kg/m <sup>2</sup>	Kg/m <sup>2</sup>	Polar cm	Ecuatorial cm		cm	Cm
A1B1	3.97	3.11	4.07	4.44	7.6	29.2	5.9
A1B2	4.76	3.62	3.5	3.4	7.4	27.23	5.6
A1B3	13.74	9.58	3.4	2.81	6.8	26.73	5
A2B1	4.12	3.31	3.1	5	10.9	30.26	6.1
A2B2	7.16	4.68	3.07	3.5	7.7	25.23	5.4
A2B3	19.38	12.56	3.06	4.3	7.9	31.16	5.7

De acuerdo con estos datos se procedió al análisis de varianza para cada variable teniendo que para:

Resultados de análisis de varianza peso total						
Causas de variación			Cuadrado medio			
	G.L.	S.C.		F	F05	F01
Variedad	5	601.5202	120.304	12.6805	3.33	5.64
Bloques	2	24.44278	12.2214	1.28818		
Error	10	94.87302	9.4873			

el peso total los datos arrojan una diferencia significativa entre los tratamientos por los que de acuerdo con la prueba de duncan (t 5%) para la comparación de medias se obtuvo que:

T6=19.38 A

T5=13.74 B

T4= 7.16 C

T3= 4.76 C

T2= 4.12 C

T1= 3.97 C

Medidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

Por lo que se observan tres grupos siendo estadísticamente mejor el tratamiento seis seguido por el tratamiento cinco y los restantes son estadísticamente iguales.

La variedad Cojumatlan a una densidad de 625 plantas por metro cuadrado resulto ser la mejor conjuntamente con la variedad Reyna a la misma densidad.

Se concluye para este experimento que la mejor densidad de siembra es de 625 plantas por metro cuadrado lo que se traduce en una plantación de 4 centímetros entre hileras y 4 centímetros entre plantas.

Aclaremos que para este experimento ya que el producto final que se obtienen es la cebolla de rabo conocida así en el mercado o como cebolla cambray donde los rendimientos a nivel nacional para 1998 son de 14.196 ton /Ha (Centro de estadística agropecuaria SAGAR) y en este trabajo es de 193.8 ton /Ha lo que nos da 13.6 veces mas de rendimiento.

Para la variable peso neto el análisis de varianza muestra los siguientes resultados:

Resultados de análisis de varianza peso neto						
Causas de variación			Cuadrado medio			
	G.L.	S.C.		F	F05	F01
Variedad	5	228.53	45.706	6.8007	3.33	5.64
Bloques	2	21.2972	10.6486	1.58443		
Error	10	67.2078	6.72078			

de donde se observa una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos.

Procediendo al análisis entre promedios tenemos que:

T6= 12.56 A

T5= 9.58 A

T4= 4.68 B

T3= 3.62 B

T2= 3.31 B

T1= 3.11 B

Se forman dos grupos perteneciendo el tratamiento seis y cinco a un mismo grupo siendo estadísticamente diferentes contra el resto que forman el otro grupo donde estadísticamente no existe diferencia significativa.

El mayor rendimiento se debió al mayor número de plantas por área y no al tamaño de las plantas ya que analizando los diámetros ecuatorial y polar cada variedad resulto mejor para densidades bajas. Por lo que el tamaño de la planta se puede decir que no se reflejo en el rendimiento. Aunque podría ser diferente el resultado si el cultivo fuera de cebolla y no de cebollin.

Las dos variedades en densidades de 625 plantas por metro cuadrado obtuvieron el mejor rendimiento sobresaliendo la variedad Cojumattan por encima de la variedad Reyna y dado que el trabajo busca la cebolla de rabo se concluye que la mejor variedad es Cojumattan a densidades de 4 X 4 .

Las densidades altas se pudieron establecer dado que la cebolla permite una penetración de luz y una mayor producción por unidad de superficie coincidiendo con (Mirafuentes 1985). Cabría la posibilidad de un nuevo experimento con densidades mas cercanas al valor de 4X4 ya que según (Donal citado por Rojas, 1991, Leal 1985 y Dominguez 1989) las densidades altas influyen en un menor rendimiento ya que existen factores como la competencia por espacio, luz, y bióxido de carbono para que los procesos fotosintéticos de la planta no se lleven a cabo en forma eficiente.

Según Jones (1963) la raíz embrionaria se distingue muy poco de las adventicias pero en esta técnica hidropónica si sobresalía este tipo de raíz.

El sistema radical limitado de la cebolla (Guenkov 1969) permite en esta técnica un mayor aprovechamiento del suelo ya que al ir los nutrientes hasta la parte superior donde se encuentra el sistema radicular la planta no tienen que perder energía en ir a buscar su alimentación iónica y por lo tanto la densidad alta de siembra no compete por los nutrientes al ser una área muy localizada y la raíz no requiere extenderse por lo que las plantas pueden estar mas juntas una de otra.

La absorción se ubica de 5-40 cm de profundidad y de 0-30 cm de radio (Jones 1963).

Dado que el fenotipo de la cebolla es de porte erguido mas que de porte horizontal la densidad de plantación se puede dar en números altos al poder colocar mas plantas en una superficie, ya que la competencia en este trabajo no es por los nutrientes, sino por el espacio que ocupa cada planta y como consecuencia de este la luminosidad en el cultivo.(Guenkov 1969).

En el cultivo tradicional la cebolla requiere de suelos migaron arenoso, fértiles, ligeramente ácidos y bien drenados, con la técnica hidropónica estas condiciones se cumplen en su mayoría como es el buen drenaje y con la solución nutritiva se dio lo de fértil y ligeramente ácido.

En cuanto a textura existen discrepancias algunos autores (Guajardo 1970) afirman que suelo debe ser ligero ya que no presentan problemas para secarse y facilitan la cosecha y permiten el buen desarrollo de bulbos, en este trabajo el suelo presenta este tipo de textura al considerar como sustrato grava.

Coincidimos con Edmon 1967 que reporta que el suelo ligero provoca menos retención de nutrientes y mal anclaje a la planta pero con la técnica empleada estos problemas se solventaron

con la irrigación dos veces al día y no existieron problemas de anclaje debido al microtúnel empleado y el control de las ráfagas de viento.

Tomando en cuenta lo que dice Bidwell 1987, que una respuesta de los cultivos esta dada por la interacción de tres factores que son: el genotipo, fenotipo y el medio ambiente.

Por lo que respecta a las condiciones de humedad y la limitación que presenta el sistema radicular para abastecerse de agua y nutrientes (Sandoval1974) en este trabajo no se presentaron problemas ya que la humedad se proporciono regando dos veces al día .

Guenkov 1969 reporta que el sistema radicular no tolera una alta concentración de nutrientes de la solución del suelo, por lo que debe dosificarse su aplicación y en este cultivo las concentraciones no fueron altas.

En cuanto al diámetro:

Resultados de análisis de varianza diámetro polar						
Causas de variación			Cuadrado			
	G.L.	S.C.	medio	F	F05	F01
Variedad	5	2.22677	0.44535	3.53537	3.33	5.64
Bloques	2	0.38942	0.19471	1.54569		
Error	10	1.25971	0.12597			

por el análisis de varianza nos indica una diferencia significativa entre tratamientos por lo que se procedió al análisis de medias arrojando los siguientes resultados.

T1=4.07 A

T3=3.54 B

T5=3.43 B

T2=3.17 B

T4=3.07 B

T6=3.06 B

El tratamiento uno fue el único con una diferencia significativa sobre el resto de los tratamientos.

Por lo que observamos que la variedad Reyna expresa mejor sus características fenotípicas en esta densidad coincidiendo con Newman seed Co 1988 en lo que respecta a que Reyna presenta un bulbo desinflado de ahí que el diámetro que sobresale es el polar.

En la variable diámetro ecuatorial

Resultados de análisis de varianza diámetro ecuatorial						
Causas de variación			Cuadrado			
	G.L.	S.C.	medio	F	F05	F01
Variedad	5	9.8038	1.96076	2.50932	3.33	5.64
Bloques	2	0.95867	0.47934	0.61345		
Error	10	7.81393	0.78139			

el análisis de varianza nos muestra que no existe una diferencia significativa:

Analizando las medias tenemos:

T2=5.00 A

T1=4.44 B

T6=4.32 B

T4=3.5 B

T3=3.4 B

T5=2.8 B

El tratamiento dos es el único con una diferencia significativa.

De nuevo podemos apreciar lo que reporta Newman seed Co 1988 en cuanto a que la variedad cojumatlan presenta mejor característica debido a su fenotipo globo grueso.

Se producen cebollas de mala calidad sobre todo en Reyna que hubo frutos cuates.

Es importante aclarar que aplicando la norma oficial mexicana NOM-FF-21 la calidad que se obtuvo para la variedad cojumatlan cae dentro de la especificación México 2 ya que presentaron un defecto mayor, en cuanto a la variedad Reyna se obtuvieron cebollas cuatas por lo que la clasificación sería no clasificado lo que indica que no se le ha dado ningún grado de calidad al lote.

Para el resto de las variables no existió diferencia significativa ni en la varianza así como en la comparación de medias por los que únicamente se anexan los cuadros de varianza.

Resultados de análisis de varianza altura de hojas envainadoras						
Causas de variación			Cuadrado			
	G.L.	S.C.	medio	F	F05	F01
Variedad	5	77.6567	15.5313	-0.0744	3.33	5.64
Bloques	2	35.2283	17.6142	-0.0843		
Error	10	-2088.8	-208.88			

Resultados de análisis de varianza numero de hojas envainadoras						
Causas de variación			Cuadrado			
	G.L.	S.C.	medio	F	F05	F01
Variedad	5	31.71	6.342	0.79206	3.33	5.64
Bloques	2	4.14167	2.07084	0.25863		
Error	10	80.07	8.007			

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

Resultados de análisis de varianza altura de raíz

Causas de variación			Cuadrado			
	G.L.	S.C.	medio	F	F05	F01
Variedad	5	557.639	111.528	-72.82	3.33	5.64
Bloques	2	563.15	281.575	-183.84		
Error	10	-15.316	-1.5316			

## VI CONCLUSIONES

La hipótesis uno que plantea que un cultivo responde mejor cuando se le planta a distancias mayores, sin embargo la técnica hidropónica permitirá obtener la misma respuesta a densidades mayores, consideramos que se cumple ya que a mayor densidad de plantación las dos variedades en cuanto a rendimiento obtuvieron valores altos es importante aclarar que la técnica proporciona los nutrientes necesarios y las plantas solo compiten por exposiciones foliares o las inherentes al fenotipo.

La densidad 4X4 es mejor pues la competencia es luz y el tipo de hojas de la cebolla permite reducir las distancias entre plantas.

El tratamiento seis que corresponde a la variedad Cojumattan a una densidad alta resulto ser el mejor.

Existiendo también una diferencia significativa para la variedad Reyna a densidad alta.

La hipótesis dos que menciona la variedad cojumattan responde mejor a densidades de 8 cm entre líneas y surcos no se cumple en este experimento ya que el mejor rendimiento se obtuvo a densidades de 4X4.

Las dos variedades responden mejor a densidades altas (4x4)

Con respecto a las densidades media y baja para ambas variedades no existe una diferencia significativa por lo que se concluye que en base a la inversión es más costoso la plantación de mayor numero de plantas para que al final el rendimiento no sea económicamente redituable.

Este trabajo se refiere a la cebolla de rabo o cebollín por lo que para una explotación comercial del bulbo las densidades podrían comportarse de distinta manera a lo aquí expuesto.

En cuanto al diámetro polar la variedad Reyna a una densidad baja resulto ser la mejor.

Por lo que respecta al diámetro ecuatorial la variedad Cojumattan a densidad baja fue significativamente la mejor.

El que cada una de las variedades sea la mejor en base a los diámetros consideramos se debe al fenotipo de cada variedad ya que en base al cuadro de Newman Seeds Co.,1988 clasifica a la

variedad Reyna como un globo desinflado y a la variedad Cojumatlan como globo grueso y desinflado.

Por lo que respecta a la hipótesis tres el cultivo de cebolla incrementa su rendimiento bajo el cultivo en grava esta es acertada ya que:

Se tienen 193.8 toneladas por hectárea para Cojumatlan y un incremento también en la variedad Reyna en el sistema hidropónico obteniendo 13.6 veces mas rendimiento que en el sistema tradicional donde se reportan 14.196 ton /ha según el centro de estadística agropecuaria SAGAR por lo que este sistema nos da mejores rendimientos.

## VII BIBLIOGRAFIA

- BIDWELL, R.G., 1979 Fisiología vegetal AGT. Editor, México .
- CRONQUIST, A.M. Introducción a la Botánica. Trad. Marino Ambrosio, A. ala 2 ed. en inglés. México, CECSA, 1977. 848 p.
- EDMON, J. B. y ANDREWS, F.S. Principios de Horticultura. Trad. Garza Flores, F. 3ed. México, Continental S.A. 1967. 575 p.
- GARCIA, E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. México, UNAM, Dirección General de Publicaciones, Instituto de Geografía, 1973.
- GUAJARDO MARTINEZ, A. Efectos de la distancia entre surcos sobre el rendimiento y tamaño comercial de la cebolla (*Allium cepa* L.) en Gral. Escobedo, N. L. Tesis Ing, Agr. Monterrey, México, Universidad de Nuevo León, Facultad de Agronomía, 1970. 43p.
- GUENKOV, G. Fundamentos de horticultura cubana. La Habana, Instituto del Libro, 1969. 355p.
- GUERRERO, A.J.R. y MARCIAL V.C.E. 1991, Efecto de la poda en un cultivo de jitomate (*Lycopersicon sculentum*, Mill.) bajo un sistema hidropónico de producción. Tesis, FES-C, UNAM.
- GUTIERREZ, I.I. 1992. Cultivos Hidropónicos. Semilleros en Sustrato y el Pimiento, revista. Ediciones Culturales. VER LTDA. Bogota, Colombia. pp. 345-360.
- HUME, W. Y KRAMP, K. 1971. Producción comercial de cebollas y guisantes. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- JONES A., H. and MANN K., L. Onions and their Allies New York, interscience publishers, 1963. 286 p.
- LEAL, Ch. M. 1985 Seminario: El invernadero. U.A.N.L. Marin, Nuevo Leon
- MC. COLLUM, W. Producing vegetable crops. Illinois, Interstate Printers and Publishers, 1980. 376p.
- MEXICO. CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS DE LA MESA CENTRAL. El cultivo de la cebolla en el estado de Morelos. México, INIA, 1976 . 11p.

MEXICO. DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL. Manual de plaguicidas autorizados en cultivos de hortalizas para 1980. México, SARH. 1980. 88p.

MEXICO. SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS. SUBSECRETARIA DE OPERACIÓN. Catálogo de cultivos bajo riego en México SARH, 1976.186 p.

MORRELL GRAUPERA, D. Hay dinero y salud en la cebolla. Barcelona, Sintés, 1973.

PEÑUELAS FONSECA, G. Efecto de fertilización con nitrógeno y estiércol en el rendimiento del cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) en Apodaca, Nuevo León, Tesis Ingeniero Agr. México, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, División de Ciencias Agropecuarias y Marinas, 1974.42p.

PENNINGSFELD F. Y P. KURZMANN. 1983. Cultivos Hidropónicos y en Turba. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. pp. 23, 49,50,56,57.

RZEDOWSKI, J. Vegetación de México. México, Limusa, 1978.

RESH; H.M.1992 Cultivos hidropónicos, nuevas técnicas de producción. Ed. Mundi-Prensa, Madrid España.

RODRÍGUEZ, G. E. 1989. Cultivos Hidropónicos. Revista, ICA-INFORMA, Bogota, Colombia. Pp. 5-14.

SANCHEZ, C .F. y ESCALANTE, R.E.R. 1989,Un sistema de producción de plantas hidroponía, principios y métodos de cultivo. Editado por UACH, Texcoco, Estado de México.

S.A.R.H. Dirección general de normatividad Agrícola 1980-1988.

TAMARO, O.1951.Manual de Horticultura. Ed. Gustavo Cilli, S.a. Cuarta Edición, D.F.

SOZA CORONEL, J. Estudios de fechas de siembra y cultivares de cebolla (*Allium cepa* L.) para deshidratado en el valle de Mexicali,B.C.N. Tesis Ing. Agr. Chapingo México, Escuela Nacional de Agricultura, 1972.51p.

TEJAS, B.1982.El cultivo de la cebolla en el Estado de Morelos y su mercadeo