

2
28
7



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

**EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE
FERTILIZACION EN EL PESO DE LAS
CABEZAS DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA
VAR. CAPITATA L) EN EL RANCHO
ALMARAZ FES-C.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA**

P R E S E N T A N :

**CARITINA BEATRIZ ALVAREZ DE LUCIO
RENE AVILA ARENAS**

1 9 8 8

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 está 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.

I N D I C E

- 1.- **Introducción**
- 2.- **Objetivos**
- 3.- **Hipótesis**
- 4.- **Revisión de Literatura**
 - 4.1.- **Clasificación Taxonómica**
 - 4.2.- **Origen e Importancia**
 - 4.3.- **Varietades Botánicas**
 - 4.4.- **Características Botánicas**
 - 4.4.1.- **Raíz**
 - 4.4.2.- **Hojas**
 - 4.4.3.- **Tallo**
 - 4.4.4.- **Flores**
 - 4.4.5.- **Semilla**
 - 4.5.- **Composición Química**
 - 4.6.- **Requerimientos Ambientales**
 - 4.6.1.- **Temperatura**
 - 4.6.2.- **Luz**
 - 4.6.3.- **Humedad**
 - 4.6.4.- **Suelos**
 - 4.7.- **Características de la Variedad Grandes Lagos 407**
 - 4.8.- **Nutrientes y esencialidad de los Elementos**
 - 4.8.1.- **Nitrógeno**
 - 4.8.1.1.- **Funciones del Nitrógeno en las Plantas**
 - 4.8.1.2.- **Síntomas de Deficiencia y Exceso**
 - 4.8.1.3.- **Contenido de Nitrógeno en el Suelo**
 - 4.8.1.4.- **Fuentes de Nitrógeno**
 - 4.8.1.5.- **Pérdidas de Nitrógeno**
 - 4.8.1.6.- **Fertilizantes Nitrogenados**
 - 4.8.2.- **Fósforo**
 - 4.8.2.1.- **Funciones del Fósforo**
 - 4.8.2.2.- **Síntomas de Deficiencia y Exceso**
 - 4.8.2.3.- **Fósforo en el Suelo**
 - 4.8.2.4.- **Fuentes de Fósforo**
 - 4.8.2.5.- **Pérdidas de Fósforo**
 - 4.8.2.6.- **Fertilizantes Fosforados**
 - 4.8.3.- **Efecto del Nitrógeno y Fósforo en la Lechuga**
- 5.- **Materiales y Métodos**
 - 5.1.- **Descripción de la Zona en la que se Encuentra ubicada la FES-Cuautitlán**

- 5.1.1.- Macrolocalización
 - 5.1.2.- Geología
 - 5.1.3.- Hidrografía
 - 5.2.- Características Climáticas
 - 5.2.1.- Temperatura
 - 5.2.2.- Precipitación
 - 5.2.3.- Viento
 - 5.2.4.- Sinistros Climáticos
 - 5.2.4.1.- Heladas
 - 5.2.4.2.- Tempestad Eléctrica
 - 5.2.4.3.- Granizo
 - 5.2.4.4.- Niebla
 - 5.2.4.5.- Viento
 - 5.2.5.- Tipo de clima
 - 5.3.- Suelos
 - 5.3.1.- Origen de los Suelos
 - 5.3.2.- Desarrollo del Suelo
 - 5.3.3.- Clasificación del Suelo
 - 5.3.4.- Características Físicas del Suelo
 - 5.3.5.- Características Químicas del Suelo
 - 5.3.6.- Clasificación del Suelo de Acuerdo a su Capacidad de Uso Agrícola
 - 5.4.- Vegetación
 - 5.5.- Materiales Empleados
 - 5.6.- Diseño Experimental
 - 5.7.- Desarrollo del Experimento
- 6.- Resultados
 - 7.- Análisis y Discusión de Resultados
 - 8.- Conclusiones
 - 9.- Recomendaciones
 - 10.- Bibliografía
 - 11.- Anexos

1.- INTRODUCCION

El cultivo de las especies hortícolas en el país es tan viejo como la misma historia de sus culturas. En la época prehispánica ya se cultivaba la calabaza, el chile, chilacayote, chayote y otros cultivos como el maíz y frijol. En el centro del país, la región más importante de producción fué la zona Chinampera, zona que aún a principios del siglo, era la surtidora para la ciudad de México de productos hortícolas, entre los que se destacan algunos introducidos de hoja como la col, lechuga y acelga; de raíz como el rábano y rabanito; de fruto como la calabaza, calabacita, chayote, chilacayote; algunos que se consideraron un buen tiempo como de colecta y que en la actualidad se cultivan como son el romerito, quintonil y púpalo quelite; además de la producción de flores que ha caracterizado a esa zona.

Los productos hortícolas además de ser más redituables, requieren de gran cantidad de mano de obra y se hacen atractivos para elevar el nivel de vida de los agricultores. Un cultivo con estas características es la lechuga, siendo un producto hortícola aceptado y consumido en cantidades considerables por la gente, debido a sus variados usos culinarios, su carácter refrescante y, lo más importante, su alto contenido en vitaminas y minerales.

El cultivo de la lechuga, dadas sus características, ha ido en aumento en el país, ocupando entre el quinceavo y vigésimo lugar, superado por la papa, tomate, chile, melón, calabacita y cebolla; produciéndose en cantidades similares que el ajo, col, coliflor, chícharo, fresa, espárrago, tomate de cáscara y ejote.

El cultivo de la lechuga en el centro del país, se ubica en un nivel técnico bajo, teniendo problemas de producción, financiamiento y comercialización, esto es debido a que existe poca investigación específica y organizada de este cultivo, haciéndose una necesidad la investigación de las hortalizas en general y sobre la lechuga en particular.

El cultivo de la lechuga, como el de todas las hortalizas en general, requiere de cuidados especiales, a diferencia de otras especies como los cereales; es por ello que es considerado como un cultivo intensivo.

Debido a que la lechuga responde favorablemente a la aplicación de insumos y al manejo técnico adecuado, conviene conocer específicamente la respuesta a las técnicas aplicadas de manejo y utilización de insumos. Igualmente, casi todas las hortalizas requieren de un manejo específico, ya que pocas se pueden desarrollar bien sin la aplicación de fertilizantes y muy pocas en condiciones de temporal.

Concretamente, la lechuga requiere de un manejo específico y la mayor parte de las regiones productoras de lechuga (en Jalisco, Puebla, B.C.N., Bajío, etc.), lo hacen bajo condiciones de riego y en todas ellas se recomienda la fertilización para que el cultivo resulte rentable.

En el Bajío se recomienda la fórmula 80-40-00; para el Valle de Mexicali se menciona la fórmula 150-40-00; de tal manera que en cada región encontramos una fórmula de fertilización que no siempre es la que utilizan los agricultores de la región; de ahí que nos haya llamado la atención

la fertilización de este cultivo.

Por lo antes mencionado, el presente trabajo esta encaminado a la investigación sobre la fertilización en el cultivo de la lechuga.

2.- OBJETIVOS

- A) Determinar el intervalo óptimo de dosis de fertilización con nitrógeno y fósforo en el cultivo de la lechuga, bajo condiciones de temporal en el Rancho almaraz de la FES-C, UNAM.

- B) Determinar el efecto de las aplicaciones unilaterales de nitrógeno y fósforo en el cultivo de la lechuga.

3.- HIPOTESIS

- A) El cultivo de la lechuga presenta una variación en su rendimiento debido a las aplicaciones de nitrógeno y fósforo, solos y combinados.
- B) La lechuga se desarrolla bien bajo condiciones de temporal en el Rancho Almaraz de la FES-C, UNAM.

4.- REVISION DE LITERATURA

4.1.- Clasificación Taxonómica.

Según Hernández X. (1962), la lechuga pertenece al reino Plantae, división Spermatophyta, clase dicotiledóneas, familia compositae, tribu Chichoraceas, género Lactuca y especie sativa.

4.2.- Origen e Importancia.

El origen de la lechuga no está bien definido; Vavilov (1951) plantea que es originaria del Mediterráneo, Casseres (1980), nos informa que se han encontrado en las tumbas egipcias formas ancestrales de lechuga que datan de unos 450 años antes de nuestra era; el mismo autor menciona que para el año 500 antes de nuestra era, la lechuga se conocía ampliamente en el Mediterráneo.

Herodoto (citado por Whitaker y Ryder, 1963), hace constar que los persas ya lo cultivaban hacia el año 500 antes de nuestra era, y que 200 años después, los griegos, romanos y egipcios ya distinguían las características de diferentes variedades. Tales autores afirman que la lechuga llegó a China de Occidente en los años 900 a 600 antes de nuestra era.

Por su parte, Guenkov (1983), afirma que la lechuga cultivada proviene de la especie silvestre L. esariola, la cual se encuentra en el Mediterráneo y Europa Central. En cambio, Tiscornia (1979), menciona que la lechuga es

originaria de Asia Central y la India.

La gran importancia de la lechuga radica en su precocidad y a la gran diversidad de tipos, que en conjunto hacen responder a este cultivo a diferentes condiciones climáticas, pudiéndose cultivar lechuga todo el año; sin dejar de mencionar su carácter refrescante y alto contenido de vitaminas y minerales.

4.3.- Variedades Botánicas.

Según García P. (1967), dentro de las variedades botánicas más importantes podemos considerar las siguientes:

- A) Variedad Longifolia o Romana.- Conocida comunmente como lechuga orejona, pues sus hojas no forman repollo, sino que la roseta empieza apenas a envolverse, presentando una forma cónica o cilíndrica. Pertenecen a este grupo las variedades comerciales Silao 76, Paris Cos, Torre Eiffel, Dark Green, Blanca de Paris, etc.
- B) Variedad Crispa.- Conocida como lechuga de hojas sueltas, ya que su roseta no forma cogollo, sino que se arrugan considerablemente sin alargarse, Pertenecen a ésta las variedades comerciales Black Simpson, Grand Rapids y otras.
- C) Variedad Capitata.- Conocida comúnmente como lechuga de cabeza, porque forma repollo, a este tipo pertenecen las variedades comerciales Alaska, Calmar, Osweego, Climax,

Cornell 458, Golden State A y B, las de la línea Grandes Lagos, 66, 118, 407, 428 y 659; Imperial 44, Imperial 47, Merito, Pennlake, Felix y Valverde.

4.4.- Características Botánicas.

La lechuga es una planta considerada anual.

4.4.1.- Raíz.

La raíz es pivotante (típica), encontrándose a una profundidad de 5 a 30 cm, extendiéndose las raíces secundarias de 5 a 20 cm de la raíz principal, en condiciones buenas del terreno, llegan a medir hasta 180 cm de profundidad (Guenkov, 1983).

4.4.2.- Hojas.

Las hojas de la lechuga son sésiles, lisas o rugosas, de color verde oscuro o claro, con tonalidades moradas o blancas, dependiendo de la variedad, rosetófilas, alternas, sueltas o formando cogollos; es la parte comestible de la planta (Guenkov, 1983).

4.4.3.- Tallo.

El tallo es erecto, no ramificado, en la primera etapa el crecimiento es lento, lo que hace que se formen los cogollos; en la etapa de crecimiento rápido forma el tallo floral, ramificándose en inflorescencias.

4.4.4.- Flores.

Las flores son perfectas, de color blancas o amarillas, agrupadas en capítulos, formando corimbos con 15 a 30 flores, una sola flor es terminal, el resto son axilares. Constituidas por un cáliz gamocépalo, corola gamopétala, en forma de arco con 3 o 5 pétalos; el ovario es unicarpelar, infero, el estilo se encuentra insertado en el tubo que forman las anteras, el cual se bifurca en dos ramas cúspides (Whitaker y Ryder, 1963).

La polinización se realiza en un breve tiempo en que las flores se encuentran abiertas, ocurriendo esto por las mañanas. Las anteras se desarrollan a medida que el estilo se desarrolla, los estigmas emergen del tubito formado por los estambres ya cubierto de polen. A pesar de esto, se ha visto que entre las plantas adyacentes puede haber un cruzamiento de hasta 17%, aunque el promedio de polinización cruzada es del 3% (Guenkov, 1983; Whytaker y Ryder, 1963).

4.4.5.- Semilla.

Las semillas son deprimidas, alargadas y puntiagudas en uno de los extremos, en algunas de las variedades las semillas son de color blanco plateado y en otras desde pardo hasta castaño obscuro. Las semillas maduran de 12 a 15 días después de la floración.

El peso absoluto según Guenkov (1983), es de 0.8 a 1.2 gramos. Rice (1977) señala que el porcentaje de germinación es del 80%, el número de semillas en una onza (28.59 gr.)

es de 2600 y tienen una longevidad de cinco años.

4.5.- Composición Química.

Ya se ha mencionado que una de las características importantes de la lechuga es su alto contenido de nutrientes. Según Rice (1977), el contenido de nutrientes para una lechuga Boston con un peso de 220 gr., es el siguiente:

Calorías	30
Proteína	3.00 mg.
Carbohidratos	6.00 mg.
Calcio	71.00 mg.
Hierro	4.40 mg.
Vitamina A	2130 UI
Tiamina	0.14 mg.
Rivoflavina	0.13 mg.
Niacinamida	0.60 mg.
Vitamina C	18.00 mg.

Para una lechuga de la variedad Iceberg, con una cabeza de 4 pulgadas y un peso de 450 gr., el contenido de nutrientes es el siguiente:

Calorías	60
Proteína	4.00 mg.
Carbohidratos	13.00 mg.
Calcio	91.00 mg.
Hierro	2.30 mg.
Vitamina A	1500 UI
Tiamina	0.29 mg.
Rivoflavina	0.27 mg.
Niacinamina	1.30 mg.
Vitamina C	29.00 mg.

Tiscornia (1979) citado por Torrijos (1987), nos dice que en 100 gr. de lechuga se encuentran los siguientes nutrimentos:

Agua	94.51 gr.
Albúmina	1.31 gr.
Lípidos	0.30 gr.
Hidratos de Carbono	3.00 gr.
Cenizas	0.88 gr.
Calorías	19
Vitaminas A, B ₁ , B ₂ y C	

4.6.- Requerimientos Ambientales.

4.6.1.- Temperatura.

Es sin lugar a dudas uno de los factores ambientales que más afectan la producción de lechuga. Torrijos (1985) menciona que la planta se hiela a -6°C , detiene su desarrollo a los 6°C y 32°C . En la fase de crecimiento rápido durante el día requiere de temperaturas de 14°C a 18°C y durante la noche de 5°C a 8°C ; en la formación de cogollos durante el día requiere de 10°C a 12°C y en la noche de 3°C a 5°C .

Hernández B. G. (1977) y Whytaker (1963), reportan que la temperatura óptima para el desarrollo de la lechuga es de 18°C a 25°C durante el día y de 3°C a 12°C durante la noche. La temperatura para la parte aérea no debe ser elevada debido a que aumenta la producción de latex, dándole un sabor amargo, no forma bien los cogollos y cuando la temperatura aumenta por varios días a 26°C , se desarrolla el escape floral, perdiendo así su valor comercial.

Torrijos (1987) menciona que las temperaturas mínimas que se requieren para la germinación son de 3°C a 5°C ; las óptimas son de 15°C a 20°C ; y las máximas son de 25°C a 30°C .

Rice (1977) reporta que la temperatura óptima del suelo para la germinación es de 74°F (18.3°C). la mínima es de 32°F (0°C) y la máxima es de 95°F (29.3°C).

Villalón M. (1983), menciona que para obtener mejores resultados en la producción de lechuga, se necesitan condiciones de temperaturas moderadamente frescas, tanto en el suelo como en la parte aérea y durante todo el crecimiento del cultivo, mencionando temperaturas nocturnas de 7.2°C a 10°C y temperaturas diurnas de 12.8°C a 26°C; señalando que mucho calor estimula la aparición de tallos florales, plantas poco compactas y facilitando el ataque de enfermedades. Igualmente menciona que las plantas de hojas rugosas son más resistentes a las altas temperaturas que las plantas con hojas lisas.

4.6.2.- Luz.

La lechuga es muy exigente en relación a la intensidad de la luz, se considera como una planta de fotoperiodo largo. En caso de escasez de luz, las hojas se adelgazan, no alcanzando las rosetas y repollos su desarrollo característico, los cuales son sueltos. Por esto, las lechugas no se desarrollan bien cuando se cultivan junto a plantas que les hagan sombra (Guenkov, 1983).

La semilla de la lechuga es muy sensible a la luz, germinando más si está depositada superficialmente, donde alcance algo de luminosidad (Willsie, CP, 1966, citado por Maldonado, 1985). La luz infrarroja inhibe la germinación, mientras que la luz roja la promueve (Whitaker y Ryder, 1963), esto se debe a que la germinación de la semilla requiere de la activación del fitocromo, el cuál se encuentra en su forma "Pr" que es fisiológicamente inactiva y tiene capacidad para absorber la luz de longitud de onda 660 nm,

correspondiente a la luz roja, para transformarse en la conformación "Pfr", la cual es fisiológicamente activa y con capacidad de absorber luz de longitud de onda de 730 nm, o luz infrarroja, para convertirse en la conformación "Pr". De esta forma, se dice que las semillas de esta especie son fotoblásticas positivas (Grajales y Martínez, 1987).

Hall, et al (1975) citado por Maldonado (1985), menciona que cuando existe alta luminosidad se reduce la producción de clorofila, volviéndose amarillentas las hojas.

Whitaker y Ryder (1963) mencionan que se deben evitar las altas y bajas luminosidades.

4.6.3.- Humedad.

La lechuga es una planta que se considera exigente en cuanto a humedad del suelo, ya que es una planta con alto gasto de agua y poca capacidad de absorción, debida al poco desarrollo de su sistema radical (García, 1977; Guenkov 1983; Tiscornia, 1979).

Durante las fases tempranas de su desarrollo radicular, la lechuga es muy exigente; durante la etapa de formación de cogollo o roseta, las exigencias son mayores, disminuyendo cuando los repollos y rosetas estan formadas, la humedad excesiva tanto de la parte aérea como de la raíz, fomenta el ataque de organismos fitopatógenos y la producción de cabezas sueltas. La humedad relativa debe ser de no más de 70% (García, 1977; Guenkov, 1983; tiscornia, 1979).

4.6.4.- Suelos.

Guenkov (1983), Whitaker y Ryder (1963), consideran que el pH óptimo es de 6.0 a 7.0, ya que es un cultivo muy sensible a los cambios de pH. Mencionan también que se desarrolla bien en suelos francos, migajones, con alto contenido de materia orgánica, de buena estructura, buena retención de agua y bien labrados.

4.7.- Características de la Variedad Grandes Lagos 407.

La variedad Grandes Lagos 407 pertenece a la variedad botánica Capitata. Planta que en altura alcanza un desarrollo de 20 a 22 cm, destacando más por su diámetro que alcanza hasta 25 cm en buenas condiciones ambientales y época.

Las hojas son redondas y muy anchas, con bordes no muy rizados. Son hojas crujientes con nervadura central muy desarrollada y ancha, forman cogollos consistentes. La semilla es de color blanco. Planta que se desarrolla muy bien como variedad de primavera y típica de verano, pudiéndose cultivar en otoño, resistente al empaque y al transporte a largas distancias.

Esta variedad es resistente al chamuscado de las puntas (Tip Burn), que es debida principalmente a desórdenes fisiológicos ocasionados por cambios bruscos de temperatura, alta humedad relativa y deficiencias nutricionales. La duración de su ciclo vegetativo es de 80 a 90 días (García P. 1967).

4.8.- Nutrientes y Esencialidad de los Elementos.

Los nutrientes minerales de las plantas han concentrado

el interés de muchos investigadores desde comienzos del siglo XIX, cuando se determinó por primera vez que el suelo aportaba determinado elemento requerido para el desarrollo vegetal (Gordon, 1984).

El suelo es considerado un material mineral no consolidado sobre la superficie inmediata de la corteza terrestre que sirve como medio natural para el desarrollo de las plantas, siendo importante la profundidad del suelo, ya que si el espesor del suelo es favorable, la penetración de las raíces también lo es (Ortiz, 1984).

Las plantas, los animales y los seres humanos, requieren de alimento que está compuesto por ciertos elementos químicos que a menudo son obtenidos de las plantas.

De acuerdo con Gordon (1984), los 16 elementos esenciales para el crecimiento vegetal normal, son los siguientes:

Carbono	(C)
Hidrógeno	(H)
Potasio	(K)
Oxígeno	(O)
Nitrógeno	(N)
Fósforo	(P)
Calcio	(Ca)
Magnesio	(Mg)
Azufre	(S)
Hierro	(Fe)
Manganeso	(Mn)
Zinc	(Zn)

Boro	(B)
Cobre	(Cu)
Molibdeno	(Mo)
Cloro	(Cl)

El mismo autor clasifica a estos elementos de la siguiente manera:

- A) **Macronutrientes.**- Que son los elementos que las plantas requieren en grandes cantidades. Dentro de esta categoría se encuentran el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Los primeros tres son considerados como primarios o básicos y el resto como secundarios.
- B) **Micronutrientes.**- Que son aquellos elementos que, siendo esenciales, se necesitan en cantidades menores, entre estos se incluyen el hierro, cobre, manganeso, zinc, boro, molibdeno y cloro; algunas veces a estos elementos también se les llama trazas o elementos menores.

Aunque el carbono, hidrógeno y oxígeno son absolutamente esenciales, generalmente no se les considera en estudios de nutrientes, debido a que se encuentran disponibles en grandes cantidades en el agua y el aire.

Blackman (Citado por Ortiz, 1982), menciona que se consideran tres criterios para reconocer si un elemento es esencial, éstos son:

- A) El ciclo vital de una planta no se puede realizar si un elemento es esencial y no está presente.

- B) La acción del elemento debe ser específica y su función no puede ser reemplazada por otro elemento o compuesto químico.
- C) El efecto sobre la planta es directo y debe formar parte de cualquier molécula necesaria para sus procesos fisiológicos.

4.8.1.- Nitrógeno.

El nitrógeno tiene vital importancia para la nutrición de la planta y su suministro puede ser controlado por el hombre. La planta para aprovecharlo debe encontrarlo en forma diferente al nitrógeno elemental, como lo son las formas nítricas y amoniacales; en leguminosas no es necesario aplicarlo, debido a que tales plantas presentan nódulos que lo fijan directamente de la atmósfera.

El crecimiento de los cultivos se ve limitado por las deficiencias del nitrógeno, este elemento ocupa una posición única dentro de los nutrientes extraídos del suelo.

4.8.1.1.- Funciones del Nitrógeno en las Plantas.

La gran importancia del nitrógeno en el metabolismo de las plantas no es exagerada, independientemente de la forma del nitrógeno absorbido por las plantas, éste es transformado en el interior de la planta en las formas de NH_2 , NH_3 y NH_4 . Una vez que el nitrógeno es absorbido, se reduce para la síntesis de compuestos más complejos y finalmente transformados en aminoácidos y proteínas. El nitrógeno es

un constituyente esencial de toda materia viviente, estas proteínas en las células vegetales, tienen una naturaleza más funcional que estructural (Tisdale, 1970).

Además de su papel en la formación de proteínas, el nitrógeno es parte integral de la molécula de clorofila y de algunas fitohormonas necesarias para el desarrollo de las plantas.

Cronquist (1981) menciona que el nitrógeno imparte el color verde oscuro a las plantas, promueve el desarrollo de las hojas y algunos tallos, produce una calidad mejoradora en las hortalizas que se cultivan por sus hojas, produce un desarrollo rápido en las primeras fases del desarrollo y aumenta el contenido de proteínas en los cultivos alimenticios.

Domínguez (1984), menciona que el contenido de nitrógeno en la planta varía entre el 2 y el 4% de la materia seca de ésta; un 80 u 85% corresponde a las proteínas y un 10% a los ácidos nucleicos.

Hernández E. (1965), encontró que el contenido de nitrógeno total de las hojas es superior a el de las raíces, la fluctuación va del 2.88 al 2.26% de la materia seca en las hojas de la lechuga, y de 1.63 a 1.13% de la materia seca de la raíz de lechuga.

4.8.1.2.- Síntomas de Deficiencia y Exceso.

Gordon (1984), señala que se ha observado con mayor

frecuencia deficiencias como:

- a) *Atrofia del crecimiento.*
- b) *Coloración foliar que va de un color verde pálido a al amarillo.*
- c) *Hojas más pequeñas que lo normal.*

Las hojas más antiguas son las más afectadas, ya que el nitrógeno es un elemento relativamente móvil y va extrayéndose de las hojas antiguas y trasladándose al follaje joven, debido a que se transporta por el floema.

El exceso de nitrógeno se detecta porque el follaje adquiere un verde oscuro, debilidad en los tejidos y un crecimiento vegetativo suculento. El mismo Gordon, menciona que el síntoma más estrechamente relacionado al exceso de nitrógeno es el retraso o la ausencia de floración o fructificación.

4.8.1.3.- Contenido de Nitrógeno en el Suelo.

Aproximadamente el 75% de los suelos cultivados en México y América Central, contienen en su capa arable entre el 0.2% y el 0.4% de nitrógeno total, aunque hay que tomar en cuenta los factores mencionados por Ortega (1978), los cuales son: clima, topografía y vegetación.

El contenido de nitrógeno disminuye conforme la temperatura aumenta, Ortega (1978) afirma que la cantidad de nitrógeno disminuye si los suelos tienen pendientes pronunciadas, se exponen a sequía o a pérdidas por erosión.

4.8.1.4.- Fuentes de Nitrógeno.

La obtención de fertilizantes está ligada a unas fuentes de materias primas que en unos casos son agotables, y en otros, no. El nitrógeno, que es el elemento más importante para la nutrición de las plantas, tenía antes fuentes muy limitadas (los productos derivados del pescado, sangre seca, excrementos, estiércol y otros restos orgánicos, subproductos amoniacales del gas de los hornos de coque, harinas de semillas oleaginosas, yacimientos de nitratos y guano), pero actualmente se dispone de la fuente inagotable del aire. Ello es posible gracias al descubrimiento del método industrializable de la síntesis del amoníaco, a partir del nitrógeno atmosférico, realizado por Haber y Bosch, en 1913 (Primo Y., 1981).

4.8.1.5.- Pérdidas de Nitrógeno.

Todos los fertilizantes nitrogenados se convierten en nitratos, los cuales junto con los formados por mineralización, son lixiviados por el agua que pasa a través del suelo, debido a que no existe un mecanismo que lo retenga (Rodríguez 1982).

4.8.1.6.- Fertilizantes Nitrogenados.

Los fertilizantes minerales son compuestos químicos que cuentan en su formulación con uno o más elementos nutrientes, los que en contraste con los abonos orgánicos, son concentrados y fácilmente solubles. Los fertilizantes en forma general, se pueden clasificar en: simples, mezclas y

complejos. Los fertilizantes simples son aquellos que contienen únicamente un nutriente. Las mezclas y los complejos son aquellos que contienen dos o más nutrientes en su formulación, la diferencia entre estos últimos estriba en que las mezclas se obtienen mezclando mecánicamente dos o más fertilizantes simples y los complejos se obtienen mediante reacciones químicas (Segura G., 1978).

Los fertilizantes nitrogenados son fertilizantes simples que contienen como único nutriente al nitrógeno, y a su vez se agrupan dependiendo de la forma en que esté presente el elemento, en:

- a) Nítricos.- Nitrato de sodio, nitrato de potasio.
- b) Amoniacales.- Amoníaco anhidro, cloruro de amonio, sulfato de amonio, soluciones amoniacales.
- c) Amidos.- cianamida de calcio, urea.
- d) Nítrico-amoniaco.- Nitrato de amonio.

Entre las mezclas de fertilizantes se encuentran una gran variedad de formulaciones, las cuales se elaboran a partir de fertilizantes simples, en las proporciones requeridas, previa formulación, la cual está en función de su demanda.

A los fertilizantes complejos pertenece el fosfato de amonio, que en el mercado internacional se le conoce con las siglas de DAP y contiene dos nutrientes, nitrógeno y fósforo. Las demás fórmulas, es decir compuestos que contienen los tres nutrientes, nitrógeno, fósforo y potasio, se pueden encontrar en una gran variedad, las cuales se fabrican en función de la demanda, la que está determinada dependiendo

del cultivo al que se vaya a aplicar (Segura G., 1978).

4.8.2.- Fósforo.

La gran importancia que tiene el fósforo para el desarrollo de las plantas, hace que sea importante su estudio tanto en los suelos como en las plantas, aunque las plantas lo requieren en menores cantidades que el nitrógeno y el potasio.

Al contrario de los nitratos, los fosfatos son fácilmente fijados por los suelos; en consecuencia, se efectúa poco movimiento o lixiviación del fósforo y no existen cantidades excesivas en la solución del suelo. Por lo tanto, los fosfatos deben aplicarse, cuando es conveniente hacerlo, de preferencia cerca de las raíces de la planta (Fundora, 1979, citado por Avila M. y Velasquez A., 1983).

4.8.2.1.- Funciones del Fósforo.

Debido a que los fosfatos solubles se combinan con los constituyentes del terreno para formar materiales de poca solubilidad, la difusión de los iones de fosfato en el suelo es lenta, tomando en cuenta que las raíces no explotan el terreno, se debe de aplicar mucho más fósforo como fertilizante del que se absorbe en la siembra (Rodríguez 1982).

El fósforo es un constituyente de los ácidos nucleicos, la fitina y los fosfolípidos; es esencial para la fotosíntesis y la respiración, para la división celular y para las transformaciones azúcar-almidón en las plantas. En la foto-

síntesis y en la respiración, los compuestos que tienen enlaces fosfato ricos en energía, son necesarios para la transformación de la energía en estas reacciones; en la división celular, los compuestos que contienen fósforo, las nucleoproteínas, son utilizadas para la formación del núcleo y en las transformaciones azúcar-almidón, la enzima invertasa contiene fósforo (Ortíz, 1980; citado por Avila y Velásquez, 1983).

El fósforo es vital en muchos aspectos del crecimiento vegetal, pero el valor más destacado se encuentra en el almacenamiento y transferencia de energía. La formación de trifosfato de adenosina (ATP), que contiene iones fosfato de alta energía que tiene mucha importancia en el metabolismo vegetal. Otros compuestos de los que forma parte el fósforo son los nucleótidos, los fosfolípidos y las coenzimas NAD y NADH. Por esto, es obvio que el fósforo es absolutamente esencial aunque en los tejidos se encuentre en cantidades menores que los demás elementos (Gordon, 1984).

Domínguez (1984), menciona que el contenido de fósforo en las plantas es del 0.1 % al 1.2 % constituido por: fosfolípidos, ácidos nucleicos (RNA y DNA) y nucleótidos.

A continuación y según Ortiz (1982), se enuncian algunas funciones del fósforo en las plantas en general:

- a) Estimula el desarrollo radicular inicial ayudando así al establecimiento rápido de las plántulas.
- b) Aplicado a las leguminosas, activa las bacterias ni-

trificantes y la formación de nódulos en las raíces, ayudando a la fijación de nitrógeno.

- c) Origina un comienzo rápido y vigoroso de las plantas.
- d) Es constituyente del ácido nucléico, fitina y fosfolípidos. Un abastecimiento adecuado de fósforo en el período de desarrollo inicial de las plantas, es importante en la formación de los órganos reproductores de las plantas.
- e) Produce la madurez temprana de los cultivos, principalmente de los cereales.
- f) Estimula la floración y ayuda a la formación de semilla.
- g) Aumenta la relación grano-paja.
- h) Mejora la calidad alimenticia de granos y otras cosechas.

4.8.2.2.- Síntomas de Deficiencia y Exceso.

Debido a la importancia vital en la transferencia de energía en la planta, una deficiencia de fósforo se manifiesta en la alteración del metabolismo de crecimiento, las hojas más antiguas tienden a caerse, debido a que el fósforo al igual que el nitrógeno, es móvil dentro de la planta y se desplaza del follaje más viejo al más joven a través del

floema; las hojas tienen un color más oscuro y algunas veces están deformadas, tienden a concentrarse los carbohidratos provocando la producción de antocianinas y la coloración roja o púrpura de las hojas y tallos (Gordon, 1984).

Cronquist (1981), menciona que una aplicación excesiva de fósforo sobre el nitrógeno, favorece una madurez temprana y una floración y fructificación vigorosa.

4.8.2.3.- Fósforo en el Suelo.

El fósforo en el suelo se presenta tanto en forma orgánica como inorgánica. Los compuestos de fósforo inorgánico se encuentran a su vez, divididos en dos grupos principales: los que contienen calcio y aquellos que contienen hierro y aluminio.

Las plantas absorben el fósforo sólo en forma de iones fosfato. Estos iones son el fosfato dihidrogenado ($H_2PO_4^-$), el fosfato monohidrogenado (HPO_4^{2-}) y el ión fosfato (PO_4^{3-}). De estas formas, la más utilizada debido a su mayor solubilidad es el $H_2PO_4^-$. Sin embargo, su disponibilidad depende del grado de acidez del suelo. En general, la variación del máximo aprovechable parece estar entre el pH 5.5. y 6.0 (Edmon, 1979, citado por Avila y Velásquez, 1983).

Cooke (1983), menciona que otro factor que afecta la disponibilidad de fósforo es el aumento de humedad, puesto que aumenta la cantidad de fósforo disponible en la solución del suelo y la facilidad de difundirse en las raíces.

Primo Y. y Carrasco D. (1981), indican que el fósforo añadido con los fertilizantes se fija en el suelo, en su mayor parte, y que la cantidad de fósforo que es aprovechada por los cultivos, en el período de un año, siguiente al abonado con fertilizantes fosforados solubles, no excede del 25 por 100 de la cantidad total añadida, siendo generalmente inferior al 15 por 100. Prácticamente todo el fósforo no absorbido queda fijado en los suelos, siendo muy poco el que se pierde por lavado. El fósforo fijado puede ser utilizado, paulatinamente, por los cultivos, en años sucesivos, pero en cantidades decrecientes.

Estos mismos autores señalan que las reacciones de fijación y movilización del fósforo en el suelo (dinámica del fósforo en el suelo) son muy diversas; dependen de gran número de factores y se producen alrededor de los gránulos del fertilizante y afectan sólo a una pequeña parte del volumen de suelo. La fijación de los fosfatos por los suelos se realiza por las bases cálcicas, por óxidos de hierro y aluminio o por minerales arcillosos. La arena no fija el fósforo de los fertilizantes y el limo lo hace en pequeña proporción. La mayor fijación se produce en la fracción coloidal.

4.8.2.4.- Fuentes de Fósforo.

Las fuentes más utilizadas de fósforo son el superfosfato de calcio simple y el superfosfato de calcio triple, como fuentes inorgánicas y los estiércoles y compostas como fuentes orgánicas. Existen fuentes complejas de fósforo como el fosfato diamónico que suministra un 18 % de nitrógeno y un 46 % de P_2O_5 .

4.8.2.5.- Pérdidas de Fósforo.

Los fosfatos tienen muy poca movilidad en el suelo, el desplazamiento de los fosfatos solubles depende del poder de fijación del suelo, de la humedad existente y de las condiciones de riego (Primo Y. y Carrasco D., 1981).

Ortiz V., 1980, menciona que el poder de fijación del fósforo en muchos suelos es tan grande que la regulación de la aprovechabilidad del fósforo es uno de los problemas más difíciles en el manejo del suelo y de los cultivos. El fósforo fijado es resistente a las pérdidas por lavado. Los suelos de textura fina tienen un poder más alto de fijación del fósforo que los suelos de textura gruesa.

4.8.2.6.- Fertilizantes Fosforados.

Según Segura 1978, los fertilizantes fosforados contienen como nutriente el fósforo y se dividen en tres subgrupos de acuerdo a la forma en que está combinado el elemento y el grado de aprovechamiento:

- a) Fosfóricos Solubles en Agua.- Superfosfato simple de calcio, superfosfato triple de calcio.
- b) Fosfóricos Solubles en Acido Cítrico o Citrato de Amonio.- Escorias básicas, fosfato Rhenania, fosfato dicálcico.
- c) Fosfóricos Insolubles en los Solventes Citados.- Los compuestos fosforados pertenecientes a este grupo

(roca fosfórica), constituyen la materia prima para la elaboración de fertilizantes fosforados.

Los compuestos del primer grupo son más adecuados, ya que su absorción es más rápida. El segundo tipo es apropiado para la fertilización de suelos ácidos.

Además, como se mencionó para el nitrógeno, existen las mezclas de fertilizantes, las cuales se elaboran a partir de fertilizantes simples; y los fertilizantes complejos como el fosfato de amonio.

4.8.3.- Efecto del Nitrógeno y Fósforo en la Lechuga.

La lechuga consume cantidades relativamente bajas de nutrientes, debido a la poca profundidad a la que están dispuestas sus raíces. Según Rodríguez S. (1982), citado por Torrijos (1987), las cantidades de nutrientes que extrae del suelo la lechuga, para producir 45 Toneladas por hectárea, es de 100 Kg/ha de nitrógeno; 35 Kg/ha de P_2O_5 ; y 200 Kg/ha de K_2O .

Esto no significa que pueda cultivarse satisfactoriamente en suelos de baja fertilidad, por el contrario, la lechuga produce los mayores rendimientos en suelos fértiles. Por lo anteriormente expuesto, se afirma que la lechuga no es muy exigente en cuanto a la cantidad de nutrientes, pero estos deberán estar disponibles cerca de las raíces en el momento oportuno para su asimilación (Whitaker y Ryder, 1963).

La lechuga responde bien a las aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio. Baker (1979), en un experimento hecho al norte de Washington, probó en el cultivo de la lechuga variedad Peenlake diferentes fuentes de nitrógeno, dosis de nitrógeno y fósforo, así como sitios y épocas de aplicación de fertilizantes nitrogenados, concluyendo que una favorable nutrición de la lechuga se obtiene aplicando en bandas de 28 a 56 Kg/ha de nitrógeno y 100 Kg/ha de fósforo y potasio.

Whitaker y Ryder (1963), mencionan que la colocación correcta del fertilizante es de suma importancia, ya que el fertilizante fosfatado es de poca movilidad en los suelos, procurando aplicarlo donde las raíces puedan asimilarlo. Lo contrario sucede con los nitratos que se mueven con facilidad en la solución del suelo. Por lo tanto, el material nitrogenado deberá aplicarse a un nivel bajo de las raíces en que la lixiviación sea mínima. Estos mismos autores mencionan que el fósforo es un elemento muy importante en las plantas recién nacidas, ya que se desarrollan más rápidamente cuando hay disponibilidad de este elemento que cuando no lo hay. Cuando la fertilización fosfórica es deficiente, se desarrollan plantas raquíticas, cloróticas y pequeñas, y por el contrario, si es excesiva, provoca un rápido crecimiento, se alarga el tallo y por consiguiente, no se forman las cabezas, en todo caso, éstas son suaves y livianas.

Torrijos (1987), experimentando en el laboratorio las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio en la lechuga, encontró que tanto el fósforo como el potasio son absorbidos por la lechuga en mayor proporción durante la primera etapa de crecimiento denominada de "crecimiento lento" o de

recuperación, que ocurre entre los 15 y 20 días de emergida la planta, el mismo autor nos dice que la absorción de estos elementos disminuye en la siguiente etapa llamada de "crecimiento rápido" entre los 20 y 40 días de emergida la planta, detectando además que las menores concentraciones de fósforo y potasio en los tejidos se encontraron entre los 60 y 65 días, cuando la planta está lista para cosecharse.

En la etapa de crecimiento lento, la planta absorbe menor cantidad de nitrógeno, en comparación con la etapa de crecimiento rápido y disminuyendo cuando la planta está lista para cosecharse. Por último, recomienda que la fórmula 120-40-00 es la que se debe aplicar.

Moreno (1977), realizando un experimento en Chapingo, Estado de México, probó láminas de riego por goteo y dosis de fertilización nitrogenada (100-60-00, 90-60-00, 80-60-00 y 60-60-00), llegó a la conclusión de que no hay diferencias entre estas dosis y recomendando la 60-60-00 (testigo), por ser la más barata.

Hernández E. (1965), en un estudio de las relaciones de crecimiento y absorción de elementos nutritivos en lechuga, en Santiago de Chile, encontró que la lechuga absorbe más nutrientes en el último tercio del período de desarrollo del cultivo, coincidiendo con el mayor desarrollo de la planta; la misma autora, afirma que el nutriente que más absorbe es el nitrógeno y siguiéndole en orden decreciente, el potasio, sodio, calcio y fósforo.

En un estudio hecho en la Facultad de Estudios Superio-

res Cuautitlán por el M.C. Flores R. (1981), con suelo de las parcelas de la misma Facultad, cultivó lechuga en invernadero, probando las dosis de fertilización nitrogenada 60, 80, 100, 160 y 200 Kg/ha, obteniendo rendimientos en peso seco de hasta 31 a 55%, con respecto al testigo, en la dosis de 100 y 200 Kg/ha.

El mismo autor probó dosis de fertilización fosforada, variando las cantidades de fósforo con una misma cantidad de nitrógeno, las cantidades de fósforo fueron 40, 60, 100 y 200 Kg. de pentóxido de fósforo por hectárea, con una misma dosis de nitrógeno (60 Kg/ha). Con 200 Kg/ha de nitrógeno probó las dosis de 160, 100 y 200 Kg/ha de fosfato, obteniendo los máximos rendimientos en peso seco con la fórmula 160-200-00, siendo ligeramente inferior el obtenido con la dosis 200-00-00, los otros fueron similares a las dosis bajas únicamente. Este autor concluye que no hay una respuesta definida para la aplicación de fertilizantes fosfatados, debido a que estos suelos son fijadores de fósforo.

En las guías para la asistencia técnica del INIA en el CIANEC y CIAB, se da como recomendación para las dos zonas la fórmula 80-40-00, con la cual se han obtenido los más altos rendimientos al más bajo costo.

5.- MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el campo agrícola de la F.E.S.-Cuautitlán, en el Estado de México.

5.1.- Descripción de la Zona en la que se encuentra ubicada la FES-Cuautitlán.

5.1.1.- Macrolocalización.

Según de la Teja A. (1982), la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán se encuentra ubicada en la Cuenca del Valle de México, al oeste de la cabecera del municipio de Cuautitlán, Estado de México.

De acuerdo a los datos citados por Flores Román et. al. (1981), el municipio de Cuautitlán está ubicado a 30 Km al norte de la Ciudad de México. Geográficamente se encuentra en los paralelos 19°39'-19°45' Norte y los meridianos 90°08' -99°14' Oeste, sobre una altitud de 2,250 m.s.n.m.

5.1.2.- Geología

El municipio de Cuautitlán está comprendido dentro de la provincia geológica del Eje Neovolcánico; las elevaciones que se pueden observar al suroeste y oeste del municipio forman parte de las estribaciones de las sierras de Monte Alto y Monte Bajo. Al suroeste, la Sierra de Guadalupe separa el Valle de Cuautitlán del Valle de Tlalnepantla (de la Teja, op. cit.).

En esta área subyacen depósitos aluviales lacustres y

clícticos del Cuaternario. Rodeando a estos depósitos se encuentran abanicos aluviales y conos cineríticos de la serie volcánica basáltico andesítica. A partir de estas rocas, mediante la erosión fluvial y eólica, han llegado a constituir el material madre que se prestó para el desarrollo de los suelos que actualmente existen (Flores op. cit.).

5.1.3.- Hidrografía

El río cuautitlán, que se origina en la presa Guadalupe, atraviesa el municipio en dirección suroeste-noroeste. Las aguas de esta presa, junto con las de las presas la Piedad y El Muerto, son utilizadas para regar los cultivos de la región (Reyna, 1978).

Flores (op. cit.), menciona que por su condición geomorfológica, el área antiguamente fué un lago y que aún en ambiente lacustre continuó el depósito de sedimentos. Esta afirmación se funda en el hecho de que muy cerca del área se encuentra todavía una laguna, la de Zumpango, donde existe un tirante de agua variable durante el año. Otro hecho es la presencia abundante de sauces, plantas arbóreas que viven en condiciones de hidromorfismo. A medida que pasó el tiempo, dados los altos niveles de evapotranspiración y principalmente el uso incrementante del agua, el espejo se redujo hasta desaparecer, permaneciendo el agua solamente en el subsuelo. Esta condición de agua freática también pasó por una etapa en la que bajó el manto, a medida que las necesidades de substracción aumentaron considerablemente en

relación a las de recarga. Todavía existen evidencias en los alrededores, ya que es posible ver antiguas norias (pozos a cielo abierto), de donde los habitantes del área obtenían agua a poca profundidad, y las cuales actualmente están secas. Además, desde hace varios años existen pozos profundos que extraen agua para las poblaciones vecinas e, incluso, para la Ciudad de México.

5.2.- Características Climáticas

Según Reyna (1978), las características climáticas de la zona, son las siguientes:

5.2.1.- Temperatura

Corresponde a la de un clima templado, con temperatura media anual de 15.7°C, aproximadamente, siendo enero el mes más frío, con promedio de 11.8°C. La oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es de 6.5°C, por lo que puede considerarse que el lugar tiende a ser extremoso, particularmente durante las secas, ya que en todos los meses el promedio de las oscilaciones diurnas es cercana o superior a 14°C; las oscilaciones mayores se presentan en noviembre (20.6°) y las menores en julio (12.8°); en este último mes, las diferencias se abaten, debido a la presencia de las lluvias.

5.2.2.- Precipitación

En Cuautitlán, el régimen de lluvias es de verano, es decir, que la precipitación se concentra básicamente de mayo

a octubre, en tanto que durante el invierno se recibe una cantidad mínima (menos del 5% de la total anual); de aquí que se considere a ésta como una estación seca.

Al año se reciben en total aproximadamente 605 mm; julio es el mes más lluvioso, con 128.9 mm, y febrero el más seco, con 3.8 mm. La lluvia media para la zona no es alta y la probabilidad de recibir esta media tampoco lo es; en efecto, la probabilidad de tener la cantidad indicada, o una cantidad mayor de lluvia varía de 43 a 44%.

5.2.3.- Viento

La información existente para cuantificar la velocidad y dirección de los vientos es muy deficiente, de tal manera que sólo se puede hablar de ellos en forma general. Sin embargo, al analizar los datos registrados por el Servicio Meteorológico Nacional (de 1968 a 1974), se puede concluir que, de septiembre a marzo los vientos dominantes tienen un fuerte componente del oeste, en tanto que de abril a agosto se presentan calmas y vientos del este. En ningún mes se reportan vientos fuertes; dentro de la escala Beaufort quedarían dentro de la calma o el aire ligero (de menos de 1.6 a 4.8 Km por hora), su velocidad se hace un poco más manifiesta durante la época lluviosa, pero aún así, la velocidad no excede de 5Km por hora.

5.2.4.- Siniestros Climáticos

La CONAFRUT y el BANAGRO (ahora BANRURAL), denominaron siniestros climáticos a todas aquellas manifestaciones cli-

máticas que pueden representar peligro para el desarrollo o aún para la vida de la planta.

5.2.4.1.- Heladas

El promedio anual para Cuautitlán puede considerarse alto (64); la mayor frecuencia se presenta en los meses de diciembre, enero y febrero. Ocasionalmente se han presentado heladas tempranas entre el 8 y 10 de septiembre, pero la temporada normal de heladas principia, por promedio, en octubre. La última helada puede incluso, recibirse en mayo; lo más común en el área en estudio es que se presente en la primera quincena de abril.

5.2.4.2.- Tempestad Eléctrica

Las nubes de gran desarrollo vertical, llamadas "Cúmulo nimbos", son las que producen las tormentas eléctricas que suelen presentarse durante la época húmeda del año. En promedio, en la zona que ahora nos ocupa se registran menos de 10 días al año con este fenómeno, por lo que se piensa que en la región estudiada ésto no constituye un siniestro, puesto que su incidencia es baja, además no se cuenta con datos suficientemente fidedignos para asegurar hasta dónde puede hacer daño a las plantaciones.

5.2.4.3.- Granizo

Sin ser éste un siniestro muy importante para la región, sí llegan a presentarse de 4 a 6 días al año. En general, los daños producidos a la agricultura dependen del ta-

maño del granizo, de la intensidad de la granizada y de su duración, además de la época del año en que se haya desarrollado el fenómeno. En Cuautitlán las pocas granizadas que se han recibido han sido precisamente durante el verano.

5.2.4.4.- Niebla

La niebla favorece el desarrollo de parásitos vegetales y animales que atacan a las plantas, disminuyen la cantidad y calidad de la luz y el calor, y sobre todo, es perjudicial en la época de floración. En el caso especial que nos ocupa, no existen datos con los cuales hacer ninguna observación válida, pero debido a que es muy frecuente el número de días con niebla, se enfatiza en que debe tener importancia como siniestro.

5.2.4.5.- Viento

También se le menciona como siniestro por el daño mecánico y físico que ocasiona a las plantas, pero como ya se mencionó, no se reportan vientos fuertes, por lo que no se considera como siniestro en la zona.

5.2.5.- Tipo de Clima

Analizando los datos de temperatura y precipitación disponibles, y de acuerdo con el sistema de Köppen modificado por García (1964), el clima para la región es: C(w_o)(w) b(i') templado, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias de verano, e invierno seco (con menos del 5% de la precipitación total anual), con verano largo y fresco,

y respecto a la oscilación de temperatura, ésta tiende a ser extrema.

Las temperaturas mínimas llegan a ser bastante bajas en el invierno, y esto, aunado al aire en calma de las noches despejadas y la baja humedad ambiental, puede ocasionar heladas que son, sin duda, los siniestros más importantes en la zona, ya que las granizadas y las tempestades eléctricas tienen mínima frecuencia.

Las temperaturas efectivas indican que hay diferencias marcadas entre el día y la noche, valores que según algunos autores, pueden ser los adecuados para el desarrollo de hortalizas como: zanahoria (Daucus carota); rábano (Raphanus sativus); calabacita (Cucurbita sp.); chícharo (Pisum sativum); lechuga (Lactuca sativa); pepino (Cucumis sativus); y otras.

5.3.- Suelos

Según Flores et. al. (op. cit.), geomorfológicamente, el área de estudio corresponde a una planicie con pendientes inferiores al 1%, rodeada por formaciones cerriles y montañosas de altitudes variables, que en su conjunto pueden constituir una pequeña cuenca cerrada. Aquí los suelos se han derivado de los sedimentos depositados en las partes bajas acarreados por el agua y por el viento, que fueron detectados en los perfiles de los suelos estudiados, al encontrarse lentes arenosos alternando con otros arcillosos.

A través del tiempo los suelos pasaron por una etapa

de intrazonalidad, de hidromorfismo, donde la materia orgánica y riqueza en nutrientes se conservaron mientras se mantuvo el manto freático. Posteriormente, en condiciones de zonalidad y explotación agrícola, los suelos han mantenido buen nivel de fertilidad, en parte porque tienen agua de riego todo el año, y por la práctica agrícola común de incorporar estiércol, principalmente de ovino, a intervalos regulares.

5.3.2.- Desarrollo del Suelo

De la Teja (1982), menciona que son suelos relativamente jóvenes, en proceso de desarrollo; presentan un perfil de apariencia homogénea en el que no se aprecian fenómenos de iluviación o eluviación muy marcados, por lo que es difícil diferenciar horizontes de diagnóstico a simple vista. Son suelos profundos con más de 1 metro de profundidad.

5.3.3.- Clasificación del Suelo

De acuerdo con el sistema de clasificación FAO-DETENAL, estos suelos han sido clasificados como Vertisoles pélicos (Vp). Son suelos que presentan una textura fina, arcillosos; son suelos pesados, difíciles de manejar por ser plásticos y adhesivos cuando están húmedos y duros cuando se secan; forman grietas profundas cuando se secan, y pueden ser impermeables al agua de riego o de lluvia. (FAO, 1968 citado por de la Teja, 1982).

De acuerdo con el sistema de clasificación de la 7ª Aproximación, estos suelos han sido clasificados dentro del

Orden Inceptisol, Suborden Andept, Gran Grupo Umbrandept, como Umbrandepts mólico vérticos.

Son suelos jóvenes o que están en proceso de formación, a partir de depósitos de material reciente; no presentan fenómenos de iluviación, eluviación o intemperismo muy marcados; presentan un horizonte superficial oscuro relativamente grueso, con estructura bien desarrollada, pH mayor de 6 y una relación C:N entre 10 y 12 en suelos cultivados; con un alto contenido de material amorfo como el alófano en su fracción arcillosa.

5.3.4.- Características Físicas del Suelo

Según de la Teja (op. cit.), de manera general, se pueden mencionar las siguientes características:

- a) Profundidad Efectiva: más de 1 metro.
- b) Color en húmedo: negro a gris oscuro, con cromas 10YR.
- c) Textura: textura fina; Arcilla a Migajón arcilloso (Franca arcillosa).
- d) Estructura: bien desarrollada, en bloques angulares y bloques subangulares, de tamaño fino.
- e) Consistencia: dura a ligeramente dura en seco; consistencia friable en húmedo.

f) Adhesividad y Plasticidad: fuertemente adhesivos y plásticos a moderadamente adhesivos y plásticos.

g) Densidad Aparente: baja, de 0.89 a 1.24 g/cc.

h) Densidad Real: baja, entre 1.91 y 2.50 g/cc.

i) Porosidad: poros pequeños y abundantes, 50% en promedio.

j) Drenaje Interno: suelos drenados, Drenaje bueno a lento.

k) Presencia de Raíces: raíces finas escasas hasta los 1.30-1.40 metros de profundidad.

5.3.5.- Características Químicas del Suelo

De la Teja (op. cit.), describe las siguientes características:

a) Conductividad Eléctrica en el Extracto de Saturación: menos de 1 milimho/cm a 25°C.

b) Presencia de Carbonatos: reacción negativa al HCl diluido.

c) Reacción del Suelo o pH: el pH de estos suelos varía entre ligeramente ácido a neutro, de 6 a 7 con agua en relación 1:2.5

- d) % de Materia Orgánica: varía de alto a medio, de 2.11 a 4.32%.
- e) C.I.C.T.: alta, de 30 a 35 meq/100 g.
- f) Nitrógeno Total: Es muy variado debido a las diferentes labores culturales a que se ven sometidos estos suelos.
- g) Fósforo Disponible: En general, son ricos en fósforo disponible para las plantas, entre 180 y 250 Kg de P/Ha. Parece ser que son suelos altamente fijadores de fósforo.
- h) Potasio Fácilmente Asimilable: Son ricos en potasio fácilmente asimilable por las plantas, aproximadamente 2500 Kg/Ha.

5.3.6.- Clasificación del Suelo de Acuerdo a su Capacidad de Uso Agrícola.

De la Teja (op. cit), menciona que de acuerdo con el sistema de clasificación del suelo por capacidad de uso empleado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica modificado por DETENAL, los suelos de la FES-Cuautitlán pueden considerarse de Clase I.

Los suelos de Clase I son aquellos que presentan muy pocas o ninguna limitación para su uso, y si éstas existen, son fáciles de corregir, por lo que pueden utilizarse para desarrollar una amplia gama de cultivos, pastos, frutales,

bosques, para vida silvestre y para fines recreativos. Estos suelos requieren prácticas de manejo comunes para mantener su productividad.

5.4.- Vegetación

Según flores et. al. (op. cit.), la vegetación natural en el área de estudio se encuentra totalmente alterada por las actividades del hombre, principalmente por la urbanización. No obstante, sobreviven algunas especies en sitios incultos, linderos parcelarios, bordos de carreteras, etc.

En el estrato arbóreo se observa: sauce (Salix spp.), fresno (Fraxinus spp.), pirul (Schinus molle), eucalipto (Eucalyptus spp.), capulín (Prunus serotina) y tejocote (Crataegus pubescens). Dentro de estos, los más abundantes son los sauces en los bordos de los canales de riego y linderos de parcelarios.

Los arbustos son escasos y los pocos que se encuentran pertenecen a la familia de las compuestas.

El estrato herbáceo es abundante de especies, aunque todas ellas están en relación con el disturbio humano, es decir, se comportan como malas hierbas. Las especies dominantes que se observan en terrenos de cultivo, áreas incultas, bordos de caminos, canales de riego, etc., pertenecen a las siguientes familias: Gramineae: zacate bermuda (Cynodon dactylon), zacate liendrilla (Agrostis spp., Poa annua, Eleaie tristachya), zacate bromo (Bromus cahorticus) y otros; Compositae: rosilla (Bidens pilosa), acahualillo

(Simsia amplexicaulis), acahual (Tithonia officinale) y muela de caballo (Sonchus oleracea); Leguminosae: meliloto blanco (Melilotus alba), meliloto amarillo (Melilotus officinalis); Cruciferae: habillo (Brassica campestris), bolsa de pastor (Capsella bursa-pastoris), lentejilla (Lepidium campestris); Polygonaceae: lengua de vaca (Rumex crispus); Plantaginaceae: llantén (Plantago lanceolata).

La vegetación cultivada está representada por varios cultivos anuales y perennes. Dentro de los anuales o de ciclo corto están el maíz para grano y forrajero, frijol, avena y algunas hortalizas como calabaza, calabacita, rabinito, lechuga y zanahoria. Los cultivos perennes que se practican son alfalfa y algunos frutales a nivel de huerta familiar.

5.5.- Materiales Empleados

Los materiales que se utilizaron fueron los siguientes:

- a) Azadones
- b) Palas
- c) Estacas
- d) botes de 20 lt.
- e) Mecahilo
- f) Navajas
- g) Balanza granataria
- h) Libreta de campo
- i) Cinta métrica
- j) 425 g de semilla de lechuga Variedad Grandes Lagos 407.

- k) Superfosfato de calcio triple como única fuente de fósforo.
- l) Urea como única fuente de nitrógeno.
- m) Bolsas de plástico
- n) Insecticidas (Foley 50 LE)

5.6.- Diseño Experimental

El diseño que se utilizó fué el de bloques al azar con cuatro repeticiones y 18 tratamientos, los que resultan de una combinación matricial de 6 dosis de nitrógeno y 6 dosis de fósforo.

Los niveles de nitrógeno y fósforo que se consideran son los siguientes:

<u>N</u>	<u>P₂O₅</u>
00	00
40	30
80	60
120	90
160	120
200	150

El número de combinaciones totales resultantes sería de 36, pero como éstas varían de forma equilibrada y en la misma proporción, podemos arreglarlas de la siguiente manera:

Los tratamientos resultantes son los marcados con una "X", siendo los siguientes:

- 1.- 00- 00-00
- 2.- 00- 60-00
- 3.- 00-120-00
- 4.- 40- 30-00
- 5.- 40- 90-00
- 6.- 40-150-00
- 7.- 80- 00-00
- 8.- 80- 60-00
- 9.- 80-120-00
- 10.- 120- 30-00
- 11.- 120- 90-00
- 12.- 120-150-00
- 13.- 160- 00-00
- 14.- 160- 60-00
- 15.- 160-120-00
- 16.- 200- 30-00
- 17.- 200- 90-00
- 18.- 200-150-00

Las unidades experimentales quedaron repartidas en el terreno como se muestra en el cuadro siguiente:

DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS EN EL TERRENO

B L O Q U E S			
I	II	III	IV
3	14	14	6
10	6	12	14
5	5	8	13
1	13	10	16
15	11	9	8
6	12	1	7
7	16	2	4
9	2	16	11
18	8	5	1
4	10	3	9
13	7	7	3
2	3	6	10
16	1	17	2
17	15	11	12
12	4	13	18
11	9	4	17
8	18	18	5
14	17	15	15

En la parcela experimental se dejó un surco sin sembrar entre cada tratamiento y 80 cm entre cada bloque. Cada unidad experimental tuvo cuatro surcos de una longitud de 4 m.

5.7.- Desarrollo del Experimento

La preparación del terreno se realizó el 23 y 30 de mayo y consistió en un barbecho, dos pasos de rastra y el surcado, obteniendo surcos de 92 cm de distancia entre ellos.

La siembra se realizó los días 4 y 5 de junio, colocando la semilla a doble hilera sobre el lomo del surco; se utilizó la variedad Grandes Lagos 407, a razón de 2 Kg/Ha.

Del 6 al 8 de junio se trazaron las parcelas experimentales, colocándose en bloques al azar con 4 repeticiones, haciéndose la aleatorización de los 18 tratamientos en cada bloque o repetición.

Se pesó el fertilizante por tratamiento y por surco, poniéndose en bolsas de polietileno, el fertilizante se dividió en dos aplicaciones, que se hicieron una a la siembra y otra 35 días después, de tal manera que en la primera aplicación se suministró todo el fósforo y la mitad del nitrógeno y en la segunda se suministró la otra mitad del nitrógeno.

Se realizaron deshierbes, aclareo y fumigación (se aplicó Foley 50 LE a razón de 1.5 l/Ha.), los días 13, 14, 15, 16 y 17 de Julio, como medida de control para chapulines.

También se efectuó una limpieza de las cabeceras y una fumigación con el mismo producto el 1º de Agosto.

La segunda aplicación del fertilizante nitrogenado se llevó a cabo los días 5 y 6 de agosto. Cabe mencionar que el día 4 de agosto cayó una granizada, y en éstas fechas, la lechuga empezaba a arrepollar.

La toma de datos se realizó el día 11 de Septiembre, tomándose una muestra de cada parcela experimental, de los surcos centrales, de 6 lechugas tomadas al azar; se midió el diámetro ecuatorial, el diámetro polar y el peso de cada lechuga.

También, es conveniente mencionar la presencia de una enfermedad fungosa, la cuál apareció poco antes de la toma de datos, dicha enfermedad es la marchitez de la lechuga, provocada por Sclerotinia minor y Sclerotinia Sclarotiorum, la cual se manifiesta por una pudrición a nivel del cuello, que ocasiona la marchitez de la planta.

Los resultados obtenidos de las muestras de las unidades experimentales, son mostrados en los cuadros números 1, 2 y 3, los cuales se refieren a:

CUADRO N° 1.- Peso de Cabezas en Kg.

CUADRO N° 2.- Diámetro Ecuatorial en cm.

CUADRO N° 3.- Diámetro Polar en cm.

CUADRO N° 1
P E S O D E C A B E Z A S (Kg)

TRATAMIENTO	B	L	O	Q	U	F	MYi	Yi
	I	II	III	IV				
1	0.7466	0.6782	0.8190	0.4730	2.7168	0.6792		
2	0.9500	0.8900	0.6780	0.6960	3.2140	0.8035		
3	1.0844	0.9866	0.7230	0.6270	3.4210	0.8552		
4	0.8990	0.8566	0.7920	0.7290	3.2766	0.8191		
5	0.8326	0.8830	0.6690	0.7040	3.0886	0.7721		
6	0.8312	0.8830	0.8530	0.9460	3.5132	0.8783		
7	0.7424	0.6900	0.8610	0.7670	3.0604	0.7651		
8	0.8020	0.7600	0.9277	0.7430	3.2327	0.8081		
9	0.8990	0.9094	1.0540	0.5620	3.4244	0.8561		
10	0.8064	0.9360	0.9060	0.8000	3.4484	0.8621		
11	0.8520	0.8060	0.7250	0.8630	3.2460	0.8115		
12	0.7720	1.1400	0.8970	0.8430	3.6520	0.9130		
13	0.7612	0.8230	0.8976	0.7110	3.1928	0.7982		
14	0.8652	0.9980	1.1020	0.8255	3.7907	0.9477		
15	0.9808	0.8470	0.5600	0.6290	3.0168	0.7542		
16	0.8022	1.0490	0.7220	0.8140	3.3872	0.8468		
17	0.7422	0.9294	0.8180	0.7270	3.2166	0.8041		
18	0.8176	0.8414	0.7970	0.6570	3.1130	0.7782		
MM.y.j	15.1868	15.9066	14.8013	13.1165	59.0112			
MY ² .j	12.9600	14.2875	12.4700	9.7800				
Y.j	0.8438	0.8837	0.8220	0.7286				

CUADRO N° 2
DIAMETRO ECUATORIAL (cm)

TRATAMIENTO	B I	L II	O III	Q IV	E V	S	Σy_i	\bar{y}_i
1	16.60	13.90	16.63	9.25			56.380	14.095
2	15.42	15.42	15.11	9.33			55.280	13.820
3	20.32	15.80	16.23	9.58			61.930	15.480
4	15.72	16.44	15.93	10.16			58.250	14.560
5	16.52	15.66	16.42	12.16			60.770	15.190
6	19.14	14.75	16.90	18.85			69.640	17.410
7	15.08	16.66	16.69	10.17			57.600	14.400
8	13.74	14.67	18.30	11.00			47.710	14.427
9	17.12	16.40	18.41	8.66			60.590	14.147
10	18.52	16.08	17.96	11.08			63.643	15.910
11	15.12	15.00	15.92	11.47			57.510	14.377
12	15.58	16.66	18.25	11.93			62.420	15.605
13	14.96	15.05	15.64	17.10			62.700	15.675
14	17.95	13.08	17.93	17.36			66.320	16.580
15	18.08	15.60	14.68	10.66			59.020	14.755
16	14.82	16.50	15.28	10.67			57.270	14.317
17	15.22	16.90	16.73	11.55			60.400	15.100
18	15.22	16.40	16.45	13.88			61.950	15.487
M_y.j	295.13	279.92	299.47	214.86			1089.383	
M_y².j	4892.05	4370.49	5004.61	2714.27				
Y.j	16.39	15.55	16.64	11.933				

CUADRO N° 3
DIAMETRO POLAR (cm)

TRATAMIENTO	B	L	O	Q	U	E	S	ΣY_i	\bar{Y}_i
	I	II	III	IV	V	VI			
1	15.08	12.70	15.06		8.43			51.270	12.810
2	15.28	13.30	14.35		8.43			51.890	12.920
3	15.48	14.20	14.47		8.70			52.850	13.210
4	14.02	14.16	15.42		9.33			52.930	13.230
5	15.36	11.75	13.72		10.15			50.990	12.740
6	16.22	12.58	15.03		15.68			59.510	14.880
7	15.02	13.58	14.70		9.08			52.380	13.095
8	12.92	12.75	15.13		10.16			50.960	12.740
9	14.86	14.00	16.6		7.16			52.620	13.155
10	14.48	13.72	14.63		9.83			52.860	13.165
11	13.52	13.50	13.85		9.80			50.670	12.670
12	13.28	14.91	15.50		10.32			54.010	13.500
13	15.00	11.66	14.48		14.41			55.550	13.880
14	13.50	12.50	16.13		14.52			56.650	14.160
15	16.38	13.10	13.08		10.16			52.720	13.180
16	14.10	13.83	14.13		10.17			52.230	13.057
17	14.70	14.60	14.46		10.75			54.510	13.63
18	14.68	13.30	15.28		12.76			55.850	13.960
M.Y.J	263.88	240.17	266.02		190.34			960.412	
M.Y ² .J	3884.22	3218.35	3943.86		2102.06				
Y.J	14.66	13.34	14.78		10.51				

7.- ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Una vez hecho el análisis de varianza y resultando que no hay efecto entre tratamientos pero que entre bloques se encontraron diferencias altamente significativas, se procedió a realizar comparaciones de medias con el método de Duncan o Rango Mínimo significativo (Cuadros 4, 5 y 6), pudiéndose observar que la lechuga responde a las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados y fosforados, solos y combinados.

La prueba de Duncan para el peso fresco de las cabezas, nos indica que el tratamiento 1 (testigo) y el tratamiento 14 (160-60-00), son diferentes con alta significancia como se aprecia en en Cuadro N° 4, en ese mismo cuadro se puede observar que los tratamientos 12 y 6 (120-150-00 y 40-150-00 respectivamente), son significativamente diferentes al testigo; y que el mismo tratamiento 14 es significativamente diferente al tratamiento 15 (160-120-00); encontrándose que el tratamiento que tuvo los resultados más altos fué el 14 y el de mas bajos resultados fué el 1 o testigo.

Para el diámetro ecuatorial, la prueba de Duncan mostró que existe diferencia significativa del tratamiento 6 con respecto a los tratamientos 2 y 1 (00-60-00 y 00-00-00); y del tratamiento 14 con respecto al tratamiento 2.

Por lo que se refiere al diámetro polar, la prueba de Duncan mostró que no existe diferencia entre ninguno de los tratamiento, como se puede observar en el Cuadro N° 6.

En la Gráfica N° 1, de peso fresco de las cabezas de lechuga, tomando de tres en tres los tratamientos, de tal manera en que la dosis de nitrógeno sea constante, por ejemplo: los tratamientos 1, 2 y 3 (00-00-00, 00-60-00 y 00-120-00), notamos que los pesos van en aumento, aunque sin ninguna diferencia estadística, pero no deja de observarse una variación en el peso de las cabezas. Para la dosis de 40 Kg de nitrógeno y dosis de fósforo de 30, 90 y 150 Kg (tratamientos 4, 5 y 6), se observa que el mejor de estos tres es el tratamiento 6, o sea el 40-150-00, lo que nos sigue indicando una tendencia ascendente de los resultados. Para los tratamientos con 80 Kg de nitrógeno y dosis de 0, 60 y 120 Kg de fósforo (tratamientos 7, 8 y 9), igualmente que los anteriores, muestra un incremento en peso, conforme se incrementa el nivel de fósforo. Para los tratamientos con 120 Kg de nitrógeno y 30, 90 y 150 Kg de fósforo (tratamientos 10, 11 y 12), los pesos van en aumento, siendo el tratamiento 12 el más alto de los tres. Para los tratamientos de 160 Kg de nitrógeno y 0, 60 y 120 Kg de fósforo (tratamientos 13, 14 y 15), se encontró que el de menor peso fué el tratamiento 15, notándose además que el tratamiento 14 fué el mejor de todos los probados en este trabajo; también para dosis más altas de nitrógeno hay una tendencia al descenso en el peso de las cabezas, como lo demuestran los tratamientos con dosis de 200 Kg de nitrógeno y con niveles de fósforo de 30, 90 y 150 Kg (tratamientos 16, 17 y 18).

Esto demuestra que el efecto del nitrógeno es más evidente que el del fósforo, lo que concuerda con lo citado por Torrijos (1985) y Hernández E. (1965) que mencionan que el nutriente que más absorbe la lechuga es el nitrógeno.

Para el fósforo no hay una respuesta bien definida, tal vez debido a que como lo reportan De la Teja (1975) y Flores Román (1981), la presencia de alófono en el suelo se refleja en una fijación del fósforo, además de la fijación de fósforo por otros materiales amorfos.

Con respecto los diámetros ecuatorial y polar, se observó un comportamiento similar, pero encontrándose tratamientos estadísticamente diferentes en el primero, lo que indica que existe mayor efecto sobre el diámetro ecuatorial, tal vez debido a las características propias de la variedad, en cuando a que las cabezas son ligeramente achatadas por los polos, como lo menciona Hernández E. (1965).

Las aplicaciones unilaterales de fertilizante nos da como resultado un crecimiento excesivo ya sea de hoja o de tallos. Los tallos se alargan con aplicaciones excesivas de fósforo, lo que da como resultado cabezas sueltas; esto se pudo observar en los tratamientos 6 y 3 (40-150-00 y 00-120-00); y el crecimiento de hojas en los tratamientos 13 y 10 (160-00-00 y 120-30-00)

En aplicaciones balanceadas encontramos un incremento en peso, aunque no en el diámetro, como en el caso del tratamiento 4 (40-30-00) y del tratamiento 12 (120-150-00), aumentando los diámetros en los tratamientos con 200 Kg de nitrógeno y 30, 90 y 150 Kg de fósforo, pero disminuyendo con respecto al peso, lo que nos indica la producción de cabezas sueltas por un exceso en la aplicación de nitrógeno, lo cual coincide con lo citado por Cronquist (1981) y Gordon (1984).

Por tanto, existe un rango de aplicación en el que la lechuga tiene sus mayores rendimientos, en condiciones de temporal en el Rancho Almaraz de la FES-Cuautitlán, este rango es de 40 a 160 Kg de Nitrógeno y de 60 a 150 Kg de fósforo, rangos muy amplios para usos prácticos, pero tomando en cuenta que no hay diferencia estadística entre el tratamiento 14 y otros con menores dosis de fertilización, se debe recomendar la fórmula más barata pero en la que haya un equilibrio entre el fósforo y el nitrógeno, esta dosis podría ser la 40-150-00 (tratamiento 6), que es estadísticamente igual al tratamiento 14, pero diferente al tratamiento 1 o testigo. Igualmente, se puede utilizar el tratamiento 4 (40-30-00) que es mucho menor y por lo tanto más barato, pero estadísticamente es igual a los dos mencionados anteriormente.

Debido a que se encontró diferencia altamente significativa entre bloques, podemos deducir que esa diferencia se debe básicamente a la heterogeneidad del suelo, la cual a su vez es debida al manejo del suelo, ya que por ser la FES-Cuautitlán una institución de enseñanza e investigación, las parcelas son utilizadas con tratamientos muy diferentes, lo que provoca la diferencia en fertilidad en pequeñísimas distancias de terreno.

Por tanto y ya que el manejo del suelo en la FES-Cuautitlán es diferente al que realizan los agricultores de la zona, no podemos decir que estos resultados puedan ser obtenidos en otro terreno de la misma zona.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- 59 -

8.- CONCLUSIONES

- a) La lechuga si responde a las aplicaciones al suelo de fósforo y nitrógeno.
- b) Las aplicaciones de fertilizante en el cultivo de la lechuga si se reflejan en el peso fresco de las cabezas, con menor efecto en el diámetro ecuatorial y con menor aún para el diámetro polar, al menos para la variedad Grandes Lagos 407.
- c) Las aplicaciones unilaterales de fertilizantes se manifiestan negativamente en el peso de sus cabezas.
- d) La fórmula más apropiada para el Rancho Almaraz de la FES-Cuautitlán es la del tratamiento 4 (40-30-00), por ser la más económica de las que mostraron los mejores resultados, y por no existir diferencia estadística con los tratamientos 14 y 6 que fueron mejores.
- e) El cultivo de la lechuga si es factible en condiciones de temporal en la región de la FES-Cuautitlán, con un rendimiento promedio de 72,816 Kg por hectárea.

9.- RECOMENDACIONES

- a) *Es bueno recordar que existen otras fuentes de nitrógeno y fósforo, y se sugiere que se prueben otro tipo de fertilizantes y diferentes fechas de aplicación.*
- b) *También se recomienda efectuar pruebas para aplicación de micronutrientes al suelo y foliares, estos últimos como respuesta al problema de absorción de nutrientes por parte del cultivo, en la época de mayor crecimiento o crecimiento rápido, tomando en cuenta que los nutrientes deben estar disponibles y en cantidades suficientes cerca de las raíces.*
- c) *Para realizar este tipo de estudios en la FES-Cuautitlán, se recomienda hacer Ensayos en Blanco, con el fin de determinar la heterogeneidad en la fertilidad de la parcela.*

10.- BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ L. E. y RICHARDS; 1956; La Lechuga, Indicaciones Generales para su Cultivo; SAG-INIA, Folleto de Divulgación N° 22; México, 32 p.
- AMILCAR G. y ROMERO C.; 1980; Etiología de la Lechuga (Lactuca sativa L.) en Xochimilco, D.F.; Revista Agrociencia N° 41; Chapingo; México; 163-169 pp.
- AVILA M. y VELASQUEZ A.; 1983; Efecto de la Aplicación de Mezclas de Fertilizantes Químicos y Composta en Hortalizas; Tesis Facultad de Química-UNAM; México; 8-24 pp.
- BAKER A. S.; 1979; Evaluation of Rates and Methods of applying Nitrogen and Phosphorus Fertilizers for Head Lettuce in Western Washington. Journal of the American Society; Ed. MacMillan; E.U.A.; 1-7 pp.
- BAYLEY L. H.; 1977; Manual of Cultivated Plants; Ed. Mac Millan; E.U.A.; 984 pp.
- CASSERES E.; 1984; Producción de Hortalizas; 3ª Edición; Costa Rica IICA; Libros y Materiales Educativos N° 12; 180-194 pp.
- COOKE G. W.; 1983; Fertilización para Rendimientos Máximos; Ed. CECSA; México; 38-171 pp.
- CRONQUIST A.; 1981; Introducción a la Botánica; 2ª Edición; Ed. Cía Editorial Continental; México; 521-526 pp.
- DE LA TEJA A.; 1982; Estudio de las Características Edáficas de los suelos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán; UNAM; México; 12 pp.
- DONINGUEZ V.A.; 1984; Tratado de Fertilización; Ed. Mundi-Prensa; España;
- FERSINI A.; 1977; Horticultura Práctica; Ed. Diana; México; 135-141 pp.
- FLORES R.; 1981; Productividad de Praderas Artificiales con Diferentes Dosis de Fertilización y Abonamiento. en Umbradep Nólco Vértico; Tesis Facultad de Ciencias; UNAM; México;
- FLORES R. et al; 1981; Estudio Edafológico de los Municipios de Cuautitlán, Estado de México; Revista N° 1, Vol. 5; Instituto de Geología de la UNAM; México; 80-93 pp.

- GARCIA ANTONIO; 1977; *La Lechuga, Cultivo y Comercialización*; Ed. Oikos-Tau; Barcelona, España; 216 pp.
- GORDON H. R. y BARDEN J. A.; 1984; *Horticultura*; Trad. Flor A. Bellomo L.; Ed. ATG Editor S.A.; México; 53-71 pp.
- GRAJALES M. y MARTINEZ H.; 1987; *Apuntes de Fisiología Vegetal*. FES-C, UNAM; México; 161 pp.
- GUEKOV GUENKO; 1983; *Fundamentos de Horticultura Cubana*; Ed. Pueblo y Educación; La Habana, Cuba; 321-324 pp.
- HERNANDEZ B.G.; 1977; *Efecto de Varios Factores Ambientales en la Germinación de la Lechuga*; *Agricultura Técnica Mexicana*; Boletín Técnico N° 7; México; 318 pp.
- HERNANDEZ E.C.; 1965; *Relaciones entre el Crecimiento y Absorción de Elementos Nutritivos en Lechuga (Lactuca sativa, Var Parker)*; Tesis; Universidad de Chile, Facultad de Agronomía; Santiago de Chile; 55 pp.
- HERNANDEZ X.; 1962; *Botánica Sistemática*; Colegio de Postgraduados; UACH; Chapingo, México; 34 pp.
- MALDONADO S. G.; 1985; *Qué Variedad de Lechuga se Adapta Mejor a las Condiciones del Rancho Almaraz en Epoca de Temporal*; Trabajo de Semestre de Campo; Ingeniería Agrícola; FES-C, UNAM; México; 52 pp.
- MOORE F. D.; 1975; *Furrow Irrigation of Lettuce Resulting in Water and Nitrogen Loss*; *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*; N° 95 (4); E.U.A.; 471-474 pp.
- MORENO LUIS; 1977; *Respuesta de la Lechuga a Diferentes Dosis de Fertilización, Frecuencias y Láminas de Riego Aplicadas en riego por Goteo*; Tesis; UACH; Chapingo, México; 46-52 pp.
- ORTEGA T. E.; 1978; *Química de Suelos*; UACH; Chapingo, México; 105-124 pp.
- ORTIZ R. A.; 1982; *Respuesta de la Cebolla a Diferentes Niveles de Nitrógeno, Fósforo y Materia Orgánica*; Tesis; ITESM; Monterrey, N.L., México; 13-21 pp.
- ORTIZ V.B.; 1980; *Edafología*; UACH; Chapingo, México; 302-323 pp.
- PATERSON J. W.; 1979; *Liming and Fertilizing Lettuce Profitably; Better Crops With Plant Food N° 63*; E.U.A.; 4-6 pp.
- PRIMO Y. y CARRASCO D.; 1973; *Química Agrícola*; Ed. Zairos; España; 119-175 pp.

- REYNA T.: 1978; Características Climático Frutícolas en Cuautitlán Estado de México; Boletín del Instituto de Geografía Vol. 8; UNAM; México; 65 pp.
- REYES C. P.: 1981; Diseño de Experimentos Aplicados; Ed. Trillas; México; 93-116 pp.
- RICE EDDY: 1977; How To Grow, Preserv and Store all the Food you need; Restan Publishing Company Inc.; Boston, E.U.A.; 22-283 pp.
- SARLY ANTONIO: 1980; Tratado de Horticultura; Ed. Hemisferio Sur; Buenos Aires, Argentina; 72-84 pp.
- SEGURA G.: 1978; Los Fertilizantes en México; Tesis; Facultad de Química; UNAM; México; 4-103 pp.
- TISCORNIA JULIO: 1979; Hortalizas de Hoja; Ed. Albatros; Buenos Aires, Argentina; 53-62 pp.
- TISDALE S. L.: 1982; Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes; Ed. UTEHA; México; 21 pp.
- TORRIJOS C.: 1987; Evolución de las Concentraciones de N P y K, y su correlación con los componentes de Rendimiento en la Lechuga (*Lactuca sativa* L.) Bajo Diferentes Dosis de Fertilización; Tesis; FES-C; UNAM; 57 pp.
- VAVILOV N. I.: 1951; The Origin, Variation, Immunity and Breeding of cultivated Plants; Trad. K. Star Chester New York Ronal Prees; E.U.A.; 118-119 pp.
- VILLALON M. H.: 1983; Comportamiento del Cultivo de la Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en Tres Sistemas de Siembra en la Región de Marín, N.L.; Tesis UANL; México; 3 pp.
- WHITAKER W. y RYDER E. J.: 1963; La Lechuga y su Producción; Centro Regional de Ayuda Técnica; Manual de Agricultura N° 221; México; 26 pp.

A N E X O S

C U A D R O N ° 4

DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DE TRATAMIENTOS PARA EL PESO DE CABEZAS (Kg)

TRATAMIENTO	14	12	6	10	9	3	16	4	11	8	17	2	13	10	5	7	15	1
	0.948	0.913	0.878	0.862	0.856	0.855	0.847	0.819	0.812	0.808	0.804	0.804	0.798	0.778	0.772	0.765	0.754	0.679
1.- 0.679	0.269**	0.234*	0.199*	0.183	0.177	0.176	0.168	0.140	0.132	0.129	0.125	0.124	0.119	0.099	0.093	0.086	0.075	0.0
15.- 0.754	0.194*	0.159	0.124	0.108	0.102	0.101	0.093	0.065	0.057	0.054	0.050	0.049	0.044	0.024	0.010	0.011	0.0	
7.- 0.765	0.189	0.148	0.113	0.097	0.091	0.090	0.082	0.054	0.046	0.043	0.039	0.039	0.034	0.013	0.007	0.0		
5.- 0.772	0.176	0.141	0.106	0.090	0.084	0.083	0.075	0.047	0.039	0.036	0.032	0.031	0.026	0.019	0.0			
18.- 0.778	0.169	0.135	0.100	0.084	0.078	0.077	0.069	0.041	0.033	0.030	0.026	0.025	0.020	0.0				
13.- 0.798	0.149	0.115	0.080	0.064	0.058	0.057	0.049	0.021	0.013	0.010	0.006	0.005	0.0					
2.- 0.804	0.144	0.110	0.075	0.059	0.053	0.052	0.043	0.016	0.008	0.005	0.001	0.0						
17.- 0.804	0.143	0.109	0.074	0.058	0.052	0.051	0.042	0.015	0.007	0.004	0.0							
8.- 0.808	0.139	0.105	0.070	0.054	0.048	0.047	0.039	0.011	0.003	0.0								
11.- 0.812	0.136	0.102	0.067	0.050	0.045	0.044	0.035	0.008	0.0									
4.- 0.819	0.129	0.094	0.059	0.043	0.037	0.036	0.028	0.0										
16.- 0.847	0.101	0.066	0.032	0.015	0.009	0.008	0.0											
3.- 0.855	0.093	0.058	0.023	0.007	0.001	0.0												
9.- 0.856	0.092	0.057	0.022	0.006	0.0													
10.- 0.862	0.086	0.051	0.016	0.0														
6.- 0.878	0.069	0.035	0.0															
12.- 0.913	0.035	0.0																
14.- 0.947	0.0																	

* Diferencia significativa

** Diferencia altamente significativa

C U A D R O N º 5

DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DE TRATAMIENTOS PARA EL DIAMETRO ECUATORIAL (cm)

TRATAMIENTO	2	1	16	11	7	8	4	15	17	9	5	3	18	12	13	10	14	6
	13,82	14,10	14,32	14,38	14,40	14,43	14,56	14,75	15,10	15,15	15,19	15,48	15,49	15,61	15,67	15,91	16,58	17,41
6.- 17,41	3,59 *	3,32 *	3,09	3,03	3,01	2,98	2,85	2,66	2,31	2,26	2,22	1,93	1,92	1,81	1,74	1,50	0,83	0,0
14.- 16,58	3,30 *	2,49	2,26	2,20	2,18	2,15	2,02	1,83	1,48	1,43	1,39	1,10	1,09	0,98	0,91	0,67	0,0	
10.- 15,91	2,09	1,82	1,59	1,53	1,51	1,48	1,35	1,16	0,81	0,76	0,72	0,43	0,42	0,31	0,24	0,0		
13.- 15,67	1,85	1,58	1,35	1,29	1,27	1,24	1,11	0,92	0,57	0,52	0,48	0,19	0,18	0,07	0,0			
12.- 15,61	1,79	1,51	1,29	1,23	1,21	1,18	1,05	0,83	0,51	0,46	0,42	0,13	0,12	0,0				
18.- 15,49	1,67	1,39	1,17	1,11	1,09	1,06	0,93	0,73	0,39	0,34	0,30	0,01	0,0					
3.- 15,48	1,66	1,38	1,16	1,10	1,08	1,05	0,92	0,72	0,38	0,33	0,29	0,0						
5.- 15,19	1,37	1,09	0,87	0,81	0,79	0,76	0,63	0,44	0,09	0,04	0,0							
9.- 15,15	1,33	1,05	0,83	0,77	0,75	0,72	0,59	0,39	0,05	0,0								
17.- 15,10	1,28	1,00	0,78	0,72	0,70	0,67	0,54	0,34	0,0									
15.- 14,75	0,94	0,66	0,44	0,38	0,35	0,33	0,19	0,0										
4.- 14,56	0,74	0,46	0,24	0,18	0,16	0,13	0,0											
0.- 14,43	0,61	0,33	0,11	0,05	0,03	0,0												
7.- 14,40	0,58	0,30	0,08	0,02	0,0													
11.- 14,38	0,56	0,28	0,06	0,0														
16.- 14,32	0,50	0,22	0,0															
1.- 14,10	0,28	0,0																
2.- 13,82	0,0																	

* Diferencia significativa

** Diferencia altamente significativa

C U A D R O N º 6

DIFERENCIA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS EN EL DIAMETRO POLAR (gr)

TRATAMIENTOS	11	5	8	1	2	16	7	9	10	15	3	4	12	17	13	18	14	6
	12.67	12.74	12.74	12.81	12.92	13.06	13.10	13.16	13.17	13.18	13.21	13.23	13.50	13.63	13.88	13.96	14.16	14.88
6.- 14.88	2.21	2.14	2.14	2.07	1.96	1.82	1.79	1.73	1.72	1.70	1.67	1.65	1.38	1.25	1.00	0.92	0.72	0.0
14.- 14.16	1.49	1.42	1.42	1.35	1.24	1.10	1.07	1.01	0.99	0.98	0.95	0.93	0.66	0.53	0.28	0.20	0.0	
18.- 13.96	1.29	1.22	1.22	1.15	1.04	0.90	0.87	0.81	0.80	0.78	0.75	0.73	0.46	0.33	0.08	0.0		
13.- 13.88	1.21	1.14	1.14	1.07	0.96	0.82	0.79	0.73	0.71	0.70	0.67	0.65	0.38	0.25	0.0			
17.- 13.63	0.96	0.89	0.89	0.82	0.71	0.57	0.53	0.47	0.46	0.44	0.42	0.40	0.13	0.0				
12.- 13.50	0.83	0.76	0.76	0.69	0.58	0.44	0.41	0.35	0.34	0.32	0.29	0.27	0.0					
4.- 13.32	0.56	0.49	0.48	0.42	0.31	0.17	0.14	0.08	0.07	0.05	0.02	0.0						
3.- 13.21	0.54	0.47	0.47	0.40	0.29	0.15	0.12	0.06	0.05	0.03	0.0							
15.- 13.18	0.51	0.44	0.44	0.37	0.26	0.12	0.09	0.03	0.02	0.0								
10.- 13.17	0.50	0.43	0.43	0.36	0.25	0.11	0.08	0.01	0.0									
9.- 13.16	0.49	0.42	0.42	0.35	0.24	0.10	0.06	0.0										
7.- 13.10	0.43	0.36	0.36	0.28	0.18	0.04	0.0											
16.- 13.06	0.39	0.32	0.32	0.25	0.14	0.0												
2.- 12.92	0.25	0.18	0.18	0.11	0.0													
1.- 12.81	0.14	0.07	0.07	0.0														
8.- 12.74	0.07	0.00	0.0															
5.- 12.74	0.07	0.0																
11.- 12.67	0.0																	

* Diferencia significativa

** Diferencia altamente significativa

C U A D R O N ° 7
ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PESO DE CABEZAS

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F _c .	F _t .	
					0.01	0.05
BLOQUES	4 - 1 = 3	0.2333	0.0778	6.245 **	2.80	5.78
TRATAMIENTOS	18 - 1 = 17	0.2632	0.0155	1.244 ^{NS}		
ERROR	3 X 17 = 51	0.6354	0.0125			
T O T A L	72 - 1 = 71	1.1319				

Como F_c es menor a F_t se acepta la hipótesis de nulidad y decimos que no hay efecto de tratamientos, pero hay alta significancia para bloques.

C U A D R O N ° 8
ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DIAMETRO ECUATORIAL

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F _c	F _t	
					0.01	0.05
BLOQUES	3	256.4710	85.490	23.51 **	2.80	5.78
TRATAMIENTOS	17	56.7720	3.340	0.9184 ^{NS}		
ERROR	51	185.4640	3.637			
T O T A L	71	498.7100				

Como F_c es menor a F_t se acepta la hipótesis de nulidad y decimos que no hay efecto de tratamientos, pero hay alta significancia para bloques.

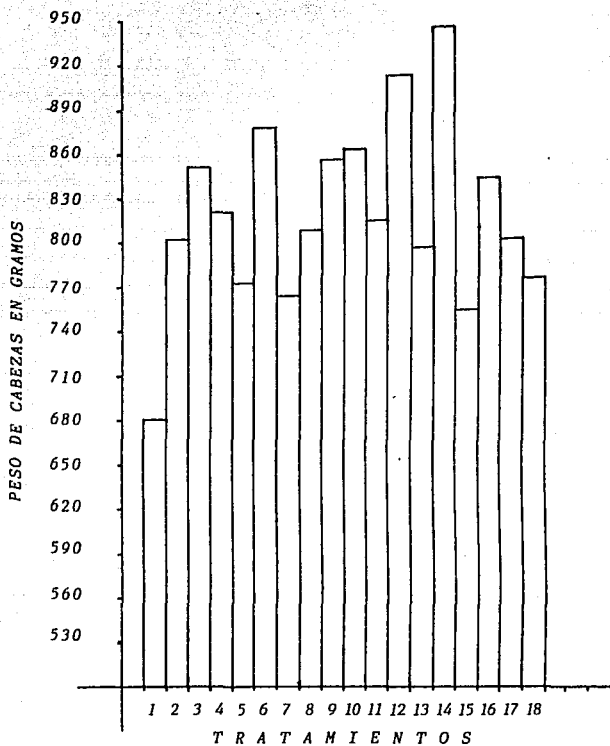
C U A D R O N.º 9
ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DIAMETRO POLAR

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F _c	F _t	
					0.01	0.05
BLOQUES	3	206.075	68.6920	29.61**	2.80	5.78
TRATAMIENTOS	17	12.950	0.7617	0.33 ^{NS}		
ERROR	51	118.258	2.3200			
T O T A L	71	337.283				

Como F_c es menor a F_t aceptamos la hipótesis de nulidad y decimos que no hay efecto de tratamientos, pero hay una diferencial altamente significativa para bloques.

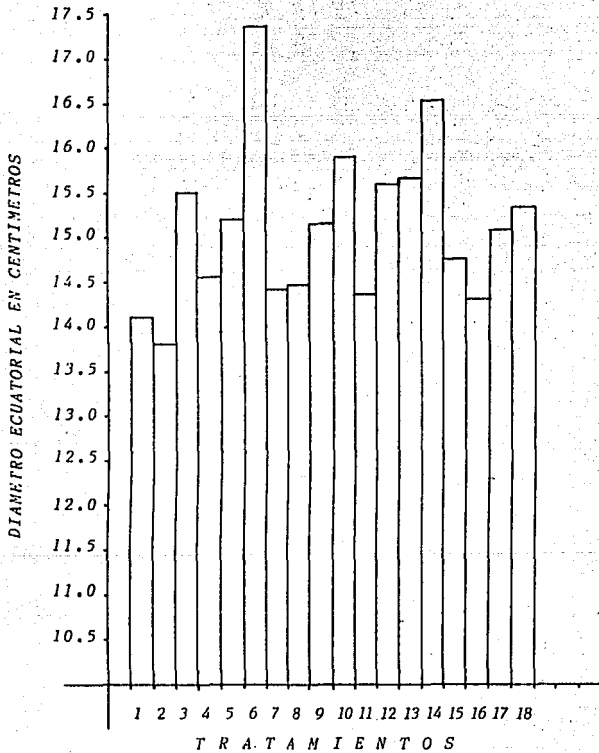
GRAFICA N° 1

PESO DE CABEZAS



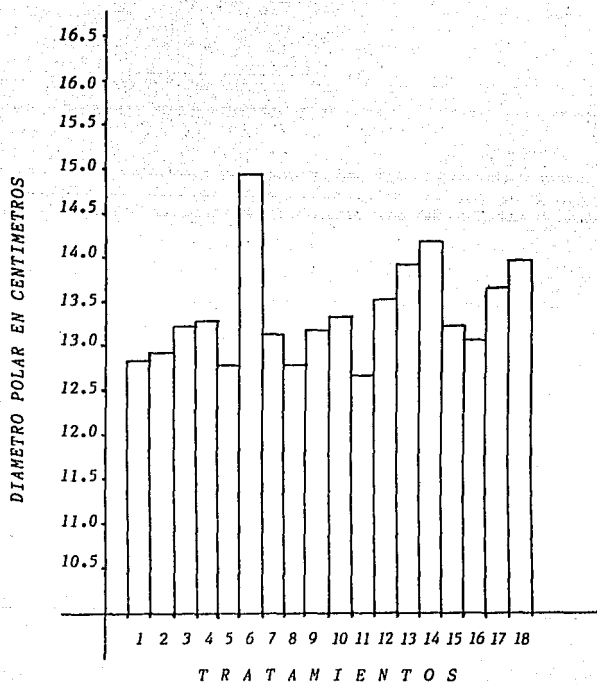
GRAFICA N.º 2

DIANETRO ECUATORIAL



GRAFICA N° 3

DIAMETRO POLAR



UBICACION DE LA PARCELA EXPERIMENTAL

