

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

**EXTRACCIONES DE NUTRIENTES POR EL CULTIVO DEL FRIJOL
COMÚN (*Phaseolus vulgaris*, L.), INOCULADO Y SIN INOCULAR Y
COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO EN DIFERENTES SISTEMAS
DE LABRANZA DESPUÉS DE TRES AÑOS DE BARBECHO**

Autores: Br. Tiffer Coleman Ríos
Br. Carlos Gurdían Torres

Asesores:
Ing. MSc. Telémaco Talavera Siles.
Ing. Miguel Jerónimo Ríos.
Ing. Roberto Larios.

Managua, Nicaragua 2001



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

**EXTRACCIONES DE NUTRIENTES POR EL CULTIVO DEL FRIJOL
COMÚN (*Phaseolus vulgaris*, L.), INOCULADO Y SIN INOCULAR Y
COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO EN DIFERENTES SISTEMAS
DE LABRANZA DESPUÉS DE TRES AÑOS DE BARBECHO**

Autores: Br. Tiffer Coleman Ríos
Br. Carlos Gurdíán Torres

Asesores:

Ing. MSc. Telémaco Talavera Siles.
Ing. Miguel Jerónimo Ríos.
Ing. Roberto Larios.

Managua, Nicaragua 2001

CONTENIDO

Página

INDICE DE TABLAS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo General	3
1.2 Objetivo Especifico	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Importancia socio-económica del cultivo	4
2.2 Requerimientos edafoclimáticos	5
2.3 Requerimientos nutricionales	5
2.4 Conceptos generales	5
Crecimiento	5
Desarrollo	5
Extracción	6
Extracción biológica	6
Contenido óptimo	6
Riqueza y concentración total	6
Fertilidad	7
Fertilidad del suelo	7
Fertilidad física	7
2.5 Fertilización con rastrojo	8
2.6 Nutrición mineral de la simbiosis	10
Acidez, calcio, aluminio y manganeso	10
Fósforo, azufre y potasio	11
Nitrógeno	11
Micronutrientes	12
2.7 Fijación biológica del nitrógeno atmosférico	13
Rhizobio-bacteria del nódulo	13
2.8 Sistemas de labranza	14
Labranza cero	14
Labranza mínima	17

Labranza convencional	18
2.9 Absorción de los elementos principales bajo diferentes tipos de labranza	20
Nitrógeno	20
Fósforo	21
Potasio	21
Calcio y magnesio	21
2.10 Malezas	22
Competencia de las malezas por los nutrientes	22
Importancia de las malezas	23
Aspectos negativos	23
Aspectos positivos	24
III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1 Localización o ubicación del ensayo	25
3.2 Tipo de suelo	26
3.3 Descripción del trabajo experimental	27
3.3.1 Diseño experimental	27
3.3.2 Dimensiones	28
3.4 Descripción de los tratamientos	29
3.5 Manejo agronómico	29
3.5.1 Inoculación de las semillas	29
3.5.2 Fertilización	30
3.6 Variables evaluadas	30
Peso seco de las malezas (kg/ha)	30
Peso seco del follaje (kg/ha)	30
Peso seco de raíz (kg/ha)	30
Número de nódulos por planta	31
Peso de nódulo por planta	31
Rendimiento del grano	31
Preparación de muestras	31
3.7 Segunda evaluación de los sistemas de labranza (Postrera, 2000)	32
3.7.1 Descripción del trabajo experimental	33
3.7.1.1 Diseño experimental	33
3.7.1.2 Análisis estadístico	33
3.8 Variables evaluadas	33
Altura de plantas (cm)	34
Número de ramas por planta	34
Area foliar	34
Altura de inserción a la primera vaina	34
Número de vainas por plantas	35
Número de granos por vaina	35
Peso de cien granos	35
Rendimiento de grano	35
3.9 Manejo agronómico del ensayo	35

3.9.1 Siembra	35
3.9.2 Variedad utilizada	36
3.9.3 Fertilización	36
3.9.4 Control de malezas	36
3.9.5 Cosecha	36

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 37

4.1 Determinación de las concentraciones de macro y micronutrientes en los tejidos de las malezas de hoja ancha y fina	37
4.1.1 Concentración (%) de macronutrientes en los tejidos de las malezas de hojas finas 37	
4.1.2 Concentración (%) de micronutrientes en los tejidos de las malezas de hojas finas 39	
4.1.3 Concentración (%) de macronutrientes en los tejidos de las malezas de hojas anchas	42
4.1.4 Concentración (%) de micronutrientes en los tejidos de las malezas de hojas anchas	44
4.2 Efecto de los sistemas de labranza en el follaje de frijol	47
4.2.1 Peso de materia seca (kg/ha) en el follaje de frijol	47
4.2.2 Contenido de nitrógeno en el follaje de frijol	48
4.2.3 Contenido de fósforo en el follaje de frijol	49
4.2.4 Contenido de potasio en el follaje de frijol	50
4.2.5 Efecto del inoculante en el follaje de frijol	52
4.2.5.1 Peso de materia seca (kg/ha) en el follaje de frijol	52
4.2.5.2 Concentraciones (%) de macronutrientes en el follaje de frijol	53
4.2.5.3 Extracciones (kg/ha) de macronutrientes en el follaje de frijol	53
4.2.6 Interacción entre los sistemas de labranza y las semillas inoculadas	54
4.2.6.1 Peso de materia seca (kg/ha) en el follaje de frijol	54
4.2.6.2 Concentraciones (%) de macronutrientes en el follaje de frijol	54
4.2.6.3 Extracciones (kg/ha) de macronutrientes en el follaje de frijol	54
4.3 Efecto de los sistemas de labranza en la raíz de frijol	56
4.3.1 Peso de materia seca (kg/ha) en la raíz de frijol	56
4.3.2 Contenido de nitrógeno en la raíz de frijol	56
4.3.3 Contenido de fósforo en la raíz de frijol	57
4.3.4 Contenido de potasio en la raíz	58
4.3.5 Efecto del inoculante en la raíz de frijol	60
4.3.5.1 Peso de materia seca (kg/ha) en la raíz de frijol	60
4.3.5.2 Concentraciones (%) de macronutrientes en la raíz de frijol	60
4.3.5.3 Extracciones (kg/ha) de macronutrientes en la raíz de frijol	60
4.3.6. Interacción entre los sistemas de labranza y las semillas inoculadas	61
4.3.6.1 Peso de materia seca (kg/ha) en la raíz de frijol	61
4.3.6.2 Concentraciones (%) de macronutrientes en la raíz de frijol	61
4.3.6.3 Extracciones (kg/ha) de macronutrientes en la raíz de frijol	61
4.4 Efecto de los sistemas de labranza y las semillas inoculadas	63
4.4.1 Sistemas de labranza	63
4.4.2 Semillas Inoculadas	64
4.4.3 Interacción entre los sistemas de labranza y las semillas inoculadas en el número de nódulos por planta	65
4.4.4 Sistemas de labranza	65
4.4.5 Semillas inoculadas	66
4.4.6 Interacción entre los sistemas de labranza y las semillas inoculadas en el peso de nódulos por planta	66

<u>4.5 Efecto de los sistemas de labranza sobre el rendimiento de grano</u>	67
<u>4.5.1 Rendimiento del grano (kg/ha)</u>	67
<u>4.5.2 Contenido de nitrógeno en el grano de frijol</u>	69
<u>4.5.3 Contenido de fósforo en el grano de frijol</u>	70
<u>4.5.4 Contenido de potasio en el grano de frijol</u>	71
<u>4.5.5 Efecto del inoculante en el rendimiento del grano</u>	72
<u>4.5.5.1 Rendimiento del grano (kg/ha) en el frijol</u>	72
<u>4.5.5.2 Concentraciones (%) de macronutrientes en el grano de frijol</u>	72
<u>4.5.5.3 Extracciones (kg/ha) de macronutrientes en el grano de frijol</u>	73
<u>4.6. Interacción entre los sistemas de labranza y la semilla inoculada</u>	73
<u>4.6.1 Rendimiento de grano (kg/ha)</u>	73
<u>4.6.2 Concentraciones (%) de macronutrientes en el grano de frijol</u>	73
<u>4.6.3 Extracciones (kg/ha) de macronutrientes en el grano de frijol</u>	74
<u>4.7 Comportamiento de las variables de crecimiento y rendimiento de la variedad DOR-364 sembrada en los diferentes sistemas de labranza después de tres años de barbecho</u> ..	75
<u>4.7.1 Altura de las plantas</u>	75
<u>4.7.2 Número de ramas por planta</u>	76
<u>4.7.3 Área foliar</u>	78
<u>4.7.4 Altura de inserción a la primera vaina</u>	80
<u>4.7.5 Número de vainas por planta</u>	81
<u>4.7.6 Número de granos por vaina</u>	82
<u>4.7.7 Peso de cien granos</u>	83
<u>4.7.8 Rendimiento de grano</u>	84
<u>V. CONCLUSIONES</u>	88
<u>VI RECOMENDACIONES</u>	90
<u>VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	91
<u>VIII ANEXOS</u>	99

INDICE DE TABLAS

Tablas

1.	Condiciones agroecológicas óptimas para el cultivo del frijol_____	5
2.	Algunas características químicas del suelo "La Compañía" Carazo, Nicaragua. 1996_____	26
3.	Tratamientos evaluados. "La Compañía". Carazo. Postrera. 1996_____	29
4.	Dimensiones del ensayo. "La Compañía". Carazo. Postrera, 2000_____	33
5.	Concentraciones de macronutrientes en los tejidos de malezas de hoja fina. "La Compañía".Postrera, 1996._____	39
6.	Concentraciones de micronutrientes en los tejidos de malezas de hoja fina "La Compañía".Postrera, 1996._____	41
7.	Concentraciones de macronutrientes en los tejidos de malezas de hoja ancha "La Compañía".Postrera, 1996._____	44
8.	Concentraciones de micronutrientes en los tejidos de malezas de hoja ancha "La Compañía".Postrera, 1996._____	46
9.	Concentraciones (%) y extracciones (Kg/ha) de macronutrientes en el follaje de frijol "La Compañía". Postrera, 1996. _____	55
10.	Concentraciones (%) y extracciones (Kg/ha) de macronutrientes en la raíz de frijol "La Compañía". Postrera, 1996. _____	63
11.	Efecto de los tratamientos en el promedio de nódulos por planta, y peso de nódulos. "La Compañía". Postrera, 1996_____	67
12.	Concentraciones (%) y extracciones (kg/ha) de macronutrientes en el grano del frijol "La Compañía". Postrera, 1996. _____	74
13.	Comportamiento de alturas y promedio del número de ramas por plantas en el cultivo del frijol en diferentes estado de crecimiento. "La Compañía". Postrera, 2000._____	77
14.	Comportamiento del área foliar en las plantas de frijol. "La Compañía" Postrera, 2000_____	79
15.	Comportamiento en la altura de inserción a la primera vaina en las plantas del cultivo de frijol. "La Compañía". Postrera, 2000_____	81
16.	Efecto de los sistemas de labranza y rastrojo sobre el número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de cien grano y rendimiento del cultivo de frijol. "La Compañía". Postrera, 2000_____	85

INDICE DE FIGURAS.

Figura

1.	Condiciones climáticas durante el experimento 1996. "La Compañía" _____	25
2.	Condiciones climáticas durante el experimento 2000. "La Compañía" _____	26
3.	Comparación de rendimientos obtenidos en los períodos 1996-1997 y 2000-2001 _____	86

DEDICATORIA

Este trabajo de diploma va dedicado a DIOS, mi Señor y Creador por ser parte de mis logros y hacerme ver los errores que me han permitido superarme en la vida.

A la memoria de mi mamá Teresa (q.e.p.d), que fue una parte muy importante en mi vida, siendo para mí un símbolo de fortaleza y honradez.

A mi madre Sonia Ríos, por haberme guiado en la vida, infundando en mí valores éticos y morales que me han formado como hombre y como profesional.

A mis tías Maritza Herrera y Patricia Ríos quienes a lo largo de mi vida me han querido y educado como a un hijo.

A mi hermano Bayardo Barahona, mi tía Teresa Cadenas, mis primas Nubia Cruz, Irene Guiomar e Irene Sarahi, quienes son también parte fundamental en mi vida.

Tiffer Coleman Ríos

DEDICATORIA

Este trabajo de diploma va dedicado a mis viejos Ramiro Gurdían y Argentina Torres por el apoyo brindado a lo largo de mi carrera.

A mi abuela Anselma Martínez, mis tíos Plácida e Ismael.

A mis hermanos Ana Crhistian, Donald, Julio y Jorge que son parte importante de mi vida.

A mi novia por su apoyo moral, económico, por confiar y creer en mí.

Por último a mis amigos y compañeros de la universidad.

Carlos Gurdían Torres

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer ante todo a DIOS, padre todo poderoso por brindarme sabiduría, decisión, determinación, disciplina, por guiarme en el camino del bien y por haberme permitido alcanzar esta meta.

A mi madre Sonia Ríos por brindarme su apoyo a lo largo de mi carrera y la confianza otorgada muy en especial en la culminación de mi tesis.

Quiero agradecer muy en especial a mis familiares Maritza Herrera, Patricia Ríos, Nubia Cruz y Teresa Cadenas por el apoyo brindado, tanto económico como moral.

Al rector de la Universidad Nacional Agraria Ing. MSc. Telémaco Talavera Siles por ayudarme a través de sus conocimientos y su valioso tiempo.

Al vice rector de la Universidad Nacional Agraria, Ing. Msc. Camilo Somarriba por brindarme su amistad y apoyo a lo largo de mi carrera.

A mi asesor y a quien considero un amigo, Miguel Ríos, quien dedicó gran parte de su tiempo y conocimiento, brindándome todo su apoyo para la lograr esta meta.

A los trabajadores del CENIDA muy en especial a María Catalina Sánchez, Jacqueline López y Esperanza Montoya, que siempre tuvieron la amabilidad y disposición, facilitándome de esta manera la investigación de la información.

Quiero agradecer a mis dos mejores amigos Bayron Mendoza y Alvaro Membreño, quienes desde muy pequeño me han apoyado y brindado su invaluable amistad.

Tiffer Coleman Ríos

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a DIOS, por haberme permitido culminar mis estudios y alcanzar esta meta y objetivo.

Mi más sincero agradecimiento a mis viejos Ramiro Gurdían y Argentina Torres por haberme apoyado a lo largo de mis estudios.

A mi amigo Tiffer Coleman por el apoyo y comprensión brindada, así como también quiero agradecer a mi asesor Ing. Miguel Ríos quien mostró siempre disposición y apoyo en nuestro trabajo de tesis.

Carlos Gurdian Torres

RESUMEN

El presente trabajo consistió en un estudio comparativo de rendimientos en el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L), estableciendo dos experimentos en la Estación Experimental "La Compañía", Carazo. El primer experimento se estableció en el período de postrera (octubre 96-enero 97), con el propósito de determinar el efecto de diferentes sistemas de labranza y la inoculación de la bacteria *Rhizobium tropici* UMR 1899 sobre el rendimiento del cultivo del frijol, así también sobre las concentraciones y extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio en los diferentes tejidos de la planta (grano, follaje y raíz). La variedad evaluada fue DOR-364. El diseño utilizado fue un bloque completo al azar (BCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Los datos se analizaron por medio de ANDEVA y prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 %. Se realizó una fertilización fosfórica y nitrogenada, esta última aplicada en dos momentos, a la siembra 45 kg/ha y 15 dds 45 kg/ha. Las variables evaluadas fueron peso seco de las malezas, peso seco del follaje, número de nódulos por planta, peso de nódulo por planta, peso seco de raíz y rendimiento del grano. El mayor rendimiento de grano se obtuvo en labranza cero más rastrojo, en el follaje las mayores concentraciones de nitrógeno y potasio fueron en labranza cero más rastrojo y de fósforo en labranza convencional, las mayores extracciones de estos tres elementos se dieron en labranza convencional. Las mayores concentraciones de fósforo y potasio en la raíz de frijol se encontraron en labranza cero más rastrojo más subsoleo y de nitrógeno en labranza mínima; en el mismo tejido las mayores extracciones de nitrógeno se presentaron en labranza convencional más rastrojo más subsoleo, de fósforo en labranza cero más rastrojo más subsoleo y de potasio en labranza mínima más rastrojo. Respecto al inoculante no se encontraron diferencias significativas en las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio en la raíz, pero sí hubo diferencias significativas en las extracciones de estos tres elementos en el mismo tejido. No hubo efecto significativo del inoculante en el número de nódulo por planta, pero sí hubo efecto significativo en el peso del nódulo. El segundo experimento se estableció en el período de postrera (octubre 2000- enero 2001). El propósito del experimento fue determinar el efecto de los sistemas de labranza y rastrojo sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo después de tres años de barbecho. Se utilizó la misma variedad, el ensayo se estableció en bloque completamente al azar (BCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones. La fertilización consistió en 2.5 qq/mz de la fórmula 18-46-00 al momento de la siembra. Las variables evaluadas fueron altura de la planta, número de ramas por planta, área foliar, altura de inserción a la primera vaina, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de cien granos y rendimiento. El mayor rendimiento de grano se presentó en labranza convencional más rastrojo, luego en labranza cero. La mayor altura de planta se presentó en labranza mínima más rastrojo, en el área foliar se notaron diferencias significativas a los 49 y 56 dds y altamente significativas a los 42 dds. En cuanto a la altura de inserción a la primera vaina no hubo diferencias significativas. Los sistemas de labranza mostraron efecto significativo en el número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de cien granos.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo parte del interés de evaluar el efecto de los sistemas de labranza y la bacteria inoculada *Rhizobium tropici* UMR 1899 sobre las concentraciones y extracciones de macro nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) por los diferentes tejidos de la planta, así mismo evaluar el efecto de los sistemas de labranza y rastrojo después de tres años de barbecho sobre las características cuantitativas en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.).

Se basó en este rubro, ya que la producción de granos básicos se encuentra diseminada por todo el territorio nacional, puesto que ocupa más del 60 % de la superficie dedicada a la agricultura y cerca del 80% del área destinada a cultivos anuales (Blandón & Arvizú, 1992),

Considerando que es un componente básico en la dieta del pueblo nicaragüense, constituyendo no solamente base energética, sino también base proteica (22.3%) Rosas (1998), se estima que en Nicaragua el total de área apropiada para la siembra de frijol fluctúa de 720 000-1, 000, 000 de mz, siendo apenas el 14% de la misma utilizada en la actualidad (Rava, 1991).

El frijol común está expuesto a una gran cantidad de limitaciones que afectan su rendimiento durante el ciclo de crecimiento en América Latina y en otras zonas del mundo. Más de un tercio de la producción mundial de frijol común proviene de América Latina, los rendimientos promedios en esta zona son inferiores a los 600 kg/ha (Schwartz & Galvez, 1995).

La decisión de labrar el suelo depende de la disponibilidad de recursos del agricultor, la rentabilidad esperada del cultivo, el destino del producto final (auto consumo o mercado), fuerza de trabajo disponible y el deterioro del suelo (Toruño, 1992).

Según FAO (1992), citado por Ríos (1998), las tres razones generalmente aceptadas que justifican la labranza de los suelos para la producción de los cultivos son:

1. Preparación de cama para la semilla y creación de un medio adecuado para el enraizamiento de las plántulas.
2. Control de malas hierbas.
3. Establecimiento de las condiciones del suelo adecuadas que favorezcan la infiltración del agua y reduzcan la erosión del suelo.

Las razones de la determinación del contenido en la planta de un elemento en particular para determinar el grado de fertilidad del suelo, parte del principio de que los elementos nutritivos absorbidos por la planta estaban en forma asimilable, lo cual es cierto, sin embargo, también este método tiene serias limitaciones que deben tenerse muy presentes al utilizar las determinaciones como guías de fertilización. Entre ellas podemos destacar la gran variabilidad en el contenido de elemento que no sólo se produce entre cultivos diferentes, sino entre variedades de un mismo cultivo (Domínguez, 1997).

Esta variabilidad en el contenido se extiende a una misma planta y un mismo elemento, dependiendo de la parte de la planta, la edad y la interacción que existe entre los diferentes nutrientes (Etchevers, 1988), por último, el contenido de un elemento en la planta es representativo de la cantidad adsorbida que puede haberse visto favorecida o perjudicada por determinados factores accidentales que enmascararían la verdadera fertilidad del suelo (Domínguez, 1997).

En el presente trabajo se han planteado los siguientes objetivos:

1.1 Objetivo General

- Determinar el efecto de los sistemas de labranza, rastrojo y la bacteria inoculada *Rhizobium tropici* UMR 1899 sobre las concentraciones y extracciones de macronutrientes en los diferentes tejidos de la planta, así mismo evaluar estos sistemas de labranza sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo después de tres años de barbecho.

1.2 Objetivo Específico

- Evaluar la influencia de los sistemas de labranza sobre las concentraciones de macro y micronutrientes en los tejidos de las malezas de hojas ancha y hoja finas.
- Determinar las concentraciones y extracciones de macronutrientes en las diferentes partes del cultivo de frijol.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia socio-económica del cultivo

El frijol es un componente básico en la dieta del pueblo nicaragüense, constituyendo no solamente base energética sino también base proteica en la alimentación. La semilla de frijol tiene aproximadamente un 22.7 % de proteínas, superada únicamente por la soja (38%), es también fuente importante de hierro (0.9%) y vitamina B (2.2%), (Somarriba, 1997).

Las leguminosas de grano como el frijol, constituyen una fuente importante de aminoácidos como el triptófano, esencial en el crecimiento del hombre y aunque no pueden reemplazar completamente a las proteínas de origen animal, en muchas regiones tropicales como Nicaragua estos suplen la mayor cantidad de estos aminoácidos. Una persona adulta necesita 0.25 g de triptófano como mínimo y 0.5 g como máximo por día, aportando el frijol 0.232 g, además 1.6% de grasas, aproximadamente 340 o más de calorías por cada 100 g., de grano. En Nicaragua y muchos países en desarrollo el promedio de consumo de frijol supera los 25.5 kg/ha/año.

A pesar de ser la principal fuente de proteína alimenticia del nicaragüense, no se visualiza el aumento en productividad, debido a su marginidad y al poco uso de prácticas agronómicas avanzadas (Somarriba, 1997).

2.2 Requerimientos edafoclimáticos

Tabla 1. Condiciones agroecológicas óptimas para el cultivo de frijol

Condiciones	Requerimiento
Temperatura (°C)	20-24
Altitud (msnm)	450- 480
Precipitación (mm)	200-450
Textura	Franco
Profundidad (cm)	> 60
Pendiente	<15
Drenaje	Bueno
pH	6.5

Fuente: Somarriba, 1997.

2.3 Requerimientos nutricionales

Somarriba (1997), afirma que el frijol requiere alrededor de 135 kg/ha de nitrógeno, 114 kg/ha de fósforo y 18 kg/ha de potasio, para completar en forma normal su ciclo vegetativo y reproductivo.

2.4 Conceptos generales

Crecimiento

Generalmente, se entiende por crecimiento al cambio en volumen o en peso. Es un fenómeno cuantitativo que puede ser medido con base en algunos parámetros tales como anchura, longitud, acumulación de materia seca, números de nudos, índice de área foliar, etc. (CIAT, 1991).

Desarrollo

El desarrollo es cualitativo; se refiere a procesos de diferenciación o cambios estructurales y fisiológicos conformados por una serie de fenómenos o eventos sucesivos. Por ejemplo, el evento de la aparición de botones florales o racimos,

marca el cambio de la fase vegetativa a la fase reproductiva de la planta (CIAT, 1991).

Extracción

Corresponde a las cantidades de elementos fertilizantes efectivamente extraídos por el cultivo y son diferentes según que se trate de un cultivo para grano o para silo, sobretodo por lo que respecta al potasio (Bartolini, 1990), citado por Ríos (1998).

Extracción biológica

Es la extracción de sustancias nutritivas del suelo por todas las partes de la planta (Yagodín, 1986).

Contenido óptimo

Es cuando los elementos esenciales en el medio ambiente que rodea las raíces de las plantas, tienen adecuadas concentraciones en la solución del suelo, y en su mecanismo de disponibilidad se asume que la planta puede absorberlos sin problema (Kass, 1996).

Riqueza y concentración total

La característica principal de un fertilizante es la riqueza o contenido garantizado del o de los elementos nutritivos asimilables. Cuando se habla de abonos simples la riqueza y la concentración total son coincidente al no tener más que un sólo elemento. En cambio, en los abonos compuestos o complejos, es necesario definir la riqueza de cada uno de los elementos nutritivos y la suma de todos ellos da la concentración total (Domínguez, 1990).

Fertilidad

Los principales nutrientes que las plantas necesitan proceden del aire y del suelo, si el suelo está abundantemente provisto de elementos nutrimentales, los cultivos probablemente crecerán bien y darán rendimientos elevados, pero si tan sólo uno de los nutrientes necesarios escasea el crecimiento vegetativo de la planta y los rendimientos serán limitados (Salmerón & García, 1994).

Cairo (1980), hace señalamiento sobre el clima como un factor que influye en la disponibilidad de los nutrientes para las plantas en zonas de muchas precipitaciones; los elementos como el nitrógeno y potasio tienden a perderse por lavado provocando además alteraciones en el pH del suelo, con lo cual ciertos microelementos como el manganeso y aluminio son solubilizados a tal grado que causan toxicidad a la mayoría de los cultivos; estos suelos se tienen que enmendar con cal para elevar el pH.

Fertilidad del suelo

Salmerón & García (1994), definen que la fertilidad de suelo es la capacidad del suelo para suministrar los macro y micronutrientes necesarios para el normal desarrollo de la planta o del cultivo, aunque su disponibilidad va a estar influenciada por la forma en que ha sido fertilizado y cultivado en el pasado.

Fertilidad física

La fertilidad física del suelo no es tan sólo física, sino fisico-química y biológica y se decide en la manera en que los coloides unidos a los demás factores se integran para la formación de una bio-estructura porosa estable. Cuando se habla de fertilidad física se refiere al arte de alcanzar una determinada productividad del suelo y su mantenimiento (Cairo, 1980).

Importancia de los microelementos

Yagodín (1986), afirma que los microelementos son elementos indispensables en la nutrición y se encuentran en las plantas en milésimas y cien milésimas partes de por ciento y que cumplen importantes funciones en los procesos de la actividad vital. Su estudio es de gran importancia debido al papel fisiológico que desempeñan en las plantas. El déficit de micronutrientes provoca una serie de enfermedades en las plantas y no son raros los casos en que estas mueren.

La acción positiva de los microelementos está condicionada por el hecho de que ellos participan en los procesos de oxidación-reducción, en el metabolismo de carbohidratos y nitrógeno, elevan la resistencia de las plantas a las enfermedades y a las desfavorables condiciones del ambiente exterior. Bajo la influencia de los microelementos aumenta el contenido de clorofila en las hojas, mejora la fotosíntesis y se refuerza la actividad asimilativa de toda la planta.

2.5 Fertilización con rastrojo

Los rastrojos al ser incorporados al suelo se descomponen por la acción de las bacterias; toda incorporación de rastrojo al suelo, aumenta la fertilidad nitrogenada potencial (nitrógeno orgánico), conjuntamente disminuye la fertilidad nitrogenada actual (nitratos) en el corto plazo, ya que las bacterias necesitan tiempo para actuar.

De aquí la importancia del manejo de los barbechos, ya que un cultivo puede evidenciar síntomas de deficiencia en suelo de alta fertilidad potencial por haberse efectuado un barbecho corto.

Según Selke (1968), 100 kg de paja corresponde por lo menos 0.7 kg de nitrógeno puro en forma de cianamida cálcica; si se suministra al suelo las sustancias nutritivas en cantidad insuficiente, especialmente el nitrógeno, no sólo se frena la

descomposición de la paja, sino que se neutralizan biológicamente las sustancias nutritivas vegetales y en consecuencia se disminuyen los rendimientos.

El nitrógeno que posee el suelo generalmente no basta para garantizar una cosecha óptima, si se abona con paja sin añadir una dosis de nitrógeno. Se calcula que es preciso una dosis extra de 0.7 kg de nitrógeno igual a 3.5 kg de un abono nitrogenado al 20 %. Además los abonos orgánicos únicamente mantienen una fertilidad relativa al agregar nutrientes que han sido utilizados en la producción de cosecha.

La materia orgánica del suelo está constituida por restos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición. El humus (materia orgánica con alto grado de descomposición) conjuntamente con las arcillas constituyen la fracción más activa del suelo. Este tiene un claro e importante efecto en el mejoramiento de la porosidad y estructura del suelo, en el aumento de la capacidad de retención de humedad y capacidad de intercambio catiónico, es indispensable para la vida microbiana en el suelo y de ciertos organismos como las lombrices de tierra (Talavera, 1994).

Los residuos depositados sobre la superficie del suelo (rastrajo) juegan también un importante papel en la conservación del suelo y agua del suelo entre lo que se puede destacar: el reducir el efecto dispersante de las gotas de agua de lluvia, reducir la escorrentía superficial, reducir la temperatura de la superficie del suelo y la evaporación del agua (Talavera, 1994).

El mismo autor señala que adicionalmente los rastrojos al descomponerse por efecto de la actividad microbiana, reincorporan al suelo los nutrientes que habían sido extraídos del mismo; por el contrario, si los rastrojos son quemados o extraídos del terreno, además de no poder ejercer su efecto benéfico sobre las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo, se pierden los nutrientes en ellos acumulados, principalmente el nitrógeno. En el caso de los

cultivos fertilizados, buena parte de los nutrientes extraídos por el rastrojo provienen del fertilizante aplicado, razón por la cual perdemos con ellos no sólo parte de lo que aplicamos sino que buena parte de lo que ya teníamos en el suelo. Por consiguiente la práctica o quema de rastrojo eleva los costos de restitución de la fertilidad y hace el sistema menos sostenible.

2.6 Nutrición mineral de la simbiosis

Una leguminosa bien nodulada tiene su propio suministro de nitrógeno que no queda inmediatamente disponible para las malezas o para un cultivo asociado, los cuales podrían competir por humedad, nutrientes minerales o espacio. La leguminosa nodulada tiene por lo tanto una gran ventaja, particularmente en suelos pobres en nitrógeno, sin embargo, el óptimo crecimiento y fijación del nitrógeno dependen del suministro de los demás elementos esenciales: fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, molibdeno, manganeso, boro, zinc, cobre, cobalto y cloro. Los *rhizobios* en el nódulo proveen sólo el nitrógeno.

Acidez, calcio, aluminio y manganeso

La acidez y la concentración de calcio interactúan sobre la proliferación de los *rhizobios* y la infección de ciertas leguminosas. En condiciones de campo es difícil determinar el papel específico de cada factor sobre la proliferación de la bacteria y la infección del pelo radicular. El calcio tiene otras funciones; modera el efecto tóxico del aluminio o manganeso sobre el crecimiento de la planta, lo cual puede limitar la fijación de nitrógeno.

El efecto del exceso del aluminio sobre la nodulación y la fijación del nitrógeno independientemente del pH no ha sido establecido. Se sabe que el exceso de aluminio limita el crecimiento como la elongación de la raíz, sin embargo, no se tienen altas concentraciones de aluminio a menos que el suelo tenga un pH de 5.0 ó menos. La mayoría de las leguminosas, con excepción del caupí; no nodulan con pH bajo, independientemente de la concentración de aluminio (FAO, 1985).

Fósforo, azufre y potasio

Las deficiencias en fósforo, azufre y potasio se manifiestan principalmente en reducción del crecimiento de la leguminosa, lo cual a su vez reduce la fijación del nitrógeno, aunque también pueden afectar la formación de nódulos. Estudios de campo con soja en Virginia, Estados Unidos, mostraron que la aplicación de fósforo o potasio incrementó el número de nódulos por planta y por unidad de volumen del suelo. La aplicación de potasio incrementó más el número de nódulos, el peso total de nódulos y las vainas por planta que la aplicación de fósforo pero los incrementos fueron mayores cuando se aplicaron ambos nutrientes. Estos resultados indican la importancia del balance. Lo contrario podría expresarse en suelos tropicales ácidos con alto contenido de aluminio, donde el elemento más probablemente difícil es el fósforo (FAO, 1985).

Nitrógeno

Generalmente se entiende que la presencia de nitrógeno combinado en el medio (suelo o sustrato) retarda o inhibe la nodulación. Cuando existe nitrógeno combinado, la planta leguminosa lo utiliza preferiblemente aun cuando esté nodulada.

En presencia de nitrógeno los nódulos permanecen más o menos inactivos pero pronto para funcionar cuando esta fuente de nitrógeno se agota. Cuando el suelo tiene una gran reserva de nitrógeno disponible, los nódulos pueden permanecer pequeños e inactivos durante toda la estación de crecimiento (FAO, 1985).

Debido al efecto perjudicial del nitrógeno combinado sobre la nodulación y fijación de nitrógeno, usualmente no se recomienda el agregado de fertilización nitrogenada a los cultivos de leguminosas. Sin embargo, existen excepciones donde el uso prudente de los fertilizantes nitrogenados han incrementado los rendimientos y estimulado la fijación de nitrógeno (FAO, 1985).

Micronutrientes

La nitrogenasa, enzima fijadora de nitrógeno, está compuesta por molibdeno y hierro. Sin cantidades adecuadas de estos elementos; la fijación de nitrógeno no puede ocurrir. El hierro es un constituyente de la leghemoglobina del nódulo, que protege a la nitrogenasa por inactivación por oxígeno. No es posible aplicar hierro a la semilla, pero en leguminosas con deficiencias pueden aplicarse quelatos de hierro en pulverización foliar. Es más probable que esto ocurra en suelos alcalinos.

El boro participa de la actividad meristemática tanto del nódulo como de la planta huésped, sin boro los nódulos no pueden funcionar.

El zinc, manganeso, cloro, hierro y cobalto se requieren para el crecimiento del huésped, pero no afectan la nodulación. La deficiencia de cobre resulta en el desarrollo de numerosos nódulos pequeños típicos, similares a los asociados con cepas completamente inefectivas, pero la función específica del cobre no se conoce (FAO, 1985).

Con semillas de tamaño grande tales como arveja o soja, es común agregar la cantidad de molibdeno necesaria (14-20 g Mo/ha), como molibdato de amonio o de sodio en el agua que se utiliza para preparar la suspensión inoculante. Es importante que las semillas se siembren inmediatamente después de la inoculación para que los *rhizobios* no sean afectados, a pesar de que la concentración de sal es relativamente baja (FAO, 1985).

2.7 Fijación biológica del nitrógeno atmosférico

La fijación biológica del nitrógeno atmosférico es el proceso por el cual algunos microorganismos usan el nitrógeno contenido en el aire, reduciéndolo a amoníaco a través de una enzima llamada nitrogenasa para la producción de proteínas (FAO, 1985).

Los microorganismos fijadores de nitrógeno son bacterias y cianobacterias, de vida libre en el suelo, eventualmente asociados a una planta o viviendo en simbiosis con una planta.

Rhizobio-bacteria del nódulo

Los *rhizobios* son bacterias del suelo que se caracterizan por su específica habilidad para infectar los pelos radiculares de las leguminosas e inducir la formación de nódulos efectivos fijadores de nitrógeno en sus raíces. Los *rhizobios* se encuentran comúnmente en los suelos, pero a menudo fallan en producir nodulación efectiva ya sea por escaso número o porque no pueden establecer simbiosis efectiva con una leguminosa dada (FAO, 1985).

Los *rhizobios* son organismos unicelulares en forma de bastón que existen sólo en forma vegetativa. Contrariamente a otros organismos del suelo los *rhizobios* no producen esporas, son aerobios y móviles, se multiplican por simple división celular.

El tiempo de generación varía de dos a cuatro horas para los llamados de "crecimiento rápido" que generalmente forman colonias relativamente grandes (2-4 mm de diámetro) en tres a cinco días a tres a ocho horas para los de "crecimiento lento", que producen colonias de 1mm de diámetro en siete a diez días. La temperatura óptima de crecimiento es de 28-30 °C.

Los *rhizobios* no son particularmente exigentes en materia de nutrición. Pueden usar azúcares, alcoholes y otros ácidos como fuentes de energía. El extracto de levadura provee factores de crecimiento y vitaminas y usualmente mejora el crecimiento y algunas especies pueden producir sus propios factores de crecimiento (FAO, 1985).

Se hace necesario definir la riqueza de cada uno de los elementos nutritivos, y la suma de todas ellas da la concentración total (Dominguez, 1990).

2.8 Sistemas de labranza

Labranza cero

Cero labranza es el manejo más antiguo, es un método de preparar el suelo para sembrar, eliminando las malezas sin remoción de éste, se inició en consecuencia de la carencia de equipos mecánicos y el desconocimiento de herbicidas. La invención de maquinaria manual y pesada, como el descubrimiento de agroquímicos, no desplaza ni modifica el método, puesto que el fuego es un elemento complementario de manejar malezas, otras circunstancias como pluviosidad, fuerte pendiente del terreno y poca profundidad de los suelos, hacen que el método permanezca en uso. Su eficiencia radica en la ventaja inicial del frijol sobre las malezas destruidas y en las semillas sin germinar en las capas superiores del suelo por no remover ni voltear la tierra. En Nicaragua se maneja en esta forma el 28 % del área total anual sembrada, constituyendo la única alternativa viable para obtener cosechas de frijol en las zonas de su aplicación, Tapia (1987).

Según, Tapia & Camacho (1988), este sistema permite obtener mayores rendimientos y consiste en hacer un hueco en el suelo con un chuzo (espeque) y depositar la semilla. Tiene sus ventajas como: Reduce problemas de malezas, evita la erosión del suelo. En términos generales conservan el suelo y garantizan productividad constante, la cobertura de residuos sobre el suelo reduce la

temperatura de la superficie y la evaporación del agua, así como la oxidación del nitrógeno.

Además las coberturas mejoran la infiltración y retención del agua, incrementa los niveles de materia orgánica, mejora la estructura del suelo y su aireación, ofrece condiciones óptimas para los microorganismos del suelo que son beneficiosos para las plantas, se reduce la compactación del suelo, hay economía de maquinaria (Tapia & Camacho, 1988).

Con el desarrollo del sistema de labranza cero se presenta una buena esperanza para el pequeño agricultor, pues el uso de ella le permite disminuir los costos de producción y ocupar tecnologías más accesibles (Toruño, 1992). Además este sistema de labranza cero se considera efectivo en la disminución de las enfermedades del follaje debido a que los residuos y malezas muertas quedan en las calles formando una barrera entre el cultivo y el patógeno, evitando o disminuyendo la inoculación, pero aumenta considerablemente la presencia de enfermedades del suelo, debido a que al no roturar el suelo y remover la materia orgánica se mantienen las condiciones favorables para el patógeno principalmente con respecto a la humedad (Pichardo, S. Comunicación personal, citado por Toruño, 1992). Este sistema de labranza cero se practica en terrenos con pendientes (Tapia & Camacho, 1988).

El sistema de labranza cero influye positivamente sobre la densidad de malezas en los campos cultivados, existe una reducción en el número de especies e individuos por unidad de área en este sistema al compararlo con el sistema convencional de laboreo. Además hay predominancia de malezas de especies monocotiledóneas (Alemán, 1991). Según Díaz (1991), citado por Ríos (1998), recomienda como técnicas alternativas de producción el método de labranza cero por los beneficios que ésta trae como es el control de la erosión, reducción de los costos de producción, incorporación de materia orgánica al suelo, evita el salpique, mejor control de la humedad y mayor rapidez en la siembra.

La bondad de la labranza cero se magnifica al incorporar otras prácticas de manejo como, la rotación cultural. El sólo efecto de labranza cero mejora el rendimiento del frijol en 12 %, en tanto que incluir maíz en la rotación genera incrementos del 42 %, en suelos con presión de mustia hilachosa (Occon, *et al.*, 1986) citado por Tapia & Camacho, (1988).

La labranza cero permite rotación con otros cultivos. Esta combinación resulta en mayores provechos. La labranza cero permite fertilizar al voleo y fertilizar malezas con herbicidas específicos. La cobertura impide que patógenos sean transmitidos por salpique, hay un buen control de malezas ya que no se remueve el suelo y así esas semillas en las capas inferiores del suelo no pueden germinar (Tapia & Camacho, 1988).

Un cambio de la práctica de labranza convencional a la cero labranza puede ahorrar al agricultor cerca del 75 % de los costos por concepto de combustible. Aún cuando parte de estos ahorros son descompensados por el costo que representa el mayor uso de productos químicos para el control de malas hierbas y plagas, necesarias en el sistema de cero labranza (López, 1988), citado por Ríos (1998).

CIMMYT (1988), a través de sus investigaciones se ha comprobado que la cero labranza con espeque no provee ninguna ventaja en cuanto a almacenamiento de humedad, desarrollo de las raíces y control de malezas e insectos y tradicionalmente va asociado con la quema de los rastrojos antes de la siembra, lo cual aumenta la susceptibilidad del suelo a la erosión y desperdicia mucha materia orgánica por lo tanto:

- Se debe realizar a menudo un fuerte programa de control de malezas.
- Los rastrojos deben ser picados para reducir el peligro de hospederos para insectos.

La ausencia de laboreo fomenta el crecimiento de raíces en la capa superficial, lo que permite un menor aprovechamiento de los nutrientes (Muzilli, 1981 y Phillips *et al.*, 1980), citado por Ríos (1998).

El cero laboreo del suelo conlleva a una compactación lenta y natural del suelo, su utilización por largos periodos provoca una capa dura conocida popularmente como costra, la cual impide la penetración, el desarrollo y el extendimiento del sistema radicular de algunos cultivos de granos básicos como el maíz y el frijol (Johnson, 1988), citado por Ríos (1998).

Labranza mínima

Los sistemas de labranza mínima o reducida son aquellos en los cuales se usa un menor número de operaciones de preparación de tierra (poner el suelo en condiciones de que absorba el agua y resista la erosión) y para la obtención de un medio que canaliza a una rápida germinación y emergencia y a un desarrollo de la planta (CIMMYT, 1988).

El concepto de labranza mínima se aplica a una amplia gama de suelos, cultivos y condiciones topográficas. Está muy bien adaptada a tierras de laderas con pendientes hasta del 50 % y a los cultivos extensivos como los granos básicos, siendo esta práctica adaptable a los sistemas manuales de tracción animal y de tracción con tractores pequeños. Este sistema de labranza mínima ha venido ganando popularidad frente a los métodos convencionales ya que su aplicación resulta en menos compactación de los suelos, economía por concepto de combustible, menores pérdidas de suelo por erosión y menos tiempo invertido en labranza de cultivos, además debemos de tomar en cuenta que gran parte de la producción agrícola está en manos de pequeños y medianos productores, que practican este sistema debido a que ahorra trabajo, especialmente en donde la infraestructura y el equipo son limitados (FAO, 1994), citado por Ríos (1998).

Tradicionalmente se ha pensado que una agricultura progresiva implica el uso de maquinaria para preparar el suelo, sin pensar que esto implica mayor costo e incremento en la erosión eólica como hídrica, lo cual implica pérdida de la capa fértil del suelo, aunque afortunadamente, estas ideas han ido cambiando y en muchos países se ha demostrado que en muchas regiones no es necesario la labranza convencional usándose en su lugar la labranza mínima (Rodríguez, *et al.*, 1992), citado por Ríos (1998).

Aquí se omiten las operaciones de arado y gradeo. La preparación del suelo puede ser similar a la labranza cero, para la siembra se utiliza un arado de punta angosta, generalmente traccionado por bueyes, con el cual se hace una raya fina sin voltear el suelo, también se puede usar escardillo tirado por tractor. Las semillas se distribuyen a mano y aunque no requieren ser tapadas la emergencia es mejor cuando se les tapa (Rava, 1991).

Este tipo de labranza tiene sus ventajas:

- Reduce los problemas de erosión,
- Aumenta la fertilidad del suelo,
- Mantiene la humedad,
- Mejora las propiedades físicas y químicas de los suelos (Tapia & Camacho, 1988).

Labranza convencional

Se define como el uso de arado, rastra y/u otros implementos para la remoción del suelo como medida de preparación del terreno para la siembra (Shenk, 1987).

La labranza convencional según Faulkner (1984), citado por Ríos (1998), es el mejor sistema de siembra. Sin embargo, la preparación del terreno no es necesaria y bastaría hacer una preparación del terreno rápida y superficial o sembrar directamente sin labrar.

A partir del desarrollo tecnológico surge la labranza convencional como un método de control de malezas, sin embargo se señala que la disturbación del suelo aumenta la diversidad de las malezas (Alemán, 1991), Tapia & Camacho, (1988), plantean que al reducir la labranza, o sea con el uso de labranza mínima o cero se obtienen mejores resultados en el control de malezas, así como mejores rendimientos.

Las ventajas de este tipo de labranza son:

- Se favorece la entrada de aire en los espacios aéreos de los agregados.
- Se fomenta una mejor captación de agua de lluvia.
- Se suaviza el horizonte arable para que los sistemas radiculares de las plantas del cultivo se arraiguen mejor.
- Se minimiza las reservas de propágulos de especies vegetales indeseables.
- Se reduce las formas diapaúsicas de insectos o los instares de algunas larvas.
- Se interrumpe la producción de inóculos de patógenos y se incorpora residuos de cosechas anteriores (Tapia & Camacho, 1988).

Esta práctica de preparar el suelo (labranza convencional), conlleva en los sistemas tropicales muy frágiles con el tiempo a daños irreparables, la erosión es el resultado de esta práctica, asimismo, nos encontramos con resurgimientos de poblaciones densas de malezas. Hay predominancia de especies altamente especializadas y competitivas con nuestras plantas productivas, se presentan explosiones poblacionales de insectos destructivos que afectan la eficacia de

producción del cultivo y en su mayoría reduce la calidad del producto recolectado. Aparecen epidemias inducidas por patógenos de naturaleza diversas, complicando en gran forma el avance productivo (Tapia & Camacho, 1988).

Según FAO (1992), citado por Ríos (1998), en observaciones realizadas a los diferentes sistemas señala que la labranza convencional produce modificaciones generalmente desfavorables desde el punto de vista de la conservación de algunas propiedades de los suelos que se traducen en :

- Degradación integral del recurso suelo (propiedades físicas, químicas y biológicas).
- Incremento de las superficies agrícolas con probabilidad de erosión hídrica y eólica.
- Paulatina pérdida de productividad de los suelos.
- Incremento de los costos totales de producción como resultado de los altos costos de preparación de la tierra (combinación mano de obra). Proliferación de malezas, la pulverización del suelo por el laboreo excesivo, al permitir un buen contacto entre el suelo y las semillas de las malezas presentes, favorecen la rápida emergencia y proliferación de las mismas.

2.9 Absorción de los elementos principales bajo diferentes tipos de labranza

Nitrógeno

Hay evidencia de una mayor demanda de nitrógeno en los sistemas de labranza conservacionista, en donde el rastrojo es poco mezclado con el suelo y la descomposición ocurre lentamente. Muzilli (1983) encontró en promedio, contenidos mayores de nitrógeno en hojas de maíz y trigo cultivados en labranza convencional, comparados con el maíz y trigo sembrados directamente.

Fósforo

El fósforo es un elemento con un comportamiento bien definido en diferentes sistemas de labranza. Debido a su escasa movilidad, el fósforo se queda en donde el sistema de labranza y cultivo lo ubica. Por ejemplo un sistema de siembra directa permanece en la capa de 0-5 cm; mientras que bajo labranza convencional es distribuido uniformemente en la capa de 0-20 cm (Arzola *et al.*, 1982).

Bajo condiciones de un mejor contacto suelo – fertilizante y un mayor grado de humedad del suelo hay una mejor absorción del fósforo por el maíz sembrado con labranza convencional que en siembra directa (Muzilli, 1983). Sin embargo una absorción de fósforo en la superficie puede comprometer su absorción en periodo de sequía.

Potasio

El potasio es un elemento soluble y móvil, razón por lo cual su disponibilidad se ve menos afectada por los sistemas de labranza. Algunas diferencias fueron observadas por Muzilli (1983), en cuanto a su concentración superficial debido a los métodos de labranza, pero con una menor consistencia que las observadas con el fósforo. El potasio no debe ser un problema de manejo en diferentes sistemas de labranza, excepto en condiciones muy especiales.

Calcio y magnesio

Debido a que el calcio y magnesio son elementos asociados al suelo con encalado, su distribución en el perfil depende del método de incorporación. Muzilli (1983), logró mejores concentraciones de los dos cationes en la capa de 0-5 cm, en la siembra directa después de 5 años de encalado sin previa incorporación; mientras que no logró diferencias entre siembra directa convencional después de 5 años, cuando el encalado fue incorporado en los dos sistemas.

2.10 Malezas

Según Pitty (1997), muchas definiciones tienen implicada la característica de plantas malas y nocivas. Hasta las palabras sinónimas de maleza tienen implicada la característica de plantas malas. Por ejemplo, en español usamos el término malas hierbas para referirnos a las malezas.

Algunas definiciones de lo que es una maleza son:

- Una planta que está fuera de lugar
- Una planta que crece donde no se desea
- Una planta que no ha sido sembrada
- Una planta que interfiere con las actividades del hombre
- Una planta cuyas virtudes aun no se conocen
- Una planta que es buena para nada
- Cualquier planta que no es cultivo
- Cualquier planta o vegetación que interfiere con los objetivos de la gente
- Un organismo que desvía energía de la dirección deseada por el hombre
- Plantas adaptadas a los hábitats creados por el hombre y que interfieren con las actividades humanas.

Competencia de las malezas por los nutrientes

Las malezas suelen ser plantas vigorosas que necesitan grandes cantidades de sustancias nutritivas minerales, su crecimiento rápido y vigoroso les permite absorber grandes cantidades de nutrientes del suelo, a veces se trata de eliminar este tipo de competencia por medio de la fertilización.

Siempre se toma en cuenta el análisis del suelo y los requerimientos de las plantas cultivadas, pero nunca los requerimientos de las malezas; si se le adiciona mayor cantidad de nutrientes se corre el riesgo de proporcionarle el desarrollo a

las malezas y convertirla en un mejor competidor por otros recursos de hábitat tales como luz, agua y espacio Alemán (1991).

Importancia de las malezas

Pocas plantas tienen las características que las hacen ser malezas de importancia económica, de unas 350,000 especies de plantas que se conocen en el mundo, aproximadamente 8000 (2.3%) son consideradas malezas en áreas agrícolas. De estas unas 250 (0.07%) son reconocidas como las malezas más problemáticas en los cultivos y 25 de ellas (0.007%) son catalogadas como las peores malezas en todo el mundo (Holm *et al.*, 1977), citado por Pitty (1997), sin embargo, a pesar de las pocas especies que son consideradas malezas, estas están presentes en todos los campos de producción, tienen poblaciones altas, son difíciles de controlar e interfieren con las actividades agrícolas y de recreación.

Las malezas son importantes porque tienen efectos negativos sobre las actividades del hombre y por los costos en que se incurre por su manejo para mantener las poblaciones a un nivel que no reduzca el rendimiento del cultivo, no interfieran con las actividades de los humanos ni causen repulsión a la vista. Las malezas también son importantes porque algunas son utilizadas en beneficio de la humanidad.

Aspectos negativos

Las malezas son más conocidas e indeseables por sus efectos negativos sobre las actividades del ser humano. Algunos de los aspectos negativos son:

- Costos de manejo
- Causan problemas en la navegación y manejo de fuentes de agua
- Dificultan y demoran las labores agrícolas
- Son hospederos de plagas

- Reducción del rendimiento de los cultivos
- Reducción de la calidad del producto
- Envenenamiento de animales
- Producen material de combustión
- Causan problemas de salud al hombre
- Disminuyen el valor de la tierra

Aspectos positivos

Las malezas también tienen beneficios o efectos positivos que contribuyen al bienestar de la humanidad, algunos de ellos son:

- Contribuyen a la conservación del suelo
- Aumentan la fertilidad del suelo
- Sirven como atrayentes de plagas
- Son fuente de alimento
- Sirven como medicina
- Incrementan la cantidad de material genético
- Incrementan la estabilidad del agro-ecosistema
- Son fuentes de materia primas

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización o ubicación del ensayo

El estudio se llevó a cabo en el Centro Experimental "La Compañía" ubicado en el municipio de San Marcos, Carazo 11° 54' 00" longitud norte, 86° 09' 00" longitud oeste. El sitio tiene una elevación de 480 m.s.n.m, con una temperatura promedio anual de 24°C y una precipitación promedio anual de 144.7 mm. El clima, es tipo tropical estacional con dos ciclos de producción de frijol común, el de primera entre mayo y agosto de postrema entre septiembre y diciembre.

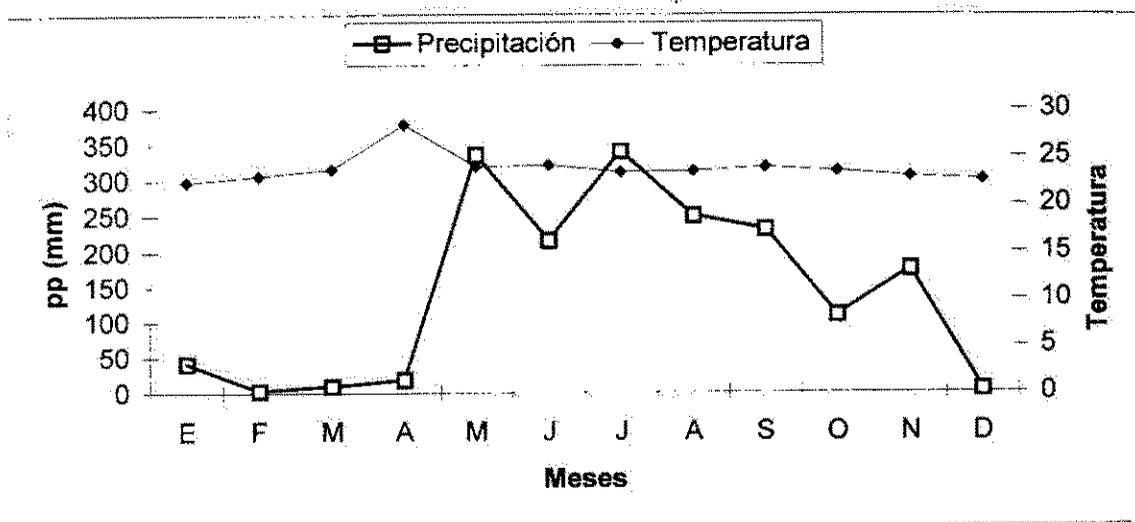


Figura 1: Condiciones climáticas durante el experimento 1996. "La Compañía".
Fuente: INETER, 1997.

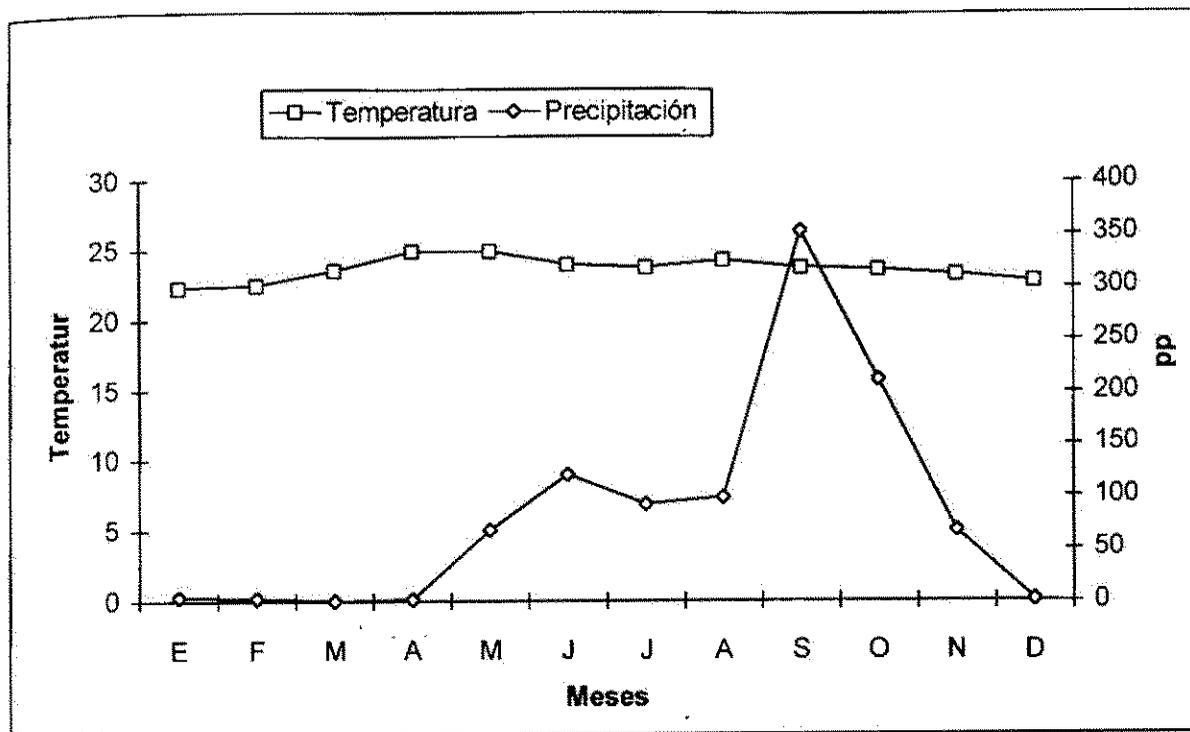


Figura 2. Condiciones climáticas durante el experimento 2000. "La Compañía".
Fuente: INETER, 2000.

3.2 Tipo de suelo

El suelo donde se estableció el experimento está clasificado como Durandept típico, perteneciente a la serie Masatepe, con una alta capacidad de fijación de fósforo. El suelo es de textura franco limoso, presenta relieve ondulado, su pendiente es moderada y tiene buena retención de humedad

Tabla 2. Algunas características químicas del suelo de "La Compañía", Carazo, Nicaragua 1996.

PROF (cm)	pH	MO (%)	N	P (mg/kg)	K meg/100 g
20	6.03	10.7	0.54	0.19	0.29

Laboratorio de Suelos y Aguas (U.N.A.), 1996

3.3 Descripción del trabajo experimental

3.3.1 Diseño experimental

Se utilizó un arreglo bifactorial en diseño de bloques completos al azar (B.C.A.), con seis tratamientos y cuatro repeticiones, teniendo como factor:

Factor A: Sistemas de Labranza.

- a₁: Labranza cero.
- a₂: Labranza convencional.
- a₃: Labranza mínima.

Factor B: Inoculantes.

- b₁: Semillas inoculadas.
- b₂: Semillas sin inocular.

- Labranza cero más rastrojo $\left\{ \begin{array}{l} \text{Inoculado} \\ \text{Sin inocular} \end{array} \right.$

- Labranza cero más rastrojo más subsoleo $\left\{ \begin{array}{l} \text{Inoculado} \\ \text{Sin inocular} \end{array} \right.$

- Labranza convencional $\left\{ \begin{array}{l} \text{Inoculado} \\ \text{Sin inocular} \end{array} \right.$

- Labranza convencional más rastrojo más subsoleo $\left\{ \begin{array}{l} \text{Inoculado} \\ \text{Sin inocular} \end{array} \right.$

- Labranza mínima { Inoculado
Sin inocular

- Labranza mínima más rastrojo { Inoculado
Sin inocular

Se realizó un análisis de varianza a cada variable en estudio y la separación de media fue a través de Tukey al 95 % de confianza.

3.3.2 Dimensiones

El área total del ensayo fue 1100 m², dentro de esta área se ubicaron seis parcelas, dejando un espacio de 3 m entre cada parcela, cada una de estas parcelas se dividió en dos dejando semillas inoculas y semillas sin inocular, teniendo un área por parcela de 180 m², colocándose dentro de cada división cuatro micro parcela de 9 m² cada una, dejando en la cosecha la extracción de la parcela útil con área de 4 m².

3.4 Descripción de los tratamientos

Tabla 3. Tratamientos evaluados. "La Compañía". Carazo, Postrera, 1996.

Tratamiento	Descripción
T ₁ Labranza cero+Rastrojo (Lc+Rtj)	No se realizó ninguna preparación de suelo, los residuos de la cosecha anterior se dejaron como mulch en la superficie del suelo y la siembra se realizó al espeque.
T ₂ Labranza cero+Rastrojo+ subsoleo (Lc+Rtj+ss)	Se realizaron todas las labores similares al tratamiento 1, con la diferencia que se realizó la actividad de subsoleo.
T ₃ Labranza Convencional (Lco)	Se realizó un pase de arados y dos pases de gradas, además del banqueo y la raya de siembra, los residuos se extrajeron.
T ₄ Labranza Convencional+Rastrojos + subsoleo (Lco+Rtj+ss)	Se realizaron todas las labores similares al tratamiento 3, con la diferencia que los residuos se incorporaron y se realizó la actividad de subsoleo.
T ₅ Labranza Mínima (Lmin)	Los residuos se extrajeron del terreno y se realizaron dos pases de arados egipcios con bueyes uno de rompimiento y uno para la siembra.
T ₆ Labranza Mínima +Rastrojos (Lmin+Rtj)	Se realizan dos pases de arado igual que el T5, pero los residuos, se incorporan.

3.5 Manejo agronómico

La siembra se efectuó manualmente, colocando tres semillas por golpe, el día 14 de Octubre de 1996 y cosechado el 2 de Enero de 1997, en el período de postrera, con una distancia de 15 cm entre planta y 50 cm entre surco.

3.5.1 Inoculación de las semillas

Se utilizó el método de inoculación con revestimiento de las semillas, el material se disolvió en agua a temperatura ambiente, hasta la formación de una pasta de color negro y de olor senil, mezclando esta con la semilla de la variedad Dor-364 hasta que todas ellas sean envueltas por una capa uniforme de inoculante de bacterias (*Rhizobium tropicis* UMR - 1899) dejándose secar en sombra por periodo de 20 minutos sembrándolas de inmediato.

3.5.2 Fertilización

La fertilización fosfatada se aplicó a los tres días después de la siembra a razón de 60 kg P_2O_5 /ha. La fertilización nitrogenada se realizó en dos momentos, la primera fue al momento de la siembra (45 kg/ha) y la segunda (45 kg/ha) a los 15 días después de siembra.

La cosecha se realizó de forma manual al completar el ciclo del cultivo a los 79 días.

3.6 Variables evaluadas

Las muestras de malezas, follajes, raíz y nódulos/planta fueron sometidas al horno por un tiempo de 48 horas a una temperatura de 60 °C para luego determinar su peso.

Peso seco de las malezas (kg/ha)

Se colectaron 6 muestras de malezas antes de la siembra en cada parcela útil, luego se realizó el análisis del tejido.

Peso seco del follaje (kg/ha)

El peso del follaje se realizó en el laboratorio en la pesa electrónica, el follaje fue sometido a una rigurosa limpieza, para evitar que tuvieran partículas de tierra.

Peso seco de raíz (kg/ha)

El peso de raíces se realizó después de la separación de los nódulos, pesándose en una pesa electrónica.

Número de nódulos por planta

Se tomó el número de nódulos por plantas a los 37 días, esto se hizo tomando 5 plantas al azar de cada microparcela, es decir, 20 plantas en cada parcela dividida, dejando 40 plantas por tratamiento. Las plantas se extrajeron del suelo cuidadosamente con un palín, para obtener de esta manera su sistema radical de una forma más completa. Posteriormente se lavaron las raíces y se procedió a contar los nódulos formados en el sistema radical de cada una de las plantas.

Peso de nódulo por planta

Los nódulos obtenidos de cada planta fueron debidamente tratados y lavados, luego se procedió al pesado de los mismos en la balanza.

Rendimiento del grano

La producción total se ajustó a un 14 % de humedad y se determinó el peso proveniente de cada parcela útil (expresado a kg/ha).

Preparación de muestras.

Todas las muestras de materia seca fueron molidas, empacadas, rotuladas y posteriormente fueron enviadas al laboratorio con el objetivo de determinar en cada muestra el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio. No obstante para las muestras de malezas se determinó las concentraciones de micronutrientes (boro, hierro, cobre, manganeso y zinc).

A partir de estas concentraciones se sacaron las extracciones por cada una de las partes de la planta a través de la fórmula:

$$\frac{\text{Peso Seco (kg/ha) X Concentración (\%)}}{100}$$

3.7 Segunda evaluación de los sistemas de labranza (Postrera, 2000)

Es necesario hacer remembranza que en estos sistemas de labranza solamente se ha cultivado maíz y frijol, incorporando los residuos a algunos sistemas. Además de que el sitio donde se estableció el ensayo fue sometido a dos años y medio de barbecho, después de los tres años de siembra que se realizaron de manera secuencial en dicho sitio.

Ante lo expuesto y de acuerdo a los resultados obtenidos en estudios anteriores, es que se quiere evaluar nuevamente el efecto de los sistemas de labranza después de dos años y medio de barbecho, pero con un enfoque más detallado de las variables de crecimiento y rendimiento del cultivo, sembrando la misma variedad en los mismos sistemas de labranza.

Además con este estudio se pretende demostrar si verdaderamente existe alguna diferencia marcada en los tres sistemas de labranza.

El estudio consistió en un experimento de campo realizado durante la etapa de postrera (octubre-diciembre) del 2000 en la Estación Experimental "La Compañía", ubicada en el departamento de Carazo, situada a 45 km de Managua (entre San Marcos y Masatepe).

3.7 1 Descripción del trabajo experimental

3.7.1 1 Diseño experimental

El ensayo se estableció en bloque completamente al azar (BCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Para el muestreo de las variables de crecimiento y desarrollo se tomaron 10 plantas al azar dentro de la parcela útil.

Tabla 4. Dimensiones del ensayo. "La Compañía", Carazo. Postrera, 2000.

Descripción	Dimensiones (m)	Area total (m ²)
Parcela experimental	15 x 12	180
Área de la repeticiones	3.75 x 12	45
Parcela útil	1.4 x 3.2	4.48
Área total del experimento	-	1080

3.7.1.2 Análisis estadístico

Se realizó análisis de los datos por medio de ANDEVA y prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 por ciento. Estos análisis se realizaron utilizando el paquete de análisis estadístico MINITAB

3.8 Variables evaluadas

Para la toma de datos se tomaron 10 plantas al azar. Las observaciones se realizaron en intervalos de siete días entre si, a partir de los 27 días después de siembra, hasta llegar a la formación de vainas. Las variables a medir fueron las siguientes:

Componentes de crecimiento y desarrollo del cultivo:

Altura de plantas (cm)

Por cada parcela experimental se tomaron 10 plantas al azar, a las que se les realizó la medición de altura, desde el nivel del suelo, hasta la última hoja trifoliada totalmente extendida. Esta actividad se realizó a los 27, 35 y 42 días después de la siembra.

Número de ramas por planta

Se determinó al momento de la cosecha seccionando la planta en sus diversas partes, tomando el tallo central para poder identificar el número de ramas presente en ella.

Area foliar

La toma de este dato se realizó a partir de los 42, 49 y 56 días después de siembra. Tomando como referencia la hoja trifoliada que se encuentra ubicada a partir del cuarto nudo del tallo. Midiéndose el largo y ancho de la hoja central, multiplicando este producto por el factor de corrección (0.75).

Altura de inserción a la primera vaina

Este dato se tomó a los 56 días después de siembra. Medida desde la superficie del suelo hasta la altura donde se encuentra situada la primera vaina de la planta.

Componentes de rendimiento:

Número de vainas por plantas

En cada parcela útil se tomaron 10 plantas al azar a las cuales se les realizó el conteo del número de vainas, luego se obtuvo el promedio.

Número de granos por vaina

Se tomó una muestra al azar de 10 vainas por cada parcela útil, a las cuales se les contó el número de granos y luego se obtuvo el promedio.

Peso de cien granos

Se tomaron muestras de cien granos por cada parcela útil, las que se pesaron por separado, luego se obtuvo el promedio de las tres pesadas.

Rendimiento de grano

La producción total de grano de cada parcela útil fue ajustada a un 14% de humedad. Posteriormente fue pesado y convertido este resultado a kg/ha.

3.9 Manejo agronómico del ensayo

3.9.1 Siembra

En los sistemas de labranza convencional y mínima la siembra se realizó de forma manual, depositando la semilla a chorrillo teniendo 50 cm entre surco. En los sistemas labranza cero la siembra fue al espeque con 10 cm de distancias entre golpe y 40 cm entre surco.

3.9.2 Variedad utilizada

La variedad utilizada fue DOR-364 en el periodo de postrera. Esta variedad presenta un hábito de crecimiento tipo II a (semiarbustivo), guía larga, color de la vaina a la madurez fisiológica rosado estriado, forma del grano arriñonado, color del grano rojo quemado, con un número de ramas promedio de 2.4, florece a los 35 dds, es resistente al encrespamiento de la hoja y al requemo. Se cosecha a 78 dds y su rendimiento es de 969.3 a 615.4 kg/ha (MAG, 1993; citado por Ríos 1998).

3.9.3 Fertilización

El fertilizante se aplicó en forma manual al fondo del surco en el caso de los sistemas de labranza convencional y mínima. En labranza cero se colocó sobre el golpe de siembra. Como fuente de fertilizante se utilizó una formulación completa de 18-46-00 en dosis de 2 qq/mz.

3.9.4 Control de malezas

El control de malezas para los sistemas de labranza cero y mínima se realizó de forma química usando Gramoxone (Paraquat), al momento de la siembra como pre-emergente en dosis de 1 Lt/ha aplicado con una bomba de mochila de 20 Lt. En el caso de labranza convencional el control de malezas se realizó de forma manual (azadón).

3.9.5 Cosecha

Se realizó de forma manual a los 80 dds, cuando la variedad alcance su fase de madurez, una vez recolectadas se procedió al aporreo de las plantas, limpieza y secado del grano.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinación de las concentraciones de macro y micronutrientes en los tejidos de las malezas de hoja ancha y fina

4.1.1 Concentración (%) de macronutrientes en los tejidos de las malezas de hojas finas

Las malezas tienen aspectos positivos como: contribuyen a la conservación del suelo, aumentan la fertilidad del suelo incrementando la cantidad de materia orgánica del suelo y mantienen el reciclaje de nutrientes ya que incorporan materia orgánica, manteniendo la humedad del suelo y tienen efectos alelopáticos sobre otras malezas (Pitty, 1997).

En la Tabla 5, se presentan las concentraciones de macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre), en los tejidos de malezas de hojas finas.

Como se puede apreciar el análisis de varianza refleja que no existen diferencias significativas entre los sistemas de labranza, al evaluar las concentraciones de fósforo y azufre en los tejidos de las malezas. Sin embargo, para las concentraciones de nitrógeno y calcio existe diferencia significativa, para potasio y magnesio la diferencia es altamente significativa.

Las concentraciones de potasio se vieron favorecidas por el sistema labranza cero más rastrojo y los menores promedios de concentración los representa labranza convencional más rastrojo más subsoleo; con respecto al elemento magnesio el sistema labranza convencional más rastrojo más subsoleo fue el que tuvo mayor influencia en las concentraciones de este elemento seguido por el sistema labranza convencional y por último labranza cero más rastrojo más subsoleo.

Estos resultados estuvieron dentro de los parámetros reportados por Ríos (1998), quien señala que las mayores concentraciones de macronutrientes en los tejidos de malezas de hojas finas fueron de nitrógeno potasio y calcio , y las menores de fósforo, magnesio y azufre. En sus resultados refleja que el sistema labranza convencional facilita la remoción de fósforo, potasio, calcio y azufre, labranza mínima más rastrojo favoreció el nitrógeno y labranza cero más rastrojo, el magnesio.

La diferencia significativa reflejada en las concentraciones de nitrógeno se pueden explicar debido a que el nitrógeno aprovechable por las plantas en el suelo proviene de la descomposición de la materia orgánica, el haber incorporado el rastrojo influye a la mayor disponibilidad de nitrógeno el cual fue aprovechado por las malezas, aunque este va a ser devuelto nuevamente al suelo por el proceso de mineralización. También se puede agregar que la diferencia significativa calcio y altamente significativa de potasio y magnesio podría explicarse de acuerdo a lo planteado por Ortiz (1977), argumentando que el calcio ayuda a balancear el contenido de potasio y magnesio, así su exceso o deficiencia interfiere en las funciones normales en la planta.

No obstante Kass (1996), señala que la relación calcio/magnesio es importante en cuanto a la disponibilidad de estos nutrientes se refiere. Los contenidos de potasio y magnesio ejercen funciones tales como neutralizar los ácidos orgánicos en la planta.

Se concluye entonces que las mayores concentraciones de macroelementos en los tejidos de las malezas de hoja fina fueron de nitrógeno, potasio y calcio, y las menores de fósforo, magnesio y azufre. Pero en su mayoría el nitrógeno es el elemento que más está presente en los tejidos de estas malezas, es por esta razón que se debe de considerar la incorporación de estos restos vegetales a los sistemas de cultivos.

Tabla 5. Concentraciones de macronutrientes en los tejidos de malezas de hoja fina. "La Compañía". Postrera, 1996.

Tratamiento	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)	Azufre (%)
Lc+Rtj	1.02 b	0.24 a	2.60 a	0.37 b	0.40 c	0.14 a
Lc+Rtj+ss	1.41 a	0.25 a	2.34 ab	0.40 b	0.39 c	0.11 a
Lco	1.25 ab	0.21 a	1.70 b	0.41 b	0.51 ab	0.13 a
Lco+Rtj+ss	1.02 b	0.21 a	1.63 b	0.49 ab	0.53 a	0.17 a
Lmín	1.50 a	0.22 a	1.91 ab	0.54 a	0.47 abc	0.16 a
Lmín+Rtj	1.39 a	0.20 a	1.90 ab	0.36 b	0.44 bc	0.14 a
ANDEVA	*	NS	**	*	**	NS
CV%	18.16	13.03	17.13	18.60	8.96	28.78

Lc + Rtj: Labranza cero + rastrojo

Lc + Rtj + ss: Labranza cero + rastrojo + subsoleo

Lco: Labranza convencional

Lco + Rtj + ss: Labranza convencional + rastrojo + subsoleo

Lmín: Labranza mínima

Lmín + Rtj: Labranza mínima + rastrojo

4.1.2 Concentración (%) de micronutrientes en los tejidos de las malezas de hojas finas

En la Tabla 6, se resumen las concentraciones de los micronutrientes contenidos en las malezas de hoja fina, evaluadas a través de tres sistemas de labranza más subsoleo en combinación con la incorporación de rastrojo.

Al evaluar los resultados a través del análisis de varianza, se observa que no existen diferencias significativas en los tratamientos bajo estudio respecto a las concentraciones de manganeso y zinc, pero sí existen diferencias significativas en las concentraciones de hierro y diferencias altamente significativas en las concentraciones de boro y cobre.

Las concentraciones de hierro fueron las mayores seguido de boro, manganeso y zinc y las menores concentraciones en cobre. Labranza mínima permitió la mayor

remoción de boro, cobre y manganeso, labranza cero más rastrojo el zinc y labranza convencional más rastrojo más subsoleo favoreció el hierro.

Ríos (1998), reporta los mismos resultados. Indica que las concentraciones de hierro fueron las mayores seguido de boro, manganeso, zinc y las menores concentraciones en cobre. De igual forma labranza mínima permitió la mayor remoción de boro, cobre y zinc, el sistema labranza convencional favoreció las concentraciones de magnesio y labranza convencional más rastrojo más subsoleo el hierro.

Según Katyal (1986), las concentraciones de zinc varían de 20-100 ppm, manganeso 20-500 ppm, hierro 50-100 ppm, cobre 5-20 ppm y boro 5-100 ppm; por lo que se consideran normales los contenidos de estos elementos a excepción del hierro que presenta índices de toxicidad en los tejidos de malezas de hojas finas y hojas anchas, esta toxicidad puede estar asociada de acuerdo a lo planteado por Mortvedt (1983), donde argumenta que el hierro disponible en el suelo se presenta principalmente en forma de complejos orgánicos, la materia orgánica del suelo influye mucho en la disponibilidad del hierro, caso particular de los suelos de la Compañía que son ricos en materia orgánica (10%).

Según Katyal (1986), las altas concentraciones de hierro disminuyen el contenido de zinc en las plantas, hecho que no coincide con estos resultados. Sin embargo, se observa que labranza convencional y labranza convencional más rastrojo más subsoleo mostraron los contenidos de fracción más bajo de zinc en los tejidos de las malezas de hojas finas, coincidiendo con lo expuesto por Katyal (1986), señalando que a menudo se observan bajos contenidos de zinc en suelos en los cuales se ha removido la superficie del suelo que contenía materia orgánica.

Estos resultados nos permiten aseverar que estos elementos en el suelo se encontraban disponibles y esta disponibilidad va a estar en dependencia a su forma química en que pueden ser absorbidos por la planta. Por lo tanto, se señala

que el subsoleo permitió que el hierro estuviera disponible en su asimilación, es probable que al ser el hierro el de mayor concentración en los tejidos se deba a que es uno de los elementos químicos más abundantes en el planeta, además el pH 6.5 de los suelos de la compañía contribuye a su disposición como ion ferroso (Fe^{++}), Mortvedt (1983).

La poca presencia de los otros microelementos se justifica en el antagonismo que el hierro ejerce con el manganeso y zinc. Estas observaciones coinciden con Domínguez (1997), quien además señala que la interacción más pronunciada es con el manganeso dado al carácter metabólico, ya que, este elemento compite con el hierro por las mismas posiciones en determinadas reacciones.

Tabla 6. Concentraciones de micronutrientes en los tejidos de malezas de hoja fina."La Compañía". Postrera, 1996.

Tratamiento	Boro (ppm)	Hierro (ppm)	Cobre (ppm)	Manganeso (ppm)	Zinc (ppm)
Lc+Rtj	22.0 b	378 ab	12.0 b	30.0 a	42.0 a
Lc+Rtj+ss	21.9 b	235 b	9.50 b	23.0 a	37.20 a
Lco	37.0 b	604 ab	10.40 b	36.0 a	26.10 a
Lco+Rtj+ss	73.0 a	981 a	16.60 ab	53.0 a	27.30 a
Lmín	81.1 a	742 ab	23.0 a	83.0 a	32.60 a
Lmín+Rtj	40.6 b	369 ab	14.30 ab	29.0 a	30.0 a
ANDEVA	**	*	**	NS	NS
CV%	24.34	86.44	31.52	66.31	22.61

Lc + Rtj: Labranza cero + rastrojo

Lc + Rtj + ss: Labranza cero + rastrojo + subsoleo

Lco: Labranza convencional

Lco + Rtj + ss: Labranza convencional + rastrojo + subsoleo

Lmín: Labranza mínima

Lmín + Rtj: Labranza mínima + rastrojo

4.1.3 Concentración (%) de macronutrientes en los tejidos de las malezas de hojas anchas

La Tabla 7, refleja las distintas concentraciones de macroelementos que se encuentran contenidos en los tejidos de malezas de hojas anchas, asimismo presenta el efecto de la utilización de los diferentes sistemas de labranza y el subsoleo del suelo así como la incorporación de rastrojos provenientes de maíz.

Frecuentemente el término es sinónimo con dicotiledóneas, pero no todas las plantas con hojas anchas son dicotiledóneas. Las hojas anchas son plantas dicotiledóneas con raíz pivotante, hojas anchas con nervaduras en forma de red y crecimiento ramificado. Tienen los puntos de crecimiento en la parte de arriba (Pitty, 1997).

El análisis estadístico indica que no existen diferencias estadísticas en las concentraciones de nitrógeno, fósforo y azufre, pero se observa con relación al nitrógeno como en el sistema labranza mínima más rastrojo la incorporación del rastrojo de maíz contribuyó a un aumento en la concentración de este elemento en los tejidos de las malezas.

Según los resultados, sí existen diferencias estadísticas significativas en las concentraciones de potasio, siendo el sistema labranza mínima el que más contribuyó en las concentraciones de este elemento seguido por el sistema labranza convencional. Los resultados también muestran que existen diferencias altamente significativas en las concentraciones de calcio y magnesio; con respecto al calcio el sistema que más influencia mostró en la concentración de este elemento fue labranza convencional, mientras que labranza mínima más rastrojo tuvo menor influencia en la concentración de este elemento. En relación al magnesio labranza convencional más rastrojo más subsoleo mostró mayor influencia en los porcentajes de concentración mientras labranza cero más rastrojo más subsoleo con los menores promedios de concentración.

Según Domínguez (1997), el contenido de nitrógeno en la planta varía entre el 2-4% de la materia seca por lo que de acuerdo a estos resultados el contenido de este elemento en los tejidos de malezas hoja ancha y hoja fina se consideran deficientes, sin embargo esta deficiencia puede obedecer al genotipo, a la especie y a la temperatura (Mortvedt, 1983), las concentraciones de fósforo varían de 0,3-0,5%, el contenido de magnesio es de 0,5%, considerándose en este experimento dentro de los límites normales a excepción en el sistema labranza cero más rastrojo más subsoleo donde los límites inferiores para los dos tipos de malezas es de 0,38%, aunque el mismo autor señala que los síntomas de deficiencias aparecen cuando el contenido es menor a 0,3%.

De acuerdo a los resultados, el contenido de calcio en las malezas de hojas finas varía de 0,3-0,5% y en las malezas de hojas anchas de 1,5-1,9% considerándose estos contenidos normales según Domínguez (1997), que expresa que los contenidos de este elemento oscilan de 0,5-3% sobre materia seca dependiendo de los cultivos.

Las diferencias altamente significativas de calcio y magnesio pueden deberse a que el calcio ayuda a balancear el contenido de potasio y magnesio, así su exceso o deficiencia interfiere en las funciones normales de la planta (el exceso de calcio promueve deficiencia de uno o más de los citados elementos y a la vez uno de ellos lo hace con el calcio), Ortiz (1977).

Arzola et al., (1982), consideran que el calcio está ligado íntimamente con los meristemas del crecimiento apical y tiene relación estrecha con la formación de flores, además el calcio se traslada rápidamente a través de las raíces y de los tallos hasta las hojas más jóvenes, un movimiento inverso desde las hojas hasta a otros órganos no tiene lugar, lo que produce una cierta acumulación de calcio en las hojas, esta acumulación se manifiesta más marcadamente en las hojas más viejas las cuales han estado bajo los efectos de la corriente cálcica proveniente de las raíces a través de los tallos. El magnesio participa en la clorofila por lo que es

esencial para la fotosíntesis, es activador del sistema de enzimas, moviliza los carbohidratos de las hojas al tallo y se acumula en las semillas.

Tabla 7. Concentraciones de macronutrientes en los tejidos de malezas de hoja ancha."La Compañía". Postrera, 1996.

Tratamiento	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)	Azufre (%)
Lc+Rtj	1.48 a	0.44 a	2.52 ab	1.54 abc	0.40 c	0.28 a
Lc+Rtj+ss	1.41 a	0.42 a	2.58 ab	1.49 bc	0.39 c	0.32 a
Lco	1.44 a	0.38 a	2.63 ab	1.90 a	0.51 ab	0.34 a
Lco+Rtj+ss	1.54 a	0.35 a	1.84 b	1.89 ab	0.53 a	0.32 a
Lmín	1.44 a	0.37 a	2.73 a	1.72 abc	0.47 abc	0.28 a
Lmín+Rtj	1.65 a	0.40 a	2.60 ab	1.46 c	0.44 bc	0.27 a
ANDEVA	NS	NS	*	**	**	NS
CV%	22.61	12.92	14.74	10.77	8.96	14.64

Lc + Rtj: Labranza cero + rastrojo

Lc + Rtj + ss: Labranza cero + rastrojo + subsoleo

Lco: Labranza convencional

Lco + Rtj + ss: Labranza convencional + rastrojo + subsoleo

Lmín: Labranza mínima

Lmín + Rtj: Labranza mínima + rastrojo

4.1.4 Concentración (%) de micronutrientes en los tejidos de las malezas de hojas anchas

La Tabla 8, muestra los contenidos de micro elementos presentes en los tejidos de malezas de hojas anchas evaluados a través de tres sistemas de labranza, así como el subsoleo del suelo y la incorporación de rastrojos provenientes de maíz.

Los resultados indican que existen diferencias altamente significativas en las concentraciones de los micronutrientes. Las mayores concentraciones se encontraron en hierro, seguido del boro, manganeso, zinc y cobre.

Por lo general, el sistema labranza mínima más rastrojo arrojó los promedios de concentración más bajos de estos micronutrientes, a excepción del boro y zinc. En boro las menores concentraciones se registraron en el sistema labranza cero más rastrojo y en zinc las menores concentraciones se presentaron en labranza convencional más rastrojo más subsoleo.

Como se observa, el sistema labranza convencional marcó siempre los mejores resultados en el análisis de los tejidos de las muestras de malezas, por lo que se considera a este sistema de preparación del suelo como el que más beneficia las concentraciones de estos micronutrientes, sin embargo, este mismo sistema se encarga de romper con este ciclo, ya que al realizarse la preparación del suelo, las malezas van quedando expuestas en la superficie del mismo permitiendo el reciclaje de los nutrientes, al ser reincorporado al suelo los nutrientes que habían sido extraídos del mismo (Pitty, 1997).

De acuerdo a Katyal (1986), las concentraciones de estos microelementos en los tejidos de las malezas de hoja ancha se consideran normales, estableciendo para el zinc contenidos normales entre 20-100 ppm, Mn 20-500 ppm, Cu 5-20 ppm, B entre 15-100 ppm, no obstante para el hierro se determinan índices de toxicidad, por lo que lo reflejado en los resultados está por encima del rango establecido por Katyal (1986), donde determina para el hierro concentraciones normales que estén entre 50-100 ppm.

La alta disponibilidad del hierro y zinc encontrada en el experimento coincide con lo expuesto por Mortvedt (1983), argumentando que la disponibilidad de estos dos elementos es favorecida por la descomposición de la materia orgánica, ya que a medida que aumenta el contenido de materia orgánica del suelo la disponibilidad de estos dos elementos aumenta, esto se explica en el experimento debido a la alta disponibilidad de materia orgánica de los suelos de la compañía. Si se observan los resultados se nota que la disponibilidad de hierro y zinc es menor en los sistemas labranza convencional más rastrojo más subsoleo y labranza mínima, estos resultados coinciden por lo señalado por Katyal (1986), infiriendo que el hierro y zinc se encuentran disponibles para las plantas en la superficie del suelo y su nivel disminuye en las capas inferiores del suelo, puesto que la eliminación de la capa arable sea por erosión o como parte del proceso de configuración del terreno para la siembra deja al descubierto un subsuelo deficiente en hierro y zinc.

Yagodín (1986), afirma que los micronutrientes son elementos indispensables en la nutrición y se encuentran en la planta en milésima y cienmilésimas partes de porcentaje, la acción positiva de los microelementos está condicionada por el hecho de que ellos participan en los procesos vitales de oxidación-reducción, en el metabolismo de carbohidratos y nitrógeno, elevan la resistencia de las plantas a las enfermedades y a las desfavorables condiciones del ambiente exterior.

Bajo la influencia de los microelementos aumenta el contenido de clorofila en las hojas, mejora la fotosíntesis, se refuerza la actividad asimilativa de toda la planta (Mortvedt, 1983).

retomando lo expuesto anteriormente, es que se debe de considerar la importancia de las malezas desde el punto de vista benéfico, ya que al ser incorporadas al suelo en combinación con el sistema de labranza indicado se favorecerá el reciclaje de nutrientes y la incorporación de estos nutrientes al suelo.

Tabla 8. Concentraciones de micronutrientes en los tejidos de malezas de hoja ancha. "La Compañía". Postrera, 1996:

Tratamiento	Boro (ppm)	Hierro (ppm)	Cobre (ppm)	Manganeso (ppm)	Zinc (ppm)
Lc + Rtj	78.9 b	354 b	14.40 b	46.60 b	46.20 a
Lc + Rtj + ss	80.0 b	349 b	16.80 ab	45.00 b	44.10 ab
Lco	111.8 a	1650 a	23.60 a	90.60 a	46.20 a
Lco + Rtj + ss	109.6 a	255 b	12.30 b	30.90 b	31.20 c
Lmín	110.9 a	262 b	13.40 b	27.50 b	31.60 c
Lmín + Rtj	88.50 b	191 b	12.30 b	25.40 b	34.00 bc
ANDEVA	**	**	**	**	**
CV%	7.92	89.01	25.70	40.35	11.41

Lc + Rtj: Labranza cero + rastrojo

Lc + Rtj + ss: Labranza cero + rastrojo + subsoleo

Lco: Labranza convencional

Lco + Rtj + ss: Labranza convencional + rastrojo + subsoleo

Lmín: Labranza mínima

Lmín + Rtj: Labranza mínima + rastrojo

4.2 Efecto de los sistemas de labranza en el follaje de frijol

El estudio de estos sistemas de labranza, se realizó sobre el peso de materia seca (kg/ha), concentraciones (%) y extracciones (kg/ha) de macronutrientes en el follaje de la planta de frijol

4.2.1 Peso de materia seca (kg/ha) en el follaje de frijol

El peso de materia seca refleja 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), dependen de la disponibilidad de nutrientes (CIAT, 1987).

Los resultados de la Tabla 9, indican un efecto altamente significativo en el peso de materia seca del follaje, evaluado por los diferentes sistemas de labranza. Los resultados muestran que el sistema labranza convencional tiene mayor influencia en el peso de materia seca con 421.47 kg/ha seguido por labranza convencional más rastrojo más subsoleo con 363.87 kg/ha y labranza mínima más rastrojo con el menor promedio en lo que respecta al peso de materia seca presente en el follaje de las plantas del frijol con 96.069 kg/ha.

Estos resultados no coinciden con los reportados por Ocampo & Salgado (1998), cuyos tratamientos evaluados no tuvieron diferencias significativas, siendo el sistema labranza cero más subsoleo el que presentó el mayor peso del follaje y con el menor peso el tratamiento labranza mínima más rastrojo

Este comportamiento pudo haber sido favorecido, primero por el método de labranza utilizado lo cual provoca la remoción y mezcla del suelo y segundo por la incorporación de rastrojo cuya descomposición se vio favorecida por el método labranza convencional, estos dos aspectos vienen a contribuir con un mayor peso seco del follaje, debido a la asimilación de los nutrientes por la planta.

4.2.2 Contenido de nitrógeno en el follaje de frijol

Las plantas absorben la mayor parte del nitrógeno en la forma de iones de amonio (NH_4^+) o de nitrato (NO_3), Domínguez (1990).

Los suelos pueden ganar nitrógeno por cuatro procesos reconocidos estos son: fijación simbiótica, fijación asimbiótica, adición por la lluvia y fertilización (Fassbender, 1984).

Concentración (%)

De acuerdo al análisis de varianza se encontró que no existen diferencias significativas en los tratamientos evaluados con respecto a las concentraciones de nitrógeno en el follaje de la planta de frijol. Se observa que las mayores concentraciones de nitrógeno se encontraron en el sistema labranza cero más rastrojo con 2.71 % con una leve diferencia respecto al sistema labranza cero más rastrojo más subsoleo con 2.70 %, el sistema labranza convencional más rastrojo más subsoleo registró los promedios de concentración más bajos.

Los niveles de concentración de este elemento en el follaje de la planta de frijol se consideran normales de acuerdo a lo establecido por Howeler (1983), señalando que la presencia de este elemento en el follaje de la planta oscila de 2.9-5.1%.

Extracción (kg/ha)

Las extracciones de nitrógeno en el follaje se vieron favorecidas por los sistemas de labranza evaluados tal como lo demuestra el análisis estadístico donde se reflejan diferencias altamente significativas.

La mayor fracción extraída de este elemento se notó en el sistema labranza convencional con 10.64 kg/ha seguido por el sistema labranza cero más rastrojo

más subsoleo con 9.35 kg/ha, el sistema labranza mínima más rastrojo fue el que menos facilidad mostró en las extracciones de nitrógeno reflejando valores de 2.41 kg/ha.

Este efecto puede estar asociado a la función que ejerce el nitrógeno en el follaje de la planta. Arzola *et al.*, (1982), argumenta que el nitrógeno es un componente de los pigmentos clorofílicos, los que dan a la planta su color verde, además, de que este elemento se encuentra en un gran número de compuestos orgánicos de gran importancia para la planta, desempeñando un papel de primer orden en el crecimiento y multiplicación de los organismos vivos (Fassbender, 1984).

4.2.3 Contenido de fósforo en el follaje de frijol

Las plantas absorben la mayor parte del fósforo que necesitan como ion ortofosfato primario ($H_2PO_4^-$), también absorben cantidades menores de ion ortofosfato secundario (HPO_4^{2-}) (Domínguez, 1990).

Concentración (%)

Existe un efecto significativo en los tratamientos evaluados al determinarse las concentraciones de fósforo presente en el follaje de la planta de frijol, tal a como lo indica la Tabla 9. El sistema labranza convencional registró las concentraciones más altas de este elemento con 0.40%, seguido por el sistema labranza cero más rastrojo con 0.38%, el sistema labranza mínima más rastrojo se ubica con los promedios de concentración más bajos en comparación a este elemento con 0.35%.

El análisis químico demuestra, que la presencia de fósforo en los tejidos del follaje se encuentra dentro de los niveles normales de acuerdo a lo establecido por Howeler (1983), determinando como límites normales aquellos que se encuentran dentro de un rango de concentración de 0.40% en el follaje de las plantas de frijol.

Extracción (kg/ha)

Los resultados reflejados a través del análisis de varianza indican que existen diferencias altamente significativas en las extracciones de fósforo evaluadas a través de los sistemas de labranza. Se nota que el sistema labranza convencional permitió la mayor fracción extraída de este elemento con 1.66 kg/ha, mientras tanto el sistema labranza mínima más rastrojo registró las fracciones de extracción más bajas de este elemento con 0.34 kg/ha.

Este resultado tiene mucha importancia de acuerdo a lo planteado por Arzola *et al.*, (1982), indicando que el fósforo es un elemento con un comportamiento bien definido en diferentes sistemas de labranza. Debido a su escasa movilidad, el fósforo se queda en donde el sistema de labranza y cultivo lo ubica, ya que, en un sistema de siembra directa permanece en la capa de 0-5 cm; mientras que bajo labranza convencional es distribuido uniformemente en la capa de 0-20 cm.

De acuerdo a los resultados tanto las extracciones de nitrógeno y fósforo en el follaje fueron altamente significativas. Estos resultados son similares de acuerdo a lo expuesto por Talavera (1994), destacando que la influencia del nitrógeno en la absorción del fósforo es bastante demostrada en las primeras etapas del crecimiento, el nitrógeno amoniacal tiene efectos significativos en la disponibilidad y absorción del fósforo, ya que altas concentraciones de amonio (NH_4^+) limitan las reacciones de fijación de fósforo, además la absorción de amoníaco ayuda a mantener un medio ácido en la superficie de la raíz, mejorando de esta manera la absorción de fósforo.

4.2.4 Contenido de potasio en el follaje de frijol

El potasio se encuentra en forma de ion en la planta, es absorbido como tal ion (K^+), y su principal función es la de regulador de la presión osmótica dentro de las

células, lo que determina la turgencia y tersura de los tejidos y de las hojas (Domínguez, 1990).

Concentración (%)

Las concentraciones de potasio en el follaje de la planta del frijol demuestran diferencias altamente significativas en los tratamientos evaluados. Labranza cero más rastrojo se ubicó con el promedio de concentración más alto 3.91 %, labranza mínima más rastrojo registró el valor más bajo de concentración 2.85 %. Estos resultados demuestran que los contenidos de potasio en el follaje de las plantas de frijol se clasifican como normales según lo señalado por Howeler (1983), clasificando como normales aquellos niveles que estén dentro de un rango de 1.4-3.1 %.

Extracción (kg/ha)

Los resultados indican diferencias altamente significativas en los tratamientos evaluados al determinar las extracciones de potasio. Se observa entonces que el sistema labranza convencional facilitó la remoción de este elemento registrándose 15.19 kg/ha de extracción, mientras tanto el sistema labranza mínima más rastrojo fue el que menos facilidad permitió con respecto a la remoción de este elemento con 2.66 kg/ha.

Estos resultados no coinciden con lo argumentado por Muzilli (1983), él considera que el potasio es un elemento móvil, razón por lo cual su disponibilidad se ve menos afectada por los sistemas de labranza. Algunas diferencias fueron observadas en cuanto a su concentración superficial debido a los métodos de labranza, pero con una menor consistencia que las observadas con el fósforo.

Domínguez (1997), plantea que el potasio ejerce una función muy importante como osmoregulador disuelto en el jugo celular. Su acumulación en la raíz crea un

gradiente osmótico que permite el movimiento del agua en la planta operando de igual modo en las hojas, ya que, es un elemento específico como regulador del movimiento de apertura y cierre de los estomas.

4.2.5 Efecto del inoculante en el follaje de frijol

Se evaluó el efecto del inoculante en el peso de materia seca (kg/ha), concentraciones (%) y extracciones (kg/ha) de macronutrientes en el follaje de la planta de frijol.

4.2.5.1 Peso de materia seca (kg/ha) en el follaje de frijol

De acuerdo a los resultados presentados a través de la Tabla 9, existe un efecto significativo en el peso seco de la muestra del follaje producto de la aplicación del inoculante, cuando se aplicó el inoculante se nota un claro aumento en el peso seco (367.76 kg/ha). Nótese que la diferencia es casi del doble del peso del material proveniente de la muestra sin aplicación de este inoculante.

Juárez & Sánchez (1999), a través de sus resultados demuestran que el peso seco del follaje no mostró diferencias estadísticas significativas, sin embargo la variedad DOR-364 en combinación con la bacteria inoculada *Rhizobium tropici* UMR 1899 marcó un peso seco del follaje de 716.75 kg/ha mostrando de esta manera una mejor asimilación del cultivo en relación con la bacteria inoculada *Rhizobium tropici* UMR 1899.

Este efecto puede deberse a la fijación simbiótica del nitrógeno efectuada por el *Rhizobium*, donde claro esta asimilación va a repercutir en una mayor masa vegetativa de la planta, cuyo aumento del follaje se verá favorecido, asimismo la capacidad fotosintética de la planta teniendo como resultado un incremento en la producción de carbohidratos.

4.2.5.2 Concentraciones (%) de macronutrientes en el follaje de frijol

Los resultados indican que no hubo diferencias estadísticas significativas en la aplicación de la bacteria en cuanto a las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio, esto puede deberse a la naturaleza de la planta, que siendo esta una leguminosa tiene la capacidad de fijar simbióticamente el nitrógeno, por tanto, no habrá un cambio significativo en los contenidos de estos elementos en el tejido de la planta.

No obstante Vargas (1998), reportó diferencias significativas en las concentraciones de nitrógeno para la variedad DOR-364, oscilando con 3.14%, el fósforo no mostró diferencias significativas con un porcentaje de concentración de 2.68%, y el potasio sí mostró diferencias significativas en cuanto a las concentraciones en el tejido del follaje.

4.2.5.3 Extracciones (kg/ha) de macronutrientes en el follaje de frijol

No existen diferencias significativas del factor inoculante con relación a las extracciones del nitrógeno, pero en lo que respecta al fósforo y potasio sí se nota un efecto significativo, los tres elementos fueron mayormente extraídos por la planta cuando se utilizó el inoculante, por lo que se asume que hubo una buena asimilación de la planta con respecto al inoculante. Estos resultados no son similares a los obtenidos por Juárez & Sánchez (1999), obteniendo diferencias no significativas en las extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio, además que los rangos de extracción de fósforo fueron de 1.83 kg/ha, y de potasio de 16.90 kg/ha, siendo estos rangos de extracción inferiores a los de este experimento.

4.2.6 Interacción entre los sistemas de labranza y las semillas inoculadas

4.2.6.1 Peso de materia seca (kg/ha) en el follaje de frijol

Se nota un efecto altamente significativo en la interacción de estos dos factores en el peso de materia seca, por lo que, se asevera que la riqueza en nutrientes del follaje va a estar altamente influenciada tanto por el método de tracción utilizado, asimismo por la incorporación del inoculante.

4.2.6.2 Concentraciones (%) de macronutrientes en el follaje de frijol

Las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio presentes en el tejido de la muestra de follaje de las plantas de frijol no fueron influenciadas por la combinación de estos dos factores tal a como se muestra en la Tabla 9.

4.2.6.3 Extracciones (kg/ha) de macronutrientes en el follaje de frijol

Los resultados indican que la interacción entre ambos factores tuvo un efecto significativo en las extracciones de potasio y altamente significativas en las extracciones de nitrógeno y fósforo.

Las extracciones de nitrógeno puede estar relacionada con la mineralización de la materia orgánica (restos vegetales), llevada a cabo por los diferentes micro organismos que se encuentran en el suelo. Esta mineralización de la materia orgánica tiene lugar en mayor medida en suelos bien aireados y drenados (Ignatieff & Page, 1967), siendo esta una característica de los suelos de La Compañía.

Arzola et al., (1982), argumenta que las extracciones de estos tres elementos (nitrógeno, fósforo y potasio), en el follaje de la planta se justifica por las funciones que ejercen. El nitrógeno se encuentra formando parte de compuestos orgánicos

de gran importancia para las plantas principalmente en las proteínas, desempeñando un papel de primer orden en el crecimiento y multiplicación de organismos vivos, el fósforo se encuentra en las plantas formando parte de los ácidos nucleicos, de los fosfolípidos, de las coenzimas NAD Y NADP y como parte integrante del ATP. Por todo esto interviene en el desarrollo de la planta, y el potasio al distribuirse en la planta tiende, con frecuencia, a dirigirse hacia las hojas metabólicamente activas y hacia los tejidos meristemáticos.

Tabla 9. Concentraciones (%) y extracciones (kg/ha) de macronutrientes en el follaje del frijol."La Compañía". Postrera, 1996.

Tratamiento	MS (kg/ha)	Concentración (%)			Extracción (kg/ha)		
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Lc + Rtj	330.72 a	2.71 a	0.38 bc	3.91 a	8.97 a	1.26 a	12.99 a
Lc+ Rtj + ss	344.55 a	2.70 a	0.37 ac	3.90 a	9.35 a	1.29 a	13.63 a
Lco	421.47 a	2.53 a	0.40 a	3.56 b	10.64 a	1.66 a	15.19 a
Lco+Rtj+ ss	363.87 a	2.52 a	0.35 bc	3.16 c	8.81 a	1.34 a	11.79 a
Lmin	344.45 a	2.61 a	0.36 ac	3.09 c	9.07 a	1.24 a	10.8 a
Lmin + Rtj	96.07 b	2.60 a	0.35 c	2.85 c	2.41 b	0.34 b	2.66 b
ANDEVA	**	NS	*	**	**	**	**
Inoculante							
Sin Inocular	265.94 b	2.71 a	0.38 a	3.42 a	7.16 a	1.01 b	9.42 ab
Inoculado	367.76 a	2.52 a	0.37 a	3.40 a	9.26 a	1.37 a	12.94 a
ANDEVA	*	NS	NS	NS	NS	*	*
CV%	41.81	16.77	7.12	11.71	44.23	45.61	46.16
Lab * Inoc	**	NS	NS	NS	**	**	*

Lc + Rtj: Labranza cero + rastrojo

Lc + Rtj + ss: Labranza cero + rastrojo + subsoleo

Lco: Labranza convencional

Lco + Rtj + ss: Labranza convencional + rastrojo + subsoleo

Lmin: Labranza mínima

Lmin + Rtj: Labranza mínima + rastrojo

4.3 Efecto de los sistemas de labranza en la raíz de frijol

En este análisis el efecto de los sistemas de labranza se efectuó sobre el peso de materia seca (kg/ha), concentraciones (%) y extracciones (kg/ha), de macronutrientes en la raíz de la planta de frijol.

4.3.1 Peso de materia seca (kg/ha) en la raíz de frijol

Como se puede apreciar en la Tabla 10, el análisis estadístico realizado indica que no existen diferencias significativas en los tratamientos evaluados respecto al peso de materia seca en la raíz de frijol, sin embargo, el mayor contenido de materia seca se encontró en el sistema labranza convencional más rastrojo más subsoleo (58.34 kg/ha), seguido por el sistema labranza cero más rastrojo más subsoleo (51.02 kg/ha), el sistema labranza mínima más rastrojo obtuvo el menor peso seco con (38.28 kg/ha).

Ocampo & Salgado (1998), contradicen estos resultados, ya que el peso seco de la raíz de frijol mostró diferencias significativas en todos los tratamientos evaluados, donde el sistema labranza cero más subsoleo presentó el mayor peso de raíz, mientras que el menor peso de raíz estuvo en el sistema labranza convencional más rastrojo más subsoleo.

4.3.2 Contenido de nitrógeno en la raíz de frijol

Concentración (%)

Existe un efecto altamente significativo en el contenido de nitrógeno presente en los tejidos de la raíz de frijol, cabe señalar que las mayores concentraciones de nitrógeno se presentaron en el sistema labranza mínima con 1.72 %, el sistema labranza cero más rastrojo registró un promedio de concentración de este elemento de 0.93 %, siendo este porcentaje el más bajo en comparación con los demás tratamientos evaluados.

Howeler (1983), plantea que las concentraciones de nitrógeno en los tejidos de la raíz oscilan en un rango de 1.0-4.0 %. De acuerdo a lo planteado por este autor, la presencia del nitrógeno en los tejidos de la raíz se consideran normales, a excepción de las concentraciones presentadas en el sistema labranza cero más rastrojo donde la presencia de este elemento fue la más baja.

Extracción (kg/ha)

No existe efecto significativo en cuanto a las extracciones de nitrógeno por la raíz, no obstante labranza convencional más rastrojo más subsoleo fue el sistema que mejor facilitó la fracción extraída de este elemento (0.90 kg/ha), labranza cero más rastrojo obtuvo los promedios de extracción más bajo con 0.39 kg/ha.

El efecto no significativo de las extracciones de nitrógeno por parte de la raíz puede obedecer, a que durante las fases iniciales de descomposición de la materia orgánica fresca, en este caso gramíneas cuya relación C/N es mayor que 30:1 hay un proceso inicial de inmovilización de este elemento (Kass, 1996).

4.3.3 Contenido de fósforo en la raíz de frijol

Concentración (%)

Las concentraciones de fósforo en los tejidos de la raíz no presentan diferencias estadísticas en los tratamientos evaluados, no obstante las mayores concentraciones de este elemento se presentaron en el sistema labranza cero más rastrojo más subsoleo con 0.25 %, no así en el sistema labranza cero más rastrojo que presentó los contenidos más bajos de este elemento con 0.20 %.

De acuerdo a la clasificación de Howeler (1983), estos contenidos se consideran normales en todos los tratamientos evaluados, puesto que el rango de concentración de este elemento en los tejidos de la raíz varía de 0.1-0.26 %.

Extracción (kg/ha)

No existen diferencias significativas en las extracciones de fósforo, el sistema labranza cero más rastrojo más subsoleo fue el que más facilitó la extracción de este elemento (0.13 kg/ha), los sistemas labranza cero más rastrojo, labranza convencional y labranza mínima más rastrojo registraron las extracciones más bajas (0.09 kg/ha), estos resultados no coinciden con los presentados por Ocampo & Salgado (1998), ya que la fracción extraída de este elemento en la raíz de frijol se vió mayormente influenciada por el sistema labranza convencional.

Las extracciones de fósforo no significativas coinciden por lo expuesto por Talavera (1994), argumentando que la compactación reduce la aireación y el espacio poroso de la zona radical, esto reduce la absorción de fósforo y el crecimiento de las plantas, además que los compuestos minerales del fósforo que suelen formar parte de la fracción sólida del suelo se hayan en forma orgánica, bien asociado a la materia orgánica, o bien como componente de los organismos vivos del suelo, especialmente los microorganismos (Fassbender, 1984).

4.3.4 Contenido de potasio en la raíz

Concentración (%)

El análisis de varianza indica que los contenidos de potasio en los tejidos de la raíz mostraron ser altamente significativas. Las mayores concentraciones de este elemento se presentaron en el sistema labranza cero más rastrojo más subsoleo (2.74%), mientras tanto las menores concentraciones se registraron en el sistema labranza mínima con 2.23 %.

No obstante, estos contenidos se consideran normales de acuerdo a lo señalado por Howeler (1983), argumentando que la presencia de este elemento en los tejidos de la raíz de frijol fluctúan entre 0.70-2.70 %.

Extracción (kg/ha)

No existen diferencias significativas para el factor labranza en su influencia de extracción de potasio, pero los sistemas labranza convencional más rastrojo más subsoleo y labranza cero más rastrojo más subsoleo facilitaron el mayor grado de extracción de este elemento (1.39 kg/ha), labranza mínima más rastrojo reflejó los datos de extracción más bajos 0.87 kg/ha, estos resultados no coinciden con los reportados por Ocampo & Salgado (1998), demostrando diferencias estadísticas en los tratamientos evaluados en lo que respecta a la fracción extraída de potasio por las raíces, labranza cero más subsoleo facilitó mayormente la extracción de potasio, no así labranza convencional más subsoleo indicando el menor valor.

El resultado no significativo de la extracción de potasio por la raíz obedece a que el transporte del potasio en el suelo hacia la raíz se produce principalmente por difusión siendo este un movimiento muy lento, (Dominguez, 1997).

Las concentraciones de fósforo y potasio se vieron favorecidas por el sistema labranza cero más rastrojo más subsoleo, las concentraciones de nitrógeno se notaron mayormente favorecidas por el sistema labranza mínima, en cuanto a las extracciones de estos macroelementos tanto el nitrógeno y el potasio fueron facilitadas por el sistema labranza convencional más rastrojo más subsoleo, el fósforo se mostró mayormente influenciado por el sistema labranza cero más rastrojo más subsoleo.

4.3.5 Efecto del inoculante en la raíz de frijol

El inoculante fue evaluado sobre el peso de materia seca (kg/ha), concentraciones (%) y extracciones (kg/ha) de macronutrientes en la raíz de la planta de frijol

4.3.5.1 Peso de materia seca (kg/ha) en la raíz de frijol

El peso de materia seca indica que hubo un efecto altamente significativo en la aplicación del inoculante, ya que, el peso seco fue mayor (66.10 kg/ha) y muy por encima de los 28.78 kg/ha, registrado sin la aplicación del inoculante. Juárez & Sánchez (1999), reportan resultados similares, con un peso seco de raíz de 68.48 kg/ha producto de la aplicación del inoculante.

4.3.5.2 Concentraciones (%) de macronutrientes en la raíz de frijol

La Tabla 10, nos indica a través del análisis de varianza efectuado que no existen diferencias significativas en las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio, los datos también reflejan que los porcentajes de concentración fueron bastante similares haya habido, o no inoculación de la bacteria.

4.3.5.3 Extracciones (kg/ha) de macronutrientes en la raíz de frijol

Los resultados indican que existen diferencias altamente significativas, en las extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio, respondiendo de esta manera el inoculante en función de contribuir con una mayor eficiencia de extracción de estos tres elementos por parte la raíz. Las extracciones de nitrógeno fueron de 0.90 kg/ha, de fósforo 0.14 kg/ha y de potasio con 1.59 kg/ha superiores a las extracciones de estos tres elementos en el material que no fue inoculado con la bacteria.

Estos resultados no coinciden con los suministrados por Juárez & Sánchez (1999), indicando que la inoculación de la bacteria *Rhizobium tropici* UMR 1899 no mostró efecto significativo en las extracciones de estos tres elementos en mención, obteniendo resultados alternos con los del presente trabajo, las extracciones de nitrógeno estuvieron en un rango de 1.05 kg/ha, de fósforo de 0.11 kg/ha y de potasio de 1.14 kg/ha.

4.3.6. Interacción entre los sistemas de labranza y las semillas inoculadas

El estudio se efectuó en el peso de materia seca (kg/ha), concentraciones (%) y extracciones de macronutrientes en la raíz de la planta de frijol.

4.3.6.1 Peso de materia seca (kg/ha) en la raíz de frijol

Al efectuar el análisis estadístico se determinó que no hubo efecto significativo alguno en el peso de materia seca, como resultado de la interacción entre ambos factores bajo estudio.

4.3.6.2 Concentraciones (%) de macronutrientes en la raíz de frijol

De igual manera la interacción entre ambos factores no tuvo significancia alguna en las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio.

4.3.6.3 Extracciones (kg/ha) de macronutrientes en la raíz de frijol

Como se observa en la Tabla 10, los resultados indican diferencias significativas en las fracciones extraídas de fósforo y potasio y diferencias altamente significativas en las extracciones de nitrógeno.

Este efecto puede deberse a la naturaleza del frijol que por ser una leguminosa sus raíces entran en simbiosis con la bacteria de *Rhizobium*, dando como resultado la fijación simbiótica del nitrógeno a través de la penetración de la bacteria en una célula del pelo radicular seguido por el crecimiento de una colonia de bacterias que forman nudosidades o nódulos en la raíz Domínguez (1990).

Por otro lado Kass (1996), señala que la absorción de los iones de amonio por la raíz ocurre más rápidamente a valores de pH neutros en el suelo, aproximadamente en el ámbito de 6,5-7,0 tal caso es similar a los suelos de la compañía cuyos valores andan por ese rango, Fassbender (1984), agrega que la absorción del fósforo también está ligada a las condiciones de pH del suelo cercano a la neutralidad (6,0-6,8), el mismo autor añade que el nitrógeno amoniacal tiene efectos sinérgicos en la disponibilidad y absorción del fósforo.

Ashmead (1982), plantea que un adecuado contenido de potasio en las plantas fijadoras de nitrógeno molecular por simbiosis, como las leguminosas, incrementa la actividad de la enzima nitrogenasa y la cantidad de nitrógeno molecular fijado dentro de los nódulos bacteriales.

Tabla 10. Concentraciones (%) y extracciones (kg/ha) de macronutrientes en la raíz de frijol."La Compañía". Postrera, 1996.

Tratamiento	MS (kg/ha)	Concentración (%)			Extracción (kg/ha)		
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Cl+Rtj	46.25 a	0.93 c	0.20 a	2.48 b	0.39 a	0.09 a	1.15 a
Cl+Rtj+ss	51.02 a	1.25 bc	0.25 a	2.74 a	0.64 a	0.13 a	1.39 a
Lco	42.51 a	1.35 ac	0.22 a	2.51 b	0.60 a	0.09 a	1.05 a
Lco+Rtj+ss	58.34 a	1.53 ab	0.21 a	2.37 b	0.90 a	0.12 a	1.39 a
Lmín	48.25 a	1.72 a	0.24 a	2.23 b	0.80 a	0.11 a	1.08 a
Lmín+Rtj	38.28 a	1.62 b	0.24 a	2.26 b	0.63 a	0.09 a	0.87 a
ANDEVA	NS	**	NS	**	NS	NS	NS
Inoculante							
Sin Inocular	28.78 b	1.40 a	0.23 a	2.45 a	0.40 b	0.07 b	0.72 a
Inoculado	66.10 a	1.40 a	0.22 a	2.42 a	0.90 a	0.14 a	1.59 b
ANDEVA	**	NS	NS	NS	**	**	**
CV%	55.18	27.10	18.58	10.54	51.95	50.56	52.71
Lab * Inoc.	NS	NS	NS	NS	**	*	*

Lc + Rtj: Labranza cero + rastrojo

Lc + Rtj + ss: Labranza cero + rastrojo + subsoleo

Lco: Labranza convencional

Lco + Rtj + ss: Labranza convencional + rastrojo + subsoleo

Lmín: Labranza mínima

Lmín + Rtj: Labranza mínima + rastrojo

4.4 Efecto de los sistemas de labranza y las semillas inoculadas

Se realizó el estudio para determinar el efecto de los sistemas de labranza y las semillas inoculadas en el número de nódulos por planta y peso de nódulo por planta.

4.4.1 Sistemas de labranza

Los nódulos tienen forma poliédrica y un diámetro aproximado de 2-5 mm. Los nódulos resultan de la simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, las cuales fijan nitrógeno atmosférico y lo hacen disponible para la planta (Somarriba, 1997).

Aunque estadísticamente no se encuentran diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos evaluados, se comprobó que el sistema labranza convencional más rastrojo más subsoleo presentó los mayores promedios en el número de nódulos por planta seguido por el sistema labranza mínima más rastrojo, mientras tanto el sistema labranza convencional presentó el promedio más bajo en lo que respecta a esta variable.

Moreno y Rodríguez (1998), contradicen estos resultados, en su experimento encontraron que el mayor número de nódulo por planta se encontró en el sistema labranza cero, mientras tanto el sistema labranza mínima presentó el promedio más bajo de nódulos por planta.

La evaluación de la nodulación resulta ser limitada principalmente cuando influyen algunos factores en la medida de este parámetro, es decir, que la determinación del número de nódulo no es una variable de mucha confiabilidad. Un factor que influye en esto es la compactación del suelo o una humedad deficiente al momento de hacer la extracción, por tanto, restringe la formación de nódulo, debido a la aireación pobre de la zona radicular la cual limita la fijación de nitrógeno (Graham, 1981).

4.4.2 Semillas Inoculadas

En el factor inoculante no se observó diferencias estadísticas significativas, aunque, sí se nota mayor número de nódulo en el material que no fue inoculado por lo que se establece que no hubo una simbiosis efectiva entre la bacteria inoculada y la planta, sin embargo, los rangos de nodulación en ambos materiales (inoculado y sin inocular), fueron similares a los obtenidos por Juárez & Sánchez (1999), señalando que la variedad DOR-364 al haber sido inoculada con la bacteria *Rhizobium tropici* UMR 1899 obtuvo un rango de nodulación de 9 a 11

nódulos por planta, por lo que se consideran estos resultados dentro del rango obtenido a los del estudio en mención.

También se considera que estos resultados coinciden a los presentados por Vargas (1998), cuya variable no mostró diferencias estadísticas significativas en cuanto al número de nódulos por planta cuyo promedio anduvo por 9.78.

Graham (1981), y Mcferson y Rosas (1981), expresan que la condición floración/maduración temprana o hábito de crecimiento determinado de la variedad DOR-364 influyen negativamente sobre la nodulación y fijación de nitrógeno hasta un nivel desconocido.

Según la escala de nodulación elaborada por el CIAT (1987), se puede decir que la variedad DOR-364 con la bacteria estudiada *Rhizobium tropici* UMR 1899 y bajo las condiciones de la Compañía, son especies pobres y que van de pobres a muy pobres en el establecimiento de una simbiosis efectiva.

4.4.3 Interacción entre los sistemas de labranza y las semillas inoculadas en el número de nódulos por planta

El estudio revela diferencias no significativas en cuanto a la interacción entre el factor labranza y la bacteria inoculada en este caso *Rhizobium tropici* UMR 1899, por lo que se considera que estos sistemas de labranza conjugados con la bacteria inoculada no trae ningún efecto positivo en el número de nódulo por planta.

4.4.4 Sistemas de labranza

Los tratamientos evaluados no mostraron diferencias estadísticas significativas entre sí tal a como lo indica el análisis estadístico realizado a esta variable, teniendo el menor peso de nódulo el sistema labranza convencional, mientras

labranza mínima y labranza convencional más rastrojo más subsoleo expresaron el mayor peso de nódulo.

4.4.5 Semillas inoculadas

Con respecto al factor inoculante se observan diferencias estadísticas significativas, notándose que el material sin inocular mostró un peso mayor en relación del material inoculado, estos resultados no coinciden con los reportados por Juárez & Sánchez (1999), donde reportan a la variedad Dor-364 con mayor peso de nódulo cuando fue inoculada con la bacteria *Rhizobium tropici* UMR 1899.

Se observa entonces, que al inocularse la bacteria a las semillas no hay una respuesta positiva en el peso del nódulo, este efecto puede estar relacionado con lo expuesto por Graham (1981), señalando que *Rhizobium tropici* es tolerante a la acidez, si nos referimos a los suelos de la compañía éstos son cercanos a la neutralidad. Estas condiciones deben de haber afectado la capacidad de estas cepas a persistir en este tipo de suelo.

4.4.6 Interacción entre los sistemas de labranza y las semillas inoculadas en el peso de nódulos por planta

De igual forma la interacción entre ambos factores no mostró diferencias estadísticas significativas con relación al peso seco de nódulo, no habiendo por lo tanto un efecto positivo de estos dos factores en combinación sobre un aumento en el peso del nódulo.

Tabla 11. Efecto de los tratamientos en el promedio de nódulos por planta, y peso de nódulos. "La Compañía". Postrera, 1996.

Tratamiento	Número Nód/pts	Peso Nód/pt (kg/ha)
Lc + Rtj	9.30 a	0.02 a
Lc + Rtj + ss	7.70 a	0.02 a
Lco	6.90 a	0.01 a
Lco + Rtj + ss	16.97 a	0.03 a
Lmín	7.37 a	0.03 a
Lmín + Rtj	9.90 a	0.02 a
ANDEVA	NS	NS
Inoculante		
Sin Inocular	9.92 a	0.07 a
Inoculado	9.47 a	0.02 b
ANDEVA	NS	*
CV%	26.33	1.05
Lab * Inoc.	NS	NS

Lc + Rtj: Labranza cero + rastrojo

Lc + Rtj + ss: Labranza cero + rastrojo + subsoleo

Lco: Labranza convencional

Lco + Rtj + ss: Labranza convencional + rastrojo + subsoleo

Lmín: Labranza mínima

Lmín + Rtj: Labranza mínima + rastrojo

4.5 Efecto de los sistemas de labranza sobre el rendimiento de grano

El estudio se realizó sobre el efecto de los sistemas de labranza sobre el rendimiento de grano (kg/ha), concentraciones (%) y extracciones (kg/ha), de macronutrientes en el grano del frijol

4.5.1 Rendimiento del grano (kg/ha)

El rendimiento es un componente determinado por el genotipo, la ecología y el manejo de la plantación (Blandón & Arvizú, 1992). Además, es un carácter

cuantitativo, por consiguiente se ve afectado por el medio ambiente ya que éste afecta mucho más a caracteres cuantitativos que a los cualitativos (Davis, 1985). De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza y reflejados en la Tabla 12, se observan diferencias altamente significativas en los tratamientos bajo estudio. Se nota como los rendimientos obtenidos varían entre los diferentes sistemas de labranza evaluados, si se compara cada tratamiento se puede apreciar que en el sistema labranza cero más rastrojo más subsoleo los rendimientos son inferiores que en el sistema labranza cero más rastrojo, de igual manera en el sistema labranza convencional los rendimientos fueron superiores si se comparan con el sistema labranza convencional más rastrojo más subsoleo, se asume entonces que en estos sistemas (labranza cero más rastrojo más subsoleo y labranza convencional más rastrojo más subsoleo), los rendimientos se vieron afectados por la actividad de subsoleo, debido probablemente a que esta actividad (subsoleo), aumenta la pérdida de humedad.

Los rendimientos también indican que el sistema labranza mínima presentó un mayor rendimiento que el sistema labranza mínima más rastrojo. De acuerdo a estos resultados se infiere entonces, que el sistema labranza cero más rastrojo reportó el rendimiento de grano más alto (1210.32 kg/ha), seguido por el sistema labranza convencional (1133.86 kg/ha), mientras que el sistema labranza mínima más rastrojo presentó el rendimiento de grano más bajo con 353.50 (kg/ha).

Cabe señalar que estos resultados no coinciden con los resultados obtenidos por Ocampo & Salgado (1998), al argumentar que los mejores rendimientos se obtuvieron cuando el cultivo se estableció en labranza convencional y el menor rendimiento en labranza mínima.

No obstante estos resultados coinciden con lo argumentado por Tapia & Camacho (1988), considerando que este sistema (labranza cero), permite obtener mayores rendimientos, ya que se reducen problemas de malezas y se disminuye la erosión del suelo, en términos generales este sistema conserva el suelo y garantiza

productividad constante, además que la cobertura de residuos sobre el suelo reduce la temperatura de la superficie y la evaporación del agua, así como la oxidación de nitrógeno, incrementa los niveles de materia orgánica, mejora la estructura del suelo y la aereación, ofrece condiciones óptimas para los microorganismos del suelo que son beneficiosos para las plantas.

4.5.2 Contenido de nitrógeno en el grano del frijol

Concentración (%)

Como se observa, el análisis de varianza demuestra que no existen diferencias significativas en los tratamientos evaluados respecto a su influencia en el contenido de concentración de este elemento. Los datos indican que labranza mínima más rastrojo presentó los valores más altos de concentración de nitrógeno con 3.02 % en el grano de frijol, seguido por el sistema labranza cero más rastrojo más subsoleo con 2.81%.

Extracción (kg/ha)

Los resultados indican diferencias altamente significativas en las extracciones de este elemento, el análisis de la muestra de grano indica que labranza convencional favoreció un mayor contenido de extracción de nitrógeno con 31.51 kg/ha, luego se ubica labranza cero más rastrojo con 31.29 kg/ha, labranza mínima más rastrojo tuvo la menor influencia en cuanto a la extracción de nitrógeno.

Sí se observa en la Tabla 12 se nota que en los sistemas de labranza donde se realizó la actividad de subsoleo las extracciones de nitrógeno fueron menores que en los mismos sistemas pero sin subsoleo, esto quizás porque esta actividad incrementa las pérdidas de humedad del suelo teniendo esto una influencia en las extracciones de este elemento (INTA, 1994). Por otro lado Ortiz (1977), plantea

que el nitrógeno absorbido por las raíces es traslocado a los diferentes órganos de la planta debido a la fácil movilidad ascendente y descendente del nitrógeno dentro de la planta, este nitrógeno viene a realizar una serie de funciones pasando a formar parte de compuestos orgánicos, principalmente en las proteínas oscilando en el grano en un 22.7 % (Rosas, 1998).

4.5.3 Contenido de fósforo en el grano del frijol

Concentración (%)

Los resultados indican un efecto altamente significativo en las concentraciones de fósforo en donde se observa que el sistema labranza cero más rastrojo más subsoleo mostró los valores de concentración más altos 0.48% los sistemas labranza cero más rastrojo y labranza convencional presentan valores de concentración similares con 0.47% ubicándose con el porcentaje de concentración más próximo.

Extracción (kg/ha)

Los resultados demuestran un efecto altamente significativo del factor labranza, las mayores fracciones de extracción las registra labranza cero más rastrojo 5.70 kg/ha, le siguió labranza convencional con 5.32 kg/ha, labranza mínima más rastrojo presenta los valores más bajos de extracción 1.53 kg/ha. Estos resultados son similares a los suministrados por Ocampo & Salgado (1998), cuyos datos evaluados reflejaron diferencias significativas en las extracciones de fósforo, encontrando el mayor valor numérico labranza convencional y con el menor valor numérico en el sistema labranza mínima.

El fósforo es un elemento que interviene en el desarrollo de la planta, en la floración y en la fructificación y en la formación de semillas (Arzola *et al.*, 1982).

4.5.4 Contenido de potasio en el grano de frijol

Concentración (%)

El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas en las concentraciones de potasio, el sistema labranza mínima marcó los valores de concentración más bajos con 1.53, labranza convencional más rastrojo más subsoleo demostró el segundo valor más altos de concentración con 1.74 % siendo labranza convencional el sistema que mayor influencia tuvo en las concentraciones de potasio en el grano de frijol con 1.77%.

Extracción (kg/ha)

Las extracciones de potasio fueron mayormente influenciadas por el sistema labranza cero más rastrojo donde se registran promedios de extracción hasta de 20.38 kg/ha, tal a como lo demuestra el análisis estadístico el cual revela diferencias altamente significativas, labranza mínima más rastrojo fue el sistema con menor influencia de extracción con 5.32 kg/ha.

Estos resultados contradicen a los presentados por Ocampo & Salgado (1998), argumentan que la fracción extraída de potasio fue significativa en los tratamientos evaluados, siendo el sistema labranza convencional el que más favoreció la extracción de este elemento, no así el sistema labranza mínima que registró las fracciones de extracción de este elemento más bajas.

El potasio no es constituyente de los tejidos estructurales de la planta, pero es esencial para la producción y traslado de los carbonatos y necesario en el proceso metabólico del nitrógeno. Estas extracciones de potasio son importantes ya que, la insuficiencia de este elemento provoca granos de mala calidad, generalmente tienen muy delgada envoltura (Ortiz, 1977).

4.5.5 Efecto del inoculante en el rendimiento del grano.

Se evaluó el uso del inoculante sobre el rendimiento del grano (kg/ha), concentraciones (%) y extracciones (kg/ha) de macronutrientes en el grano de frijol.

4.5.5.1 Rendimiento del grano (kg/ha) en el frijol

El análisis estadístico demuestra que no existen diferencias significativas en la aplicación del inoculante sobre el rendimiento de grano, sin embargo, el material proveniente sin la aplicación del inoculante mostró un mayor rendimiento de grano con 952.17 kg/ha, superando los 883.89 kg/ha del material inoculado.

Juárez & Sánchez (1999), contradicen estos resultados, señalan que para la variable de rendimiento no se reportaron diferencias significativas cuando la variedad fue inoculada con la bacteria, sin embargo, los rendimientos de la variedad DOR-364 fueron de 987.06 kg/ha superando los rendimientos del estudio en mención.

4.5.5.2 Concentraciones (%) de macronutrientes en el grano de frijol

Las concentraciones de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio no fueron favorecidos por la aplicación del inoculante, tal a como lo demuestra el análisis estadístico que indica que no existen diferencias significativas, sin embargo, la tendencia indica que cuando no hubo inoculación de la bacteria los porcentajes de concentración fueron mayores.

4.5.5.3 Extracciones (kg/ha) de macronutrientes en el grano de frijol

De acuerdo a los resultados no existen diferencias significativas en el factor inoculante con respecto a las extracciones de los elementos, sin embargo, se puede notar una leve diferencia en cuanto a la extracción de nitrógeno, fósforo y potasio, cuando se realizó la inoculación hubo un menor contenido de extracción de estos elementos en comparación con el material en donde no se aplicó el inoculante.

4.6. Interacción entre los sistemas de labranza y la semilla inoculada

Estudio de los efectos de la interacción de los sistemas de labranza y la semilla inoculada sobre el rendimiento de grano (kg/ha), concentraciones (%) y extracciones de macronutrientes (kg/ha) en el grano del frijol

4.6.1 Rendimiento de grano (kg/ha)

Los resultados indican un efecto significativo en el rendimiento del grano del frijol, cuyo resultado fue influenciado por la interacción entre ambos factores (labranza - inoculante), efecto que puede explicarse en una mayor disponibilidad de nutrientes por las plantas debido al inoculante y traslocados luego estos nutrientes a los diferentes órganos (grano).

4.6.2 Concentraciones (%) de macronutrientes en el grano de frijol

Como se indica en la Tabla 12, no existen diferencias significativas en las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio, por lo tanto, se asume que la interacción de ambos factores no contribuyó en el aumento de concentración de estos elementos en el contenido del grano de frijol.

4.6.3 Extracciones (kg/ha) de macronutrientes en el grano de frijol

De acuerdo a los resultados, la interacción entre ambos factores no tuvo efecto significativo alguno en cuanto a las extracciones de fósforo y potasio, sin embargo, la extracción del nitrógeno sí mostró diferencias significativas por la interacción entre ambos factores, este comportamiento puede ser producto de la fijación simbiótica del nitrógeno por el *Rhizobio* y más aun favorecida por la remoción del suelo producto de la tracción animal o mecanizada, facilitando de esta manera la asimilación del nitrógeno por las plantas y trasladado hacia los demás órganos de la planta en este caso el grano de la misma.

Tabla 12. Concentraciones (%) y extracciones (kg/ha) de macronutrientes en el grano del frijol."La Compañía". Postrera, 1996.

Tratamiento	Rend (kg/ha)	Concentración.(%)			Extracción (kg/ha)		
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Lc+Rtj	1210.32 a	2.43 a	0.47 ab	1.68ab	31.29 a	5.70 a	20.38 a
Lc+Rtj+ss	1022.38 ab	2.81 a	0.48 a	1.73 ab	28.36 a	4.91 ab	17.77 a
Lco	1133.86 ab	2.70 a	0.47 ab	1.77a	31.51 a	5.32 ab	20.09 a
Lco+Rtj+ss	811.05 bc	2.61 a	0.43 c	1.74b	20.39 abc	3.44 b	13.95 a
Lmín	977.07 b	2.57 a	0.42 c	1.65c	24.99 ab	4.11 ab	16.08 a
Lmín+Rtj	353.50 c	3.02 a	0.44 bc	1.53c	11.14 bc	1.53 b	5.32 b
ANDEVA	**	NS	**	**	**	**	**
Inoculante							
Sin Inocular	952.17 a	2.71 a	0.46 a	1.70 a	25.48 a	4.37 a	16.27 a
Inoculado	883.89 a	2.67 a	0.45 a	1.67 a	23.74 a	3.97 a	14.93 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV%	33.83	19.81	3.85	5.36	47.01	35.28	36.0
Lab * Inoc.	*	NS	NS	NS	*	NS	NS

Lc + Rtj: Labranza cero + rastrojo

Lc + Rtj + ss: Labranza cero + rastrojo + subsoleo

Lco: Labranza convencional

Lco + Rtj + ss: Labranza convencional + rastrojo + subsoleo

Lmín: Labranza mínima

Lmín + Rtj: Labranza mínima + rastrojo

4.7 Comportamiento de las variables de crecimiento y rendimiento de la variedad DOR-364 sembrada en los diferentes sistemas de labranza después de tres años de barbecho

4.7.1 Altura de las plantas

La altura de la planta en el cultivo del frijol es muy importante por la competencia interespecífica que puede darse entre el cultivo y las malezas, por la sanidad de las primeras vainas y por la relación existente con el rendimiento. (Blandón & Arvizú, 1992).

Los resultados de esta variable indican que no existen diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados sobre la altura de las plantas a los 27 dds, sin embargo, se observa que a los 35 y 42 dds existen diferencias altamente significativas. En estas dos últimas fechas de muestreo el sistema que más influencia mostró en la altura de las plantas fue el sistema labranza mínima más rastrojo, a los 35 dds la menor altura se presentó en el sistema labranza convencional más rastrojo más subsoleo, mientras tanto a los 42 dds la menor altura se presentó en el sistema labranza mínima.

Blandón & Arvizú (1992), confirman estos resultados demostrando que hubo un efecto significativo del factor labranza con respecto a las alturas de las plantas, sin embargo, sus resultados se alternan con los presentados en este experimento, ellos demuestran que el sistema labranza mínima marcó la mayor altura de planta seguido por el sistema labranza cero y labranza convencional.

Acevedo (1997), Alemán & Espinoza (1997), señalan lo mismo, indicando a través de sus resultados que el sistema labranza mínima marcó la mayor altura de plantas, sobresaliendo luego el sistema labranza convencional, sin embargo Jiménez (1996), Mejía & Medrano (1999), contradicen estos resultados, afirmando que los sistemas de labranza evaluados en sus experimentos no mostraron efecto significativo alguno sobre la altura de las plantas.

Este comportamiento puede ser producto a que, los sistemas labranza convencional y mínima presentan la ventaja de almacenar mayor contenido de humedad por un periodo más largo que el sistema labranza cero, representando esto una ventaja para el crecimiento del cultivo (Tapia, 1987), el mismo autor señala que estos sistemas antes mencionados facilitan la accesibilidad de los nutrientes del suelo a las plantas del cultivo, debido a la remoción que sufre el suelo, no así en el sistema de cero labranza en donde las plantas tienen que desarrollar un sistema radicular más profundo para la absorción de nutrientes.

Talavera (1994), asevera que el rastrojo tiene un buen efecto sobre el crecimiento vegetativo ya que éste retiene humedad, proporciona materia orgánica y nutrientes al suelo, además se debe destacar que el rastrojo que se dejó incorporado al suelo es proveniente de leguminosas, este material tal y como lo explica Domínguez (1990), tiene una relación C/N menor que 20 teniendo un balance relativamente equilibrado, por lo que, en su descomposición no se altera el contenido de nitrógeno mineral del suelo.

Según Talavera (1994), este comportamiento puede ser debido a que, al adicionar los rastrojos en el suelo y estos al descomponerse por efecto de las actividades de los microorganismos, reincorporan al suelo los nutrientes que habían sido extraídos del mismo, por el contrario si estos rastrojos los hubiéramos extraídos del suelo y posteriormente quemados, además de no poder ejercer su efecto benéfico sobre las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo se hubieran perdido los nutrientes en ellos acumulados principalmente el nitrógeno importante para favorecer un mejor desarrollo vegetativo de las plantas.

4.7.2 Número de ramas por planta

Sinha (1978), Pendleton y Hartwing (1973), citados por Blandón y Arvizú (1992), afirman que los altos rendimientos no están necesariamente asociados al número

de ramificaciones, siendo estas un inconveniente para realizar la cosecha mecánica por el incremento de pérdidas de cosecha.

Los tratamientos evaluados no mostraron diferencias significativas en el número de ramas por planta, cabe señalar que el sistema labranza cero más rastrojo presentó en promedio el número de ramas mayor (2.33), mientras tanto el sistema labranza mínima presenta el menor promedio de esta variable.

Estos resultados coinciden con los reportados por Valdivia & Valle (1997), y Gaitán (1997), donde determinaron que el mayor número de ramas por planta se obtuvo en el sistema labranza cero.

Según Marín (1994), la variedad DOR-364, presenta en promedio de 2-3 ramas por planta, por lo que consideramos los resultados del experimento dentro de los rangos establecidos por dicho autor.

Tabla 13. Comportamiento de alturas y promedio del número de ramas por plantas en el cultivo del frijol en diferentes estado de crecimiento. "La Compañía". Postrera, 2000.

Tratamiento	ALT (27DDS) (cm)	ALT (35DDS) (cm)	ALT (42DDS) (cm)	R/Pts (63DDS)
Lc + Rtj	29.70 a	36.90 bc	46.68 cd	2.33 a
Lc + Rtj + ss	31.30 a	35.90 bc	48.58 bc	2.0 a
Lco	30.3 a	38.60 bc	50.82 b	2.0 a
Lco + Rtj + ss	29.0 a	35.10 c	47.84 c	2.0 a
Lmín	29.0 a	39.80 b	44.99 d	1.67 a
Lmín + Rtj	32.0 a	46.10 a	55.55 a	2.0 a
ANDEVA	NS	**	**	NS
CV%	6.24	4.94	2.19	15.81

Lc + Rtj: Labranza cero + rastrojo

Lc + Rtj + ss: Labranza cero + rastrojo + subsoleo

Lco: Labranza convencional

Lco + Rtj + ss: Labranza convencional + rastrojo + subsoleo

Lmín: Labranza mínima

Lmín + Rtj: Labranza mínima + rastrojo

4.7.3 Area foliar

Según el CIAT (1991), esta variable es de importancia para la fotosíntesis en la producción de carbohidratos, por ende aumenta la materia seca y la respiración importante para el crecimiento y liberación de CO_2 .

Esta variable va a depender en cuanto a su tamaño, de la variedad, la posición de las hojas en cuanto al tallo, la edad y las condiciones ambientales de luz y humedad (Tapia & Camacho, 1988).

De acuerdo a los datos reflejados en la Tabla 14, a los 49 y 56 dds existen diferencias significativas en los sistemas de labranza, mientras que a los 42 dds las diferencias estadísticas son altamente significativas, siendo el sistema labranza mínima más rastrojo el que más favoreció un desarrollo del área foliar en esta fecha de muestreo, luego sobresale el sistema labranza convencional y ubicándose con el índice de área foliar más bajo está el sistema labranza cero más rastrojo más subsoleo.

Este resultado obedece a que en el sistema convencional y labranza mínima debido a la remoción que sufre el suelo facilita la profundización y anclaje de las raíces, por ende una mejor absorción de nutrientes, los que van a repercutir en un mejor desarrollo y crecimiento de la hoja trifoliada ubicada en el cuarto nudo de la planta (Tapia, 1987),

Estos resultados son de suma importancia por lo que, el desarrollo del área foliar es criterio fitotécnico muy importante puesto que en muchos casos es un indicador del buen desarrollo del cultivo, también es un indicador de la captación de la radiación fotosintética, la cual permite la traslocación de foto asimilados al grano (Acosta, 1985), el mismo autor en uno de sus ensayos plantea que las variedades mejoradas además de haberse generado en ambientes específicos, se caracterizan por tener hojas con mayor desarrollo y otras características que

hacen que estas tengan un buen aspecto general, es decir que estas presentan un mayor área foliar.

Si se observa (Tabla 14), se nota que a medida que las fechas de muestreo avanzan, el área foliar de la hoja trifoliada disminuye. Arzola *et al.*, (1982), plantean que por la importante función que desempeña el nitrógeno, al haber una insuficiencia de este elemento se reducen las dimensiones del área de la superficie foliar, esta insuficiencia se produce como parte del crecimiento y desarrollo, presentándose luego la senectud de la hoja, adquiriendo una amarillez pronunciada en las hojas viejas porque sus proteínas se descomponen incluyendo la de los cloroplastos para traslocar el nitrógeno a las jóvenes, lo que trae como consecuencia la desaparición de la clorofila.

Tabla 14. Comportamiento del área foliar en las plantas de frijol. "La Compañía". Postrera, 2000.

Tratamiento	Area Foliar (cm)		
	(42 DDS)	(49 DDS)	(56 DDS)
Lc + Rtj	45.30 b	36.70 a	25.10 ab
Lc + Rtj + ss	44.70 b	29.80 b	32.0 a
Lco	53.20 a	36.90 a	31.0 ab
Lco + Rtj + ss	52.80 a	36.30 ab	31.10 ab
Lmin	47.50 b	32.0 ab	23.0 b
Lmin + Rtj	54.0 a	36.60 a	23.40 ab
ANDEVA	**	*	*
CV%	3.81	7.69	13.11

Lc + Rtj: Labranza cero + rastrojo

Lc + Rtj + ss: Labranza cero + rastrojo + subsoleo

Lco: Labranza convencional

Lco + Rtj + ss: Labranza convencional + rastrojo + subsoleo

Lmin: Labranza mínima

Lmin + Rtj: Labranza mínima + rastrojo

4.7.4 Altura de inserción a la primera vaina

Pendleton y Hartwing (1973), citados por Blandón & Arvizú (1992), constataron que una de las causas de pérdidas en la cosecha mecanizada es la ocurrencia de la baja altura de inserción de la primera vaina.

Como se puede apreciar en la Tabla 15, los resultados reflejados a los 56 dds indican que no existen diferencias significativas para el factor labranza. No obstante el sistema labranza mínima más rastrojo presentó la mayor altura de inserción a la primera vaina, seguido por el sistema labranza cero más rastrojo, ubicándose el sistema labranza convencional respectivamente con los datos más bajos en cuanto a la altura de inserción a la primera vaina.

Estos datos no coinciden con los presentados por Jiménez (1996), Valdivia & Valle (1997), en donde reflejan, que el sistema labranza cero presentó la mayor altura de inserción a la primera vaina.

Por otro lado Alemán & Espinoza (1997), exponen lo contrario, puesto que sus resultados demuestran que hubo un efecto significativo para el factor labranza, reportando mayor altura de inserción a la primera vaina en el sistema labranza convencional.

Según Eiszner (1993), citado por Solórzano y Robleto (1994), la altura de inserción de las primeras vainas debe ser como mínimo de 10 cm, considerando los resultados del experimento acorde a este rango establecido.

La altura de inserción a la primera vaina es importante sobre todo para el sistema de producción mecanizado, ya que la cosecha se localiza en un sólo estrato, ubicando la posición de vainas bien arriba de la superficie del suelo, además que hay mejor uniformidad en la madurez y secado de las vainas. Por otro lado incide en la menor pudrición de vainas, ya que, cuando estas entran en contacto con el

suelo, facilita la pudrición ocasionada por el exceso de humedad y su propagación rápida a las vainas superiores (Tapia, 1987).

Tabla 15. Comportamiento en la altura de inserción a la primera vaina en las plantas del cultivo de frijol. "La Compañía". Postrera, 2000.

Tratamiento	AIV (56 DDS) (cm)
Lc + Rtj	16.20 a
Lc + Rtj + ss	16.70 a
Lco	14.33 a
Lco + Rtj + ss	15.27 a
Lmín	16.53 a
Lmín + Rtj	17.14 a
ANDEVA	NS
CV%	10.27

Lc + Rtj: Labranza cero + rastrojo

Lc + Rtj + ss: Labranza cero + rastrojo + subsoleo

Lco: Labranza convencional

Lco + Rtj + ss: Labranza convencional + rastrojo + subsoleo

Lmín: Labranza mínima

Lmín + Rtj: Labranza mínima + rastrojo

4.7.5 Número de vainas por planta

El número de vainas de una planta es uno de los parámetros que más tiene que ver con el rendimiento y está en dependencia del número de flores que tenga la planta (Tapia, 1987).

El número de vainas de una planta es uno de los componentes más fuertemente influenciado por la competencia, ya que un aumento en el número de vainas por planta se interpreta como una mayor capacidad competitiva (Urbina, 1990).

Como se puede apreciar en la Tabla 16, los resultados indican que no existen diferencias significativas en los tratamientos evaluados en cuanto al número de vainas por planta, el sistema labranza mínima más rastrojo presentó en promedio

el menor número de vainas por planta, mientras tanto el sistema labranza cero más rastrojo más subsoleo presentó el mayor número de vainas por plantas.

Estos resultados son similares a los presentados por Moreno & Rodríguez (1998), Mejía & Medrano (1999), reportando un mayor promedio de vainas por plantas en el sistema labranza cero.

Estos resultados no se ajustan a lo establecido por Marín (1994), donde señala que el promedio de vainas por planta de la variedad DOR-364 es de 14.4, siendo de esta manera menor los promedios de esta variable en el experimento.

No obstante cabe señalar que la labranza del suelo no es causa para un mayor o menor número de vainas por planta, ya que esta variable se ve mayormente influenciada por altas temperaturas que provocan un desprendimiento de los botones florales y por falta de agua como factor complementario en la etapa de floración (Urbina, 1990).

4.7.6 Número de granos por vaina

Según Mezquita (1973), el número de granos por vaina siempre se asocia con el rendimiento, además, esta variable es una característica genética propia de cada variedad la que varía poco con las condiciones ambientales (Bonilla, 1988).

El análisis estadístico indica que el factor labranza no mostró un efecto significativo en los resultados de esta variable, logrando así el sistema labranza cero más rastrojo resaltar con mejores resultados (6.33), seguido por el sistema labranza cero más rastrojo más subsoleo (5.33); el sistema labranza mínima fue el que obtuvo el menor promedio en esta variable con 4.33 granos por vaina.

Estos resultados coinciden con los reportados por Acevedo (1997), demostrando que no hubo efecto significativo en esta variable por efecto del sistema de

labranza utilizado, donde el sistema labranza cero sobresale con los promedios de granos por vaina más altos en comparación con los otros sistemas de labranza evaluados.

Marín (1994), reporta a la variedad Dor-364 con un promedio de 5.5 granos por vaina, siendo estos valores similares a los del experimento. Este efecto es de mucha importancia puesto que esta variable es una de las más importantes que determinan el rendimiento del cultivo del frijol.

4.7.7 Peso de cien granos

El peso de las semillas es una característica controlada por un gran número de factores genéticos (Blandón & Arvizú, 1992).

No se observan diferencias estadísticas en el peso de cien granos, por lo que se señala que el factor labranza no contribuye de alguna manera a un incremento en el peso del grano tal como lo muestran los resultados del experimento, sin embargo, el sistema labranza mínima mostró el mayor peso de grano (18.10 g), seguido por el sistema labranza cero más rastrojo (17.15 g), no obstante el sistema labranza convencional más rastrojo más subsoleo (15.56 g) presentó el menor peso de cien granos.

Estos resultados coinciden con los reportados por Acevedo (1997), donde refleja que el sistema labranza mínima obtuvo el mejor peso promedio de grano, Valdivia & Valle (1997), contradicen estos resultados, quienes demuestran a través de sus datos diferencias estadísticas, sobresaliendo el sistema labranza cero con el mejor peso de granos.

Marín (1994), señala que el peso de cien granos para la variedad DOR-364 es de 21.0 g, mostrando estos parámetros ligera ventaja a los resultados obtenidos en el estudio en mención.

4.7.8 Rendimiento de grano

El análisis de varianza demuestra que no existen diferencias significativas en los tratamientos evaluados en relación con el rendimiento del grano, no obstante, se observa que en el sistema labranza convencional los rendimientos fueron menores que cuando en el mismo sistema de labranza el rastrojo se dejó incorporado. En el sistema labranza cero más rastrojo los rendimientos fueron superiores que en el sistema labranza cero más rastrojo más subsoleo, de igual forma el sistema labranza mínima obtuvo rendimientos superiores que los obtenidos en el sistema labranza mínima más rastrojo mostrándose así la poca influencia del rastrojo en función de incentivar los rendimientos.

Nótese entonces, de manera general que el rendimiento de grano fue mayor en el sistema labranza convencional más rastrojo más subsoleo con 604.08 kg/ha, seguido por el sistema labranza cero más rastrojo con 580.68 kg/ha, mientras que el sistema labranza mínima más rastrojo obtuvo el menor rendimiento de grano con 456.66 kg/ha.

Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Jiménez (1996), Gúnera & Díaz (2000), demostrando a través de sus resultados que el sistema labranza mínima presentó el mayor rendimiento de grano, seguido por el sistema labranza cero y labranza convencional respectivamente.

Los bajos rendimientos de este ensayo es probable que estén asociados a la fecha de siembra del cultivo, el cual se sembró el 26 de octubre del 2000, considerándose fecha tardía, otro factor fueron las bajas precipitaciones registradas en la etapa de más requerimientos de agua por el cultivo (INETER,

2000), y probablemente a posibles desequilibrios de la relación C/N por la elevada cantidad de microorganismos en los suelos de la compañía, de acuerdo a esta condición Kass (1996), señala que el nitrógeno puede ser inmovilizado o mineralizado en el suelo con base en la proporción o relación entre el carbono y el nitrógeno, ya que durante las fases iniciales de descomposición de la materia orgánica fresca se produce un aumento grande en el número de organismos heterótrofos acompañado por la evolución de grandes cantidades de dióxido de carbono.

Tabla 16. Efecto de los sistemas de labranza y rastrojo sobre el número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de cien granos y rendimiento del cultivo del frijol."La Compañía". Postrera, 2000.

Tratamiento	Número Vns/ Pts	Número Gns/Vns.	Peso de 100 Gns. (g)	Rendimiento (Kg/Ha)
Lc + Rtj	6.33 a	6.33 a	17.15 a	580.68 a
Lc + Rtj + ss	7.33 a	5.33 a	16.33 a	458.73 a
Lco	6.33 a	4.66 a	17.11 a	501.90 a
Lco + Rtj + ss	6.0 a	5.0 a	15.56 a	604.08 a
Lmín	6.0 a	4.33 a	18.10 a	497.28 a
Lmín + Rtj	5.0 a	5.0 a	15.79 a	456.66 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
CV%	13.38	15.01	3.16	14.0

Lc + Rtj: Labranza cero + rastrojo

Lc + Rtj + ss: Labranza cero + rastrojo + subsoleo

Lco: Labranza convencional

Lco + Rtj + ss: Labranza convencional + rastrojo + subsoleo

Lmín: Labranza mínima

Lmín + Rtj: Labranza mínima + rastrojo

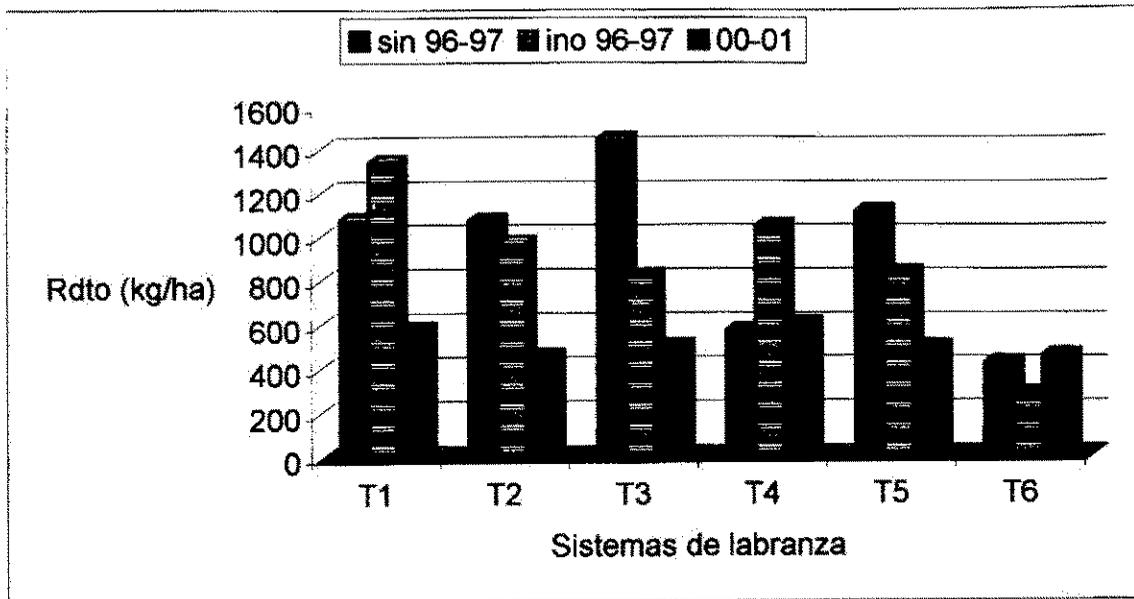


Figura 3: Comparación de rendimientos obtenidos en los períodos 1996-1997 y 2000-2001

En la figura 3. Se presentan los rendimientos de grano obtenidos en el período 96- 97, donde se evaluaron los sistemas de labranza y la inoculación de la semilla con la bacteria *Rhizobium Tropici* UMR 1899, también se muestran los rendimientos de grano obtenido después de dos años y medio de barbecho, donde se evaluaron los mismos sistemas de labranza, a excepción de la inoculación de la semilla con la bacteria.

Como se observa, el punto más alto se encuentra en el sistema labranza convencional (T₃), donde la semilla sin inoculación de la bacteria sobresalió con los rendimientos más altos, superior a los 1,400 kg/ha, posteriormente se encuentran con el rendimiento más cercano las semillas con previa inoculación por encima de los 800kg/ha, los rendimientos obtenidos en los sistemas de labranzas después de dos años y medio de barbecho, los rendimientos fueron muy bajos, muy poco más de los 400kg/ha.

En el tratamiento labranza cero más rastrojo (T₁) el comportamiento fue distinto, las semillas inoculadas con la bacteria mostró un mayor rendimiento de grano, por encima de los 1,200 kg/ha, seguido por las semillas sin previa inoculación, mientras que los rendimientos obtenidos en los sistemas de labranza volvieron a mostrar los rendimientos más bajos.

El comportamiento de los sistemas de labranza, después de dos años y medio de barbecho, mostró el rendimiento más bajo, a excepción del tratamiento labranza mínima más rastrojo (T₆), donde los rendimientos fueron bastante equilibrados en comparación con los obtenidos en el período 96-97.

V. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos y en las condiciones en que se desarrolló el experimento, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El mayor rendimiento de grano obtenido en el periodo 96-97 se presentó en el sistema labranza cero más rastrojo con 1210.32 kg/ha.
2. El mayor rendimiento de grano obtenido después de tres años de barbecho fue en el sistema labranza convencional más rastrojo.
3. Las mayores concentraciones de macronutrientes en el tejido del follaje fueron: nitrógeno y potasio en el sistema labranza cero más rastrojo, fósforo en labranza convencional.
4. Las mayores concentraciones de macronutrientes en el grano fueron: nitrógeno en labranza mínima más rastrojo, fósforo en labranza cero más rastrojo más subsoleo y potasio en labranza convencional.
5. El sistema labranza mínimas más rastrojo presentó las menores extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio en los tejidos del follaje, raíz y grano.
6. Los sistemas de labranza evaluados durante el periodo 96-97 no mostraron diferencias estadísticas significativas en las extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio en los tejidos de la raíz.
7. Los sistemas de labranza evaluados en el periodo 96-97 no tuvieron efecto significativo alguno en el peso de la raíz, pero la bacteria inoculada presentó diferencias estadísticas altamente significativas.

8. El mayor peso seco del follaje se presentó en el sistema labranza convencional.
9. La bacteria inoculada no mostró efecto significativo tanto en las concentraciones como en las extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio en los tejidos del follaje y grano del frijol.
10. La inoculación de la bacteria no mostró diferencias estadísticas significativas en las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio en los tejidos de la raíz, pero mostró diferencias altamente significativas en las extracciones de estos tres elementos en el mismo tejido.
11. Los sistemas de labranza evaluados después de tres años de barbecho mostraron diferencias estadísticas significativas en el área foliar a los 49 y 56 dds y altamente significativas a los 42 dds.
12. Después de tres años de barbecho los sistemas de labranza evaluados mostraron diferencias altamente significativas en la altura de las plantas a los 35 y 42 dds.
13. Los sistemas de labranza evaluados no tuvieron efecto significativo en el número de ramas por planta, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de cien granos y sobre el rendimiento de grano, después de tres años de barbecho.

VI RECOMENDACIONES

- 1 Dejar incorporado el rastrojo de las cosechas anteriores sobre la superficie del suelo ya que, este material contribuye al aporte de nutrientes al darse su descomposición, de igual manera reduce la erosión y la incidencia de malezas.
- 2 Al hacer uso de rastrojo proveniente de gramíneas, es recomendable que vaya acompañado de una dosis de nitrógeno disponible para su descomposición.
- 3 Se recomienda sembrar el frijol bajo el sistema labranza cero y labranza cero más rastrojo ya que, estos sistemas mostraron los mejores rendimientos de grano en ambos estudios, además por ser el sistema más práctico y económico para los pequeños y medianos productores que por lo general se dedican a este cultivo en Nicaragua.
- 4 Estudiar el comportamiento de la bacteria *Rhizobium tropici* UMR 1899 bajo otras condiciones diferentes a los suelos de la Compañía.
- 5 Realizar mayores estudios acerca del análisis de los tejidos de las malezas para obtener una información más precisa acerca del aporte y extracción de nutrientes en las diferentes condiciones de los productores.

VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO B, R.A.1997. Efecto de Labranza de Suelo y Método de Control de Malezas Sobre la Dinámica de las Melezas, el Crecimiento y Rendimiento del Frijol Común (*Phaseolus vulgaris*, L.). Tesis de Ing. Agrónomo. Primera, 1995. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 46p.
- ACOSTA D,E.1985. Crecimiento, Rendimiento y Aprovechamiento de la Energía Solar en Maíz y Frijol en Unicultivo y Asociado. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 163 p.
- ALEMAN, F. 1991. Manejo de Malezas. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua. 164p.
- ALEMAN, R S & ESPINOZA, M.C.1997. Efecto de Labranzas y Control Químico de Malezas Sobre la Dinámica de las Malezas y el Crecimiento y Rendimiento del Frijol Común (*Phaseolus vulgaris*, L.). Tesis de Ing. Agrónomo. Postrera, 1996. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 49p.
- ARZOLA, N; FUNDORA, J ; MACHADO. 1982. Suelo Planta y Abonado. La Habana, Cuba. Editorial. Pueblo y Educación. 461p
- ASHMEAD, D.1982. Una Nueva Era en la Alimentación Vegetal. Albion Laboratories, Inc. Clearfield, UTA. 284p.
- BONILLA, G.1988. Influencia de Diferentes Densidades de Siembra Sobre el Crecimiento y Rendimiento de Soya (*Glycine max*, (L) *merrii*). Tesis de Ing. Agrónomo. ISCA/EPV. Managua, Nicaragua. 52p.

- BLANDON, L.A & ARVIZU, J.N.1992. Efecto de Sistemas de Labranza, Método de Control de Malezas y Rotación de Cultivos, Sobre la Dinámica de las Malezas, Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento del Frijol Común (*Phaseolus vulgaris*, L.) y Soya (*Glycine max*, (L.) *merrii*).Tesis de Ing. Agrónomo. Postrera, 1990. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 61p.
- CAIRO, P.1980. Manual de Fertilidad de Suelo. La Habana, Cluba.Editorial. Pueblo y Educación. 120p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT).1987. Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Frijol. Cali, Colombia. 36p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT).1991. Frijol: Investigación y Producción. Editores. Marceliano L,G & Fernando Fernández. Art. Van Schoanhoven. 22p.
- CIMMYT.1988. La Formulación de Recomendaciones a Partir de Datos Agronómicos: Un Manual Metodológico de Evaluación Económica. Edición Completamente Revisada. México, D.F.79p.
- DAVIS, J.H.1985. Conceptos Básicos de Genética de Frijol. Investigación y Producción. CIAT. XYZ. Editorial Cali, Colombia. 88p.
- DOMÍNGUEZ V, A. Ph, D.1990. E Abonado de los Cultivos. Ediciones Mundi-Prensa. 182p.
- DOMÍNGUEZ V, A. Ph, D.1997. Tratado de Fertilización. Tercera Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona, México. 611p.

- ETCHEVERS, B.J.1988. Diagnóstico de la Fertilidad de Suelo. Universidad Autónoma. Chapingo, México. 230p.
- FASSBENDER, H.W.1984. Química de Suelo con Enfoque en Suelos de América Latina. Instituto Latinoamericano de Cooperación para la Agricultura. (ILCA). San José, Costa Rica. 398p.
- FAO.1985. Inoculantes Para Leguminosa y su Uso. 75p.
- GAITAN L, M.J.1997. Evaluación Agronómica y Económica de la Producción de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris*, L.), Bajo Tres Sistemas de Labranza y Tres Métodos de Control de Malezas. Tesis de Ing. Agrónomo. Postera, 1995. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 43p.
- GUNERA L, J.A & DIAZ P, J.L.2000. Efecto de Labranza y Manejo de Malezas Sobre el Comportamiento de la Cenosis y el Rendimiento de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris*, L.). Tesis de Ing. Agrónomo. Postera, 1997. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 45p.
- GRAHAM, P.H.1981. Plants Factor Affecting Symbiotic Nitrogen Fixation in Legumes. In Graham, P.H; Harris, S.C. Biological Nitrogen Fixation Technology For Tropical Agriculture. Cali, Colombia. CIAT. 236p.
- HOWELER, R.H.1983. Análisis del Tejido Vegetal en el Diagnóstico de Problemas Nutricionales: Algunos Cultivos Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 28p.
- IGNATIEFF, V. & PAGE, H.J.1967. El Uso Eficaz de los Fertilizantes. Ciencia y Técnica. Instituto del Libro. La Habana, Cuba. 379p.
- INTA-PRODETEC-FINNIDA.1994. Informe Técnico Anual. Carazo.23p.

- INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES (INETER).1997. Datos Pluviométricos obtenidos en el Banco de Datos de la Serie Masatepe. Managua, Nicaragua. 14p.
- INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES (INETER).2000. Datos Pluviométricos obtenidos en el Banco de Datos de la Serie Masatepe. Managua, Nicaragua. 14p.
- JIMENEZ A, J.M.1996. Efecto de Labranza y Método de Control de Malezas Sobre la Dinámica de las Malezas y el Crecimiento y el Rendimiento del Frijol Común (*Phaseolus vulgaris*, L.). Tesis de Ing. Agrónomo. Postrera, 1994. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 53p.
- JUÁREZ C, V.C. & SANCHEZ S, J.I.1997.Evaluación de *Rhizobium tropici* UMR 1899. en Tres Variedades de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris*, L.) y la Extracción de Macronutrientes Primarios por el Cultivo. Tesis de Ing. Agrónomo. Postrera, 1996. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 53p.
- KASS, D.1996. Fertilidad de Suelo. Primera Edición. San José, Costa Rica. Editorial. Universidad Estatal a Distancia. UUNED. 233p.
- KATYAL, J.C.1986. Micronutrientes. Boletín FAO. Fertilizantes y Nutrición Vegetal. 93p.
- MARIN, V.1994). Isolation Of improved Lines From Eight Local Landraces Of Common Bean (*Phaseolus vulgaris*, L.), From Nicaragua Swedish University Of Agriculture Sciences Upsala. 48p.

- MCFERSON, F.A & ROSAS, J.C.1981. Selection Of Enhanced Nitrogen Fixation In Common Beans (*Phaseolus vulgaris*, L.), In Graham, P.H & Harris, S.C. Biological Nitrogen Fixation Technology For Tropical Agriculture. Cali, Colombia. 79p.
- MEJIA O, X.C & MEDRANO H, J.L.1999. Efecto de Labranza y Métodos de Control de Malezas Sobre la Dinámica de las Malezas y el Crecimiento y Rendimiento del Frijol Común (*Phaseolus vulgaris*, L.). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Postrera, 1997. Universidad Nacional Agraria. UNA. Managua, Nicaragua. 41p.
- MEZQUITA, B.E.1973. Influencia de Algunos Componentes Morfológicos en el Rendimiento de Frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.). Tesis Msc. Chapingo, México. Escuela Nacional de Agricultura. Colegio de Post-graduados. 87p.
- MORENO T, L. & RODRÍGUEZ, R.N.1998. Efecto de Sistemas de Labranzas y Método de Control de Malezas Sobre la Dinámica de las Malezas y Crecimiento y Rendimiento del Cultivo de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris*, L.). Tesis de Ing. Agrónomo. Postrera, 1997. Universidad Nacional Agraria (UNA). 48p.
- MORTVEDT, J.J.1983. Micronutrientes en la Agricultura. Primera Edición. 742p.
- MUZILLI, O.1983. Influencia de Sistemas de Plantío Directo Comparado a la Convencional, Sobre Fertilidad de Camada a Róvel do Solo. R. Bras. Ci, Solo, Campina, Sau Paulo. 130p.
- OCAMPO O, W.J & SALGADO R, R.A.1998. Evaluación Agronómica y Fitosanitaria para la Determinación de Capacidad de Extracción de

Nutrientes, Acumulación de Materia Seca de dos Variedades de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris*, L.), en Tres Sistemas de Labranza (Cero, Mínima y Convencional). Tesis de Ing. Agrónomo. Postrera, 1996. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 103p.

- ORTIZ V, B.1977. Fertilidad de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 208p.
- Pitty, A. Ph, D.1997. Introducción a la Biología, Ecología y Manejo de Malezas. 300p.
- RAVA, C.A.1991. Producción Artesanal de Semilla Mejorada de Frijol. Proyecto FAO-TCP/NIC./8956 (E). Edición. Centro Nacional de Comunicación Rural, CENAGOR y del Proyecto "Generación y Transferencia de Tecnología". PNUD-FAO-NIC./85/028. 117p.
- RIOS, M.J.1998. Evaluación de la Concentración y Extracción de Nutrientes por el Cultivo de Maíz (*Zea mays*, L.) y las Malezas Bajo Diferentes Sistemas de Labranza. Tesis de Ing. Agrónomo. Primera, 1996. Universidad Nacional Agraria (UNA).Managua, Nicaragua.137p.
- ROSAS, J.C.1998. El Cultivo del Frijol Común en América Tropical. Zamorano, Honduras. Zamorano, Academic.Press. 52p.
- SALMERON, F & GARCIA, L.1994. Fertilidad y Fertilización de Suelos. Managua, Nicaragua. 141p.
- SELKE, W.1968. Los Abonos España. Editorial. ACA. 230p.
- SHENK, M.1987. El Concepto de Sistema de Producción. El Manejo del Subsistema Malezas. Universidad Estatal de Oregón. USA.45p.

- SOMARRIBA, C.1997. Granos Básicos. Texto Básico. Primera Edición. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 141p.
- SOLORZANO, A & ROBLETO, M.1994. Efecto de Sistemas de Labranza, Rotación de Cultivos y Métodos de Control de Malezas Sobre la Dinámica de las Malezas, Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento del Frijol Común (*Phaseolus vulgaris*, L) y Soya (*Glycine max* (L.) *merril*). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria (UNA). Escuela de Producción Vegetal (EPV). Managua, Nicaragua.92p.
- SCHWARTZ, F & GALVEZ, G.E.1995. Problemas de Producción del Frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 420P.
- TALAVERA, S.1994. Qué Extraemos con los Rastrojos. Segundo Seminario Nacional Sobre Conservación de Suelos y Agua. Managua, Nicaragua. 12p.
- TAPIA, H.B.1987. Manejo de Malas Hierbas en Plantaciones de Frijol en Nicaragua. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. (ISCA). Dirección de Investigación y Postgrado. Managua, Nicaragua. 20p.
- TAPIA, H & CAMACHO, A.1988. Manejo Integrado de la Producción de Frijol Basado en Labranza Cero. Managua, Nicaragua. 81p.
- TORUÑO F, M.1992. Análisis Económico de la Producción de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris*, L.), Bajo Tres Sistemas de Labranza (Cero, Mínima y Convencional) y la Rotación de Maíz-Frijol. Tesis de Ing. Agrónomo. Primera,1991. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 49p.

- UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA (UNA).1996. Laboratorio de Suelo y Agua. Managua, Nicaragua. 5p.
- URBINA, L.1990. Influencia de Rotación Sobre las Malezas, Crecimiento y Rendimiento de la Soya (*Glycine max, (L) merrii*), Tesis de Ingeniero Agrónomo. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias ISCA. Managua, Nicaragua. 48p.
- 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. Agrónomo. Primera, 1994. Universidad Nacional Agraria (UNA). 40p.
- VALDIVIA L, M.V & VALLE T, S.A.1997. Producción de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris, L.*), bajo tres sistemas de labranza y tres métodos de control de malezas y su evaluación económica. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. UNA. Managua, Nicaragua. 45p.
- Yagodín, B.1986. Agroquímicos I. Moscú. Editorial. MIR. 317.P

Anexo 1. Resultado del análisis estadístico de las interacciones entre los sistemas de labranza y la bacteria inoculada *Rhizobium tropici* UMR 1899 en el follaje del frijol. "La Compañía". Carazo. Postrera, 1996.

Tratamiento	MS (kg/ha)	Extracción (kg/ha)		
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Lc + Rtj sin inoc	285.58	7.61	1.09	11.25
Lc + Rtj + inoc	385.87	10.34	1.44	14.73
Lc + Rtj + ss sin inoc	334.04	8.87	1.25	12.87
Lc + Rtj + ss + inoc	355.06	9.84	1.32	14.39
Lco sin inoc	310.06	8.40	1.25	10.93
Lco + inoc	532.88	12.88	2.08	19.44
Lco + Rtj + ss sin inoc	143.18	3.68	0.52	4.77
Lco + Rtj + ss + inoc	584.55	13.94	2.16	18.81
Lmin sin inoc	396.89	11.08	1.53	13.38
Lmin + inoc	292.02	7.07	0.96	8.25
Lmin + Rtj sin inoc	125.92	3.33	0.43	3.33
Lmin + Rtj + inoc	66.22	1.50	0.24	1.99

Lc + Rtj sin inoc: Labranza cero más rastrojo sin inoculante

Lc + Rtj + inoc: Labranza cero más rastrojo más inoculante

Lc + Rtj + ss sin inoc: Labranza cero más rastrojo más subsoleo sin inoculante

Lc + Rtj + ss + inoc: Labranza cero más rastrojo más subsoleo más inoculante

Lco sin inoc: Labranza convencional sin inoculante

Lco + inoc: Labranza convencional más inoculante

Lco + Rtj + ss sin inoc: Labranza convencional más rastrojo más subsoleo sin inoculante

Lco + Rtj + ss + inoc: Labranza convencional más rastrojo más subsoleo más inoculante

Lmin sin inoc: Labranza mínima sin inoculante

Lmin + inoc: Labranza mínima más inoculante

Lmin + Rtj sin inoc: Labranza mínima más rastrojo sin inoculante

Anexo 2. Resultado del análisis estadístico de las interacciones entre los sistemas de labranza y la bacteria inoculada *Rhizobium tropici* UMR 1899 en la raíz del frijol. "La Compañía". Carazo. Postrera, 1996.

Tratamiento	Extracción (kg/ha)		
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Lc + Rtj sin inoc	0.27	0.05	0.59
Lc + Rtj + inoc	0.51	0.14	1.71
Lc + Rtj + ss sin inoc	0.43	0.09	1.05
Lc + Rtj + ss + inoc	0.84	0.16	1.72
Lco sin inoc	0.40	0.08	0.85
Lco + inoc	0.79	0.09	1.25
Lco + Rtj + ss sin inoc	0.29	0.03	0.40
Lco + Rtj + ss + inoc	1.54	0.22	2.39
Lmin sin inoc	0.80	0.11	1.06
Lmin + inoc	0.71	0.12	1.09
Lmin + Rtj sin inoc	0.25	0.04	0.35
Lmin + Rtj + inoc	1.01	0.14	1.40

Lc + Rtj sin inoc: Labranza cero más rastrojo sin inoculante

Lc + Rtj + inoc: Labranza cero más rastrojo más inoculante

Lc + Rtj + ss sin inoc: Labranza cero más rastrojo más subsoleo sin inoculante

Lc + Rtj + ss + inoc: Labranza cero más rastrojo más subsoleo más inoculante

Lco sin inoc: Labranza convencional sin inoculante

Lco + inoc: Labranza convencional más inoculante

Lco + Rtj + ss sin inoc: Labranza convencional más rastrojo más subsoleo sin inoculante

Lco + Rtj + ss + inoc: Labranza convencional más rastrojo más subsoleo más inoculante

Lmin sin inoc: Labranza mínima sin inoculante

Lmin + inoc: Labranza mínima más inoculante

Lmin + Rtj sin inoc: Labranza mínima más rastrojo sin inoculante

Lmin + Rtj + inoc: Labranza mínima más rastrojo más inoculante

Lmin + Rtj + inoc: Labranza mínima más rastrojo más inoculante

Anexo 3.

Resultado del análisis estadístico de las interacciones entre los sistemas de labranza y la bacteria inoculada *Rhizobium tropici* UMR 1899 en el grano del frijol. "La Compañía". Carazo. Postrera, 1996.

Tratamiento	Rend (kg/ha)	Extracción (kg/ha)
		Nitrógeno
Lc + Rtj sin inoc	1080.40	23.61
Lc + Rtj + inoc	1340.25	38.96
Lc + Rtj + ss sin inoc	1073.50	27.29
Lc + Rtj + ss + inoc	971.25	29.44
Lco sin inoc	1445.28	42.60
Lco + inoc	822.45	20.41
Lco + Rtj + ss sin inoc	573.60	16.68
Lco + Rtj + ss + inoc	1048.50	24.10
Lmin sin inoc	1116.25	28.24
Lmin + inoc	837.90	21.74
Lmin + Rtj sin inoc	424.0	14.49
Lmin + Rtj + inoc	283.0	7.80

Lc + Rtj sin inoc: Labranza cero más rastrojo sin inoculante

Lc + Rtj + inoc: : Labranza cero más rastrojo más inoculante

Lc + Rtj + ss sin inoc: Labranza cero más rastrojo más subsoleo sin inoculante

Lc + Rtj + ss + inoc: Labranza cero más rastrojo más subsoleo más inoculante

Lco sin inoc: Labranza convencional sin inoculante

Lco + inoc: Labranza convencional más inoculante

Lco + Rtj + ss sin inoc: Labranza convencional más rastrojo más subsoleo sin inoculante

Lco + Rtj + ss + inoc: Labranza convencional más rastrojo más subsoleo más inoculante

Lmin sin inoc: Labranza mínima sin inoculante

Lmin + inoc: Labranza mínima más inoculante

Lmin + Rtj sin inoc: Labranza mínima más rastrojo sin inoculante

Lmin + Rtj + inoc: Labranza mínima más rastrojo más inoculante

Lmin + Rtj + inoc: Labranza mínima más rastrojo más inoculante

Anexo 4. Extracciones de macroelementos en el follaje y raíz del frijol

Tratamiento	Extracción en el follaje			Extracción en la raíz			Extracción en grano			Extracción Total		
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Lc + Rtj	8.97	1.26	12.9	0.39	0.09	1.15	31.29	5.7	20.38	9.36	1.35	14.05
Lc+ Rtj + ss	9.35	1.29	13.63	0.64	0.13	1.39	28.36	4.91	17.78	9.99	1.42	15.02
Lco	10.64	1.66	15.19	0.6	0.09	1.05	31.51	5.32	20.09	11.24	1.75	16.24
Lco + Rtj + ss	8.81	1.34	11.79	0.9	0.12	1.39	20.39	3.44	13.95	9.71	1.46	13.18
Lmín	9.07	1.24	10.81	0.76	0.11	1.08	24.99	4.11	16.08	9.83	1.35	11.89
Lmín + Rtj	2.41	0.34	2.66	0.63	0.09	0.87	11.14	1.53	5.32	3.04	0.43	3.53

Fuente: Compilación de tablas anteriores.

Anexo 5. Concentraciones de nutrimentos en algunos cultivos del frijol, para partes definidas de la planta, y varios estrados de crecimiento.

Cultivo	Parte de la planta y estado de crecimiento	Estado nutricional de la planta	Concentración en Materia Seca		
			Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)
Frijol	Hojas superiores bien desarrolladas, sin peciolo, al inicio de la floración.	Deficiente: < de Normal.	3.0	0.25	1.0
			5.2	0.40	3.0

Fuente: Howeler, 1983.

Anexo 6. Concentraciones de Nutrientos en varias partes de la planta de frijol.

Elemento	Concentración en Materia Seca			
	Hojas	Tallos	Raíces	Vainas
Nitrógeno (%)	2.9-5.1	1.1-3.2	1.0-4.0	3.2-4.5
Fósforo (%)	0.13-0.26	0.11-0.26	0.10-0.26	0.24-0.29
Potasio (%)	1.4-3.1	1.3-3.3	0.7-2.7	1.5-2.2

Fuente: Howeler, 1983.

Anexo 7. Plano general de campo

