

27/59



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores  
"Cuautitlán"

## TITULO DE LA TESIS:

EVOLUCION DE LAS CONCENTRACIONES DE N,  
P Y K, Y SU CORRELACION CON LOS COMPO-  
NENTES DEL RENDIMIENTO EN LECHUGA  
(Lactuca sativa, L.) BAJO DIFERENTES DOSIS  
DE FERTILIZACION.

## T E S I S

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



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 T R O D U C C I O N

El aprovechamiento máximo del potencial agrícola del suelo es de importancia para la producción de alimentos, necesarios para la creciente población humana.

La introducción de cultivos hortícolas está favorecida por el ciclo vegetativo corto que presentan la mayoría de éstos, en el establecimiento de huertas a nivel comercial y familiar, reflejándose en la producción y ganancia a corto plazo.

Dada la importancia de la horticultura en nuestro país, es necesario profundizar en el conocimiento relacionado con la fenología, requerimientos nutricionales, índice de crecimiento, etc., a partir del cual se deriven recomendaciones para el buen manejo y óptimo desarrollo de los cultivos.

De ahí que en el presente trabajo se analiza, evalúa y define, algunos de los aspectos más importantes de la dinámica de los elementos - Nutritivos Nitrógeno, Fósforo y Potasio, en los tejidos foliares de la Lechuga, durante diferentes etapas de su desarrollo y sus relaciones -- con los componentes del rendimiento, en función del incremento en la fertilización nitrogenada.

Se seleccionó a la lechuga debido a que es uno de los cultivos que generalmente se encuentra en una huerta, comercial y familiar, por su fácil manejo y la aceptación como alimento, además de las ventajas que presenta al ser utilizada con fines experimentales en invernadero.

## O B J E T I V O S .

Para el desarrollo de este trabajo se plantearon los siguientes objetivos.

- 1.- Analizar y definir las relaciones que existen entre los elementos N, P y K, absorbidos por el cultivo de lechuga durante diferentes etapas de su desarrollo vegetativo.
- 2.- Analizar y definir las relaciones que existen entre las concentraciones de nutrimentos absorbidos y los rendimientos, en función de las dosis de fertilización.
- 3.- Determinar la posibilidad de emplear el análisis químico de la planta como índice del estado nutritivo del cultivo.

## I N D I C E

I N T R O D U C C I O N . . . . . i

O B J E T I V O S . . . . . ii

### CAPITULO I

pag.

1 .- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA . . . . . 1

1.1.- Producción anual de lechuga en México . . . . . 1

1.2.- Principales estados productores de lechuga en México . . . 1

1.3.- Aspectos generales del cultivo de lechuga . . . . . 2

1.4.- pH del suelo requerido para el desarrollo de hortalizas. . 3

1.5.- Clasificación de la lechuga según sus variedades botánicas 3

1.6.- Composición química de la lechuga . . . . . 5

1.7.- Extracción de nutrientes . . . . . 6

1.8.- Principales funciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en la planta . . . . . 10

1.9.- Importancia del análisis químico foliar de las plantas . 16

### CAPITULO II

2 .- MATERIALES Y MÉTODOS . . . . . 18

2.1.- Muestreo de suelo para ensayo de invernadero . . . . . 19

2.2.- Determinación de las características Físico-Químicas del suelo estudiado . . . . . 19

2.2.1- pH del suelo . . . . . 20

2.2.2- Textura . . . . . 20

2.2.3- Densidad aparente. . . . . 20

2.2.4- Contenido de materia orgánica . . . . . 20

2.2.5- Capacidad de intercambio catiónico total(C.I.C.T.) . . . 20

	pag.	
2.2.6-	Calcio y Magnesio intercambiables . . . . .	20
2.2.7-	Potasio intercambiable o fácilmente aprovechable. . . . .	20
2.2.8-	Fósforo disponible. . . . .	21
2.2.9-	Nitrógeno total . . . . .	21
2.3 .-	Siembra y fertilización de la lechuga . . . . .	21
2.4 .-	Muestreo de plantas y determinación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio . . . . .	22
2.4.1-	Número de muestreos . . . . .	22
2.4.2-	Toma de datos . . . . .	22
2.4.3-	Preparación del material muestreado para la determi- nación de nitrógeno, fósforo y potasio, en los teji- dos de la planta . . . . .	23

### CAPITULO III

3 .--	RESULTADOS Y DISCUSION. . . . .	24
3.1 .-	Análisis físico-químico del suelo . . . . .	24
3.2 .-	Presentación general de resultados y análisis estadísti- co de los componentes de rendimiento. . . . .	25
3.2.1-	Altura de la parte vegetativa . . . . .	29
3.2.2-	Peso fresco de toda la planta . . . . .	34
3.2.3-	Número de hojas. . . . .	38
3.2.4-	Peso fresco de la parte vegetativa. . . . .	40
3.2.5-	Peso seco promedio. . . . .	44
3.3 .-	Concentración ( % ) de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en los tejidos de las plantas muestreadas por tratamiento, .44	
3.3.1-	Tratamiento "testigo" T <sub>1</sub> . . . . .	48
3.3.2-	Tratamiento T <sub>2</sub> , dosis 50-40-00 . . . . .	49
3.3.3-	Tratamiento T <sub>3</sub> , dosis 120-40-00 . . . . .	49

	pag.
3.3.4- Tratamiento T <sub>4</sub> , dosis 150-40-00 . . . . .	49
3.4 .- Rendimiento aproximado por hectárea. . . . .	52

#### CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	53
B I B L I O G R A F I A . . . . .	57

CAPITULO I.

I. REVISION BIBLIOGRAFICA

1.1 Producción anual de lechuga en México.

Según datos extraídos del anuario estadísticos de la producción agrícola, que reporta la Dirección General de Economía Agrícola, S.A.R.H., en los años agrícolas 1980, 1981, 1982, 1983 y 1984, la producción de lechuga es la siguiente.

CUADRO No. 1 PRODUCCION DE LECHUGA EN MEXICO

AÑO AGRICOLA	PRODUCCION TON./Ha.	SUPERFICIE COSCH/Ha.
1980	51 718	2 992
1981	57 229	
1982	65 143	3 661
1983	71 128	3 907
1984	98 120	4 960

1.2 Principales estados productores de lechuga en México.

CUADRO No. 2 EN BASE A LA FUENTE ANTES MENCIONADA  
LOS PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES SON:

ESTADOS	AÑO AGRICOLA				
	1980	1981	1982	1983	1984
B.C.N.	9 607 Ton.	7 083 Ton.	8 660	9 115	15 903
GUANAJUATO	2 015 Ton.	5 606 Ton.	7 198	7 770	7 150
JALISCO	—	8 348 Ton.	17 245	22 143	25 550
MICHOACAN	—	2 584 Ton.	2 313	1 217	1 955
PUEBLA	7 209 Ton.	3 378 Ton.	11 947	11 288	14 250
HIDALGO	3 240 Ton.	4 509 Ton.	—	2 485	—
S.L.P.	17 811 Ton.	9 799 Ton.	3 640	10 071	9 390
MEXICO	2 556 Ton.	—	—	—	4 806
QUERETARO	3 514 Ton.	3 936 Ton.	4 229	3 783	4 160
CHIAPAS	—	3 978 Ton.	—	—	—

### 1.3 Aspectos generales del cultivo de lechuga.

Según Serrano Cermeno Z. (1979) la lechuga pertenece a la familia de las compuestas, y su nombre botánico es Lactuca Setiva. La raíz es pivotante y muy corta, no llega a pasar de 25 cms. de profundidad con pequeñas ramificaciones. Las hojas están colocadas en rosetas, desplegadas al principio; en algunos casos sigue así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se escogolla más tarde. Después cuando la lechuga está madura, emite el tallo floral que se ramifica - sus flores son autóгамas; se reproduce por semilla y es una planta - - anual.

En el desarrollo vegetativo de esta planta se puede considerar - tres fases: la de recuperación después del trasplante (crecimiento - lento), la de crecimiento rápido y la de formación de cogollo.

Es un cultivo que no requiere temperatura excesiva, pero exige - gran diferencia entre las temperaturas diurnas y nocturnas.

#### TEMPERATURAS CRÍTICAS DE LA LECHUGA

Se hiela la planta		-6° C
detiene su desarrollo		6° C y 30° C
Desarrollo óptimo en fase	Día	14° C a 18° C
de crecimiento rápido	Noche	5° C a 8° C
En la formación de	Día	10° C a 12° C
cogollo	Noche	3° C a 5° C
	Mínima	3° C a 5° C
Germinación	Óptima	15° C a 20° C
	Máxima	25° C a 30° C

#### 1.4 pH del suelo requerido para el desarrollo de hortalizas.

Cros (1981), menciona que la acidéz del suelo ejerce una influencia clara sobre la asimilación de los elementos del suelo por la planta, y según PETTINGER Y TACUS (Rectificación de M. JOFFRENT), la zona de pH más favorable a la asimilación de elementos nutritivos son:

CUADRO No. 3 pH FAVORABLE PARA HORTALIZAS

ELEMENTOS	pH
Nitrógeno	6.0 a 8.0
Fósforo	6.25 a 7.0
Potasio, Azufre	6.0 a 8.5
Calcio, Magnesio	7.0 a 8.5
Hierro, Manganeso	4.5 a 6.0
Boro, Cobre, Zinc	5.0 a 7.0
Molibdeno	7.0 a 8.5

A excepción del Molibdeno la asimilación de los microelementos es mejor en un medio ácido y llega a ser difícil en un medio alcalino.

Por su parte Patterson (1970), indica que el pH está en función en tre otras cosas del tipo de suelo y las precipitaciones. Añade que el suelo considerado bueno para hortalizas es cuando presenta un buen contenido de calcio y un pH de 6.5, y que un pH próximo a la neutralidad es adecuado para lechuga, zanahoria, col, apio y cebolla.

#### 1.5 Clasificación de la lechuga según sus variedades botánicas.

Según Tamaro (1977) divide en tres clases las variedades de la lechuga.

1. Lechuga arropollada (*Lactuca sativa*, capitata, D.C.), se distingue en la forma redondeada de las hojas, agrupándose en cesped, y en ocasiones apretadas entre sí, de manera que simulan la forma globosa de la col (*Brassica sp.*)

2.- Lechuga Romana. (Lactuca sativa Romana, D.C), difieren de las precedentes por tener el cespel alargado y extendido, por la forma de las hojas alargadas y plegadas en cuchara y por el desarrollo de la nervadura central, que resultan aveces sumamente gruesas.

3.- Lechuga para cortar; proporcionan las hojas a medida que se va deserrrollando.

Demolon (1975) divide a la lechuga en dos tipos:

- 1)- El de cabeza o de hoja compacta.
- 2)- El de hoja suelta.

El tipo de hoja compacta puede dividirse en el de hoja rizada y el de hoja mantequilla. El tipo de hoja suelta puede dividirse en el de hoja rizada y el tipo D.C. o "Lechuga Romana".

Según Serrano, C. (1979), las variedades de lechuga se pueden clasificar en los siguientes grupos:

ROMANAS	( <u>L.sativa</u> , <u>var. longifolia</u> ).	
		} Batavias (hoja consistente) Crasas (hoja blanda mantecosa)
ACOGOLLADA	( <u>L.sativa</u> , <u>var. capitata</u> )	

Las romanas no se acogollan, apenas intentan acogollar, las hojas - son crujientes, de sabor fuerte, de color verde oscuro.

En las variedades acogolladas hay que distingue las batavias y las crasas. Las batavias son de hojas con bordes muy rizados, redondeados de color verde amarillo, que puede tener una pigmentación más fuerte en los - bordes, de textura crujiente; de sabor no tan fuerte como las romanas. Las crasas son de hojas con bordes ondulados, de color verde, con textura blan - da mantecosa, de sabor comparado con el sabor de las lechugas romanas.

## 1.6 Composición Química de la Lechuga.

CUADRO No. 4 COMPOSICION QUIMICA DE LA LECHUGA

Tiscornia (1979), reporta que cien gramos de lechuga contiene:

Agua - - - - -	94.51 gr.
Albuminas- - - - -	1.31 gr.
Lipidos- - - - -	0.30 gr.
Hidratos de Carbono- - - - -	3.0 gr.
Cenizas- - - - -	0.88 gr.

Añade que, la misma cantidad produce 19 calorías, además contiene - vitamina A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y C.

La composición nutritiva de la lechuga según Howard, et. al. citado por folguera (1974) es la siguiente:

CUADRO No. 5 COMPOSICION NUTRITIVA DE LECHUGA

Lechugas	gr./100 gr. muestra			Minerales en mg/100 gr.					
	Agua	Proteína	Grasas	Ca	Fe	Mg	P	K	Na
De hoja "crispadas"	95	0.8	0.1	13	1.5	7	25	100	5
De hoja "Lisas"	96	1.2	0.2	40	1.1	16	31	270	10
Romanas	94	1.6	0.2	36	1.1	6	45	400	9

CUADRO No. 6 NITROGENO, FOSFORO, POTASIO Y CALCIO EN LECHUGA

Alsina (1972), reporta las siguientes cantidades que hay de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Calcio en cada 1000 partes en peso de cosecha para lechuga

Nitrógeno - - - - -	2.2
Fósforo - - - - -	1.0
Potasio - - - - -	3.9
Calcio - - - - -	1.5

### 1.7 Extracción de Nutrientes.

En base a la capacidad que tienen las plantas para extraer elementos nutritivos del suelo. Rodríguez Suppo (1982), reporta el siguiente cuadro de extracción de macronutrientes en diferentes hortalizas.

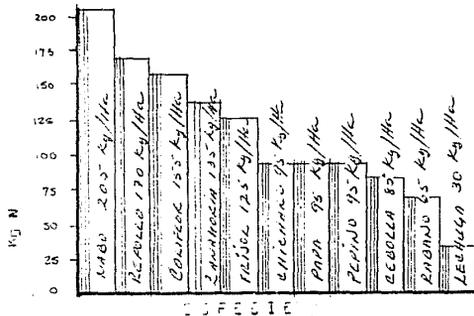
CUADRO No. 7 EXTRACCION DE MACRONUTRIENTES POR LAS HORTALIZAS

HORTALIZAS	N Kg/Ha	K <sub>2</sub> O Kg/Ha	ac. Fosfórico Kg/Ha
Chicharo	25	60	25
Cebolla	85	80	40
Coliflor	155	205	60
Lechuga	30	55	15
Navo	205	230	90
Pepas	95	60	45
Pepinos	95	130	65
Frijol	125	155	35
Rebano	65	100	30
Repollo	170	405	100
Zanahoria	135	155	55

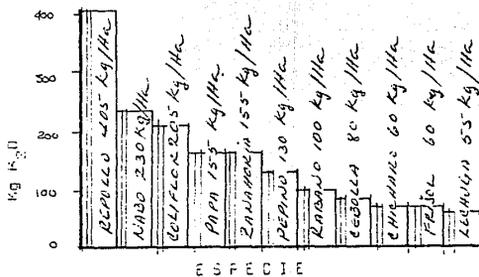
En forma notable se observan en las gráficas 1, 2 y 3 diferencias de requerimientos y asimilación entre las especies hortícolas, y que por ejemplo el nabo es más exigente en nitrógeno que la lechuga, esta última especie es la menos exigente respecto a los nutrientes considerados, así mismo el repollo requiere altísimas disponibilidades de nitrógeno, fósforo y potasio.

Rodríguez Suppo también reporta el siguiente cuadro de exigencias nutricionales generales de cultivos importantes, incluyendo un determinado rendimiento en condiciones normales, y de dos elementos secundarios, el magnesio y el azufre, así como la extracción en Kg/Ha de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre.

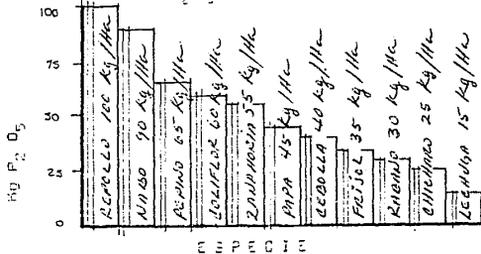
GRAFICA No. 1 Kg DE NITROGENO EXTRAIDO



GRAFICA No. 2 Kg DE OXÍGENO DE POTASIO EXTRAIDO



GRAFICA No. 3 Kg DE FOSFORO EXTRAIDO



CUADRO No. 8 EXTRACCION EN HORTALIZAS (parte y total de la planta).

Cultivo	Rendimiento en Toneladas	Parte de la Planta	Kg. de nutrientes por Ha. (cifras promedio)				
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	S
Lechuga	45	Total	100	35	200	--	--
Cebolla	70	Total	200	90	180	20	40
Papa	55	Tuberculo	195	80	315	15	14
		Planta	100	20	300	40	10
		Total	305	100	615	55	25
Frijol	9	Vaina	80	25	65	10	--
		Planta	75	15	95	10	--
		Total	155	40	170	20	--
Tomate	67	Fruto	115	25	245	10	25
		Planta	90	30	135	25	20
		Total	205	55	380	35	45

Gimes Muñoz (1983), considera las siguientes cantidades de nutrientes extraídos por cantidad cosechada/Ha. del cultivo de la lechuga comparado con otras hortalizas.

CUADRO No. 9 NUTRIENTES EXTRAIDOS DE LA LECHUGA

Cultivo	Cantidad cosechada		Nutrientes puros extraídos	
	da/Ha	Kg/Ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> K <sub>2</sub> O/Ha	K <sub>2</sub> O K <sub>2</sub> /Ha
Lechuga arropollada	25 Ton.	60	20	120
Espinaca	20 Ton.	95	35	125
Heba	1.25 Ton/grano 200*		50	110
Navo	Ton./Hoja	120	60	200
Cebolla	30 Ton.	80	40	120
Col. de Bruselaa	60 Ton.	200	60	18

Las cifras de extracción mencionadas representan los valores promedios correspondientes a condiciones adecuadas de suelo para hortalizas y a las cantidades cosechadas que se mencionan.

Moroto (1983), reporta los siguientes datos de extracción de - elementos nutritivos de 1 Hectarea de Lechuga.

CUADRO NO. 10 NUTRIENTES EXTRAIDOS DE UNA Ha. DE LECHUGA

Rendimiento Ton./Ha.	N	kg/Ha Extraídos				FUENTE	VARIEDAD MODALIDAD
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	Mg		
25	55	20	120	35	10	Anstett (1967)	Pleno campo
24.3	67	28	127	29	9.7	Anstett (1967)	Cultivo Forzado
45	100	20	250	--	12	Stephan (1977)	Sobre una D. de 180000 Plantas/Ha. y cultivo de invernadero
25	53	20	120	--	--	Jacoby V.	Lechuga Romana.
25	52	20	50	--	--	Neskii (1973)	Lechuga a - rrepollada.
47	106	31	233	51	22.0	Knott (1962)	
18	45	11	54	9	4.5	Knott (1962)	

Por su parte Rodríguez Suppo (1982) señala las siguientes necesidades medias de fertilización según el nivel de producción en algunas hortalizas.

CUADRO NO. 11 NECESIDADES DE FERTILIZACION DE UNAS HORTALIZAS

HORTALIZAS	PRODUCCION	Kg/Ha DE		
	BASE	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
COL	60,000	200 a 250	100 a 150	160 a 220
COL Y COLIFLOR	40,000	160 a 200	80 a 120	180 a 220
ESPINACA	15,000	75 a 100	40 a 60	50 a 80
LECHUGA	25,000	60 a 100	50 a 70	50 a 175

## 1.8 Principales funciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en la planta.

De acuerdo con Fattersón (1970), las plantas obtienen todos los elementos necesarios para su crecimiento, a excepción del carbono y el oxígeno, del suelo de todos los elementos absorbidos solamente 13 son considerados esenciales y son los siguientes; Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre, Hierro, Boro, Molibdeno, Zinc, Cobre y Cloro. Los elementos nutritivos que las plantas requieren para su normal desarrollo en cantidades realmente elevadas se llaman macroelementos y son : N, P, K, Ca y Mg.

Gordon Halfacre y Sorden (1979), señalan que hasta la primera parte del siglo XX, se consideraban que eran diez los elementos esenciales para un crecimiento vegetal normal y se identificaron de la siguiente manera: Carbono (C), Oxígeno (O), Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S), y Hierro (Fe), y durante el transcurso de este siglo se agregaron a la lista los siguientes seis elementos Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Boro (Bo), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo) y Cloro (Cl).

Miller (1981), dice, como resultado de el estudio sobre soluciones nutritivas sabemos que son quince los elementos esenciales para la planta, estos son: C, H, O, N, P, K, S, Ca, Fe, y Mg, a estos se les llama elementos mayores con excepción del Hierro, y elementos menores al Boro, Cu, Mn, Mo, y Zn.

Arnon (1950), citado por Ortiz (1977) dice, que se llama elementos esenciales debido a que la diferencia de uno o más de estos, imposibilita y dificulta complementar el ciclo vegetativo de la planta. Los elementos esenciales son agrupados de acuerdo con la cantidad que requieren las plantas de ellos son:

a).- Macronutrientes o macroelementos, que son tomados por las plantas en cantidades relativamente mayores que los otros elementos y son divididos en primarios y secundarios, dentro de los primeros se incluyen al N, P y K y dentro de los secundarios al S, Mg y Ca.

b).- Micronutrientes o microelementos, Cu, Fe, Zn, etc.

A continuación se hace una revisión de las principales funciones, de los macroelementos N, P y K en las plantas.

#### NITROGENO:

Según Pattersón (1970) la fuente principal de Nitrógeno en el suelo son los materiales orgánicos, es absorbida a través de los pelos radiculares, en forma de Nitrateo, principalmente, y en esta forma es trasladado a todas las partes de la planta; casi todas las plantas absorben Nitrógeno durante todo su ciclo vegetativo, pero principalmente durante el período de crecimiento rápido.

Según Rojas (1977), las plantas necesitan Nitrógeno en cantidades muy altas, ya que cerca del 20 % del peso de las proteínas está dado por este elemento, y está como se sabe es el compuesto esencial del coloides protoplasmático. Añade que el suelo es la única fuente de Nitrógeno para los vegetales superiores y está limitado por la ausencia de rocas nitrógenadas. La cantidad de nitrógeno varía de 0.02 a 0.4 %, del peso total.

De acuerdo con Gordon Halfacre y Earden (1979), aunque hay diez y seis elementos esenciales, probablemente sea el nitrógeno al que se le preste mayor atención, con excepción del Carbono el Hidrógeno y el Oxígeno el Nitrógeno se encuentre en la mayor parte de las plantas, en concentraciones mayores que cualquier otro de los nutrientes. El Nitrógeno es el elemento al cual todas las plantas muestran respuesta.

Dentro de la planta es componente vital, tanto del protoplasma, las moléculas clorofílicas y los aminoácidos de los cuales se derivan las -- proteínas y los ácidos nucleicos.

En deficiencia atrofia el crecimiento y la coloración foliar que va de verde pálido al amarillo en hojas que son más pequeñas que lo normal.

En exceso el follaje adquiere un color verde oscuro, se presenta de bilidad en los tejidos y un crecimiento vegetativo suculento.

Tisdale y Nelsón (1977), mencionan que la deficiencia de Nitrógeno en la planta disminuye la síntesis de proteínas y clorofila inhibiendo -- la formación de carbohidratos, ocasionando que la planta permanezca pe-- queña y clorótica, acortándose el período vegetativo y acelerando la flo-- ración y la fructificación.

#### FOSFORO:

Pattersón (1970), dice que el Fósforo se encuentra principalmente -- en los suelos en forma de Fosfato, la mayor parte de los cuales no son -- fácilmente utilizables por la planta, en suelos ácidos su asimilación es todavía menor debido a la presencia del Hierro y Aluminio. Se puede en-- contrar formando parte de la materia orgánica, como compuesto orgánico -- sin ser totalmente aprovechable por las plantas, teniendo que ser previa-- mente convertido en Fosfato soluble.

El Fósforo tiene efecto particularmente estimulantes, sobre el cre-- cimiento radicular, durante las primeras épocas de una planta. La defi-- ciencia de Fósforo se caracteriza por plantas de tamaño pequeño; creci-- miento lento y hojas verde oscura estas tienden a presentar un color -- bronceado o púrpura en contraste con el color amarillo pálido o tintes -- rojizos, característicos de la deficiencia del Fósforo.

El Fósforo estimula la maduración y tiende a reducir el período ve-- getativo de crecimiento, sin embargo una excesiva cantidad de Fósforo -- causa una maduración prematura, por lo que el rendimiento es menor.

Según Gordon Helfacre y Sarden (1979) talves la función más destaca da del Fósforo, se encuentra en el almacenamiento y translocación de - energía, forma adenosín trifosfato (ATP), los ácidos nucleicos, los fosfolípidos y las coenzimas NAD Y NADP.

Los síntomas de deficiencia són: alteración del metabolismo, del - crecimiento, las hojas más antiguas tienden a ecortarse porque como suce de con el Nitrógeno, el Fósforo es móvil y se desplaza del follaje más - antiguo al más joven, las hojas tienen un color más oscuro y algunas ve ces están deformes.

Por otra parte señala que el Fósforo en el suelo se encuentra en - forma orgánica como inorgánica, la disponibilidad de este se encuentra - afectada por el pH del suelo, como regla general se maximiza la dispo nibilidad del Fósforo manteniendo el pH del suelo en el rango de 6.0 a 7.0.

Gros (1981), dice que el Fósforo es un componente esencial de los - vegetales cuya riqueza media en  $P_2O_5$  es del orden 0.5 a 1.0 % de la mate ria seca. Interviene activamente en la mayor parte de las reacciones - bioquímicas complejas de la planta que son la base de la vida; respira ción, síntesis y descomposición de glúcidos, síntesis de proteínas, acti vidad de la diostase etc.

Tisdale y Nelsón (1977), señalan que no obstante la importancia del Fósforo en el metabolismo celular este elemento se encuentra por lo gene ral en menor concentración con relación al Nitrógeno y al Potasio, afede que un exceso de fertilización Fosfórica puede acelerar la maduración - acostá del crecimiento vegetativo, y por otra parte las plantas con defi ciencias de Fósforo presentan hojas y tallos pequeños con coloración ver de rojisa, café rojisa, purpura o bronceada.

Devlin (1976), por otra parte indica que el contenido de Fósforo en las plantas cultivadas varía de 0.2 a 0.8 % sobre el peso seco, entre el 60 y 75 % es soluble en agua, el fruto y las semillas contienen la ma yor proporción.

Según Miller (1981), el Fósforo es necesario en los siguientes procesos

- 1.- Síntesis de azúcar y almidón
- 2.- Transporte de hidratos de carbono
- 3.- Reducción de nitratos
- 4.- Síntesis de Proteínas
- 5.- División normal de la célula.

#### POTASIO:

Patterson (1970), dice que el potasio forma parte de los minerales arcillosos, en general los suelos francos y limosos contienen más potasio que los arenosos. En el suelo el potasio se libera lentamente y por lo tanto la cantidad del elemento inmediatamente utilizable por la planta es pequeño. Las pérdidas por lixiviación son mínimas, excepto en suelos muy ligeros o en aquellos que se han abonado con fertilizante potásicos en gran cantidad.

Es esencial para el incremento y desarrollo, y juega un papel importante en la pérdida de agua por las plantas, lo cual tiene importancia en zonas áridas, ya que este elemento equilibra la escasez de agua.

Los síntomas de deficiencia se manifiestan en primer lugar en las hojas viejas, las cuales presentan los extremos amarillos y posteriormente color pardo grisáceo, el incremento se detiene lo que traduce finalmente en plantas más pequeñas. Añade que es importante que durante el crecimiento el potasio se encuentran en cantidades suficientes, ya que para una gran mayoría de las plantas una elevada absorción de este elemento es fundamental; evitando un débil crecimiento y dá lugar a plantas con una gran resistencia a heladas. La absorción elevada de potasio dá como resultado una baja absorción de manganeso.

Delmolon (1975), señala que el Potasio es un elemento constitutivo de los tejidos vegetales, así como de los tejidos vivientes. Es indispensable para la actividad biológica, y desempeña en papel esencial como transportador de energía en la síntesis de las proteínas celulares, en el metabolismo de los glucidos, en la génesis del almidón y de los polisacáridos.

Fisdale y Welsón (1977), mencionan que una de las principales funciones del Potasio, es regular la economía de la planta en la respiración y transpiración, mantiene la turgencia fisiológica de los coloides del plasma celular. Añade que por otra parte el Potasio regula la actividad de diversas enzimas y fermentos que intervienen en la síntesis y traslocación de azúcares, proteínas y lípidos.

La deficiencia de Potasio principalmente se manifiesta por el amarillamiento de los ápices y márgenes foliares adultos. En deficiencias más agudas, el amarillamiento avanza hacia el centro o hacia la base de la hoja, las hojas amarillas se hacen necróticas y mueren cuando las deficiencias son mayores. La carencia de Potasio se asocia con la disminución de la resistencia de la planta a las enfermedades, la calidad de frutas y hortalizas es inferior.

Gordon Halfacre y Barden (1979), mencionan que el potasio es esencial para la fotosíntesis, el transporte de los azúcares y la actividad enzimática, aunque sus funciones específicas no están muy claras. Una hipótesis reciente establece que los iones de potasio se "bombean" hacia dentro o fuera de las células proteicas, regulando de esta manera el potencial del agua, y, el cierre aparente de los estómas. Añaden que por ser un elemento móvil los síntomas de deficiencia se manifiestan por lo tanto, en hojas antiguas, observándose una clorosis foliar, seguida por la necrosis del ápice de el margen de las hojas.

### 1.9 Importancia del análisis Químico Foliar.

Demolon (1975), dice que a Gustus Von Liebig (1823) le corresponde el mérito y el honor de haber fundado la teoría mineral estableciendo - los principios de la alimentación mineral de la planta.

"Todas las plantas se nutren de alimentos inorgánicos o minerales. La planta vive de ácido carbónico, agua, amoniaco, nitrato ac. Fosfórico, ácido sulfúrico, ácido silícico, cal, manganeso, ptasa, hierro; algunas plantas exigen también sal".

A su vez Gordon Halfacre y Warden (1979), señalan que los nutrientes minerales de las plantas han concentrado el interés de muchos investigadores desde el comienzo del siglo XIX, cuando se determinó por primera vez que el suelo aportaba determinados elementos requeridos para el - desarrollo vegetal. Una de las técnicas que más se utilizó en la investigación de nutrientes fué el análisis foliar químico del tejido vegetal.

Teuscher y Adler (1930), consideran que mediante el análisis de las plantas no es fácil determinar la cantidad de elementos disponibles en el suelo, debido a la complejidad de los factores que intervienen, sin embargo los mismos autores recomiendan la combinación de los análisis de tejidos vegetales y el suelo para establecer con bases científicas las causas de las deficiencias.

Jackson (1976), Menciona que la extracción de los nutrientes minerales del suelo durante el cultivo de las plantas constituye un tipo único de análisis químico del suelo. cita a Bradford (1941), "La fundamentación de la química agrícola... tubo que esperar hasta que se desarrollaran métodos para determinar la composición de las plantas...". Añade que el análisis de los tejidos vegetales constituyen a la caracterización de las propiedades químicas del suelo en función de sus condiciones de fertilidad y de la nutrición mineral de las plantas.

Devlin (1976), considera que el análisis elemental de una planta cultivada, revela una composición de un 90 % de agua y 10 % de materia seca orgánica e inorgánica, aproximadamente. Añade que al analizar la consti-

tución de la materia seca calcinando la muestra en una mufla, queda de la muestra entre 1 % y 15% del peso inicial, lo cual indica que entre el 25 % y el 99 % de la muestra, seca estuvo formada por compuestos orgánicos integrándose a base de C, H, O Y N principalmente. Además dice que los elementos minerales que observen las plantas no se distribuyen igualmente en el vegetal, las hojas casi siempre tienen el mayor porcentaje, mientras que los tallos por lo general tienen el menor.

Gordon Halfacre y Sarden (1979), mencionan que en la mayor parte de los análisis vegetales actuales, el tejido que va a ser analizado se seca y se muele hasta obtener un polvo grueso, para determinar la mayoría de los nutrientes, la muestra se reduce a "cenizas" en un horno con temperatura entre 500°C y 600°C, para que se quemé toda la materia orgánica, dejando solo los minerales. Debido a que durante la reducción a "Cenizas" por medio de altas temperaturas, se produce una evaporación parcial de los compuestos volátiles, este método no es aconsejable para el Nitrógeno; por lo tanto este último se determina después de una reducción a cenizas por vía húmeda, evitando así la pérdida de Nitrógeno.

Crofts (1971), dice que el análisis químico de los tejidos vegetales permite estimular el estado nutritivo de la planta durante el período de crecimiento. La interpretación de dicha estimación presupone que la cantidad del elemento nutritivo de la planta es un reflejo de aquellos que se encuentran disponibles en el suelo.

## CAPITULO II

## 2.- MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó bajo condiciones de invernadero sin control de humedad y temperatura, en la facultad de ING. AGRICOLA FES-CUAUTITLAN U.N.A.M., con suelo de una parcela del ejido "El Rosario".

El ejido "El Rosario" está dentro de los márgenes del municipio de Cuautitlán Izcalli, en la parte noroeste, encontrándose el núcleo de ejidatarios en el poblado El Rosario C. Izcalli, Edo. de México.

Este ejido está integrado por 229 ejidatarios, de los cuales 30% se dedica únicamente a labores del campo y el resto convine labores del campo con el empleo en la industria.

La construcción de la Fresa "La Nopalera" con capacidad de almacenamiento de 7 millones de metros cúbicos de agua, suficiente para regar 90 has. de las 130 has. susceptibles de ser regadas, integranse en sí el ejido de 927 has.

El funcionamiento de dicha presa habre la perspectiva de el estealecimiento de hortalizas, frutales y forrajes, diversificandose con ello la agricultura del lugar, quedando a un lado el cultivo únicamente de Maíz, Frijol y Calabaza que durante años se ha llevado a cabo y a la vez permite el mejor aprovechamiento del suelo y elevar el nivel socio-económico de la población.

El muestreo se hizo en la parcela # 63 del ejidatario Sr. Felipe Torrijos Hernández., la cual está Ubicada en el margen del valle, con una pendiente ligera, tiene drenaje superficial lento, la vegetación dominante es la de hierbas caducifolias que no van más allá de 1.5 m., la vegetación cultivada es principalmente Maíz, Frijol y Calabaza, en el momento del muestreo el suelo estaba en el período de descanso (barvecho), la principal fuente de humedad es el temporal, la fertilización se hace a base de sulfato de amonio (20.5-00-00) y superfosfato de calcio simple (20-00-00) y abonos de origen animal, en la preparación del terreno se

hace un barbecho uan cruza y el surcado, se establece una densidad de población de 40 mil plantas por ha. en el caso de maíz, con rendimiento -- promedio de 2 toneladas por ha.

La superficie del suelo no presenta pedregocidad, es de aluvion y - el grado de erosión es nulo.

El clima predominante en la zona basados en la clasificación de Enriquet García es Cw ( Templado con lluvias en verano seco en invierno), los meses más calidos son Mayo y Junio, los meses más frios son Enero y Febrero, estableciendose en la mayoría de los casos el régimen de lluvias en la segunda quincena de Mayo, siendo el mes más lluvioso Julio, se presenta en ocasiones heladas tardías en los meses de Mayo y Abril.

En cuanto al suelo tenemos que es profundo sin afloración de material pariental, se distinguen los horizontes A y B, de forma uniforme, - la estructura está formada por agregados poliédricos-angulares de constitución muy dura, y textura arcillosa.

Se utilizó la variedad de lechuga Climax-63 por ser de las que recomienda FRONASE para este tipo de zona.

En cuanto a los fertilizantes que se usaron, se seleccionaron en base a que son los que más se conocen en la region y además son fácil de adquirir y los recomienda Fertimex.

## 2.1 Muestreo de suelo para ensayo de invernadero.

El procedimiento utilizado para muestrear el suelo fué siguiendo una linea imaginaria en zig-zag a lo largo del terreno tomando muestra de la capa arable ( 0 - 20 cm. ) de profundidad ya que la lechuga no presenta desarrollo radicular profundo, se recolecto aproximadamente 150 kg. de suelo, el cual se seco al aire y se mezclo perfectamente, posteriormente se llevó al invernadero de la FES-QUAUTILAN y por último se tomo el material necesario para el análisis físico-químico del suelo

## 2.2 Determinación de las características físicas y químicas del suelo - estudiado.

Los siguientes análisis del suelo se hicieron en el laboratorio L-211 de la sección de suelos y uso del agua del departamento de Ciencias Agrícolas de la F.E.S. - Cuautitlán. Las determinaciones se efectuaron por duplicado.

#### 2.2.1 $p^H$ del Suelo.

Determinado por el método del potenciómetro, con agua empleando una relación suelo: agua de 1:2.5, y con solución KCl IN de  $p^H$  7.0 en relación 1:2.5.

#### 2.2.2 Textura.

Método del hidrómetro de Bouyoucos simplificado.

#### 2.2.3 Densidad aparente.

Método de probeta.

#### 2.2.4 Contenido de materia orgánica.

Determinación por el método de Walkley y Black, modificado por Walkley (1947), para determinación de % de carbono orgánico.

#### 2.2.5 Capacidad de intercambio catiónico total (C.I.C.T.).

Por saturación con cloruro de calcio IN,  $p^H$  7.0 y elución con cloruro de sodio IN,  $p^H$  7.0. y titulación con EDTA 0.02 N.

#### 2.2.6 Calcio y Magnesio intercambiables.

Por saturación con acetato de sodio IN de  $p^H$  7.0 y titulación con EDTA 0.02 N.

#### 2.2.7 Potasio intercambiable o fácilmente aprovechable.

Por saturación con acetato de amonio IN de  $p^H$  7.0 y cuantificación por flameofotría.

### 2.2.8 Fósforo disponible.

Por el método de Bray P - I

### 2.2.9 Nitrógeno total

Apartir de la materia orgánica por medio de la relación % N = - - (% M.G.) (0.05) según Jackson, T.L. (1970).

### 2.3 Siembra y fertilización *de la lechuga.*

La siembra se efectuó en 64 bolsas negras de polietileno con 2 kg. de suelo seco y tamizado con malla de 2 mm. se empleó semilla de lechuga de bola o "Cogollo" de la variedad climax S.S.

Se pusieron 10 semillas por bolsa de las cuales después de germinar y emerger, se dejaron 2 plantas por bolsa. A los 15 días de haber emergido las plantas se seleccionó la mejor de ellas, eliminando las más débiles, quedando finalmente una planta por bolsa con el tratamiento correspondiente.

CUADRO No. 12 LOS TRATAMIENTOS UTILIZADOS FUERON LOS SIGUIENTES:

TRATAMIENTOS		N	DOSIS (Kg./Ha)			
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
(Testigo)	T <sub>1</sub>	00	-	00	-	00
	T <sub>2</sub>	80	-	40	-	00
	T <sub>3</sub>	120	-	40	-	00
	T <sub>4</sub>	150	-	40	-	00

Cada tratamiento con 12 repeticiones.

Como fuente de Nitrógeno se empleó sulfato de amonio 20.5 % y como fuente de Fósforo superfósforo de calcio simple 20.0 %, no se aplicó

potasio debido a que el análisis químico del suelo reveló cantidades suficientes de este elemento en forma fácilmente aprovechable para la planta. Las cantidades de fertilizantes para 2 Kg. de suelo se calculó considerando el peso de una hectárea a 20 cm. de profundidad, de 2'500.000 Kg.

2.4 Muestreo de plantas y determinación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

2.4.1 Se hicieron tres muestreos durante todo el desarrollo vegetativo, tomando 4 plantas al azar de cada tratamiento.

Primer Muestreo ( $M_1$ ), se hizo a fines de la etapa de crecimiento lento o de "recuperación", aproximadamente a los 20 días de emergida la planta.

Segundo Muestreo ( $M_2$ ), a fines de la etapa de crecimiento rápido, aproximadamente a los 40 días de emergida la planta, que es cuando empieza a formarse el cogollo.

Tercer Muestreo ( $M_3$ ), a fines de la etapa de formación del cogollo (cuando la planta está lista para ser cosechada), aproximadamente a los 65 a 70 días de emergida la planta.

2.4.2 Toma de datos.

Las plantas muestreadas de cada tratamiento, fueron extraídas con la mayor parte de la raíz y enjuagadas o lavadas con agua de llave y agua destilada, para eliminar residuos de suelo, y fueron secadas perfectamente con toallas de papel, de inmediato se procedió a determinar el peso fresco de toda la planta, el peso fresco de la parte vegetal, altura de la parte vegetativa y el número de hojas, éste último únicamente en el primero y segundo muestreo. Para obtener el peso seco de la planta, fué necesario secarla en un horno con aire forzado a  $55^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas aproximadamente, pesando las plantas en una balanza analítica en el primer muestreo y en una balanza granataria en el segundo y tercer muestreo.

2.4.3 Preparación del material muestreado para la determinación de -  
Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

Las muestras secas se molieron en un molino Wiley con cuchillas de acero inoxidable y se tamizaron a través de una malla del no. -  
20 para realizar los siguientes análisis:

I.- Determinación de Nitrógeno.

Por el método de Kjeldahl.

II.- Determinación de Fósforo.

Por digestión húmeda con ácido nítrico, ácido perclórico y ácido sulfúrico concentrados en proporciones 10:2.5:1 y -  
cuantificación colorimétrica con vanadato molibdato.

III.- Determinación de Potasio.

Por secanización a 550°C y dilución en ácido clorídrico diluido y cuantificación por flzometría.

## CAPITULO III

## 3. RESULTADO Y DISCUSION

## 3.1 Análisis FísicoQuímico del suelo.

EN EL CUADRO No. 13 SE PRESENTAN LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE EL ANÁLISIS DEL SUELO.

Análisis	Resultados	Interpretación Según Moreno Dahme
pH	Con agua 6.1	Medianamente ácido
	Con Kcl 5.3	Fuertemente ácido
Textura	Arcilla 37 %	Franco arcillosa
	Limo 23 %	
	Arena 40 %	
Densidad Aparente	1.24 g/cm <sup>3</sup>	Mediano
Materia Orgánica	2.28 %	Mediano
C.I.C.T.	10.50 meg/100 gr.	Baja
Calcio y Magnesio	Ca= 0.805 mg/100 gr	
Intercambiables	Mg= 104.5 mg/100 gr	
Potasio Intercambiable	910 Kg. de K/Ha	Extra rico
Fósforo Disponible	229.67 Kg. de P/Ha	Extra rico
Nitrógeno Total	0.124 %	Mediano

Como se puede observar en el cuadro anterior es un suelo franco arcilloso de textura media, con pH medianamente ácido de 6.1, relación suelo agua 1: 2.5, medianamente rico en materia orgánica. La diferencia de casi una unidad entre los pH con agua y Kcl es normal y nos indica que el suelo no tiene problemas de acidez potencial.

La relación N, P, K, en el suelo nos indica que éste es medianamente rico en Nitrógeno y esta rico en Fósforo y Potasio, esto quiere decir que al suelo estudiado contiene suficientes cantidades de Fósforo y Potasio desponibles para la planta. Sin embargo es conveniente fertilizar con dosis altas de Nitrógeno.

### 3.2 Presentación General de Resultados y Análisis Estadístico de los Componentes de Rendimiento.

En los cuadros 14,15,16 y 17, se presentan los datos de altura de la parte vegetativa, peso fresco de toda la planta, peso fresco vegetativo, y número de hojas de las plantas por muestreos y tratamiento.

CUADRO No. 14 ALTURA DE LA PARTE VEGETATIVA (cm).

MUESTRAS	(TESTIGO) T <sub>1</sub>	T R A T A M I E N T O S			
		T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	
M <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	5.9	6.9	12.9	7.8
	R <sub>2</sub>	6.3	7.5	7.8	13.0
	R <sub>3</sub>	5.7	8.2	10.1	5.6
	R <sub>4</sub>	7.35	12.0	5.8	9.4
	$\bar{x}$	6.35	8.65	9.15	9.95
M <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	15.9	19.6	19.9	19.3
	R <sub>2</sub>	15.6	18.5	18.8	18.0
	R <sub>3</sub>	17.2	15.6	21.2	19.7
	R <sub>4</sub>	15.6	16.5	16.6	19.4
	$\bar{x}$	16.05	18.05	19.13	19.10
M <sub>3</sub>	R <sub>1</sub>	48.0	21.2	20.0	21.5
	R <sub>2</sub>	20.7	23.2	22.1	22.4
	R <sub>3</sub>	12.6	19.5	24.0	23.5
	R <sub>4</sub>	19.0	22.4	22.0	23.0
	$\bar{x}$	19.15	21.53	22.03	22.60

CUADRO No. 15 PESO FRESCO DE TODA LA PLANTA (gr).

MUESTRAS	T R A T A M I E N T O S				
	(TESTIGO) T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	
M <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	130.2	131.6	143.9	161.9
	R <sub>2</sub>	127.6	133.5	148.5	139.1
	R <sub>3</sub>	127.8	145.7	164.5	148.7
	R <sub>4</sub>	130.6	136.8	164.9	150.0
	$\bar{x}$	129.05	136.90	148.15	149.93
M <sub>3</sub>	R <sub>1</sub>	415.6	416.5	433.8	411.5
	R <sub>2</sub>	413.1	421.3	425.8	462.7
	R <sub>3</sub>	410.8	413.1	423.1	465.1
	R <sub>4</sub>	417.8	422.1	437.9	498.9
	$\bar{x}$	414.30	418.30	429.65	459.65

CUADRO No. 16 PESO FRESCO VEGETATIVO (gr).

MUESTRAS	(TESTIGO) T <sub>1</sub>	T R A T A M I E N T O S			
		T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	
M <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	2.4287	2.3196	3.6959	2.4987
	R <sub>2</sub>	2.5687	3.0030	2.9887	3.1987
	R <sub>3</sub>	2.0280	3.1950	3.748	3.2564
	R <sub>4</sub>	2.5100	3.6540	2.4008	3.9890
	$\bar{x}$	9.5	12.20	12.80	12.90
M <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	120.7	122.40	128.7	153.0
	R <sub>2</sub>	118.9	126.60	135.10	130.6
	R <sub>3</sub>	119.2	137.5	143.6	140.7
	R <sub>4</sub>	120.8	130.9	158.8	142.6
	$\bar{x}$	119.90	129.35	141.38	141.73
M <sub>3</sub>	R <sub>1</sub>	393.2	404.40	420.5	400.5
	R <sub>2</sub>	391.3	408.4	417.8	450.7
	R <sub>3</sub>	390.3	400.8	410.0	454.6
	R <sub>4</sub>	401.3	410.6	429.9	489.9
	$\bar{x}$	394.03	406.05	419.63	448.93

CUADRO No. 17 NUMERO DE HOJAS

Tratamiento	M <sub>1</sub>				$\bar{x}$	M <sub>2</sub>				$\bar{x}$
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	
T 1 (TESTIGO)	5	6	6	6	5.75	12	10	9	9	9.5
T 2	7	8	6	5	6.50	11	12	10	13	10.5
T 3	8	7	7	7	7.25	13	10	11	10	11.0
T 4	9	8	6	8	7.75	12	12	10	10	11.0

### 3.2.1 Altura de la parte vegetativa.

En los cuadros 18, 19, y 20 se presentan los resultados del análisis estadístico de la altura de la parte vegetativa en el muestreo 2 y en los cuadros 21 y 22 para el muestreo 3, en la muestra 1 no se encontró diferencia significativa.

A) Altura de la parte vegetativa de la muestra 2.

CUADRO No. 18 ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE LA PARTE VEGETATIVA DE LA MUESTRA 2 (cm.).

Tratamiento	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	Suma Total	Promedio
T 1 (TESTIGO)	15.9	15.6	15.6	17.2	64.30	$\bar{x}_1$ 16.08
T 2	19.6	18.5	18.5	15.6	72.20	$\bar{x}_2$ 18.05
T 3	19.9	18.8	21.2	16.6	76.50	$\bar{x}_3$ 19.13
T 4	19.3	18.0	19.7	19.4	76.40	$\bar{x}_3$ 19.10

\* Significativo

CUADRO No. 19 PRUEBA DE DUNCAN PARA SEPARACION DE MEDIAS.

A	2	3	4
A-E-S	3.08	3.23	3.33
A-L-S	2.16	2.26	2.33

CUADRO No. 20 SEPARACION DE MEDIAS.

	$\bar{x}_1 = 16.08$	$\bar{x}_2 = 16.05$	$\bar{x}_4 = 19.10$	$\bar{x}_3 = 19.13$
$\bar{x}_3 = 19.13$	3.05	1.06	0.03	0.0
$\bar{x}_4 = 19.10$	3.02	1.05	0.0	
$\bar{x}_2 = 18.05$	1.97	0.0		
$\bar{x}_1 = 16.8$	0.0			

$\bar{x}_3 = 19.13$	a
$\bar{x}_4 = 19.10$	ab
$\bar{x}_2 = 18.05$	abc
$\bar{x}_1 = 16.08$	c

Como se puede observar en los cuadros anteriores durante el muestreo 2 el tratamiento con mayor altura vegetativa fue número 3 (120-40-00), con un promedio de 19.13 cm, seguido por el tratamiento 4 (150-40-00), con un promedio de 19.10 cm, después el tratamiento 2 (80-40-00), con un promedio de 18.05 cm y por último con la más baja altura vegetativa el tratamiento 1 (00-00-00), con un promedio de 16.08 cm. La diferencia entre la media más alta  $\bar{x}_3 = 19.13$  y la más baja  $\bar{x}_1 = 16.08$  es aproximadamente de 3.05 cm.

B).- Altura de la parte vegetativa, muestra 3.

CUADRO No. 21 ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA (cm).

Tratamiento	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	Suma Total	Promedio
T 1 (TESTIGO)	18.0	20.7	18.6	19.0	76.60	$\bar{x}_1 = 19.5$
T 2	21.0	23.2	19.5	22.4	86.10	$\bar{x}_2 = 21.53$
T 3	20.0	22.1	24.0	22.0	88.10	$\bar{x}_3 = 22.03$
T 4	21.5	22.4	23.5	23.0	90.40	$\bar{x}_4 = 22.60$

\* Significativo

CUADRO No. 22 PRUEBA DE DUNCAN PARA SEPARACION DE MEDIAS

	2	3	4
A. E. S.	3.08	3.23	3.30
A. L. S.	2.09	2.20	2.26
	$\bar{x}_1 = 19.15$	$\bar{x}_2 = 21.53$	$\bar{x}_3 = 22.03$
$\bar{x}_4 = 22.60$	3.45	1.07	0.57
$\bar{x}_3 = 22.03$	2.88	0.05	0.0
$\bar{x}_2 = 21.53$	2.38	0.0	
$\bar{x}_1 = 19.15$	0.0		

$\bar{x}_4 =$	22.60	a
$\bar{x}_3 =$	22.03	a
$\bar{x}_2 =$	21.53	a b
$\bar{x}_1 =$	19.15	c

En el tercer muestreo la dosis con mayor altura vegetativa es la del tratamiento 4 (150-40-00) y el tratamiento 3 (120-40-00), que estadísticamente son iguales con un promedio de 22.60 cm y 22.03 respectivamente, en segundo término el tratamiento 2 (80-40-00) con promedio de 21.53 cm y por último con más baja altura vegetativa el tratamiento 1 (00-00-00) testigo, con un promedio de 19.15 cm.

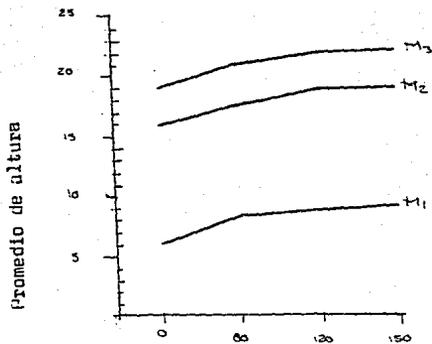
De lo anterior se pueden hacer las siguientes consideraciones: durante la etapa de crecimiento lento o de recuperación (18-20 días) aún no se puede observar el efecto del fertilizante aplicado sobre la altura de la parte aérea de la lechuga, probablemente se debe a que la planta está usando sus recursos nutritivos y su actividad metabólica no es tan acelerada como en la siguiente etapa.

Durante la etapa de crecimiento rápido (muestra 2) se aprecia claramente la gran actividad metabólica de las plantas reflejándose en el aumento de tamaño de la parte vegetativa esto implica que la planta debe tomar del suelo cantidades suficientes de elementos nutritivos, principalmente de Nitrógeno; debido a esto es que se observa diferencia estadística significativa entre los distintos niveles de fertilización nitrogenada.

Se puede apreciar en la grafica 4 una curva de respuesta típica - en donde destaca la dosis 120-40-00 como óptima fisiológica y con una ligera disminución en la altura cuando se aplica una dosis mayor (150-40-00).

Durante el muestreo 3, cuando ya se ha formado el cogollo y la planta está lista para ser cosechada, también se puede apreciar que la lechuga responde a los diferentes niveles de fertilización nitrogenada en lo que se refiere a la altura de la parte vegetativa, siguiendo el -

GRAFICA No. 4 Promedio de altura de la parte vegetativa por tratamiento y fase de muestreo.



N aplicado (kg/ha)

mismo comportamiento que durante el muestreo 2 aunque la diferencia estadística no es tan marcada entre los niveles 120 y 150 Kg. N/Ha. Probablemente en ese momento la planta ya alcanzó su máxima altura posible y comenzaba otra etapa fisiológica en donde ya no requiere absorber mayor cantidad de Nitrógeno.

### 3.2.2 Peso fresco de toda la planta (gramos).

Se tiene diferencia estadística significativa en las plantas del muestreo 2 y 3, aplicando la prueba de Duncan dan los siguientes resultados.

A.- Peso fresco total (raíz, tallo, hojas). de la muestra.

Los resultados del análisis estadístico del peso fresco total de las plantas en el muestreo 2 se presenta en los cuadros 23 y 24.

CUADRO No. 23 RESULTADOS DEL PESO TOTAL DE LA PLANTA EN EL MUESTREO 2, POR TRATAMIENTO Y REPETICION, Y ANALISIS DE VARIANZA.

Tratamiento	P e s o e n G r a m o s				Suma Total	Promedio
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>		
T 1 (TESTIGO)	130.2	127.6	127.8	130.6	516.2	129.05
T 2	131.6	133.5	145.7	137.8	547.6	136.90
T 3	135.3	143.9	148.5	164.9	592.6	148.15
T 4	161.9	139.1	148.7	150.0	599.7	149.93

\*Significativo

CUADRO No 24 PRUEBA DE DUNCAN PARA SEPARACION DE MEDIAS.

	2	3	4
A. E. S.	3.08	3.23	3.33
A. L. S.	13.0	13.63	14.05

	$\bar{x}_1 = 129.05$	$\bar{x}_2 = 136.90$	$\bar{x}_3 = 148.15$	$\bar{x}_4 = 149.93$
$\bar{x}_4 = 149.93$	20.88	13.03	1.76	0.0
$\bar{x}_3 = 148.15$	19.10	11.25	0.0	
$\bar{x}_2 = 136.90$	7.85	0.0		
$\bar{x}_1 = 129.05$	0.0			

$\bar{x}_4 = 149.93$	a
$\bar{x}_3 = 148.15$	ab
$\bar{x}_2 = 136.90$	bc
$\bar{x}_1 = 129.05$	c

El peso fresco total en la muestra 2, es el más alto bajo el tratamiento 4 (150-40-00), con una media de 149.93 gr/planta, siguiendo por el tratamiento 3 (120-40-00), con una media de 149.15 gr/planta, en tercer término al tratamiento 2 (00-40-00), con una media de 136.50 gr/planta, y por último el tratamiento 1 (00-00-00) testigo que es el más bajo con una media de 129.05 gr/planta.

La diferencia entre la media más alta (149.93 gr/planta) y la más baja (129.05) es de 20.88 gr/planta.

3).- Peso fresco total (raíz, tallo, hojas) de la muestra 3.

En los cuadros 25 y 26 se indican los resultados del análisis estadístico del peso total de la planta durante el muestreo 3.

CUADRO No. 25.- Análisis de varianza del peso total de la lechuga durante el muestreo 3, por tratamiento y repetición.

P e s o   e n   G r a m o s						
Treatmento	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	Suma Total	Promedio
T 1 (Testigo)	415.5	413.1	410.8	417.2	1 657.2	414.30
T 2	416.5	421.3	413.1	422.7	1 673.6	418.40
T 3	433.8	325.8	423.1	435.9	1 718.6	429.65
T 4	411.5	462.7	465.5	498.9	1 838.6	559.65

• Significativo.

CUADRO No. 26 PRUEBA DE DUNCAN PARA SEPARACION DE MEDIAS.

	2	3	4
A. E. S.	3.08	3.23	3.33
A. L. S.	28.49	29.88	30.80

	$\bar{x}_1 = 414.30$	$\bar{x}_2 = 418.40$	$\bar{x}_3 = 429.65$	$\bar{x}_4 = 459.65$
$\bar{x}_4 = 459.65$	45.35	41.25	30.0	0.0
$\bar{x}_3 = 429.65$	15.35	11.25	0.0	
$\bar{x}_2 = 418.40$	4.10	0.0		
$\bar{x}_1 = 414.30$	0.0			
$\bar{x}_4 = 459.65$	a			
$\bar{x}_3 = 429.65$	b			
$\bar{x}_2 = 418.40$	bc			
$\bar{x}_1 = 414.30$	bc			

En el muestreo 3, el peso fresco total de la planta es mayor bajo el tratamiento 4 (150-40-00), con un promedio de 459.65 gr/planta, en segundo término el tratamiento 3 (120-40-00), con un promedio de 429.65 gr/planta, y por último los tratamientos 1 y 2 dosis 00-00-00 y 80-40-00 respectivamente, que estadísticamente son iguales con los promedios 414.30 gr/planta y 418.49 gr/planta. La diferencia entre los medios  $\bar{x}_4$  y  $\bar{x}_1$  es de 45.35 gr/planta.

Con relación al peso total de las plantas, se puede indicar que -

la lechuga responde positivamente al incremento en las aplicaciones de Nitrógeno en las dos etapas de desarrollo analizado, final del crecimiento rápido y cuando ya se ha formado el cogollo; observándose en los dos casos una curva típica de respuesta a las aplicaciones de fertilizante. Para el peso fresco total de la planta, la separación entre medias es más marcada que en el caso de la altura, además de que no se observan efectos inhibidores en el aumento de peso con la aplicación del nivel más alto de Nitrógeno.

El aumento de peso tan marcado durante el muestreo 3 con relación al peso del muestreo 2 parece indicar que aunque externamente la planta no incrementa su altura si continua el desarrollo de las hojas internas, para lo cual estarías aprovechando las dosis de Nitrógeno aplicadas. Por problemas técnicos en el laboratorio no se pudieron analizar los datos del muestreo 1. Ver gráfica No. 5.

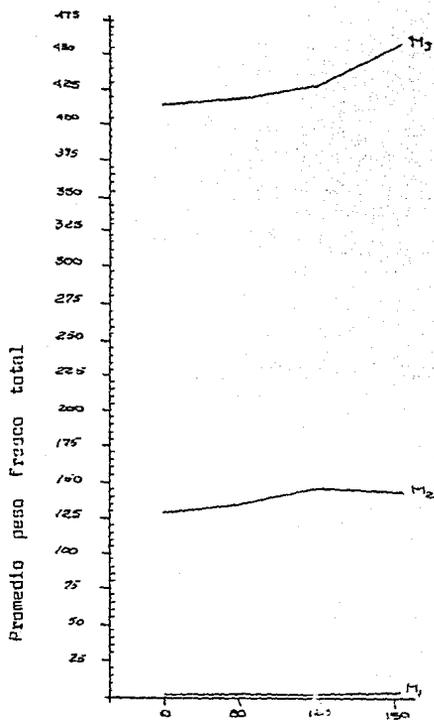
### 3.2.3 Número de hojas.

Se presentan los resultados del número de hojas por planta en la muestra 1 y muestra 2, para el muestreo 3 no fue posible determinar el número de hojas ya que se había formado el "Cogollo". Al hacer el análisis estadístico de resultados no se encontro diferencia significativa, ver cuadro siguiente.

CUADRO No. 27 NUMERO DE HOJAS

Tratamiento	N U M E R O    D E    H O J A S									
	Muestra 1					Muestra 2				
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	$\bar{X}$	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	$\bar{X}$
T 1 (Testigo)	5	6	6	6	5.75	12	10	9	9	9.5
T 2	7	8	6	5	6.50	11	12	10	13	10.5
T 3	8	7	7	7	7.25	13	10	11	10	11.0
T 4	9	8	6	8	7.75	12	12	10	10	11.0

GRAFICA No. 5 Promedio del peso fresco total por tratamiento y por muestreo.



N aplicado (kg/ha)

## 3.2.4 Peso fresco de la parte vegetativa.

Estos resultados son importantes para determinar el índice de productividad por hectarea. Las plantas de los muestreos 2 y 3 presentan diferencia estadística significativa. Se reportan estos resultados en los cuadros 28, 29 y 30, respectivamente.

A).- Peso fresco vegetativo muestra 2.

CUADRO No. 28 ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO FRESCO VEGETATIVO DE LA MUESTRA 2, POR TRATAMIENTO Y REPETICION.

Tratamiento	Peso en Gramos				Suma Total	Promedio
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>		
T 1 (Testigo)	120.7	118.9	119.2	120.8	479.60	119.90
T 2	122.4	126.6	137.5	130.9	517.40	129.35
T 3	128.0	135.1	143.6	158.8	565.50	141.39
T 4	153.0	130.6	140.7	142.6	566.90	141.73

\* Significativo.

CUADRO No. 29 PRUEBA DE DUNCAN PARA SEPARACION DE MEDIAS.

	2	3	4
A. E. S.	3.08	3.23	3.33
A. L. S.	13.40	14.05	14.49

	$\bar{X}_1 = 119.90$	$\bar{X}_2 = 129.35$	$\bar{X}_3 = 141.38$	$\bar{X}_4 = 141.73$
$\bar{X}_4 = 141.73$	21.83	12.36	0.35	0.0
$\bar{X}_3 = 141.38$	21.48	12.03	0.0	
$\bar{X}_2 = 129.35$	9.45	0.0		
$\bar{X}_1 = 119.90$	0.0			

$\bar{x}_4 = 141.73$	e
$\bar{x}_3 = 141.38$	ab
$\bar{x}_2 = 129.35$	ab
$\bar{x}_1 = 119.90$	bc

Durante el segundo muestreo el tratamiento con mayor rendimiento en peso fresco fue el 4, (150-40-00), con un promedio del 141.73 gr. en segundo término los tratamientos 3 y 2 que estadísticamente son iguales con promedio de 141.38 y 129.35 respectivamente, y con el más bajo peso fresco vegetativo el tratamiento 1 (00-00-00) testigo, con el promedio de -- 119.90; siendo la diferencia entre la media más alta y la más baja de -- 39.83 gr.

B).- Peso fresco vegetativo muestra 3.

CUADRO No. 30 ANALISIS DE VARIANZA, PARA EL PESO FRESCO VEGETATIVO DE LA MUESTRA 3.

Tratamiento	Peso en Gramos			$R_4$	Suma Total	Promedio
	$R_1$	$R_2$	$R_3$			
T 1 (Testigo)	393.2	391.3	390.3	401.3	1 576.1	394.03
T 2	404.4	408.4	400.8	410.0	1 624.2	406.05
T 3	420.8	417.8	410.0	429.9	1 678.5	419.63
T 4	400.5	450.7	454.6	489.9	1 795.7	448.93

\* Significativa

CUADRO No. 31 PRUEBA DE DUNCAN PARA SEPARACION DE MEDIOS

	2	3	4
A. E. S.	3.08	3.23	3.33
A. L. S.	29.48	30.91	31.87

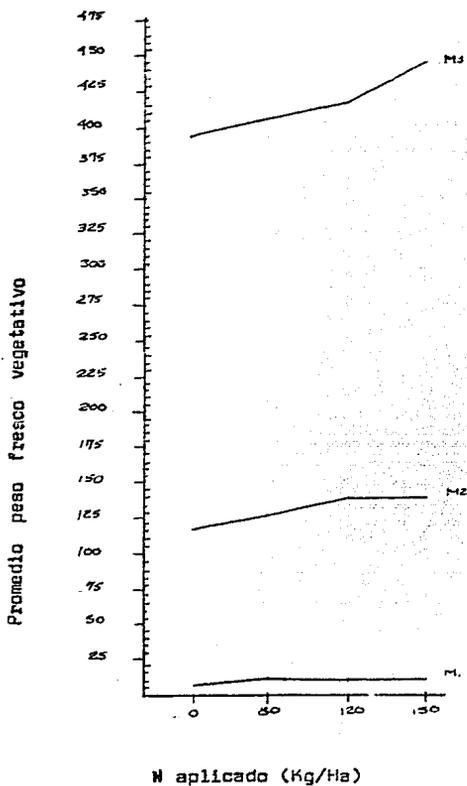
	$\bar{x}_1 = 394.03$	$\bar{x}_2 = 406.05$	$\bar{x}_3 = 419.63$	$\bar{x}_4 = 448.93$
$\bar{x}_4 = 448.93$	54.90	42.88	29.30	0.0
$\bar{x}_3 = 419.63$	25.60	13.58	0.0	
$\bar{x}_2 = 406.05$	12.02	0.0		
$\bar{x}_1 = 394.03$	0.0			

$\bar{x}_4 = 448.93$	a
$\bar{x}_3 = 419.63$	ab
$\bar{x}_2 = 406.05$	bc
$\bar{x}_1 = 394.03$	bc

El peso fresco vegetativo de la muestra 3, fue mayor bajo el tratamiento 4, (150-40-00) con un promedio de 448.93 gr, en segundo término - el tratamiento 3, (120-40-00), con un promedio de 419.63 gr. y por último los tratamientos 2 (60-40-00) y 1 (00-00-00) testigo que estadísticamente son iguales con un promedio de 406.05 gr. y 394.30 gr. respectivamente. La diferencia de la media más alta y la media más baja es de 54.-90 gramos aproximadamente.

Al considerar únicamente el peso fresco de la parte vegetativa de la lechuga (tallos y hojas), también se puede apreciar una clara respuesta a las aplicaciones de Nitrógeno, (ver grafica 6) en el crecimiento rápido (muestra 2) y cuando se formó el cogollo (muestra 3), observandose los pesos más altos en el muestreo 3 y con las dosis más altas. En este

GRAFICA No. 6 Promedio del peso fresco vegetativo por tratamiento y por muestreo



caso la diferencia entre las medias no estan marcada como cuando se tome el peso total de la planta, lo cual nos indica que el peso de la raíz in fluye bastante en ésta determinación.

### 3.2.5 Peso seco promedio.

El peso seco de las plantas muestreadas (cuadro 32) se obtuvo al dividir el peso total de las plantas en seco entre cuatro; esto se debió a que pusieron las cuatro repeticiones juntas en la estufa y al secarse fue difícil de obtener el peso seco por separado de cada una.

CUADRO No. 32 PESO SECO PROMEDIO DE LA LECHUGA POR TRATAMIENTO Y MUESTREO (gr/Planta).

Tratamiento	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
T 1 (TESTIGO)	0.2331	2.1816	13.20
T 2	0.1670	2.4582	13.78
T 3	0.1605	2.1265	11.03
T 4	0.184	2.1816	13.20

### 3.3 Concentración (%) de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en los tejidos de las plantas muestreadas por tratamientos.

En el siguiente cuadro (33) se presentan los resultados de las cantidades de N, P y K absorbidos por las plantas en las tres etapas fisiológicas.

CUADRO No. 33 CONTENIDO DE N,P Y K ABSORBIDOS POR LAS PLANTAS POR TRATAMIENTO Y MUESTREO.

Muestras	Tratamientos	% de N	% de P	% de K
M 1	T 1	0.08575	0.2727	0.840
	T 2	0.08575	0.1781	0.840
	T 3	0.106	0.3156	0.840
	T 4	0.08575	0.8750	0.920
M 2	T 1	0.4025	0.2499	0.620
	T 2	0.4462	0.3040	0.820
	T 3	0.4480	0.3225	0.720
	T 4	0.469	0.3401	0.780
M 3	T 1	0.1802	0.2030	0.660
	T 2	0.2161	0.190	0.685
	T 3	0.301	0.230	0.685
	T 4	0.2205	0.3185	0.685

Para poder apreciar objetivamente la diferencia entre los tratamientos, los datos se presentan en las gráficas de las figuras, 7, 8 y 9.

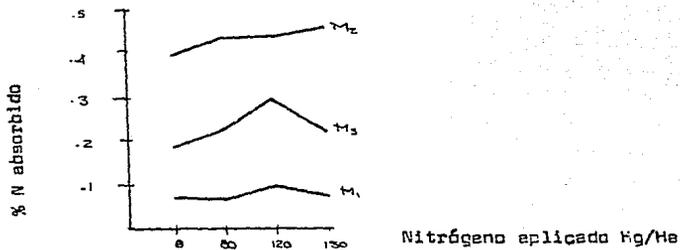
En las plantas del muestreo 1; se encontró mayor concentración de Potasio diferenciándose claramente de las concentraciones de Nitrógeno y Fósforo, en los tratamientos  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$  la concentración de éste son parecidas y en el  $T_4$  es un poco más alta.

Las concentraciones de Nitrógeno son las más bajas por muestreos en los cuatro tratamientos con relación a los otros elementos, siendo igual en los tratamientos  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_4$  y un poco más alta en el  $T_3$ .

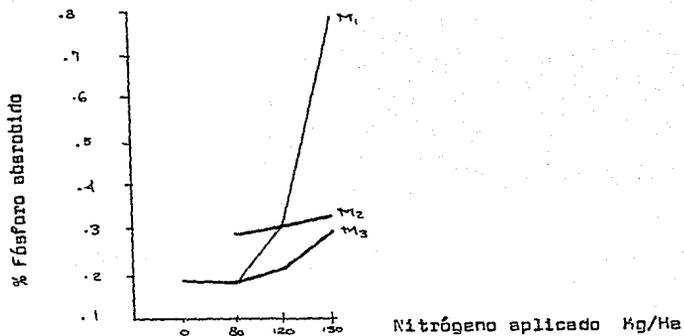
La concentración de Fósforo en el tejido de la planta es muy alta en el  $T_4$ , y en el  $T_2$  se tiene la más baja.

CONCENTRACION EN % DE:

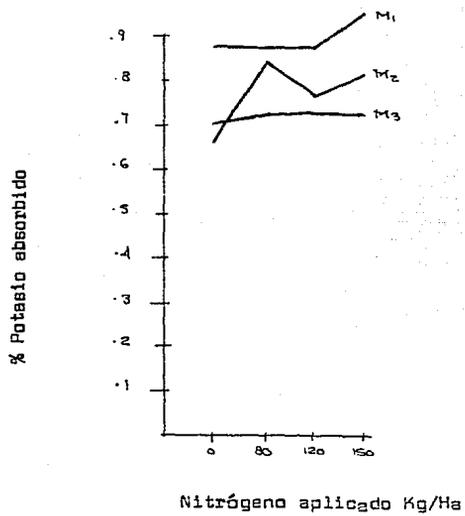
GRAFICA No. 7 Nitrógeno por muestreo



GRAFICA No. 8 Fósforo por muestreo



GRAFICA No. 9 Potasio por muestreo



En las plantas del muestreo 2, se tiene un aumento considerable de Nitrógeno en los tejidos de las plantas en los cuatro tratamientos, alcanzando en este muestreo su punto máximo de acumulación por muestreos.

La concentración de Fósforo aumento ligeramente en las plantas de los tratamientos  $T_2$  y  $T_4$ , mientras que en los tratamientos  $T_1$  y  $T_3$  disminuye.

Las concentraciones de Potasio disminuyen, dándose en el tratamiento  $T_1$  la más baja concentración por muestreos.

En las plantas del muestreo 3, Las concentraciones de Potasio siguen disminuyendo, alcanzando en los tratamientos  $T_2$ ,  $T_3$  y  $T_4$  las más bajas concentraciones por muestreos.

El Nitrógeno disminuyó ligeramente; teniendo la mayor concentración en el  $T_3$  y la más baja en el  $T_1$ .

El Fósforo disminuye, en el  $T_4$  y  $T_2$  se tienen las concentraciones más altas y más bajas respectivamente.

A continuación se presentan las concentraciones de Nitrógeno Fósforo y Potasio en las plantas, por tratamiento y muestreo.

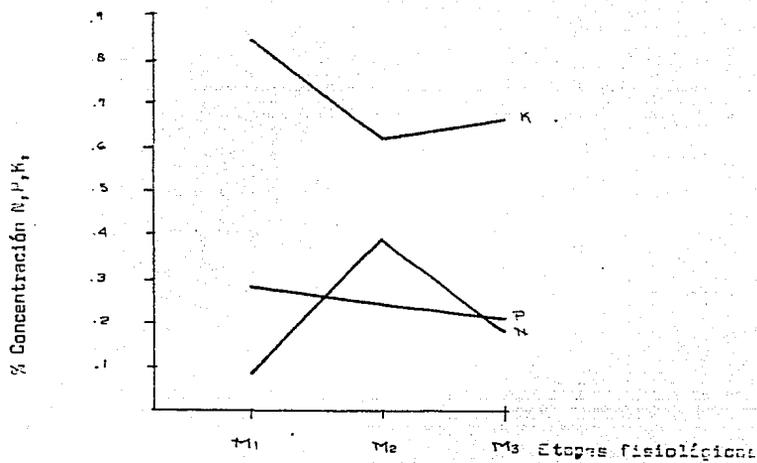
3.3.1 En el tratamiento  $T_1$  (Testigo); se tiene que la concentración de Potasio fue mayor a la de Nitrógeno y Fósforo, siendo en éste momento en donde se tiene la mayor concentración de Potasio y Fósforo, y la más baja de Nitrógeno por muestreos. En el segundo muestreo la concentración de Potasio disminuye, alcanzando el punto más bajo, el Fósforo disminuye ligeramente, el Nitrógeno aumenta alcanzando el punto más alto en las plantas muestreadas. Al analizar el tercer muestreo se encontró que había disminuido el Nitrógeno y el Fósforo, el Potasio aumento ligeramente Ver gráfica Número 10.

3.3.2 En el tratamiento  $T_2$ ; se tiene la concentración más alta de Potasio y la más baja de Nitrógeno y Fósforo por muestreo en las plantas -- del primer muestreo, En el segundo muestreo disminuyó el Potasio, el Nitrógeno y el Fósforo aumentaron considerablemente hasta alcanzar las concentraciones más altas por muestreo. En el tercer muestreo disminuyeron las concentraciones por de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, alcanzando éste último la más baja concentración por muestreo. Ver gráfica Número 11.

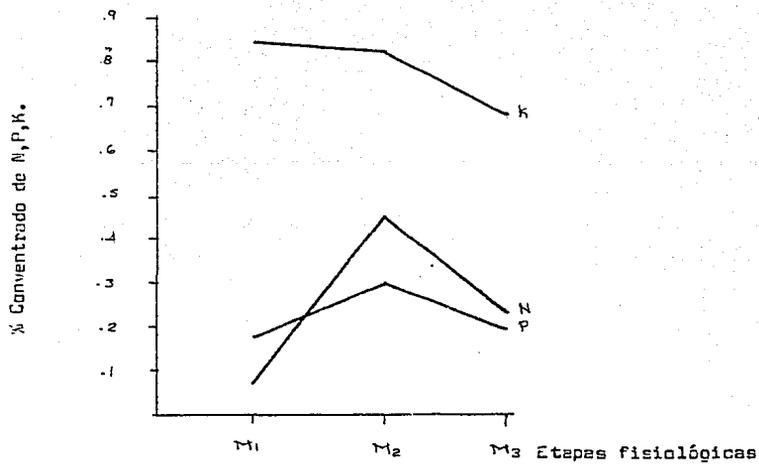
3.3.3 En el tratamiento  $T_3$ , las plantas del muestreo 1, la concentración de Potasio se diferencia marcadamente de los de Nitrógeno, y Fósforo, -- presentandose las más altas concentraciones de Potasio y las más baja de Nitrógeno por muestreo. En el segundo muestreo la concentración de Potasio disminuyó, mientras que la del Fósforo aumentó ligeramente, el Nitrógeno aumento considerablemente, dandose las más altas concentraciones de nitrógeno y Fósforo por muestreos. En el tercer muestreo la concentra -- ción de Nitrógeno, Fósforo y Potasio disminuyeron, Los dos últimos pre-- sentan la más baja concentración por muestreos. Ver gráfica No. 12.

3.3.4 En el tratamiento  $T_4$  en el primer muestreo la concentración de Potasio y Fósforo en la planta, se diferencian claramente de la del Nitrógeno, las concentraciones de Potasio y Fósforo son las más altas y la de Nitrógeno la más baja por muestreos. En el segundo muestreo la cantidad de Potasio disminuyó ligeramente, la de Fósforo disminuyó considerablemen -- te y el Nitrógeno aumento hasta alcanzar el punto más alto por muestreos. En el tercer muestreo disminuye la concentración de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, los dos últimos se encuentran en la menor proporción por mues -- treos ver Gráfica número 13.

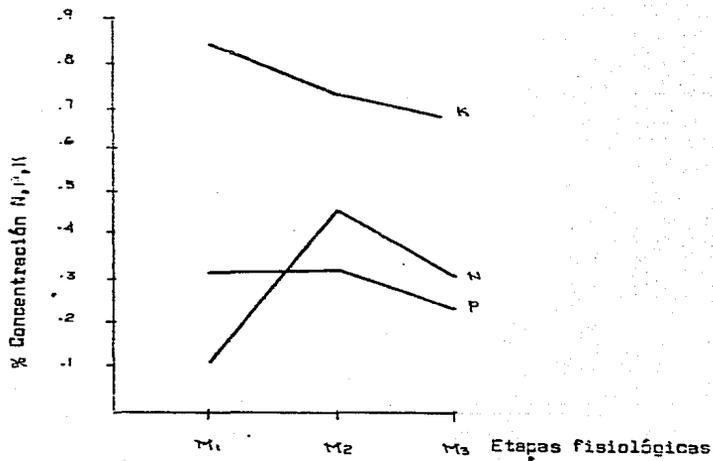
GRAFICA No. 10 TRATAMIENTO No. 1 (00-00-00) testigo



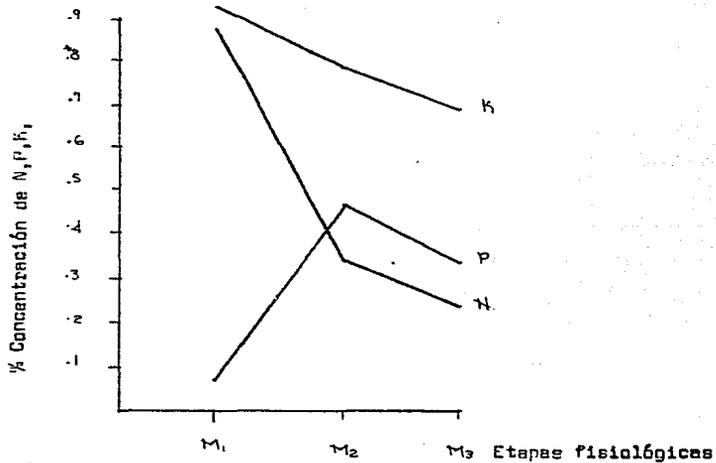
GRAFICA No. 11 TRATAMIENTO No. 2 (0015 80-40-00)



GRAFICA No. 12 TRATAMIENTO No. 3 (120-40-00)



GRAFICA No. 13 TRATAMIENTO No. 4 (150-40-00)



### 3.4 Rendimiento aproximado por Hectárea.

Para determinar la producción aproximada por hectarea se tomaron en cuenta los promedios del peso fresco vegetativo de la muestra 3 que corresponde al momento en que la lechuga terminó de formar el cogollo y está lista para ser cosechada, y se multiplicaron por la densidad de siembra que la bibliografía reporta para una hectárea, siendo esta densidad de 45,00 plantas/He, así tenemos los rendimientos por tratamiento.

CUADRO No. 34 RENDIMIENTO APROXIMADO TON/HA.

Tratamiento	PROMEDIO DE PESO Fresco Vegetativo (gr)	DENSIDAD DE SIEMBRA Plantas/He	RENDIMIENTO (gr)/Ha	APROXIMADO Ton/He
T 1 (TESTIGO)	414.30	45,000	18,643,500.0	18.6435
T 2	418.40	45,000	18,826,000.0	18.828
T 3	429.65	45,000	19,334,250.0	19.334
T 4	459.65	45,000	21,684,250.0	21.684

Como se puede observar el rendimiento más alto lo tenemos bajo el tratamiento  $T_4$  con 21.684 Ton/He y el menor rendimiento bajo el tratamiento "Testigo"  $T_1$  con 18.643 Ton/He habiendo una diferencia en la producción entre los tratamientos  $T_4$  y  $T_1$  de 3.041 Ton, y entre los Tratamientos  $T_4$  y  $T_3$  de 2.350 Ton.

## CAPITULO IV.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los objetivos planteados y tomando en cuenta las condiciones en las que se realizó el experimento se hacen las siguientes conclusiones.

- 1.- Las aplicaciones de Nitrógeno favorecen notablemente la absorción de Fósforo y potasio.
- 2.- Tanto el Fósforo como el potasio son absorbidos por la lechuga en mayor proporción durante la primera etapa de crecimiento denominada crecimiento lento o de "recuperación", que ocurre entre los 15 a 20 días de emergencia de la planta; la absorción de estos dos elementos disminuye en la siguiente etapa denominada de crecimiento rápido entre los 20 a 40 días de emergencia de la planta y, por último - la menor concentración de Fósforo y potasio en los tejidos de la planta se detecta entre los 60 a 65 días, cuando la planta está lista para ser cosechada.
- 3.- De lo anterior se desprende que si se realizan aplicaciones de Fósforo y Potasio, estas deben hacerse al trasplante o a la siembra cuando esta es directa para que los elementos sean bien aprovechados.
- 4.- Las aplicaciones de dosis creciente de Nitrógeno no producen un aumento apreciable en la concentración de éste elemento en los tejidos de la planta sin embargo, la absorción de éste durante el desarrollo ocurre de la siguiente manera:

En la etapa de crecimiento lento o de recuperación la planta absorbe menor cantidad de Nitrógeno, observándose la mayor absorción en la etapa de crecimiento rápido y, disminuye nuevamente cuando la planta está lista para cosechar.

- 5.- En el momento de la sesecha (muestra 3) la lechuga es más rica en su contenido de N, P y K, cuando se tratada con la fórmula 120-40 00, mientras que comparativamente con la dosis 150-40-00 disminuye su contenido de Nitrógeno, la concentración de Potasio es la misma y aumenta su contenido de Fósforo.
- 6.- En el momento de la cosecha las plantas que tienen los valores -- más altos en relación a la altura vegetativa, peso fresco vegetativo, peso fresco total y peso seco, son aquellas que fueron tratadas con la fórmula 150-40-00, mientras que comparativamente las que fueron tratadas con la fórmula 120-40-00 tienen valores estadísticos iguales con excepción del peso seco, en donde resultaron más bajas.
- 7.- En las tres etapas vegetativas o de crecimiento, el Potasio se encuentra en mayor proporción que el Nitrogeno y el Fósforo en los tejidos de la planta.
- 8.- Tomando en cuenta los tres puntos anteriores y desde el punto de vista del costo de producción se recomienda la fórmula de fertilización de 120-40-00 a reserva de realizar pruebas directas en campo.
- 9.- En cuanto al análisis foliar para detectar estado nutricional del cultivo se recomienda, tomar las muestras para realizar el análisis de la planta al inicio del crecimiento rápido, para poder hacer las aplicaciones de corrección a tiempo.
- 10.- El análisis foliar de las plantas se puede usar para detectar deficiencias nutricionales y como referencia para determinar en que momento la planta necesita las aplicaciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Al relacionarlo con densidad de siembra y rendimiento por hectárea, se puede usar como índice de productividad del cultivo de lechuga, sin olvidar las características para ser aceptado como alimento (Buena presentación, color y sabor agradable, -- etc.,).

- 11.- Se recomienda continuar con el trabajo, tomando en cuenta los resultados obtenidos y una mayor diferencia entre dosis, así como probar en otras variedades de lechuga.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALSIRA GRAN, L. HORTICULTURA, BARCELONA ESP., ED. SIATES, S.A., - 1972.
- 2.- SUKHMAR, H.D. NATURALEZA Y PROPIEDADES DE LOS SUELOS, ED. LITENA, - 1966.
- 3.- CHAPMAN, H.D. Y PRATT, P.F. METODOS DE ANALISIS PARA SUELOS, - PLANTAS Y AELAS, MEXICO, ED. TRILLAS, 1981.
- 4.- DEVLIN, H.A. FISIOLOGIA VEGETAL, ESPAÑA, ED. OMLIA, S.A., 1976.
- 5.- DEWOLAN, A. PRINCIPIOS DE AGRICULTURA "CRECIMIENTO DE VEGETALES CULTIVADOS", LA HABANA, EDICIONES REVOLUCIONARIA, INSTITUTO CUBANO DEL LIBRO, 1975, TERC II.
- 6.- S.A.R.H., D.G.E.M. ANUARIO ESTADISTICO DE LA PRODUCCION AGRICOLA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, DE LOS AÑOS 1980, 1981, 1982, - 1983, 1984.
- 7.- GROS, A. METODOS PARA LA PRACTICA DE LA FERTILIZACION, MEXICO, EDICIONES MUNDI-FRANSA, 1981.
- 8.- GORDON HALLAGRE, R. Y GARDEN, J.A. HORTICULTURA, MEXICO, ED. H.L.T. EDITOR, S.A. 1979.
- 9.- JACKSON, P.L. ANALISIS QUIMICO DE SUELOS, ESPAÑA, ED. OMLIA, S.A. - 1976.
- 10.- LITTLE, T.F. Y JACKSON, H.F. METODOS ESTADISTICOS PARA LA INVESTIGACION EN LA AGRICULTURA, MEXICO, E.D. TRILLAS, 1978.
- 11.- MORENO, J.V. HORTICULTURA HERBACEA ESPECIAL, MEXICO, EDICIONES -- MUNDI - FRANSA, 1983.

- 12.- MILLER, V.E. FISILOGIA VEGETAL, ED. UTEHA., S.A. DE C.V., 1981.
- 13.- ORTIZ VILLANUEVA, B. FERTILIDAD DE SUELOS, CHAPINGO MEXICO, ED. UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPINGO, 1978.
- 14.- PATTERSON, J. B. SUELO Y ASCNADO EN HORTICULTURA: MANUAL DE TECNICA AGROPECUARIA, BUENOS AIRES, ED. ACFISIA. 1970.
- 15.- ROJAS, G.M FISILOGIA VEGETAL, MEXICO ED. MEGRAU-HILL DE MEXICO, S.A. DE C.V. 1977.
- 16.- RODRIGUEZ SUPFO, F. FERTILIZANTE, NUTRICION VEGETAL, MEXICO D.F., ED. A.G.T. EDITOR, S.A. 1982.
- 17.- SERRANO CERMEÑO, Z. HORTALIZAS EN INVERNADERO, ESPAÑA, ED. A.E.-D.C.S., 1979.
- 18.- TISCORNIA R.J. HORTALIZAS DE HOJA, BUENOS AIRES, ED. ALSATROS, - 1979.
- 19.- TAMARO, D. MANUAL DE HORTICULTURA, BARCELONA ESP., ED. GUSTAVO - BELI, S.A., 1977.
- 20.- TISDALE, S.L. Y NELSON, S.L. FERTILIDAD DE LOS SUELOS Y FERTILIZANTES, ED. MONTANER Y SIMSON, S.A. 1977.
- 21.- TEOSCHER H. Y ADLER EL SUELO Y SU FETILIDAD, MEXICO, ED. CECOSA., 1980.
- 22.- FERTIMEX, S.A. SULFATO DE AMONIO, MEXICO, FOLLETO # 7527.