

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**Escuela de producción vegetal**

**Trabajo de diploma**

**Efecto de los diferentes niveles de fósforo y uso de nitrógeno en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de la soya (*Glycine max* (L) Merrill)**

**Trabajo presentado a la consideración del honorable tribunal examinador como requisito parcial para optar al grado de Ingeniero Agrónomo.**

**Autor: Br. Rosana María Salgado Torrez**  
**Asesor: Ing. Agr. Ajax Rafael Fonseca Trijillo**

**Managua - Nicaragua**

**1996**

DEDICATORIA

A Dios : sobre todas las cosas, por estar presente en todos los momentos de mi vida.

A mis pequeñas hijas : María Gabriela Tórrez Salgado  
Roxana María Tórrez Salgado

A mi esposo : Franklin Esteban Tórrez Ramírez.

A mis padres : Julia Esther Tórrez de Salgado  
José Esteban Salgado P. (q.e.p.d)

## AGRADECIMIENTO

A las siguientes personas :

Ing. Agr. Ajax Rafael Fonseca Trujillo; quien me asesoró y brindó su apoyo para la realización de este trabajo.

Ing. Agr. Martha Gutiérrez por su valiosa ayuda.

Ing. Agr. Msc. Telémaco Talavera; por su apoyo incondicional.

Ing. Agr. Msc. Sergio Pichardo por su orientación y revisión a este documento.

Ing. Agr. Orlando Téllez por su gran ayuda en el trabajo de campo.

A la Universidad Nacional Agraria, en especial a la escuela de producción vegetal.

Así también mi agradecimiento a todas aquellas personas que de manera directa e indirecta aportaron su ayuda en la ejecución y finalización de este trabajo.

## INDICE GENERAL

Sección	página.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE TABLAS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	v
INDICE DE ANEXOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
I.- INTRODUCCION.....	1
II- MATERIALES Y METODOS.....	3
2.1.- Descripción del lugar y del experimento....	3
2.2.- Manejo del cultivo.....	7
III- RESULTADOS Y DISCUSION.....	8
3.1.- Efectos de los niveles de fósforo y de nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo.....	8
3.1.1-Altura de la planta ( cm.).....	9
3.1.2-Altura de inserción a la primera vaina (cm).....	10
3.1.3-Diámetro del tallo (mm).....	12
3.1.4-Número de nódulos por planta.....	13
3.1.5-Número de vainas por planta.....	15
3.1.6-Peso de 1,000 granos (g).....	16
3.1.7-Rendimiento (kg/ha).....	17
IV - CONCLUSIONES.....	20
V - RECOMENDACIONES.....	21
VI - REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	22
VII- ANEXOS.....	25

## INDICE DE TABLAS

TABLA.	INDICE DE TABLAS	Página
I -	Análisis físico - químico del suelo donde se estableció el experimento.....	5
II -	Descripción de los tratamientos evaluados.....	6

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1.- Precipitación y temperatura durante el ciclo de desarrollo del cultivo de la soya <i>Glicine max.</i> (L) merril. En el Centro Experimental del Algodón (CEA) Posoltega, 1992.....	3
2.- Efecto de los niveles de fósforo y de nitrógeno en la altura de la planta (cm).....	9
3.- Efecto de los niveles de fósforo y de nitrógeno en la altura de inserción a la primera vaina (cm).....	10
4.- Efecto de los niveles de fósforo y de nitrógeno en el diámetro del tallo (mm).....	11
5.- Efecto de los niveles de fósforo y de nitrógeno en el número de nódulos por planta.....	13
6.- Efecto de los niveles de fósforo y de nitrógeno en el número de vainas por planta.....	14
7.- Efecto de los niveles de fósforo y de nitrógeno en el peso de 1,000 granos (g).....	16
8.- Efecto de los niveles de fósforo y de nitrógeno en el rendimiento (kg/ha).....	17

## INDICE DE ANEXOS

Anexo	página
1.- Tabla 3. Efecto de los niveles de fósforo y uso de nitrógeno en la altura de la planta en el cultivo de la soya (cm).....	24
2.- Tabla 4. Efecto de los niveles de fósforo y uso de nitrógeno en el diámetro del tallo, número de nódulos por planta y altura de inserción a la primera vaina.....	25
3.- Tabla 5. Efecto de los niveles de fósforo y uso de nitrógeno en los componentes del rendimiento....	26
4.- Tabla 6. características Botánicas y agronómicas de la variedad Cristalina. Centro Experimental del Algodón (CEA), Posoltega. 1985 - 1990.....	27

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental del Algodón (C.E.A) el cual se conoce como C.E.A - FUNDA (Fundación para el Desarrollo Agrícola), ubicado en Posoltega, Chinandega. El experimento se estableció en Agosto 1992, en un suelo franco arenoso. Utilizándose la variedad Cristalina. La cosecha se realizó a los 120 días después de siembras. Los tratamientos fueron arreglados en un diseño de bloques completos al azar (B.C.A.), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron:  $T_1$ = Inoculante;  $T_2$ = Inoculante + 30 kg/ha de  $P_2O_5$ ;  $T_3$ = Inoculante + 60 kg/ha de  $P_2O_5$ ;  $T_4$ = Inoculante + 90 kg/ha de  $P_2O_5$ ;  $T_5$ = Inoculante + 10 kg/ha de  $N_2$ . Se evaluó el efecto de los niveles de fósforo y de nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de la soya (Glycine max (L) Merrill). En los diferentes niveles de fósforo y nitrógeno las variables evaluadas no mostraron diferencias significativas, sin embargo; numéricamente en la cantidad de nódulos, usando I + 10 kg/ha  $N_2$  ( $T_5$ ) presentó menor número y el Testigo ( $T_1$ ) mayor cantidad. El resto de los tratamientos tuvo similar comportamiento. En cuanto a la altura de la planta no se observó ningún efecto. El cultivo se desarrolló de acuerdo a la característica de la variedad Cristalina. En el rendimiento no se obtuvo diferencia significativa, sin embargo, el tratamiento con uso de inoculante y con mayor nivel de fósforo  $T_4$  (Inoculante + 90 kg/ha de  $P_2O_5$ ), produjo un rendimiento ligeramente mayor en relación a los otros tratamientos.

Entre los diferentes tratamientos evaluados en un suelo con 8 partes por millón (ppm) de fósforo se pudo concluir que el cultivo de la soya con o sin las aplicaciones de fósforo y de nitrógeno no ejercieron efectos significativos y que la forma más económica de producir soya es usando inoculantes.

## I. INTRODUCCION

La soya (Glicine max (L) Merrill) ocupa un lugar importante en la agricultura mundial debido a sus propiedades alimenticias e industriales. La escasez de aceite comestible y proteínas se acentúa a medida que transcurren los años con el creciente aumento de la población, razón por la cual se hace necesario buscar una fuente de proteína vegetal al alcance de los sectores más necesitados. En este aspecto, la soya debe de jugar un papel de mucha importancia ya que su contenido en porcentaje de proteínas es de 38.8-48.5 y de aceite 21. Conviene pues, tener en cuenta a la soya como cultivo potencial ya que mediante el estudio de todas sus fases culturales, agronómicas, industriales y domésticas, podrá ser una de las fuentes principales de proteína vegetal para los estratos sociales más necesitados (INIA, 1974).

En Nicaragua la fuente tradicional de extracción de aceite ha sido la semilla de algodón (Gossypium hirsutum L.), sin embargo, la baja rentabilidad de este cultivo ha traído como consecuencia la reducción de siembra del mismo, repercutiendo sensiblemente en la producción de aceite, de esta manera aumentando el déficit de este importante componente de la dieta de la población. Por tal razón, el aumento de la producción de soya en Nicaragua contribuirá a superar este déficit de producción de aceite comestible y proteínas que requiere la población para mejorar su balance nutricional (Rivas, 1988). En 1992 se obtuvo un rendimiento a nivel nacional de 2,125 kg/ha (33 qq/mz).

La introducción comercial del cultivo de la soya en nuestro país se inició en terrenos sembrados anteriormente por algodón, en los cuales aún persiste el efecto de fertilizantes residuales tales como el nitrógeno y el fósforo que han originado el cuestionamiento de algunos procedimientos en la utilización del fertilizantes en el cultivo (Izquierdo, 1988).

Tal es el caso del elemento fósforo existente en el suelo de forma aprovechable que es sólo de algunos kg/ha (Worthen & Aldrich, 1986).

La cantidad de fósforo influye sobre la curva de respuesta al nitrógeno en forma positiva, pues a mayores niveles de fósforo en el suelo, mayor es la respuesta a nitrógeno. Este efecto altamente significativo nos corrobora la relación que existe entre estos dos elementos.

Investigadores creen que la proporción nitrógeno-fósforo está estrechamente ligada a la mineralización e inmovilización del fósforo y sugieren que la disminución del suministro de uno de ellos tiene como consecuencia la mineralización aumentada del otro. Si el fósforo aumenta el nitrógeno disminuye (Tisdal & Nelson, 1966).

En los suelos del pacífico de Nicaragua el contenido de fósforo está en niveles de medio a bajo. Para el cultivo de la soya es una limitante y se hace necesaria la aplicación de abonos fosfatados de 60 - 70 kg/ha para obtener buenos rendimientos en esta región (Izquierdo, 1988).

La soya con un rendimiento de 3,000 kg/ha de semilla puede extraer 205 kg de nitrógeno, 55 kg de fósforo y 135 kg de potasio, teniendo en cuenta esta cifra y previo análisis de suelos puede calcularse la necesidad de fertilizante para este cultivo (C.E.A. 1990).

Se debe tomar en cuenta que niveles altos de fósforo inducen a deficiencias de zinc y pueden acentuar las deficiencias de potasio, por eso niveles moderados de fertilizantes fosforados son efectivos en aumento de la producción (Rosa & Young, 1989).

La soya cultivada bajo condiciones de bajo fósforo tendrá una menor asimilación neta de  $CO_2$ , reduciendo la habilidad de la hoja de seguir la luz solar y desarrollando estructuras foliares más gruesas (INPOFOS, 1991).

Dado que este cultivo en Nicaragua está recibiendo mucha importancia por parte de investigadores en busca de rendimientos por vía de la fertilización, regulación de la población, control de plagas y enfermedades y a la importancia del fósforo en este cultivo en los suelos del pacífico de Nicaragua se ha considerado necesario conducir este estudio experimental con el siguiente objetivo:

1. Determinar el efecto de diferentes niveles de fósforo y uso de nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo soya.

## II.- MATERIALES Y METODOS.

### 2.1 Descripción del lugar del experimento.

El experimento fue establecido donde fue el Centro Experimental del Algodón (C.E.A ), actualmente C.E.A - FUNDA (Fundación para el desarrollo agropecuario), en el año de 1992, ubicado en el Km.124 de la carretera a Posoltega.

Geográficamente se ubica entre los 12°33' de latitud norte y 86°59' de longitud oeste. Su altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m) es de 80-90 m.

Según Holdridge (1982), la localidad del Centro Experimental del Algodón corresponde a Bosque Tropical Seco. La temperatura promedio anual es de 27.4°C y la precipitación promedio anual es de 2,000 mm. El clima presenta condiciones aceptables para el cultivo de la soya (Fonseca, 1990).

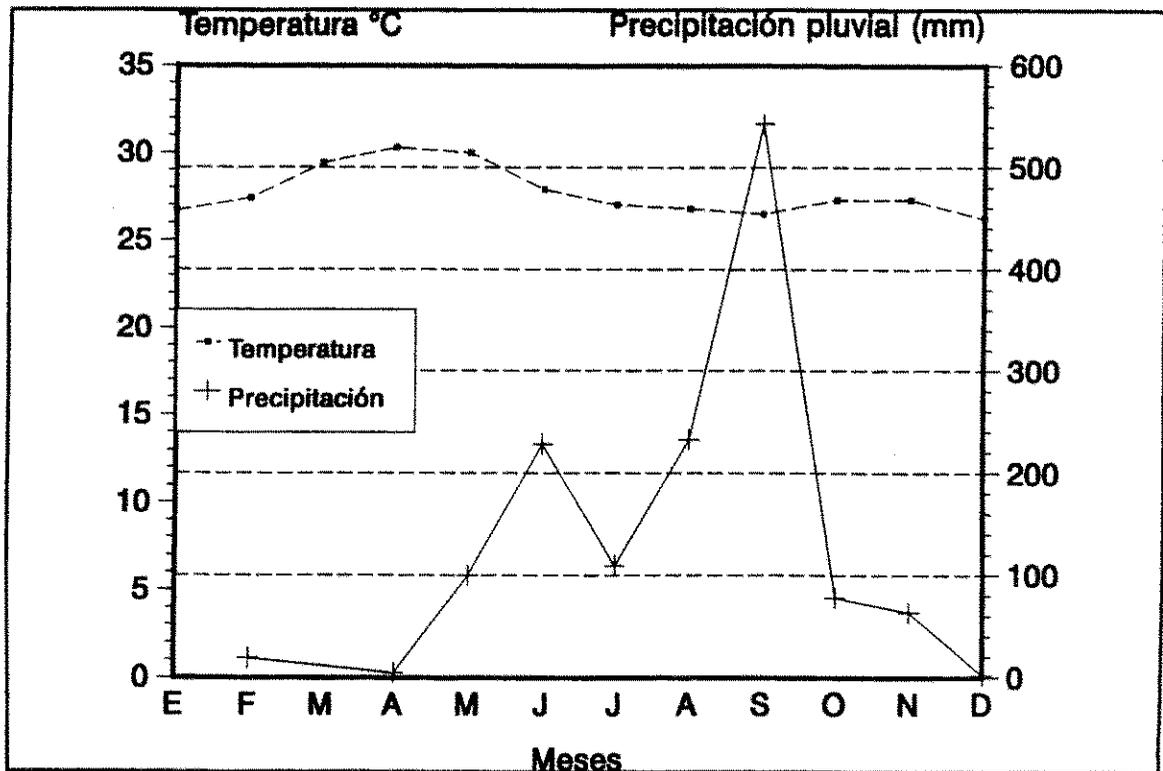


Fig. 1. Precipitación y Temperatura durante el ciclo de desarrollo del cultivo de la soya (Glycine max (L) Merrill)

El suelo pertenece a la serie el Ingenio(EI), que consiste en suelos profundos, bien drenados, textura franco - arenosa, permeabilidad moderada con una porción de 62 % de arena, 30 % de limo y 8 % de arcilla, derivado de ceniza volcánica (Catastro, 1971).

Según el CEA (1992<sub>b</sub>), el suelo donde se realizó el experimento se caracteriza por presentar cantidades medias de fósforo, alto contenido de calcio, potasio y magnesio con pH de 6.4 y contenido medio de materia orgánica. Textura franco - arenosa (Tabla 1)

Tabla 1. Análisis Físico - Químico del suelo donde se estableció el experimento. (CEA, Posoltega. 1992)

pH	ug/ml				meq/100 ml suelo					ug/ml			Textura %		
	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	Fe	MO	Arc	Li	Are			
6.4	8.0 <sub>m</sub>	1.54 <sub>a</sub>	8.41 <sub>a</sub>	2.33 <sub>a</sub>	2.5 <sub>a</sub>	4.0	10	93	2.4 <sub>m</sub>	10	20	70			

meq/ml de suelo= miliequivalentes por 100 g. de suelo

ug/ml = microgramo por mililitro de suelo

a= alto

m= medio

El pH se determinó potenciométricamente.

El P, K, Mg, Zn, Cu y Fe Se determinaron usando el extractante de OLSEN modificado.

El Ca y el Mn se determinaron usando el extractante de cloruro de potasio (KCl)

Los tratamientos fueron establecidos en un diseño de Bloques Completo al Azar (BCA). El experimento consistió de cinco tratamientos y cuatro repeticiones. (cuadro 2)

Tabla 2. Descripción de los tratamientos.

Nivel	Clave	Tratamiento
T <sub>1</sub>	(Test)	Inoculante (Testigo)
T <sub>2</sub>	I + 30 P	Inoculante + 30 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
T <sub>3</sub>	I + 60 P	Inoculante + 60 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
T <sub>4</sub>	I + 90 P	Inoculante + 90 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
T <sub>5</sub>	I + 10 N <sub>2</sub>	Inoculante + 10 kg de N/ha

El área del ensayo fue la siguiente:

Área total del ensayo:	480	m <sup>2</sup>
Área de cada bloque:	120	m <sup>2</sup>
Área de la parcela:	20	m <sup>2</sup>
Área de la parcela útil:	12	m <sup>2</sup>

En el experimento se evaluaron las siguientes variables:

- 1)- Altura de la planta (cm) con intervalos de 15 dds
- 2)- A la cosecha se evaluó tomando en 10 plantas por parcela a los siguientes parámetros:

- Altura de inserción a la primera vaina (cm).
- Número de vainas por planta.
- Diámetro del tallo (mm)
- Número de nódulos por planta.
- Peso de 1,000 granos (g).
- Rendimiento (kg/ha).

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias utilizando la prueba de DUNCAN al 95 %.

## 2.2 Manejo del Cultivo.

La preparación del suelo se realizó de la forma convencional, con un pase de arado, dos pases de grada, nivelación y banqueo.

La siembra se hizo utilizando una sembradora a chorrillo PLANET JUNIOR, colocando la semilla a una profundidad de 5 cm y 60 cm entre surco. La semilla utilizada presentó un 90 % de germinación. Todos los tratamientos fueron inoculados. Su inoculación se hizo siguiendo las normas técnicas del método de inoculación del CEA 1992.

El fertilizante fue aplicado en el momento de la siembra según la dosis a evaluar en cada tratamiento (tabla 2).

Se efectuó la actividad de raleo a los 15 días después de la siembra, dejando 24 plantas por metro lineal para obtener una población de 400,000 plantas por hectárea.

El control de malezas consistió en una operación manual a los 20 días después de la siembra.

El control de plagas insectiles principalmente Nezara viridula L. (Chinche verde) y Anticarsia gemmatilis Hubn. (Gusano de la soya), se hizo de acuerdo a los niveles de daños económico permisible según el CEA (1992<sub>p</sub>), a través de las aplicaciones de chlorpirifos (Lorsban) + (filitox) a dosis de 1.41l + 1.41 l/ha y metamidofos (Filitox) a dosis de 1.41 l/ha.

No se usó ningún tipo de fungicida o bactericida debido a que el cultivo no fue atacado por patógenos. La cosecha se realizó cuando el cultivo alcanzó su madurez fisiológica a los 120 días después de la siembra.

### III.- RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1.- Efecto de los niveles de fósforo y de nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo.

El desarrollo de la planta es el proceso continuo que se inicia con la germinación de la semilla y concluye cuando la semilla alcanza su madurez fisiológica y se encuentra lista para la cosecha. Su crecimiento depende de la etapa de desarrollo en que se encuentre (Rosa & Young, 1989).

FAO (1985), señala que el crecimiento de las plantas determinan la altura total, número de nódulos y altura de inserción a la primera vaina.

La planta de soya necesita de muchos nutrientes para un crecimiento saludable y producir altos rendimientos. Muchos de estos son suministrados por el suelo. Donde los suelos son deficientes en dichos nutrientes éstos deben suministrarse agregando fertilizantes ( Pankey, 1989).

### 3.1.1.- Altura de la planta.

Carter & Hartwing citados por Neumaier (1975), señalan que la altura y el vigor de la planta son de gran importancia en la soya debido a su influencia en el rendimiento, desarrollo, acame y cosecha ya que cultivares que presentan alturas medias son preferidas por que no presentan problemas en las cosechas como con las muy altas y las muy bajas, además de que un cultivar puede variar considerablemente en altura debido a la época de siembra, espaciamiento entre plantas, fertilidad del suelo y otros factores ambientales.

Desde el punto de vista estadístico, el efecto de los diferentes niveles de fósforo y de nitrógeno sobre la altura de la planta no fue significativo.

Estos resultados pueden ser debido a que los niveles de fósforo y de nitrógeno ya existentes en el suelo eran suficientes para satisfacer las demandas del cultivo, razón por la cual la aplicación de dichos elementos no ejerció efecto, ya que la altura de plantas se presentó entre los rangos característicos de la variedad Cristalina.

Estos resultados concuerdan con los de Rivas (1988), quien reportó que la variación de altura de plantas en respuesta a diferentes dosis de fertilizante no es significativa.

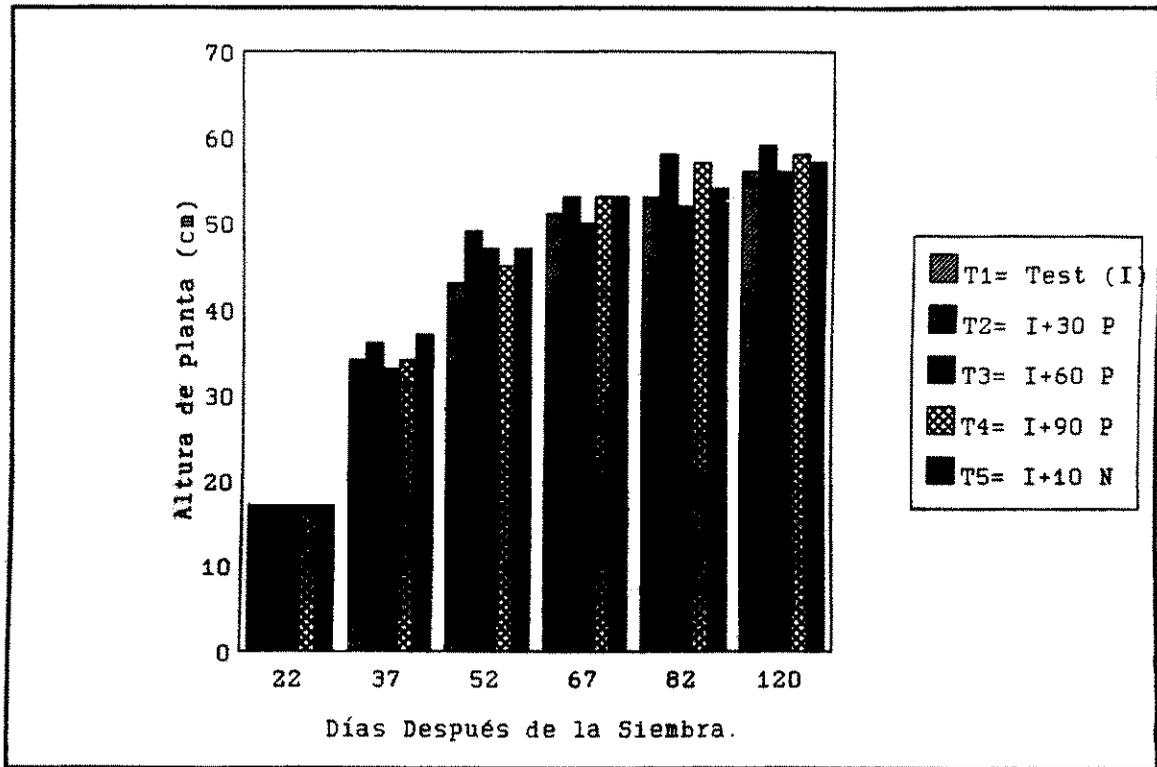


Figura.2 Efecto de los niveles de fósforo y de nitrógeno en la altura de la planta (cm).

### 3.1.2 Altura de inserción a la primera vaina (cm).

La altura de la planta se encuentra correlacionada con la altura de inserción a la primera vaina (Carter, et al citados por Gómez (1990). Es recomendable que la altura de inserción a la primera vaina sea de 10 cm a más, ya que así se evitarán pérdidas durante la cosecha mecanizada (FAO, 1985).

Los resultados indican que en la altura de inserción a la primera vaina, todos los tratamientos estudiados mostraron una altura a la primera vaina de 16 cm (Figura 3).

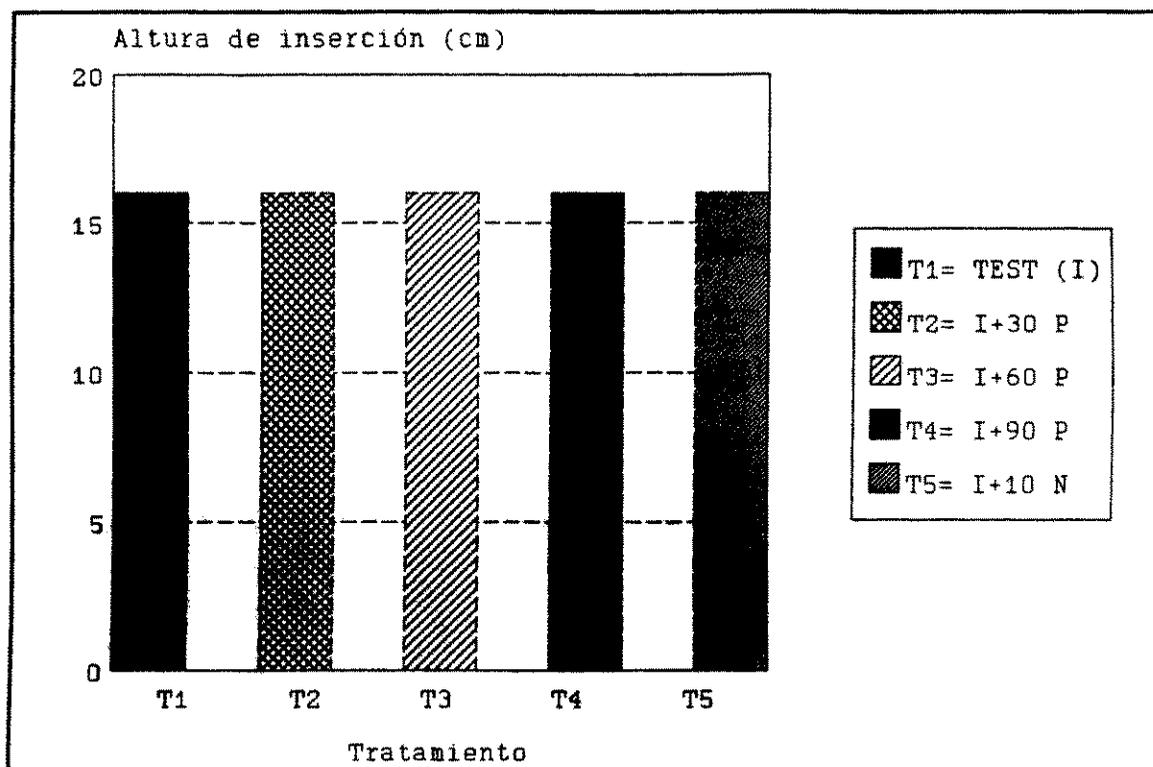


Figura.3 Efecto de los niveles de fósforo y de nitrógeno en la altura de inserción a la primera vaina (cm).

En el análisis estadístico no se encontró diferencias significativas en los diferentes tratamientos.

Este comportamiento podría deberse a que el cultivo se desarrolló con buenas condiciones de humedad y temperatura y a que el nivel de 8 ppm de fósforo y al nitrógeno existentes en el suelo eran suficientes para satisfacer las demandas del cultivo, en su proceso de crecimiento normal.

Este resultado concuerda con los obtenidos por Téllez (1987), quién utilizando la variedad cristalina en condiciones óptimas reportó una altura de inserción de la primera vaina de 16 cm. Sin embargo Chamorro (1989), obtuvo una altura de 12.6 cm.

### 3.1.3 Diámetro del tallo (cm).

Una planta debe tener un tallo relativamente resistente a las condiciones adversas del medio. La resistencia del tallo está en dependencia del diámetro. Es por eso que ésta es una variable importante ya que tiene influencia sobre el rendimiento del cultivo (Solórzano. & Robleto. 1994).

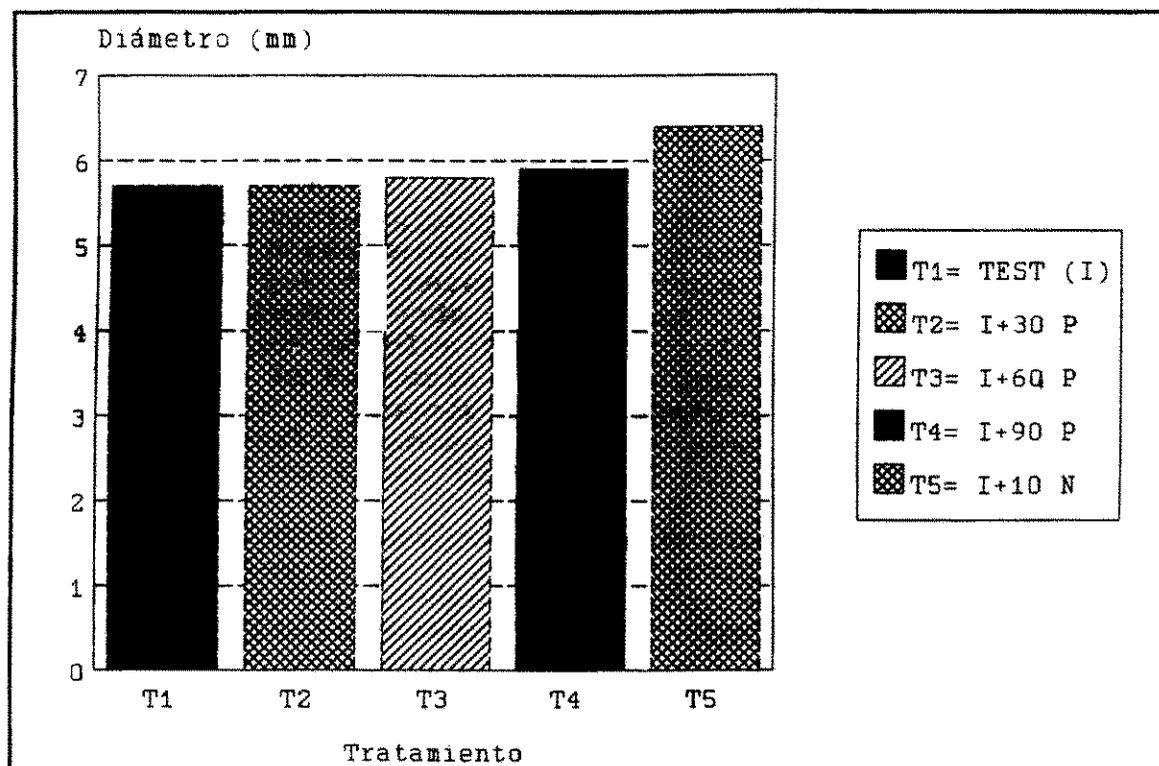


Figura.4 Efecto de los niveles de Fósforo y de Nitrógeno en el diámetro del tallo (mm).

Puede observarse que en los tratamientos que presentaban inoculante más los diferentes niveles de fósforo (30 kg, 60 kg, 90 kg) tuvieron un comportamiento similar en comparación con el testigo ( $T_1$ ). Sin embargo, la Figura 4, muestra que el mayor diámetro (6.4 mm) se presentó en el tratamiento al que se le aplicó nitrógeno ( $T_5$ ).

El análisis estadístico del diámetro del tallo muestra que no existieron diferencias significativas en los diferentes tratamientos evaluados.

Este comportamiento nos corrobora que el nivel de 8 ppm de fósforo existente en el suelo eran suficientes para el desarrollo de un diámetro resistente a las condiciones adversas del medio. Así también podemos atribuir que la presencia del nitrógeno pudo favorecer un desarrollo más vigoroso del diámetro.

Según Worthen & Aldrich (1986) el nitrógeno es la base principal de las proteínas. Una buena aportación de este elemento aumenta el contenido protéico de las plantas y en las leguminosas este aumento es de un 3.5 por ciento.

#### 3.1.4 Número de nódulos por planta.

La soya tiene la propiedad de fijar el nitrógeno del aire mediante la bacteria Bradyrhizobium japonicum, que no puede vivir en las raíces normalmente. Esta bacteria no existe en nuestro medio, por lo que es necesario inocular la semilla antes de la siembra. El lugar donde se realiza la fijación del nitrógeno corresponde a los nódulos sobre las raíces, como resultado de la penetración de la bacteria. Esta aplicación de inoculante es una manera económica de proveer de nitrógeno a la soya sin la necesidad de aplicar fertilizantes nitrogenados. Esta práctica es indispensable para tener éxito en el cultivo (MAG, 1992).

El tratamiento testigo ( $T_1$ ), presenta numéricamente el mayor número de nódulos (105), seguido del tratamiento inoculado más 60 kg/ha de  $P_2O_5$  ( $T_3$ ), el resto de los tratamientos presentan similar número de nódulos. Sin embargo puede observarse que el tratamiento donde se aplicó nitrógeno presentó el menor número de nódulos (63), en relación con el resto de los tratamientos (Figura 5).

El análisis estadístico muestra que no existió diferencias significativas para el número de nódulos entre los tratamientos.

El efecto no significativo del tratamiento al que se aplicó I + 10 Kg/ha de nitrógeno ( $T_5$ ) podría atribuirse a que el nivel de nitrógeno existente en el suelo era suficiente para la fijación simbiótica y que no era necesaria la aplicación de este elemento, por lo que se pudo observar una reducción en el número de nódulos.

El nitrógeno en niveles altos puede causar la retención de los carbohidratos de la raíz y limitar el desarrollo de nódulos, (Brill, 1977).

Las aplicaciones de los diferentes niveles de fósforo evaluados no ejercieron efecto, pudo ser debido a que los 8 ppm de fósforo existentes en el suelo eran suficientes para satisfacer las necesidades del cultivo y favorecer la fijación simbiótica de la bacteria con las raíces, ya que estos se comportaron similar con el testigo ( $T_1$ ).

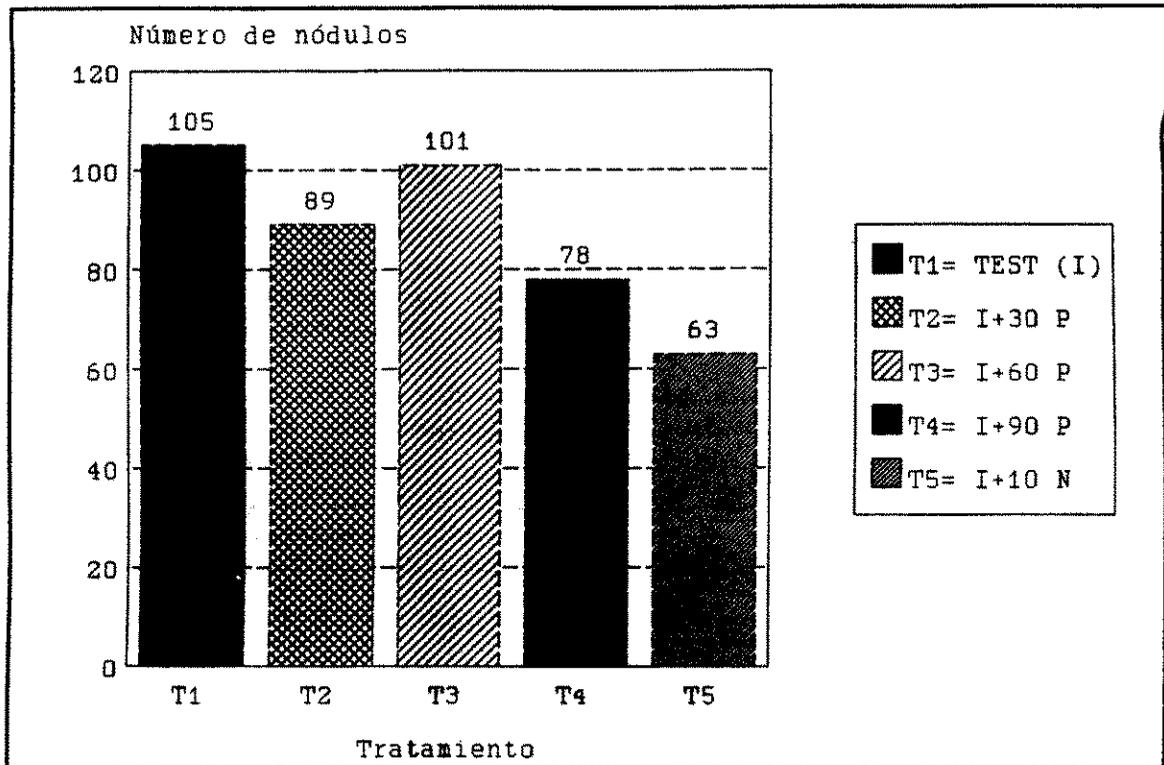


Figura.5 Efecto de los niveles de Fósforo y de nitrógeno en el número de nódulos por planta.

FAO (1984), recomienda la aplicación de una pequeña cantidad de fertilizante nitrogenado (10 kg/ha), para ayudar al crecimiento inicial de las plántulas hasta que la fijación del nitrógeno del aire se establezca. Sin embargo, se ha demostrado que la fertilización nitrogenada retarda la nodulación.

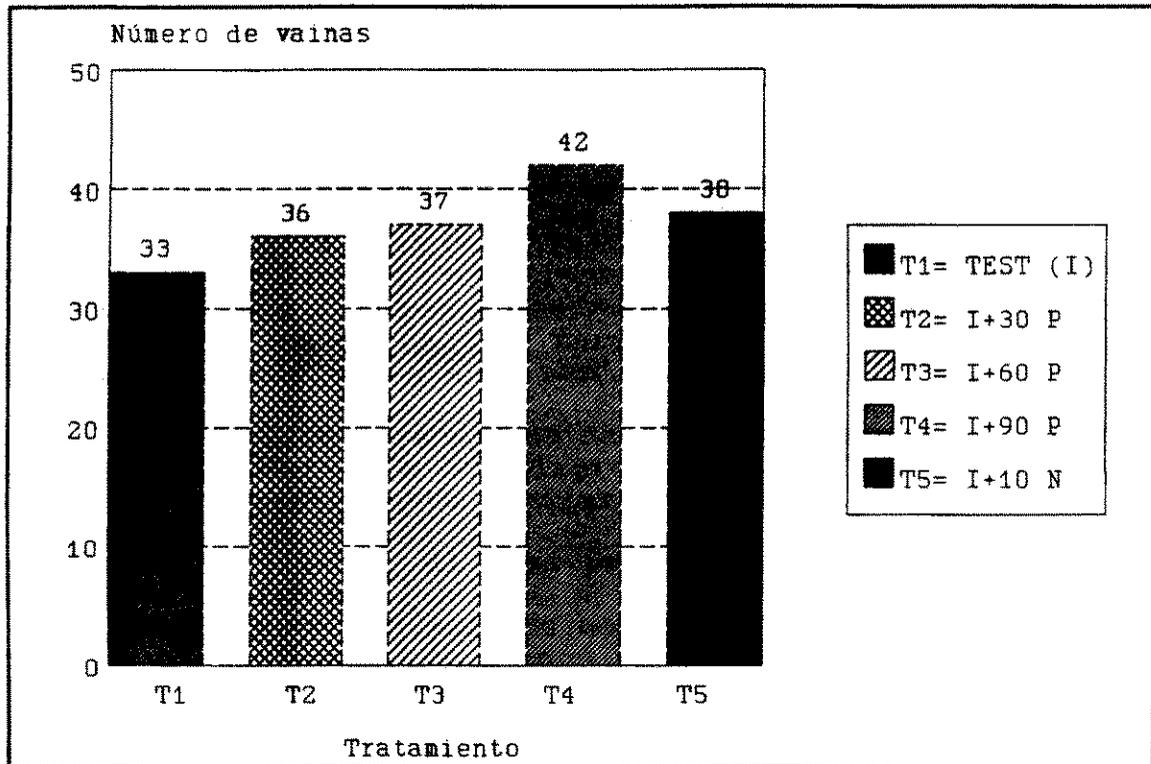
Según CEA (1992<sub>b</sub>), no es recomendable la aplicación de nitrógeno en ninguna etapa de desarrollo del cultivo y solo se debe aplicar inoculantes que contiene la cepa FA - 3 como fertilizante biológico en dosis de 858 g/ha cuando la siembra es por primera vez y 286 g/ha donde ya se ha sembrado soya.

### 3.1.5 Número de vainas por planta.

El número de vainas por planta es el componente más importante del rendimiento. Cerca del 40% de las flores forman vainas, estas pueden producir un buen rendimiento de semillas en condiciones favorables de crecimiento (Pankey, 1989).

El tratamiento que contenía inoculante más 90 kg/ha de  $P_2O_5$  ( $T_4$ ) presentó el mayor valor numérico de vainas (42), seguido del tratamiento al que se le aplicó nitrógeno ( $T_5$ ), el resto de los tratamientos presentaron similar número de vainas (Figura 6).

El análisis de varianza no revela diferencias significativas en los diferentes tratamientos estudiados para la variable número de vainas por planta.



**Figura.6** Efecto de los niveles de fósforo y de nitrógeno en el número de vainas por planta.

Numéricamente se puede observar en los resultados que el nitrógeno y el fósforo aplicados ejercieron una ligera respuesta en los tratamientos evaluados.

Este efecto puede deberse a que niveles de estos elementos en el suelo eran suficientes para obtener una buena formación de vainas por planta según características de la variedad Cristalina, razón por la cual dichas aplicaciones no fueron necesarias ya que solo incrementa los costos de fertilizantes.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Rivas, (1988), quien encontró respuesta positiva a la dosis de 60 kg/ha de  $P_2O_5$  en la producción de vainas por planta.

FAO (1986), afirma que la soya puede fijar nitrógeno atmosférico lo que atiende a sus necesidades para obtener rendimientos elevados. Sin embargo, una dosis de arranque de 10 - 20 Kg/ha de nitrógeno es beneficiosa para un crecimiento inicial.

### 3.1.6 Peso de mil granos.

El tamaño y peso máximo de la semilla depende de la variedad de la soya. El peso de la semilla se determina durante el llenado de la semilla. La sequía o falta de nutrientes en esta etapa reduce la tasa y duración del llenado de la semilla (Pankey, 1989).

Gran parte del fósforo que necesitan las plantas de soya es absorbido y transferido más tarde desde las hojas, tallos y pecíolos, posteriormente a la semilla (Walter, 1975).

El peso de 1,000 granos fue de 155 g (dato tomado a la cosecha con 15 % de humedad). En los diferentes tratamientos evaluados se encontró un comportamiento similar (Figura 7).

Según CEA (1992), el peso promedio de 1,000 granos de esta variedad es de 145 g.

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre los tratamientos estudiados para el peso de 1,000 granos.

Este pudo haber ocurrido debido al hecho de que esta variable está condicionada a las características de la variedad y condiciones del medio ambiente. Esto indica que probablemente el nivel de 8 ppm de fósforo y el nivel de nitrógeno existentes en el suelo no ejercieran efecto y eran suficientes para la buena formación del grano, por lo tanto no fue necesaria la aplicación de dichos elementos.

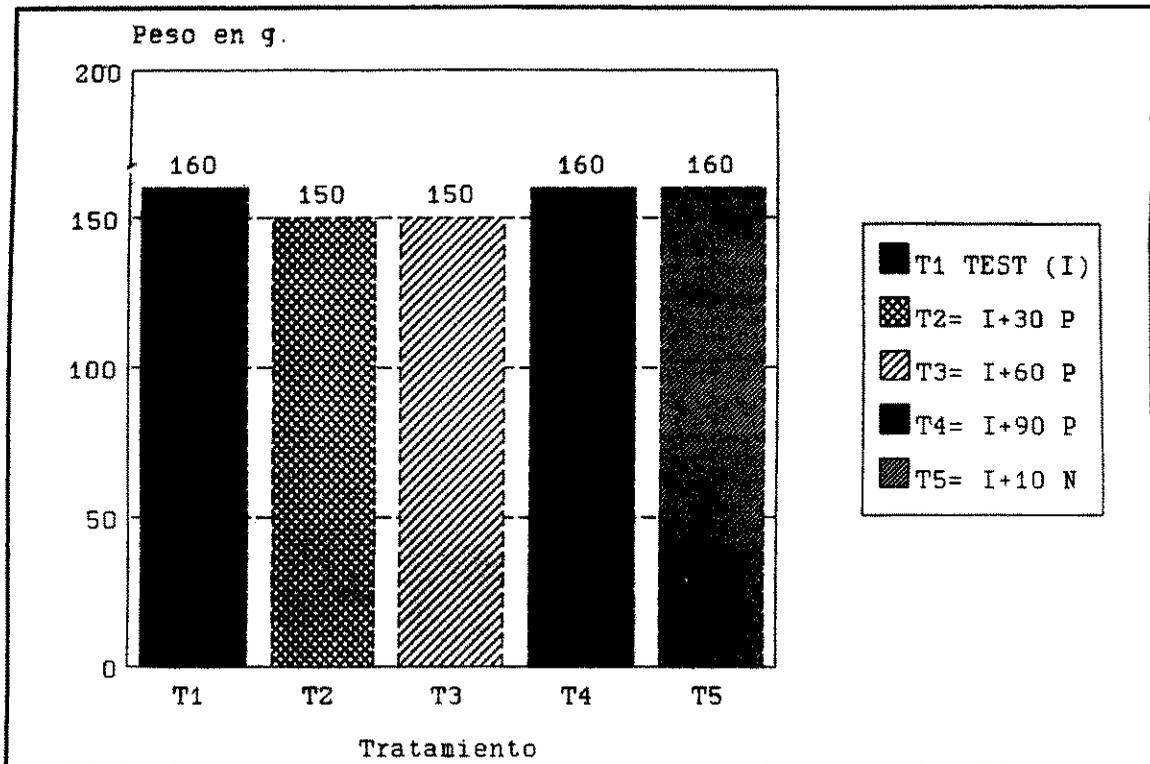


Figura.7 Efecto de los niveles de fósforo y nitrógeno en el peso de 1 000 granos.

### 3.1.7 Rendimiento.

Para una producción eficiente de soja los suelos deben ser adecuadamente preparados y manejados para una buena absorción de agua y de nutrientes, así también como buena distribución de la semilla (FAO, 1984).

El análisis de varianza no refleja diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en esta variable.

El comportamiento en los diferentes tratamientos fue similar. Sin embargo se presenta un ligero aumento numérico de 125 kg/ha de rendimiento en el tratamiento al cual se le aplicó 90 kg/ha de  $P_2O_5$  ( $T_4$ ). El menor valor de rendimiento se obtuvo en el tratamiento que presenta los 60 kg/ha de  $P_2O_5$  ( $T_3$ ).

También es observable que el tratamiento al cual se le aplicó nitrógeno ( $T_5$ ) obtuvo un rendimiento (3,063 kg/ha) igual al testigo ( $T_1$ ) (Figura 8).

Este comportamiento probablemente se debió a que los 8 partes por millón de fertilizante fósforo en el suelo eran suficientes para satisfacer las demandas del cultivo. El ligero incremento en el rendimiento no compensa los costos del fertilizante aplicado. Es probable que el nitrógeno existente en el suelo haya sido suficiente para el cultivo, por lo que su efecto respecto al testigo fue igual, razón por la cual la aplicación de las dosis de fósforo y de nitrógeno no fue necesaria.

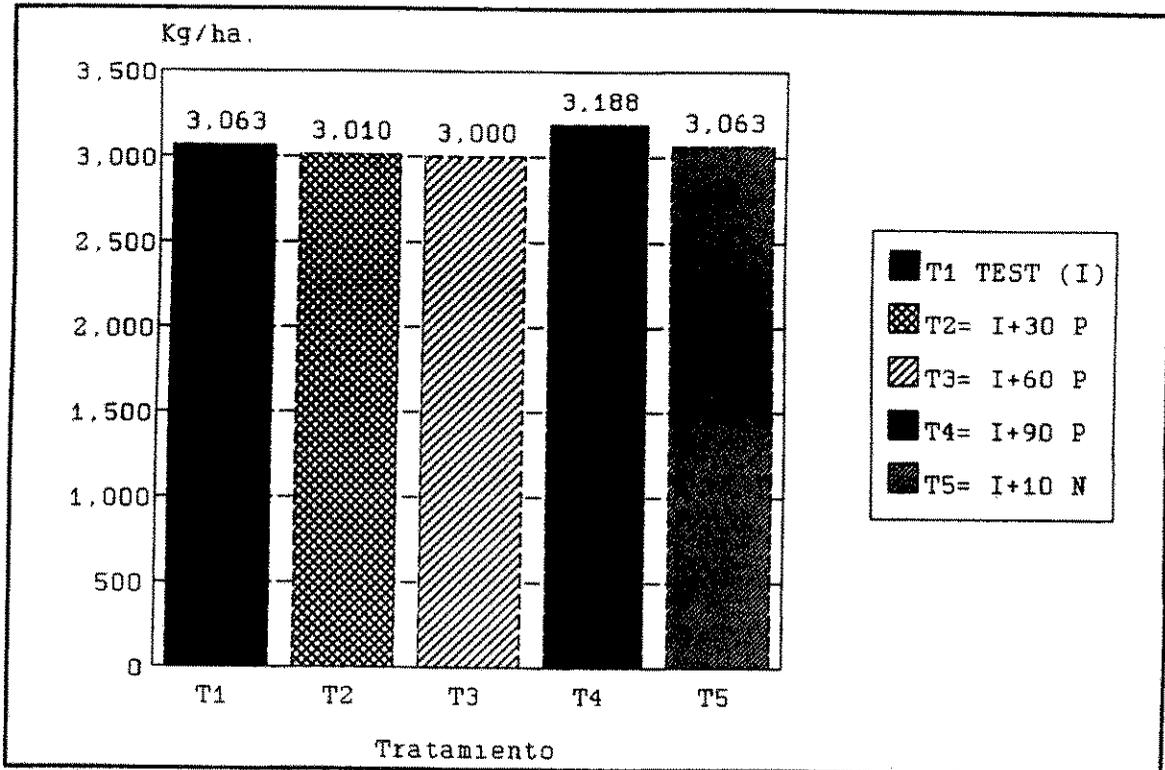


Figura.8 Efecto de los niveles de Fósforo y de nitrógeno en el rendimiento (kg/ha).

Este comportamiento concuerda con los resultados obtenidos por Weber ( 1966 ), citado por García ( 1988 ), quien encontró una ligera respuesta, la cual no fue suficiente para justificar el costo del fertilizante.

González et al. (1986), citados por Rivas (1988), reporta que la dosis suplementaria de fósforo no ejerció efecto sobre el rendimiento del cultivo.

Por otro lado, CEA (1992<sub>b</sub>), no encontró diferencias significativas de granos de soya de la variedad Cristalina en suelos con 8 partes por millón de fósforo.

García (1988), indica que es más barato inocular con la cepa FA - 3 que aplicar fertilizante.

**IV. CONCLUSIONES.**

En base a los resultados obtenidos en este estudio se puede concluir lo siguiente:

- 1- Los diferentes tratamientos en este experimento no ejercieron ningún efecto sobre la altura de planta, la altura de inserción a la primera vaina, y diámetro del tallo.
- 2- La nodulación de la soya fue numéricamente menor en el tratamiento al cual se le aplicó nitrógeno ( $T_5$ ) y el mayor número de nódulos se obtuvo en el tratamiento testigo ( $T_1$ ).
- 3- El mayor número de vainas por planta se presentó en el tratamiento al que se le aplicó los 90 kg/ha de  $P_2O_5$  ( $T_4$ ), presentando el resto de los tratamientos un comportamiento similar.
- 4- Las aplicaciones de fósforo y nitrógeno no afectaron la calidad ni el peso de la semilla, este se encontró entre los rangos característicos de la variedad Cristalina.
- 5- El mayor valor numérico respecto al rendimiento fue obtenido en el tratamiento al cual se le aplicó 90 kg/ha de  $P_2O_5$  ( $T_4$ ) y con el menor valor se encontró en el tratamiento que contenía los 60 kg/ha de  $P_2O_5$  ( $T_3$ ).

## V. RECOMENDACIONES.

- 1- No aplicar fertilizantes fosforados en suelo que contengan 8 ppm de dicho elemento por lo que el rendimiento del cultivo de la soya no se ve aumentado en este estudio.
- 2- Hacer uso de inoculantes a la semilla de soya ya que es la forma mas económica de proveer de nitrógeno al cultivo.
- 3- Para futuro estudio y producción de soya realizar el análisis de suelo, antes de la siembra el cual indicará si existe o no necesidad de aplicar fertilizantes fosforados y nitrógenados al cultivo.
- 4- Realizar el mismo experimento en otras localidades donde el suelo contenga menos de 8 partes por millón de fósforo.

**6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.**

- 1.- Brill. W. J. 1977 Biological Nitrogen fixation scientific American 81 pp.
- 2.- CATASTRO E INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES DE NICARAGUA 1971. Levantamiento de suelos de la región del pacífico de Nicaragua. Descripción de suelos. vol.I, parte 2, 352 pp.
- 3.- CENTRO EXPERIMENTAL DEL ALGODON, 1990. Manual para la producción agropecuaria.II Edición, Cultivos oleaginosos, Area Producción Vegetal. Posoltega - Chinandega.73 pp
- 4.- CENTRO EXPERIMENTAL DEL ALGODON, 1992.(a) Programa Nacional de Soya. Guía práctica para el cultivo de la soya. Posoltega - Chinandega. 17 pp.
- 5.- CENTRO EXPERIMENTAL DEL ALGODON, 1992. (b) Resultados de investigación, ciclo agrícola 1992 - 1993. Posoltega - Chinandega. 189 pp.
- 6.- Chamorro C, 1989. Influencia de los diferentes métodos de control de malezas al crecimiento, desarrollo y rendimiento de la soya Glycine max L. Merr. Tesis de Ing Agrónomo, ISCA. Managua, Nicaragua.
- 7.- FAO 1984. Diagnóstico para el fomento de la producción de soya y otras oleaginosas anuales. Programa de cooperación técnica. Texto principal y Anexos. 35 pp.
- 8.- FAO 1985. Diagnóstico para el fomento de la producción de soya y otras oleaginosas, Programa de capacitación técnica, Nicaragua. 82 pp.
- 9.- FAO 1986. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO, Riego y drenaje N° 33, Roma - Italia. 212 pp
- 10.- Fonseca. A. 1990. Efecto de los diferentes métodos de control de malezas en post - emergencia en el cultivo de la soya (Glicine max (L) Marr).Tesis de Ing Agrónomo Managua - Nicaragua. 50 pp.

- 11.- García S, 1988. Comportamiento de 6 cepas de Bradyrhizobium japonicum en el cultivo de la soya Glycine max. L. merril. var. Cristalina. Tesis Ing Agrónomo, Managua - Nicaragua. 19 pp.
- 12.- Gómez L.Y. 1990. Evaluación de 6 var. de soya Glycine max. en tres fechas de siembra. Tesis Ing. Agrónomo. Managua, Nicaragua 52 pp.
- 13.- Holdridge L. R. 1982 Ecología basada en zonas de vida. IICA, San José, Costa Rica. 216 pp.
- 14.- INIA 1974. El cultivo de la soya en México. DF 75 pp.
- 15.- INPOFOS 1991. Informaciones Agronómicas. 30 pp.
- 16.- Izquierdo, M. 1988. Efecto de diferentes formas de aplicación de fertilizantes sobre el rendimiento del frijol común Phaseolus vulgaris L. var. Rev - 79 y Materia verde de frijol y maleza. Tesis Ing. Agrónomo. Managua, Nicaragua. 29 pp.
- 17.- MAG, CONAL, CEA 1992, Programa Nacional de Soya. Consejo técnico del cultivo. Chinandega, Nicaragua. 35 pp.
- 18.- Neumaier, M. 1975. Efeito da fertilidade do solo de plantio e populacao sobre o comportamento de duas cultivares de soja, Glycine max. Porto alegre tase prentada de mestre om fitotecnia do curso de posgraduacao, facultade de aronomia universidade federal do rio grande de sul, 127 pp.
- 19.- Pankey, R, K. 1989. Guía del Agricultor para el cultivo de la soya en arrozales. Editorial, Limusa México. Noriega editores, 216 pp.
- 20.- Rivas, D. 1988. Efecto de la fertilidad fosfatada distancia de siembra sobre el rendimiento de la soya Glycine max. Tesis Ing. Agrónomo, ISCA . Managua, Nicaragua. 21 pp.
- 21.- Rosa J.C & Young. R, 1989. El cultivo de la soya. Escuela Panamericana, Honduras, EL ZAMORANO. 58 pp.

- 22.- Solórzano P.A. & Robleto A.M. 1994. Efecto de sistemas de labranza, rotación de cultivo y métodos de control de malezas sobre la dinámica de las malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) y Soya (Glycine max (L) Merrill). Tesis Ing. Agrónomo. Managua - Nicaragua. 80 pp.
- 23.- Tellez, G.P. 1987. Influencia en siembra temprana de la soya Glycine max. Tesis Ing. Agrónomo, ISCA Managua, Nicaragua. 32 pp.
- 24.- Tisdal. S & W. Nelson 1966. Fertilidad de los suelos y fertilizantes, trad. Bolash J, Barcelona, España. 234 pp.
- 25.- Walter S. 1975. Producción Moderna de la soya. I Edición Buenos Aires, Argentina. 192 pp.
- 26.- Worthen E.L & S.R Aldrich, 1986 Suelos agrícolas, su conservación y fertilización. II Edición Español, Revolución, La Habana. 416 pp.

## ANEXOS

Anexo 1.- Tabla 3.- Efecto de los niveles de fósforo y de nitrógeno en la altura de la planta, en el cultivo de la soya (cm).

No	Tratamiento	22	37	52	67	82	120
1	Inoculante	17	34	43	51	53	56
2	I +30 kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	17	36	49	53	58	59
3	I +60 kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	17	33	47	50	52	56
4	I +90 kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	17	34	45	53	52	58
5	I +10 kg/ha N <sub>2</sub>	17	37	47	53	54	57
	ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	C. V %	3.6	8.1	9.1	10.7	6.7	9.2

I= Inoculante      NS= No Significativo (p ≤ 0.05)  
 C. V= Coeficiente de Variación

ANEXO 2. Tabla 4.- Efecto de los niveles de fósforo y de nitrógeno en el diámetro del tallo, número de nódulos por planta y altura de inserción a la primera vaina (C.E.A, Posoltega 1992).

No	Tratamiento	Diámetro del Tallo (mm)	No. Nódulos por planta.	Alt inser. 1ra.vaina (cm)
1	Inoculante	5.7	105	16
2	I+30Kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5.7	89	16
3	I+60Kg/haP <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5.8	101	16
4	I+90Kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5.9	78	16
5	I+10Kg/ha N <sub>2</sub>	6.4	63	16
	ANDEVA	NS	NS	NS
	C. V %	10.3	44.9	8.0

I=Inoculante NS= No Significativo (p < 0.05)  
C.V = Coeficiente de variación.

ANEXO 3. Tabla 5.- Efecto de los niveles de fósforo y de nitrógeno en los componentes del rendimiento (CEA, Posoltega, 1992)

No.	Tratamiento	Peso de 1000 sem. (g)	Número de vainas/pt	Rendimiento Kg/ha
1	Inoculante	160	33	3063
2	I+30Kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	150	36	3010
3	I+60Kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	150	37	3000
4	I+90Kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	160	42	3188
5	I+10Kg/ha N <sub>2</sub>	160	38	3063
	ANDEVA	NS	NS	NS
	C. V †	9.3	13.9	16.6

I = Inoculante      NS = No Significativo      (p ≤ 0.05)  
 C. V= Coeficiente de Variación

ANEXO.4 Tabla 6.- Características Botánicas y Agronómicas de la variedad Cristalina. Centro Experimental del Algodón (CEA), Posoltega. 1985 - 1990.

Habito de crecimiento	COLOR				
	Flor	Pubescencia	Vaina	Semilla	Hilo
Determinado	Morada	Gris	Marrón Claro	Amarillo Brillante	Café Claro
Días a Flor	Días a cosecha	Altura de planta (cm)	Altura primera vaina (cm)	Vainas por planta	Rendimiento qq/mz
40	112	53.7	10.8	55	35