

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE FERTILIZACIÓN DE DIFERENTES  
NIVELES DE FÓSFOROS Y LA EXTRACCIÓN DE MACRO Y  
MICRONUTRIENTES EN TRES VARIEDADES DE FRIJOL COMUN  
(Phaseolus Vulgaris L.)**

**AUTORES:**

**Br. AQUILE DE LA CONCEPCIÓN PALLAVICINI  
Br. JAVIER VALVERDE LUNA**

**ASESORES:**

**Ing. Agr. Msc. TELEMACO TALAVERA SILES  
Ing. Agr. MIGUEL JERÓNIMO RIOS**

Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador  
como requisito final para optar al Título de  
Ingeniero Agrónomo con orientación  
en Fitotecnia

Managua, Nicaragua  
Mayo, 2000

# INDICE GENERAL

	<b>Páginas</b>
<b>SECCIÓN</b>	
DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE DE TABLAS	v
RESUMEN	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>2</b>
2.1 Generales	2
2.2 Específicos	2
<b>III. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
3.1 Generalidades de frijol común	3
3.2 Funciones principales de los macros y microelementos en las plantas	3
3.2.1 Nitrógeno	3
3.2.2 Fósforo	3
3.2.3 Potasio	4
3.2.4 Calcio	4
3.2.5 Magnesio	4
3.2.6 Azufre	5
3.2.7 Boro	5
3.2.8 Hierro	6
3.2.9 Cobre	6
3.2.10 Manganeseo	6
3.2.11 Zinc	7
3.3 Extracción de nutrientes por el cultivo	7
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>7</b>
4.1 Localización o ubicación del experimento	7
4.2 Tipo de suelo	8
4.3 Descripción del trabajo experimental	9
4.3.1 Diseño experimental	9
4.3.2 Los factores en estudio	9
4.3.3 Dimensión del ensayo	11

4.4	Variables de crecimiento y desarrollo	12
4.4.1	Altura de planta (cm)	12
4.4.2	Número de nódulos	12
4.4.3	Peso seco de los nódulos (g)	12
4.4.4	Nódulos efectivos	12
4.5	Variables de rendimiento y sus componentes	13
4.5.1	Peso seco del área foliar (g)	13
4.5.2	Densidad de planta por hectárea	13
4.5.3	Número de vainas por planta	13
4.5.4	Número de granos por vaina	13
4.5.5	Peso de 100 granos (g)	13
4.5.6	Rendimiento de granos (kg)	14
4.6	Manejo Agronómico	14
4.6.1	Preparación del suelo	14
4.6.2	Siembra	14
4.6.3	Fertilización	15
4.6.4	Plagas y enfermedades	15
4.6.5	Manejo de malezas	15
4.6.6	Cosecha	15
4.7	Extracción de macro y micronutrientes	15
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>16</b>
5.1	Variables evaluadas durante el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo en tres variedades de frijol común	16
5.1.1	Altura de planta	16
5.1.2	Densidades poblacionales	18
5.1.3	Número de vainas por planta	19
5.1.4	Número de granos por vaina	20
5.1.5	Peso de 100 granos (g)	21
5.1.6	Rendimiento (kg/ha)	22
5.1.7	Grano bueno y grano malo (%)	24
5.1.8	Nódulos por planta	26
5.1.9	Peso de nódulos por planta	29
5.1.10	Peso de cada nódulo	30
5.1.11	Porcentaje de nódulos efectivos y no efectivos	31
5.2	Incidencia de mustia hilachosa ( <i>Thanatephorus Cucumeris</i> ) (%)	33
5.3	Análisis de suelo	34
5.4	Contenido de materia seca del follaje	35
5.5	Extracción de nutrientes por el cultivo	36
5.5.1	Extracción de nitrógeno, fósforo y potasio por diferentes variedades del cultivo del frijol	36
5.5.2	Extracción de macronutrientes secundarios (Calcio, Magnesio y Azufre)	38
5.5.3	Extracción de micronutrientes (Boro, Hierro, Cobre, Manganeso y Zinc)	40
5.5.4	Extracción de macronutrientes por el grano	42
5.5.5	Extracción de macronutrientes por el grano	44

<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>46</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>49</b>
<b>VIII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>50</b>
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>56</b>

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a DIOS todo poderoso, supremo gobernante de la paz y el amor, guía de la humanidad hacia los buenos caminos separándonos del mal que nos lleva hacia los grandes errores de nuestras vidas para que reflexionemos ante ellos y hacer buenas obras para el bienestar de ti mismo y el de tu prójimo.

A mi madre Guadalupe del Socorro Pallaviccini García, por todo su amor y cariño, por brindarme seguridad, confianza y apoyo en los momentos más difíciles, por los valores y principios inculcados como toda una buena madre, por darme el tesoro más preciado de mi vida como es mi educación, obtenido a través del gran esfuerzo y sacrificio por parte tuya. Te agradezco lo que hasta hoy en día he alcanzado.

A mis hermanos, Juana Isabel y César Martín Pallaviccini, quienes se preocuparon por que alcanzara mi meta, a ellos muchísimas gracias.

A mi sobrino, Aarón Josué G. Pallaviccini, quien es tan especial y ha logrado brindarme alegría y motivación a seguir alcanzando nuevas metas.

*Aguile de la Concepción Pallaviccini*

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a DIOS PADRE CELESTIAL que es el ejemplo y la base del conocimiento.

A mis padres Maria Benita Luna de Valverde y Leonardo A. Valverde Membreño que me apoyaron justamente cuando más lo necesité, que nunca cesaron en su lucha por que consiguiera lo que buscaba, no importando el objetivo. Siempre pidiéndole al SEÑOR Jesucristo que me protegiera donde quiera que estuviese y es por tal motivo que dedico esta obra a ustedes "Padres Ejemplares".

A mi hermana Esperanza Valverde Luna y al resto de mis hermanos que de alguna manera o forma coadyuvaron en mi formación profesional y espiritual.

A mi novia, hoy mi esposa, Dalila Modesta Rivas A.

*Javier Valverde Luna*

## AGRADECIMIENTO

Gracias te doy SEÑOR PADRE ETERNO y la Santísima Virgen María que intercede cada día por el bienestar de la humanidad, por hacer posible mi existencia y la de todas aquellas personas que con un pensamiento puro han deseado el lograr una meta más en mi vida, el de estar al lado mío en todo momento y lugar bajo cualquier circunstancia de esta larga jornada y de vencer todos los obstáculos.

Agradezco a la Universidad Nacional Agraria (UNA), Facultad de Agronomía (FAGRO), Departamento de Horticultura, con todo respeto a los docentes que nos supieron forjar.

Al Programa Ciencia de las Plantas (UNA-SLU Plant Cience Program), por el financiamiento de este estudio en la parte experimental, así como la de su publicación.

Doy gracias de manera muy especial al trabajo realizado por nuestros Asesores, el cual fue fundamental para el cumplimiento eficaz de los objetivos propuestos, ya que dedicaron su valioso tiempo y profesionalismo para la culminación de esta obra. Como lo es el:

Ing. Agr. Msc. Francisco Telémaco Talavera Siles

Ing. Agr. Miguel Jerónimo Ríos

A mis tíos: Juan, Braulio, Ambrosio y Alejandro Pallavicini.

A mis primos: Javier, Norberto, Mario, Rafael, Iván, Tito, Marcia, Francis, Carmen.

A las Lic: Ecilda Monge, Maritza Espinales, Blanca Guevara, María Dolores Rodríguez, Caty Sánchez, Mirella Méndez.

A todos los buenos y verdaderos amigos de siempre, como: Familias Martínez Oconnor, Picado, Toval, Rodríguez Cardoce, Fermin Picado, Liliam Vanessa Téllez, Carlos Toval, Fultón Rugama, Francisco Zelaya, Eleazar Sotelo, Marcos Peralta, Yader Torrez, Ana Patricia Ruíz T., Estela Urbina, Marcia Pérez, Lissett Reynosa.

*Aquile de la Concepción Pallavicini*

## AGRADECIMIENTO

Agradezco sobre todas las cosas a DIOS NUESTRO SEÑOR que nos fortalece y me da esperanza para continuar en la lucha y ser alguien cada día mejor.

Agradezco a la Universidad Nacional Agraria (UNA), Facultad de Agronomía (FAGRO), Departamento de Horticultura, con todo respeto a los docentes que nos supieron forjar.

Al Programa Ciencia de las Plantas (UNA-SLU Plant Cience Program), por el financiamiento de este estudio en la parte experimental, así como la de su publicación.

Doy gracias de manera muy especial al trabajo realizado por nuestros Asesores, el cual fue fundamental para el cumplimiento eficaz de los objetivos propuestos, ya que dedicaron su valioso tiempo y profesionalismo para la culminación de esta obra. Como lo es el:

Ing. Agr. Msc. Francisco Telémaco Talavera Siles

Ing. Agr. Miguel Jerónimo Ríos

A mi hermana Berthalina Valverde Luna que fue siempre un ejemplo, producto de su esfuerzo por superarse.

A mi hermano Orlando Valverde Luna que me apoyó incondicionalmente.

Al Párroco Orlando Ordóñez Toledo (q.e.p.d), quien me enseñó a seguir luchando para conseguir lo que necesite.

A los trabajadores de La Compañía que nos ayudaron siempre para que se pudiese llevar a cabo este trabajo.

Gracias a todos los que de alguna u otra forma me ayudaron.

Gracias,

*Javier Valverde Luna*



## INDICE DE TABLAS

<b>TABLAS</b>	<b>Pagina</b>
1. Características químicas del suelo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	9
2. Características de las variedades en estudio. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	10
3. Nodulación producida por <i>Rhizobium</i> spp (escala).	10
4. Dimensiones del experimento. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	11
5. Descripción de los tratamientos. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	11
6. Comportamiento de altura y densidad poblacional de diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	19
7. Comportamiento de los componentes del rendimiento de diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	24
8. Porcentaje de grano bueno y grano malo en tres variedades de frijol común bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	26
9. Comportamiento de los números de nódulos de diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	28
10. Comportamiento del peso de nódulos por planta de diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	29
11. Comportamiento del peso de cada nódulo de diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	31
12. Comportamiento de los nódulos funcionales y no funcionales de diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	33
13. Incidencia de mustia hilachosa en diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	34

<b>TABLAS</b>	<b>Pagina</b>
14. Contenido de materia seca en el follaje de tres variedades de frijol bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	36
15. Extracciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio por la materia seca de tres variedades de frijol a los 33 y 54 días después de la siembra, bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	38
16. Comportamiento de las extracciones de los macro elementos (Ca, Mg y S) por la materia seca en diferentes etapas y diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	40
17. Comportamiento de las extracciones de los microelementos (B, Fe y Cu) por la materia seca en diferentes etapas y variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	41
18. Comportamiento de las extracciones de los microelementos (Mn y Zn) en diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	42
19. Comportamiento de las extracciones de macro elementos por los tejidos del grano en diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	44
20. Comportamiento de las extracciones de micro elementos por los tejidos del grano en diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.	45

## RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en la estación Experimental La Compañía, Carazo, en época de postrera 1996, en suelos jóvenes de origen volcánico. El suelo es franco - limoso con altos contenidos de potasio y deficiente en fósforo. De acuerdo a sus propiedades, este suelo puede ser considerado como adecuado para la mayoría de los cultivos. El propósito del experimento fue determinar el efecto de tres niveles de superfosfato triple en tres variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en cuanto a la acumulación de materia seca y rendimiento, así como la extracción de macro y micronutrientes. Las variedades evaluadas fueron: Dor-364, H-46 y Revolución 79, los niveles que se utilizaron 0 kg/ha, 45 kg/ha y 90 kg/ha. El diseño utilizado fue un bloque completamente al azar (B.C.A), con nueve tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, número de planta por hectárea, número de vaina por planta, granos por vaina, porcentaje de grano bueno y malo, peso de 100 granos, rendimiento, extracción de macro y microelementos, número de nódulos, peso de nódulos, peso de cada nódulo. Los datos se procesaron usando análisis de varianza (ANDEVA), y se utilizó la prueba de rangos múltiples de DUNCAN ( $P < 0.05$ ). Los resultados obtenidos se pueden sintetizar de la siguiente forma: La variedad Dor-364 presentó un mejor comportamiento en cuanto a la altura, granos por vaina, porcentaje de grano bueno, rendimiento, nódulos efectivos, extracción de nitrógeno, potasio, calcio, y magnesio por parte del grano. La variedad H-46 su mejor comportamiento fue en vaina por planta, densidad poblacional, mustia hilachosa, extracción de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, boro, hierro, cobre, manganeso y zinc por parte del follaje y fósforo, azufre, boro, hierro, cobre, manganeso, y zinc por parte del grano y la variedad Rev-79 presentó el mejor comportamiento en peso de 100 granos, número de nódulo por planta, peso de cada nódulo. En cuanto a los niveles el mejor comportamiento se obtuvo en el nivel 90 kg/ha con mayor densidad poblacional, granos por vaina, porcentaje de grano bueno, rendimiento, extracción de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio manganeso y azufre por el follaje y potasio por el grano. Seguido del nivel 45 kg/ha con el peso de 100 grano, número de nódulos por planta, peso de nódulos por planta, mustia hilachosa, calcio, magnesio y azufre por parte del grano y por último el testigo 0 kg/ha en cuanto a la altura, número de vaina por planta, nitrógeno y fósforo por parte del grano. En lo que se refiere a los microelementos presentaron un comportamiento similar tanto en el follaje como en el grano.

## I. INTRODUCCION

Se considera en Nicaragua que el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los cultivos fundamentales que impulsa la economía del país. Sin embargo, la producción continúa insuficiente para satisfacer la demanda nacional (CIAT, 1989).

El cultivo del frijol común es cultivado en mayor escala en el interior de la región central y en la parte central del pacífico de Nicaragua por pequeños productores quienes principalmente usan métodos tradicionales. La producción del ciclo 97 superó a la del ciclo 96 sembrándose un área de 325.3 mil manzanas cosechándose 189.1 mil manzanas, obteniéndose una producción de 1 551.2 mil qq con rendimientos de 8.2 qq/Hz (MAG, 1997). El consumo per cápita de nuestra población se estima en 50 g/día (Estrada, 1991) y 18.3 kg/año (Tapia & Camacho, 1988).

En América Central particularmente en Nicaragua, un 66 % de los suelos destinados a la producción de frijol son deficientes en fósforo (Fassbender, 1967 & Quintana, 1983).

La deficiencia de fósforo es el problema más común para frijoles en América Latina (Guazelli *et al.* 1973). Para obtener buenos rendimientos en la producción de frijol es indispensable la fertilización fosfórica, ya que la experiencia de los últimos años, así lo indican a través de estudios realizados para determinar la dosis óptima de aplicación (Tapia, 1965; Rodríguez, 1967; Sequeira, 1972; Vanegas, 1986; Talavera, 1988).

Los fertilizantes fosfóricos aplicados al suelo, tienen con frecuencia baja eficiencia, debido a que la disponibilidad de los mismos es afectada por diferentes condiciones edáficas, particularmente la fijación de fósforo. En suelos ácidos el hierro, aluminio y manganeso reaccionan con los iones fosfatos convirtiendo el fósforo a formas indisponibles para las plantas (Brady, 1974). En suelos de origen volcánico la eficiencia de los fertilizantes fosfóricos es baja (5 y 10 %), debido al alto contenido de

alófanos, las cuales presentan una característica de una elevada capacidad de fijación de fósforo (Fassbender, 1969).

Debemos tomar en cuenta que los productores muchas veces producen su propia semilla, lo que viene a causar que se obtengan bajos rendimientos que oscilan por debajo de los 600 kg/ha y con estos niveles de rendimiento el productor no garantiza su sostenibilidad económica ni puede invertir para mejorar sus sistemas de producción.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Generales**

Evaluar el efecto de tres niveles de superfosfato triple en los componentes de crecimiento y rendimiento en tres variedades de frijol común así como las extracciones de nutrientes.

### **2.2 Específicos**

- 1. Determinar el efecto de tres niveles de superfosfato triple en el rendimiento de tres variedades de frijol común (*Phaseolus Vulgaris* L).**
- 2. Determinar las extracciones de macro y micronutrientes por tres variedades de frijol común.**
- 3. Cuantificar la acumulación de materia seca por tres variedades de frijol común en la zona del pacifico de Nicaragua. ( carazo)**

### III. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1 Generalidades del frijol común

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) pertenece a la familia de las leguminosas, siendo éste de utilidad comestible en la alimentación humana. Su amplio rango de adaptación en el ámbito mundial y su contenido nutricional como fuente de proteína consumida cerca del 33 % y su alto contenido de lisina hace que ocupe un lugar de suma importancia (Bressani, 1988).

#### 3.2 Funciones principales de los macro y microelementos en la planta

##### 3.2.1 Nitrógeno

El nitrógeno es un elemento importante en la nutrición vegetal, es absorbido principalmente como ion nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) (Arzola *et al.*, 1981).

El nitrógeno predomina de forma orgánica dentro de las plantas, ligado a aminoácidos y proteínas en forma reducida, denominado "Nitrato asimilado". (Malavolta *et al.*, 1980). El nitrógeno asimilado actúa parcialmente en forma específica en procesos metabólicos de las plantas y parcialmente en forma estructural.

##### 3.2.2 Fósforo

El fósforo, después de ser absorbido por las plantas de la solución del suelo, se encuentra dentro de ellas en forma inorgánica y orgánico. Este elemento lo absorbe rápidamente la planta como fosfato monovalente ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) y lentamente en la forma divalente  $\text{HPO}_4^{2-}$  y trifosfato  $\text{PO}_4^{3-}$ . Su absorción está más ligada a las condiciones de pH del suelo. Un buen ámbito de absorción está entre 6 y 6.8 de pH. Este elemento es fundamental en procesos fisiológicos y bioquímicos de la planta, si hiciese falta se produciría menor crecimiento de la planta y fuerte reducción del área radical.

### 3.2.3 Potasio

El potasio es elemento móvil dentro de la planta y se acumula en el tejido meristemático de la planta, las raíces lo absorben de la solución del suelo en forma iónica ( $K^+$ ), mediante dos mecanismos: Flujo masal y difusión. La absorción se reduce si su contenido, en la solución de suelo, es muy baja respecto al calcio y el magnesio.

El potasio tiene una fuerte demanda por las plantas. Si existe gran disponibilidad en el suelo, las plantas lo absorben en forma indiscriminada proceso conocido como "Consumo de lujo". Una característica importante es que siempre se acumula en los tejidos vegetales donde la división celular y los procesos de crecimiento son más activos. Además, este elemento incrementa la actividad de nódulos fijadores de nitrógeno (Kass, 1996).

### 3.2.4 Calcio

El calcio tiene gran importancia como regulador del metabolismo vegetal, actuando conjuntamente con otros elementos como el potasio. Es absorbido por las plantas como ión calcio ( $Ca^{+2}$ ). Su papel más importante es formar parte de la pared celular y mejorar la permeabilidad celular. Un adecuado contenido de este elemento por parte de la planta favorece la absorción y transporte de fósforo. Ruschel *et al.*, (1975), afirma que éste elemento tiene un efecto mayor en aumentar el número de nódulos que sobre el peso seco de la planta de frijol. Debido a interacciones entre calcio, potasio y magnesio, su velocidad de absorción puede disminuir cuando existen altas concentraciones de potasio y/o magnesio en la solución del suelo.

### 3.2.5 Magnesio

El magnesio es un elemento sumamente móvil dentro de la planta. Es un constituyente básico de las moléculas de clorofila. Las plantas lo absorben de la solución del suelo como ión magnesio ( $Mg^{+2}$ ); Tiene relaciones antagónicas con el calcio y potasio. Si su disponibilidad es baja con relación a los dos mencionados en

forma catiónica, disminuye su velocidad de absorción por las raíces de las plantas (Kass, 1996)

### 3.2.6 Azufre

El azufre es mayoritariamente absorbido por las plantas como ión sulfato; luego es reducido e incorporado en compuestos orgánicos. La reducción ocurre en dos etapas: Formación de adenosin-5 fosfosulfato (APS), denominado "Sulfato Activado" (Malavolta, et al. 1980).

El APS es convertido posteriormente en 3'-fosfoadenosin-5' fosfosulfato. Así, el estado activado del sulfato se reduce e incorpora a los aminoácidos metionina, cistina y cisteína; pasando luego a formar parte esencial de las proteínas. "Aproximadamente el 90 % del azufre de las plantas se encuentra en estado aminoácido"(Tisdale y Nelson, 1975). El azufre ayuda en una eficiente fijación simbiótica de nitrógeno molecular ( $N_2$ ), especialmente en plantas leguminosas.

### 3.2.7 Boro

Es esencial para el desarrollo celular de los tejidos nuevos de las plantas, y en la traslocación interna de azúcares y almidón.

Las plantas lo absorben en forma de ácido bórico, ( $H_3BO_3$ ) y en menor cantidad en forma de boratos como el  $H_2BO_3^{-1}$ .

La totalidad del boro en las plantas puede presentar, la tendencia a disminuir durante las primeras etapas y luego incrementarse hasta alcanzar un valor prácticamente constante durante la parte restante de la fase vegetativa (Katyal & Randhawa, 1986).



### 3.2.8 Hierro

Es un elemento que se necesita como catalizador en reacciones enzimáticas. Participa en la síntesis de clorofila y proteína, y en diversas reacciones de reducción y oxidación

Este elemento puede ser absorbido por las plantas como ión ferroso ( $\text{Fe}^{+2}$ ) y como ión férrico ( $\text{Fe}^{+3}$ ). El exceso, de cal en un suelo disminuye su absorción, porque se hace menos soluble. "Además, la absorción de Hierro disminuye si en el ambiente rizosférico hay altas concentraciones de cobre, cinc, manganeso y calcio." Participa en la fijación de nitrógeno (Kass, 1996).

### 3.2.9 Cobre

El cobre es esencial para el metabolismo de las plantas. Forma parte integral de compuestos enzimáticos, lo que constituye su función más importante dentro de las plantas.

Este elemento es absorbido como ión cúprico ( $\text{Cu}^{+2}$ ), o cuproso,  $\text{Cu}(\text{OH}^{+1})$  o como parte de complejos orgánicos, pero en muy bajas cantidades. Si el ambiente suelo – raíz hay altos contenidos de fósforo, molibdeno y zinc, su absorción disminuye.

### 3.2.10 Manganeso

El manganeso tienen funciones similares al hierro. Es muy importante en reacciones de oxidación – reducción, participa en la fotosíntesis y es un activador enzimático importante en la respiración y el metabolismo del nitrógeno.

Es absorbido por la planta como ( $\text{Mn}^{+2}$ ), si en el ámbito suelo – raíz existe altas concentraciones de forma iónicas como potasio, calcio, magnesio, cobre y zinc, su velocidad de absorción disminuye.

### 3.2.11 Zinc

El zinc es un micronutriente esencial para procesos enzimáticos, formando metalo – enzimas, pero no participa en reacciones de oxidación – reducción, dentro de las plantas.

Este micronutriente es absorbido rápidamente, y en forma iónica, por las plantas, como  $Zn^{+2}$ . Es muy absorbido en forma de complejo orgánico (al igual que el cobre), lo que es una diferencia con el hierro y con el manganeso. La presencia de altos contenidos de fósforo en el sistema suelo - raíz, disminuye la disponibilidad del zinc en las raíces absorbentes.

El zinc disponible para las plantas se concentra generalmente en la superficie del suelo y su nivel disminuye en las capas inferiores del subsuelo (Katyal & Randhawa, 1986, citado por Vargas, 1998).

### 3.3 Extracción de nutrientes por el cultivo

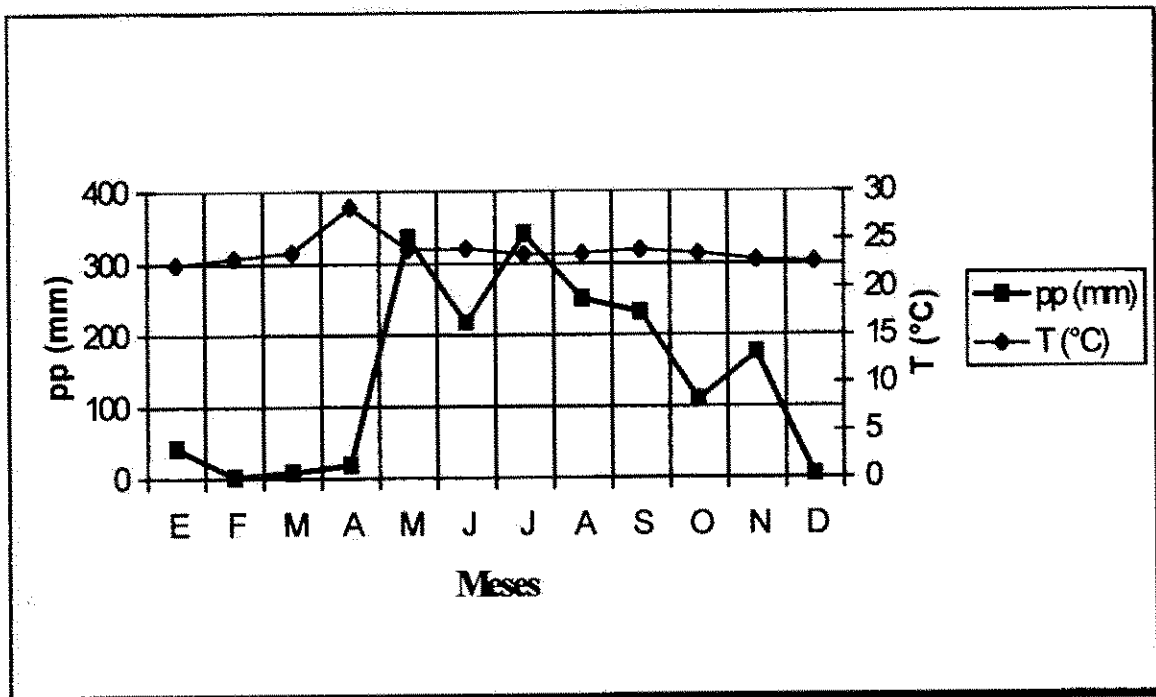
La extracción por los cultivos es uno de los parámetros necesarios para determinar la recomendación de fertilización y para eso es necesario tomar en cuenta las demandas o extracción de nutrientes por el cultivo en cuestión, el contenido de nutriente en el suelo considerando además la eficiencia del fertilizante o fuente del nutriente (Arzola, 1982).

## IV. MATERIALES Y METODOS

### 4.1 Localización o ubicación del experimento

El presente estudio consistió en un experimento de campo realizado durante la época de postrera (octubre – diciembre 1996), en la finca experimental La Compañía, ubicada en la IV región en el departamento de Carazo a 45 km de Managua (entre Masatepe y San Marcos).

La finca experimental La compañía está ubicada en las siguientes coordenadas 11°54'00" latitud norte, 86°09'00" longitud oeste a una altura de 480 msnm. Temperatura promedio anual de 24°C, precipitación anual de 1200 a 1500 mm, una humedad relativa promedio de 85 (%), el clima es de tipo tropical estacional. Todas estas propiedades lo hacen ser considerado como adecuado para la mayoría de los cultivos aunque estos sólo han sido destinados al cultivo de maíz y frijol (Talavera, 1989).



**Figura 1. Comportamiento de la precipitación y temperatura. La Compañía, 1996. (Fuente: INETER, 1996)**

#### 4.2 Tipo de Suelo

Los suelos de la finca experimental La Compañía son de características franco arenoso y franco limoso (Typic Duran dept) con buen drenaje y se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas, perteneciente a la serie Masatepe, pendiente de 6 a 7%, pH de 6.5 con alto contenido de materia orgánica, zona radical moderadamente profunda, densidad aparente baja. Poseen una alta capacidad de fijación de fósforo (Tapia & Camacho, 1988).

Tabla 1. Características químicas del suelo, La Compañía, Carazo Postrera, 1996.

Profundidad en cm	H <sub>2</sub> O	%	%		meq/100 g de suelo
20	PH	MO	N	P	K
	6.42	11.13	0.54	5.19	1.49
	Ligeramente ácido	Alto	Alto	Pobre	Alto

Fuente: Chow 1990.

#### 4.3 Descripción del trabajo experimental

##### 4.3.1 Diseño experimental

El experimento se evaluó como un bifactorial, estableciendo los tratamientos en un diseño arreglado en bloques completamente al azar (BCA) con nueve tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados obtenidos durante la realización del experimento se presentan en tablas. Los datos se procesaron usando el programa estadístico SAS, se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para cada variable y pruebas estadísticas de rangos múltiples utilizando DUNCAN al 5%.

##### 4.3.2 Los factores en estudio

Factor (A) Variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.): Dor – 364, Honduras – 46 y Revolución – 79.

Factor (B) Niveles de superfósforo triple: 0, 45 y 90 kg/ha

Tabla 2. Características de las variedades en estudios, La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Características	Variedades		
	Honduras – 46	Dor – 364	Revolución - 79
Días a floración	38	32 días	34
Altura del follaje (cm)	53	-	50.30 cm
Color de la vaina madura	Rojo oscuro brillante	-	Rosado uniforme
Color del grano	Rojo oscuro	Rojo oscuro	Rojo claro opaco
Habito de crecimiento	II a	II b Indeterminado arbustivo	II a
Forma del grano	Alargado arriñonado	Arriñonado	Alargado casi cuadrado
Densidad de población por manzana	135,000 - 215,000	135,000 - 215,000	135,000
Siembra recomendable con:	Espeque, bueyes y máquina	Espeque, bueyes y máquina	Espeque, bueyes y máquina
Resistencia a:	Mosaico común	Mosaico común	Mosaico común y Mancha angular
Días de cosecha	75	78	70
Potencial genético (qq/mz)	17.43	23	18.40
Epoca de siembra	Postrera	Postrera	Primera y postrera
Regiones recomienda	VI y IV	IV y V	IV
Origen	Honduras	Guatemala	CIAT

Fuentes: MAG, 1992

Tabla 3. Nodulación producida por *Rhizobium* spp (escala)

Escala	Número de nódulos rojos en frijol arbustivo
1. Excelente	Más de 80
3. Buena	41 – 80
5. Intermedia	21 – 40
7. Pobre	10 – 20
9. Muy pobre	Menos de 10

Fuente: CIAT, 1978

### 4.3.3 Dimensiones del ensayo

- a) Parcela experimental (PE): estuvo constituida por 8 surcos de 8 m de longitud, distancia entre surco 40 cm y distancia entre planta 8 cm.
- b) Parcela útil (PU): estuvo constituida por 6 surcos centrales dejando 1 m de cabecera.

Tabla 4. Dimensiones del Experimento. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Descripción	Dimensiones	Area total
Area de la parcela útil	3 m x 6m	18 m <sup>2</sup>
Area de la parcela Experimental	4 m x 8 m	32 m <sup>2</sup>
Area de la parcela grande	36 m x 8 m	288 m <sup>2</sup>
Area sembrada	36 m x 32 m	1152 m <sup>2</sup>
Area total del experimento	40 m x 35 m	1400 m <sup>2</sup>

Tabla 5. Descripción de los tratamientos. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Tratamientos	Descripción
T <sub>1</sub>	Variedad Dor -364 + 0g de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (V <sub>1</sub> + P <sub>0</sub> )
T <sub>2</sub>	Variedad Dor -364 + 45 kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (V <sub>1</sub> + P <sub>1</sub> )
T <sub>3</sub>	Variedad Dor -364 + 90 kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (V <sub>1</sub> + P <sub>2</sub> )
T <sub>4</sub>	Variedad H -46 + 0 kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (V <sub>2</sub> + P <sub>0</sub> )
T <sub>5</sub>	Variedad H -46 + 45 kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (V <sub>2</sub> + P <sub>1</sub> )
T <sub>6</sub>	Variedad H -46+ 90 kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (V <sub>2</sub> + P <sub>2</sub> )
T <sub>7</sub>	Variedad Rev -79 + 0 kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (V <sub>3</sub> + P <sub>0</sub> )
T <sub>8</sub>	Variedad Rev -79+ 45 kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (V <sub>3</sub> + P <sub>1</sub> )
T <sub>9</sub>	Variedad Rev -79 + kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (V <sub>3</sub> + P <sub>2</sub> )

#### 4.4 Variables de crecimiento y desarrollo

Para la toma de datos se tomaron 10 plantas al azar por cada tratamiento, en cada uno de los bloques, las variables medidas fueron las siguientes:

##### 4.4.1 Altura de planta (cm)

En este estudio la altura de planta fue evaluada basándose en la longitud de la planta tomada desde el nivel del suelo hasta la última hoja trifoliada, la evaluación fue realizada solamente una vez durante el ciclo biológico de las variedades realizándose a los 50 días después de la siembra.

##### 4.4.2 Número de nódulos

Se tomó el número de nódulos por planta a los 22, 33, 41, y 54 días después de la siembra. El conteo de los nódulos se realizó en el laboratorio de la UNA. Las raíces se lavaron para eliminar la tierra adherida al sistema radical y posteriormente se procedió a desprender los nódulos con una pinza en una cubeta con agua, contándolos y depositándolos en plato Petri.

##### 4.4.3 Peso seco de los nódulos (g)

Para su evaluación se procedió al secado de los nódulos (envueltos en papel de aluminio), a una temperatura de 80 °C por un lapso de 48 horas y posteriormente se pesaron en una balanza analítica.

##### 4.4.4 Nódulos efectivos

La evaluación de los nódulos se determinó a los 33 días después de la siembra, de manera visual realizando un conteo y separándose los efectivos de los no efectivos.

#### 4.5 Variables de rendimiento y sus componentes

Estas fueron evaluadas al momento de la cosecha de acuerdo a la metodología usada para tal función.

##### 4.5.1 Peso seco del área foliar (g)

El área foliar fue empacada en bolsas de papel craft para su secado a temperatura de 60 °C durante 48 horas. Una vez seca el área foliar se pesó en una balanza electrónica y se toma una muestra representativa para su respectivo análisis químico.

##### 4.5.2 Densidad de planta por hectárea

Se cosecharon y contaron todas las plantas de cada parcela útil correspondiente a una área de 18 m<sup>2</sup>.

##### 4.5.3 Número de vainas por planta

En cada parcela útil se tomaron 10 plantas al azar a las cuales se les contó el número de vainas.

##### 4.5.4 Número de granos por vaina

Para obtener la cantidad de granos por vaina se tomaron un total de 10 vainas al azar de cada parcela útil.

##### 4.5.5 Peso de 100 granos (g)

De la producción de granos obtenidos de cada parcela útil se tomaron las muestras para el peso de 100 granos, el cual fue ajustado a un 14% de humedad.



#### 4.5.6 Rendimiento de granos (kg)

La producción total encontrada en la parcela útil fue pesada y se ajustó a un 14% de humedad y convertida a kg/ha, mediante la fórmula propuesta por Jeffrey (1985).

$$\text{Cantidad de agua} = \text{PF} * \%H / 100$$

$$\text{PS} = \text{PS} * 1.14 = \text{peso comercial.}$$

Donde:

PF = peso fresco

PS= peso seco

Durante el desarrollo de la planta se presentan cambios morfológicos y fisiológicos que sirven de base para identificar las etapas de escala de desarrollo del cultivo (Fernández *et al.*, 1985; citado por CIAT, 1985)

#### 4.6 Manejo agronómico

##### 4.6.1 Preparación del suelo

Se realizó de forma convencional: arado, grada, banqueo y posteriormente el surcado.

##### 4.6.2 Siembra

La siembra se realizó de manera manual el día 12 de octubre de 1996, utilizando el método a chorrillo (depósito de la semilla de manera seguida) evaluando las variedades Dor – 364, Honduras –46 y Revolución – 79.

#### 4.6.3 Fertilización

La fertilización consistió en la aplicación de tres niveles de superfosfato triple a razón de 0, 45 y 90 kg/ha.

#### 4.6.4 Plagas y enfermedades

El control de zompopos (*Atta sp*) se realizó mediante la aplicación de (terbufos) counter a razón de 15 Lbs/ha, En cuanto a la presencia de Mustia hilachosa (*Tanatephorus cucumeris* (Frank Donk) se aplicó Benlate (Benomyl) a razón de 0.35 kg/ha y para el control de insectos se aplicó Tamarón 600 SL (Metamidofos) a los 27 dds en una dosis de 0.25 lt/ha.

#### 4.6.5 Manejo de malezas

Se realizaron limpiezas, las cuales fueron manuales para evitar la influencia de herbicidas en el desarrollo de las bacterias.

#### 4.6.6 Cosecha

Se realizó de forma manual, entre los 76 y 83 dds, luego se dejó secar al sol durante 2 a 3 días y se procedió al aporreo manual.

#### 4.7 Extracción de macro y micronutriente por el cultivo

Luego de haber sido sometidas estas muestras al proceso de secado y determinado el peso seco de cada una de ellas se enviaron al laboratorio para su respectivo análisis químico determinando las concentraciones en cada parte de la planta y a partir de estas concentraciones se encontraron las extracciones por medio de la fórmula:

Peso seco (kg/ha) \* concentración (%)

100

peso seco (kg/ha) \* concentración (ppm)

1000000

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Variables evaluadas durante el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo en tres variedades de frijol común.

El rendimiento es un carácter cuantitativo (Davis, 1985), determinado por el genotipo, la ecología y el manejo de la plantación (Blandón & Arvizú, 1991). White (1985), lo define como el resultado de la acción en conjunto de una serie de factores o componentes del rendimiento. Avelarez (1992), señala que cuando un componente se ve afectado en forma negativa, otros actúan en forma contraria compensándolo, por lo que se vuelve difícil predecir que la reducción de un componente afectará en una misma vía el rendimiento final. Este fenómeno de compensación de componentes imposibilita seleccionar un solo componente para aumentar el rendimiento, ya que al aumentar uno de ellos los demás son reducidos (White, 1985).

El cultivo del frijol es muy sensible a las condiciones existentes en el suelo relacionado con la fertilidad y la disponibilidad de nutrientes (Rava, 1991).

La fertilización fosfórica es una práctica obligatoria para obtener buena producción de frijol en suelos infértiles y con variedades eficientes con respuesta a este elemento. Sin embargo, se dan casos de variedades cuyo comportamiento hace que no exista respuesta a las aplicaciones de este nutrimento (Tapia, 1987).

### 5.1.1 Altura de planta

El crecimiento es un fenómeno cuantitativo (Fernández *et al.*, 1985, citado por Amaya & Cruz, 1993). Además, este es controlado por varios o muchos genes. El

medio ambiente afecta generalmente los caracteres cuantitativos mucho más que los cualitativos (Davis, 1985).

La altura de planta es una característica varietal genética y ambiental. Es el resultado del número de nudos y longitud de los entre nudos (Reyes, H SA 1992).

En frijol la altura es muy importante ya que algunos autores refieren de la competencia intraespecífica e interespecífica que se da entre el cultivo sobre la altura de las plantas, indican que en condiciones de alta presión de competencia, las plantas de frijol común elongan sus tallos para facilitar la captación de la radiación solar (Alemán, 1989).

El análisis realizado a la variable altura no presentó diferencia significativa entre las variedades evaluadas reflejando el máximo promedio la variedad Dor-364 y el menor promedio la variedad Rev – 79 (Tabla 6), no concordando con los resultados obtenidos por Chow (1990), y Guerra & Guerrero (1995), quienes encontraron diferencia entre las variedades a los 50 dds de igual forma Guerra y Guerrero (1995) encontraron diferencia, entre variedades a los 50 dds.

La obtención de una cobertura del terreno estará en dependencia del tamaño de las plantas del cultivo, la que a su vez depende de la variedad, fertilidad del suelo y el fotoperíodo (Altamirano & Velásquez, 1987; citado por Guerrero & Suazo, 1993).

El análisis de varianza para altura demuestra que en los niveles de fósforo no se presentó diferencia significativa obteniendo o reflejando la mayor altura donde no se hizo ninguna aplicación de fósforo y la menor en el nivel 45 kg/ha (Tabla 6). Se puede señalar que los datos concuerdan con los obtenidos por Guerra y Guerrero (1995) y Chow, W.Z. (1990), quienes argumentan que el efecto de utilizar el fertilizante fosfórico en el cultivo del frijol influye en alguna manera en la altura de la planta traduciéndose o interpretándose como una modificación de la tasa de crecimiento

### 5.1.2 Densidades poblacionales

El número de plantas cosechadas es uno de los componentes para determinar el rendimiento de un cultivo (Palma, 1993). El éxito de un buen rendimiento va a estar basado en una óptima densidad de siembra en particular para cada cultivo (Zapata & Orozco, 1991).

En la Tabla 6 se muestra el análisis de varianza para el factor variedad, reflejando diferencia significativa en cuanto a las distintas variedades en estudio al evaluar el número de plantas cosechadas. El mayor promedio de plantas por hectárea a los 7 dds lo obtuvo la Variedad Rev - 79 y el menor la Variedad H - 46. En el segundo período a los 69 dds las mayores densidades poblacionales lo obtuvo la variedad H - 46 y la menor la Variedad Rev - 79. Estos datos concuerdan con Amaya & Cruz (1993), encontrando diferencia significativa al evaluar siete variedades de frijol común.

Tabla 6. Comportamiento de altura y densidad poblacional de diferentes variedades de frijol bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor variedad	Altura de Planta (cm)	Densidad poblacional plantas/hectárea	Densidad poblacional plantas / hectárea
	54 DDS	7 DDS	69- DDS
Dor - 364	48.09 a	235 250 b	179 920 a
H - 46	47.33 a	227 167 b	187 063 a
Revolución - 79	45.11 a	280 017 a	144 404 b
ANDEVA	NS	*	*
<b>Factor niveles de fósforo</b>			
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	47.68 a	232 133 a	164 603 a
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	46.01 a	246 750 a	163 571 a
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	46.86 a	263 550 a	183 214 a
ANDEVA	NS	NS	NS
% CV	7.61	8.08	19.95
Variedades * Niveles de fósforo = NS			

El análisis de varianza realizado sobre ésta variable, muestra que no existe diferencias significativas en cuanto a diferentes niveles de fósforo. Se puede observar que la mayor densidad poblacional a los 7 dds y 69 dds se obtuvo en el nivel más alto (90 kg/ha  $P_{205}$ ). En cambio para las menores densidades poblacionales existe variación teniendo las menores a los 7 dds en el testigo y a los 69 dds en el nivel intermedio (45 kg/ha).

Basándose en los resultados obtenidos se puede señalar que tanto para el factor variedad y niveles de fertilización existe una variación en cuanto al número de plantas emergidas y cosechadas. Concordando con los datos obtenidos por Cerrato (1992), al señalar que existe gran influencia entre la cantidad de planta que logran emerger y la población final que mostrará el cultivo del frijol común.

### 5.1.3 Número de vainas por planta

Mezquita (1973), citado por Guerra & Guerrero (1995), Señalan que el número de vainas por planta siempre está asociado con el rendimiento y está en dependencia del número de flores que tenga la planta (Tapia, 1987; citado por Guerrero & Suazo, 1993).

El análisis de varianza para las variedades en estudio demuestra la existencia de diferencia significativa en la cual cada variedad obtuvo un promedio distinto siendo el mayor valor para la variedad H - 46 y el menor valor la Rev - 79, coincidiendo con los resultados obtenidos por (Llano & Herrera 1983; García, 1991; González, 1995), quienes expresan que el número de vaina por planta difiere entre variedad presentando cada una un comportamiento propio. White (1985), menciona que éste carácter es cuantitativo y difiere entre variedades por ser poligénico. Sin embargo, estos resultados no concuerdan con Marín (1994), al no encontrar diferencia significativa al evaluar 42 líneas de frijol, al igual que Guerra & Guerrero (1995), quienes no encontraron diferencia significativa al evaluar niveles de fertilizante sobre crecimiento y rendimiento de cinco variedades de frijol común. De igual manera

Vargas (1998), no encontró diferencia significativa al evaluar la capacidad de extracción de nutrientes en cinco variedades de frijol.

El análisis de varianza en la variable número de vainas por planta, demuestran que la aplicación de los diferentes niveles de fósforo no presentó efecto alguno. Lo cual concuerdan con Guerra & Guerrero (1995), quienes no encontraron diferencias significativas al igual que Chow (1990). No obstante, Talavera (1988), encontró que los niveles de fósforo tuvieron efecto significativo en el número de vaina por planta.

Se puede observar en la Tabla 7 que el mayor número de vainas por planta se presentó en el testigo, por lo tanto al incrementar la dosis de superfosfato triple no contribuyó a un incremento al número de vainas por planta presentando un comportamiento diferente a los encontrados por Junqueira (1977); Méndez (1981); Thung *et al.*, (1982) y Boaretto *et al.*, (1983), quienes observaron un aumento en este componente del rendimiento al incrementarse los niveles de fósforo.

#### 5.1.4 Número de granos por vaina

El número de granos por vaina siempre se asocia con el rendimiento (Mezquita, 1973., citado por Zapata & Orozco 1991; citado por Guerra & Guerrero, 1995).

El análisis estadístico del número de granos por vaina, demuestra que no existe diferencia significativa entre las variedades, el promedio general oscila entre 5.53 y 4.67 semillas por vaina. Se puede apreciar que las variaciones existentes no son muy marcadas ya que los promedios se manifestaron de una forma muy similar a las características que presentan estas variedades. Probablemente este resultado se debe a que es una característica genética propia de cada variedad que varía poco con las condiciones ambientales. A pesar de lo expuesto no se puede afirmar que el rendimiento sea dependiente del número de granos por vaina. Es posible que esta variable influya en el aumento o disminución del rendimiento como afirma Díaz (1991).

El análisis de varianza sobre los datos obtenidos en cuanto a los diferentes niveles de fósforo, demostró que no hubo diferencias estadísticas entre ellos. Para este parámetro el promedio del número de granos varía entre 5.13 y 5.31 granos por vaina. La mayor producción se obtuvo en el nivel más alto y el más bajo en el nivel testigo por lo que se puede concluir que a medida que aumentaban los niveles de fósforo aumentaba el número de grano por vaina (Tabla 7). Los resultados coinciden con lo encontrado por Chow (1990), quien trabajó con el efecto de la fertilización fosfórica sobre el crecimiento y rendimiento al igual que Talavera (1988) quien trabajó con diferentes niveles de fósforo y formas de aplicación quienes no observaron diferencias significativas.

#### 5.1.5 Peso de 100 granos (g)

El peso del grano es una característica controlada por un gran número de factores genéticos (Vermetti, 1983; citado por Guerra y Guerrero, 1995).

Este parámetro demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva (Zapata & Orozco, 1991).

Tapia *et al.*, (1989) citado por Guerra y Guerrero (1995), señalan que esta variable es importante en la relación peso - volumen y que es un carácter genético influido por las condiciones ambientales.

En cuanto a los resultados obtenidos en los análisis de varianza para las variedades se observó que en el peso de 100 granos existen diferencias significativas obteniendo el mayor promedio la Variedad Rev - 79 y el menor para la Variedad H - 46. Por lo tanto los resultados obtenidos no concuerdan con los de Chow (1990); González (1995) y Guerra y Guerrero (1995), quienes evaluaron efecto de cuatro niveles de fertilizante sobre el crecimiento y rendimiento del frijol común.



Cabe señalar que la cosecha no se realizó en un mismo período, aún cuando las plantas ya estaban en la madures fisiológica, cosechándose primeramente la variedad Rev - 79 a los 70 dds, y las dos restantes a los 83 dds lo que pudo haber influido en el peso de cien granos en estas variedades. Se puede observar en la Tabla 7 que la Dor – 364 y H – 46, tienen mayor número de vainas por planta y granos por vainas. Sin embargo, presentan menor peso de 100 granos. Esto coincide con White (1985), al afirmar que un aumento en el número de vainas por planta puede provocar reducción en el peso de semilla.

En la Tabla 7 se refleja que el peso de 100 granos (17.7 g) en la variedad Rev - 79, no presentó una diferencia en cuanto a su característica genética que es de 17.7 gramos/cada 100 granos a diferencia de las restantes variedades que presentaron diferencias al ser comparadas.

El análisis estadístico demuestra que no existe diferencia significativa entre los diferentes niveles de fósforo al evaluar el peso de 100 granos obteniendo promedios muy similar entre 16.33 y 16.63 (Tabla 7). No obstante se observa que el peso máximo de 100 granos se refleja cuando se utilizó el nivel intermedio (45 kg/ha) y el mínimo en el testigo. Concordando de esta forma con los datos obtenidos por Talavera (1988) y Guerra y Guerrero (1995), quienes evaluaron el efecto de cuatro niveles de fertilizantes sobre el rendimiento en frijol común.

#### 5.1.6 Rendimiento (kg/ha)

En la Tabla 7 el análisis estadístico realizado al componente rendimiento refleja que existe diferencia significativas al igual que la comparación de medias por Duncan al establecer dos categorías estadísticas. Mostrando el mayor rendimiento la variedad Dor-364 y el menor la variedad Rev-79. Basándose en los resultados obtenidos se puede ratificar que la variedad Dor-364 presenta mejores resultados al obtenerse mayor producción de frijol. Siendo de esta manera una alternativa para promover la siembra de esta variedad en la zona. Estos resultados concuerdan de esta manera

con Chow (1990), quien evaluó el efecto de fertilización fosfórica sobre el rendimiento del frijol común.

El rendimiento es un carácter cuantitativo que está controlado por varios genes (Davis, 1985), siendo el producto de la interacción de los factores ecológicos y el genotipo de la planta (Tapia, 1983 citado por González, 1995). Por tal razón se tiene que considerar al momento de la evaluación de dicha variable el ambiente específico en el que se llevó a cabo el ensayo experimental, ya que los altos y bajos valores reflejan el comportamiento de las variedades, según las condiciones presentes. Tapia & Camacho (1988), afirma que la productividad varietal depende del genotipo, de la ecología y el manejo a que se someta el cultivo.

Avelarez, J.J. (1992), indica que cuando un componente se ve afectado en forma negativa, otros actúan en forma contraria compensándolo, por lo cual se vuelve difícil predecir que la reducción de un componente afectará en esa misma vía el rendimiento, en base a lo anterior se puede reafirmar que el rendimiento no solamente depende de uno de esos componentes, si no que existe relación entre ellos (Cerrato, 1991).

El rendimiento determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio, unido también al potencial genético que éstos tengan (Tapia, 1991).

El análisis de varianza realizado a la variable rendimiento muestra que no existe diferencia significativa al evaluar efecto de los diferentes niveles de fósforo, Señalando que el mayor rendimiento se obtuvo con el máximo nivel 90kg/ha y el mínimo en el intermedio (45 kg/ha), en comparación con el testigo de manera general se puede apuntar que existen diferencias numéricas presentando una tendencia de incrementar el rendimiento a medida que se aumentaba la fertilización fosforada, probablemente el efecto positivo en la absorción del fertilizante aplicado nos permite señalar que existe muy poco fósforo disponible en la solución del suelo (Tabla 7). Los resultados concernientes a éste ensayo concuerdan con los obtenidos por Guerra y Guerrero (1995), quien evaluó el efecto de cuatro niveles de fertilizantes sobre el

crecimiento; Izquierdo.M. (1991) y Chow (1990) ambos evaluando efectos de la fertilización fosfórica sobre el rendimiento del frijol reflejando similitud a los datos obtenidos por Tapia (1965); Rodríguez (1967); Pinchinat (1969); Sequeira (1972); Vanegas (1986) y Chávez (1976) citados por Talavera (1988), quien evaluó el efecto de diferentes niveles y formas de aplicación del fertilizante fosforado en el rendimiento del frijol quien obtuvo los mayores rendimientos al aumentar los niveles de fósforo.

Tabla 7. Comportamiento de los componentes del rendimiento de diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor Variedad	Componentes del rendimiento			
	Vna/Plt	Gra/vna	Peso de 100 granos (g)	Rto kg/ha
Dor – 364	7.83 a	5.53 a	16.50 a	977.68 a
H – 46	7.88 a	5.49 a	15.67 a	908.49 a
Revolución–79	5.56 b	4.67 a	17.28 a	752.77 b
ANDEVA	*	NS	NS	*
Factor niveles de Fósforo				
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	7.39 a	5.13 a	16.33 a	859.89 a
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	7.06 a	5.24 a	16.63 a	847.20 a
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	6.80 a	5.31 a	16.49 a	931.84 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
% CV	11.76	9.50	5.76	18.79

Variedades \* Niveles de fósforo = NS

#### 5.1.7 Grano bueno y grano malo (%)

El análisis estadístico realizado a los porcentajes de grano bueno refleja que existe diferencias significativas entre las variedades en estudio obteniendo el mayor porcentaje de grano bueno la variedad Dor-364 y el menor porcentaje la Rev - 79. Sin embargo, para el factor niveles de fósforo no existe diferencias significativas encontrándose los mayores porcentajes de grano bueno en el nivel más alto (90 kg/ha) y el más bajo con el testigo (0 kg/ha). González (1995), menciona que los resultados sobre grano bueno se comportan en forma similar a los del rendimiento y las diferencias entre sus valores son mínimas.

Esto se debe a que la cantidad de grano malo para las tres variedades, no alcanzó porcentajes muy elevados, por lo que se concluye que estas variedades podrían ser aceptadas, según el criterio de preferencia por el consumidor, basado en las características físicas externas del grano de frijol.

En la Tabla 8 se puede observar que existe diferencias significativas entre las variedades al evaluar el porcentaje de grano malo reflejándose el máximo porcentaje de grano en la variedad Rev - 79 y el mínimo para la variedad Dor-364.

El análisis de varianza sobre el grano en mal estado, demuestra que la aplicación de los distintos niveles de fósforo no presentó efecto significativo. El mayor promedio lo obtuvo con el último nivel 90 kg/ha y el más bajo el nivel intermedio 45 kg/ha.

La importancia de determinar las variables de peso de grano bueno y mal estado ayudan a determinar la aceptación del producto físico, radicando en que no es aceptada sólo por las características agronómicas que presenta, sino también al momento de ser cosechada, presente una gran cantidad de grano dañado por defectos mecánicos (quebrado, manchado, etc), muy probablemente será rechazada y descartada tanto por el productor como el consumidor.

Tapia (1987), menciona que los consumidores de frijol común juegan un rol importante en la escogencia de las variedades que los productores deben sembrar. Los criterios usados están relacionados con las características físicas del grano crudo, dentro de las cuales está la cantidad de grano en malas condiciones que muestran las variedades ofertadas.

Tabla 8. Porcentajes de grano bueno y grano malo en tres variedades de frijol común bajo distinto niveles de fósforo. La Compañía Carazo. Postrera 1997.

Factor variedad	Grano bueno %	Grano Malo %
Dor – 364	99.034 a	0.96 a
H – 46	98.84 a	1.16 a
Revolución–79	97.54 b	2.46 b
ANDEVA	*	*
Factor niveles de fósforo		
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	98.51 a	1.49 a
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	98.51 a	1.49 a
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	98.59 a	1.41 a
ANDEVA	NS	NS
% CV	17.83	16.81

### 5.1.8 Nódulos por planta

El análisis estadístico realizado a la variable número de nódulos por planta demuestra que en las evaluaciones realizada a los 33, 41 y 54 dds no existe diferencia significativa para los factores variedad y niveles de fósforo a excepción de la evaluación a los 27 dds que refleja únicamente diferencia significativa en el factor niveles de fósforo (Tabla 9). La separación de medias por Duncan establece una sola categoría en los recuentos a los 33, 41 y 54 dds. Sin embargo, a los 27 dds establece diferentes categorías, sobresaliendo en los dos primeros recuentos la variedad Rev - 79 con los promedios más altos y la variedad Dor-364 con el promedio más bajo. En el tercer y cuarto recuento el mayor número de nódulos por planta lo obtuvo la variedad H - 46, en tanto que los menores valores fueron para la Dor - 364 a los 41 dds y Rev - 79 a los 54 dds (Tabla 9).

Posiblemente el mayor número de nódulos por planta se debe a que la variedad Revolución- 79 fue más susceptible a la simbiosis con la bacteria nativa que las variedades restantes en las primeras etapas fenológicas del cultivo en el periodo 27-

33 dds. No obstante, a los 41 y 54 dds la variedad H – 46 fue más susceptible en la simbiosis con la bacteria nativa.

Basados en los resultados que se establecen en la Tabla 9 se puede ratificar que el mayor número de nódulos por planta durante todo los recuentos fue en el nivel 45 kg/ha de superfosfato triple, y en segundo lugar el nivel de 90 kg/ha en los dos primeros recuentos. Sin embargo, en los dos últimos lo obtuvo el testigo (0 kg/ha). No concordando con la evaluación que realizaron Miranda y Molina (1992), al evaluar cinco cepas de *Rhizobium* quienes no encontraron diferencias significativas en ninguno de los tratamientos y a su vez encontraron el mayor número de nódulos por planta en el testigo absoluto.

Se puede apreciar en la Tabla 9 que a medida que crecía y desarrollaba el cultivo el número de nódulos disminuía tanto para el factor variedad como para los niveles de fósforo. Probablemente esto es producto de que la planta necesita mayor cantidad de nutrientes entre los que va el nitrógeno molecular.

La evaluación de la nodulación resulta ser limitado, principalmente cuando influyen algunos factores en la medida de éste componente, es decir, que la determinación del número de nódulos no es una variable de mucha confiabilidad. Un factor que influye en esto es la compactación del suelo o una humedad puede ser una restricción severa en la formación de nódulo debido a la aireación pobre en la zona radicular lo cual limita la fijación del nitrógeno (Galomo, 1978). Dentro del ambiente físico, la humedad del suelo influye sobre la formación de nódulos.

En cuanto al fósforo los resultados concuerdan con los de Talavera (1989). el cual expresa que la fijación del fósforo en el suelo puede afectar la actividad fisiológica en cuanto a la formación de nódulos en las raíces de leguminosas. Y si se observa en la Tabla 14, la variedad Rev - 79 extrajo la menor cantidad de fósforo, siendo esta la que tiene mayor número de nódulos por planta a los 27 y 33 dds (Tabla 9). No obstante, a los 41 y 54 dds los resultados contradicen la afirmación de Talavera (1989). Pero si concuerdan con Vargas (1998), quien encontró que la variedad Dor - 364 alcanza un promedio relativamente alto en fósforo, pero bajo en la cantidad de

número de nódulo por variedad. De igual forma en estos resultados dicha variedad presentó igual comportamiento lo que indica que no existe relación entre el contenido de fósforo y el número de nódulo para esta variedad.

Tabla 9. Comportamiento de los números de nódulos de diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor variedad	Número de nódulos/planta			
	27 DDS	33 DDS	41 DDS	54 DDS
Dor – 364	28.67 b	22.65 a	17.43 a	12.53 a
H – 46	35.90 ab	24.45 a	25.65 a	12.98 a
Revolución – 79	42.92 a	25.17 a	22.77 a	8.28 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
Factor niveles de fósforo				
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	27.8 b	18.90 a	20.70 a	10.74 a
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	44.28 a	28.53 a	26.26 a	12.68 a
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	37.40 a	24.83 a	18.88 a	10.37 a
ANDEVA	*	NS	NS	NS
% CV	21.37	30.34	29.82	

Variedades \* Niveles de fósforo = NS

Las variantes existentes en cuanto al número de nódulos por variedad están relacionadas con los contenidos de boro, potasio, y fósforo de las variedades. Sherman *et al.* (1991), citado por Vargas (1998), afirman que la falta de boro afecta el tejido nodular. Los resultados concernientes a este ensayo contradicen a cierta afirmación ya que la variedad Rev - 79 es la de menor contenido en boro (Tabla 17) pero presenta mayor número de nódulos por planta en comparación a las variedades restantes en los dos primeros recuentos (27 y 33 dds). Sin embargo, coincide con los resultados obtenidos a los 41 y 54 dds donde la variedad H - 46 extrajo la mayor cantidad de boro obteniendo el mayor número de nódulos por planta (Tabla 9).

En cuanto al potasio Sherman *et al.* (1991), citado por Vargas (1998), considera que este elemento parece tener un efecto benéfico en cuanto a la nodulación, solamente si existen niveles suficientes de fósforo, los resultados del ensayo entran en acuerdo con Sherman *et al.*(1991), ya que la variedad H - 46 obtuvo el mayor promedio en potasio y fósforo, el segundo en cuanto a número de nódulos por variedad.

Gates (1970), señala que el número y densidad de los nódulos se ven considerablemente estimulados por el fósforo en niveles crecientes.

### 5.1.9 Peso de nódulos por planta

El análisis para las variedades demuestra que no existe significancia alguna para ninguno de los recuentos establecidos a los 33, 41 y 54 dds señalando que el mayor peso en el primer recuento (33 dds) lo obtuvo la variedad Rev - 79 y el menor la variedad Dor-364 y en los últimos dos recuento (41 y 54 dds) el máximo peso lo obtuvo la variedad H-46 y el menor peso a los 54 dds la variedad Rev - 79 coincidiendo con los datos obtenidos por Portillo (1995) en el factor variedad (Tabla 10).

El resultado estadístico para el peso de nódulos en los niveles de fósforo no presentó diferencia significativa en los recuentos establecidos a los 33, 41 y 54 dds. Manteniendo el máximo promedio en el primer y último recuento (33 y 54 dds) el nivel de 45 kg/ha y el mínimo el testigo. En el segundo recuento el máximo promedio lo obtuvo el nivel más alto 90 kg/ha y el menor el testigo, de tal forma que los datos obtenidos concuerdan con los de Portillo (1995) quien no encontró diferencia significativa en el factor fertilizante.

Tabla 10. Comportamiento del peso de nódulos por planta de diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor variedad	Peso de nódulos / planta		
	33 DDS	41 DDS	54 DDS
Dor - 364	27.24 a	15.91 a	13.87 a
H - 46	28.52 a	19.49 a	15.52 a
Revolución - 79	38.84 a	18.01 a	9.60 a
ANDEVA	NS	NS	NS
Factor niveles de fósforo			
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	28.72 a	14.98 b	12.03 a
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	33.08 a	16.58 ab	14.70 a
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	32.80 a	21.83 a	12.26 a
ANDEVA	NS	NS	NS
% CV	34.64	23.74	49.48

Variedades \* Niveles de fósforo = NS



#### 5.1.10 Peso de cada nódulo

El análisis estadístico en este parámetro no presentó diferencia significativa en el factor variedad en ninguno de los recuentos establecidos (Tabla 11). Se puede observar que para el primer recuento a los 33 dds el máximo promedio lo obtuvo la variedad Rev - 79 y el menor la variedad H-46. En el segundo recuento (41 dds), el promedio más alto lo tiene la variedad Dor-364 y el menor la H-46 a los 54 dds el máximo promedio lo obtuvo la variedad H-46 y el menor la variedad Rev - 79.

Para las diferentes variedades se puede observar que presentan un comportamiento descendente a los 41 dds. Esto puede ser producto de que el cultivo está en la etapa de floración y, por consiguiente, se tiene una mayor demanda de nutrimento.

En cuanto al factor variedad se puede observar que a los 54 dds se presentó un comportamiento ascendente en comparación a los 41 dds. Esto puede ser producto de que la infección por los pelos radicales involucra señales entre el hospedero y *Rhizobia*.

Estas señales son necesarias porque la mayoría de los genes involucrados en la formación de los nódulos, son solo activados por la presencia de una adecuada planta hospedera. Todo esto se puede acreditar a una infección tardía.

El análisis demuestra que para todos los recuentos en el peso de cada nódulo no existen diferencias significativas. Los máximos promedios en los dos últimos recuentos (41 y 54) se obtuvieron en el nivel 90 kg/ha y el que obtuvo el menor promedio fue a los 54 dds el testigo (0 kg/ha). No obstante, a los 33 dds el mayor peso de cada nódulo fue en el testigo y el menor en el nivel 45 kg/ha.

Se puede observar que el peso de nódulos a los 41 y 54 dds presentaron un comportamiento directamente proporcional a los niveles del fósforo, por tanto, se puede hacer mención que tiene influencia en cuanto a esta variable aunque no muy significativa.

Gates (1970) señala que el peso del nódulo aumenta al elevar los niveles de fósforo a 250 kg/ha.

Tabla 11. Comportamiento del peso de cada nódulo de diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrema, 1996.

Factor variedad	Peso de cada nódulo (g)		
	33.DDS	41 DDS	54.DDS
Dor – 364	1.20 a	0.91 a	1.11 a
H – 46	1.17 a	0.76 a	1.21 a
Revolución – 79	1.54 a	0.79 a	1.01 a
ANDEVA	NS	NS	NS
Factor niveles de fósforo			
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	1.52 a	0.72 a	1.12 a
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	1.16 b	0.63 a	1.16 a
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	1.32 a	1.16 a	1.18 a
ANDEVA	NS	NS	NS
% CV	20.99	28.90	21.84

Variedades \* Niveles de fósforo = NS

#### 5.1.11. Porcentaje de nódulos efectivos y no efectivos

Para el factor variedad y niveles de fósforo el análisis realizado a los porcentajes de nódulos funcionales y no funcionales no presentaron diferencia estadística para los recuentos establecidos a los 54 y 69 dds, al igual que la comparación de medias por Duncan establece una sola categoría (Tabla 12).

El máximo promedio de nódulos funcionales a los 54 y 69 dds fue en la variedad Dor-364. Se puede observar que la variedad H – 46 presenta los promedios más altos en los porcentajes de nódulos ineficientes a los 54 dds y la variedad Rev - 79 a los 69 dds. No obstante los factores variedades y niveles de fósforo, presentaron un comportamiento ascendente con respecto al comportamiento del porcentaje de

nódulos funcionales . En cambio los porcentajes de nódulos no funcionales tienen un comportamiento descendente en el periodo de los 54 a los 69 dds.

El comportamiento ascendente puede ser a causa de que a los 54 y 69 dds la bacteria todavía se encontraba en simbiosis con la planta hospedera reduciéndose de esta manera los nódulos inefectivos. Sin embargo, existen estudios que señalan que por lo general la nodulación eficaz tiene lugar en el campo en las cuatro semanas después de la siembra y queda indicada por un vigoroso crecimiento de la propia leguminosa.

Los nódulos se forman muy pronto en la vida de la plántula y generalmente aparecen muy poco después de que los cotiledones emergen sobre la tierra. Los no efectivos son formados por estirpes ineficaces, son blancos en sección transversal y no contienen legemoglobina (FAO, 1985).

En la asociación de los nódulos inefectivos existe un gran número de nódulos pequeños, duros, esféricos y de color blanco, repartido por todo el sistema radicular. Según Binder (1997), afirma que cuando una planta presenta en su sistema radicular abundantes nódulos inefectivos esta tiende a tener un color verde pálido o amarillo.

La caracterización de los nódulos efectivos es que tienden a ser grandes con colores variantes que van de un rosado intenso a un rojo vino debido a la existencia de leghemoglobina. teniendo como función suministrarle oxígeno a la bacteria y proteger a la nitrogenasa del oxígeno libre (Silvester *et al.*, 1987; citado por Miranda & Molina, 1992). Estudios realizados por la FAO (1985), señalan que el pigmento rojo se asocia con fijación activa de nitrógeno. Por lo general, la nodulación eficaz tiene lugar en el campo en las cuatro semanas después de la siembra y queda indicada por un vigoroso crecimiento de la propia leguminosa.

Para el primer recuento a los 54 dds el máximo promedio de nódulos funcionales se obtuvo con el ultimo nivel (90 kg/ha), sin embargo, a los 69 dds fue en el nivel intermedio (45 kg/ha). El mayor porcentaje de nódulos no funcionales se obtuvo con

el nivel 45 kg/ha, en el recuento a los 54 dds, siendo para el segundo recuento (69 dds) en el testigo (0 kg/ha).

Tabla 12. Comportamiento de los nódulos funcionales y no funcionales de diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor variedad	Funcionales 54 dds	No funcionales 54 dds	Funcionales 69 dds	No funcionales 69 dds
			%	
Dor- 364	70.88 a	29.12 a	90.22 a	9.78 a
H - 46	67.78 a	32.14 a	87.97 a	12.03 a
Revolución - 79	60.74 a	30.92 a	84.28 a	15.71 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
<b>Factor niveles de fósforo</b>				
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	69.25 a	22.41 a	86.93 a	13.07 a
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	59.74 a	40.19 a	88.43 a	11.56 a
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	70.42 a	29.57 a	87.10 a	12.89 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
% CV	37.35	53.64	5.77	33.89

Variedades \* Niveles de fósforo = NS

## 5.2 Incidencia de mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*) (%)

En la Tabla 13 se puede observar que a los 41 y 54 dds no existe diferencia significativa para los factores en estudio, a excepción del factor variedad a los 41 dds que se encontró diferencia significativa obteniendo el máximo promedio la variedad H-46 y el menor la variedad Door-364. En cuanto al segundo recuento el mayor promedio de afectación se presentó en la variedad Dor-364 y el menor la variedad Revolución-79 concordando de ésta manera con los datos obtenidos por Chow (1990).

Para el factor niveles de fósforo la mayor incidencia de mustia hilachosa se tiene con el nivel 45 kg/ha y la menor el nivel 90 kg/ha para el primer recuento (41 dds), y en el segundo recuento (54 dds) el mayor porcentaje de afectación se obtuvo con el testigo (0 kg/ha) y el menor se encontró en el nivel 45 kg/ha. Estos datos concuerdan con los obtenidos por Chow (1990).

Se puede señalar que la enfermedad mustia hilachosa presentó un comportamiento ascendente en cuanto al grado de afectación en los dos factores en estudio. Aunque se puede señalar que este nivel de afectación no incide en el rendimiento ya que esta por debajo del umbral económico.

Tabla 13. Incidencia de mustia sobre diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor variedad	Incidencia de mustia hilachosa (%)	
	41 dds	54 dds
Dor – 364	25.35 b	48.09 a
H – 46	35.25 a	47.33 a
Revolución – 79	27.68 b	45.11 a
ANDEVA	*	NS
<b>Factor niveles de fósforo</b>		
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	30.07 a	47.68 a
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	30.43 a	46.01 a
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	27.78 a	46.83 a
ANDEVA	NS	NS
% CV	21.03	13.42

Variedades \* Niveles de fósforo = NS

### 5.3 Análisis de suelo

En cuanto al nitrógeno, los valores que se obtuvieron en el presente ensayo se muestra que son altos ya que se encuentran por encima del 0.15 % según la clasificación establecida por Quintana *et al.*, (1983) en los suelos de Nicaragua. Esto favorece el establecimiento de algunos cultivos exigentes en este elemento como en el caso de las gramíneas.

En Nicaragua, los suelos de la cuarta región en cuanto al fósforo presentan un contenido entre medio y bajo. Según la se puede afirmar que los resultados del análisis de este ensayo demuestran que se encuentran por debajo de las 10 ppm coincidiendo con Valente & Rodríguez (1991), quienes determinaron que más del 70 % de los suelos contienen menos de las 10 ppm de fósforo al igual la clasificación por Quintana *et al.* (1983). El bajo contenido de fósforo de estos suelos hace que sea necesario una fertilización adecuada en cuanto a este elemento aún bajo las buenas cualidades de estos suelos ya que es una limitante en el caso de las leguminosas.

Valente & Rodríguez (1991), plantean que más del 95 % de los suelos muestreados en Nicaragua contienen más de 0.2 meq/100 g de suelo de potasio, ya que el 82% contienen más de 0.05 meq/100 g de suelo, coincidiendo con los resultados obtenidos al reflejar un alto contenido de este elemento ya que están por encima de 0.3 meq/100 g de suelo, que establece el rango de clasificación en los suelos de Nicaragua (Quintana *et al.* 1983), un alto contenido nos refleja que no hay problemas nutricionales de este elemento por lo que se puede dar un consumo de lujo por parte del cultivo establecido.

se puede ratificar que existe un alto contenido de materia orgánica lo que se traduce en una buena fuente de nutrientes principalmente de nitrógeno, así como contribuir a mejorar las propiedades físicas químicas del suelo.

La materia orgánica contenida en un suelo generalmente representa un índice del nivel de fertilidad del mismo. Esta porción sólida es la única fuente de nitrógeno como nutrimento para la mayoría de las plantas, excepto las pertenecientes a las leguminosas. El fósforo total proviene hasta en un 33 % de esta misma fuente.

#### 5.4 Contenido de materia seca del follaje

El contenido de materia seca refleja que la capacidad que tiene una planta de asimilar y traslocar los nutrientes hacia las diferentes partes de la misma.

La fertilidad del suelo influye en gran medida en la acumulación de materia seca, puesto que el balance del desarrollo de las distintas partes de la planta (parte aérea y raíces) depende de la disponibilidad de nutrientes (CIAT, 1988).

Al analizar esta variable para el factor variedad se encontró que no existen diferencias significativas a los 33 y 54 días después de siembra, reflejándose los contenidos de materia seca más alto en la variedad Dor – 364 y H- 46 estando le más bajo en la Rev – 79 (Tabla 14).

Esto puede estar relacionado con la altura de la planta ya que las variedades que acumularon mayor cantidad de materia seca presentan las mayores alturas debido a que el tallo alcanza una mayor longitud así como un mayor número de ramas y hojas, esto probablemente se deba a su hábito de crecimiento y la densidad poblacional que estas variedades presentaron.

Tabla 14. Contenido de materia seca en el follaje de tres variedades de frijol bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor Variedad	Materia seca kg/ha 33 dds	Materia seca kg/ha 54 dds
Dor – 364	779.06 a	1500.81 a
H – 46	959.27 a	1743.67 a
Revolución–79	476.54 a	1286.54 a
ANDEVA	NS	NS
Factor niveles de fósforo		
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	656.92 a	1268.00 a
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	733.27 a	1404.20 a
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	824.61 a	1858.82 a
ANDEVA	NS	NS
% CV	26.73	20.65

Variedades \* Niveles de fósforo = NS

## 5.5 Extracción de nutrientes por el cultivo

La extracción de nutrientes por los cultivos es uno de los parámetros necesarios para determinar la recomendación de fertilización y para eso es necesario tomar en cuenta las demandas de nutrientes por el cultivo en estudio, el contenido de nutrientes disponible en el suelo tomando en cuenta, además, la deficiencia de fertilizante (Arzola, et al 1982).

### 5.5.1 Extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio por diferentes variedades del cultivo de frijol.

El análisis estadístico refleja diferencia significativa a los 33 y 54 dds en cuanto a la extracción de los macro elementos (nitrógeno, fósforo y potasio) por las variedades en estudio manteniendo el máximo promedio la variedad H-46 y el mínimo la Rev-79.

Se puede observar en la Tabla 15 que existe un incremento de manera general para todas las variedades en la extracción de nitrógeno, fósforo y potasio al pasar un período de 33 dds que está en plena floración a los 54 dds que inicia la formación de grano, no obstante la extracción de la variedad Dor-364 y H - 46 sufre un incremento bien marcado al pasar de los 33 a los 54 dds, de igual manera se puede observar que existe mayor extracción de nitrógeno y potasio por las variedades.

El comportamiento de las extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio de las variedades se sitúan muy por debajo de los requerimientos para un buen funcionamiento de la planta ya que Flor (1986) citado por Vargas, (1998) expresa que las extracciones por el cultivo de frijol es 102 kg/ha para nitrógeno, 9 kg/ha para fósforo y 93 kg/ha de potasio, sin embargo Talavera *et al.*, (1985) afirma que el frijol requiere alrededor de 135 kg/ha de nitrógeno, 114 kg/ha de potasio y 18 kg/ha de fósforo para completar en forma normal su ciclo vegetativo y reproductivo.

El análisis de varianza para las extracciones de los macro elementos (NPK) los niveles de fósforo no presentan diferencias significativas (Tabla 15), sin embargo, los promedios más alto se obtuvieron en el nivel 90 kg/ha para las dos observaciones evaluadas a los 33 y 54 dds. Y las extracciones más bajas de nitrógeno, fósforo y potasio fue en el testigo a los 33 dds. No obstante, a los 54 dds ocurrieron cambios en cuanto a fósforo y potasio presentando los valores más bajos el nivel 45 kg/ha. No así para el nitrógeno, manteniendo siempre el promedio más bajo el nivel 0 kg/ha. Para el factor niveles de fósforo se puede apreciar en la Tabla 15 que de los 33 a los 54 dds las extracciones de NPK manifestaron un incremento directamente proporcional a los niveles de fósforo a excepción a los 54 dds donde el comportamiento de fósforo y potasio fue diferente.

Este aumento se puede atribuir al mejor desarrollo radical y a la mejor nodulación, contribuyendo de esta manera a presentar mejor comportamiento fisiológico ya que las variedades que extrajeron mayor cantidad de nutrientes son las que presentan mejor respuesta en cuanto a las variables evaluadas.



Andrew & Robinson (1969 b), demostraron que la adición de fósforo al suelo donde se cultiva leguminosa aumenta el porcentaje de nitrógeno en el ápice de las plantas por encima del máximo aumento de producción de materia seca.

Tabla 15. Extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio por la materia seca de tres variedades de frijol a los 33 y 54 días después de siembra, bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor variedad	33 DDS			54 DDS		
	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha
Dor – 364	29.41 b	2.99 a	18.82 b	43.97 a	4.95 a	47.09 a
H – 46	40.27 a	3.68 a	25.41 a	45.62 a	5.53 a	49.09 a
Revolución – 79	16.89 c	1.92 b	11.83 c	27.34 b	1.95 b	15.36 b
ANDEVA	*	*	*	*	*	*
Factor niveles de fósforo						
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	26.03 a	2.55 a	15.66 b	33.01 a	4.02 a	36.06 a
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	28.35 a	2.80 a	18.48 ab	34.46 a	3.96 a	35.36 a
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	32.19 a	3.24 a	21.91 a	49.45 a	4.46 a	40.11 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS
% CV	28.12	28.84	17.63	22.96	21.83	24.17

Variedades \* Niveles de fósforo = NS

### 5.5.2 Extracciones de macronutrientes secundarios (calcio, magnesio y azufre)

En la Tabla 16 se puede verificar que el análisis estadístico muestra diferencias significativas entre las variedades a los 33 y 54 dds para las extracciones de calcio, magnesio y azufre manteniendo las máximas extracciones la variedad H-46 y los mínimos la variedad Revolución 79, señalando que los promedios obtenidos son muy bajos al considerar que el cultivo de frijol extrae alrededor de 54 kg/ha de calcio y 25 kg/ha de azufre (Talavera *et al.*, 1985).

De los 33 a los 54 dds, las variedades Dor-364 y H-46 mostraron un comportamiento ascendente en la absorción de Ca, Mg y S, en cambio la variedad Revolución-79 la absorción fue casi constante.

Se debe de tomar en cuenta que las tres variedades extrajeron mayor cantidad de calcio que de los otros dos elementos. Esto permite aseverar que existía mayor disponibilidad de este elemento en la solución del suelo, probablemente sea causa de que los suelos son más ricos en calcio que de magnesio ya que este último elemento es más soluble y lixiviable. Además, las leguminosas son plantas que demandan mucho calcio de la solución del suelo para el proceso de nodulación

Ruschel *et al.* (1975), afirman que el elemento calcio tiene un efecto mayor en aumentar el número de nódulos que sobre el peso seco de la planta de frijol. Y que debido a interacciones entre calcio, potasio y magnesio, su velocidad de absorción puede disminuir cuando existen alta concentraciones de potasio y/o magnesio en la solución del suelo.

El resultado de los análisis de calcio, magnesio y azufre para los niveles de fósforo demuestra que no existe diferencia significativa obteniendo los niveles más altos para los tres elementos el nivel 90 kg P/ha y los más bajos el testigo a los 33 dds.

Para el segundo recuento, los niveles presentaron un incremento manifestando algunos cambios en la cual los valores más bajos pasaron a ser obtenidos por el nivel 45 kg/ha manteniendo los más altos el nivel 90 kg/ha a los 54 dds. Se puede observar en la Tabla 16 que el incremento de las extracciones de los macro elementos secundarios es directamente proporcional al aumento de los niveles de fósforo. Esto puede explicarse ya que un adecuado contenido de calcio por parte de la planta favorece la absorción y transporte de fósforo.

Tabla 16. Comportamiento de las extracciones de los macroelementos (Ca, Mg y S) por la materia seca en diferentes etapas y variedades bajo distintos niveles de fósforo . La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor variedad	33 DDS			54 DDS		
	Ca kg/ha	Mg kg/ha	S kg/ha	Ca kg/ha	Mg kg/ha	S kg/ha
Dor – 364	15.28 a	3.25 a	1.39 a	29.75 a	5.56 a	2.00 a
H – 46	18.90 a	3.38 a	2.01 a	32.13 a	6.24 a	2.25 a
Revolución – 79	9.87 b	2.11 b	0.99 b	9.73 b	2.19 b	1.20 b
ANDEVA	*	*	*	*	*	*
Factor niveles de fósforo						
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	12.99 a	2.63 b	1.37 a	24.46 a	4.79 a	1.78 a
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	14.45 a	3.17 ab	1.41 a	21.68 a	4.18 a	1.76 a
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	16.61 a	3.43 a	1.61 a	25.47 a	5.02 a	1.92 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS
% CV	29.66	27.15	33.32	22.91	20.85	21.42

Variedades \* Niveles de fósforo = NS

### 5.5.3 Extracciones de micronutrientes (boro, hierro, cobre, manganeso y zinc)

El análisis estadístico realizado en las extracciones de boro, hierro y cobre a los 33 dds refleja que existen diferencias significativas entre las variedades, sin embargo, a los 54 dds únicamente el boro presenta significancia siendo la variedad H-46 la que extrajo las mayores concentraciones de boro y hierro a los 33 y 54 dds (Tabla 17).

Para el factor niveles de fósforo no se encuentra diferencia significativa, presentando las mayores extracciones de hierro a los 33 y 54 dds el nivel 90 kg/ha así como las extracciones de boro a los 54 dds.

De forma general el cultivo extrae más hierro en las dos etapas fisiológicas de observación seguido de las extracciones de boro (Tabla 17) estos resultados concuerdan con lo afirmado por Katyal & Randhawa (1986), al argumentar que el hierro se considera como el micronutriente que más abunda en el suelo, y que ocupa el cuarto lugar entre los elementos químicos que forman la corteza terrestre en comparación a su gran abundancia en el suelo, el contenido en las plantas es escaso, aunque en la mayoría de los casos es más elevado que el de los tres oligoelementos.

Sillampa (1972), revela que al igual que sucede con otros oligoelementos, la cantidad de boro absorbido por las distintas plantas de la misma especie puede variar considerablemente, incluso cuando crecen próximamente entre sí en el mismo hábitat.

Tabla 17. Comportamiento de las extracciones de los microelementos (B, Fe y Cu) por la materia seca en diferentes etapas y variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor variedad	33 DDS			54 DDS		
	B kg/ha	Fe kg/ha	Cu kg/ha	B kg/ha	Fe kg/ha	Cu kg/ha
Dor – 364	0.04 a	1.50 a	0.02 a	0.09 a	0.70 a	0.02 a
H – 46	0.05 a	1.85 a	0.02 a	0.10 a	0.90 a	0.02 a
Revolución – 79	0.02 b	0.65 b	0.008 b	0.05 b	0.48 a	0.01 b
ANDEVA	*	*	*	*	NS	NS
Factor niveles de fósforo						
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	0.04 a	1.18 a	0.01 a	0.08 a	0.67 a	0.02 a
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	0.04 a	1.37 a	0.02 a	0.08 a	0.62 a	0.02 a
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	0.04 a	1.44 a	0.02 a	0.09 a	0.79 a	0.02 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS
% CV	18.64	21.86	20.08	22.80	22.82	25.20

Variedades \* Niveles de fósforo = NS

En la Tabla 18 se puede corroborar que las extracciones de manganeso y zinc a los 33 y 54 dds por las variedades en estudio presentan diferencias significativas teniendo un comportamiento casi similar en cuanto a las extracciones la variedad Dor – 364 y H – 46. No obstante, los niveles de fósforo no presentaron diferencias significativas teniendo extracciones casi similares en las dos evaluaciones realizadas.

Aunque en frijol la deficiencia que se observa ocurre cuando se realizan aradas muy profundas, en labores normales, no se muestra esta condición, sin embargo existe la suposición de que los rendimientos que se obtienen actualmente, pueden aumentarse por medio de aplicaciones de zinc (Leypón, 1981).

Tabla 18. Comportamiento de las extracciones de los microelementos (Mn y Zn) en diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor variedad	33 DDS		54 DDS	
	Mn kg/ha	Zn kg/ha	Mn kg/ha	Zn kg/ha
Dor – 364	0.05 b	0.04 a	0.06 a	0.07 a
H – 46	0.07 a	0.04 a	0.06 a	0.07 a
Revolución – 79	0.03 c	0.02 b	0.03 b	0.03 b
ANDEVA	*	*	*	*
Factor niveles de fósforo				
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	0.05 b	0.02 b	0.05 a	0.05 a
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	0.05 b	0.03 ab	0.05 a	0.06 a
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	0.06 a	0.04 a	0.05 a	0.05 a
ANDEVA	NS	*	NS	NS
% CV	17.73	15.54	21.08	23.34

Variedades \* Niveles de fósforo = NS

#### 5.5.4 Extracción de macronutrientes por el grano

En el grano se encuentran las sustancias típicas de los tejidos vegetales, con particular abundancia de aquellas utilizadas como reservas; carbohidratos, proteínas y aceites. Como regla general, la composición química de los granos de la misma especie y variedad es bastante constante, o sea no hay mucha diferencia entre un grano y otro (Gómez, 1990).

El análisis de varianza realizado a las extracciones de macroelementos por los tejidos del grano en las variedades reflejaron diferencia significativa solamente los elementos K, Ca y Mg obteniendo el máximo promedio la variedad Dor-364 y el mínimo la variedad Rev - 79. No obstante el N, P y S fueron no significativos obteniéndose los más altos promedios siempre en la variedad Dor - 364 para nitrógeno y fósforo, no obstante en azufre fue en la H – 46. Los promedios más bajos para los tres elementos antes mencionados fue en la Revolución – 79 (Tabla 19).

Para el factor niveles de fósforo estos no reflejaron significancia alguna. Aunque existe diferencias numéricas obteniéndose las mayores extracciones de nitrógeno y potasio en el nivel de 90 kg/ha, para calcio, magnesio y azufre fue con el nivel de 45 kg/ha, obteniéndose las mayores extracciones de fósforo en el nivel 0 kg/ha, en cambio en las extracciones de nitrógeno y fósforo fue con el nivel intermedio (45 kg/ha), no obstante en azufre fue en el nivel más alto (90 kg/ha).

Se puede observar que existen mayores extracciones de algunos elementos con relación a otros por ejemplo el grano extrae mayor cantidad de nitrógeno seguido de potasio, fósforo, calcio, magnesio y con la menor extracción de azufre. Esto se explica por la determinada función que ellos realizan.

Según Kass (1996), señala que el nitrógeno es importante para la madurez del grano. El potasio para la formación de frutos, traslocación de metales pesados (hierro), balance iónico, ayuda al color de frutas, contenido de azúcar, almidón y de aceite en plantas de leguminosas. El fósforo mejora la calidad del número de frutas, verduras y cereales. Es vital para la formación del grano y a su vez acelera la madurez, lo cual es importante para la cosecha y para la calidad del fruto. El calcio es esencial para el desarrollo del fruto. El azufre ayuda a la producción de granos y es esencial en la formación de proteínas ya que forma parte de algunos aminoácidos.

Se puede observar que a medida que se aumenta el nivel de superfosfato triple, la extracción por parte del grano disminuye aunque no significativamente para los elementos nitrógeno, fósforo, calcio y azufre contrario a lo que sucede con el potasio y magnesio.

Tabla 19. Comportamiento de las extracciones de macroelementos por los tejidos del grano en diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor variedad	Extracciones de macronutrientes por el grano					
	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha	Ca kg/ha	Mg kg/ha	S kg/ha
Dor – 364	33.03 a	3.26 a	14.70 a	2.07 a	1.58 a	0.63 a
H – 46	22.55 a	5.67 a	13.44 a	1.84 a	1.42 ab	0.64 a
Revolución – 79	21.63 a	2.63 a	10.51 b	1.43 b	1.16 b	0.47 a
ANDEVA	NS	NS	*	*	*	NS
Factor niveles de fósforo						
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	33.38 a	5.37 a	12.51 a	1.81 a	1.35 a	0.59 a
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	21.63 a	3.27 a	13.00 a	1.87 a	1.40 a	0.59 a
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	24.33 a	2.94 a	13.14 a	1.68 a	1.40 a	0.56 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS
% CV	30.80	38.60	18.93	26.53	23.47	20.75

Variedades \* Niveles de fósforo = NS

### 5.5.5 Extracción de micronutrientes por el grano

En la Tabla 20 se puede corroborar que los niveles en estudio únicamente presentan diferencias significativas en la extracción de hierro, cobre y zinc.

Basándose en los resultados obtenidos se puede afirmar que el grano extrae mayor cantidad de hierro seguido de zinc, manganeso, boro y cobre.

Comparando las Tablas 19 y 20 se puede verificar que el grano extrae mayor cantidad de macronutrientes con relación a las cantidades extraídas de micronutrientes explicándose de esta manera el por qué de las mayores demandas de macronutrientes por los cultivos los cuales generalmente se están fertilizando con fórmulas de completo principalmente las gramíneas y leguminosas y muy pocas veces se hacen aplicación de micronutrientes debidos a que estos generalmente se encuentran disponibles en el suelo.

Tabla 20. Comportamiento de las extracciones de microelementos por los tejidos del grano en diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor variedad	Extracciones de micronutrientes por el grano				
	B kg/ha	Fe kg/ha	Cu kg/ha	Mn kg/ha	Zn kg./ha
Door – 364	0.01 ab	0.05 a	0.007 a	0.01 a	0.03 a
H – 46	0.02 a	0.06 a	0.006 a	0.01 a	0.03 a
Revolución – 79	0.009 b	0.04 b	0.004 b	0.02 a	0.02 b
ANDEVA	NS	*	*	NS	*
Factor niveles de fósforo					
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	0.01 a	0.05 a	0.006 a	0.01 a	0.02 a
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	0.01 a	0.05 a	0.006 a	0.01 a	0.02 a
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	0.01 a	0.05 a	0.006 a	0.01 a	0.02 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS
% CV	31.07	11.13	15.22	31.73	12.23

Variedades \* Niveles de fósforo = NS



## **VI. CONCLUSIONES**

A partir de los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se desarrollo el experimento se puede concluir que:

- La variedad Dor-364 y el nivel testigo (0 kg/ha) presentaron la mayor altura de planta, en cambio, la variedad Rev-79 y el nivel 45 kg/ha el menor promedio de altura.
- En cuanto al número de planta por hectárea a los 69 días después de la siembra la variedad H-46 y el nivel 90 kg/ha reflejaron la mayor densidad poblacional y la variedad Rev-79 y el nivel 45 kg/ha el promedio más bajo.
- El mayor número de vaina por planta lo obtuvieron la variedad H-46 y el nivel testigo (0 kg/ha), el menor la variedad Rev-79 y el nivel 90 kg/ha.
- La variedad Dor-364 y el nivel 90 kg/ha reflejaron los más altos promedios de granos por vaina y la variedad Rev-79 y nivel testigo (0 kg/ha) el más bajo promedio.
- El mayor porcentaje de grano bueno se obtuvo en la variedad Dor-364 y el nivel 90 kg/ha, no así para el caso del peso de grano malo que reflejaron ser los menores y la variedad Rev-79 y el nivel 45 kg/ha obtuvieron los más bajos promedios de peso de grano bueno y los más altos en grano malo.
- En cuanto al peso de cien (100) granos el mayor promedio se obtuvo en la variedad Rev-79 y el nivel 45 kg/ha y los menores promedios en la variedad H-46 y el nivel testigo (0 kg/ha).
- El rendimiento y contenido de materia seca se presentó el mayor promedio en la variedad Dor - 364 y el nivel 90 kg/ha y el menor en la variedad Rev-79 y el nivel 45 kg/ha, sin embargo para materia seca es en el nivel 0 kg/ha.
- La variedad Rev-79 y el nivel 45 kg/ha presentó el mayor número de nódulos por planta a los 27 y 33 días después de la siembra y el menor la variedad Dor-364 y el nivel 90 kg/ha. A los 41 y 54 los mayores promedios lo reflejó la variedad H-46 y el nivel 45 kg/ha y los menores la variedades Dor-364 y Rev-79 y el nivel testigo (0 kg/ha).
- El mayor peso de nódulo por planta a los 31 días después de la siembra fue reflejado por la variedad Rev-79 y el nivel 45 kg/ha el menor por la variedad Dor-364 y nivel testigo (0 kg/ha), a los 41 y 54 fue mayor en la variedad H-46 y el nivel 45 kg/ha y menor en la variedad Rev-79 y el testigo (0 kg/ha).

- El peso de cada nódulo a los 33 días después de la siembra fue mayor para la variedad Rev-79 y el nivel testigo (0 kg/ha) y menor para la variedad H-46 y el nivel 45 kg/ha, a los 41 días después de la siembra fue mayor para la variedad Dor-364 y menor la H-46, a los 54 días después de la siembra fue mayor en la variedad H-46 y menor en la variedad Rev-79, para el caso de los niveles fue mayor en 90 kg/ha y menor en el testigo (0 kg/ha) a los 41 y 54 días después de la siembra.
- La variedad Dor-364 reflejó a los 54 y 69 días después de la siembra los mayores promedios de nódulos efectivos y la variedad Rev-79 los menores, la variedad H-46 a los 54 dds reflejó el más alto promedio de nódulos inefectivos, en los niveles a los 54 el mayor promedio de nódulos efectivos lo obtuvo el nivel 90 kg/ha y el menor el nivel 45 kg/ha a los 69 días después de la siembra los niveles presentaron un comportamiento ascendente obteniendo similitudes entre sus promedios.
- A los 41 días después de la siembra la mustia hilachosa presentó mayor incidencia en la variedad H - 46 y menor en la Dor-364 y a los 54 días presentan un incremento en todas las variedades pero no influyo en los rendimientos ya que se encontró por debajo del umbral económico y en cuanto a los niveles el más afectado fue el testigo (0 kg/ha) y el menos afectado con el nivel 45 kg/ha.
- La variedad H - 46 y el nivel 90 kg/ha reflejaron la mayor extracción de nitrógeno, fósforo y potasio contrario a la variedad Rev-79 y el nivel testigo (0 kg/ha) que mostraron la menor extracción de estos elementos.
- En la extracción de calcio, manganeso y azufre las variedades mostraron un comportamiento ascendente obteniendo el mayor promedio la variedad H-46 y el menor la Rev-79. En cuanto a los niveles el que obtuvo el mayor promedio fue el de 90 kg/ha.
- La variedad H-46 obtuvo el mayor promedio de extracción de los micronutriente como el boro, hierro, cobre, manganeso y zinc a los 33 y 54 días después de la siembra y la variedad Rev - 79 el menor promedio, los niveles presentaron un comportamiento similar.
- En la extracción de macro elementos de nitrógeno, potasio, calcio, y magnesio por parte de los tejidos del grano el mayor promedio lo obtuvo la variedad Dor-364 y el menor la variedad Rev-79 y en cuanto a fósforo y azufre el mayor lo obtuvo la variedad H-46 y el menor la Rev-79, en los niveles se presento mayor absorción de nitrógeno y fósforo en el testigo, de potasio en el nivel 90 kg/ha, de calcio, magnesio y azufre en el nivel 45 kg/ha y las menores extracciones de nitrógeno en el nivel 45 kg/ha, de potasio y manganeso en el testigo (0 kg/ha) y de fósforo, calcio y azufre en el nivel 90 kg/ha.

- En la extracción de micro elemento la máxima absorción de boro y hierro fue en la variedad H-46 y el mínimo en la Rev-79 en cuanto refiere al cobre, manganeso y zinc las variedades H - 46 y Dor-364 reflejaron los máximos promedios no así para la variedad Rev - 79 que fue inferior a estas variedades, los niveles reflejaron los mismos promedios de absorción.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- ☛ Partiendo de la información básica del presente estudio sobre la evaluación de los distintos niveles de superfosfato triple y de sus respectivas extracciones de nutrientes por cada una de las variedades en estudio se recomienda:
- ☛ Estudiar el comportamiento de la variedad Dor – 364 y H – 46, y el de variedades recién validadas, en condiciones de óptima fertilización con los elementos estudiados (macro y microelementos) de esta manera se podría analizar que capacidad de extracción tienen estas variedades en condiciones de una buena fertilización comparada con la productividad natural de estos suelos.
- ☛ Es recomendable hacer nuevos experimentos similares a este, en varios sitios del país para hacer una mejor valoración de los resultados y que al transferir estos resultados, de antemano se hayan tomado en cuenta las condiciones sociales, económicas y ambientales de cada sitio.
- ☛ Tomando en consideración que el factor niveles de superfosfato triple refleja que no existen diferencias significativas en cuanto a las variables de rendimiento, es recomendable darles continuidad a este factor en nuevos experimentos, para verificar y comparar estos resultados.
- ☛ Se recomienda al productor de la zona utilizar las variedades Dor – 364 y H – 46 debido a que la variedad Rev – 79 a través del tiempo ha demostrado un bajo potencial productivo afectando directamente los costos de producción.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Andrew, C & Robins, M. 1969b. The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. II. Nitrogen, Calcium, Magnesium, potassium and Sodium contents. *Aust. J. Agric. Res.*, 20: 675-685.
- Arzola, N.; O. Fundura & J. Machado .1981. Suelo, planta y abonado. Editorial Pueblo y educación. La Habana, Cuba.461p.
- Amaya, R & Cruz, J.1993. Evaluación de 7 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y su Respuesta a dosis creciente de fertilizante (N-P). Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua, UNA pag.28-30.
- Alemán Zeledón, F 1989. Malezas; competencia biológica; umbral económico Nicaragua.42 p.
- Avelarez J.J. 1992. Evaluación comparativa de 8 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) recolectada en Nicaragua; Germoplasma. Revista Informativa Anual del REGEN, FAGRO-UNA.
- Binder, U, 1997, Leguminosas: Simbiosis; Bacterias fijadoras del Nitrógeno; Sistema de cultivo; leguminosas forrajeras; Biodiversidad; Nicaragua T-II p-197-521
- Blandón R.L.& Arvizu V.J.1991.Efecto de labranza método de control de maleza y rotación de cultivo sobre la dinámica de la maleza, crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) soya (*Glycine max.*) Biblioteca UNA - Managua.
- Boareto A E et al, 1983, Uso de residuo de fermentacao de la farela de trigo empulverizacáo foliar na cultura de feijao (*phaseolus vulgaris* L.) *Revista de agricultura Brasil*, p 58.
- Brady, N.C.1974. The nature and properties of soil. Eth. Edition. Macmillan Publishing Co. inc. Nueva York, collier macmillan publishers, London.
- Bressani, R.1985. Necesidades de investigación para elevar la calidad nutricional del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) En: II curso de investigación y producción del frijol. ICTA/CIAT. Solola, Guatemala.9p.
- Cairo P.1980.Manual de fertilidad de suelos. Ed. Pueblo y educación. La Habana, Cuba.120Pp.
- Cerrato J.E.1992. Evaluación de 16 variedades criollas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) colectadas en diversas zonas de Nicaragua, REGEN-UNA, Managua, Pp.47.
- CIAT,1978. Avances logrados en 1978.Programa de frijol, Cali, Colombia, Pp.1-25.
- CIAT, 1985.Investigación y producción, Calí, Colombia, XYZ 417pp.

- CIAT, 1988. Informe anual. Programa de frijol. Cali, Colombia. 61p.
- CIAT. 1989. Progreso en la investigación y producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) advancein bean (phaseolus vulgaris research and production). Cali, Colombia. 462P.
- Chow, W.Z.1990. Efecto de la fertilización fosfórica sobre el crecimiento y rendimiento de 4 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).Biblioteca UNA, Managua, Nicaragua.28p.
- Davis J.H.1985. Conceptos básicos de genética de frijol. Frijol investigación y producción CIAT. Editorial XYZ Cali, Colombia p 81-87.
- Díaz, A. 1991. Frijol, labranza cero versus métodos convencionales. Primer seminario sobre generación y transferencia de tecnología agropecuaria. UNA /finnida. 50p.
- Estrada, R. 1991. Guía tecnológica para la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Managua, Nicaragua. 252p.
- FAO, 1985.La fijación de nitrógeno en la explotación de los suelos (Boletín de suelos # 49,32 pp.
- Fassbender, H.W.1967. La fertilización de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).Revista Turialba. 17(1):45-52.
- Fassbender H.U.1969. Química de suelos. FAO. IICA. San José, Costa Rica.
- Flor, M.C. 1986.Criterios sobre la recomendación de fertilizante en frijol investigación y producción CIAT XYZ, Cali, Colombia Pp.310-312.
- Galomo, T.R. 1978.Respuesta de la inoculación y fertilización en 4 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la región Chontalpa, Tabasco, México. Tesis Ing. Agr. Tabasco, México, ENA. p.27-32.
- Garcia. I.P. 1991. Comportamiento agronómico de 11 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y su resistencia a la roya (*Uromices phaseolis*) biblioteca UNA, Managua, Nicaragua.27p.
- Gates, C.T. 1970. Physiological aspect of the rhizobial symbiosis in *stylosanthes humillis*, *leucanea leucocephala* and *phaseolus atropurpurus* proc. lith int Grassl. long. surters paradise, Australia 442-446.
- Gómez O, 1990. La producción de semilla: Texto Básico para el desarrollo del curso de producción de semilla en la Universidad de Nicaragua. UNA. Managua, Nicaragua.
- González, M. 1995. Evaluación del crecimiento, desarrollo y crecimiento de 14 accesiones Nicaragüenses y la variedad revolución 84 de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)Tesis de Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 43p.

- Guazelli, R.J. ET AL.1973. Efectos agronómicos e económicos do calcario, nitrógeno, fósforo, potasio, enxofre e micronutrientes nos rendimientos de soja, feijao e arroz em Uberaba. Minas gerais, Pesquisa Agropecuaria Brasileira serie Agronómica 8,6:29-37.
- Guerra, L & L. Guerrero. 1995. Efecto de cuatro niveles de fertilizante sobre el crecimiento y rendimiento de cinco variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo el sistema de cero labranza. Trabajo de diploma. UNA. Managua, Nicaragua. 41p.
- Guerrero, O & P, Suazo. 1993. Efecto de diferentes dosis de fertilizante de la formula 18-46-0 y densidades de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del frijol común (*haseolus vulgaris* L.) y la dinámica de las malezas. Trabajo de diploma. UNA-EPV. UNA. Managua, Nicaragua. 36p.
- Haag, H.P. 1976. Absorcao do nutrientes pela cultura do Feijociro *Bragontia* 26(3).381-391.
- Hallsworth EG.Wilson, S.B. Green wood EAN. copper and cobalt in nitrogen fixation. nature. Londres 187:99-80.
- Herrera, M. & Llano, A.1983. Evaluación de 23 variedades de frijol común rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) en Nicaragua REGEN Managua pag.9.
- INITER, 1996. Datos pluviométricos obtenidos en el banco de datos de la serie Masatepe. Managua, Nicaragua.
- Izquierdo, M.L.& F.T. Talavera.1988. Diagnosn docis of fertility of some nicaraguans soils. Programa Ciencia de las plantas. ISCA-SLU. Managua, Nicaragua.
- Izquierdo. M.1991. Effects of N and P. fertiliziers on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in a pofixing Nicaragua mollict Andosol. Msc. Thesis. UNA. Managua.
- Jeffrey W, 1985. Conceptos básicos de fisiología del frijol, Investigación y Producción Editorial X Y Z Cali Colombia p,43-60.
- Junqueira, N. A. 1997. Respota diferencial de variedades de feijao (*Phaseolus vulgaris* L.) a la adubacao nitrogenada e fosfatada. Tese Mag. Sc. Viscosa. MG. Universidad Federal de Viscosa. 99p.
- Leypon, N.E. 1981. Tópicos importantes de uso común para la importancia de asistencia técnica en granos básicos: Tomo II. Ministerio de desarrollo agropecuario y reforma agraria, Managua Nicaragua.
- Llano y M Herrera, 1983. Evaluación de 23 variedades de frijol rojo, dos anos de cooperación para el mejoramiento del frijol común (*phaseolus vulgaris* L) en Nicaragua p,15-16.
- Kass, C. 1996. Fertilidad de suelos. Ed. Jorge Nuñez Solis. 1Ed. San José, Costa Rica.272p.

- Katyal, J.C. & Randhawa, N.S. 1986. Micronutrientes. Fertilizantes y nutrición vegetal. Boletín de la FAO (Roma). No 7:3-5,27,41,53,65.
- Marín, 1990. Caracterización y evaluación preliminar de 30 cultivos de frijol común, (*Phaseolus vulgaris* L) Tesis de Ing. Agrónomo, Instituto superior de ciencias Agropecuarias, Managua Nic p-59
- Malavolta, E.1980. Elemento de nutricao mineral de plantas Sao Paulo Ceres. pp. 104-210.
- MAG. 1992. Guía técnica. El frijol común. CNIGB. Managua, Nicaragua.p.11.
- MAG. 1997. Estudio preliminar de la cadena agroalimentaria de maíz y frijol, Managua, Nicaragua.80p.
- Méndez A H .1981,Respuesta del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de elementos mayores en un andosol de narino in marín in campo, Instituto Colombiano Agropecuario, Programa Nacional de Suelo, Informe de progreso Bogota p 110- 112.
- Miranda, D.& Molina, R.1992. Evaluación de cinco cepas de *Rhizobium Leguminisarum* bv *phaseoli* en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad revolución 84. Tesis de ing. agr. UNA. Managua, Nicaragua.45pp.
- P.J. Skerman, D.G. Cameron, F.Riveros. 1991: Leguminosas forrajeras tropicales. FAO, Roma, Italia 125-131pp.
- Palma, O. 1993. Influencia de diferente métodos de control de malezas y espaciamiento entre surcos sobre cenosis, crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) c.v. revolución 79ª en el ciclo de postrera 1990. Tesis de Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua.54p.
- Portillo, J. 1995. Incremento de la productividad de frijol ( *Phaseolus vulgaris* L.) a nivel de finca mediante la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* bv.*phaseoli*. Managua, Nicaragua.37p.
- Quintana et al. 1983ª. Determinación de la respuesta del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) a las aplicaciones de N,P,K. En. Dos años de cooperación para el mejoramiento del frijol común en Nicaragua. DGTA/SAREC. Managua, Nicaragua. 50-53.
- Rava, C.A.1991. Produccion artesanal de semilla mejorada de frijol. Proyecto FAO-TCP/NIC/956(E) FAO/MAG, Nicaragua.120p.
- Sequeira, B. 1967, Efecto de la fertilización fosfórica y la cantidad de semilla de siembra en los rendimientos del frijol negro. Biblioteca ISCA, Managua, Nicaragua.
- Skerman, P. J. D. G. Cameron, F. Riveros. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. FAO, Roma, Italia 125-131pp.



- Sillampa, M.1972. Los oligoelementos en los suelos y en la agricultura. Boletín de la organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación (Roma). No 17:5-20.
- Sylvester, BR *et al.*,1987. Simbiosis leguminosa - *Rhizobio*: Evaluación, selección y manejo (Guía de estudio autotutorial) Cali, Colombia.CIAT.67p.
- Rodrigues, M. 1967, Ensayos de fertilización en frijol en la zona norte de Nicaragua. PCCMCA, San José, Costa Rica.
- Ruschel, A.P; Henis, V. & Solati, E. 1975. Nitrógeno<sup>15</sup> traicing of N – Fixation with soil grow sugar cane seeding. Soil Biology and Biochemistry, 7, p. 181 – 182.
- Talavera, S.F.T. 1985. Uso de análisis químico para la determinación de la fertilidad de suelo en el cultivo del frijol FED-DR. UNA. Managua Nicaragua.
- Talavera, T.1988. Efecto de diferentes niveles y formas de aplicación del fertilizante fosfórico en el rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)Tesis de Ing. Agr. ISCA. Managua, Nicaragua.35p.
- Talavera, S.F.1989.Assesment of the impacts of P and N fertilizers on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)Grow in a volcanic soil in pot and field experiments. P,C.P.UNA-Managua, Nicaragua.
- Tapia, H.1965.Ensayos de fertilizantes en frijol en Nicaragua. II Reunión del PCCMCA. Panamá. 91-94.
- Tapia, H.B.1973. El cultivo del frijol en Nicaragua. CENIDA-UNA-Managua, Nicaragua.
- Tapia, H.1987.Variedades mejoradas de frijol con grano rojo para Nicaragua. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Dirección de investigación y post-grado (DIP).
- Tapia, H.S. y Camacho A,1989.Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. Et. G.T.Z. Eschon. Managua, Nicaragua p,27.
- Tapia, R.D.1991.Influencia de la labranza y fertilización sobre los cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).Tesis de Ing. Agr. ISCA. Managua, Nicaragua.
- Tisdale, S; & W. Nelson.1975. Soil fertility and fertilizer. 3ed. 189-242,Macmillan Publishing, Co; New York.
- Thung, M. Ortega, J. & Erazo, O. 1982. Respuesta al fósforo aplicado a dos profundidades y su efecto en el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT,Cali, Colombia.23p.
- Valente, M.J & Rodríguez O. L. 1991. Programa de fertilización en Nicaragua Programa Nacional de Suelos. Managua, Nicaragua. Pp 16.

- Vanegas, J.A.1986. Plant density, row spacing and fertilizers effects in weed and unweeded stands of common beans. (*Phaseolus vulgaris* L.)DHP/SUAS.Report 160. Uppsala, Sweeden.45p.
- Vargas, D.X.1998. Determinación de la capacidad de extracción de nutrientes, acumulación de materia seca y fijación biológica de nitrógeno por cuatro variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Tesis de Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. Pp 40.
- Voysest.1985.Mejoramiento del frijol por introducción y selección: Frijol, investigación y producción. Editorial XYZ Cali, Colombia.pag.96.
- Vernetti, F.J.1983.Genetica y mejoramiento. Fundacao Corgill, Brasil.vol.2.
- White, J.W.1985. Conceptos básicos de fisiología del frijol En; Frijol investigación y producción. CIAT. Ed. XYZ Cali, Colombia 96p.
- Zapata M. & Orozco H.1991. Evaluación de diferentes métodos de control de malezas y distancia de siembra sobre cenosis de malezas crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)ciclo de postera 1989.UNA Managua, Nicaragua.72p.

# **ANEXO**

Anexo 1. Concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio por la materia seca de tres variedades de frijol a los 33 y 54 días después de siembra, bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor variedad	33 DDS			54 DDS		
	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha
Dor – 364	3.78	0.38	2.42	2.93	0.33	3.14
H – 46	4.20	0.38	2.65	2.62	0.32	2.81
Revolución – 79	3.54	0.40	2.48	2.13	0.15	1.19
Factor niveles de fósforo						
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	3.96	0.39	2.38	2.60	0.32	2.84
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	3.87	0.38	2.52	2.45	0.28	2.52
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	3.90	0.39	2.66	2.66	0.24	2.16

Anexo 2. Concentraciones de los macroelementos (Ca, Mg y S) por la materia seca en diferentes etapas y variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor variedad	33 DDS			54 DDS		
	Ca kg/ha	Mg kg/ha	S kg/ha	Ca kg/ha	Mg kg/ha	S kg/ha
Dor – 364	1.96	0.42	0.18	1.98	0.37	0.13
H – 46	1.97	0.35	0.21	1.84	0.36	0.13
Revolución – 79	2.07	0.44	0.22	0.77	0.17	0.09
Factor niveles de fósforo						
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	1.98	0.40	0.21	1.93	0.38	0.14
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	1.97	0.43	0.19	1.54	0.30	0.13
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	2.01	0.42	0.20	1.37	0.27	0.10

Anexo 3. Concentraciones de macronutrientes por los tejidos del grano en diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor variedad	Extracciones de macronutrientes por el granos					
	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha	Ca kg/ha	Mg kg/ha	S kg/ha
Dor – 364	4.24	0.42	1.89	0.27	0.20	0.08
H – 46	2.35	0.59	1.40	0.19	0.15	0.07
Revolución – 79	4.54	0.55	2.21	0.30	0.24	0.10
Factor niveles de fósforo						
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	5.08	0.82	1.90	0.27	0.21	0.09
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	2.95	0.45	1.77	0.26	0.19	0.08
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	2.95	0.36	1.60	0.20	0.17	0.07

Anexo 4. Comportamiento de las concentraciones de microelementos por los tejidos del grano en diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor variedad	Extracciones de micronutrientes por el grano				
	B kg/ha	Fe kg/ha	Cu kg/ha	Mn kg/ha	Zn kg./ha
Door – 364	12.84	64.18	8.98	12.83	38.51
H – 46	20.85	62.55	6.25	10.42	31.27
Revolución – 79	18.89	83.94	8.39	41.95	41.95
Factor niveles de fósforo					
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	15.22	76.11	9.13	15.22	30.44
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	13.64	68.18	8.18	13.64	27.27
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	12.13	60.63	7.28	12.13	24.25

Anexo 5. Comportamiento de las Concentraciones de los microelementos (B, Fe y Cu) por la materia seca en diferentes etapas y variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor variedad	33 DDS			54 DDS		
	B kg/ha	Fe kg/ha	Cu kg/ha	B kg/ha	Fe kg/ha	Cu kg/ha
Dor – 364	51.34	1925.40	25.67	59.97	466.41	73.33
H – 46	52.12	1928.55	20.85	57.35	516.15	11.47
Revolución-79	41.97	1364.00	16.79	38.86	373.09	7.77
Factor niveles de fósforo						
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	60.89	1796.26	15.22	63.09	528.39	15.77
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	54.55	1868.19	27.27	56.97	441.53	14.24
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	48.51	1746.28	24.25	48.42	425.00	10.76

Anexo 6. Comportamiento de las Concentraciones de los microelementos (Mn y Zn) en diferentes variedades bajo distintos niveles de fósforo. La Compañía, Carazo. Postrera, 1996.

Factor variedad	33 DDS		54 DDS	
	Mn kg/ha	Zn kg/ha	Mn kg/ha	Zn kg/ha
Dor-364	64.18	51.34	39.98	46.64
H-46	72.97	41.70	34.41	40.15
Revolución – 79	62.95	42.00	23.32	23.32
Factor niveles de fósforo				
0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	76.11	30.45	39.43	39.43
45 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	68.18	40.91	35.61	42.73
90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	72.76	48.51	26.90	26.89

Variedades \* Niveles de fósforo = NS