

15533

✓ EFECTO DE LA FERTILIZACION EDAFICA Y FOLIAR EN EL
CULTIVO DE LA ARVEJA INDUSTRIAL (Pisum sativum Var AIM)
EN UN SUELO AFECTADO POR SALES
DE LA SABANA DE BOGOTA

GUSTAVO A. ✓ NEGRET F.

CARLOS E. LARA G.

Trabajo de tesis presentado como
requisito parcial para optar al
título de : Ingeniero Agrónomo.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

BOGOTA. D.E.

COLOMBIA

1991

ANALIZADO Registro 17091

EFECTO DE LA FERTILIZACION EDAFICA Y FOLIAR EN EL
CULTIVO DE LA ARVEJA INDUSTRIAL (Pisum sativum Var AIM)
EN UN SUELO AFECTADO POR SALES
DE LA SABANA DE BOGOTA

GUSTAVO A. NEGRET F.

CARLOS E. LARA G.

DIRECTOR DE TESIS: Dr. RICARDO GUERRERO R.

CODIRECTOR DE TESIS : Dr. ORLANDO MARTINEZ.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE AGRONOMIA

BOGOTA. D.F.

COLOMBIA

1991

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

JURADOS:

Dr. Jorge Parra
Presidente del Jurado

Dr. Edgar Amezquita

Dr. Jorge Mesa

" Este trabajo hace parte de las investigaciones realizadas por la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia. Sin embargo, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente opiniones de la universidad".

(Art. 14 de la resolución 00047 de 1981)

DEDICATORIAS

A mis padres
A mi esposa y mi hijo
A mis hermanos
A mis sobrinos

Gustavo

A mis padres
A mis hermanos

Carlos

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a :

Dr. Ricardo Guerrero R., por la dirección de este trabajo de tesis y su desinteresada colaboración.

Dr. ORLANDO MARTINEZ, por su colaboración y orientación estadística.

Dr. ALVARO GOMEZ, por sus aportes a éste trabajo

Dr. JORGE PARRA y personal del Centro Agropecuario Marengo

Dr. JUAN ACOSTA, por su orientación en el análisis económico.

EMPRESA MONOMEROS COLOMBO-VENEZOLANOS

EMPRESA COSMOAGRO LTDA

EMPRESA LEVAPAN S.A

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO

Señores: Paul Negret, Oscar Vizcaino, Arturo Medina, David Villanueva, Harold Negret.

Todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de éste trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCION	
1. REVISION DE LITERARURA	1
1.1. ORIGEN DE LA ARVEJA	1
1.2. ESPECIES DE IMPORTANCIA AGRICOLA	1
1.3. VALOR NUTRITIVO	2
1.4. BOTANICA	3
1.4.1. Taxonomia	3
1.4.2. Morfologia	3
1.5. CLIMA	4
1.5.1. Altitud	4
1.5.2. Temperatura	4
1.5.3. Humedad	5
1.5.4. Luz	5
1.6. SUELOS	6
1.7. FERTILIZACION	6
1.7.1. Nitrógeno	7
1.7.2. Fósforo	8
1.7.3. Potasio	8

1.7.4. Calcio	9
1.7.5. Elementos menores	9
1.8. TECNOLOGIA DEL CULTIVO	10
1.8.1. Preparación del terreno	10
1.8.2. Siembra	10
1.8.3. Control de malezas	11
1.8.4. Control de enfermedades	11
1.8.5. Insectos plaga	13
1.9. COSECHA	14
1.10. ORIGEN DE LAS SALES	15
1.10.1. Interperismo de minerales	16
1.10.2. Océanos	16
1.10.3. Aguas superficiales	16
1.10.4. Riegos	17
1.10.5. Ascenso del agua subterránea	17
1.11. CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS SALINOS Y SÓDICOS	17
1.11.1. Suelos salinos	19
1.11.2. Suelos sódicos	19
1.11.3. Suelos salino-sódicos	20
1.12. TOLERANCIA DE LOS CULTIVOS A LAS SALES Y SODIO	20
1.13. EFECTO DE LAS SALES Y SODIO EN LA PLANTA	21
1.14. CONTROL DE LA SALINIDAD Y SODICIDAD	23
1.14.1. Lavado de sales	23
1.14.2. Aplicación de enmiendas químicas	23

1.15. SENSIBILIDAD DE LA ARVEJA A LA SALINIDAD	24
1.16. LA FERTILIZACION FOLIAR	25
1.16.1. Mecanismos de absorcion	25
1.16.2. Translocación	26
1.16.3. Factóres que influyen en la absorción de los nutrientes aplicados al follaje	27
1.16.4. Ventajas de la fertilización foliar	28
1.16.5. Limitaciones de la fertilización foliar	29
1.16.6. Principales productos empleados en aplicaciones foliares	29
2. MATERIALES Y METODOS	31
2.1. LOCALIZACION DEL ENSAYO	31
2.2. CARACTERISTICAS CLIMATICAS	32
2.3. SUELOS	33
2.4. CARACTERISTICAS DE LA VARIEDAD	35
2.5. FERTILIZANTES EMPLEADOS	35
2.5.1. Fertilizantes edáficos	35
2.5.2. Fertilizantes foliares	38
2.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	39
2.7. TRATAMIENTOS	40
2.7.1. Niveles de fertilización edáfica	41
2.7.2. Modalidades de fertilización foliar	41
2.8. PRACTICAS CULTURALES	44
2.8.1. Preparación del terreno	44
2.8.2. Control de malezas	44
2.8.3. Siembra	45
2.8.4. Control de plagas y enfermedades	45

2.8.5. Cosecha	46
2.9. TOMA Y ANALISIS DE MUESTRAS	46
2.9.1. Muestras de tejido vegetal	46
2.9.2. Muestras de suelo para análisis de salinidad	47
2.10. VARIABLES DE RESPUESTA	47
2.10.1. Dias a floración	47
2.10.2. Altura de la planta	48
2.10.3. Rendimiento en vaina	48
2.10.4. Peso fresco de la parte aerea de 10 plantas.	48
2.10.5. Peso seco de la parte aerea de 10 plantas.	48
2.10.6. Número de granos por vaina	49
2.10.7. Número de vainas por planta	49
2.10.8. Longitud de la vaina	49
2.10.9. Rendimiento en grano verde	49
2.10.10. Contenido foliar de elementos	50
2.10.11. Análisis de rentabilidad	51
2.11. ANALISIS ESTADISTICO	52
3. DISCUSION DE RESULTADOS	54
3.1. EFECTO DE LA SALINIDAD	54
3.2. RENDIMIENTO DE GRANO VERDE	55
3.3. RENDIMIENTO EN VAINA	62
3.4. DIAS A FLORACION	69
3.5. ALTURA DE LA PLANTA	70
3.6. NUMERO DE VAINAS POR PLANTA	71

3.7. PESO FRESCO DE LA PARTE AEREA DE 10 PLANTAS	74
3.8. PESO SECO DE LA PARTE AEREA DE 10 PLANTAS	75
3.9. NUMERO DE GRANOS POR VAINA	77
3.10. LONGITUD DE LA VAINA	78
3.11. CONTENIDO FOLIAR DE NUTRIENTES	80
3.11.1. Nitrogeno	80
3.11.2. Fósforo	82
3.11.3. Potasio	86
3.11.4. Elementos secundarios y menores	89
3.12. ANALISIS DE RENTABILIDAD	92
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
4.1. CONCLUSIONES	101
4.2. RECOMENDACIONES	104
5. RESUMEN	106
6. SUMMARY	111
BIBLIOGRAFIA	113
ANEXOS	118

INDICE DE TABLAS

TABLA No	Pag.
1. Valores de salinidad previos a la instalación de experimento	31
2. Caracteristicas climaticas de Marengo	32
3. Caracteristicas fisico-químicas del suelo empleado en el ensayo de campo	34
4. Descripción de los diferentes tratamientos	42
5. Valores iniciales de C.E.(mmhos/cm) en los suelos de las parcelas experimentales	50
6. Contenido foliar de elementos	91
7. Pruebas DMS para las variables evaluadas y los niveles de fertilización edáfica	94
8. Pruebas DMS para las variables evaluadas y las modalidades de fertilización foliar	94
9. Pruebas DMS para la variable rendimiento en vaina y los diferentes tratamientos	95
10. Pruebas DMS para la variable rendimiento de grano verde y los diferentes tratamientos	95
11. Coeficientes de correlación lineal (r) entre las variables evaluadas (datos no ajustados)	96
12. Análisis economico del efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de grano verde.	97

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No	Pag.
1. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de grano verde (datos ajustados).	57
2. Interacción de la fertilización edáfica y foliar sobre el rendimiento de grano verde.	57
3. Correlación entre el rendimiento de grano verde y los niveles edáficos.	61
4. Correlación entre la C.E. y el rendimiento de grano verde (datos no ajustados).	61
5. Relación entre la C.E. y el rendimiento de grano verde para los tratamientos 1 y 13	63
6. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento en vaina (datos ajustados).	63
7. Interacción de la fertilización edáfica y foliar sobre el rendimiento en vaina.	66
8. Correlación entre el rendimiento en vaina y los niveles edáficos.	66
9. Correlación entre la C.E. y el rendimiento en vaina (datos no ajustados).	68
10. Efecto de los tratamientos sobre el tiempo a floración.	68
11. Efecto de los tratamientos sobre la altura de la planta.	73
12. Efecto de los tratamientos sobre el número de vainas por planta.	73

13. Efecto de los tratamientos sobre el peso fresco de la parte aerea de 10 plantas.	76
14. Efecto de los tratamientos sobre el peso seco de la parte aerea de 10 plantas.	76
15. Efecto de los tratamientos sobre el número de granos por vaina.	79
16. Efecto de los tratamientos sobre la longitud de la vaina.	79
17. Efecto de los tratamientos sobre el contenido foliar de nitrógeno.	81
18. Correlación entre el contenido foliar de N y el rendimiento en grano verde.	81
19. Efecto de los tratamientos sobre el contenido foliar de fósforo.	84
20. Correlación entre el contenido foliar de fósforo y el rendimiento en grano verde.	84
21. Correlación entre el contenido foliar de fósforo y el rendimiento en vaina.	85
22. Efecto de los tratamientos sobre el contenido foliar de potasio.	85
23. Correlación entre el contenido foliar de potasio y el rendimiento de grano verde.	88
24. Correlación entre el contenido foliar de potasio y el rendimiento en vaina.	88

INDICE DE ANEXOS

ANEXO No	Pag.
1. Promedios climatologicos mensuales durante el ensayo. Estacion Tibaitata 1.990	119
2. Diagrama de temperatura media durante el ensayo.	119
3. Diagrama de humedad relativa durante el ensayo.	120
4. Diagrama de ppt/evp durante el ensayo.	120
5. Valores promedios ajustados de rendimiento para cada tratamiento.	121
6. Concentración promedio de macro y microelementos en las hojas de arveja (COLJAP).	121
7. Morfologia de los organos florales.	122
8. Partees de la planta de arveja.	122
9. Caracteristicas de una parcela experimental	123
10. Representación de celulas epidermales de la hoja y cuticula.	123
11. Medidas y distribución de los tratamientos del ensayo.	124
12. Valores de C.E. y distribución de los tratamientos en el campo.	124
13. Coeficintes de correlación (r) entre el rendimiento y contenido foliar.	125

14. Coeficientes de correlación (r) entre los rendimientos y los niveles de fertilización edáfica. 125
15. Análisis de covarianza para la variable rendimiento de grano verde tomando como covariables el pH, C.E., PSS y cloruros. 126
16. Análisis de covarianza para las variables que presentaron significancia con la covariable C.E. 126
17. Análisis de covarianza para las variables que no presentaron significancia con la covariable C.E. 127
18. Análisis de varianza para las variables que no presentaron significancia con la covariable C.E. 127

INDICE DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFIA No	Pag.
1 Y 2. Ubicación y distribución del ensayo y las repeticiones en el suelo experimental.	98
3 y 4. Comportamiento de la arveja industrial a conductividades eléctricas de 2.6 y 3.3 mmhos/cm 25oC.	99
5 y 6. Efecto de la salinidad sobre la arveja industrial (<u>Pisum sativum</u> Var AIM) a C.E. superiores a 2.5 mmhos/cm 25oC.	100

INTRODUCCION

Dentro del renglón de las hortalizas, la arveja ocupa un lugar destacado por diferentes aspectos tales como su alto valor nutritivo por tratarse de una leguminosa rica en proteína vegetal (2, 6); además, en el país se encuentran zonas dedicadas a su explotación que representa un alto porcentaje dentro del área total hortícola, tal como lo cita Fernández (16), quien estima que en 1986 se sembró un área de 22.381 hectáreas en el país con producción de 27.575 toneladas, lo cual arroja un promedio de producción de 1,23 ton/Ha.

El consumo de la arveja ha ido evolucionando, de tal manera que plantea nuevas alternativas para procesos industriales tales como congelación, producción de enlatados, deshidratación, etc.. Pero para poder desarrollar dichos procesos es necesario buscar el mejor manejo técnico, con el fin de lograr las calidades exigidas por la industria. Complementario a esto, se debe optimizar el uso de los

recursos para tener márgenes de rentabilidad acordes con las expectativas planteadas por los inversionistas.

La producción agrícola, en zonas de alta fertilidad, se ha visto progresivamente afectada por el problema de salinización de sus suelos debido a diferentes factores, especialmente al uso de aguas con altos contenidos de sales en el riego y al mal manejo de los suelos (20, 28, 38).

Con este trabajo que se llevó a cabo en un suelo salino de la Sabana de Bogotá, se pretende encontrar los niveles más adecuados de fertilización, tanto edáficos como foliares, para el tipo de cultivo y de suelo anotado anteriormente, con el fin de obtener los mejores rendimientos de esta variedad con unos costos acordes para esa producción. Por otra parte, esto permitirá un uso adecuado de los suelos para evitar aumentar el problema de la salinización de los mismos.

Los objetivos propuestos en este trabajo fueron los siguientes:

- Establecer el nivel adecuado de fertilización para la arveja industrial en condición de suelos afectados por sales.
- Evaluar la respuesta de la arveja industrial a niveles crecientes de fertilización y correlacionarlo con los

diferentes rangos de salinidad.

- Evaluar la fertilización foliar como complemento a la fertilización- edáfica en condiciones de suelos salinos.
- Como complemento, se efectuó un estudio de rentabilidad de los diferentes tratamientos y su relación con la producción para establecer cual de ellos resulta más rentable para el productor.

1. REVISION DE LA LITERATURA

1.1. ORIGEN DE LA ARVEJA (Pisum sativum)

No se conoce con exactitud el sitio de origen de la arveja debido a que es una hortaliza de origen muy antiguo. Las especies silvestres se cree que son de Asia Central, Asia Menor, Etiopía y la cuenca del mediterráneo, de donde se extendió a todas las zonas templadas, llegando en 1613 al Canadá y posteriormente en 1690 a México y las zonas altas tropicales (2, 6, 55).

1.2. ESPECIES DE IMPORTANCIA AGRICOLA

Se conocen cientos de formas cultivadas, pero las más destacadas son :

- Pisum hortense
- Pisum humile
- Pisum macrocarpon
- Pisum arvense
- Pisum sativum

Pisum sativum es la especie mas extendida por sus características tanto agronómicas como nutritivas (2).

1.3. VALOR NUTRITIVO

Las leguminosas son, después de los cereales, los vegetales de mayor aporte alimenticio, principalmente en lo que respecta a proteína vegetal.

Según el ICBF, citado por Caicedo (1.979), el contenido por 100 gramos (g) de parte comestible es el siguiente:

Calorías	116.00
Agua (g)	66.40
Proteínas (g)	8.20
Grasa (g)	0.30
Carbohidratos (g)	21.10
Fibra (g)	3.00
Cenizas (g)	1.00
Calcio (mg)	36.00
Fósforo (mg)	110.00
hierro (mg)	2.40
Vitamina A (UI)	220.00
Tiamina (mg)	0.36
Riboflavina (mg)	0.12
Niacina (mg)	2.20
Acido ascorbico (mg)	20.00

Mientras que en cereales existe un equilibrio (correlación negativa) entre producción y contenido en proteína, no ocurre lo mismo en leguminosas; esto permite elevar el contenido en proteínas sin que la producción se vea afectada. (6, 11, 50).

1.4. BOTANICA

1.4.1. TAXONOMIA (2)

División : Tracheophyta
Subdivisión : Spermosida
Clase : Angiospermae
Subclase : Dicotyledoneae
Orden : Leguminales
Familia : Papilionaceae - Fabaceae
Género : Pisum
Especie : Pisum Sativum L.

1.4.2. MORFOLOGIA

La arveja es una planta de germinación hipógea, trepadora, anual, glabra y glauca; tallos delgados, tiernos y huecos que se mantienen erectos por medio de zarcillos, alcanzando alturas que van desde 50 hasta 180 cm; raíz pivotante que puede llegar a ser bastante profunda, pero su sistema radicular puede ser poco desarrollado en conjunto; hojas

alternas con 2 a 3 pares de foliolos ovalados y terminados en un ramillo ramificado, estipulas muy grandes semejantes a las hojas; flores de 2-4 racimos axilares. largamente pedunculados; caliz con dientes anchos, corola blanca o rojo púrpura; estandarte ancho, erguido, estambres diadelfos, tubo estaminífero corto, transversalmente truncado. Flores de fecundación autógena, regida por un mecanismo de cleistogamia; el fruto es una legumbre o vaina de dimensiones variables, de color verde en varios tonos, de forma alargada y oblonga; semillas globulosas o cúbicas, lisas o rugosas, pudiendo contener cada vaina entre 4-12 semillas (2, 6, 11, 55).

Todas estas características se observan en las figuras de los anexos 7 y 8.

1.5. CLIMA

1.5.1. ALTITUD

Esta especie se desarrolla en buenas condiciones entre los 1800 a 2800 metros sobre el nivel del mar (msnm), y para la producción de grano desde alturas de los 1000 msnm.

1.5.2. TEMPERATURA

Temperatura de germinación mínima de 4.9oC, con un óptimo de 24 oC (2).

Temperatura de crecimiento óptimo entre 15-18 oC con máxima de 24°C y mínima de 7 oC (15).

Boswell, citado por Arjona (2), demostró que a medida que la temperatura aumenta por encima del óptimo, los rendimientos disminuyen.

1.5.3. HUMEDAD

La arveja es un cultivo de época seca, ya que de lo contrario tiene problemas por invasión de hongos.

Lobo (35) habla de 150 mm, como los requerimientos hidricos de la planta durante su ciclo de vida.

Los requerimientos hidricos están en el orden de 300 a 400 mm por cosecha (15). Caicedo (6), recomienda hacer 3 a 4 riegos en época de intenso verano.

1.5.4. LUZ

La arveja se altera con bajas intensidades de luz, ya que se afecta la fotosíntesis y la producción de nódulos (2).

Variedades precoces, como la AIM, son insensibles a la

duración del día; sin embargo, la remoción de los cotiledones, inmediatamente después de la germinación, demora la floración y hace que la planta responda al fotoperiodo, floreciendo más temprano en días largos (2).

1.6. SUELOS

La arveja se adapta a suelos desde Francoarenosos hasta francoarcillosos, siempre y cuando tengan un buen drenaje, buen contenido de humus, y estén bien provistos de calcio. El rango óptimo de pH está entre 5.5 y 6.5 (15, 29, 55).

1.7. FERTILIZACION

La extracción de nutrientes por parte del cultivo de la arveja dependerá de la cosecha que se espera obtener.

Segun Arjona (2), para un rendimiento de 1.5 Ton/Ha de grano, la extracción será :

N : 90 - 125 Kg/ha
P2O5 : 26 - 49 Kg/ha
K2O : 65 - 85 Kg/ha
Ca : 65 - 100 Kg/ha

Para un rendimiento de 2 ton de grano, y 3.2 ton de paja/ha, segun el ICA (35), la extracción será :

N : 125 Kg/ha
P2O5 : 30 Kg/ha
K2O : 75 Kg/ha

Lobo y Jaramillo (1.983), citados en fertilización de cultivos de clima frío (40), indican que para un rendimiento de 4 Ton/Ha de grano la extracción será :

N : 100 Kg/ha/cosecha
P2O5 : 30 Kg/ha
K2O : 70 Kg/ha
CaO : 63 Kg/ha
MgO : 21 Kg/ha

1.7.1. Nitrógeno

Dentro de la planta es importante ya que conforma la molécula de clorofila, además es componente de vitaminas y sistemas de energía de la planta. La fertilización nitrogenada aumenta el contenido de proteína de las plantas en forma directa (17, 38).

Las plantas absorben la mayoría de nitrógeno en forma de iones amonio (NH_4^+) o de nitrato (NO_3^-) (53).

Las leguminosas, como se sabe, asimilan N a través de la

simbiosis con Rhizobium, por lo que solo requiere fertilización nitrogenada inmediatamente después de la siembra, cuando la simbiosis es aún inactiva (2).

1.7.2. Fósforo

Es absorbido por la planta como ión ortofosfato primario (H_2PO_4^-) principalmente, pero también y en menor cantidad como ortofosfato secundario (HPO_4^-) (17).

El fósforo (P) activa la fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, división celular, alargamiento celular; promueve la formación temprana y el crecimiento de las raíces; mejora la calidad de numerosos frutos, verduras y cereales; es vital para la formación de semillas; ayuda a que las plantas se desarrollen rápidamente; permite que las plantas soporten inviernos rigurosos; aumenta la eficiencia del uso del agua; acelera la madurez; contribuye a aumentar la resistencia a las enfermedades en algunas plantas y muchos procesos de la planta viviente (17, 28, 38).

1.7.3. Potasio

Es absorbido en forma de ión potasio (K^+). El potasio no conforma compuestos orgánicos en la planta. Su función

primaria parece estar ligada con el metabolismo de la planta; es vital para la fotosíntesis; es esencial en la síntesis de proteínas. Favorece la floración y da cierta resistencia a plagas y enfermedades al igual que a heladas. Mejora la calidad de los frutos (28, 52).

1.7.4. Calcio

Es absorbido como ión calcio (Ca^{++}), actúa sobre la asimilación de nitrógeno por las leguminosas, pues estimula la actividad microbiana. Estimula el desarrollo de raíces y hojas; esencial para desarrollo de frutos. Desacidifica los suelos aumentando la solubilización de fosfatos y reduce la solubilidad del Mn, Cu y Al, y mejora disponibilidad de molibdeno y absorción de otros nutrientes (17, 38, 52).

1.7.5. Elementos menores

Entre los más importantes para el cultivo de la arveja está el Mn que puede causar hojas cloróticas y semillas con pardeamiento interior. El molibdeno es importante para el funcionamiento correcto de la simbiosis y la asimilación de nitratos (2, 52).

El boro, cuando es deficiente, causa inhibición del sistema vascular de las raíces hacia los nódulos y no se forman

bacteroides sino que el Rhizobium se vuelve parasito (48).

1.8. TECNOLOGIA DEL CULTIVO

1.8.1. Preparación del terreno

Se debe dejar el suelo completamente mullido, con buena aireación y buen drenaje. Se realiza una arada a 30 cms de profundidad. Se debe buscar una nivelación óptima con el fin de evitar excesos de humedad que afectan seriamente el cultivo. Durante la preparación es conveniente incorporar los correctivos necesarios (15, 35, 55).

1.8.2. Siembra

En el sistema convencional, se siembra en el comienzo de las lluvias. La semilla se siembra entre 2,5 y 5 cm de profundidad. A continuación se muestra una tabla establecida por FEDECAFE (15), que muestra los diferentes sistemas de siembra con distancia entre hileras y distancias entre plantas y densidades.

SISTEMA	Dist. entre hileras (cm)	Dist. entre plantas (cm)	Densidad Planta/ha (miles)
Surco sencillo	90	7 - 10	110 - 160
	45	5 - 7	310 - 440
	20	6	830 *

Surco doble	60 X 30	10	130
	140 X 30	5	140

* Sistema tecnificado utilizado en mercado para procesamiento.

1.8.3. Malezas

La primera desyerba se hace 15-20 días después de la siembra, en el sistema tradicional, acompañado de desyerbas manuales, que deben hacerse superficialmente para evitar daños en las raíces (36, 55).

La época crítica de competencia de malezas está en los primeros 50 días después de emergencia, y la competencia inicial influye sobre todas las variables de rendimiento (14).

En el sistema para producción industrial se hace imposible el control manual, por lo que se recurre al sistema de control químico con productos como : Afalón en pre-emergencia y Dalapón en post-emergencia, cuando las plántulas tienen de 6 a 15 cm de altura (6).

1.8.4. Enfermedades

Las principales enfermedades son:

a) Fusariosis (F. oxysporum)

Síntomas: amarillento general de la planta, empezando por hojas bajas; enanismo, no hay formación de vainas y/o semillas. En ataques severos ocasiona la muerte de la planta.

Control: variedades resistentes, buen drenaje, rotación y tratamiento de semilla con fungicida (6, 35).

b) Mancha de Ascochyta (Ascochyta pisi)

Síntomas: manchas en las hojas y vainas grandes de color castaño claro y picnidios negros. En los tallos las manchas son parecidas pero alargadas. En las flores se presentan manchas del tamaño de la cabeza de un alfiler y las flores caen.

Control: eliminación de residuos de cosecha, buen drenaje del lote y rotación del cultivo de 3-4 años (15, 35).

c) Cenicilla o Mildew Polvoso (Erysipha Polygoni)

Síntomas: zonas cubiertas de un polvillo blanco que luego es grisáceo; aparece en hojas, tallos y vainas. Hay clorosis y malformaciones, al igual que mal desarrollo de las vainas.

Control: semillas de cultivo sano, dos aplicaciones semanales de azufre, uso de variedades resistentes (6, 35).

d) Antracnosis (Colletotrichum pisi)

Síntomas: manchas irregulares con centro claro en hojas, tallos y vainas; algunas veces está asociado con Ascochyta. En el tallo son manchas alargadas y de color ceniza, mientras que en la vaina son circulares.

Control: rotación de cultivos mínimo cada dos años. Utilización de semillas sanas, buen drenaje, control de malezas y fertilización (2, 6, 55).

Otras enfermedades de menor importancia económica son :

- Mildew velloso (Peronospora pisi)
- Moho gris (Botrytis cinerea)
- Rhizoctonia solani
- Rosellinia sp
- Sclerotinia sp
- Phytium sp
- Tizón bacterial (Pseudomonas pisi)
- Nemátodos
- Virus

1.8.5. Insectos plagas

a) Afidos o pulgones y trips (Macrosiphum pisi

Kakotrips sp)

Síntomas: el principal daño que pueden causar es como

vectores de virus. Además se presenta amarillamiento, desarrollo de hongos y colores claros en las hojas debido a que son chupadores de sabia.

Control: quimicos con Demeton, Malathion, etc. (2, 35).

b) Barrenador del tallo (Melanogromyza sp)

Síntomas: barrena el tallo de la base hacia arriba.

Ennegrecimiento de las hoja y caída de flores.

Control: Furadan granulado presiembra (35).

c) Tierreros o trozadores (Feltia, Agrotis, Prodenia, Spodoptera)

Síntomas: trozadores del tallo, comedores de hojas, tallos, flores y frutos.

Control: incorporación presiembra de Malathion y cebos envenenados en la tarde (2, 55).

d) Minador de follaje (Liriomiza sp)

Síntomas: minas en los foliolos que causan secamiento y posterior caída.

Control: Aspersiones de Malathio, Basudin (2, 6).

1.9. COSMCHA

En cultivos para mercado fresco se realizan de 3-7 pases según el estado del cultivo; estos pases se comienzan por la

parte más baja de la planta pues allí es donde las primeras hojas aparecen y, por consiguiente, donde maduran primero los frutos. El tiempo entre los países varía de acuerdo a la localidad y, a las condiciones ambientales (35).

En la arveja destinada para uso industrial en enlatados la cosecha se hace arrancando la planta y pasándola a una trilladora que separa la semilla del resto de la planta.

La apariencia de las vainas determinan el momento adecuado de la cosecha, pues las vainas deben estar con semillas tiernas y cambiando de color verde oscuro a verde claro. Al demorar la cosecha pueden aumentarse los rendimientos pero puede sacrificarse la calidad (2, 15, 35, 50).

1.10. ORIGEN DE LAS SALES

Las sales más comunes en el suelo son principalmente, en su orden de importancia, los cationes: sodio, calcio, magnesio y potasio y los aniones: cloruros sulfatos bicarbonatos, carbonatos y nitratos (57).

Los principales factores por los cuales estas sales se acumulan en los suelos se discuten a continuación :

1.10.1. Interperismo de Minerales

La fuente original de toda sal son los minerales y rocas que la liberan durante el proceso de interperismo. El CO₂, sea atmosférico o biológico, juega un papel importante en este proceso al formar con el agua ácido carbónico. Como se asume que este proceso se lleva a cabo en regiones áridas el bicarbonato formado se acumula en el suelo e incluso puede concentrarse y pasar a carbonato (19).

1.10.2. Océanos

Los océanos originan suelos salinos cuando los suelos se desarrollan sobre depósitos marinos antiguos, suelos de las regiones costeras donde las sales provenientes del mar llegan a través del nivel freático; las sales marinas pueden ser transportadas tierra adentro por acción del viento (13, 19).

1.10.3. Aguas Superficiales

Las regiones áridas tienen un sistema de drenaje natural mal desarrollado y no es capaz de evacuar las aguas lluvias que, aunque pocas en milímetros totales al año, caen en aguaceros torrenciales. Estas aguas se estancan en las partes bajas donde, por evaporación, se acumulan las sales procedentes de las zonas más altas. Por otra parte, puede ascender el nivel

de las aguas freaticas, con lo cual asciende la sal hasta la superficie por movimiento capilar (19, 58).

1.10.4. Riegos

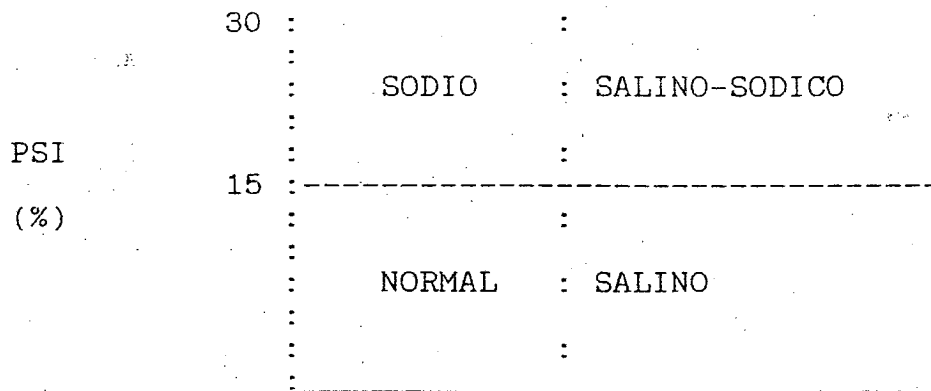
Los riegos son causa de la salinidad de la mayor parte de los suelos salinos del mundo. Esto se debe, fundamentalmente al uso de aguas con alto contenido salino, pero ante todo por carecer de sistemas de drenaje adecuados. (19, 22).

1.10.5. Ascenso del Agua Subterranea

Las causas de este ascenso es dada principalmente por el movimiento capilar del agua en el perfil del suelo, lo cual explica que la sal ascienda. (19).

1.11. CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS SALINOS Y SÓDICOS

Según Bonnet, citado por Garavito (19), existen unos limitantes propuestos por el laboratorio de salinidad de USDA, tal como lo muestra el siguiente esquema :



4

CE (mmhos/cm 25oC)

Estos limites son arbitrarios, puesto que el contenido de sales arriba del cual el crecimiento de las plantas se ve afectado, dependera de la textura, especie vegetal, clase de sal y distribución en el perfil (13, 19).

Otra clasificación es la propuesta por el IGAC (32, 33), quien, de acuerdo a parámetros de conductividad eléctrica, pH, y porcentaje de saturación de sodio, establece los siguientes tipos de suelos:

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

SALINIDAD

CE (mmhos/cm 25°C)

Normal	< 2
Ligera	2 - 4
Moderada	4 - 8
Severa	8 - 16
Muy severa	> 16

SODICIDAD

% sat Na

Normal	< 7
Ligera	7 - 10
Moderada	10 - 15
Sódica	> 15

1.11.1. Suelos Salinos

Son aquellos que tienen más de 0.1% de sales solubles, conductivas eléctrica en el extracto de saturación (a 25°C) mayor a 4mmhos/cm, el PSI es menor de 15, y la RAS debe ser menor de 13; el pH es menor de 8.5 (26, 58).

Son suelos que presentan costras blancas en la superficie, debido a la alta concentración salina en la solución externa y a que el sodio no es el catión predominante. Son suelos flocculados, presentan buena permeabilidad y su estructura es estable (19).

Estos suelo, frecuentemente, cambian a suelos normales mediante irrigación y drenaje adecuado que lave exceso de sales solubles (57).

1.11.2. Suelos Sódicos

Son aquellos que tienen un porcentaje de sales menor de 01%; conductividad eléctrica en el extracto de saturación (a 25°C) menor de 4 mmhos/cm; el PSI es mayor de 15, y el RAS mayor de 13; el pH mayor de 8,5 (26, 47).

Son suelos que por su doble capa difusa se expanden y el suelo se dispersa, presentándose degradación de la

estructura, y dificultandose el movimiento del agua (19).

1.11.3. Suelos Salinos-Sódicos

Es una combinación de los tipos anteriores de suelos. Tienen más de 0.1% de sales, conductividad eléctrica en el extracto de saturación (a 25 oC) mayor de 4 mmhos/cm; el PSI es mayor de 15, y RAS mayor de 13; el pH es aproximadamente 8.5 (19, 20).

Las cualidades físicas de estos suelos dependerán del predominio de las sales o el sodio en el suelo; si estos suelos son lixiviados se eliminan las sales y se convierten en sódicos. (19, 58).

1.12. TOLERANCIA DE LOS CULTIVOS A LAS SALES Y SODIO

Cada cultivo responde diferentemente a altas concentraciones de sal y sodio en el suelo (19); el frijol por ejemplo, no soporta conductividades de 2 mmhos/cm, mientras que el algodón puede rendir satisfactoriamente, cuando la conductividad eléctrica es de 12 mmhos/cm (19).

La sal restringe el crecimiento de las plantas sobre la tierra más que ninguna otra sustancia inhibidora de las que pueden encontrarse en condiciones naturales. Las plantas que

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

crecen en ambientes salinos se les denomina halofitas (4).

La sensibilidad de las plantas a la salinidad del suelo es muy variable y, en muchos casos, la capacidad de soportar concentraciones moderadas de sales en el suelo pueden ser inducidas en ciertas plantas, por exposición a condiciones salinas. Entre las plantas cultivadas, las de remolacha, tomate, arroz etc., son conocidas como relativamente tolerantes a la salinidad; en cambio, leguminosas, cebollas, etc., sólo toleran muy baja salinidad (4, 47).

A igual porcentaje de sales en el suelo, habrá mayor concentración salina en el extracto de un suelo arenoso, debido a que se necesita menos agua para saturar éste suelo. Esto origina una mayor conductividad eléctrica y por tanto, mayor presión Osmótica (19).

1.13. EFECTO DE LAS SALES Y SODIO EN LA PLANTA

Según Kafkafi, citado por Viña y Torres (57), las condiciones salinas presentan dos problemas fundamentales a las plantas que viven en esas condiciones: el perjuicio directo causado por las concentraciones elevadas de cloruro sódico y el perjuicio indirecto causado por los potenciales osmóticos tan bajos que se crean en el suelo debido a la elevada concentración de solutos.

el efecto de presión osmótica obliga a las plantas expuestas a estas condiciones a mantener potenciales osmóticos intracelulares aún más bajos que los del suelo ya que, de otra manera, se produciría una desecación de la planta debido a que el agua no sólo no entraría en ella, sino que tendería a salir hacia el suelo. Esto lo consiguen las plantas, bien por la toma de concentraciones elevadas de sal, o bien por la producción intracelular de elevadas concentraciones de azúcares solubles como sacarosa, glucosa y fructosa; ambos procesos disminuirían el potencial osmótico intracelular y facilitará la entrada de agua a la planta (4).

Según Quatrano, citado por Viña y Torres (57), la presión osmótica evaluada a través de la conductividad eléctrica que presenta el extracto de saturación se expresa de la siguiente manera.

$$PO = 0.36 \times C.E \quad \text{Donde :}$$

PO = presión osmótica en atmosferas

CE = conductividad eléctrica (mmhos/cm a 25 C)

0.36 = constante obtenida como valor promedio de las sales más corrientes en el suelo.

Otros de los efectos que causan las sales son : la deficiencia nutricional al dificultarse la toma de elementos como potasio, fósforo, etc. y el desbalance de nutrientes, puesto que el exceso de uno o varios elementos inhibe la absorción de otros (4, 57).

Según Richards (47), existen efectos de iones específicos que pueden incluir daños por inducción de deficiencias nutricionales, o por exceso de elementos no nutritivos como los cloruros, sulfatos, bicarbonatos, sódico, etc. y ocasionalmente nitratos y potasio, propios de los suelos salinos, que pueden ejercer efectos adversos a las plantas, cuando su concentración excede sus límites de tolerancia.

1.14. CONTROL DE LA SALINIDAD Y SODICIDAD

Las sales presentes en el suelo se eliminan mediante el lavado, mientras que para recuperar suelos salino-sódicos y sódicos, debe efectuarse un lavado de sales previo a la aplicación de enmiendas químicas.

1.14.1. LAVADO DE SALES

Con el lavado se busca disolver las sales y diluirlas a tal concentración que la conductividad eléctrica sea; cuando más, la máxima permitida para que el cultivo se desarrolle normalmente. El agua excedente se elimina mediante un sistema de drenajes adecuados, eliminándose de esta forma el exceso de sales en el suelo.(19).

1.14.2. Aplicación de Enmiendas Químicas

Estas enmiendas son correctivos quimicos que se aplican a los suelos con problemas de sodio, con el fin de que la enmienda desplace el sodio intercambiable, el cual debe pasar a la solución del suelo para ser eliminado cuando se aplique el agua de lavado (19, 28).

Las enmiendas corrientemente utilizadas son: Azufre, ácido sulfúrico, sulfato de calcio (yeso), sulfato de hierro, sulfato de aluminio, y cloruro de calcio.

1.15. SENSIBILIDAD DE LA ARVEJA A LA SALINIDAD

Según Cubero y Moreno (11), la especie Pisum sativum es considerada como planta de moderada resistencia a la salinidad.

Para Garcia O. (20), la arveja es un cultivo sensible al sodio, y es así como a porcentajes de sodio intercambiable entre 10 a 20, presenta síntomas de malestar fisiológico. Este mismo autor comenta que es un cultivo moderadamente sensible al boro.

Según Osorno et al. (44), el nivel crítico de salinidad para la arveja está al rededor de 4 mmhos/cm, que es donde presenta una disminución del 50% del rendimiento relativo. Este mismo autor encontró una correlación negativa entre

la concentración de cloruros en el suelo y el peso seco de la parte aérea de la planta. Este mismo tipo de correlación se presentó entre el sodio intercambiable del suelo y peso seco.

1.16. LA FERTILIZACION FOLIAR

La capacidad que tiene la parte aérea de la planta en absorber materiales aplicados en forma de aspersiones, constituye el fundamento de la aplicación foliar de fertilizantes y determina la efectividad de muchas otras prácticas agrícolas que involucran la aplicación de aspersiones de soluciones o suspensiones, así como el espolvoreo de sólidos finamente diluidos (29, 38, 45).

Al comienzo de su crecimiento las plantas absorben los nutrientes disueltos en agua vía raíz. Sin embargo, se sabe que las plantas absorben igualmente los nutrientes por las hojas y con mayor velocidad y eficiencia (45, 51).

Además de su eficiente papel en la corrección de las deficiencias de los elementos menores, se reconoce que la fertilización foliar es un suplemento de la hecha al suelo y no puede reemplazar a ésta (56).

1.16.1. Mecanismos de Absorción

El proceso de absorción de nutrientes por vía foliar está dado en tres etapas. En la primera, las sustancias nutritivas aplicadas a la superficie penetran la cutícula y la pared celular por difusión libre. En la segunda etapa, dichas sustancias son absorbidas por la superficie de la membrana plasmática y, en la tercera, pasan al citoplasma por proceso metabólico (25, 45) (Anexo 10).

Las hojas poseen varias estructuras especiales que podrían estar influyendo en la absorción de solutos (estomas y tricomas). Los estomas son la vía de ingreso de nutrientes en forma gaseosa, tales como el SO_2 , NH_3 y NO . Por otra parte los tricomas o pelos superficiales proveen una mayor superficie de contacto foliar, y al poseer una cutícula menos desarrollada en su base permiten alguna permeabilidad (7, 12).

1.16.2. TRANSLOCACION

Una vez absorbidos los nutrientes por las raíces o las hojas, las sustancias pueden moverse por cuatro vías posibles: por el Xilema con la corriente de transpiración, por las paredes celulares, por el floema y otras células vivas y por los espacios intercelulares (25, 45, 57).

La principal vía de translocación para los nutrientes

aplicados al follaje es por el floema (25, 56).

En la siguiente tabla propuesta por Trenkel M. (56), se muestra el tiempo requerido para la absorción foliar de diferentes nutrientes:

Nutrientes	Tiempo requerido para absorber un 50%
N	1 - 6 Horas
P	1 - 5 días
K	1 - 4 días
Mg	1 hora (20%)
Fe	24 horas (8%)
Mn	1-2 días
Zn	1 día

1.16.3. Factores que influyen en la absorción de los nutrientes aplicados al follaje.

Existen dos tipos de factores según lo expuesto por Malavolta (37):

a) Externos:

- Humedad del suelo
- Humedad atmosférica
- Temperatura
- Luminosidad
- Solución pH

b) Internos

- Superficie de pelos
- Superficie superior
- Superficie interior
- Hidratación de la hoja
- Edad de la hoja
- Especie y variedad

La importancia de uno o más factores dependerá de la especie vegetal con que se trabaje la fertilización foliar (37).

1.16.4. VENTAJAS DE LA FERTILIZACION FOLIAR

Según Ramírez V. (45), se pueden enumerar como las principales ventajas de la fertilización foliar a las siguientes:

- a. Es un buen recurso en situaciones de sequia o presencia de condiciones que le impiden al sistema radicular cumplir satisfactoriamente su función de absorción de nutrimentos.
- b. Hay mayor eficiencia en el aprovechamiento del abono aplicado.
- c. Se puede realizar en cualquier momento de desarrollo del período vegetativo.
- d. Permite la aplicación conjunta con herbicidas, insecticidas y fungicidas.

- e. Especialmente útil en aplicación de micronutrientes
- f. Permite observar rápidamente si hay respuesta.
- g. Permite a la planta a recuperarse de efectos fitotóxicos.

1.16.5. Limitaciones de la Fertilización Foliar

La aplicación foliar de fertilizantes, es un método de suministrar elementos nutritivos a las plantas en forma más rápida que las aplicaciones edáficas. Sin embargo, el suministro es temporal y el método presenta varias desventajas: (7, 37, 45).

- a. Bajas tasas de penetración
- b. Caída o escurrimiento de la superficie foliar
- c. Lavado por la lluvia
- d. Secamiento rápido de las soluciones.
- e. Bajas tasas de retranslocación de algunos elementos.
- f. Suministro limitado de macronutrientes.
- g. Daño a la hoja por quemazón.

1.16.6. Principales Productos Usados en Aplicaciones Foliaras.

En la siguiente tabla, se aprecian las concentraciones promedio de varias fuentes de nutrientes comúnmente usados (25, 37 45) :

Nutrimiento	Fuente	Concentracion (%)
N	Urea	0.5 - 1.0
K	K ₂ SO ₄	1.0
Mg	MgSO ₄ /H ₂ O	1.0
Fe	Fe EDTA	0.5 - 1.0
B	Borax	0.2
Mn	Mn SO ₄ H ₂ O	0.5

Para SCHERING (51), científicamente está comprobado que todos los nutrientes esenciales pueden ser absorbidos y, por consiguiente, aplicados por vía foliar en las plantas. La fertilización foliar no reemplaza la fertilización edáfica pero iguala la proporción desbalanceada de nutrientes en la planta.

La fertilización foliar debe realizarse una vez las plantas tengan suficiente área foliar para absorberlos, lo cual coincide más o menos con la época en la cual los nutrientes agregados al suelo se están agotando y cuando el cultivo presenta la máxima necesidad de los mismos (51, 56).

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. LOCALIZACION DEL ENSAYO

Este ensayo se realizó en el sub-lote 15C del centro Agropecuario MARENGO, de propiedad de la Universidad Nacional y ubicado a 15 Km de Bogotá en el Municipio de Mosquera. Dicho lote se seleccionó de acuerdo a estudios previos realizados por León y León Puentes en 1986, quienes caracterizan dicho lote como ligeramente salino. Los valores de salinidad antes de la instalación del experimento se observan en en la tabla 1.

Tabla No 1 Valores de salinidad previos a la instalación del experimento.

MUESTRA No	1	2	3	4	5	6
pH	5.6	5.5	5.7	5.5	5.6	5.6
C.E. (mmhos/cm)	2.78	2.93	1.78	1.49	2.78	3.80

El trabajo de campo de éste ensayo se llevó a cabo entre Junio y septiembre de 1.990, tiempo transcurrido entre la siembra y la cosecha.

2.2. CARACTERISTICAS CLIMATICAS

Segun datos suministrados por el HIMAT (28), promedios de 35 años, ésta es una región que se caracteriza por tener las condiciones climáticas que se presentan en la tabla 2.

Tabla No 2 Caracteristicas Climaticas de Marengo

<u>Elementos Climaticos</u>	<u>Valores Promedio</u>
Precipitación (mm)	708,3
Temperatura (oC)	13,9
Humedad Relativa (%)	79,0
Evaporación (mm)	1043,3
Velocidad del viento (m/sg)	3,2
Brillo Solar (Horas)	1634,5
Elevación (m.s.n.m)	2540,0

Las condiciones climáticas durante el período de trabajo de campo del ensayo se presentan en los anexos 1, 2, 3 y 4. El comportamiento de dichos factores, tal como se observa, se considera ideal para el crecimiento de la planta, tal como lo expone Caicedo -A. (6). Fueron necesarios riegos de germinación, de crecimiento y el, último, se efectuó durante la fase de llenado de grano.

2.3. SUELOS

El suelo experimental se caracteriza por ser de topografía plana, con pendiente menor al 1% y drenaje moderado. Se considera de origen volcánico y desarrollado sobre una superficie ondulada de arcilla lacustre. Debajo de los horizontes superficiales se encuentra otro horizonte profundo de textura francoarcillosa, de color amarillento, el cual yace, a su vez, sobre una arcilla plástica y pegajosa (32).

Según el IGAC (32), la unidad cartográfica Marengo está clasificada como un ANDIC AQUIC HUMITROPEPTS, que se caracteriza por ser un suelo arcilloso a francoarcilloso, plano, moderadamente profundo a superficial y ligeramente salino. Son suelos pobres a imperfectamente drenados, sujetos a encharcamientos ocasionales y de textura francolimosa.

En la tabla 3 se presentan las características fisicoquímicas del suelo utilizado en el ensayo, suministrados por el laboratorio de suelos del ICA sobre 6 muestras evaluadas, siguiendo la metodología establecida en el manual de análisis de suelos (30).

De acuerdo a los valores obtenidos, se observa que el contenido de materia orgánica es medio, alta cantidad de fósforo asimilable, alta cantidad de calcio, el sodio está

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

presente en cantidad considerable, los elementos menores especialmente el hierro y el zinc son bastantes altos; el cobre y manganeso son medianamente altos, y el boro tiene un valor medio, por lo que se tomo la decision de hacer una aplicacion de 20 Kg por hectarea de borato; el valor promedio de conductividad electrica de 2.5 mmhos/cm, es considerado como un indicativo de suelo ligeramente salino.

Tabla No 3 Caracteristicas Fisico-quimicas del suelo empleado en el ensayo de campo (promedio de seis muestras).

Caracteristica	Valor
Profundidad de la muestra	0 - 25 cm
pH	5.6
Materia Organica	5.8 %
Fósforo asimilable	50 ppm
Bases totales	14.87 meq/100 gr
Calcio	9.30 meq/100 gr
Magnesio	3.30 meq/100 gr
Potasio	0.37 meq/100 gr
sódio	1.90 meq/100 gr
Conductividad eléctrica	2.50 mmhos/cm
Elementos Menores	
Boro	0.46 ppm.
Cobre	3.90 ppm.
Hierro	676.00 ppm.
Manganeso	12.70 ppm.
Zinc	26.80 ppm.

2.4. CARACTERISTICAS DE LA VARIEDAD

En éste ensayo se trabajó con la variedad de arveja AIM producida por la firma ASGROW SEED COMPANY, quienes suministraron la siguiente información técnica (3):

Es una planta de aproximadamente 50 cms de altura poco ramificadora, ya que presenta de 0 a 1 ramas secundarias. El follaje presenta un peso medio. El primer nudo de floración se presenta en el nudo 10 u 11. Esta es una variedad precoz de 90 días. La vaina es roma, recta; cerca del 87% presentan un largo de 2, 3, 4 cms; normalmente se presentan 2 por nudo con 7 a 8 semillas por vaina. Las semillas son rugosas y por cada kilogramo se tienen 5766 semillas, en promedio. Esta variedad tiene la característica que además de ser precoz, puede llegar a ser 45% más rendidora que la variedad Trend y un 36% más que la variedad Rally. Es resistente a las razas 1 y 2 de Fusarium. Según estudios de campo realizados por la empresa productora en Estados Unidos, se ha encontrado que presenta altos rendimientos por su habilidad para madurar, su tamaño de vaina, su vigor y su atractiva sanidad. Su semilla viene tratada con fungicidas y se garantiza un 90% de germinación.

2.5. FERTILIZANTES EMPLEADOS

Para los diferentes tratamientos se emplearon las siguientes fuentes :

2.5.1. Fertilizantes Edáficos.

Urea : $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

Producida mediante la reacción del amoníaco con dióxido de carbono bajo presión y temperatura elevada (57). Tiene un contenido del 46% de nitrógeno, un biuret menor del 1%, su mayor utilización es en aplicaciones edáficas, donde pueden ser pobres los resultados por volatilización, cuando es aplicado superficialmente, debido a la formación de amoníaco por hidrólisis, especialmente en suelos alcalinos (23, 40, 41).

La conclusión general de programas de investigación en los Estados Unidos es que la Urea es tan buena fuente nitrogenada como cualquier otra, siempre y cuando se le use apropiadamente. Es por ello que no se recomienda para las aplicaciones superficiales en praderas de climas húmedos, o para aplicaciones localizadas cerca o en contacto con las semillas (23).

Sulfato de Potasio K_2SO_4 :

Contiene 50% de potasio soluble en agua como K_2O (41). Es un abono simple, cristalino, para aplicaciones al suelo (43).

Puede ser aplicado solo o en mezclas; particularmente es utilizado en cultivos sensibles al cloro, en suelo con alto contenido de cloruros y suelos deficientes en azufre. Su densidad aparente es de 1180 kg por m³, presenta una humedad relativa crítica del 96% a 20 oC, y un índice de salinidad del 46,1% (41).

Superfosfato Triple:

Tiene un 45% de fósforo asimilable como P₂O₅. Parte de su contenido se deriva de roca fosfórica, del 95 al 98% del P es hidrosoluble. Contiene cantidades variables de azufre, generalmente menores al 3% y del 12% al 14% de calcio (40, 41).

Es un abono simple granulado para aplicación al suelo y su mayor eficiencia es en suelos con pH superiores a 5.5, su densidad aparente es de 1120 Kg por m³, su índice de salinidad es de 10,1 y, el pH de la solución saturada es de 1 (40, 42).

Una de las ventajas del TSP es la de ser la fuente fosfatada simple con mayor concentración de fósforo disponible, y una de sus desventajas es su condición ácida que puede causar daño a algunos tipos de empaque. (23).

Borax (Borato)

Contiene un 68% mínimo de B_2O_3 , un 21% como Boro elemental, y un 30% de sodio como Na_2O . Es un abono simple, cristalino y para aplicaciones al suelo. Puede ser aplicado solo o en mezclas con otros fertilizantes. Las dosis muy altas pueden resultar tóxicas y causar daños al cultivo. No ofrece riesgos de manejo excepto evitar inhalación en polvos (41, 42).

2.5.2. Fertilizantes Foliare

Urea $CO(NH_2)_2$

Las concentraciones empleadas fueron del 1%, y sus características físico-químicas fueron anotadas previamente.

Nitrato de Potasio : KNO_3

Contiene un 13% de nitrógeno nítrico, 44% de potasio soluble K_2O , y un 0.14% máximo de cloro. Es un abono sólido, cristalino standar. Es de alta eficiencia tanto en aplicación sólida como líquida. Es ideal para la aplicación en especies sensibles al cloro, en sistemas de riego por goteo o en dispositivos hidropónicos. Es una excelente fuente para el suministro de nitrógeno y potasio por vía foliar (25, 39).

Es compatible en mezclas líquidas con insecticidas, matamalezas y otras soluciones nutritivas. Es un fertilizante que no contribuye a la salinización de los suelos por presentar un bajo índice de salinidad, ya que este es menor

que el del cloruro de potasio, nitrato de amonio, úrea, sulfato de amonio y nitrato de calcio (39).

Cosmocel :

Es un fertilizante que contiene N,P,K, esenciales y menores en relación de 20-30-10-1-1. Es un producto sólido en polvo y soluble en agua, especial para aplicaciones foliares complementarias o en sistemas de irrigación (10).

2.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Fué utilizado un diseño de bloques completos al azar con tres replicaciones, en arreglo factorial de 3 por 4 más un testigo adicional. En donde 3 es el número de niveles edáficos y 4 es el número de modalidades foliares.

Las parcelas experimentales tuvieron un área de 10 m² (5m de largo por 2m de ancho), de acuerdo al trabajo realizado por Muñoz (44). La separación entre parcelas fué de 0,5 m y de 1m entre bloques, como se observa en el anexo 11. El área total del ensayo fue de 600 m², aproximadamente, (Fotos 1 y 2).

Dentro de cada parcela se sembró a chorrillo continuo y a una distancia entre surcos de 20 cms, con lo cual se consiguió una densidad aproximada de 200 Kg de semilla por hectárea, que es la empleada comercialmente por la industria

LEVAPAN S.A. (Anexo 9), (Fotos 2 y 3).

El área de muestreo se estableció de acuerdo a los estudios realizados por Muñoz (43) y Sanchez (50), eliminando los dos surcos laterales y 0,25 m, tanto en la parte superior como inferior de cada parcela (Anexo 9), para dejar una área efectiva de muestreo por parcela de 7,2 m, sobre la cual se realizaron las mediciones de las diferentes variables evaluadas.

El modelo aditivo correspondiente fue el siguiente :

$$Y_{ijk} = U + l_i + P_j + (lp)_{ij} + B(X_{ij} - \bar{X}_{..}) + E_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = Respuesta de la unidad experimental

U = Promedio general

l_i = Efecto del factor A al nivel i -ésimo

P_j = Efecto del factor B al nivel j -ésimo

$(lp)_{ij}$ = Efecto de la interacción del factor A con el B.

$B(X_{ij} - \bar{X}_{..})$ = Covariable

E_{ijk} = Efecto del error experimental

2.7. TRATAMIENTOS

Las siguientes fueron las modalidades establecidas para diseñar los trece tratamientos.

2.7.1. Niveles de Fertilización Edáfica

0 : Sin fertilización

1 : Nivel bajo..... 50 Kg/Ha de N

100 Kg/Ha de P2O5

50 Kg/Ha de K2O

2 : Nivel Medio..... 100 Kg/Ha de N

200 Kg/Ha de P2O5

100 Kg/Ha de K2O

3 : Nivel Alto..... 150Kg/Ha de N

300 Kg/Ha de P2O5

150 Kg/Ha de K2O

2.7.2. Modalidades de Fertilización Foliar

1. Sin Fertilización

2. Urea al 1%

3. Nitrato de Potasio al 2%

4. Cosmocel al 2%

La interacción entre los niveles de fertilización edáfica y las modalidades de fertilización foliar, produce un total de 13 tratamientos, tal como se observa en la tabla 4.

Tabla No 4 Descripción de los diferentes tratamientos

Tratamiento No	Edáfico			Foliar (modalidad)
	N	P205	K20	
1	0	0	0	0
2	50	100	50	0
3	50	100	50	Urea al 1%
4	50	100	50	KNO3 al 2%
5	50	100	50	Cosmocel 2%
6	100	200	100	0
7	100	200	100	Urea al 1%
8	100	200	100	KNO3 al 2%
9	100	200	100	Cosmocel 2%
10	150	300	150	0
11	150	300	150	Urea al 1%
12	150	300	150	KNO3 al 2%
13	150	300	150	Cosmocel 2%

Las dosis establecidas para los tratamientos se hicieron teniendo en cuenta el criterio profesional del director de tesis, las recomendaciones establecidas por los productores de los diferentes fertilizantes y tomando en cuenta los del análisis de suelo, así como los datos de extracción del cultivo reportados en literatura (6, 35, 40).

La aplicación de los fertilizantes se realizó siguiendo la metodología establecida por el ICA (28, 38), de la siguiente manera :

Fertilizantes Edáficos:

El Nitrógeno y el potasio se aplicaron en el momento de la siembra en banda a una distancia de 6 a 8 cms de la semilla para evitar quemazón. El superfosfato triple fué colocado al fondo del surco, luego se tapó con un poco de tierra y encima se colocó la semilla. Lo anterior para garantizar una mayor eficiencia y una menor pérdida.

El Boro fue incorporado en el momento de la última rastrillada del lote y en la cantidad anotada previamente.

Fertilizantes Foliares:

Según revisión de literatura, las dosis más apropiadas eran del 1% para Urea, 2% para el Nitrato de Potasio y, 2% para el Cosmocel (10, 45).

De acuerdo a lo planteado por SCHERING (51) y GUERRERO (23), las aplicaciones foliares se distribuyeron así: las dos primeras en prefloración, que correspondieron a 30 y 42 días después de la siembra y, posteriormente, dos aplicaciones más cada 12 días, que correspondieron al llenado de grano.

Con el fin de aumentar la eficiencia de las aplicaciones foliares, se utilizó el adherente INEX-A que es un humectante, penetrante, dispersante, antiespumante y surfactante (9).

2.8. PRACTICAS CULTURALES

En general, las prácticas de cultivo fueron las mismas que se efectúan en cultivos comerciales, tal como lo recomiendan Caicedo (6), Lobo (35) y Tamayo (55). En el aspecto fitosanitario se tomaron ciertas medidas preventivas.

2.8.1. Preparación del Terreno

Se realizó una arada a unos 30 cms de profundidad, posteriormente dos rastrilladas, y finalizó la preparación del terreno con la utilización del Rotovator. En la última rastrillada se realizó incorporación de Furadán para el control de nemátodos y trozadores; además, se incorporó el Boro en la cantidad anotada previamente.

2.8.2. Control de Malezas

Antes de la arada se efectuó una aplicación de Glifosato en una dosis de dos litros por hectárea, con el fin de eliminar gran cantidad de malezas, en especial de Kikuyo. Además de esto, después de la preparación del terreno se efectuó una eliminación manual de la mayor cantidad posible de material vegetal, principalmente de estolones de kikuyo.

Las posteriores desyerbas se realizaron manualmente con el

fin de buscar mayor eficiencia y evitar fitotoxicidad, al emplear agroquímicos en el cultivo. Tal como lo cita Estupiñan (13), en su trabajo de tesis, el principal control de malezas debe realizarse en los primeros cincuenta días después de la siembra; por ello se tuvo en cuenta este criterio para el control.

2.8.3. Siembra

Se trazaron hileras distanciadas a 20 cms, sobre las cuales se hizo un surcado a 7 cms de profundidad, para hacer la aplicación del superfosfato triple al fondo del surco. Luego se tapó con un poco de tierra, para finalmente colocar la semilla a chorrillo continuo y a 4 cm de profundidad.

2.8.4. Control de Plagas y Enfermedades

Para dicho control se efectuaron aplicaciones de Furadán, posteriormente se aplicó Dimecrón y Basudim para el control de minadores y chupadores. Para el control de tierreros y trozadores se emplearon cebos envenenados en horas de la tarde, que es cuando tienen su mayor eficiencia y control (Caicedo 1.987).

Para el control de enfermedades se efectuaron aplicaciones periódicas de diferentes productos como Benlate y Derosal.

2.8.5. Cosecha

Esta se realizó teniendo en cuenta los criterios establecidos para la arveja industrial (43, 50); es decir, cuando el grano estaba pequeño, tierno y dulce (petit pois). Este punto óptimo fue establecido a través de visitas periódicas realizadas por el Ingeniero Agrónomo de Levapan S.A. quien, de acuerdo a su experiencia personal, señaló el momento de la cosecha.

2.9. TOMA Y ANALISIS DE MUESTRAS

Tanto el análisis de suelos previo a la siembra, como los análisis de tejido vegetal, fueron realizados en el laboratorio de análisis de suelos, agua y tejido vegetal del ICA. Para su ejecución se siguieron las metodologías establecidas en el manual de Asistencia técnica número 47 (ICA ,30).

2.9.1. Muestras de Tejido Vegetal

La toma de muestras para análisis foliar se realizó siguiendo la metodología establecida por Lora (36). Se tomaron las muestras en prefloración, arrancando limbos foliares ligados al tercer nudo, a partir del vértice de la planta. Se muestrearon por lo menos 50 plantas distribuidas al

azar, entre las tres repeticiones de cada tratamiento.

En el laboratorio se efectuaron las determinaciones del contenido de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio, empleando el método de una sola digestión por vía húmeda. Para los elementos menores como hierro, cobre, manganeso y zinc, se utilizó la metodología por cenizas y absorción atómica. Y para el Boro se usó el método de ceniza y colorimetría (30).

2.9.2. Muestras de Suelo para Análisis de Salinidad

Para cada una de las 39 parcelas experimentales, se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 25 cm. En éstas muestras se obtuvieron los valores de pH, C.E., cloruros y porcentaje de saturación de sodio, a través de los métodos establecidos en el manual de análisis de suelos del ICA (30) (Tabla 5).

2.10. VARIABLES DE RESPUESTA

Sobre el área efectiva de muestreo (7.2 m), se tomaron y marcaron 10 plantas al azar, en las cuales se midieron las siguientes variables de respuesta:

2.10.1. Días a Floración

Esta variable fue tomada cuando el 50% de las plantas muestreadas poseían la primera flor totalmente abierta.

2.10.2. Altura de la Planta

La medición de ésta variable se efectuó en centímetros, en el momento de la cosecha. La medida fue tomada desde el cuello de la raíz hasta la parte final del tallo principal.

2.10.3. Rendimiento en Vaina

Al cosechar las plantas del área de muestreo, se tomaron y pesaron todas las vainas producidas. Los valores obtenidos por parcela fueron luego calculados en Kg/Ha.

2.10.4. Peso Fresco de la parte Aérea de 10 plantas

Las diez plantas sobre las cuales se realizó el muestreo, fueron posteriormente pesadas en gramos, para ver el efecto de la fertilización sobre la succulencia de la planta.

2.10.5. Peso Seco de la parte Aérea de 10 Plantas

Después de tomar el peso fresco de las 10 plantas, se sometieron al secamiento en estufa por 48 horas a 70 °C, al cabo de las cuales fueron pesadas de nuevo.

2.10.6. Número de Granos por Vaina

La medición de ésta variable se efectuó en el momento de la cosecha y sobre el número total de vainas producidas por las 10 plantas muestreadas en cada parcela experimental. Finalmente, se estableció un promedio general para cada parcela.

2.10.7. Número de Vainas por Planta

En el momento de la cosecha se realizó el conteo del número de vainas producidas por planta. Esta evaluación se realizó sobre cada una de las 10 plantas muestreadas por unidad experimental.

2.10.8. Longitud de la Vaina

A cada una de las vainas producidas por las 10 plantas muestreadas, se les tomó su longitud en centímetros y luego se halló un promedio general por parcela.

2.10.9. Rendimiento en Grano Verde

Después de hallar el rendimiento en vaina, se procedió a desgranar y pesar por parcela el rendimiento de grano verde.

Posteriormente, los valores obtenidos fueron calculados en terminos de Kg/Ha.

2.10.10. Contenido Foliar de Elementos

La muestra foliar fue tomada siguiendo la metodología establecida por Lora (36) y descrita en el manual de análisis Foliar y Técnicas de muestreo. Fueron tomadas 13 muestras, cada una representando un tratamiento; es decir, cada muestra era una mezcla de las tres repeticiones.

Tabla No 5. Valores iniciales de C.E. (mmhos/cm) en los suelos de las parcelas experimentales.

Bloque I		Bloque II		Bloque III	
Trata	C.E.	Trata	C.E.	Trata	C.E.
No	(mmhos/cm)	No	(mmhos/cm)	No	(mmhos/cm)
5	2.6	10	1.8	6	2.1
10	3.3	12	1.7	13	1.5
12	2.6	8	3.9	4	1.5
1	2.1	2	1.4	11	1.5
6	1.3	7	1.9	12	1.4
2	2.6	4	1.4	1	1.0
3	3.0	13	1.7	9	1.9
13	2.6	11	1.8	2	1.1
11	2.6	1	1.2	3	1.2
9	1.9	6	1.8	5	1.0
8	2.5	9	3.3	8	1.6
7	2.6	3	1.4	10	1.3
4	2.1	5	1.8	7	2.6

2.10.11. Analisis de rentabilidad

Este análisis se realizó de acuerdo a la metodología establecida por el CIMMYT, citada por Richard et.al (46), para la formulación de recomendaciones a partir de datos experimentales.

Dicha metodología consistió en calcular los ingresos brutos, a los cuales se les disminuyó los costos fijos y variables, para obtener los ingresos netos para cada tratamiento. Luego, los valores de ingresos netos se ordenaron de mayor a menor y se eliminaron los tratamientos que reportaron unos ingresos netos menores al testigo (tratamiento 1), o aquellos con ingresos netos bajos y costos variables altos, en comparación con tratamientos con ingresos netos mayores y bajos costos.

Después de eliminar los tratamientos dominados, se calculó la tasa marginal de retorno (TMR) y la prima de riesgo (PR) para los tratamientos restantes, con las siguientes fórmulas :

$$\text{TMR} = \frac{\text{Diferencia de I. Netos}}{\text{Diferencia de C. Variable}} \times 100$$

$$\text{PR} = 6 \text{ meses} \times 5\% + 6 \text{ meses} \times 5\%$$

Aquellos tratamientos, con una PR mayor a la TMR fueron

eliminados. Los tratamientos con una TMR mayor a la PR, fueron económicamente los mejores, o mas rentables.

2.11. ANALISIS ESTADISTICO

Para cada una de las variables se realizó un análisis de covarianza, tomando como covariable la conductividad eléctrica, con el objeto de corregir el error originado por la heterogeneidad de la salinidad en el lote.

Para las variables que no presentaron significancia con la conductividad eléctrica en el análisis de covarianza, se realizó un análisis de varianza simple.

También se efectuó, para cada una de las variables, pruebas de comparación múltiple DMS al 5% de significancia, entre los niveles de fertilización edáfica, entre las modalidades de fertilización foliar y entre sus combinaciones.

A través de figuras elaboradas con los valores promedio, se observó la tendencia general para cada una de las variables evaluadas.

Complementario a lo anterior, se calculó el grado de asociación entre las variables observadas (incluyendo la C.E.), mediante análisis de correlación lineal simple (r).

Mediante gráficas y cálculos de regresión, se halló la asociación entre los niveles de fertilización edáfica y los rendimientos.

3. DISCUSION DE RESULTADOS

3.1. EFECTO DE LA SALINIDAD

Como parámetro de salinidad se tomó la conductividad eléctrica, por cuanto mostró significancia, de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de covarianza (Anexo 15), cuando se tomaron como covariables el pH, porcentaje de saturación de sodio, concentración de cloruros y conductividad eléctrica.

Se realizaron análisis de covarianza para las variables evaluadas, y se encontró que la conductividad eléctrica tenía significancia únicamente con las variables rendimiento en vaina y rendimiento de grano verde; por ello, para las variables restantes se efectuó un análisis de varianza simple (Anexos 16, 17 y 18).

De lo anterior se deduce que la salinidad afectó los rendimientos, aunque los niveles de conductividad encontrados en los suelos del lote experimental no fueron tan altos, como

se reporta en literatura, para catalogarlos como salinos (Garavito 1.979).

Durante el transcurso del ensayo se observó que en las parcelas con mayores valores de conductividad eléctrica (Anexo 12), las plantas presentaban un desarrollo por debajo de lo normal (Fotos 4, 5 y 6), lo que corrobora el efecto nocivo de la salinidad sobre esta especie, tal como lo indica Osorno et al. (45), quienes concluyeron que : "Los rendimientos en arveja se pueden disminuir hasta en un 50%, cuando la conductividad eléctrica esta cerca a 4 mmhos/cm 25oC".

3.2. RENDIMIENTO EN GRANO VERDE

El análisis de covarianza efectuado para esta variable (Anexo 16), presentó diferencias significativas para los niveles del factor fertilización edáfica. El rendimiento en grano verde mostró, en general, una tendencia lineal ascendente con respecto a este factor como se observa en la figura 1, trabajando con valores ajustados.

De acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas de comparación múltiple DMS (Tabla 7), no se presentaron diferencias entre los niveles 1y2, 2y3, de dicho factor, pero si se presentaron diferencias altamente significativas

($P < 0.01$) entre los niveles 3y1, que corresponden a 150-300-150 y 50-100-50 Kg/Ha de N, P205 y K20, respectivamente.

Para el caso de fertilización foliar, la modalidad 1 (sin fertilización foliar), presentó su mínimo valor en el nivel 2 de fertilización edáfica (100-200-100 Kg/Ha de N, P205 y K20, respectivamente), y su máximo en el nivel 1 de fertilización al suelo, tal como se observa en la figura 1 y anexo 5.

Para el testigo de fertilización foliar se observó una tendencia lineal sin ninguna pendiente (figura 2), lo que indica que, aunque los niveles de fertilización edáfica aumentaron, los rendimientos no, tal vez por carecer del suplemento foliar.

En el caso de la modalidad 2 de fertilización foliar (Urea al 1%), se observó una tendencia lineal ascendente (figura 2), en donde el máximo valor se presentó en el nivel 3 de fertilización edáfica (150-300-150 Kg/Ha de N, P205 y K20).

El comportamiento de la modalidad foliar 3 (KNO₃ al 2%), fue de carácter lineal ascendente en donde el máximo valor se presentó en el tercer nivel de fertilización al suelo, y su mínimo en el nivel uno de fertilización edáfica (figura 2).

FIG.1 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE
EL RENDIMIENTO EN GRANO VERDE (DA)

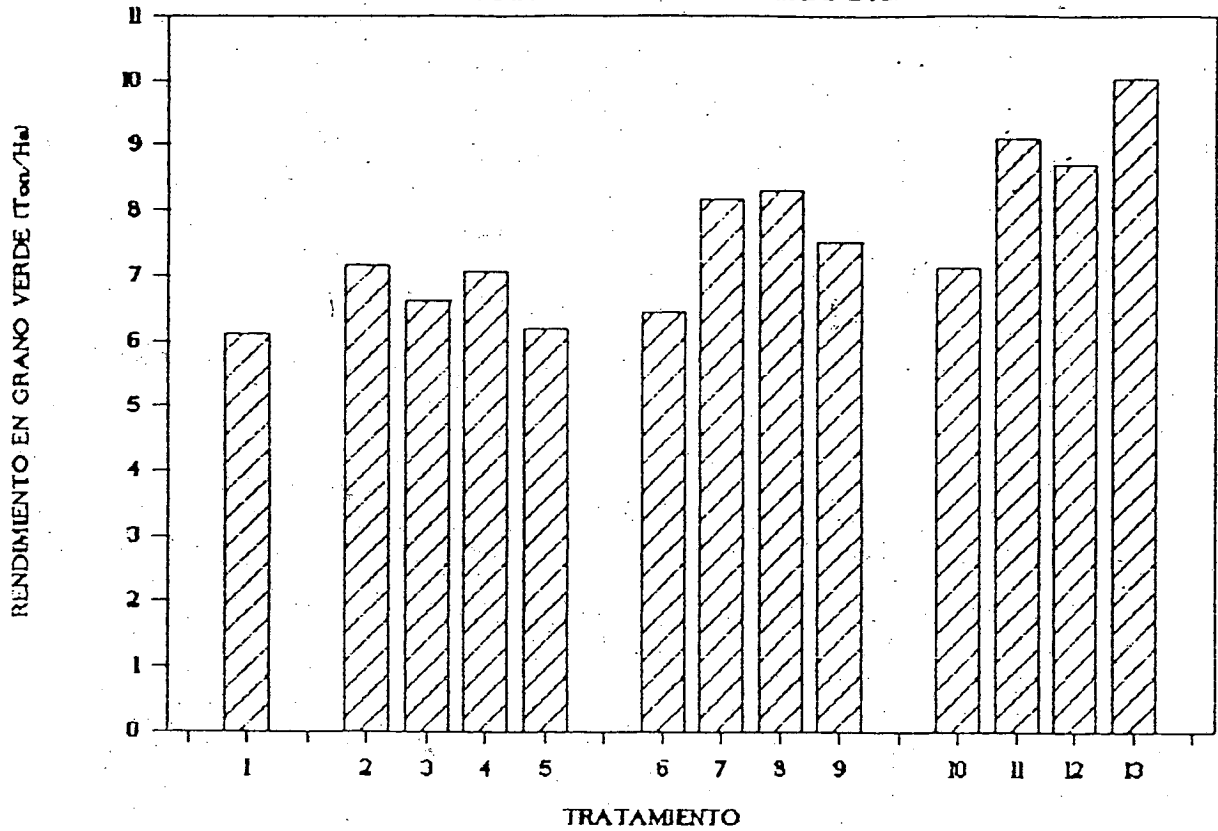
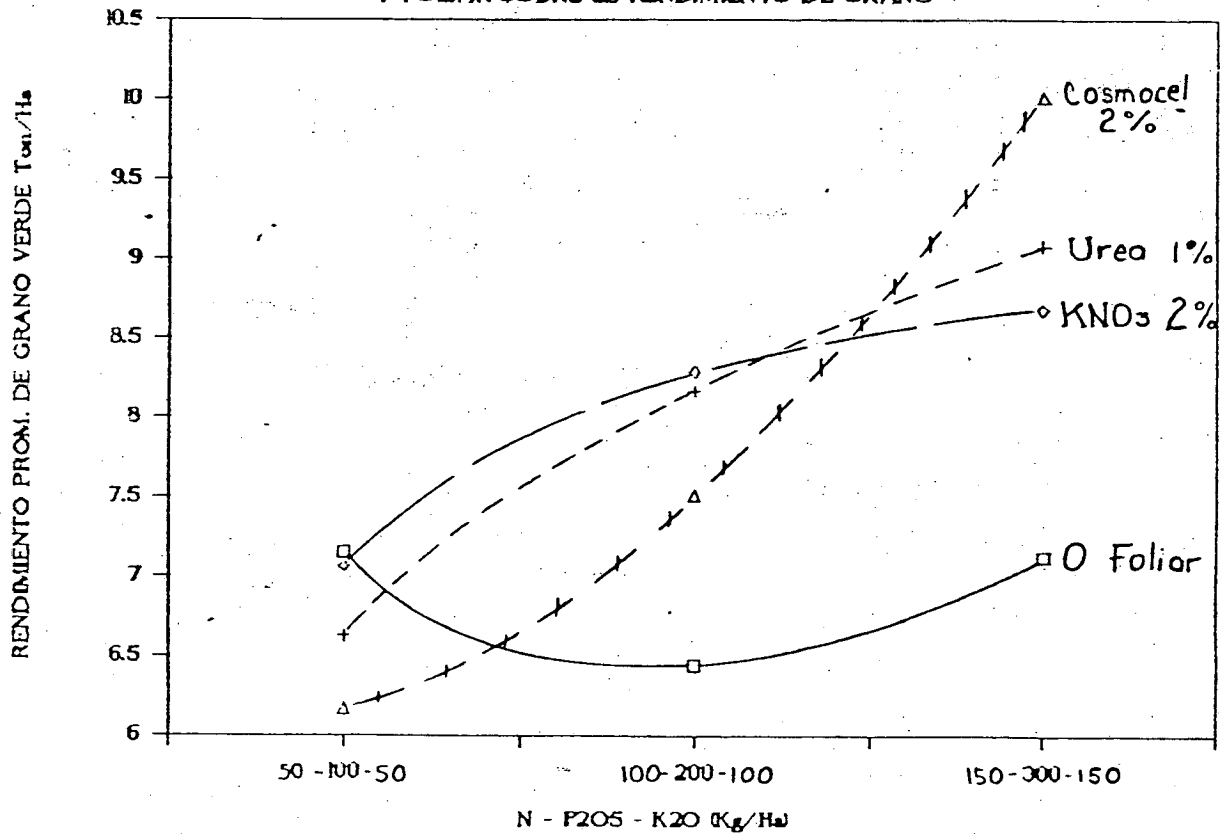


FIG.2 INTERACCION DE LA FERTI. EDAFICA
Y FOLIAR SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO



Para el caso de la modalidad 4 de fertilización foliar (Cosmocel al 2%), ocurrió algo similar a las modalidades dos y tres, pues el máximo promedio se obtuvo en el nivel 3 de fertilización al suelo (figura 1 y 2), correspondiendo este valor al máximo rendimiento promedio de todo el ensayo (10,014 Ton/Ha).

Estadísticamente, sin embargo, de acuerdo a las pruebas de comparación DMS (Tabla 8), no se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las cuatro modalidades de fertilización foliar para esta variable.

La interacción entre las modalidades edáfica por foliar no mostró estadísticamente diferencias significativas (Anexo 16), lo que indica que la conjugación de estos dos factores no ocasionó diferencias marcadas estadísticamente en la respuesta registrada, a pesar de encontrarse los mayores rendimientos, en aquellos tratamientos que recibieron las mayores cantidades de fertilización edáfica y las modalidades más completas de fertilización foliar (Tratamientos 11, 12 y 13).

Esto corrobora lo expuesto por Tamayo (55) : "Los rendimientos de arveja se aumentan considerablemente con la aplicación de abonos". Clavijo (8) comenta : "Las plantas para poder crecer y desarrollarse, necesitan ser nutridas no

solo con elementos tomados del suelo, sino suplementadas con fertilizantes comerciales".

Los tratamientos con el nivel foliar 1 (cero foliar), mostraron, en general, menores rendimientos de grano verde que aquellos con fertilización foliar, dentro de cada nivel de fertilización al suelo, tal como lo muestra la figura 2.

Al observar la tabla 10, vemos que el tratamiento 13 (150-300-150 Kg/Ha de N, P₂O₅ y K₂O, más cuatro aplicaciones de Cosmocel al 2%), se diferenció ($P < 0.01$) de los tratamientos 1, 2 y 3, de los tratamientos 4, 5, 6, y 10 ($P < 0.05$), pero no se observaron diferencias al compararlo con los tratamientos 11 y 12, que presentaron el mismo nivel edáfico pero diferente modalidad foliar. El testigo se diferenció estadísticamente de los tratamientos 11, 12 y 13, que presentaron los mayores rendimientos (Anexo 5), y en los cuales se utilizó la mayor fertilización al suelo, junto con las modalidades foliares Urea al 1%, KNO₃ al 2% y Cosmocel al 2%.

Los análisis de correlación lineal, resultaron en un coeficiente negativo y altamente significativo ($r = -0.64^{**}$), entre el rendimiento de grano verde y la C.E., tal como era de esperar. También se presentó una correlación positiva entre el rendimiento de grano verde y altura de la planta

($r=0.45^{**}$), así como con rendimiento en vaina ($r= 0.97^{**}$), y longitud de la vaina ($r= 0.43^{**}$). Con las restantes variables no se presentó significancia (Tabla 11).

Los análisis de correlación lineal, entre los datos ajustados de rendimiento de grano verde y las dosis de fertilización al suelo (Anexo 14), resultaron en coeficientes positivos y significativos ($P<0.01$).

(Por consiguiente, las dosis edáficas crecientes de N, P205 y K20, determinaron incrementos lineales en los rendimientos de grano verde, tal como se observa en la figura 3.

Por otro lado se encontró, tal como lo muestra la figura 4, que a conductividades eléctricas mayores de 2.3 mmhos/cm, aproximadamente, el rendimiento de grano verde disminuyó notoriamente. Esto corrobora lo expuesto por Osorno et al. (44) : "Existe una alta asociación entre el efecto negativo de las sales y el rendimiento". En la misma figura se observa que, en condiciones de baja salinidad (< 2 mmhos/cm), los tratamientos que presentaron los mayores rendimientos fueron, en su orden, el 10, 11, 12 y 13, que corresponden a aquellos que presentaron el mayor nivel de fertilización al suelo. Para conductividades alrededor de 2.5 mmhos/cm, los tratamientos que reportaron los mayores rendimientos fueron el 7, 11, 12 y 13, que corresponden a tratamientos con

modalidades foliares diferentes de cero. Para C.E. altas (> a 3 mmhos /cm), los tratamientos que mostraron los valores más altos de rendimiento de grano verde, fueron el 8 y 9 superando al 10 que, aunque se encontraba en condiciones similares de salinidad, reportó menores rendimientos, quizás por carecer de fertilización foliar.

En la figura 4, se observa que las repeticiones de los tratamientos que reportaron los más altos rendimientos, se obtuvieron con los que llevaron la mayor fertilización edáfica, acompañada de las modalidades foliares con Urea al 1%, KNO₃ al 2% y Cosmocel al 2% (Anexo 5 y Figura 1).

La figura 5 destaca el efecto adverso de la salinidad sobre el rendimiento de grano verde para los tratamientos testigo (1) y máxima dosis edáfica y foliar (13). Es evidente que la magnitud de la fertilización edáfica, sumada a la foliar, atenuó la acción detrimento de la salinidad.

3.3. RENDIMIENTO EN VAINA

El análisis de covarianza para esta variable (Anexo 16), mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre las repeticiones del ensayo. También se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tres niveles de fertilización edáfica.

FIG.5 RELACION ENTRE LA C.E. Y RENDIMI.

DE GRANO VERDE PARA LOS TRA. I Y D

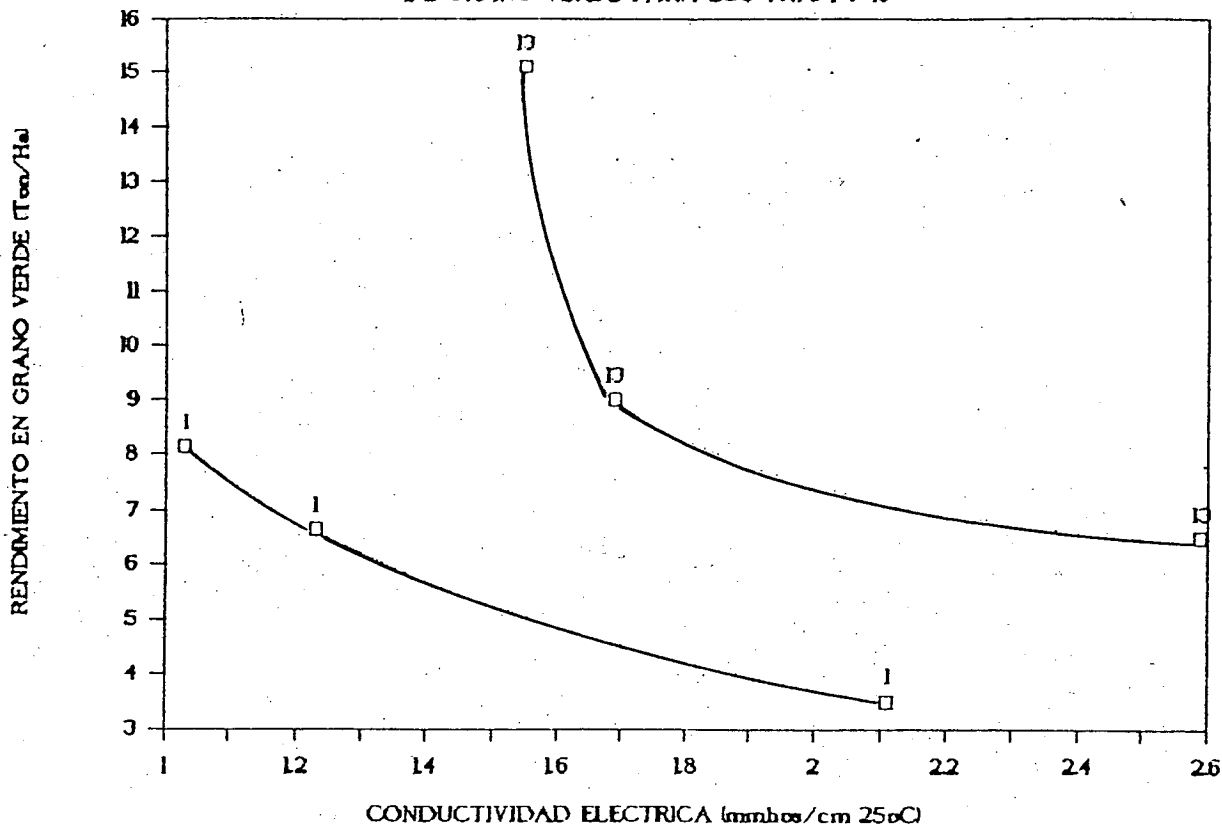
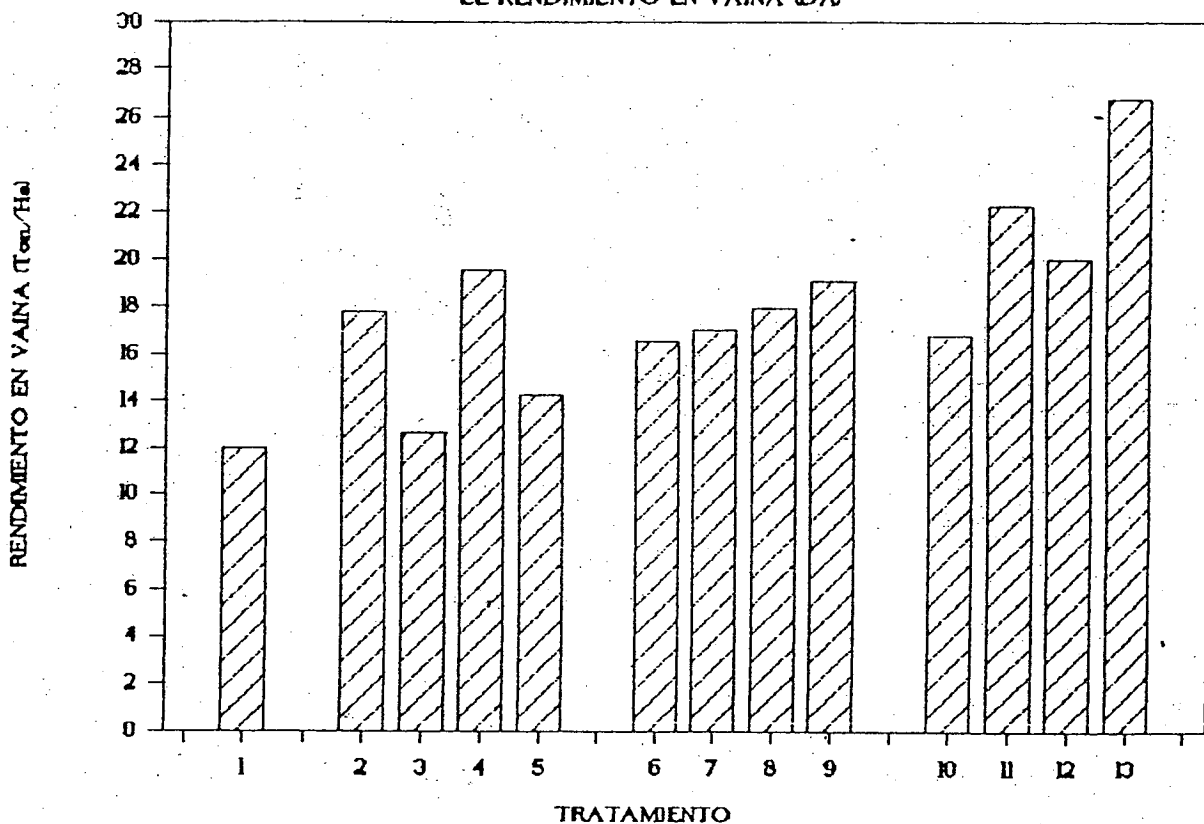


FIG.6 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE

EL RENDIMIENTO EN VAINA (D)



Por otra parte, no se encontraron diferencias significativas entre las cuatro modalidades de fertilización foliar, ni para las interacciones de las tres dosis al suelo con las cuatro modalidades foliares.

En la figura 6, se observa la tendencia ascendente que se presentó entre los tres niveles edáficos y, principalmente, entre los dos últimos, que correspondieron a 100-200-100- y 150-300-150 Kg/Ha de N, P₂O₅ y K₂O. Los valores promedios más altos se encontraron en los tratamientos 11, 12 y 13, que recibieron las mayores dosis edáficas con las modalidades foliares Urea al 1%, KNO₃ al 2% y Cosmocel al 2%.

En general, para los niveles de fertilización edáfica, se observó diferencia del tercer nivel sobre el uno, tal como lo muestran las pruebas DMS en la tabla 7.

En la figura 8 se observa que, las dosis crecientes de fertilización edáfica de N, P₂O₅ y K₂O, determinaron incrementos lineales en los rendimientos en vaina, tal como lo mostraron los coeficientes de correlación lineal (Anexo 14).

Para las modalidades de fertilización foliar, el análisis de covarianza (Anexo 16), no mostró diferencias significativas. Tampoco se encontraron en las pruebas de comparación múltiple.

DMS (Tabla 8).

La figura 7 muestra la interacción fertilización edáfica x foliar que, aunque no fue significativa, evidencia algunas tendencias. El rendimiento en vaina fue estable en relación con las dosis edáficas crecientes cuando se acompañó de KNO₃ foliar y cuando no se adicionó abonamiento foliar. En cambio, cuando se aplicó Urea o Cosmocel foliar, el incremento en rendimiento de vaina mostró una tendencia lineal ascendente.

En general, se presentó una tendencia ascendente en el rendimiento de vaina, a medida que se aumentó la fertilización al suelo (Figura 6) y, por ello, aquellos tratamientos derivados del tercer nivel de fertilización edáfica, junto con las modalidades foliares Urea al 1%, KNO₃ al 2% y Cosmocel al 2% (11, 12 y 13), fueron los que presentaron los mayores rendimientos en vaina ($P < 0.01$) (Anexo 5).

El rendimiento de vaina presentó coeficientes de correlación positivos y altamente significativos con las variables longitud de vaina ($r = 0.46^{**}$), altura de la planta ($r = 0.47^{**}$) y, rendimiento de grano verde ($r = 0.97^{**}$); y coeficientes significativos con las variables peso fresco ($r = 0.34^*$) y, número de vainas por planta ($r = 0.35^*$). No se

FIG.7 INTERACCION DE LA FERTI. EDAFICA

Y FOLIAR SOBRE EL RENDIMIENTO EN VAINA

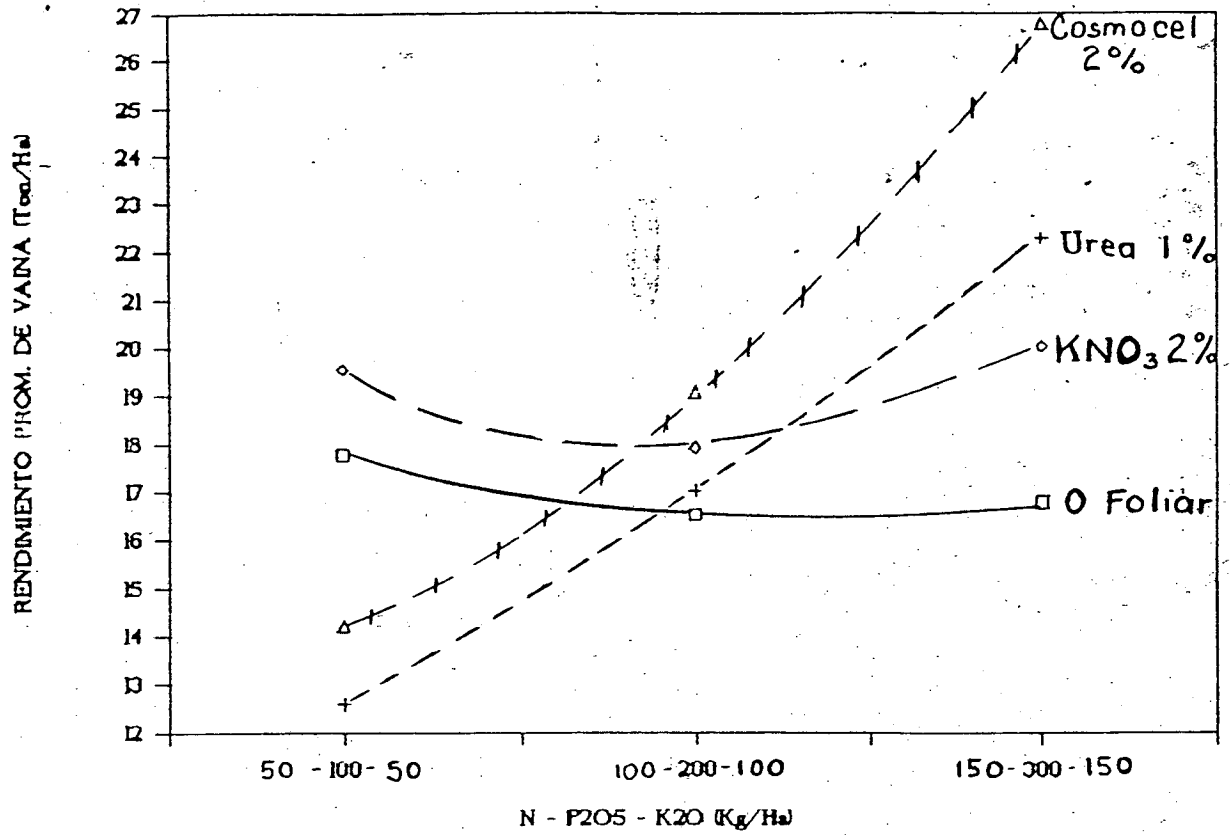
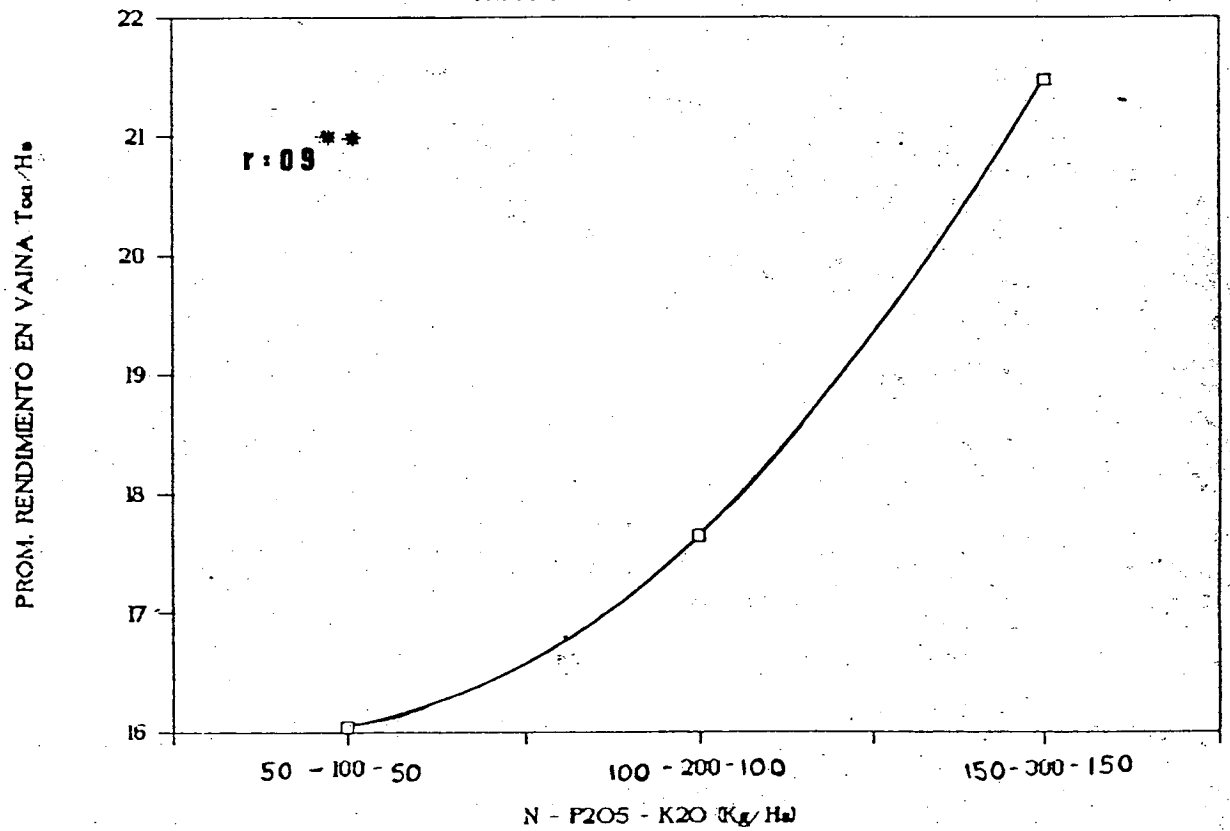


FIG.8 CORRELACION ENTRE RENDIMIENTO EN

VAINA Y LOS NIVELES EDAFICOS



presentó correlación significativa entre el rendimiento de vaina y las demás variables. También se observó, una correlación negativa entre esta variable y la conductividad eléctrica ($r = -0.66^{**}$), lo que indica que el rendimiento de vaina disminuyó significativamente al aumentar los niveles de salinidad en el suelo experimental (Figura 9).

En los niveles de bajos de salinidad ($< a 2$ mmhos/cm), los tratamientos que llevaron a los mayores rendimientos fueron el 10, 11, 12 y 13 (150-300-150 Kg/Ha de N, P₂O₅ y K₂O). El comportamiento del rendimiento de vaina en niveles intermedios de salinidad (alrededor de 2.5 mmhos/cm) fue analoga al anterior, pues los tratamientos 7, 11, 12 y 13 produjeron de nuevo los mayores rendimientos (Tratamientos con la modalidad foliar diferente de cero). Con altos niveles de conductividad ($> a 3$ mmhos/cm), los mejores promedios se obtuvieron con los tratamientos 3, 8 y 9, los cuales incluyeron fertilización foliar con Urea al 1%, KNO₃ al 2% y Cosmocel al 2%, respectivamente, frente al tratamiento 10 que se ubico en condiciones similares de salinidad, pero reporto menores rendimientos, tal vez por carecer del complemento foliar.

En general, se observó que la conductividad eléctrica influyó notoriamente sobre los rendimientos, pues como se aprecia en la figura 9, las repeticiones de cada tratamiento, cuando se asociaron con valores altos de conductividad, presentaron

FIG.9 CORRELACION ENTRE LA C.E. Y EL RENDIMIENTO EN VAINA (DAJ)

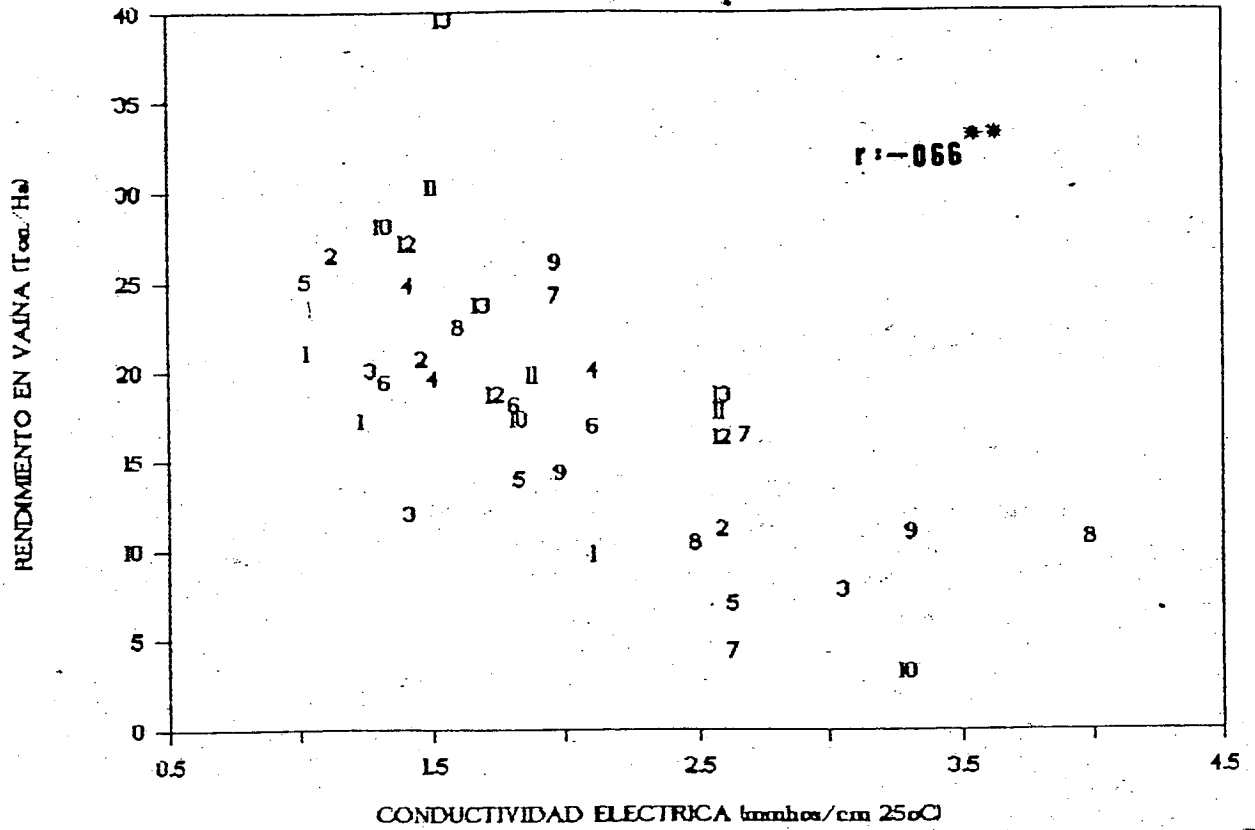
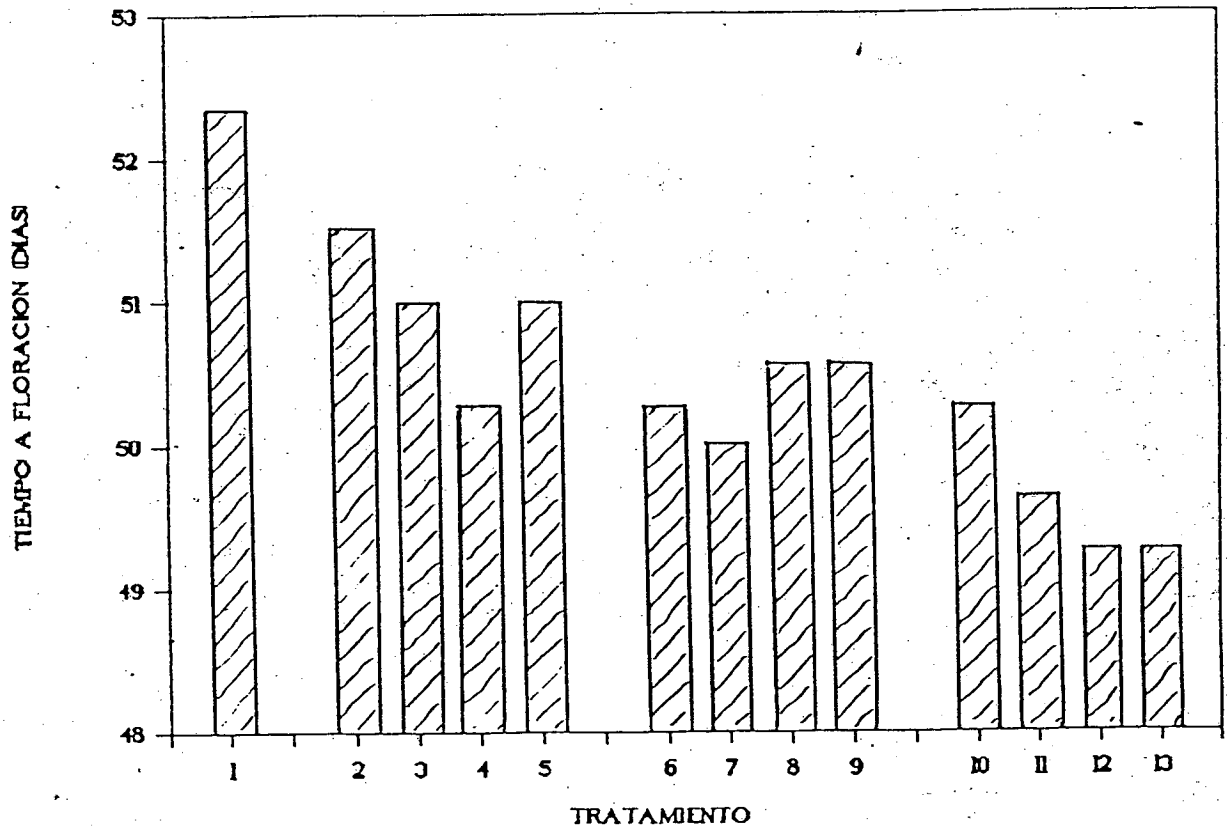


FIG.10 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL TIEMPO A FLORACION



disminucion de sus rendimientos.

3.4. DIAS A FLORACION

Al realizar el análisis de covarianza (Anexo 17), se encontró que no había correlación significativa con la conductividad eléctrica. En consecuencia, para esta variable se efectuó el análisis de varianza simple (Anexo 18), el cual mostró que existía una diferencia altamente significativa entre las repeticiones, entre los tratamientos, y entre los niveles de fertilización edáfica.

Tal como se observa en la figura 10, se presenta una tendencia lineal descendente, lo cual indica que a medida que se aumento el nivel de fertilización al suelo, el tiempo a floración disminuyó. El valor promedio del testigo fue de 52.3 días, mientras que el tratamiento 13, con el mayor nivel de fertilización edáfica y la modalidad foliar con Cosmocel al 2%, reportó un promedio de 49.33 días, que significó el mínimo de días a floración de todo el ensayo. Este resultado se semeja a lo encontrado por Viña et al. (57), quienes trabajando con repollo encontraron: "El tiempo a cosecha disminuyó a medida que aumentaba la dosis de fertilizante.

Las pruebas de comparación múltiple DMS (Tabla 7), presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los

niveles edáficos 2 y 3, entre los niveles 1 y 3 ($P < 0.01$), pero no hubo diferencias estadísticas entre los niveles 1 y 2.

Las modalidades de fertilización foliar no presentaron efectos marcados, ni tampoco las interacciones de los tres niveles al suelo con las modalidades foliares, sobre el tiempo a floración (Tabla 8, Fig. 10).

El coeficiente de correlación con la conductividad eléctrica fue significativo y negativo ($r = -0.31^*$), lo que indica que el incremento en salinidad disminuyó el tiempo a floración. Esta tendencia podría explicarse por la expresión de la planta a reproducirse en forma precoz, bajo condiciones adversas (comentario personal del Dr. Alvaro Garcia. ICA-Palmira, 1.990). De otra parte, se observó que no existió una correlación significativa entre el tiempo a floración y las demás variables evaluadas (Tabla 11).

3.5. ALTURA DE LA PLANTA

El análisis de varianza simple (Anexo 18), resultó en diferencias no significativas entre los tratamientos, entre los niveles de fertilización edáfica, entre las modalidades foliares, ni entre las interacciones edáfico por foliar.

Estos resultados se observan en las tablas 7 y 8, en donde

las pruebas de comparación múltiple DMS no indican diferencias entre los niveles de fertilización al suelo, ni entre las modalidades foliares.

En la tabla 11, se puede observar que esta variable presentó con la conductividad eléctrica, una correlación de tipo negativo ($r=-0.33^*$), lo cual supone que la altura de la planta fue menor cuando se presentaron valores altos de conductividad. Con las demás variables, se observó que existía una correlación significativa ($r=^*$) y positiva con la altura de la planta. La misma tabla, señala que no se encontró un coeficiente significativo con las variables días a floración y número de granos por vaina.

Los tratamientos que presentaron los mayores promedios de altura de planta fueron el 12, 2, 6 y 13, con valores de 58.96, 57.98, 55.93 y 54.93 centímetros, respectivamente, y en algunos casos se encontraron promedios de altura, menores a los del tratamiento testigo (tratamiento 1), (Figura 11).

3.6. NUMERO DE VAINAS POR PLANTA.

Al igual que con todas las variables, se realizó un análisis de covarianza (Anexo 17), encontrándose que no existió una significancia con la conductividad eléctrica. El análisis de varianza simple (Anexo 18), no indicó diferencias

significativas para ninguna de las variables de respuesta. Tampoco se encontraron diferencias en las pruebas DMS para esta variable (Tablas 7 y 8).

En la figura 12, se observa que el tratamiento que presentó el mayor número de vainas por planta fue el 13, que en promedio produjo 7.96 vainas, en comparación al testigo con 6.36 vainas. En algunos casos, el testigo superó a los tratamientos con fertilización pero en ninguno caso superó a los del tercer nivel de fertilización edáfica (150-300-150 Kg/Ha de N, P₂O₅ y K₂O), con las modalidades foliares Urea al 1%, KNO₃ al 2% y Cosmocel al 2%, correspondientes a los tratamientos 11, 12 y 13, que reportaron los promedios más altos del ensayo.

Los mayores promedios de número de vainas por planta, en los tratamientos de mayor dosis edáfica con las modalidades foliares diferentes de cero, se semeja a los resultados encontrados en la Universidad de Kentucky (52) en soya : "El número de vainas por planta aumentó cuando las plantas fueron tratadas con fuentes quelatadas de microelementos, como suplemento a la fertilización edáfica".

Los valores de salinidad no influyeron significativamente sobre el número de vainas por planta (Tabla 11). Por otra parte, esta variable mostró correlación significativa

FIG.II EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA ALTURA DE LA PLANTA

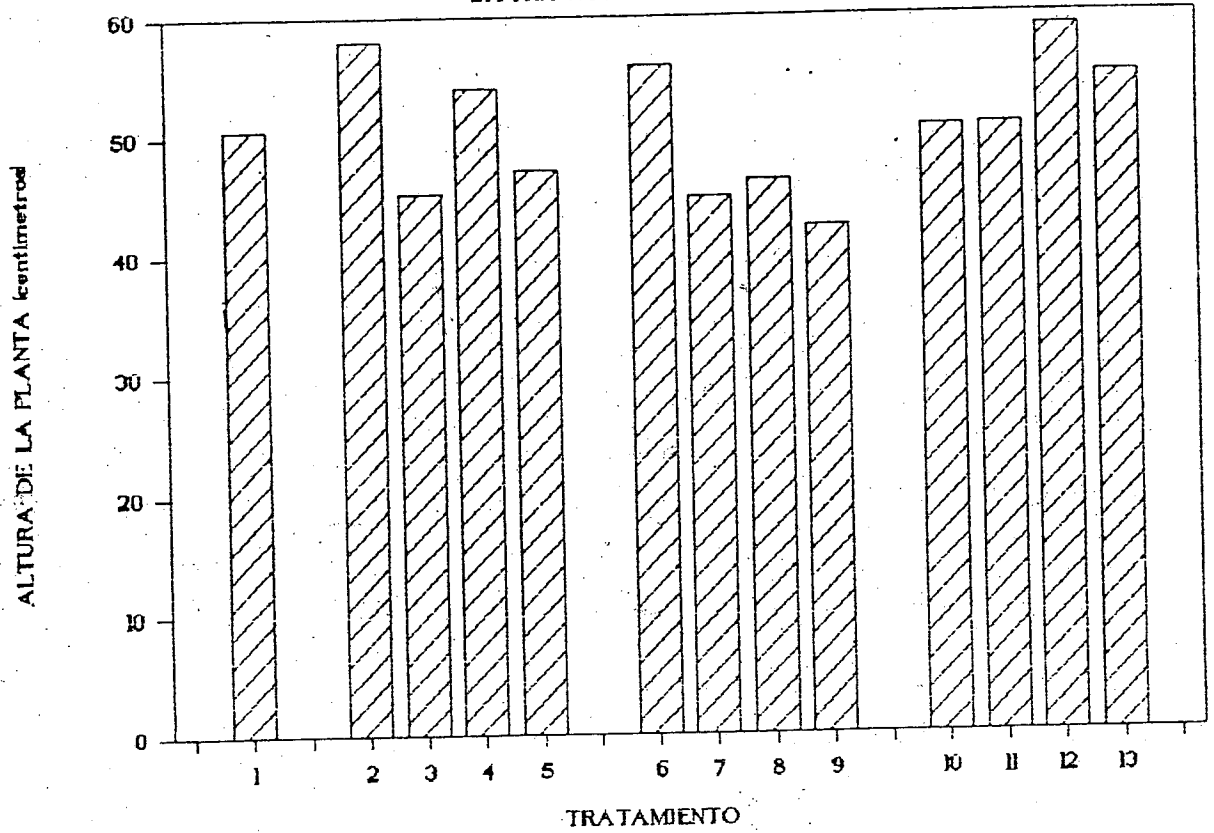
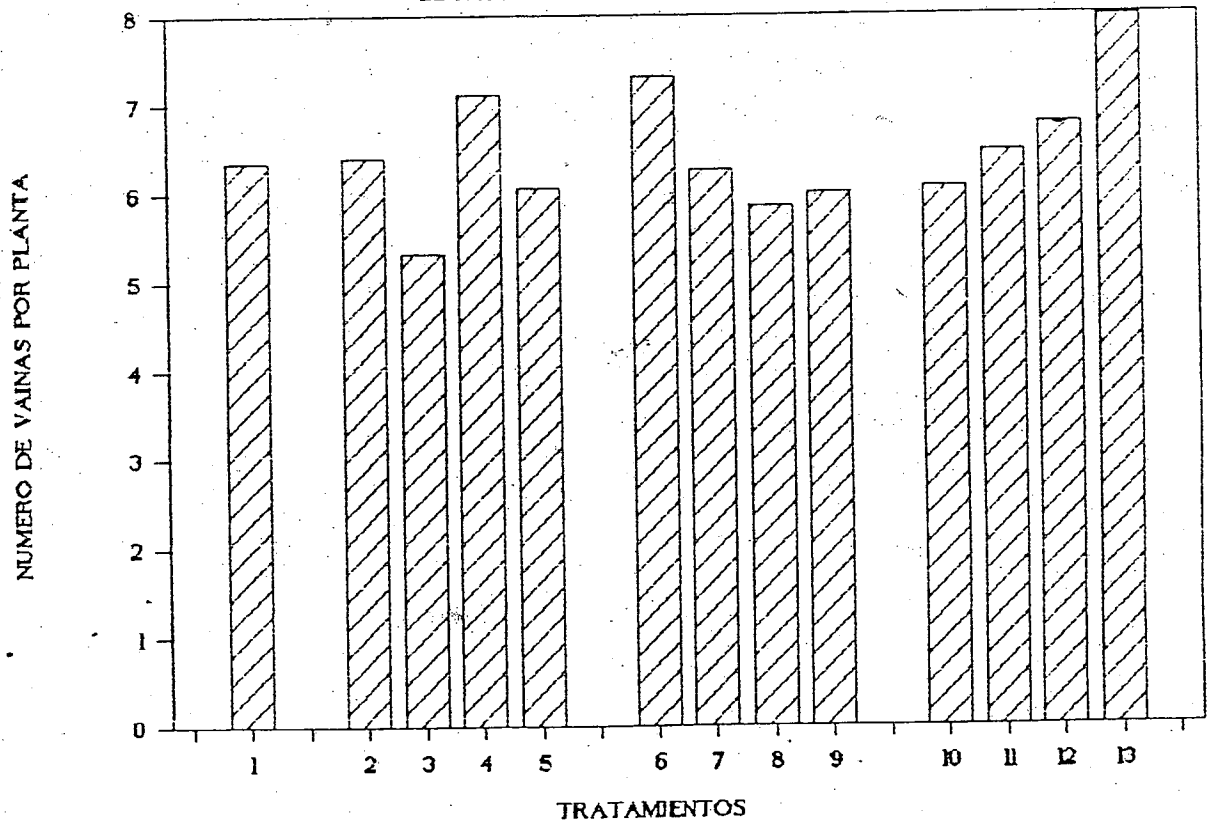


FIG.I2 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL NUMERO DE VAINAS POR PLANTA



con la altura de la planta ($r=0.80^{**}$), peso fresco ($r=0.88^{**}$), peso seco ($r=0.88^{**}$) y, longitud de la vaina ($r=0.78^{**}$), así como con el rendimiento en vaina ($r=0.35^{*}$). No se reportó significancia estadística con las demás variables evaluadas.

3.7. PESO FRESCO DE LA PARTE AEREA DE 10 PLANTAS

En el anexo 17, se puede observar que no se presentó significancia con la conductividad eléctrica. En el análisis de varianza simple (Anexo 18), se encontró que no hubo significancia para ninguna de las fuentes de variación analizadas; tampoco en las pruebas de comparación múltiple DMS (Tablas 7 y 8).

Sin embargo, los tratamientos que presentaron los mayores pesos frescos fueron en su orden el 13, 4, 12, 6 y 11, con valores de 202.16, 173.88, 165.25, y 163.82 gramos, respectivamente. Generalizando, se puede decir que, los mayores pesos frescos se encontraron en el segundo y tercer nivel de fertilización edáfica, acompañados de las modalidades 2, 3 y 4 de fertilización foliar (Urea al 1%, KNO₃ al 2% y Cosmocel al 2%), (Figura 13).

Se presentó una correlación negativa, pero no significativa, entre la conductividad eléctrica y el peso fresco (Tabla 11).

Las variables altura de la planta, número de vainas por planta, peso seco y longitud de la vaina, presentaron una correlación altamente significativas ($P < 0.01$) y positiva con esta variable. Además, se presentó correlación significativa con la variable rendimiento en vaina ($r = 0.34^*$); pero no hubo significancia con las demás variables. Esto nos muestra, que en las condiciones de este ensayo, la variable peso fresco no influyo significativamente sobre el rendimiento de grano verde, que fue la variable evaluada más importante.

3.8. PESO SECO DE LA PARTE AEREA DE 10 PLANTAS.

El análisis de varianza simple (Anexo 18), mostró que ninguna de las fuentes de variación presentó significancia. Tampoco se observaron diferencias en las pruebas de comparación múltiple DMS (Tablas 7 y 8).

Los tratamientos 4, 5 y 6, reportaron los mayores promedios con 42.45, 42.65 y 40.18 gramos cada uno, en comparación al testigo con 24.79 gramos, y al tratamiento 13 con 39.32 gramos (Figura 14).

Esta variable no correlacionó significativamente con las variables conductividad eléctrica, días a floración, rendimiento en vaina y rendimiento de grano verde. Además, se observó una correlación con la variable número de granos por

FIG.13 EFECTO DE LOS TRATAMINETOS SOBRE
EL PESO FRESCO DE 10 PLANTAS

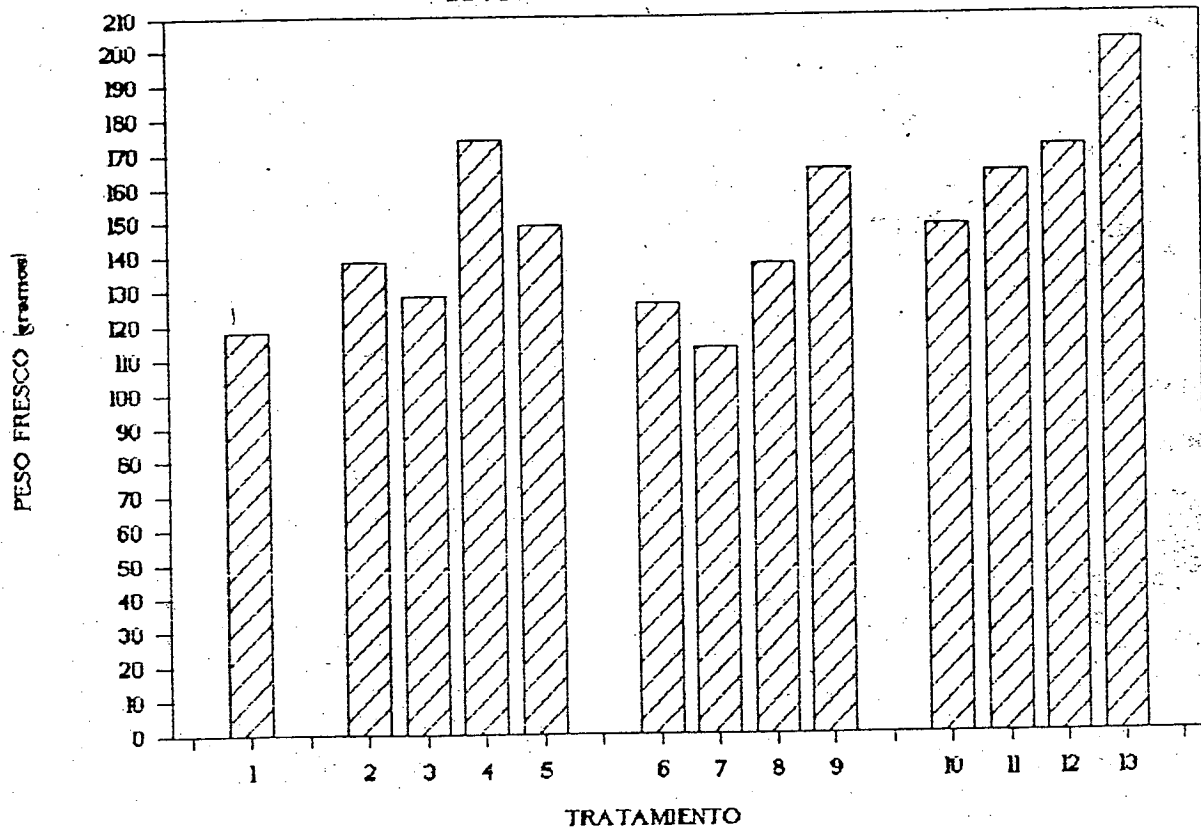
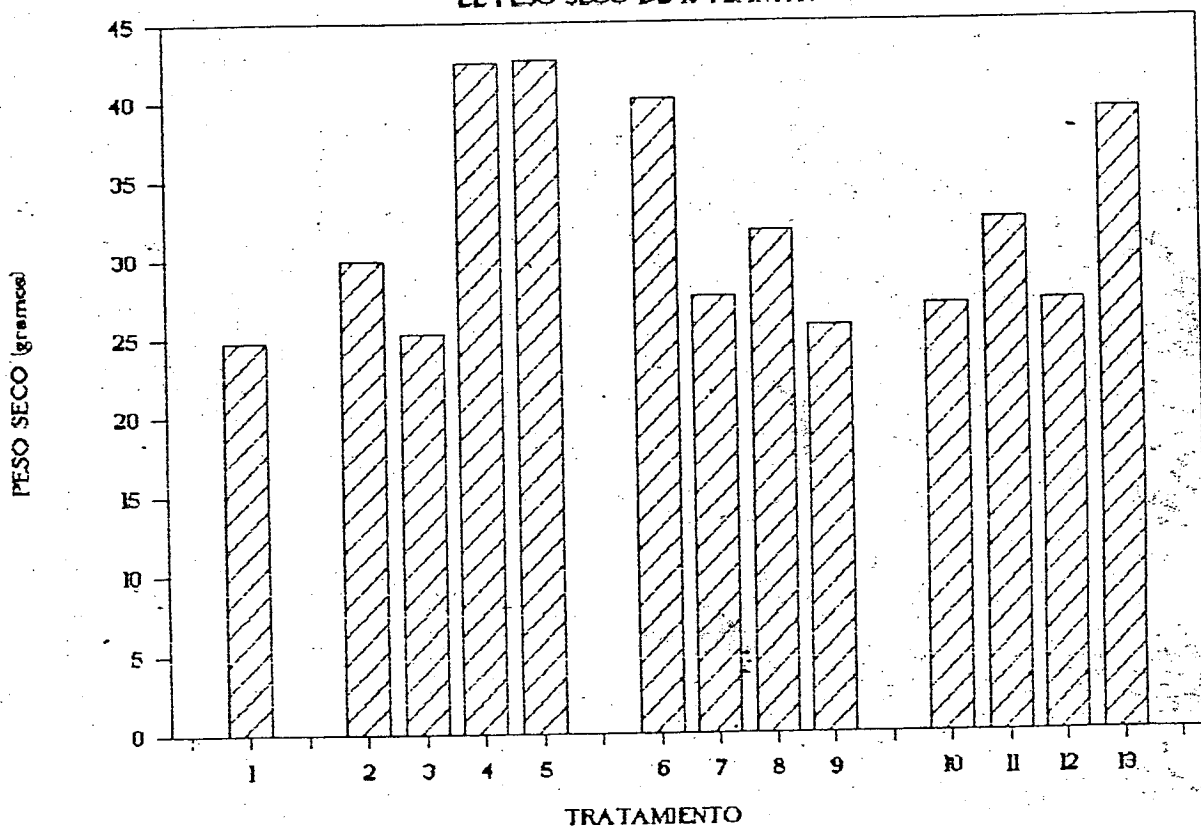


FIG.14 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE
EL PESO SECO DE 10 PLANTAS



vaina ($r = -0.34$); mientras con la variable altura de la planta ($r = 0.70^{**}$), número de vainas por planta ($r = 0.88^{**}$), peso fresco ($r = 0.87^{**}$), y longitud de la vaina ($r = 0.64^{**}$), el peso fresco reportó una alta significancia.

Se puede decir que el peso seco, de acuerdo al análisis estadístico, no fue afectado por ninguno de los tratamientos del ensayo, y que la conductividad eléctrica no influyó significativamente sobre esta variable, en las condiciones de este ensayo.

3.9. NUMERO DE GRANOS POR VAINA.

No se presentó significancia entre ninguna de las fuentes de variación del análisis de varianza para esta variable (Anexo 18). Tampoco se encontró significancia en las pruebas de comparación múltiple DMS (Tabla 7 y 8).

Esta variable no presentó en promedio, una tendencia marcada como lo muestra la figura 15, pero deben destacarse los tratamientos 6, 11 y 13, que reportaron los valores más altos con 6.11, 6.09 y 6.04 granos, respectivamente.

La tabla 11 muestra que la variable número de granos por vaina, presentó correlación inversa con la variable peso seco de la parte aérea de 10 plantas ($r = -0.34^*$), lo que indica

que a medida que el peso seco de la planta aumento, el número de granos por vaina disminuyó significativamente. En la misma tabla se observa que no existió un coeficiente de correlación significativo con las demás variables evaluadas, incluyendo a la conductividad eléctrica.

3.10. LONGITUD DE LA VAINA.

En el análisis de varianza realizado para esta variable (Anexo 18), se observa que no se presentaron diferencias significativas entre ninguna de las fuentes de variación. Tampoco se encontraron diferencias en las pruebas de comparación múltiple DMS (Tabla 7 y 8).

Como se observa en la figura 16, todos los tratamientos superaron al testigo, pues presentó en promedio 5.06 centímetros, frente a los tratamientos 12 y 13, con los mayores promedios de 6.8 y 6.79 centímetros, respectivamente. En general, los tratamientos del tercer nivel de fertilización edáfica (150-300-150 Kg/Ha de N, P₂O₅ y K₂O), reportaron los mayores promedios de longitud de la vaina (Figura 16).

Los coeficientes de correlación lineal (Tabla 11), fueron significativos con la altura de la planta ($r= 0.88^{**}$), el número de vainas por planta ($r= 0.0.78^{**}$), el rendimiento en

FIG.15 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE
EL NUMERO DE GRANOS POR VAINA

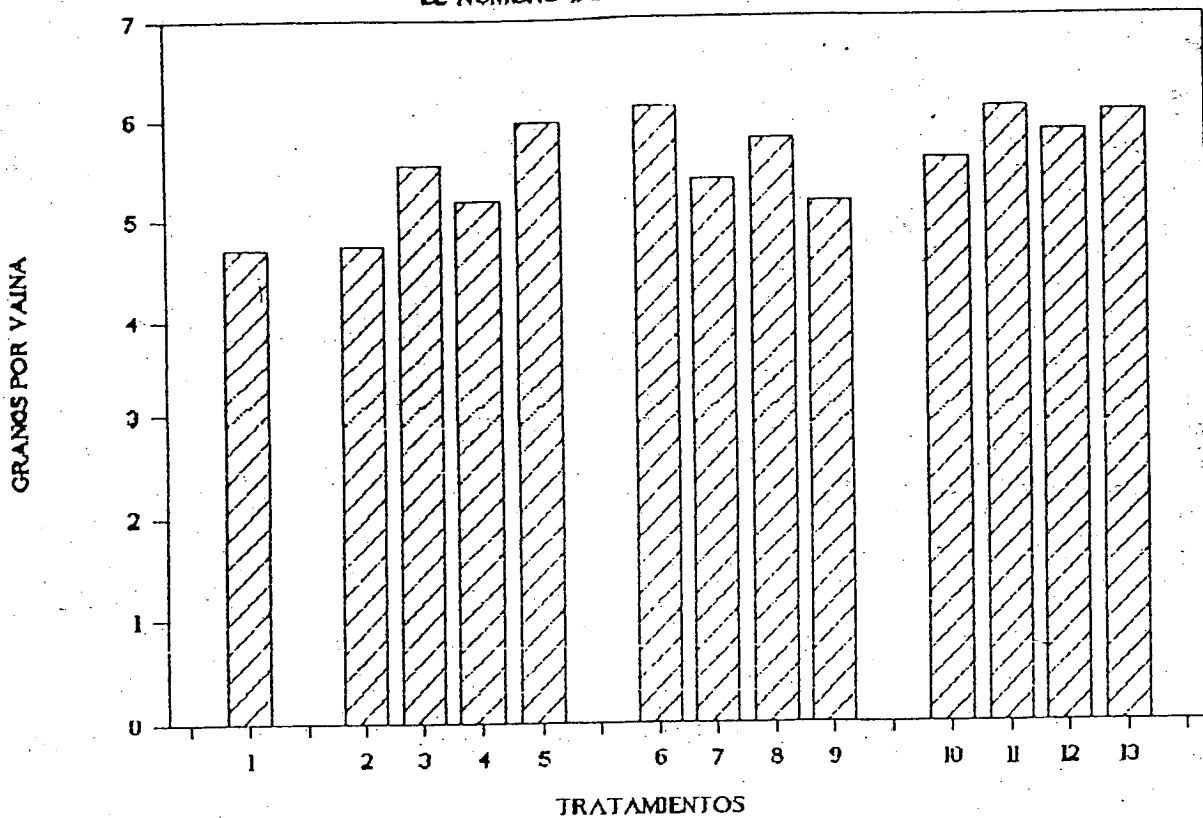
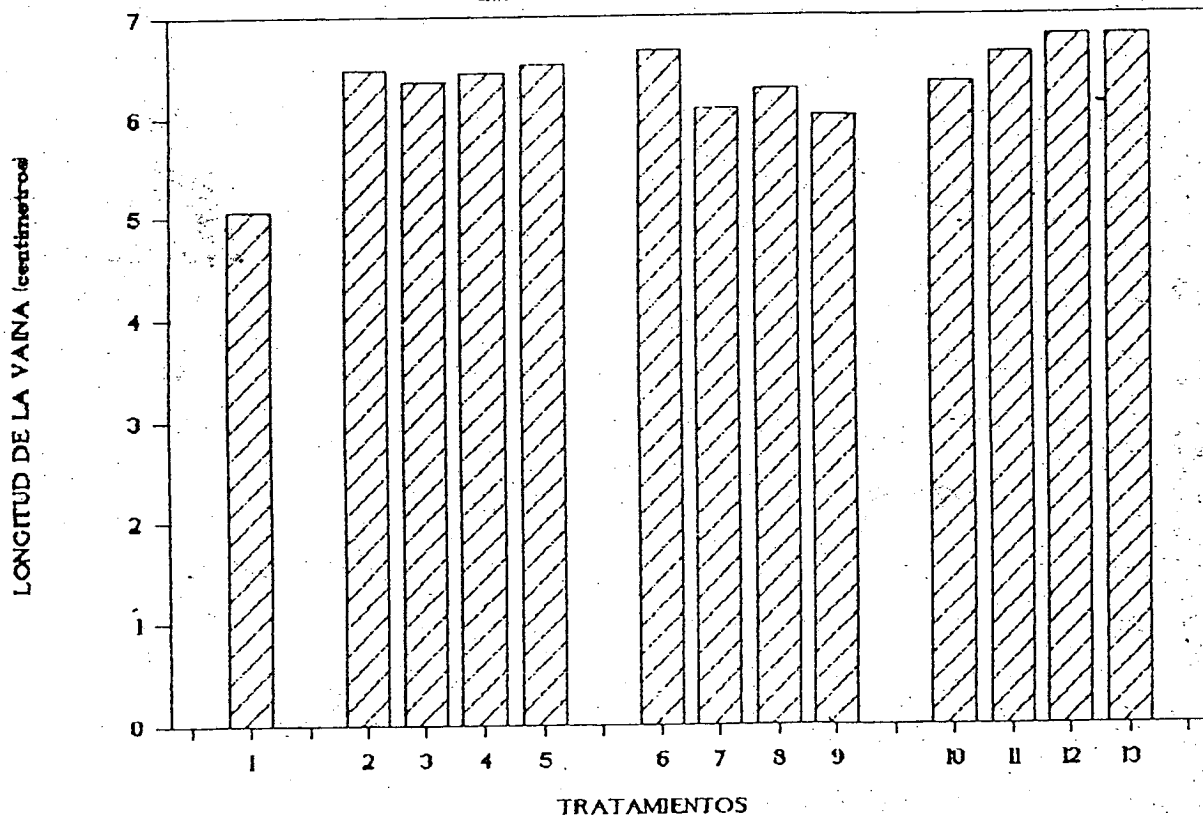


FIG.16 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE
LA LONGITUD DE LA VAINA



vaina ($r= 0.46^{**}$), el peso fresco ($r= 0.76^{**}$), peso seco ($r= 0.64^{**}$) y, con el rendimiento de grano verde ($r=0.43^{**}$).

Se presentó una correlación significativa y negativa con la conductividad eléctrica ($r=-0.37^{*}$); mientras que no se presentó significancia con las variables restantes.

3.11. CONTENIDO FOLIAR DE NUTRIENTES.

3.11.1. Nitrógeno

La figura 17 muestra que aquellos tratamientos que incluyeron fertilización foliar con Urea al 1%, resultaron en los mayores contenidos foliares de nitrógeno (Tabla 6), y corresponden a los tratamientos 3, 7 y 11, con valores de 5.24% cada uno. Es decir, el incremento del contenido foliar de nitrógeno, estuvo más influenciado por las modalidades foliares, que por los niveles de fertilización al suelo.

De acuerdo con los criterios utilizados por el departamento técnico de COLJAP (Anexo 6), los tratamientos 1, 2 y 6 presentaron contenidos foliares inferiores al promedio requerido para catalogarlo como óptimo (4.8%). Es decir, aquellos tratamientos que no incluyeron fertilización foliar dentro del primero y segundo nivel edáfico, junto con el testigo, reportaron contenidos foliares deficientes en nitrógeno.

FIG.17 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL CONTENIDO FOLIAR DE NITROGENO

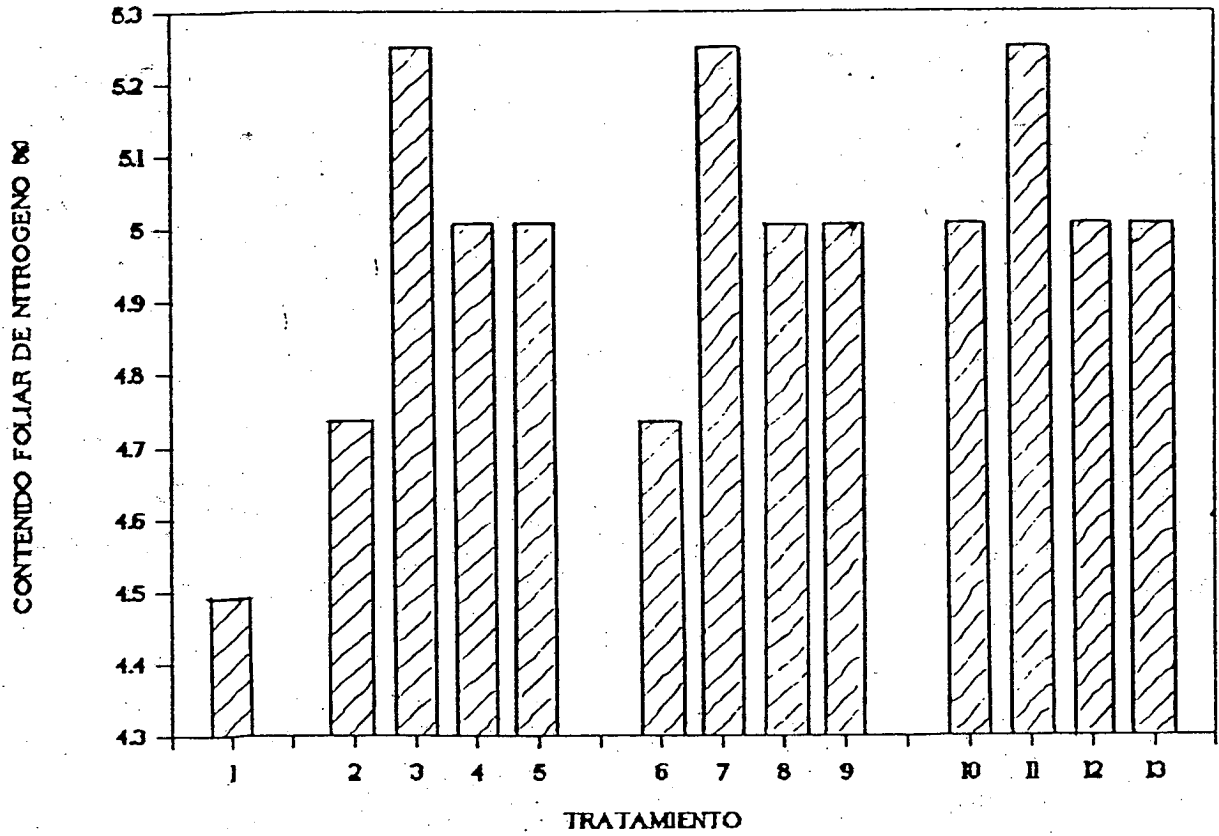
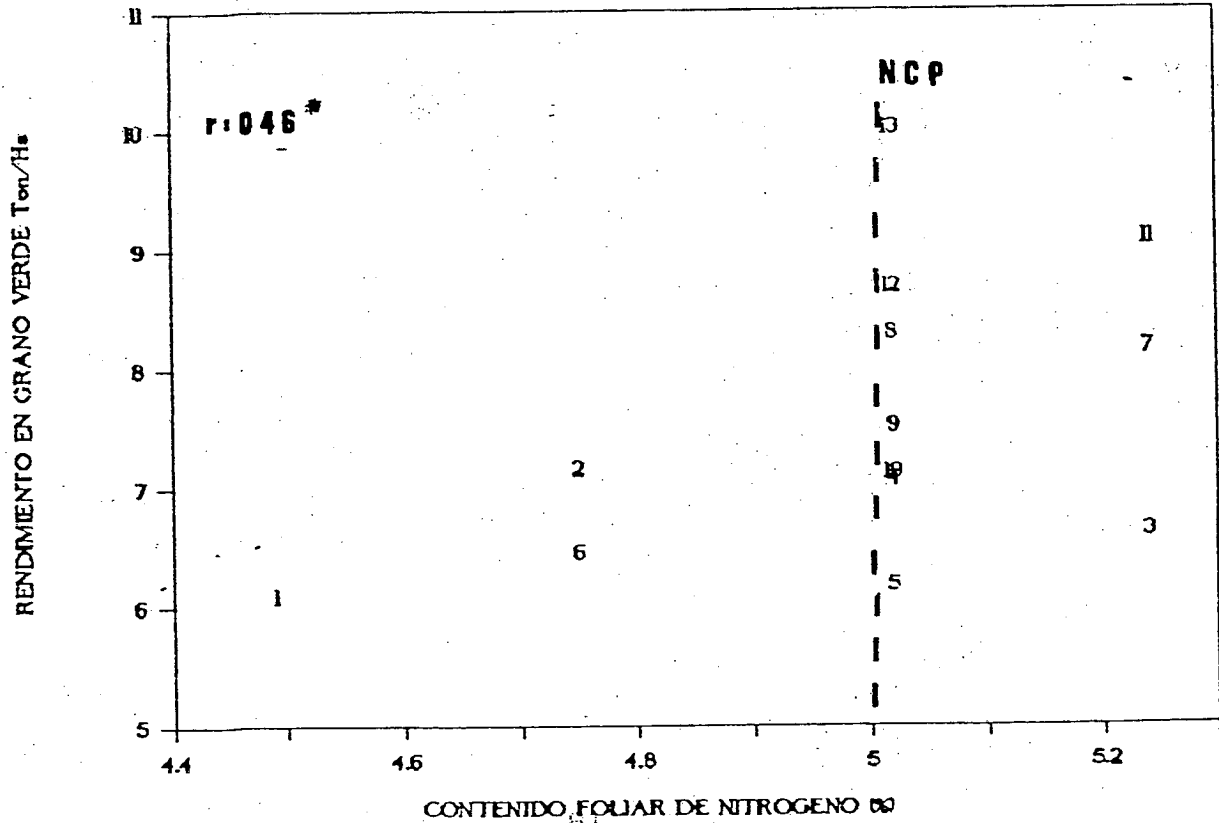


FIG.18 CORRELACION ENTRE EL CONTENIDO FOLIAR DE N. Y EL REND. EN GRANO VERDE



El análisis de correlación lineal entre el contenido foliar de nitrógeno, y los valores promedios ajustados de rendimiento (Anexo 13), no mostró significancia para el rendimiento en vaina ($r=0.15ns$); pero si se presentó significancia con el rendimiento de grano verde ($r=0.46*$), tal como lo muestra la figura 18.

Con base en esta figura se estimó un nivel crítico probable (NCP), pues, en promedio, los tratamientos que presentaron contenidos foliares de N inferiores a 5%, reportaron menores rendimientos de grano verde. Este valor es superior al que se ha encontrado para suelos normales.

Estos resultados se aproximan a lo encontrado por Viña et al. (57), quienes trabajando con repollo encontraron: "Los mayores contenidos foliares de nitrógeno se observaron en aquellos tratamientos que recibieron la mayor cantidad de nitrógeno foliar".

3.11.2. FOSFORO.

Este elemento mostró una alta correlación, tanto con el rendimiento en vaina ($r=0.68**$) como con el rendimiento de grano verde ($r=0.58**$), (Anexo 13). Esto supone que, el rendimiento estuvo determinado en forma significativa por la fertilización y asimilación de fósforo.

En las figuras 20 y 21 se observa que los niveles críticos probables (NCP) para el fósforo, con relación a los rendimientos de vaina y grano verde, es en ambos casos de 0.68%, pues aquellos tratamientos que presentaron contenidos foliares inferiores, reportaron disminución de sus rendimientos. De nuevo, este nivel crítico probable es superior al encontrado para suelos normales.

En la figura 19, se observa una tendencia lineal ascendente con respecto a la dosis edáfica de nutrientes.

De otra parte, los tratamientos foliares, dentro de cada nivel edáfico, que incluyeron Cosmocel al 2%, resultaron en los mayores contenidos foliares de fósforo. Es así, como los tratamientos 5, 9 y 13, presentaron valores de 0.68%, 0.72% y 0.72%, respectivamente, frente al testigo que mostró un valor de 0.55%.

Ninguno de los tratamientos presentó contenidos inferiores a 0.33%, que es considerado como valor promedio óptimo en suelos normales. Aunque lo anterior significaría que la fertilización edáfica suplió con éxito la nutrición fosforica, hay que insistir en el hecho de que, para las condiciones del estudio, los rendimientos tendieron a disminuir cuando el contenido foliar de P fue inferior a 0.68%. Además, el encontrar un coeficiente de correlación

FIG.19 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL CONTENIDO FOLIAR DE FOSFORO

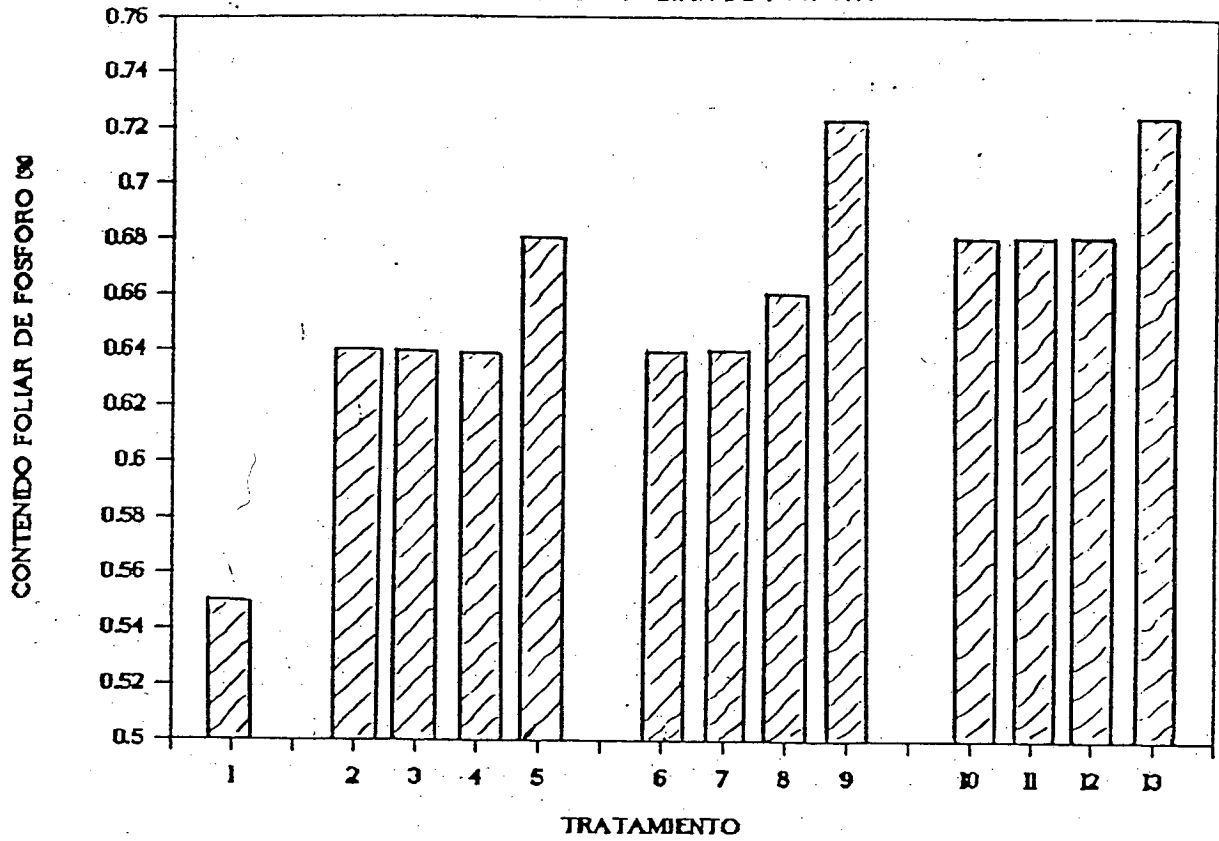


FIG.20 CORRELACION ENTRE EL CONTENIDO FOLIAR DE P. Y EL REND. EN GRANO VERDE

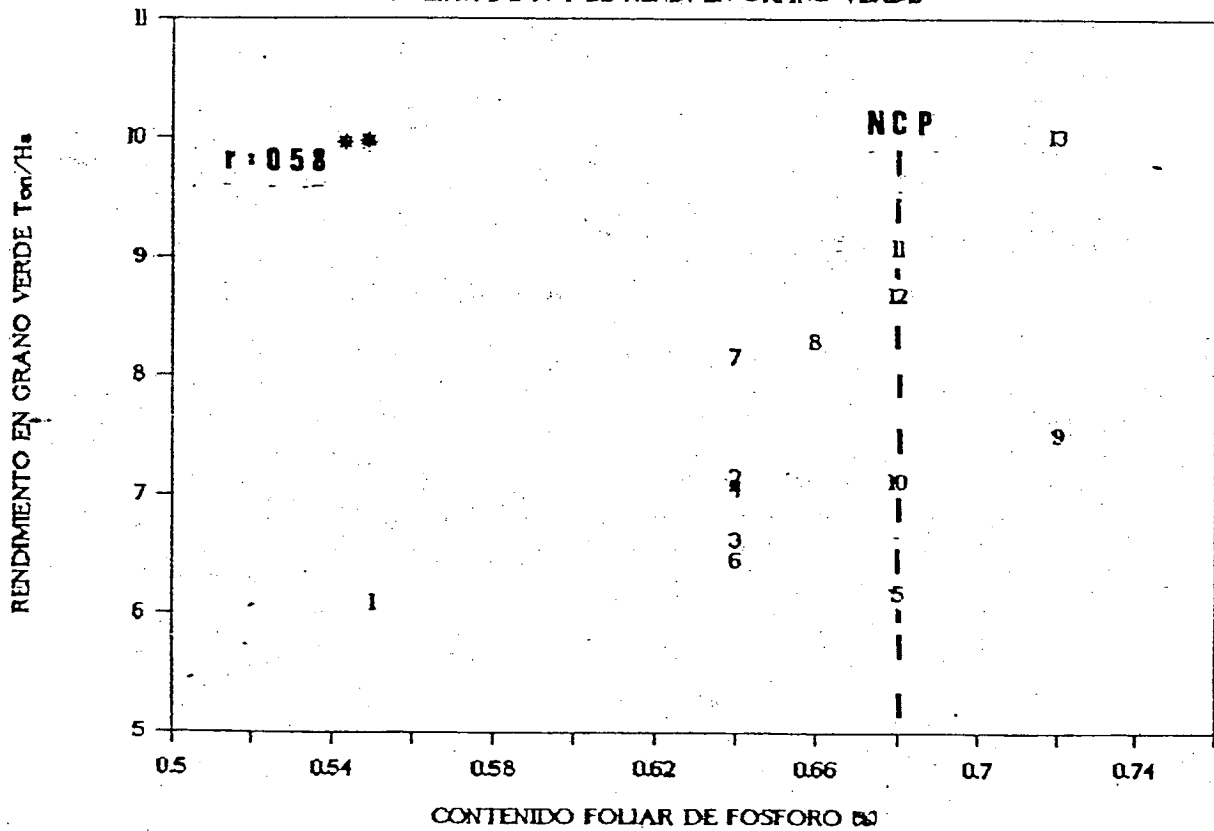


FIG.21 CORRELACION ENTRE EL CONTENIDO

FOLIAR DE P Y EL RENDIMIENTO EN VAINA

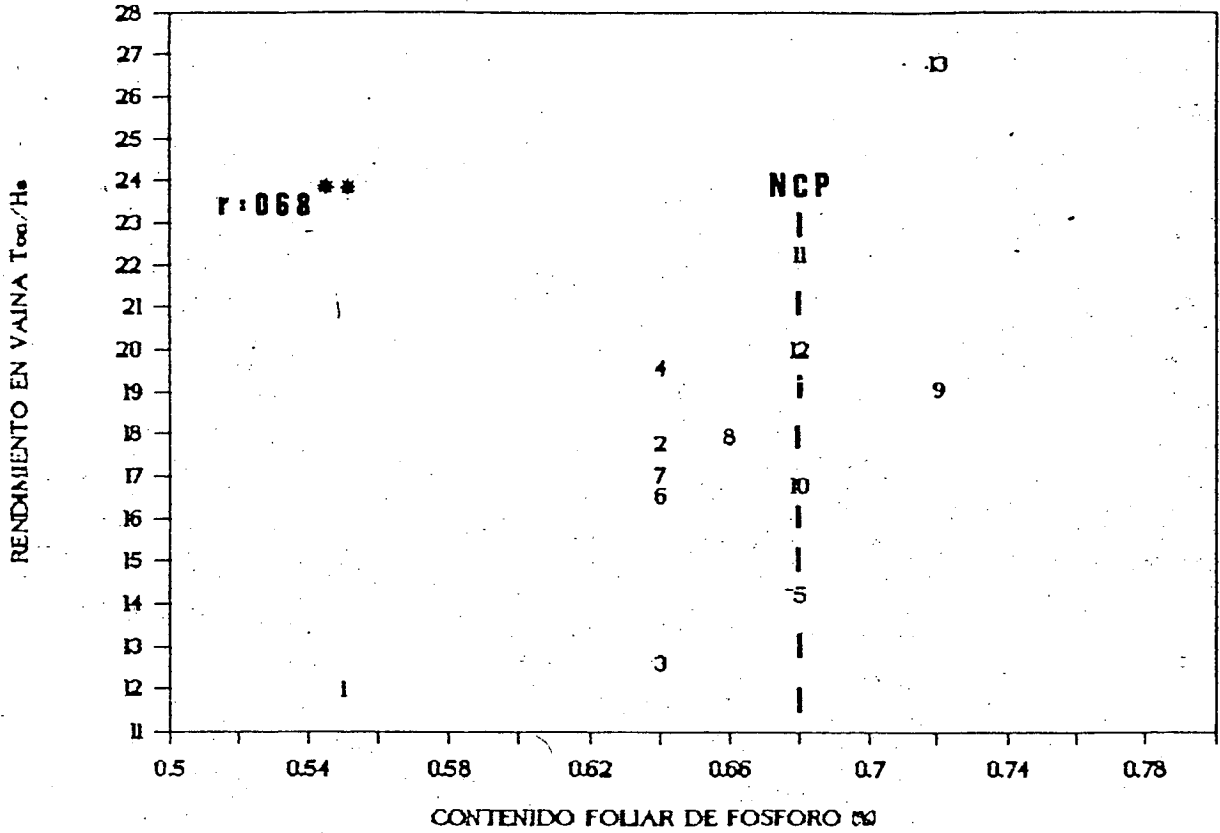
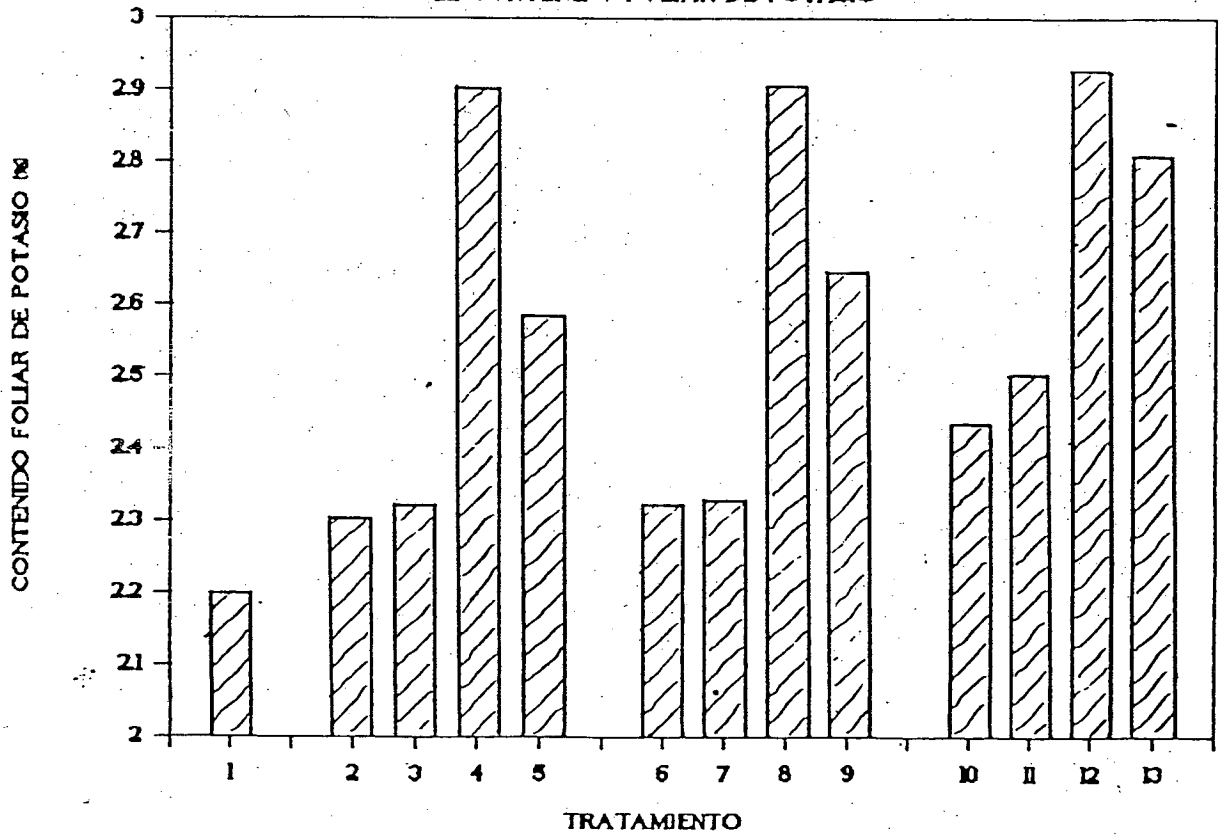


FIG.22 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE

EL CONTENIDO FOLIAR DE POTASIO



lineal significativo ($r= 0.58^{**}$) entre el contenido foliar de fosforo y el rendimiento de grano verde (Anexo 13), corrobora lo expuesto por la Foundation for Agronomic Research (1.988), quien afirma : "El fósforo es vital para la producción de semillas, pues allí la concentración de este elemento, es mayor que en ninguna otra parte de la planta madura".

3.11.3. POTASIO.

Aquellos tratamientos que incluyeron la modalidad foliar 3 (KNO_3 al 2%), reportaron los valores más altos de potasio foliar, o sea los tratamientos 4, 8 y 12, con valores de 2.9%, 2.9% y 2.93%, respectivamente (Figura 22). La concentración foliar de K tendió a incrementarse con las dosis crecientes de NPK, pero sin mostrar mayor contundencia.

De otra parte, tanto el rendimiento en vaina ($r=0.60^{**}$) como el rendimiento de grano verde ($r=0.53^{**}$), correlacionaron significativa y positivamente con el contenido foliar de K. En consecuencia, los componentes de rendimiento aumentaron con la concentración foliar de este elemento (Figuras 23 y 24).

Esta correlación positiva entre el contenido foliar de potasio y los rendimientos en vaina y grano verde, confirman lo planteado por la Foundation for Agronomic Research (17) :

"Dentro de las grandes funciones del potasio estan : la vitalidad en la fotosíntesis, aumenta la eficiencia del agua tomada por la planta y, en general, influye directamente sobre el rendimiento final".

De acuerdo a los criterios utilizados por el laboratorio de tejido vegetal de COLJAP (Anexo 6), el testigo, junto con los tratamientos del segundo y tercer nivel edáfico, que no presentaron la modalidad foliar con KNO_3 al 2%, mostraron valores por debajo del óptimo (2.4%). En cambio, los tratamientos 4 y 8 con valores de 2.90% cada uno, superaron al valor óptimo reportado en la literatura, lo cual se puede atribuir a las 4 aplicaciones de nitrato de potasio al 2%. Así mismo, todos los tratamientos del tercer nivel edáfico con 150 Kg/Ha de K_2O , presentaron valores de contenido foliar por encima del óptimo.

El nivel crítico probable (NCP) para el contenido foliar de potasio se estima en 2.6%, puesto que la mayoría de tratamientos con contenidos foliares inferiores resultaron en bajos rendimientos (Figuras 23 y 24).

En consecuencia, tal como ocurrió con el N y P, el nivel crítico probable de K-foliar estimado para las condiciones inherentes a exceso de sales en el suelo experimental, supera los niveles críticos utilizados para cultivos desarrollados en suelos normales.

FIG.23 CORRELACION ENTRE EL CONTENIDO FOLIAR DE K Y EL REND. EN GRANO VERDE

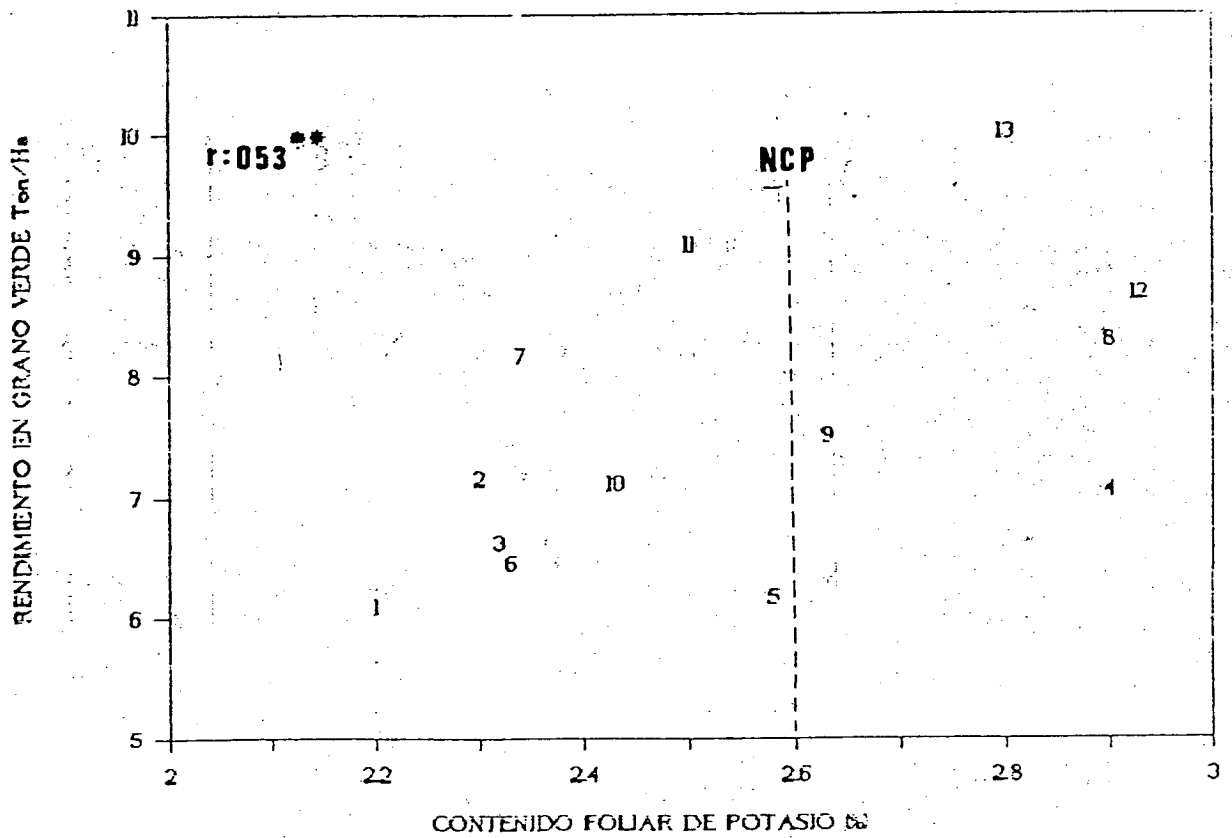
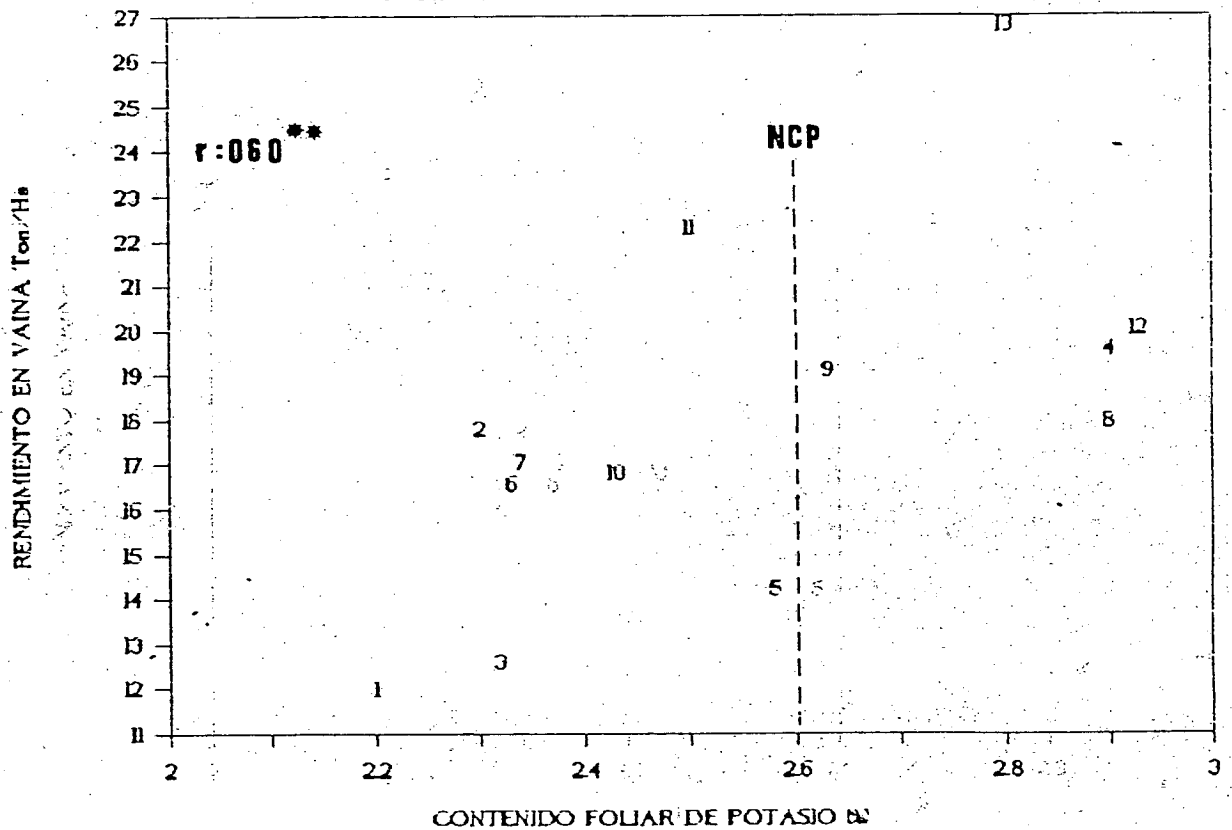


FIG.24 CORRELACION ENTRE EL CONTENIDO FOLIAR DE K Y EL RENDIMIENTO EN VAJNA



3.11.4. ELEMENTOS SECUNDARIOS Y MENORES.

Observando los valores encontrados en el análisis de tejido vegetal (Tabla 6), y los reportados como óptimos en literatura para esta especie (Anexo 6), se encontró que el calcio presentó sus máximos valores de contenido foliar en aquellos tratamientos con la modalidad Cosmocel al 2% (Foliar completo), dentro del segundo y tercer nivel de fertilización edáfica; estos tratamientos corresponden al número 9 y 13, los cuales resultaron en contenidos foliares de 0.74% y 0.76% de Ca, respectivamente.

Sin embargo el contenido de Ca-foliar resultó en todos los casos por debajo del nivel óptimo (1.15%). Este resultado coincide con el comportamiento encontrado por Viña et al. (57) en el cultivo del repollo : "Las bajas cantidades de contenido foliar de calcio, pueden atribuirse, al efecto ocasionado por las cantidades apreciables de sales y sódio de cambio presentes en el suelo".

Kafkafi (1.986), citado por Viña et al (57), comenta : "El efecto de iones específicos causado por el alto contenido de sales, puede dificultar la toma de elementos nutrientes como el calcio, o causar toxicidades por el exceso de elementos no nutritivos para la planta".

Con el rendimiento en vaina el contenido de Ca-foliar resulto en una correlación positiva y altamente significativa ($r=0.52^{**}$), así como con el rendimiento en grano verde ($r=0.33^{*}$). Esto implica, que la producción en grano verde dependió significativamente del contenido foliar de Ca, para las condiciones del ensayo. Esto corrobora lo expuesto por Rodriguez (1.976), citado por Lobo (35), quien señala : "La planta de arveja responde muy bien a aplicaciones combinadas de fósforo, potasio, nitrógeno y cal".

En el caso de Magnesio, todos los tratamientos presentaron contenidos foliares superiores al óptimo (Tabla 6). No se presentaron diferencias marcadas, pero vale la pena destacar que el tratamiento 13 fue el que mostró el mayor promedio con 0.36%, frente al valor óptimo reportado en literatura de 0.24%.

Cuando se efectuaron los análisis de correlación entre el contenido foliar de este elemento y los rendimientos, se encontró un coeficiente altamente significativo con el rendimiento en vaina ($r=0.64^{**}$), y un coeficiente significativo ($r=0.46^{*}$) con el rendimiento de grano verde (Anexo 13).

El Manganeso, en todos los casos, presento contenidos foliares superiores a los valores óptimos señalados por el

laboratorio de tejido vegetal de COLJAP. Este mismo sucedio con el Zinc, Cobre y Hierro (Tabla 6).

Los contenidos más altos de microelementos en las hojas, se obtuvieron con los tratamientos 5, 9 y 13, que corresponden a la modalidad foliar con Cosmocel al 2%. Es decir, aunque el contenido foliar de microelementos, en todos los tratamientos, resultó dentro del óptimo, se debe destacar el buen trabajo de suministro de microelementos a la planta por via foliar mediante la utilización de ese producto comercial.

Tabla No 6 Contenido foliar de elementos
(Laboratorio ICA-1.990)

	(%)					/	(ppm)				
	N	P	K	Ca	Mg	/	Mn	Zn	Cu	Fe	B
1	4.49	0.55	2.20	0.55	0.27	/	140	132	22	130	18.5
2	4.75	0.64	2.30	0.72	0.27	/	200	138	20	225	22.3
3	5.24	0.64	2.32	0.58	0.15	/	140	108	21	170	25.6
4	5.02	0.64	2.90	0.73	0.27	/	140	129	20	100	24.3
5	5.02	0.68	2.58	0.68	0.32	/	240	142	38	550	29.5
6	4.75	0.64	2.33	0.62	0.30	/	160	134	22	130	14.7
7	5.24	0.64	2.34	0.69	0.28	/	155	126	20	360	24.3
8	5.02	0.66	2.90	0.63	0.27	/	200	139	22	330	22.3
9	5.02	0.72	2.63	0.74	0.32	/	230	168	23	390	33.2
10	5.02	0.68	2.43	0.62	0.27	/	140	136	22	265	24.9
11	5.24	0.68	2.50	0.55	0.30	/	180	120	20	180	18.6
12	5.02	0.68	2.93	0.73	0.31	/	215	117	23	110	25.6
13	5.02	0.72	2.80	0.76	0.36	/	225	162	26	1180	27.9

Los análisis de correlación lineal entre los rendimientos y los contenidos foliares de microelementos (Anexo 13), mostraron que el rendimiento en vaina presentó correlación positiva con el hierro ($r=0.60^{**}$), manganeso ($r=0.43^{*}$) y zinc ($r=0.39^{*}$); mientras que no se presentó significancia con el cobre ($r=-0.10ns$), y boro ($r=0.17ns$). En el caso del rendimiento de grano verde, existió una correlación altamente significativa con el contenido foliar de hierro ($r=0.52^{**}$), y significativa con el contenido foliar de manganeso ($r=0.38^{*}$). No hubo correlación significativa con el zinc, cobre y boro.

3.12. ANALISIS DE RENTABILIDAD.

Al realizar los diferentes cálculos para este análisis de acuerdo a la metodología del CIMMYT (46), se encontró que los tratamientos más rentables en su orden de importancia fueron el 13, 8, 7, 2 y 1.

Al observar la tabla 12, vemos que los demás tratamientos fueron eliminados del análisis económico, pues presentaron ingresos netos menores al testigo (Tratamientos 10, 6 y 5) o, reportaron frente a otros tratamientos ingresos netos bajos con altos costos variables (Tratamientos 12, 9, 4 y 3). Por otra parte, el tratamiento 11 también se eliminó, por reportar una tasa marginal de retorno menor a la prima de riesgo.

En general, la selección del mejor tratamiento de los cinco más rentables, debe hacerse teniendo en cuenta el capital disponible para la inversión y el riesgo que implican esos nuevos costos variables. Es decir, si se cuenta con el capital suficiente, la selección debe hacerse sobre el tratamiento 13, pues reportó los mayores ingresos netos.

TABLA 7. PRUEBAS DMS PARA LAS VARIABLES EVALUADAS
Y LOS NIVELES DE FERTILIZACION EDAFICA

VARIABLES DE RESPUESTA	NIVELES EDAFICOS		
	1 vs 2	2 vs 3	3 vs 1
DIAS A FLORACION	0.12 ns	0.01 *	0.004 **
ALTURA DE LA PLANTA	0.62 ns	0.27 ns	0.540 ns
VAINAS POR PLANTA	0.90 ns	0.69 ns	0.780 ns
PESO FRESCO DE 10 PLANTAS	0.38 ns	0.28 ns	0.870 ns
PESO SECO DE 10 PLANTAS	0.48 ns	0.96 ns	0.420 ns
GRANOS POR VAINA	0.27 ns	0.51 ns	0.070 ns
LONGITUD DE LA VAINA	0.46 ns	0.15 ns	0.480 ns
RENDIMIENTO EN VAINA	0.38 ns	0.03 *	0.004 **
RENDIMIENTO DE GRANO VERDE	0.14 ns	0.03 *	0.004 **

TABLA 8. PRUEBAS DMS PARA LAS VARIABLES EVALUADAS
Y LAS MODALIDADES DE FERTILIZACION FOLIAR

VARIABLES DE RESPUESTA	MODALIDADES FOLIARES					
	1vs2	2vs3	3vs4	3vs1	2vs4	4vs1
DIAS A FLORACION	.14ns	.70ns	.59ns	.80ns	.85ns	.23ns
ALTURA DE LA PLANTA	.22ns	.30ns	.39ns	.82ns	.85ns	.29ns
VAINAS POR PLANTA	.18ns	.48ns	.92ns	.50ns	.43ns	.55ns
PESO FRESCO	.14ns	.37ns	.92ns	.54ns	.43ns	.48ns
PESO SECO	.10ns	.38ns	.59ns	.42ns	.74ns	.19ns
GRANOS POR VAINA	.48ns	.84ns	.75ns	.61ns	.90ns	.41ns
LONGITUD DE LA VAINA	.42ns	.52ns	.76ns	.87ns	.73ns	.64ns
RENDIMIENTO VAINA	.98ns	.34ns	.66ns	.28ns	.17ns	.13ns
REND. GRANO VERDE	.43ns	.57ns	.89ns	.18ns	.67ns	.23ns

ns = no significancia

* = significancia al nivel del 5%

** = significancia al nivel del 1%

NIVELES EDAFICOS

1. (50-100- 50 Kg/Ha N,P2O5,K2O)
2. (100-200-100 Kg/Ha N,P2O5,K2O)
3. (150-300-150 Kg/Ha N,P2O5,K2O)

MODALIDADES FOLIARES

1. (Cero foliar)
2. (Urea al 1%)
3. (KNO3 al 2%)
4. (Cosmocel al 2%)

TABLA 9. PRUEBAS DMS PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO EN VAINA Y LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS (*)

TRAT. No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1		*	ns	*	ns	ns	ns	*	*	ns	**	*	**
2			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
3				*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	*	**
4					ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
5						ns	ns	ns	ns	ns	*	*	**
6							ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
7								ns	ns	ns	ns	ns	**
8									ns	ns	ns	ns	*
9										ns	ns	ns	*
10											ns	ns	**
11												ns	ns
12													ns

TABLA 10. PRUEBAS DMS PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO EN GRANO Y LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS (*)

TRAT. No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	**
2			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
3				ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	**
4					ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
5						ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*
6							ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
7								ns	ns	ns	ns	ns	ns
8									ns	ns	ns	ns	ns
9										ns	ns	ns	ns
10											ns	ns	*
11												ns	ns
12													ns

(*) las características de cada tratamiento se pueden observar en la tabla 4.

ns = no significancia

* = significancia al nivel del 5%

** = significancia al nivel del 1%

TABLA 11. COEFICIENTES DE CORRELACION LINEAL SIMPLE (r)
 ENTRE LAS VARIABLES EVALUADAS (Datos no ajustados)

	DIA	ALT	VAI	RENV	FRES	SECO	GRAN	LONG	RGVE
C.E.	-.31*	-.33*	-.29ns	-.66**	-.28ns	-.13ns	-.05ns	-.37*	-.64**
DIA		.07ns	-.04ns	.02ns	.10ns	.12ns	-.23ns	.04ns	.20ns
ALT			.80ns	.47**	.77**	.70**	-.20ns	.88**	.45**
VAI				.35*	.88**	.88**	-.22ns	.78**	.30ns
RENV					.34*	.24ns	.19ns	.46**	.97**
FRES						.87**	-.28ns	.76**	.28ns
SECO							-.34*	.64**	.17ns
GRAN								.03ns	.22ns
LONG									.43**

C.E. = conductividad eléctrica
 DIA = días a floración
 ALT = altura de la planta
 VAI = número de vainas por planta
 RENV = rendimiento en vaina
 FRES = peso fresco de la parte aérea de 10 plantas
 SECO = peso seco de la parte aérea de 10 plantas
 GRAN = número de granos por vaina
 LONG = longitud de la vaina
 RGVE = rendimiento de grano verde

ns = no significancia

* = significancia al nivel del 5%

** = significancia al nivel del 1%

TABLA No 12 ANALISIS ECONOMICO DEL EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO VERDE.

TRATA. No	RENDIMIENTO Kg/Ha	I.B. \$/Ha	C.TOTALES \$/Ha	I.NETOS \$/Ha
1	6.100	1'708.000	420.000	1'288.000
2	7.153,4	2'002.952	486.610	1'516.342
3	6.626,6	1'855.448	489.810	1'365.638
4	7.061,6	1'977.248	492.010	1'485.238
5	6.172,8	1'728.384	503.610	1'224.774
6	6.444,4	1'804.432	538.596	1'265.836
7	8.167,3	2'286.844	547.802	1'739.042
8	8.289,3	2'321.004	549.896	1'771.008
9	7.515,1	2'104.228	561.596	1'542.632
10	7.122,4	1'984.272	716.512	1'277.760
11	9.083,9	2'543.492	725.912	1'817.580
12	8.681,1	2'430.708	727.912	1'702.796
13	10.014,4	2'804.032	739.512	2'064.520

TRATAMIENTO No	I.NETOS \$/Ha	C.VARIABLES \$/Ha	T.M.R. (%)	P.R. (%)
13	2'064.520	319.512	154.8	60
8	1'771.008	129.996	1453.0	60
7	1'739.042	127.796	363.9	60
2	1'516.342	66.610	342.8	60
1	1'288.000	0		

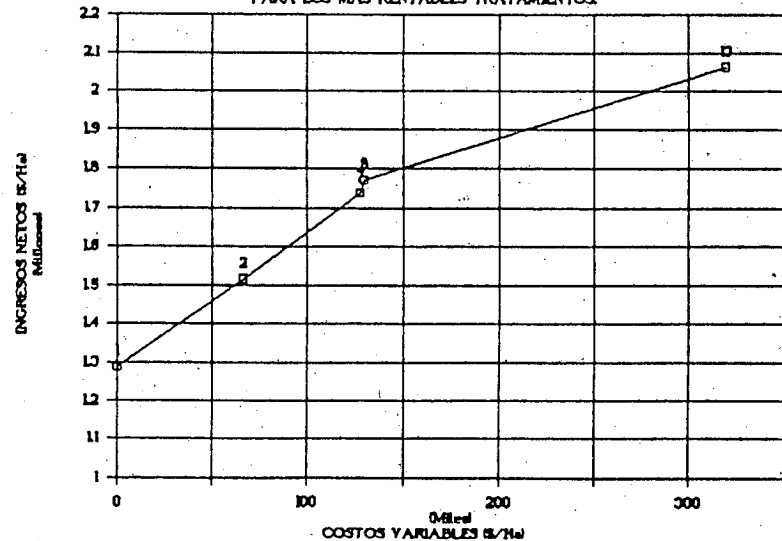
$$TMR = \frac{\text{DELTA. INGRESOS NETOS}}{\text{DELTA. COSTOS VARIABLES}} \times 100$$

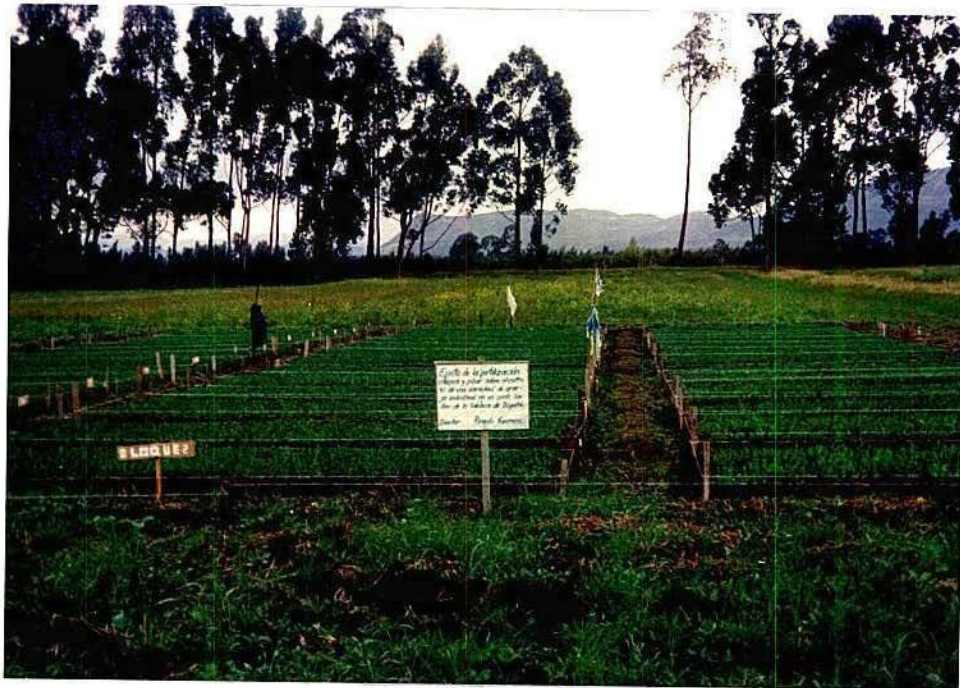
97

No ORDEN	TRATA. No	I.N. \$/Ha	C.V. \$/Ha	TRATAMIENTOS DOMINADOS
1	13	2'064.520	319.512	
2	11	1'817.580	305.712	
3	8	1'771.008	129.996	
4	7	1'739.042	127.796	
5	12	1'702.796	307.912	*
6	9	1'542.632	141.596	*
7	2	1'516.342	66.610	*
8	4	1'485.238	72.010	*
9	3	1'365.638	69.810	*
10	1	1'288.000	0	*
11	10	1'277.760	298.512	*
12	6	1'265.836	118.596	*
13	5	1'244.774	83.610	*

TRAT. No	I.N. \$/Ha	C.V. \$/Ha	T.M.R. (%)	P.R. (%)	TRATA. ELIMINADOS
13	2'064.520	319.512	1.789,4	60	
11	1'817.580	305.712	26,5	< 60	*
8	1'771.008	129.996	1.453,0	60	
7	1'739.042	127.796	363,9	60	
2	1'516.342	66.610	342,8	60	
1	1'288.000	0			

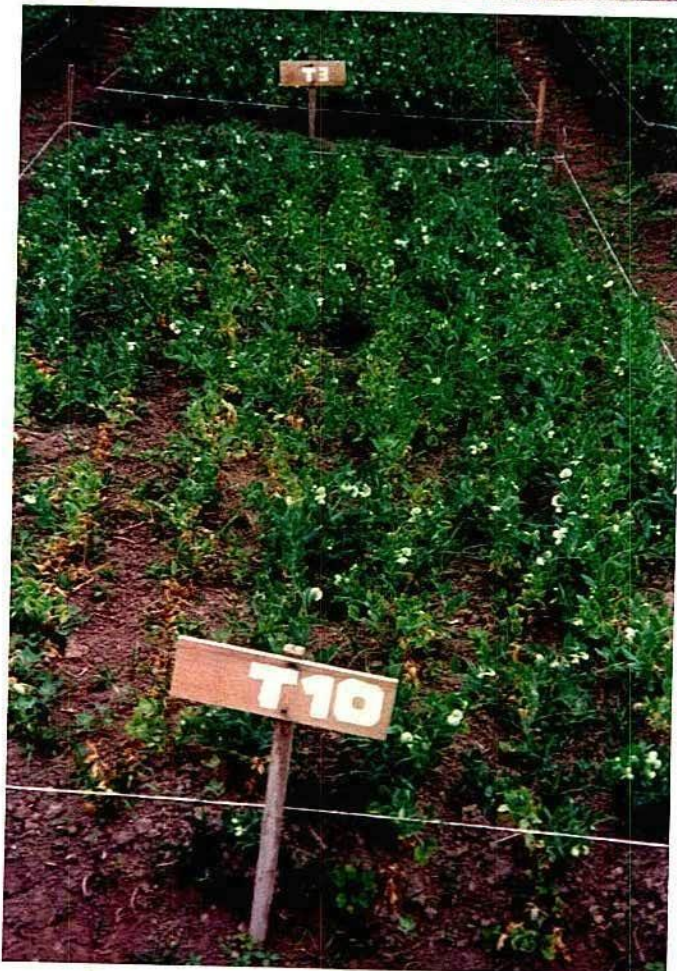
COMP. DE COSTOS VARIABLES E INGRESOS PARA LOS MAS RENTABLES TRATAMIENTOS.





BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE BOGOTÁ

FOTOGRAFIA 1 Y 2. UBICACION Y DISTRIBUCION DEL ENSAYO Y LAS REPETICIONES EN EL SUELO EXPERIMENTAL.



FOTOGRAFIA 3 Y 4. COMPORTAMIENTO DE LA ARVEJA INDUSTRIAL A CONDUCTIVIDADES ELECTRICAS DE 2.6 Y 3.3 (mmhos/cm 25°C)



FOTOGRAFÍAS 5 Y 6. EFECTO DE LA SALINIDAD SOBRE LA ARVEJA INDUSTRIAL (Pisum sativum Var AIM) A C.E. SUPERIORES A 2.5 mmhos/cm .

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

a. Aunque existió una adecuada fertilización edáfica y foliar, se presentaron síntomas de toxicidad por sales sobre la planta, en aquellas repeticiones que se encontraron en conductividades eléctricas superiores a 2.5 mmhos/cm a 25°C.

b. La salinidad, evaluada como C.E. (mmhos/cm) causó efecto negativo ($p < 0.05$) sobre las variables días a floración, altura de la planta, longitud de la vaina, rendimiento en vaina y rendimiento de grano verde.

c. Aquellos tratamientos que presentaron la mayor dosis de fertilizante edáfico y acompañada con las modalidades más completas de fertilización foliar, presentaron los mayores rendimientos de grano verde, en vaina y los menores días a floración.

d. La fertilización foliar dentro de cada nivel edáfico, superó al rendimiento de grano verde obtenido en el tratamiento sin fertilización foliar; lo que mostró que los efectos de la salinidad en algún grado fueron atenuados por dicha práctica.

e. El mayor contenido foliar de nitrógeno, se encontró en los tratamientos con la modalidad foliar Urea al 1%, y no varío con el incremento de la fertilización al suelo. Por otra parte, correlaciono ($P < 0.01$) con el rendimiento de grano verde.

f. Para el caso del contenido foliar de fósforo, se encontro que los mayores contenidos foliares de dicho elemento, se presentaban en aquellos tratamientos con la modalidad foliar Cosmocel al 2% dentro de cada nivel edáfico. El contenido foliar de fósforo, aumento cuando se paso de 100 a 300 Kg/Ha de P_{2O_5} , es decir, para este caso el aumento de fertilización edáfica correlaciono con el contenido foliar de fosforo.

g. El potasio presentó un comportamiento similar, pues dentro de cada nivel edáfico aquellos tratamientos con la modalidad foliar KNO_3 al 2%, presentaron los mayores contenidos de potasio frente a las otras modalidades. Al aumentar la fertilización edáfica con K_2O de 50 a 150 Kg/Ha, el contenido foliar de potasio se incremento.

h. Los niveles foliares críticos probables para el cultivo de arveja industrial, en las condiciones del estudio, se estiman en N: 5.0%, P: 0.68% y K: 2.6%. Estos valores superan a los utilizados en condiciones de suelos normales.

i. Para los elementos secundarios y menores, se encontró la bondad de la fertilización foliar con Cosmocel al 2%, pues aquellos tratamientos que fueron sometidos a las aplicaciones con este producto, reportaron los valores más altos de estos elementos dentro de cada nivel de fertilización al suelo.

j. El valor de contenido foliar de calcio en todos los tratamientos, fue inferior al contenido mínimo aceptable para esta especie, lo que puede atribuirse, al efecto de iones ocasionado por el contenido de sales y sodio de cambio presente en el suelo.

k. Para las condiciones de este ensayo, se encontró una correlación estadísticamente significativa ($p < 0.05$), entre el rendimiento de grano verde con el contenido foliar de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Manganeso, y Hierro. Esta misma correlación, no se reportó con el zinc, cobre, y boro.

l. Los tratamientos trece (150 N -300 P205- 150 K20, más Cosmocel al 2%); ocho (100 N-200 P205-100 K20, más KNO3 al

2%); siete (100 N-200 P205-100 K20, más Urea al 1%); dos (50 N-100 P205-50 K20 sin foliar); y uno (testigo absoluto), son económicamente los más rentables para las condiciones del ensayo.

4.2 RECOMENDACIONES

a. Plantear ensayos en donde se pueda controlar el nivel de salinidad dentro de rangos deseados, y principalmente a valores mayores a los del ensayo, para poder determinar con mayor aproximación el efecto de la fertilización tanto edáfica como foliar sobre esta especie.

b. Se recomienda realizar estudios que en condiciones similares a las de este ensayo, evalúen niveles mayores de fertilización, con el fin de establecer los rangos de fertilización más adecuados para este cultivo.

c. Realizar más estudios de investigación en donde se evalúen los efectos de la fertilización edáfica, foliar, y la interacción entre las dos en suelos salinos, con el fin de crear programas de fertilización sobre diferentes cultivos en condiciones de salinidad, ya que es un problema creciente en nuestro medio.

d. Ya que se presentaron tan bajos contenidos foliares de calcio para estas condiciones de salinidad, se recomienda realizar estudios de fertilización foliar con este elemento, con el fin de ver el comportamiento de dicha práctica en condiciones similares a las de este ensayo.

e. Después de realizar el trabajo de campo, el análisis estadístico y de rentabilidad, se recomienda trabajar con un nivel de 150-300-150 Kg/Ha de N, P₂O₅, y K₂O, respectivamente, más un suplemento foliar de 4 aplicaciones con Cosmocel al 2%; ya que sobre este tratamiento se lograron los mayores rendimientos y la mejor rentabilidad.

f. Realizar estudios específicos para determinar en las mismas condiciones del ensayo, el efecto del ion acompañante sobre la toma de otros elementos por la planta (principalmente calcio).

g. Crear ensayos en donde se pueda comparar tratamientos con fertilización foliar, contra tratamientos que contengan solo agua, con el fin de determinar si la respuesta del cultivo es debida a la acción directa del fertilizante o simplemente es una respuesta al stress hidrico que presenta en condiciones de suelos afectados por sales.

5. RESUMEN

Este trabajo de investigación fue realizado en la finca Marengo, propiedad de la Universidad Nacional de Colombia y ubicada en el municipio de Mosquera (Cundinamarca). La altitud de este lugar es de 2.543 m.s.n.m., y su temperatura promedio anual es de 13.3 °C.

El trabajo de campo se realizó entre los meses de Junio y Septiembre de 1.990. Se trabajó con una variedad de arveja industrial (Pisum sativum Var. AIM), con el objetivo de evaluar su comportamiento en un suelo salino, y bajo diferentes niveles de fertilización edáfica y foliar. Otro de los objetivos, era hallar el mejor tratamiento teniendo en cuenta tanto los rendimientos como el análisis económico.

Se empleó, un diseño experimental de bloques al azar en arreglo factorial de $3 \times 4 + 1$ con 3 repeticiones; los tratamientos se originaron de la combinación factorial de 3 niveles de fertilización edáfica (50-100-50; 100-200-100; 150-300-150 Kg/Ha de N, P₂O₅, y K₂O), tomando como fuentes

fertilizantes simples (urea, SPT y K₂SO₄); y 4 modalidades foliares (0, Urael al 1%, KNO₃ al 2% y Cosmocel al 2%); a partir de productos de fácil consecución en el mercado.

La evaluación de los tratamientos se realizó, sobre un suelo de características heterogéneas de salinidad, el cual presentó valores de conductividad eléctrica entre 1 a 4 mmhos/cm a 25°C, porcentajes de saturación de sodio entre 8% a 21%, concentraciones de cloruros entre 8.5 a 27 meq/100gr, y pH entre 5.7 a 6.6 .

Las variables de rendimiento sobre las cuales se realizó la evaluación fueron : Rendimiento de grano verde, rendimiento en vaina, días a floración, altura de la planta, vainas por planta, granos por vaina, longitud de la vaina y contenido foliar de N, P, K, elementos secundarios y menores.

Aunque los contenidos de macro y microelementos suministrados por los diferentes tratamientos fueron adecuados, se observaron efectos adversos de la salinidad sobre la mayoría de variables evaluadas, principalmente en aquellas repeticiones que se encontraban en valores superiores a 2.3 mmhos/cm a 25°C.

Se encontró correlación negativa entre la conductividad eléctrica y las variables rendimiento de grano verde,

rendimiento en vaina, altura de la planta, días a floración, y longitud de la vaina..

Para las variables evaluadas más importantes (rendimiento en grano verde y vaina), se presentó un comportamiento lineal ascendente, en donde los mayores promedios se presentaron en aquellos tratamientos con la mayor fertilización edáfica (150-300-150 Kg/Ha de N,P2O5 y K2O) y, las modalidades más completas de fertilización foliar (Urea la 1%, KNO3 al 2% y Cosmocel al 2%).

En general, los bajos valores para la mayoría de variables evaluadas, se presentaron en el tratamiento testigo, mostrando las bondades de la fertilización edáfica, y del suplemento foliar en las condiciones de salinidad presentadas en el ensayo.

Los tratamientos con el suplemento foliar urea al 1%, fueron los que reportaron los contenidos foliares más altos de nitrógeno dentro de cada nivel edáfico, y ningún de los tratamientos que presentó suplemento foliar, reportó valores inferiores al óptimo.

El fósforo presentó los mayores contenidos foliares en los tratamientos con cosmocel al 2%. Para el caso del potasio, los más altos valores se encontraron en los tratamientos con

el suplemento foliar KNO_3 al 2%.

Se encontró que en todos los tratamientos el contenido foliar de calcio era inferior al óptimo, lo cual puede atribuirse al efecto de iones específicos causado por el alto contenido de sales en el suelo.

El magnesio en todos los casos reportó valores por encima del óptimo. El mismo comportamiento se presentó con el zinc, cobre, y hierro.

Los niveles críticos probables encontrados para esta especie en estas condiciones, fueron de 5%, 0.68%, y 2.6%, de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente.

En general, los criterios de diagnóstico de fertilidad y requerimientos de fertilizantes normalmente aplicados en suelos normales, deben modificarse cuando se trata de suelos considerados como salinos, en los cuales se estima, por la tendencia lineal ascendente del rendimiento, que si se trabajan niveles crecientes de fertilización edáfica y suplemento foliar, pueden obtenerse resultados similares a los encontrados en el presente trabajo (bajo las mismas condiciones), pero se recomienda realizar ensayos para poder determinar con mayor exactitud los niveles máximos y adecuados de fertilización.

Después de realizar el análisis económico, se encontró que los tratamientos más rentables en su fueron : el 13, 8, 7, 2 y 1, por presentar una tasa marginal de retorno mayor a la prima de riesgo.

6. SUMMARY

In the "Centro Agropecuario Marengo", property of the National University of Colombia (Mosquera - Cundinamarca), was realized the present rehearse to try to valuacion the behavior of an industrial green pea (Pisum sativum Var AIM), below diferent level of soil fertilization and the complement of foliate fertilization.

For the experiment was planed a united of hazard blocks on form factorial $3 \times 4 + 1$ and 3 repeatins. The obtained treatments were created from combination of 3 levels of soil fertilization (50-100-50; 100-200-100; 150-300-150 Kg/Ha of N, P20% and K20), and 4 charecters of foliate fertilization (0, Urea 1%, KNO3 2% and Cosmocel 2%), for a total of 13 treatments.

Althrough of the practice it was observed the adverse effect of salinity on the valuacioned variables principally of values upper to 2,3 mmhos/cm 25oC, where began to appear a diminution of the weariness of green

grain principally.

The major weariness was noticed in the present treatments of the third soil fertilization level with the most complete characters of foliate fertilization. In all cases surpassed the weariness got in the witness treatment.

The greatest foliate temperate of every ingredient to founded in those treatment with foliate supplement. The temperate of calcium in the leafs was affected by the elevated values of salinity; so in all cases to appeared temperate lower than the best.

The criterion of fertilization currently utilized to normal soils lave to modify when working in soil with characteristics of salinity.

BIBLIOGRAFIA

- (1). ASOCIACION NACIONAL DE INDUSTRIALES. 1.989. La agroindustria de conservas vegetales. En : Revista ANDI No 96 Ene_Sep. p 69-103.
- (2). ARJONA, H. 1.977. El cultivo de la arveja. Facultad de agronomia Universidad Nacional de Colombia. 47 p.
- (3). ASGROW SEED COMPANY. 1.989. Peas for cannig and freezing. Technic information. Kalamazoo, Michigan. 13p.
- (4). BARCELLO, C. et al. 1.987. Fisiologia vegetal. Ediciones piramide S.A. Madrid, España. pp 209-210; 777-779.
- (5). BURBANO, O. 1.984. El componente bioquimico en la productividad y fertilidad del suelo. En : Fertilidad de suelos diagnostico y control. SCCS 2a edición. Bogotá. pp 99-104.
- (6). CAICEDO, A. 1.987. Horticultura. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira. 3a edición. pp 149-156.
- (7). CLAVIJO, J. 1.989. Absorción de nutrientes por las hojas. En : Revista COMALFI vol XVI No 3. pp 36-38.
- (8). -----. 1.989. Efectos de la nutrición mineral sobre el rendimiento. En : Revista COMALFI vol XVI No 3. pp 39-42.
- (9). COSMOAGRO. 1.990. INEX-A. El coadyuvante que garantiza una total y perfecta aplicación. Boletín técnico. 4p.
- (10). -----. 1.990. COSMOCEL. El fertilizante soluble de más alta concentración. Boletín técnico. 4p.
- (11). CUBERO, J. 1.983. Leguminosas de grano. Mundiprensa. Madrid, España. pp 111-120.

- (12). DROVET, P. 1.985. La nutrición de la planta y práctica de la fertilización en Colombia. POTABO Limitada. 57 p.
- (13). ELBERSEN, G. 1.972. Levantamiento de suelos para riego y drenaje. Centro Interamericano de Fotointerpretación. Bogotá. pp 1-28.
- (14). ESTUPINAN, T. et al. 1.986. Determinación de la época crítica de competencia de malezas en arveja. Tesis de grado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional. Bogotá. Colombia.
- (15). FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 1.988. El cultivo de la arveja. 18 p.
- (16). FERNANDEZ, R. 1.988. La agroindustria de frutas y hortalizas. En : Revista Nacional de Agricultura. SAC No 884. pp 178-225.
- (17). FOUNDATION FOR AGRONOMIC RESEARCH. 1.988. Manual de fertilidad de suelos. Atlanta, Georgia. 85 p.
- (18). GALLON, A. 1.988. El empleo de fertilizantes químicos en Colombia y su incidencia en los costos de producción. En : Revista Nacional de Agricultura. SAC No 884. pp 55-103.
- (19). GARAVITO, N. 1.979. Salinidad de suelos y calidad de aguas para riego. IGAC, Subdirección de agrología. Bogotá. pp 1-29.
- (20). GARCIA, O. 1.988. Salinidad en suelos y aguas. En : Fertilidad de suelos diagnóstico y control. SCCS. Bogotá. pp 430-473.
- (21). GOMEZ, L. 1.984. La fertilización foliar. En : Fertilidad de suelos diagnóstico y control. SCCS. Bogotá. pp 319-326.
- (22). GRILLO, F. 1.985. Recuperación de suelos salinos aprovechando el cultivo de arroz bajo fangueo. FEDEARROZ, Bogotá. 16 p.
- (23). GUERRERO, R. 1.981. Características físico-químicas de los fertilizantes. MONOMEROS COLOMBO-VENEZOLANOS. Bogotá. 40p.
- (24). ----- 1.984. El diagnóstico químico de la fertilidad del suelo. En : Fertilidad de suelos diagnóstico y control. SCCS, Bogotá. pp 141-200.

- (25). ----- . 1.989. La fertilización foliar y el nitrato de potasio. MONOMEROS COLOMBO-VENEZOLANOS. Bogotá. 23p.
- (26). ----- . Y GALEANO, F. 1.989. Diagnostico de salinidad. Guia de laboratorio. Facultad de agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. (mimeografiado). 17p.
- (27). HIMAT. 1.990. Cuadros de hidrometereologia. Subdirección de hidrologia y metereologia. Bogotá. 13p.
- (28). ICA. 1.982. Fertilidad de suelos y fertilizantes. Compilación del curso No 45. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria. Tibaitata. 335p.
- (29). ----- . 1.982. Fertilización en diversos cultivos. Cuarta aproximación. Manual de asistencia técnica No 25. Centro Experimental Tibaitata. 56p.
- (30). ----- . 1.989. El análisis de suelos, plantas y aguas para riego. Manual de asistencia técnica No 47. Centro Experimental Tibaitata. 253p.
- (31). IGAC. 1.982. Detección de áreas afectadas por sales en la sabana de Bogotá, zona de influencia del rio Bogotá. Tesis de grado. Facultad de agronomía. Universidad Nacional. Bogotá, Colombia.
- (32). ----- . 1.982. Detección de áreas afectadas por sales en el sistema de riego de la Ramada, municipio de Moquera - Cundinamarca. Sudirección agrologica. Bogotá.
- (33). LEON, Y. Y LEON, P. 1.986. Diagnostico de las propiedades fisico-quimicas en la finca Marengo en relación con los niveles de sales y sódio. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional. Bogotá, Colombia.
- (34). LITTLE, T Y HILLS, J. 1.976. Metodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Editorial Trillas. Mexico. 270 p.
- (35). LOBO, A. Y GIRARD, E. 1.983. Hortalizas. Manual de asistencia técnica. ICA, Bogotá. pp 245-257.
- (36). LORA, S. 1.970. Análisis foliar. Técnica de muestreo y preparación del material para su análisis quimico. ICA, Programa Nacional de Suelos. Tibaitata. 23p.
- (37). MALAVOLTA, E. 1.990. La fertilización foliar : Bases científicas y significado en la agricultura. En :

Revista de la Sociedad Colombiana de la Ciencia el Suelo, vol XX No 1. Bogotá. pp 29-43.

- (38). MARIN, G. 1.980. Fertilidad de suelos con énfasis en Colombia. ICA, Subgerencia de investigación y transferencia de tecnología. Manual de asistencia técnica No 39. Tibaitata. 193p.
- (39). MONOMEROS COLOMBO-VENEZOLANOS. 1.988. Nitrato de potasio. Boletín técnico. Abonos Nutrimon. Bogotá. 4p.
- (40). ----- . 1.988. Fertilización de cultivos en clima frío, serie de divulgación técnica. Aquilera. Bogotá. pp 107-114.
- (41). ----- . 1.989. Propiedades fundamentales de los fertilizantes químicos. Colección punto verde No 6. Bogotá. 55p.
- (42). ----- . 1.990. Vademecum Nutrimin. Departamento de mercade
- (43). MUNOZ, I. 1.990. Evaluación agronomica de 12 variedades de arveja. Tesis de grado. Universidad Nacional. Facultad de agronomía. Bogotá, Colombia.
- (44). OSORNO, R. et al. 1.986. Comportamiento de cinco especies vegetales en suelos de la sabana de Bogotá con niveles crecientes de salinidad y sodio. En : Revista de la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Vol XVIII No 1. Bogotá. pp 9-17.
- (45). RAMIREZ, V. 1.988. La fertilización foliar. En : Revista ASIAVA No 27, Palmira. pp 20-21.
- (46). RICHARD, K. 1.978. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronomicos. Un manual metodologico de evaluación económica. CIMMYT, Mexico D.F. 127 p.
- (47). RICHARDS, L. 1.980. Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Editorial Limusa. Mexico D.F. 172 p.
- (48). ROZO, E. Y MUNEVAR, F. 1.981. Estudios preliminares sobre la respuesta del trebol blanco inoculado con Rhizobium a la fertilización con boro en la sabana de Bogotá. En : Revista ICA. Vol 16 No 2 .Bogotá pp 65-78
- (49). SALINAS, G. 1.979. Respuesta diferencial de varias especies a excesos de sales y/o sodio en el suelo. En: Suelos salinos y elementos secundarios. SCCS. Palmira pp 51-72.

- (50). SANCHEZ, D. Y QUEVEDO, D. 1.988. Comportamiento agronomico de seis cultivares de arveja en cuatro densidades. Tesis de grado. Universidad Nacional. Facultad de agronomia. Bogotá, Colombia.
- (51). SCHERING. 1.989. Nutrición foliar. Boletín técnico fertilizante foliar Wuxal. Berlin, Alemania. 18 p.
- (52). SOCIEDAD COLOMBIANA DE LA CIENCIA DEL SUELO. 1.978. Potasio y micronutrientes en la agricultura. Memorias del V coloquio de suelos. Bogotá. 227 p.
- (53). ----- . 1.971. Uso del nitrógeno en el tropico. Segundo coloquio de suelos. Bogotá. 424 p.
- (54). STEEL, R. Y TORRIE, J. 1.985. Bioestadística : principios y procedimientos. Editorial Presencia Ltda. Bogotá, Colombia. 622 p.
- (55). TAMAYO, A. Y DUARTE, A. 1.973. Cultivo de la arveja en Colombia. En : Revista ESSO Agrícola No 1 Ene-Mar. Bogotá. pp 28-31.
- (56). TRENKEL, M. 1.982. Abonado foliar. Basf Química. República Federal de Alemania. 18 p.
- (57). VINA, L. Y TORRES, F. J. 1.989. Efecto de la fertilización edáfica y foliar sobre el cultivo de repollo en un suelo salino de la sabana de Bogotá. Tesis de grado. Universidad Nacional. Facultad de agronomia. Bogotá, Colombia.
- (58). WOODDING, R. 1.972. Los suelos su origen, constitución y clasificación. Editoria Omega S.A. Barcelona, España pp 355-366.

A N E X O S

ANEXO No 1

PROMEDIOS CLIMATOLOGICOS MENSUALES DURANTE EL ENSAYO
ESTACION TIBAITATA - MOSQUERA 1.990

MES	PPT (mm)	EVP (mm)	H.R (%)	To MEDIA (oC)
Junio	25.3	98.2	76	12.70
Julio	21.3	102.7	78	12.40
Agosto	24.7	122.0	76	12.55
Septiembre	34.0	109.5	77	11.95

DIAGRAMA DE To MEDIA DURANTE EL ENSAYO

ANEXO No 2

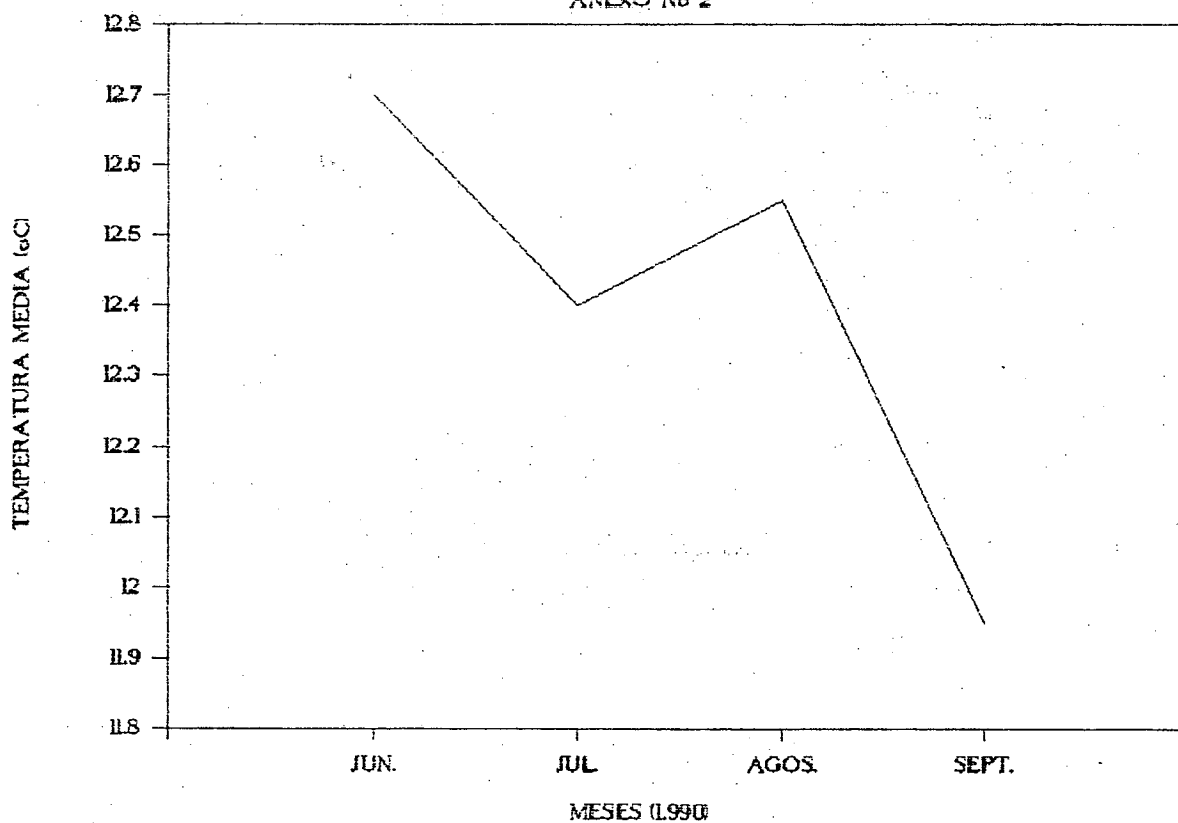


DIAGRAMA DE LA H.R. DURANTE EL ENSAYO

ANEXO No 3

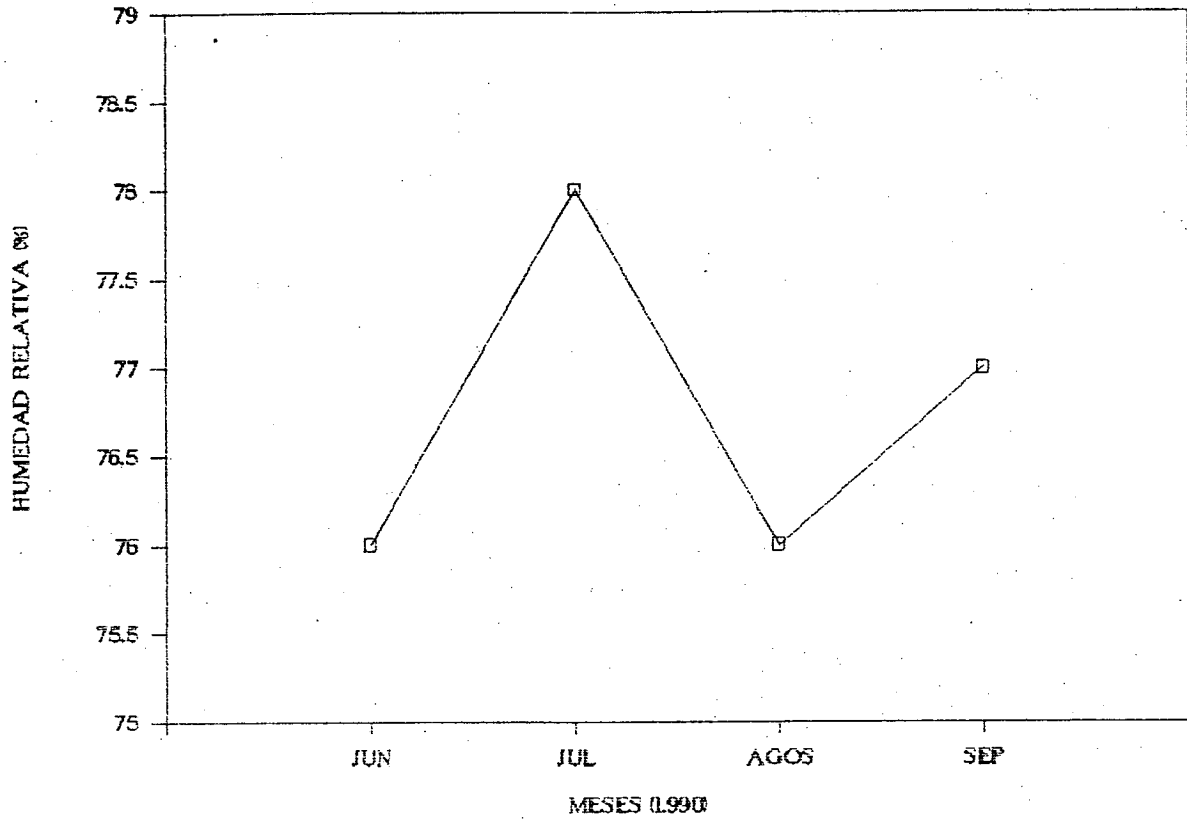
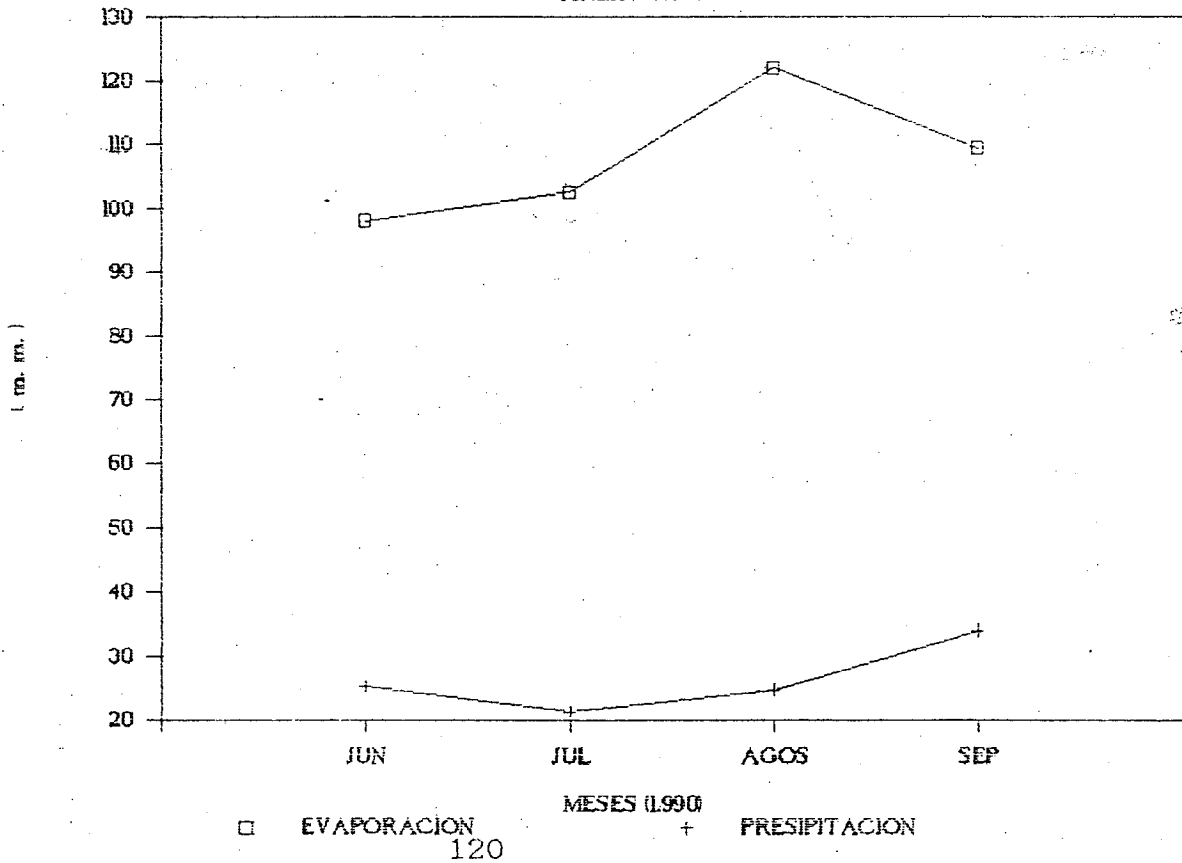


DIAGRAMA DE ppt/evp DURANTE EL ENSAYO

ANEXO No 4

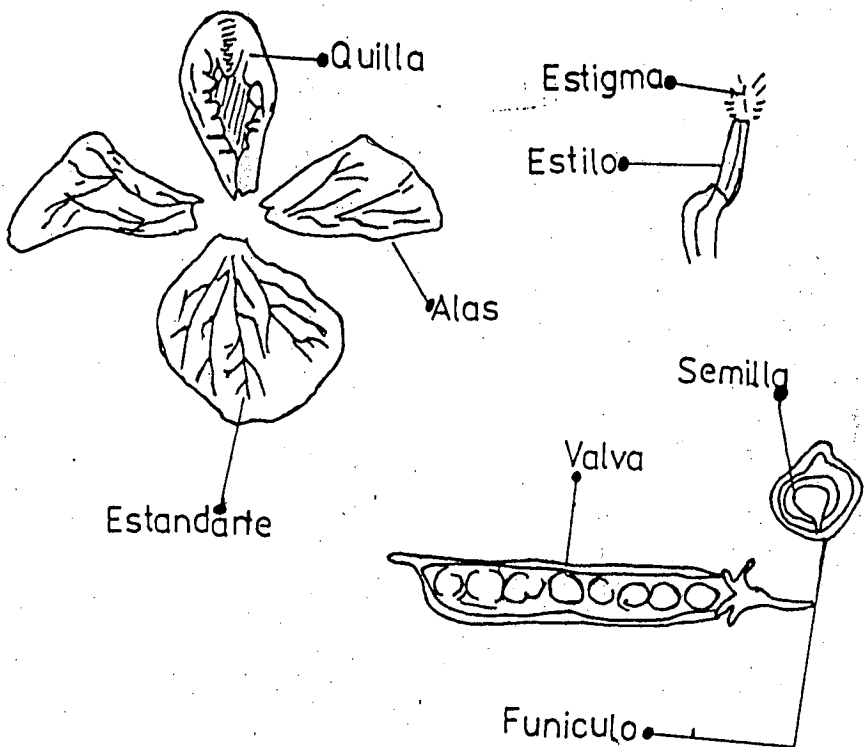
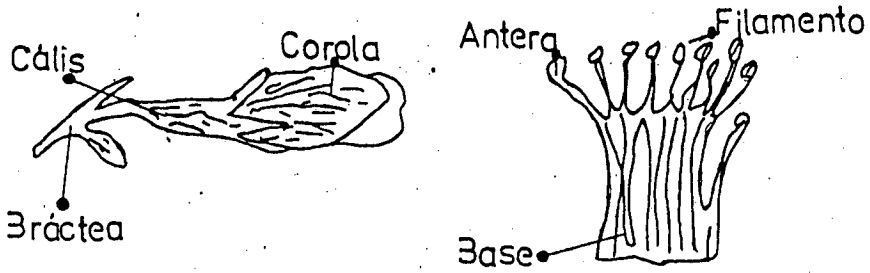


ANEXO No 5 VALORES PROMEDIOS AJUSTADOS DE RENDIMIENTO
PARA CADA TRATAMIENTO

TRATAMIENTO No	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	
	EN VAINA	EN GRANO VERDE
1	11.983,3	6.100
2	17.786,4	7.153,4
3	12.594,9	6.626,6
4	19.565,7	7.061,6
5	14.223,7	6.172,8
6	16.551,7	6.444,4
7	17.048,0	8.167,3
8	17.931,8	8.289,3
9	19.095,4	7.515,1
10	16.807,4	7.122,4
11	22.298,4	9.083,9
12	20.032,4	8.681,1
13	26.777,0	10.014,4

ANEXO No 6 CONCENTRACION PROMEDIA DE MACRO Y MICROELEMENTOS
EN LAS HOJAS DE ARVEJA (COLJAP 1.990)

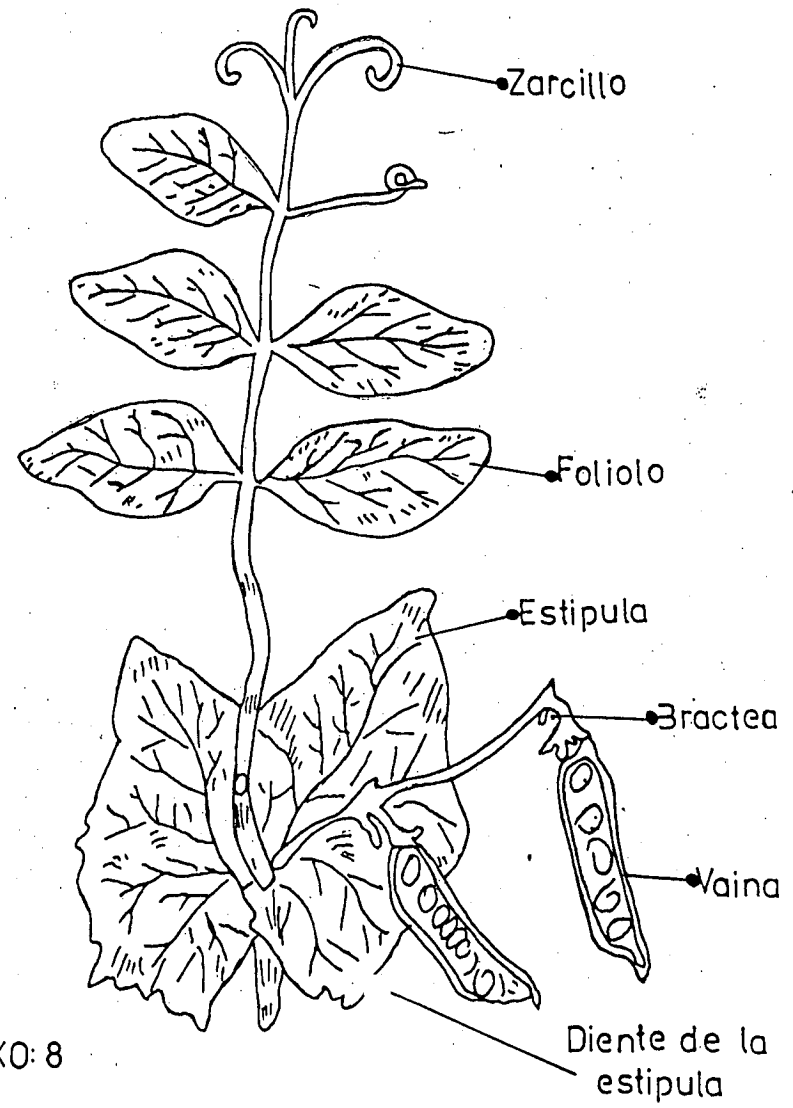
(%)					/	ppm			
N	P	K	Ca	Mg	/	Mn	Zn	Cu	B
4.8	0.33	2.4	1.15	0.24	/	35-100	53	7.4	20-60



ANEXO: 7

MORFOLOGIA DE LOS ORGANOS
FLORALES

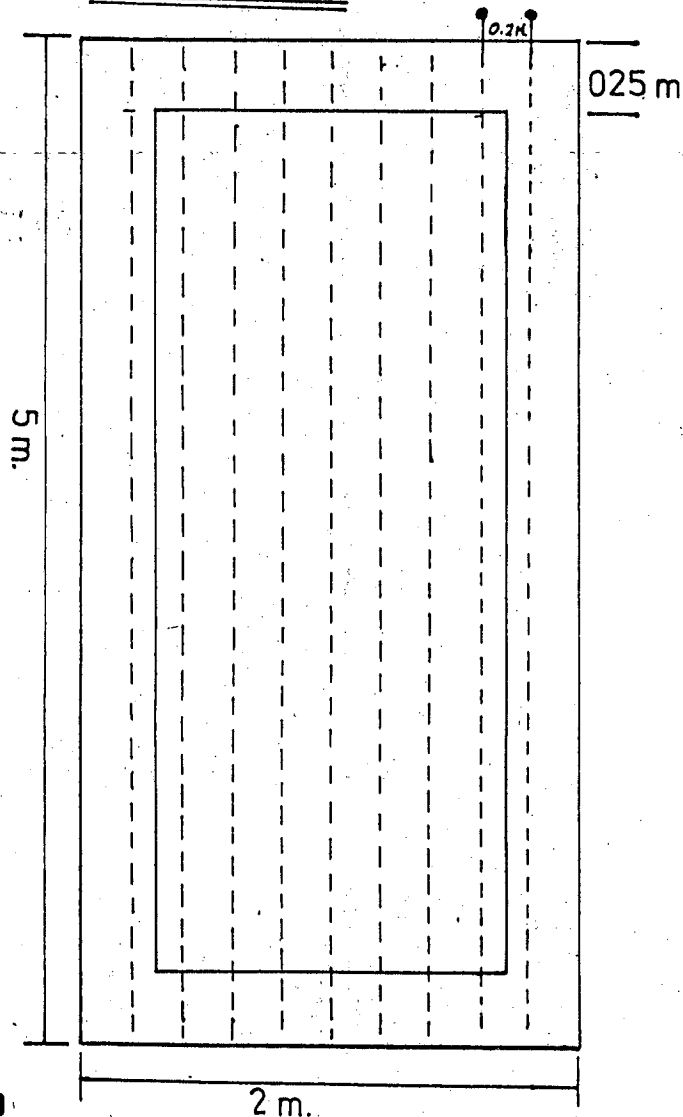
PARTES DE LA PLANTA



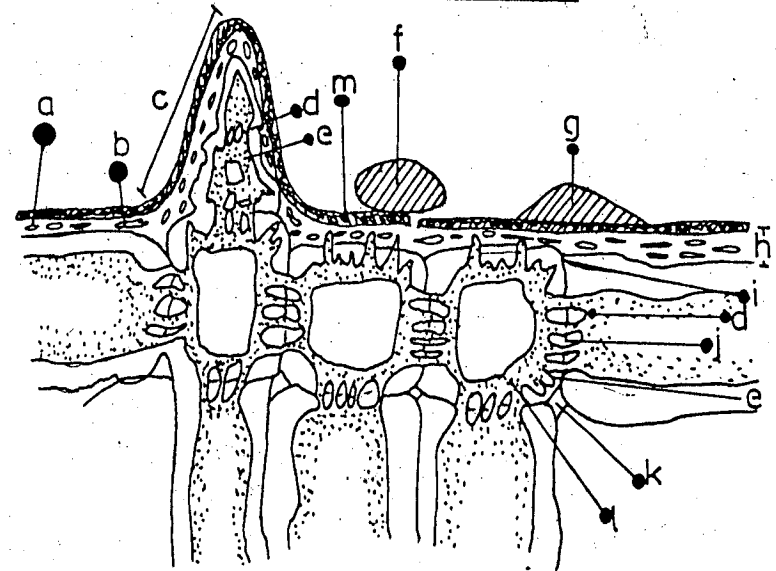
ANEXO: 8

122

CARACTERÍSTICAS DE UNA PARCELA
EXPERIMENTAL



REPRESENTACION DE CELULAS EPIDERMIALES
DE LA HOJA Y CUTICULA

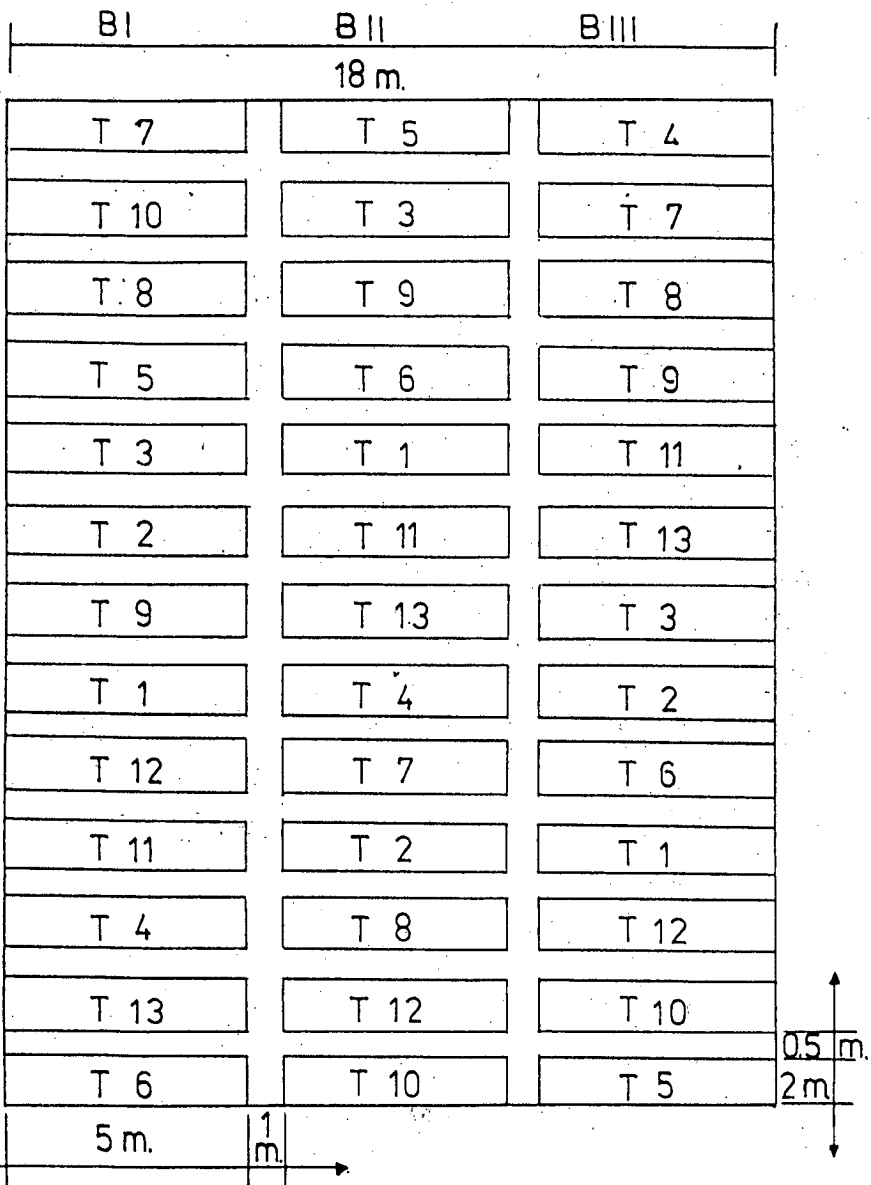


- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| a. Cutina | j. Celulosa |
| b. Lamela cerosa | k. Espacio intercelular |
| c. Pelo | l. Protoplasma |
| d. Plasmodesma | m. Partículas cerosas |
| e. Ectodesma | |
| f. Gota no humedecedora | |
| g. Gota humedecedora | |
| h. Cutícula | |
| i. Lámina péctica | |

ANEXO: 10

Medidas y distribución de los

ANEXO II tratamientos del ensayo.



ANEXO II Valores de C.E. y distribución de los tratamientos en el campo.

BIII		BII		BI	
5	10	10	18	6	13
10	13	12	17	13	26
12	14	8	39	4	21
1	10	2	14	11	26
6	21	7	18	12	26
2	11	4	14	1	21
3	12	13	17	9	20
13	15	11	18	2	26
11	15	1	12	3	30
9	19	6	18	5	26
8	16	9	33	8	25
7	26	3	14	10	33
4	15	5	18	7	26

C.E. [mmhos/cm-25°C]
TRATAMIENTO

ANEXO No. 13 COEFICIENTES DE CORRELACION (r) ENTRE EL RENDIMIENTO Y CONTENIDO FOLIAR.

ELEMENTO	REND. EN VAINA	REND. GRANO VERDE
NITROGENO	0.15 ns	0.46 **
FOSFORO	0.68 **	0.58 **
POTASIO	0.60 **	0.53 **
CALCIO	0.52 **	0.33 *
MAGNESIO	0.64 **	0.46 *
MANGANESO	0.43 *	0.38 *
ZINC	0.39 *	0.17 ns
COBRE	- 0.10 ns	- 0.18 ns
HIERRO	0.60 **	0.52 **
BORO	0.17 ns	0.16 ns

ANEXO No. 14 COEFICIENTES DE CORRELACION (r) ENTRE LOS RENDIMIENTOS Y LOS NIVELES DE FERTILIZACION EDAFICA

NIVEL EDAFICO (Kg/Ha DE N-P2O5-K2O)	RENDIMIENTO	
	EN VAINA	EN GRANO VERDE
50 - 100 - 50	0.97 **	0.99 **
100 - 200 - 100	0.97 **	0.99 **
150 - 300 - 150	0.97 **	0.99 **

ns = no significancia
 * = significancia al nivel del 5%
 ** = significancia al nivel del 1%

ANEXO NO 15 ANALISIS DE COVARIANZA PARA LA VARIABLE
 RENDIMIENTO DE GRANO VERDE TOMANDO COMO
 COVARIABLES EL pH, C.E., PSS Y CLORUROS

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.
pH	1	33.12	33.12	1.12 ns
C.E.	1	151.07	151.07	9.68 **
PSS	1	9.45	9.45	0.61 ns
CLORUROS	1	2.81	2.81	0.18 ns
REPETICION.	2	196.32	98.16	6.29
EDAFICO	2	126.13	63.06	4.04
FOLIAR	3	75.39	25.13	1.61
EDA x FOLI	6	191.30	31.88	2.04
ERROR	18	280.80	15.60	
TOTAL	35	2045.69		

ANEXO No 16 ANALISIS DE COVARIANZA PARA LAS VARIABLES QUE
 PRESENTARON SIGNIFICANCIA CON LA COVARIABLE C.E.

F.V.	G.L.	F.	
		REND VAINA	REND GRANO VERDE
C.E.	1	14.41 **	14.82 **
REPETICIONES	2	6.83 **	7.34 **
EDAFICO	2	5.60 *	5.25 *
FOLIAR	3	1.12 ns	0.75 ns
EDA x FOLI	6	2.02 ns	1.09 ns
ERROR	21		
TOTAL	35		

ns = no significancia

* = significancia al nivel del 5%

** = significancia al nivel del 1%

ANEXO No 17 ANALISIS DE COVARIANZA PARA LAS VARIABLES QUE NO PRESENTARON SIGNIFICANCIA CON LA COVARIABLE C.E.

F.V.	G.L.	F.						
		DIA	ALT	VAI	PFRE	PSEC	GRAN	LONG
C.E.	1	0.2ns	0.2ns	0.8ns	1.3ns	0.0ns	0.9ns	1.0ns
REP.	2	3.1ns	1.5ns	0.6ns	0.7ns	0.8ns	0.2ns	0.2ns
EDAF.	2	9.9ns	0.6ns	0.1ns	0.7ns	0.4ns	1.8ns	1.1ns
FOLI.	3	1.3ns	0.7ns	0.6ns	0.7ns	1.0ns	0.2ns	0.2ns
EDAxFOLI	6	1.1ns	0.3ns	0.9ns	0.8ns	1.3ns	1.2ns	0.6ns
ERROR	21							
TOTAL	35							

ANEXO No 18 ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES QUE NO PRESENTARON SIGNIFICANCIA CON LA COVARIABLE C.E. EN EL ANALISIS DE COVARIANZA.

F.V.	G.L.	F.						
		DIA	ALT	VAI	PFRE	PSEC	GRAN	LONG
REPE	2	5.6**	2.4ns	0.4ns	0.3ns	0.7ns	0.1ns	0.4ns
TRATA	12	4.8**	0.6ns	0.8ns	1.0ns	1.2ns	1.1ns	0.8ns
EDAFI	2	11.0**	0.8ns	0.2ns	1.5ns	0.6ns	1.6ns	1.8ns
FOLIAR	3	1.6ns	0.9ns	0.9ns	1.0ns	1.3ns	0.2ns	0.3ns
EDAxFOL	6	1.1ns	0.4ns	1.2ns	0.9ns	2.6ns	1.4ns	0.8ns
RESTO	1							
ERROR	24							
TOTAL	38							

ns = no significancia

* = significancia al nivel del 5%

** = significancia al nivel del 1%