

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

TRABAJO DE DIPLOMA

**VALIDACION TECNOLOGICA DE UNA MEZCLA DE
CEPAS DE *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* EN FRIJOL
COMUN (*Phaseolus vulgaris* L.), EN EL MUNICIPIO DE
BOACO DURANTE LA EPOCA DE APANTE 1998-1999**

AUTORES:

Br. OSCAR FABRICIO CASTILLO MENDOZA

Br. JOSE LUIS FLORES ESPINAL

ASESOR:

Ing. Agr. ALEYDA LOPEZ

MANAGUA, NICARAGUA

NOVIEMBRE, 1999

DEDICATORIA

A Dios, Todopoderoso, por haber iluminado mi camino y permitirme alcanzar este éxito profesional.

A mi madre, Petrona del Socorro Mendoza Bucardo, por su cariño, apoyo, confianza y esfuerzo que hizo posible la culminación de mi carrera profesional.

A mis abuelos Adela Bucardo y Leocadio Mendoza, por sus consejos.

A Mariela Vilchez García, por su importante apoyo durante la realización de mis estudios universitarios.

A mis hijos Oscar y Heinrich.

A mis hermanos Daya Jazmina y Orlando José.

A mis tíos Marco Antonio, Alba Daysi, Justo Pastor, Hebell y Mildred Mercedes.

Oscar Fabricio Castillo Mendoza.

A Dios Padre y la Santísima Virgen por dirigir mi camino y ser guías de mi destino en el cumplimiento de mis metas.

A mis padres Luis Ramiro Flores José y Blasina Espinal de Flores, quienes con mucho esfuerzo, dedicación, cariño y esperanzas han hecho posible la culminación de tan importante etapa de mi vida como lo es mi formación profesional.

A mis hermanos Patricia, Luis Alberto y Ramiro por todo su apoyo y consejos.

A mi abuelita Agueda Laines, por su dedicación, cariño y atenciones hacia mi persona.

A Martha José Moreira R por todo su apoyo y respaldo

Al Ing. Pablo Jirón E, por todo su apoyo, consejos y amistad incondicional.

A mi tía María Félix Espinal y mi primo Juan Carlos Jirón por su apoyo y colaboración.

A la Familia Martínez E por su acogida y apoyo durante mis años de estudio.

Y todas aquellas que de alguna manera han contribuido a mi realización como profesional y como persona

José Luis Flores Espinal.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen de manera especial a la asesora de este trabajo de diploma:

Ingeniero Agrónomo Aleyda López, por su asesoría y orientación brindada durante la realización de este trabajo científico.

Al Ingeniero Agrónomo Rodolfo Munguía, por su importante apoyo y orientación en la realización de este trabajo.

Al Doctor Agrónomo Dennis Salazar, por sus importantes aportes en la realización de este trabajo.

Al Ingeniero Agrónomo Alvaro Benavides, por el apoyo brindado en el procesamiento de los datos.

A los productores que participaron en la realización de este trabajo de validación, en especial al señor **Francisco Martínez** y la señora **Nohemí Siles**.

A la **Escuela de Producción Vegetal (EPV)** y la **Facultad de Agronomía (FAGRO)**, por su valiosa cooperación en la realización de este trabajo de tesis.

A la señora **Carolina Padilla** por su muy gentil apoyo en la culminación de este trabajo.

Al programa **PL-480** por el apoyo financiero para la realización de esta validación tecnológica.

Al personal del **CENIDA**, especialmente a **Katy, Gabriel y Mireya**.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE GENERAL	iii
INDICE DE TABLAS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE ANEXO	vii
RESUMEN	viii
I- INTRODUCCION	1
II- MATERIALES Y METODOS	5
2.1. Descripción del ensayo	5
2.1.1. Ubicación y clima	5
2.1.2. Tipo de suelo	5
2.2. Material biológico utilizado	7
2.3. Descripción de las alternativas tecnológicas	7
2.4. Variables evaluadas	8
2.5. Análisis de datos	8
2.5.1. Análisis de estabilidad modificado	9
2.5.2. Distribución de intervalos de confianza	10
2.5.3. Análisis económico	10
2.6. Manejo agronómico	11
III- RESULTADOS Y DISCUSION	12
3.1. Efecto de la inoculación sobre el crecimiento, desarrollo y componentes del rendimiento del cultivo	12
3.1.1. Altura de plantas	12
3.1.2. Diámetro del tallo	13
3.1.3. Evaluación de la nodulación (Número y peso seco de nódulos)	14

3.1.4. Número de vainas	17
3.1.5. Número de granos por vainas	18
3.2. Evaluación del rendimiento agronómico del cultivo.	20
3.2.1. Análisis de estabilidad modificado	22
3.2.2. Análisis de distribución de intervalos de confianza	22
3.3. Análisis económico de rendimiento	24
3.4. Sondeo sobre la percepción del productor respecto al inoculante utilizado en la validación	34
IV- CONCLUSIONES	35
V- RECOMENDACIONES	36
VI- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	37
VII- ANEXO	42

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Características físicas y químicas de las fincas de los productores participantes en los ensayos de validación de inoculante en frijol común en el municipio de Boaco Nicaragua. 1998.	6
2. Efecto de la inoculación de mezcla de cepas de <i>Rhizobium</i> sobre la altura de plantas diámetro de tallo, número de nódulos, peso seco de nódulos, número de vainas por planta y número de granos por vaina, en Boaco. Apante 1998-1999	20
3. Rendimientos del cultivo de frijol establecido en parcelas con inoculante y sin inoculante. Boaco. Apante 1998-1999	21
4. Análisis económico de las parcelas inoculadas y sin inocular en la finca del productor Rogelio Rivas. Boaco. Apante 1998-1999	25
5. Análisis económico de las parcelas inoculadas y sin inocular en la finca del productor Nohemis Siles. Boaco. Apante 1998-1999	26
6. Análisis económico de las parcelas inoculadas y sin inocular en la finca del productor Roberto Méndez. Boaco. Apante 1998-1999	27
7. Análisis económico de las parcelas inoculadas y sin inocular en la finca del productor Felipe López. Boaco. Apante 1998-1999	28
8. Análisis económico de las parcelas inoculadas y sin inocular en la finca del productor Isidro López. Boaco. Apante 1998-1999	29
9. Análisis económico de las parcelas inoculadas y sin inocular en la finca del productor Miguel Gaitán. Boaco. Apante 1998-1999	30
10. Análisis económico de las parcelas inoculadas y sin inocular en la finca del productor Juan García. Boaco. Apante 1998-1999	31
11. Análisis económico de las parcelas inoculadas y sin inocular en la finca del productor Francisco Martínez. Boaco. Apante 1998-1999	32
12. Análisis económico de las parcelas inoculadas y sin inocular en la finca del productor Leoncio Amador. Boaco. Apante 1998-1999	33

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Precipitación ocurrida durante los meses de diciembre 1998 a febrero 1999 En el municipio de Boaco.	7
2. Altura de plantas (cm) parcelas de validación de frijol común. Boaco. Apante 1998-1999	13
3. Diámetro de tallo (mm) parcelas de validación de frijol común. Boaco. Apante 1998-1999.	14
4. Número de nódulos por planta parcelas de validación de frijol común. Boaco. Apante 1998-1999.	15
5. Peso seco de nódulos (g) parcelas de validación de frijol común. Boaco. Apante 1998-1999.	16
6. Número de vainas por planta parcelas de validación de frijol común. Boaco. Apante 1998-1999.	18
7. Número de granos por vaina parcelas de validación de frijol común. Boaco. Apante 1998-1999.	19
8. Respuesta lineal para frijol inoculado y sin inocular. Boaco. Apante 1998-1999.	22
9. Distribución de intervalos de confianza para frijol inoculado y sin inocular en "ambiente bueno". Boaco. Apante 1998-1999.	23
10. Distribución de intervalos de confianza para frijol inoculado y sin inocular en "ambiente pobre". Boaco. Apante 1998-1999.	24

RESUMEN

El presente trabajo de validación tecnológica de inoculación de una mezcla de cepas de *Rhizobium* en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) se llevó a cabo en el municipio de Boaco, departamento de Boaco, en la época de apante 1998-1999. Se evaluaron un tratamiento alternativo, como es el uso de inoculante y el tratamiento tradicional empleado por los productores, uso de fertilizante, en fincas de nueve productores. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro de tallo, número de nódulos, peso seco de nódulos, número de vainas por planta, número de granos por vaina y rendimiento; evaluadas en las etapas R6 y R8. Los resultados obtenidos indican que se obtuvieron tres fincas con ambientes buenos, no encontrándose significancia estadística entre los rendimientos, ni en las variables de crecimiento, a excepción de la variable número de vainas por planta. Al realizar el análisis económico del presupuesto parcial se determinó que en seis fincas de los productores la tecnología tradicional resultó dominada. La percepción de los productores es positiva en cuanto al uso del inoculante, dado que permite obtener buenos rendimientos a un menor costo en comparación con la tecnología tradicional que ellos utilizan.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) tiene gran importancia ya que es una de las principales fuentes de proteína vegetal de buena calidad, barata y relativamente fácil de obtener en el mercado; produce más proteínas por unidad de superficie en comparación con otros cultivos (Molina, 1992).

En Nicaragua, el frijol es consumido diariamente por el 86 % de los hogares nicaragüenses representando el 25 % de ingesta de proteínas a nivel urbano y el 38 % a nivel rural (MAG, 1997).

Según información estadística del MAG-FOR (1999), en la producción de frijol de la época de siembra de apante 1998-1999 se cosecharon 163,390.50 manzanas, representando un 92.60 % del área sembrada en el país. La producción obtenida fue de 1,977,142.00 quintales lográndose un rendimiento de 12.1 quintales por manzana, superior al promedio nacional que es de 9.

El cultivo de frijol es una actividad agrícola generalizada por pequeños y medianos productores en manos de los cuales se encuentran aproximadamente el 95 % de las tierras. Dicho cultivo se establece sobre todo en áreas marginales donde aún se emplean métodos tradicionales de producción como el uso de variedades tradicionales, siembra al espeque, baja densidad y una deficiente fertilización (Alemán & Tercero, 1991).

Las metas de la investigación en frijol común son encontrar alternativas a los problemas que limitan su producción (Izquierdo, 1989), siendo la deficiente fertilización y los altos costos de los fertilizantes parte de los problemas más sentidos por los productores nicaragüenses.

Hasta el presente, la información que existe sobre la fertilización en frijol es escasa y no concluyente, debido a la falta de investigación que demuestren los criterios a

considerarse para realizar una correcta dosificación. Debido a lo anteriormente expuesto a pesar de la gran importancia del frijol como principal fuente de proteína no han habido alternativas para incrementar los rendimientos y dar estabilidad a las áreas de producción (Rivera & Torres, 1998).

Se plantea que una de las alternativas del productor para no depender de los fertilizantes nitrogenados, es el uso de la tecnología de la inoculación con *Rhizobium* en frijol rojo y según datos obtenidos por Sánchez & Bermúdez (1998), en Nicaragua refleja resultados positivos con el empleo de cepas de este microorganismo. Pudiendo servir la inoculación como una manera económica de incrementar los rendimientos (Sartain *et al*, 1981).

La inoculación con cepas efectivas de *Rhizobium* vendría a traer entonces beneficios directos en la producción permitiendo a los productores bajar los costos, elevar los rendimientos y productividad del cultivo hasta en un 15 % (FAO, 1985), economizándose también el nitrógeno del suelo (FAO, 1993).

El inoculante, que es producido en Nicaragua, es un preparado industrial fabricado a partir de cultivos puros de *Rhizobium* seleccionándose cepas por su especificidad para nodular determinada planta leguminosa, así como por su capacidad de fijar nitrógeno, manteniéndolas en un soporte inerte que generalmente es turba orgánica, para proteger las bacterias durante el período de preservación y facilitar su adhesión a la semilla (Binder,1997).

La bacteria, del género *Rhizobium*, pertenece a la familia *Rhizobiácea* comprendida en el orden *Eubacteriales*, son organismos estrictamente aerobios (Garassini, 1967), Gram negativas, habitando normalmente el suelo de forma saprófita (Muslera & Ratera, 1984).

La fijación de nitrógeno por la simbiosis leguminosa - *Rhizobium* es de importancia agrícola considerable (Brock & Madigan, 1993). A nivel mundial las leguminosas cultivadas aportan a los suelos mayor cantidad de nitrógeno que los fertilizantes minerales

(Binder, 1997), pudiendo estimarse en 175 millones de toneladas métricas por año o cerca del 70 % de todo el nitrógeno fijado en la tierra cada año (FAO, 1993).

La escasez de fuentes energéticas necesaria para producir los fertilizantes nitrogenados comerciales y la necesidad de mejorar el nivel de alimentación han estimulado nuevas prácticas agrícolas orientadas a incrementar la dependencia a la fijación biológica de nitrógeno (Gil, 1995), la cual en comparación con los fertilizantes nitrogenados presentan una mejor eficiencia de utilización, ya que el nitrógeno se fija directamente de forma orgánica en la propia planta, sin incurrir en las pérdidas habituales de la aplicación fertilizada (Muslera & Ratera, 1984)

Los países de la región han estado necesitando llevar tecnologías a los productores, los centros de investigación en muchos casos tienen la tecnología disponible, sin embargo esta no ha sido validada, lo que ha hecho difícil su acceso seguro al productor (PASOLAC, 1998).

Es necesario entonces someter la tecnología de la inoculación con *Rhizobium* en frijol común a una validación tecnológica, la cual consiste según Pedroza & Salazar (1997), en una prueba de campo que se realiza en un área o entidad biofísica bajo las condiciones de la unidad de producción, en la que se confirma o verifica una opción o alternativa tecnológica que la experimentación ha demostrado que supera en rendimiento, beneficio económico o aspectos sociales a la tecnología que usan los productores.

La presente investigación orientada a la validación de la tecnología de la inoculación en frijol común, se realizó en tres localidades del municipio de Boaco en la época de apante 1998-1999; con los objetivos de :

Objetivo general

Validar la inoculación con una mezcla de cepas de *Rhizobium* en frijol común en el municipio de Boaco en la época de apante 1998-1999.

Objetivos específicos

Determinar el efecto de la inoculación con una mezcla de cepas de *Rhizobium* sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol común en las parcelas de validación en el período de apante 1998-1999.

Realizar un análisis estadístico de los rendimientos obtenidos en las parcelas de validación en el período de apante 1998-1999.

Realizar un análisis económico en las parcelas de validación en el período de apante 1998-1999.

Determinar el grado de percepción que muestre el productor a la tecnología de inoculación.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del ensayo

2.1.1 Ubicación y clima

Los ensayos de validación correspondientes a la ejecución de este trabajo se realizaron en las localidades de El Capitán, Boaco Viejo y Lomas de Cafén en el municipio de Boaco, presentándose en los sitios, alturas que oscilan entre los 375 y 640 msnm . Estas localidades se encuentran entre las coordenadas 12° 27' 30" a 12° 38' 01" latitud norte y 85° 30' 36" a 85° 38' 20" longitud oeste, presentándose un relieve escarpado con pendientes que oscilan entre 30 % a 50 %. Temperatura promedio de 23.4 °C, con humedad relativa promedio de 80 % y una precipitación anual de 1481.4 mm (INETER, 1999).

2.1.2 Tipo de suelo

El suelo de las localidades donde se realizó el ensayo corresponden al orden *Moltsols* . Poseen textura arcillosa , con fertilidad media , identificado en el levantamiento de Catastro Nacional como MH-4 , llamadas tierras aluviales, conformados de diversos sedimentos depositados recientemente. Este suelo se clasificó como *Udic Argiustolls* (INETER,1980).

Para la realización del análisis físico y químico del suelo, se tomaron un total de cinco muestras por campo a una profundidad de 20 cm, antes de la siembra. Estos resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Características físicas y químicas de las fincas de los productores participantes en los ensayos de validación de inoculante en frijol común en el municipio de Boaco, Nicaragua, 1998.

NOMBRE DE LOS PRODUCTORES	pH en H ₂ O	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (meq/100g suelo)	Clase textural	Localización
1. Francisco Martínez	6.1	4.04 N	0.20 N	8.52 B	0.20 B	Arcilloso	El Capitán
2. Noehemis Siles	5.8	3.44 N	0.16 N	14.4 B	0.20 B	Arcilloso	El Capitán
3. Rogelio Rivas	5.6	3.03 N	0.15 N	18.9 N	0.23 B	Arcilloso	El Capitán
4. Felipe López	6.6	3.19 N	0.15 N	11.7 B	0.05 B	Arcilloso	El Capitán
5. Isidro López	5.9	3.50 N	0.17 N	18.7 N	0.33 N	Arcilloso	El Capitán
6. Roberto Méndez	6.0	7.28 A	0.36 A	29.5 N	0.40 N	Arcilloso	Boaco Viejo
7. Miguel Gaitán	5.6	6.22 A	0.31 A	9.93 B	0.60 A	Arcilloso	Lomas de Cafén
8. Juan García	5.7	2.71 B	0.13 N	0.46 B	0.30 N	Arcilloso	Lomas de Cafén
9. Leoncio Amador	5.5	6.27 A	0.31 A	28.3 N	0.68 A	Franco Arcilloso	Lomas de Cafén

Clave : A: Alto; N : Normal; B : Bajo; MO : Materia Orgánica

Fuente : Laboratorio de Suelos y Agua, Universidad Nacional Agraria 1998.

Las parcelas de validación fueron establecidas el 8 de diciembre de 1998 y cosechadas el 25 de febrero de 1999, la variedad utilizada fue la DOR- 364.

El comportamiento de la precipitación acumulada mensualmente durante el desarrollo del ensayo se muestra en la Figura 1.

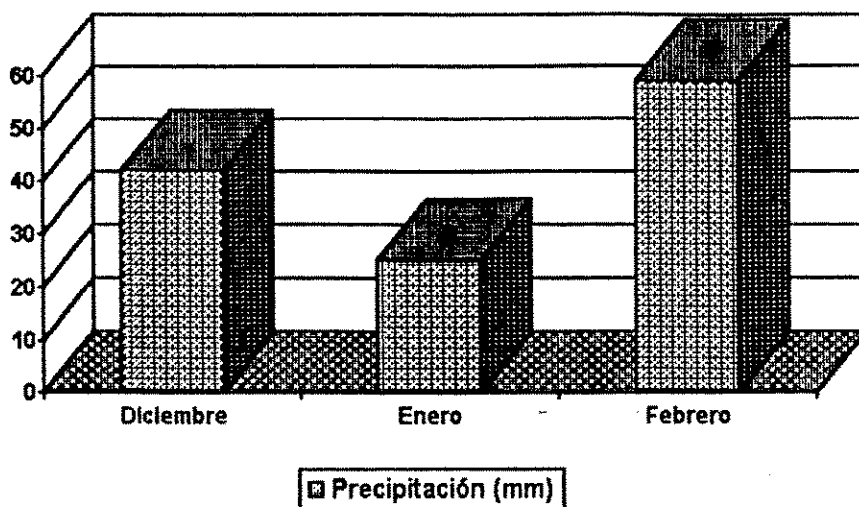


Figura 1. Precipitación ocurrida durante los meses de diciembre 1998 a febrero de 1999 en el municipio de Boaco.(INETER 1999)

2.2. Material biológico utilizado

La variedad de frijol utilizada durante la validación fue la DOR-364 , recomendada a nivel nacional para la siembra en época de postrera y apante, presenta ciclo de 78 días, con un potencial de rendimiento que oscila entre 1 291 a 2 259 kg/ha.

El inoculante utilizado como alternativa tecnológica consiste en una mezcla de cepas de *Rhizobium* , producido por la empresa GRAINCO de la ciudad de Chinandega, Nicaragua. Se utilizó el método de inoculación directa a la semilla de frijol, el que consiste en agregar al inoculante (0.11 kg) agua (250cc) y una cucharada de aceite vegetal (5 ml) mezclándolo bien, después se mezcla con la semilla de frijol (12 kg). Esta mezcla se usó para la siembra de 0.1756 ha.

2.3. Descripción de las alternativas tecnológicas

La validación consistió en el establecimiento de dos parcelas en cada una de las fincas de los productores para un total de 18 parcelas; cada parcela constituida por un área de 625 m² .

La primera parcela correspondió a la nueva alternativa tecnológica que se pretende validar (uso de inoculante); la segunda parcela, es decir, la parcela de control correspondió a la tecnología tradicionalmente empleada por el productor.

A la primera parcela se le aplicó el inoculante al momento de la siembra directamente a la semilla, a razón de 1 kilogramo de inoculante por cada 100 kilogramo de semilla. A las parcelas de control se les aplicó fertilizante completo de la fórmula 10-30-10 en dosis de 218.24 kg / ha.

2.4. Variables evaluadas

En los ensayos de validación, la principal variable a determinar es el rendimiento del cultivo. Sin embargo, para fines académicos, también se evaluaron las siguientes variables: altura de plantas, diámetro de tallo, número de nódulos por planta, peso seco de nódulos en la etapa R6; número de vainas por planta, número de granos por vaina en la etapa R8.

2.5. Análisis de datos

El análisis de las variables: altura, diámetro de tallo, número de nódulos, peso de nódulos, número de vainas y número de granos por vaina; fueron realizados de manera descriptiva por medio de figuras, y un análisis de varianza con arreglo en BCA, en el cual cada finca fue considerada un bloque maximizando de esta forma las diferencias entre los bloques, esto nos permite, según Pedroza (1993), reducir el error experimental.

El análisis técnico- estadístico de los rendimientos provenientes de ensayos de validación requieren de procedimientos distintos a los diseños experimentales comunes. Un método útil de análisis es el de combinar un análisis de estabilidad modificado y una distribución de intervalos de confianza (Pedroza & Salazar, 1997).

2.5.1 Análisis de estabilidad modificado

Este análisis, según Pedroza & Salazar (1997) está basado en un procedimiento utilizado hace tiempo por los fitomejoradores. Es una manera de hacer uso de la variabilidad existente en diferentes fincas para ayudar a confirmar dominios de recomendación o señalar la necesidad de dividirlos. Este análisis es un procedimiento simple, el cual utiliza un índice ambiental creado a partir de los datos de los ensayos en fincas, como una manera de estimar a todos los factores que influyen en la respuesta de una alternativa tecnológica. Estos factores incluyen el clima, el suelo, y las prácticas de manejo del productor.

Una finca en la que los rendimientos promedios de las alternativas tecnológicas son altos por cualquier razón, es considerada como un ambiente bueno para ese cultivo. Por el contrario si en una finca el rendimiento es bajo, por cualquier razón, es considerada como un ambiente pobre.

De esta forma, el ambiente se torna en una variable continua y cuantitativa, cuyo rango de valores son los rendimientos promedios, de cada sitio, en la validación tecnológica. El rendimiento de cada una de las alternativas tecnológicas puede ser relacionado con el ambiente mediante una regresión lineal simple basada en la siguiente ecuación.

$$Y_i = a + be$$

Donde:

Y_i = Rendimiento de la i -ésima alternativa tecnológica.

a = Intercepto

b = Coeficiente de Regresión

e = Índice ambiental, que es el rendimiento promedio de las alternativas tecnológicas en cada sitio.

Calculada independientemente para cada alternativa tecnológica, la ecuación de regresión correspondiente y graficando en un mismo plano cartesiano el rendimiento estimado respecto al índice ambiental, es posible hacer una comparación de las tecnologías.

2.5.2 Distribución de intervalos de confianza

Complementariamente, la distribución gráfica de intervalos de confianza es usado para los efectos de evaluar la variabilidad en los resultados a esperar de una tecnología dentro de un dominio de recomendación (Pedroza & Salazar, 1997)

El intervalo de confianza para un determinado nivel de confianza α se calcula de la siguiente manera:

$$Y \pm t_{\alpha} S_y$$

Donde:

Y = Rendimiento promedio del tratamiento

α = Nivel de confianza

S_y = Error estándar

t_{α} = Valor de "t"

2.5.3 Análisis económico

El análisis económico de los tratamientos se realizó utilizando la metodología del presupuesto parcial definido por el CIMMYT (1988).

El análisis económico a partir del presupuesto parcial, es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos (CIMMYT, 1988).

2.6. Manejo agronómico

Es importante hacer notar que el manejo agronómico realizado a las parcelas de validación fue realizado únicamente por los productores y consistió en la realización de las siguientes actividades :

Una semana antes de la siembra se realizó la limpia mediante el uso de herbicida de contacto paraquat (Gramoxone) en dosis de 3.125 l/ha. La roturación del suelo se hizo por método de labranza cero, haciendo uso de espeque. La siembra se realizó de forma manual estableciendo distancias de 0.4 m entre surcos y 0.3 m entre golpe, depositando tres semillas por golpe; para obtener una densidad de 250 000 plantas por hectárea. Se realizó un segundo control de malezas a los 20 días después de la siembra utilizando machetes y azadones.

Las plagas que incidieron en el ciclo del cultivo fueron principalmente *Diabrotica* sp. (Tortuguilla), utilizando para su control el insecticida metamidofos (Tamarón 600 EC), con una dosis de un l / ha; *Vaginulus plebeius* (babosas) controladas mediante el uso de cebos envenenados, y también eliminándolas directamente con el uso de palos puntiagudos por las noches. Otra plaga que incidió en el cultivo fue *Ratus* sp. (Roedores), los que fueron controlados mediante el uso de rodenticida Klerat. La cosecha se realizó de forma manual cuando el cultivo alcanzó su madurez fisiológica a los 78 días después de la siembra, esta actividad consistió en el arranque de las plantas de frijol las que posteriormente se colocaron con el follaje hacia abajo para lograr un secado en el campo que permita un mejor desgrane por medio del aporreo que consiste en golpear los montones con vara dentro de sacos o en tapescos de madera con lo que se logra el desprendimiento del grano.

III. RESULTADO Y DISCUSION

3.1 Efecto de la inoculación sobre en el crecimiento, desarrollo y componentes del rendimiento del cultivo

3.1.1 Altura de plantas

La altura de la planta es un carácter altamente influenciado por el medio ambiente, por lo que sus valores pueden variar de acuerdo al cambio que ocurra en éste (Rodríguez,1981), sin embargo, según Debouk & Hidalgo (1985), depende también de otros factores como la longitud de los entrenudos , la arquitectura de la planta, etc.

En este estudio únicamente en las fincas de los productores, Francisco Martínez (1), Juan García (8) y Leoncio Amador (9) la inoculación de la semilla de frijol con la mezcla de la cepa de *Rhizobium* favoreció el crecimiento longitudinal de la planta de frijol (Figura 2). Esto demuestra que la técnica de inoculación, por lo general, no estimula el crecimiento longitudinal del cultivar DOR-364, en la localidad de Boaco. El bajo crecimiento longitudinal de las plantas obtenido en la mayoría de las parcelas inoculadas confirma el hecho de que el frijol, según Rodríguez (1996) es la leguminosa que menos fija nitrógeno y es más dependiente de la fertilización nitrogenada. Esto se confirma con los resultados obtenidos por Parrilla & Báez (1998), los que encontraron mayores alturas con fertilización química. Esto demuestra que la aplicación de fertilizante favoreció el crecimiento longitudinal de las plantas debido principalmente a los aportes de N-P que participan en prácticamente todos los procesos metabólicos de la planta favoreciendo el desarrollo del sistema radicular y, por lo tanto se da una mayor absorción de nutrientes lo que influye en el mayor desarrollo de la planta Domínguez (1997).

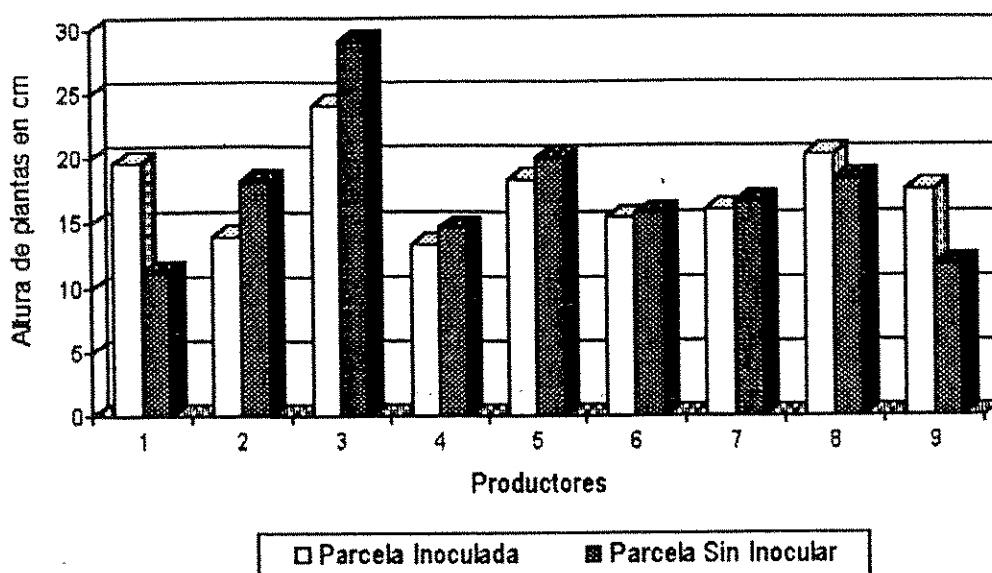


Figura 2. Altura de plantas (cm) parcelas de validación de frijol común. Boaco. Apante 1998-1999.

3.1.2 Diámetro de tallo

El diámetro del tallo es consecuencia del crecimiento secundario de las plantas. Es una característica cuantitativa, es variable y está influenciada por las condiciones ambientales (Debouk & Hidalgo, 1985).

En la Figura 3 se puede observar que solamente en la finca del productor Roberto Méndez (6), las plantas del cultivar DOR-364 presentaron un mejor engrosamiento de sus tallos en la parcela donde no se inoculó la semilla. De esto podemos deducir, que la inoculación de la semilla de frijol con la mezcla de cepa de *Rhizobium*, estimula el engrosamiento de los tallos en este cultivar, estos resultados son debido a que las bacterias fijadoras aportan gradualmente el nitrógeno a la planta y los mayores aportes los realizan cuando éstas han alcanzado el inicio de la floración (Domínguez, 1997).

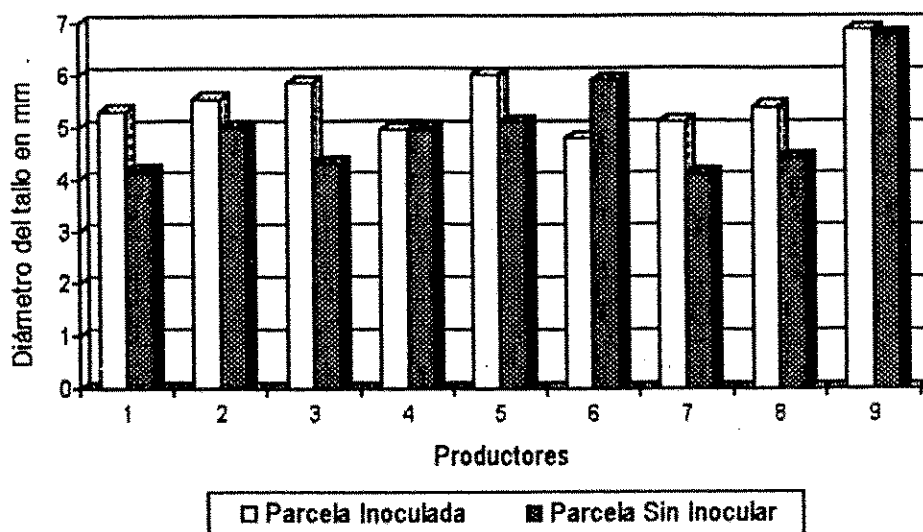


Figura 3. Diámetro de tallo (mm), parcelas de validación de frijol común. Boaco. Apante 1998-1999.

3.1.3 Evaluación de la nodulación (Número y peso seco de nódulos).

La formación de nódulos en las raíces de las leguminosas se debe a un fenómeno simbiótico entre las bacterias *Rhizobium* y la planta, causado por el desarrollo y actividad metabólica bacteriana sobre los tejidos radiculares (Garassini, 1967)

La evaluación de la nodulación resulta ser limitada principalmente cuando influyen algunos factores como lo es la compactación del suelo o una humedad deficiente al momento de la extracción de la planta (Galomo, 1978).

El número de nódulos da una indicación de las condiciones de la infección en la raíz por *Rhizobium* (Maracay, 1989)

En la Figura 4 se puede observar que la inoculación de la semilla del cultivar Dor-364, con la mezcla de cepas de *Rhizobium*, no siempre estimula la formación de nódulos.

En las fincas de los productores Rogelio Rivas (3), Felipe López (4), Roberto Méndez (6) y Juan García (8), se determinó un mayor número de nódulos por planta en las parcelas sin inocular. Este resultado nos demuestra que las cepas introducidas en estas fincas mostraron una deficiente infectividad. Hubell (1986) citado por Miranda & Molina (1992), afirma que existen casos en los que las cepas nativas pueden ser superiores a las estudiadas en una determinada condición debido a que son únicas para ese suelo, formando una situación en que las cepas evaluadas no pueden competir con las nativas por sitios en las raíces de la leguminosa huésped.

Sin embargo, en la finca de los productores Francisco Martínez (1) Nohemis Siles (2), Isidro López (5), Miguel Gaitán (7) y Leoncio Amador (9), se determinó un menor número de nódulos por planta en las parcelas donde no se inoculó. Este resultado es debido a que la nodulación por cepas nativas, según Sinha (1978); Muslera & Ratera (1984); Domínguez (1997) y Binder (1997), se reduce cuando se hacen aplicaciones de nitrógeno.

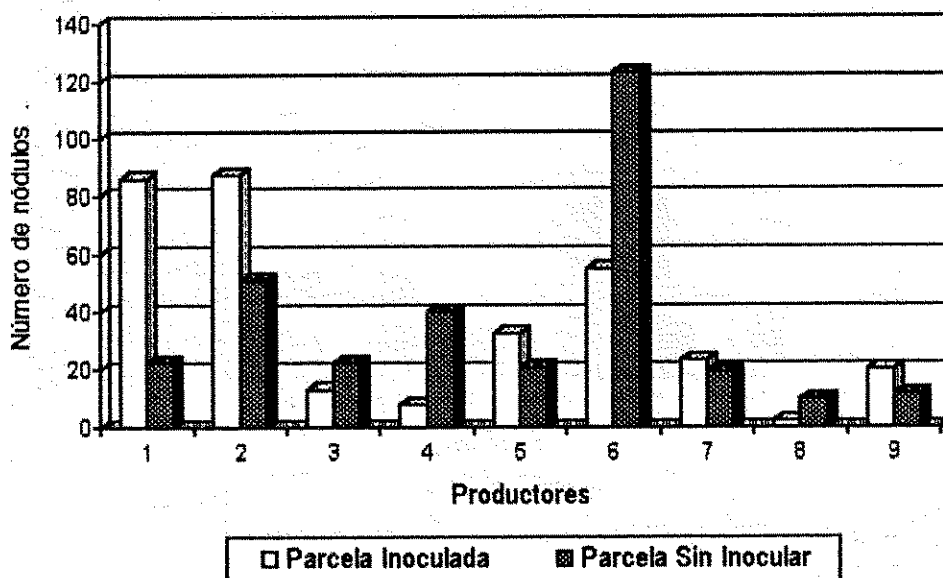


Figura 4. Número de nódulos por planta, parcelas de validación de frijol común. Boaco. Apante 1998-1999.

La medición del factor peso de nódulos es esencial considerando que, el peso de los nódulos de la planta está directamente relacionada a la actividad de fijación del nitrógeno (Maracay, 1989).

La inoculación de la semilla de frijol con una mezcla de cepas de *Rhizobium* en el cultivar DOR-364 no siempre favorece el peso de los nódulos formados (Figura 5).

En la finca de los productores Nohemis Siles (2), Felipe López (4), Isidro López (5), Roberto Méndez (6) y Juan García (8), se determinó un mayor peso de nódulos en las parcelas no inoculadas. Este resultado se atribuye a que la fertilización, principalmente fosfórica, favorece el incremento del peso de los nódulos hasta nueve veces (Domínguez, 1997).

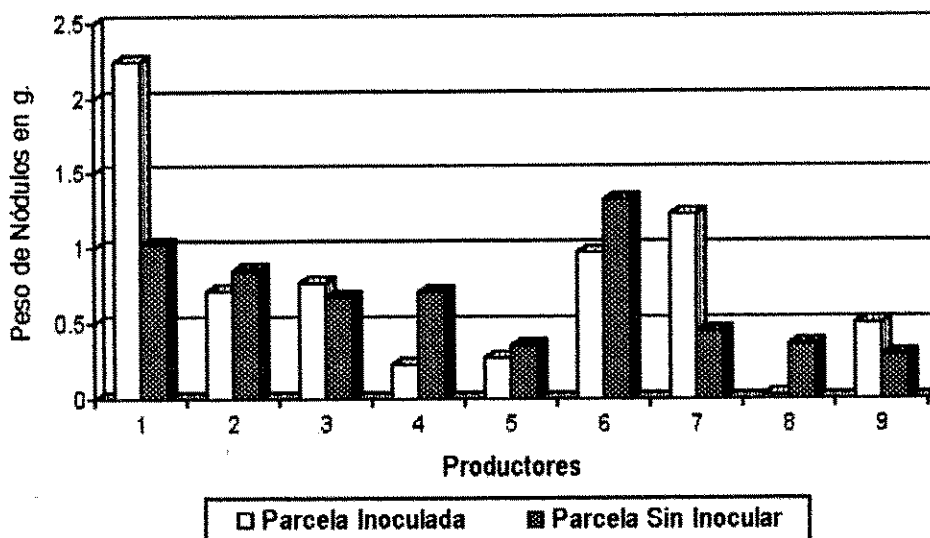


Figura 5. Peso seco de nódulos (g), parcelas de validación de frijol común. Boaco. Apante 1998-1999.

3.1.4 Número de vainas

El número de vainas por planta es un carácter cuantitativo y difiere entre las variedades por ser poligénico (White, 1985). Para la variedad DOR 364 el promedio de vainas por planta es de 14.4 (Marín, 1994).

El número de vainas por planta siempre está asociado con el rendimiento (Mezquita, 1973) siendo uno de los caracteres que más relación tiene con el mismo; y está en dependencia del número de flores que tenga la planta (Tapia, 1987).

En la Figura 6 podemos observar que la inoculación de la semilla con mezcla de cepas de *Rhizobium* en el cultivar DOR-364 estimula la formación de vainas en las parcelas donde se inoculó.

Este resultado nos indica que las cepas introducidas captaron suficiente nitrógeno atmosférico para satisfacer los requerimientos del cultivo, es decir, la mezcla de cepas introducida resultó ser efectiva bajo las condiciones agrobiológicas predominantes donde se realizó la validación. Garassini (1967), menciona que la mayor parte del nitrógeno fijado durante el período de crecimiento primario se encuentra en las raíces y, cuando llega a la madurez, hasta un setenticuatro por ciento del nitrógeno se encuentra en la parte aérea. El nitrógeno fijado es utilizado en la floración, formación de vainas y llenado del grano.

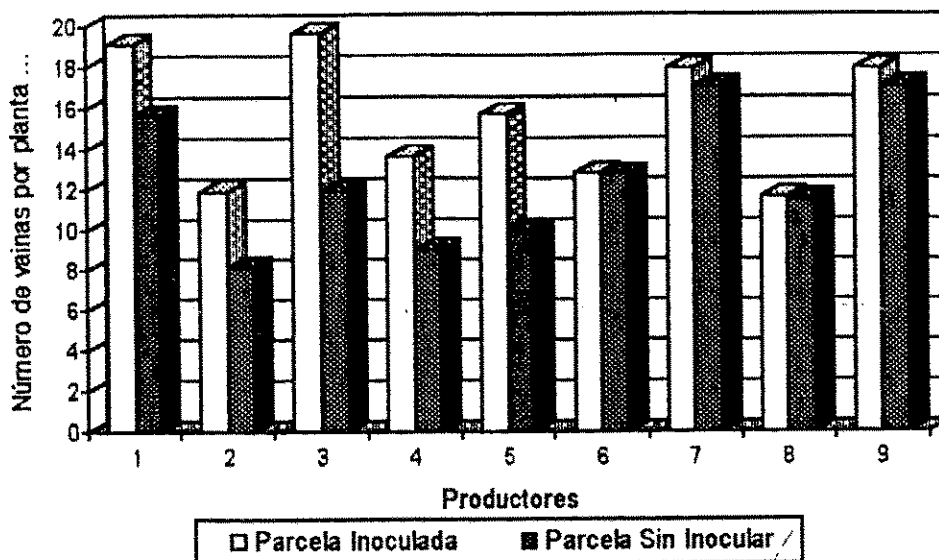


Figura 6. Número de vainas por planta, parcelas de validación de frijol común. Boaco. Apante 1998-1999.

3.1.5 Número de granos por vaina

White (1985) sugiere que el carácter semillas por vaina es uno de los factores determinante del rendimiento. La variedad DOR-364, según estudios realizados por Marín (1994), alcanza promedios de 5.5 granos por vainas.

Este factor es genéticamente controlado en cada variedad variando poco debido a las condiciones del ambiente (Bonilla,1990).

En la Figura 7 podemos observar que en la finca de los productores Francisco Matínez (1), Rogelio Rivas (3), Roberto Méndez (6) y Juan García (8) en las parcelas donde no se inoculó se encontraron mayor número de granos por vaina. Este resultado nos demuestra que la inoculación con una mezcla de cepas de *Rhizobium* en el cultivar DOR-364 no siempre favorece el aumento del número de granos por vaina

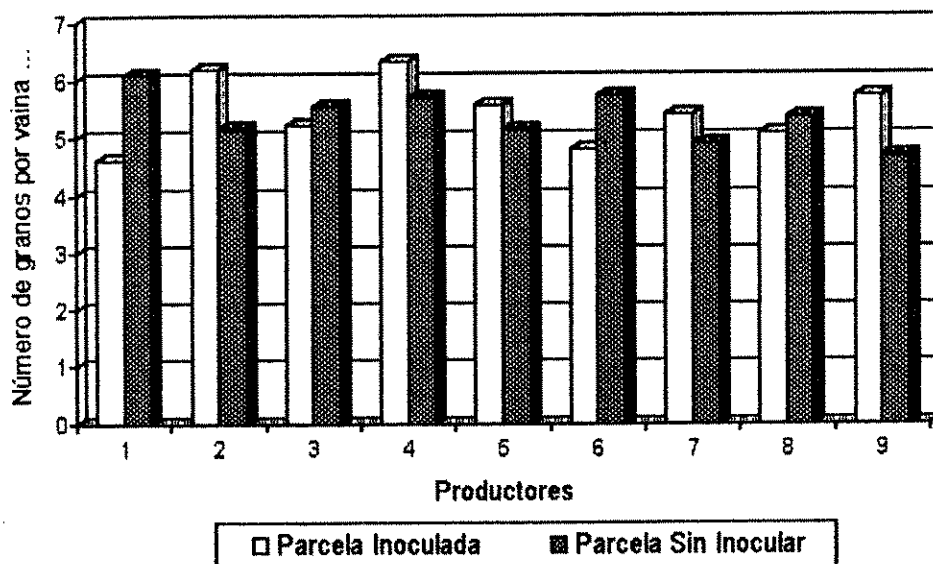


Figura 7. Número de granos por vaina, parcelas de validación de frijol común. Boaco. Apante 1998-1999.

El análisis de varianza realizado determinó que para las variables altura de planta, diámetro de tallo, número de nódulos por planta, peso seco de nódulos y número de granos por vaina, no existen diferencias significativas por efecto de las tecnologías: frijol inoculado y sin inocular.

Sin embargo, para la variable número de vainas por planta, se encontró que existen diferencias altamente significativas entre las tecnologías, siendo la tecnología de inoculación la que presenta mayor número de vainas por planta. Estos resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Efecto de la inoculación con mezcla de cepas de *Rhizobium* sobre la altura de planta, diámetro de tallo, número de nódulos, peso seco de nódulos, número de vainas por planta y número de granos por vaina, en Boaco. Apante 1998-1999.

Componentes	VARIABLES					
	Altura R6 (cm)	Diámetro (cm) R6	NNP R6	PSN R6 (g)	N.vainas/p R8	N.granos/v R8
FI	17.59	5.53	36.33	0.7647	14.89	5.43
FSI	17.27	4.96	35.52	0.6648	11.45	5.36
Significancia	NS	NS	NS	NS	**	NS
C.V%	17.87	10.79	74.43	56.30	14.02	11.43
R ²			0.69	0.72		
CV% Transformado			22.49	34.29		

FI: Frijol Inoculado

FSI: Frijol Sin Inocular.

C.V%: Coeficiente de variación

NNP: Número de nódulos por planta

PSN: Peso seco de nódulos

N. vainas: Número de vainas por planta

N. granos/v: Número de granos por vaina

3.2. Evaluación del rendimiento agronómico del cultivo

En la Tabla 3, se muestran los rendimientos del cultivo del frijol en kg /ha en el sitio donde se realizó la validación de una mezcla de cepas de *Rhizobium*, para comparar las parcelas donde se utilizó inoculante con las parcelas donde no se inoculó la semilla.

Los resultados obtenidos indican que únicamente en las fincas de los productores, Francisco Martínez, Leoncio Amador y Juan García; los rendimientos obtenidos en las parcelas no inoculadas son superiores a los obtenidos en las parcelas inoculadas.

Si bien, el ANDEVA realizado demostró que existe diferencia altamente significativa para la variable número de vainas por planta, era de esperarse que los rendimientos en todas las fincas de los productores fueran superiores en las parcelas donde se utilizó el inoculante. Sin embargo, en la finca de estos productores no se estableció una uniformidad en la densidad poblacional debido a que en las parcelas inoculadas se utilizó semilla de poca germinación; no ocurriendo esta situación en las parcelas donde no se inoculó puesto que se utilizó semilla de mejor calidad germinativa. Esta situación se refleja en la obtención de los mejores rendimientos obtenidos en las parcelas sin inocular

Cabe destacar, que en ocho de las nueve fincas donde se estableció la validación, los rendimientos obtenidos tanto en las parcelas donde se utilizó inoculante como en las parcelas sin inocular, presentaron rendimientos superiores al rendimiento promedio nacional que según el MAG-FOR (1999), es de 580 kg/ha

Tabla 3. Rendimiento del cultivo del frijol establecido en parcelas con inoculante y sin inoculante. Boaco, Apante 1998-1999.

Nombre del productor	Rendimiento en kg/ha	
	Con Inoculante	Sin Inocular
1. Francisco Martínez	2 429.09	2 909.30
2. Nohemis Siles.	1 454.55	1 090.99
3. Rogelio Rivas.	2 545.17	2 181.97
4. Felipe López	1 090.91	909.16
5. Isidro López	1 090.91	1 018.28
6. Roberto Méndez.	1 433.90	1 434.00
7. Miguel Gaitán.	573.56	430.20
8. Juan García.	716.95	1 434.00
9. Leoncio Amador.	1 677.66	1 842.69
Σ	1 459.08	

3.2.1 Análisis de estabilidad modificado

Al realizar el análisis de estabilidad Modificado mediante el cual el rendimiento de las dos alternativas en estudio se presentan gráficamente a través de una regresión lineal simple (Figura 8), con un alto grado de significancia, se pudo determinar que únicamente en las fincas de los productores Francisco Martínez, Leoncio Amador y Rogelio Rivas presentaron rendimientos promedios superiores al índice ambiental que es de 1 459.08 kg/ha; considerándose los ambientes en estas fincas como “buenos” para este cultivo.

Además podemos observar que la línea de tendencia de la tecnología sin inocular presenta un potencial productivo mayor que la tecnología de inoculación, siendo este potencial mayor en un nueve por ciento, es decir, que por cada unidad que se incremente el frijol inoculado a partir del índice ambiental el frijol sin inocular aumentará en 1.09 unidades.

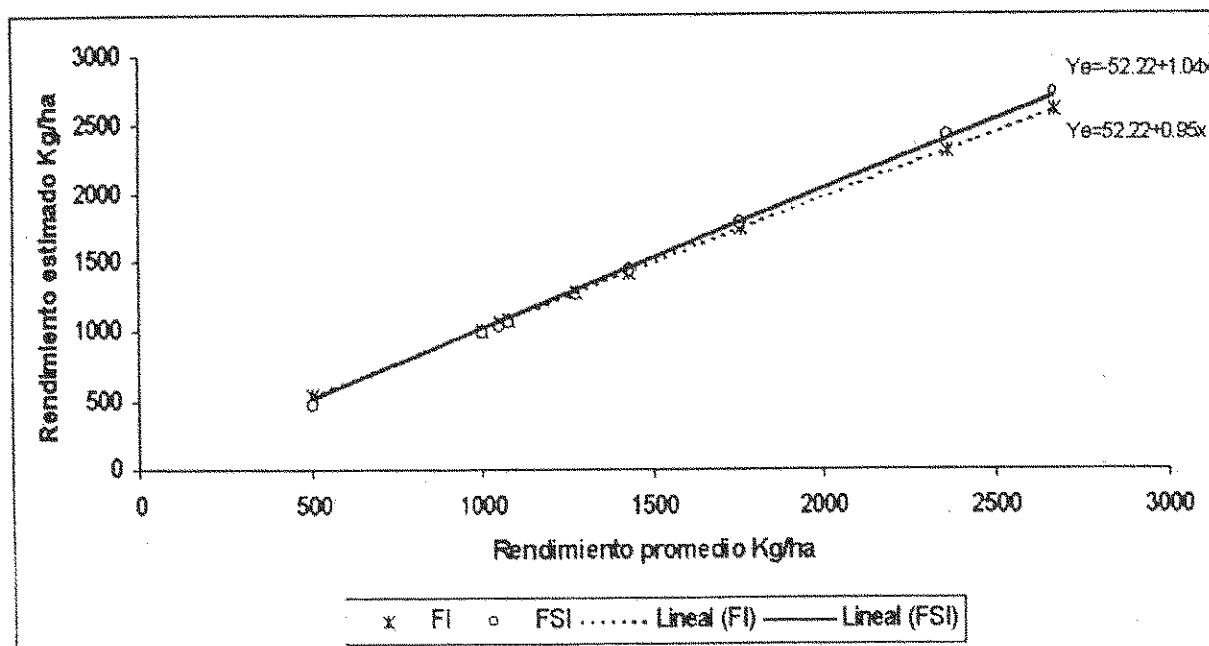


Figura 8. Respuesta lineal para frijol sin inoculante e inoculado. Boaco.Apante 1998-1999

3.2.2 Análisis de distribución de los intervalos de confianza

En la Figura 9, se observa que en los “ambientes buenos” la tecnología de inoculación es ligeramente más estable que la tecnología tradicionalmente utilizada por el agricultor. Aunque hay un mayor potencial de rendimiento para la tecnología tradicional, el riesgo de obtener rendimientos muy bajos puede ser mayor.

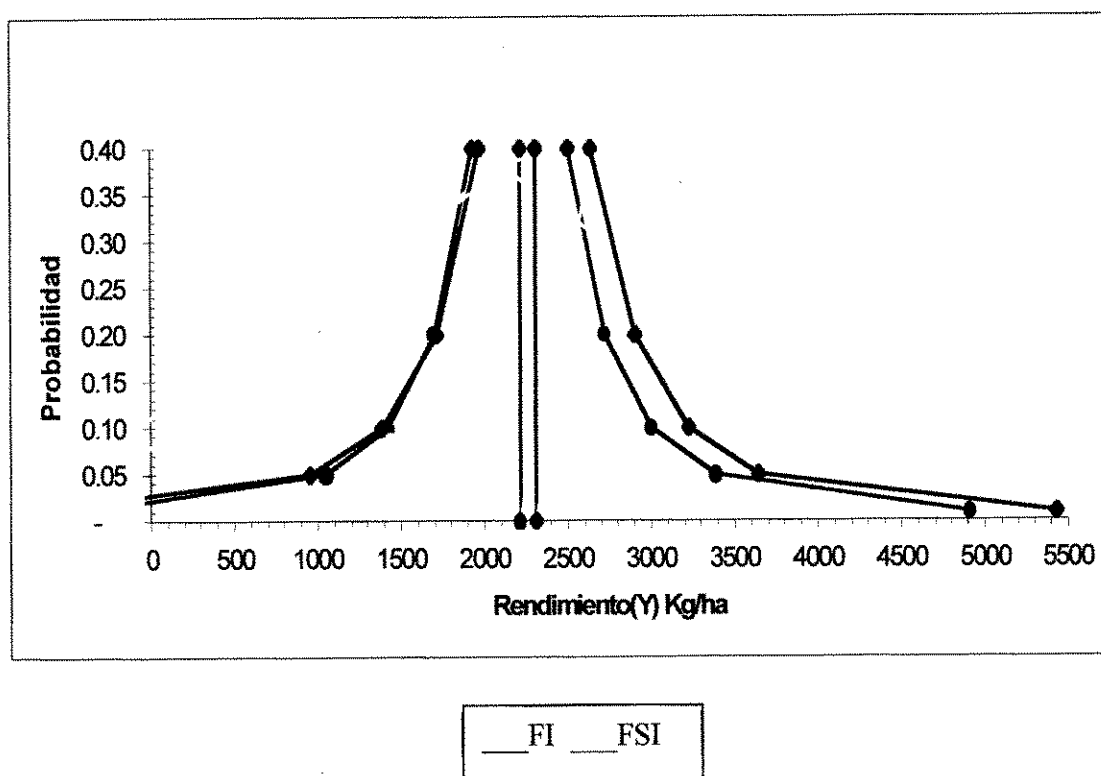


Figura 9. Distribución de intervalos de confianza para frijol inoculado y sin inocular en “ambiente bueno”, Boaco. Apante 1998-1999

Para el caso de los “ambientes pobres”, se observa que el comportamiento de ambas tecnologías, uso de inoculante y tecnología tradicional, es similar; presentándose diferencias mínimas entre ambas; sin embargo, la tecnología de inoculación siempre se muestra más estable. Figura 10.

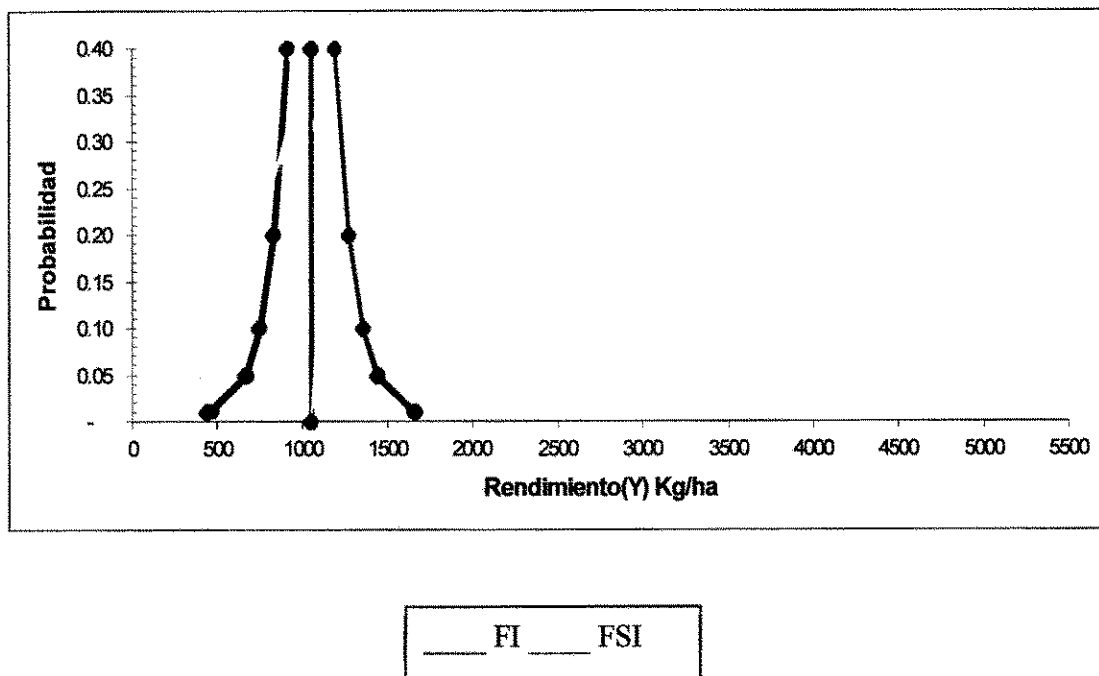


Figura 10. Distribución de intervalos de confianza para frijol inoculado y sin inocular en “ambiente pobre”, Boaco. Apante 1998-1999.

3.3 Análisis económico de rendimiento

Se consideran los rendimientos medios ajustados al 5% de cada uno de los productores que participaron en la validación tecnológica de la inoculación de mezcla de cepas de *Rhizobium* versus la sin inoculación que es la que el productor ha empleado tradicionalmente para la producción de frijol.

El ajuste del rendimiento de cada tratamiento es el rendimiento medio reducido en cierto porcentaje con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento (CIMMYT, 1988).

Debido a que el agricultor manejó agrónomicamente las parcelas y los investigadores solamente levantaron la información más precisa al momento de la cosecha, se considera que el ajuste a los resultados obtenidos por los investigadores es del 5%

Tabla.4. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación, en la finca del productor Rogelio Rivas. Boaco. Apante 1998-1999

	INOCULADA	SIN INOCULAR
Rendimiento medio (kg/ha)	2 545.17	2 181.97
Rendimientos ajustados 5% (kg/ha)	2 417.91	2 072.87
Precio de campo de frijol (C\$/kg)	6.60	6.60
Beneficio Bruto de campo (C\$/ha)	15 958.21	13 680.95
Costos variables		
Costo de inoculante (C\$/ha)	65.78	
Costo de mano de obra de inoculación(C\$/ha)	41.66	
Costo de fertilizante (C\$/ha)		638.85
Costo de mano de obra de fertilización(C\$/ha)		250.00
Total de costos que varían (C\$/ha)	107.44	888.85
Beneficio Neto (C\$/ha)	15 850.77	12 792.10
		Dominado

En la finca del productor Rogelio Rivas se obtuvieron rendimientos ajustados al 5% de 2 417.91 kg/ha en la parcela inoculada y de 2 072.87 kg/ha para la parcela sin inocular. Cabe destacar que en el tratamiento sin inocular el productor aplicó fertilizante como tradicionalmente lo realiza.

Los costos variables para el tratamiento sin inoculante son mayores (888.85C\$/ha) que los costos variables de la nueva alternativa (107.44C\$/ha).

En lo que respecta a los beneficios netos la parcela inoculada presenta mayores beneficios netos (15 850.77 C\$/ha) que la parcela sin inocular (12 792.10 C\$/ha). Por lo tanto el tratamiento utilizado tradicionalmente por el agricultor resulta dominado, con lo cual se obtienen mayores beneficios económicos de hasta 3 058.67 C\$/ha favorables al tratamiento alternativo.

Tabla 5. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación, en la finca del productor Nohemí Siles. Boaco, Apante 1998-1999

	INOCULADA	SIN / INOCULAR
Rendimiento medio (kg/ha)	1 454.55	1 090.99
Rendimientos ajustados 5% (kg/ha)	1 381.82	1 036.44
Precio de campo de frijol (C\$/kg)	6.60	6.60
Beneficio Bruto de campo (C\$/ha)	9 120.01	6 840.50
Costos variables		
Costo de inoculante (C\$/ha)	65.78	
Costo de mano de obra de inoculación(C\$/ha)	41.66	
Costo de fertilizante (C\$/ha)		638.85
Costo de mano de obra de fertilización(C\$/ha)		250.00
Total de costos que varían (C\$/ha)	107.44	888.85
Beneficio Neto (C\$/ha)	9 012.57	5 951.65
		Dominado

En la finca del productor Nohemi Siles se obtuvieron rendimientos ajustados al 5% de 1 381.82 kg/ha en la parcela inoculada y de 1 036.44 kg/ha para la parcela sin inocular. Cabe destacar que en el tratamiento sin inocular el productor aplicó fertilizante como tradicionalmente lo realiza.

Los costos variables para el tratamiento sin inoculante son mayores (888.85 C\$/ha) que los costos variables de la nueva alternativa (107.44 C\$/ha).

En lo que respecta a los beneficios netos la parcela inoculada presenta mayores beneficios netos(9 012.57 C\$/ha) que la parcela sin inocular (5 951.65 C\$/ha). Por lo tanto el tratamiento utilizado tradicionalmente por el agricultor resulta dominado, con lo cual se obtienen mayores beneficios económicos de hasta 3 060.92 C\$/ha favorables al tratamiento alternativo.

Tabla 6. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación, en la finca del productor Roberto Méndez Boaco, Apante 1998-1999

	INOCULADA	SIN INOCULAR
Rendimiento medio (kg/ha)	1 433.90	1 434.00
Rendimientos ajustados 5% (kg/ha)	1 362.21	1 362.30
Precio de campo de frijol (C\$/kg)	6.60	6.60
Beneficio Bruto de campo (C\$/ha)	8 990.59	8 991.18
Costos variables		
Costo de inoculante (C\$/ha)	65.78	
Costo de mano de obra de inoculación(C\$/ha)	41.66	
Costo de fertilizante (C\$/ha)		638.85
Costo de mano de obra de fertilización(C\$/ha)		250.00
Total de costos que varían (C\$/ha)	107.44	888.85
Beneficio Neto (C\$/ha)	8 883.15	8 102.33
		Dominado

En la finca del productor Roberto Méndez se obtuvieron rendimientos ajustados al 5% de 1 362.21 kg/ha en la parcela inoculada y de 1 362.30 kg/ha para la parcela sin inocular. Cabe destacar que en el tratamiento sin inocular el productor aplicó fertilizante como tradicionalmente lo realiza.

Los costos variables para el tratamiento sin inoculante son mayores (888.85 C\$/ha) que los costos variables de la nueva alternativa (107.44 C\$/ha).

En lo que respecta a los beneficios netos la parcela inoculada presenta mayores beneficios netos(8 883.15 C\$/ha) que la parcela sin inocular (8 102.33 C\$/ha). Por lo tanto el tratamiento utilizado tradicionalmente por el agricultor resulta dominado. Con lo cual se obtienen mayores beneficios económicos de hasta 780.82 C\$/ha favorables al tratamiento alternativo.

Tabla 7. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación, en la finca del productor Felipe López. Boaco, Apante 1998-1999

	INOCULADA	SIN INOCULAR
Rendimiento medio (kg/ha)	1 090.91	909.16
Rendimientos ajustados 5% (kg/ha)	1 036.36	863.70
Precio de campo de frijol (C\$/kg)	6.60	6.60
Beneficio Bruto de campo (C\$/ha)	6 839.98	5 700.42
Costos variables		
Costo de inoculante (C\$/ha)	65.78	
Costo de mano de obra de inoculación(C\$/ha)	41.66	
Costo de fertilizante (C\$/ha)		638.85
Costo de mano de obra de fertilización(C\$/ha)		250.00
Total de costos que varían (C\$/ha)	107.44	888.85
Beneficio Neto (C\$/ha)	6 732.54	4 811.57
		Dominado

En la finca del productor Felipe López se obtuvieron rendimientos ajustados al 5% de 1 036.36 kg/ha en la parcela inoculada y de 863.70 kg/ha para la parcela sin inocular. Cabe destacar que en el tratamiento sin inocular el productor aplicó fertilizante como tradicionalmente lo realiza.

Los costos variables para el tratamiento sin inoculante son mayores (888.85 C\$/ha) que los costos variables de la nueva alternativa (107.44 C\$/ha).

En lo que respecta a los beneficios netos la parcela inoculada presenta mayores beneficios netos (6 732.54 C\$/ha) que la parcela sin inocular (4 811.57 C\$/ha). Por lo tanto, el tratamiento utilizado tradicionalmente por el agricultor resulta dominado, con lo cual se obtienen mayores beneficios económicos de hasta 1 920.97 C\$/ha favorables al tratamiento alternativo

Tabla 8. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación, en la finca del productor Isidro López. Boaco, Apante 1998-1999

	INOCULADA	SIN INOCULAR
Rendimiento medio (kg/ha)	1 090.91	1 018.28
Rendimientos ajustados 5% (kg/ha)	1 036.36	967.37
Precio de campo de frijol (C\$/kg)	6.60	6.60
Beneficio Bruto de campo (C\$/ha)	6 839.98	6 384.64
Costos variables		
Costo de inoculante (C\$/ha)	65.78	
Costo de mano de obra de inoculación(C\$/ha)	41.66	
Costo de fertilizante (C\$/ha)		638.85
Costo de mano de obra de fertilización(C\$/ha)		250.00
Total de costos que varían (C\$/ha)	107.44	888.85
Beneficio Neto (C\$/ha)	6 732.54	5 495.79
		Dominado

En la finca del productor Isidro López se obtuvieron rendimientos ajustados al 5% de 1 036.36 kg/ha en la parcela inoculada y de 967.37 kg/ha para la parcela sin inocular. En el tratamiento sin inocular el productor aplicó fertilizante como tradicionalmente lo realiza.

Los costos variables para el tratamiento sin inoculante son mayores (888.85 C\$/ha) que los costos variables de la nueva alternativa (107.44 C\$/ha).

En lo que respecta a los beneficios netos la parcela inoculada presenta mayores

beneficios netos (6 732.54 C\$/ha) que la parcela sin inocular (5 495.79 C\$/ha). Por lo tanto el tratamiento utilizado tradicionalmente por el agricultor resulta dominado, con lo cual se obtienen mayores beneficios económicos de hasta 1 236.75 C\$/ha favorables al tratamiento alternativo

Tabla 9. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación, en la finca del productor. Miguel Gaitán. Boaco, Apante 1998-1999

	INOCULADA	SIN INOCULAR
Rendimiento medio (kg/ha)	573.56	430.20
Rendimientos ajustados 5% (kg/ha)	544.88	408.69
Precio de campo de frijol (C\$/kg)	6.60	6.60
Beneficio Bruto de campo (C\$/ha)	3 596.21	2 697.35
Costos variables		
Costo de inoculante (C\$/ha)	65.78	
Costo de mano de obra de inoculación(C\$/ha)	41.66	
Costo de fertilizante (C\$/ha)		638.85
Costo de mano de obra de fertilización(C\$/ha)		250.00
Total de costos que varían (C\$/ha)	107.44	888.85
Beneficio Neto (C\$/ha)	3 488.77	1 808.50
		Dominado

La producción media ajustada al 5 % en la finca del productor Miguel Gaitán fue de 554.88 kg/ha para el tratamiento inoculado y 408.69 kg/ha para el tratamiento sin inocular, obteniéndose una diferencia de 136.19 kg/ha favorable al tratamiento con inoculante.

El precio base del kg de frijol es de 6.60 C\$/kg., obteniéndose una diferencia en beneficio neto de 1 680.27 C\$/ha favorables al tratamiento con inoculante el que presenta menores costos variables, por lo que resulta dominada la tecnología tradicional empleada por el productor.

Tabla 10. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación, en la finca del productor Juan García. Boaco, Apante 1998-1999

	INOCULADA	SIN INOCULAR
Rendimiento medio (kg/ha)	716.95	1 434.00
Rendimientos ajustados 5% (kg/ha)	681.10	1 362.30
Precio de campo de frijol (C\$/kg.)	6.60	6.60
Beneficio Bruto de campo (C\$/ha)	4 495.26	8991.18
Costos variables		
Costo de inoculante (C\$/ha)	65.78	
Costo de mano de obra de inoculación (C\$/ha)	41.66	
Costo de fertilizante (C\$/ha)		638.85
Costo de mano de obra de fertilización (C\$/ha)		250.00
Total de costos que varían (C\$/ha)	107.44	888.85
Beneficio Neto (C\$/ha)	4 387.82	8 102.33
Tasa de Retorno Marginal		475 %

La producción media ajustada al 5 % en la finca del productor Juan García fue de 681.10 kg/ha para el tratamiento inoculado y 1 362.30 kg/ha para el tratamiento sin inocular, obteniéndose una diferencia de 681.2 kg/ha favorable al tratamiento sin inocular, la cual fue fertilizada por el agricultor.

El precio base del kg de frijol es de 6.60 C\$/kg. A pesar de que los costos variables del tratamiento sin inoculante son superiores a los del tratamiento inoculado por el uso de fertilizante, se obtiene una diferencia en beneficio neto de 3 714.51 C\$/ha favorables al tratamiento sin inocular pero fertilizado, con una tasa de retorno marginal de 475%, o sea que, por cada C\$ 1 invertido en fertilizante obtiene C\$ 1 más C\$ 4.75.

Tabla 11. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación, en la finca del productor Francisco Martínez. Boaco, Apante 1998-1999

	INOCULADA	SIN INOCULAR
Rendimiento medio (kg/ha)	2 429.09	2 909.30
Rendimientos ajustados 5% (kg/ha)	2 307.64	2 763.84
Precio de campo de frijol (C\$/kg)	6.60	6.60
Beneficio Bruto de campo (C\$/ha)	15 230.42	18 241.34
Costos variables		
Costo de inoculante (C\$/ha)	65.78	
Costo de mano de obra de inoculación(C\$/ha)	41.66	
Costo de fertilizante (C\$/ha)		638.85
Costo de mano de obra de fertilización(C\$/ha)		250.00
Total de costos que varían (C\$/ha)	107.44	888.85
Beneficio Neto (C\$/ha)	15 122.98	17 352.49
Tasa de Retorno Marginal		285%

En la finca del productor Francisco Martínez la producción media ajustada al 5% en el tratamiento inoculado fue de 2 307.64 kg/ha y en el tratamiento sin inocular fue de 2 763.84 kg/ha, obteniéndose una diferencia de 456.20 kg/ha favorables al tratamiento sin inocular. Cabe destacar que este productor realizó fertilización en el tratamiento sin inocular.

El precio base por kilogramo de frijol es de 6.60 C\$/kg. Los costos variables del tratamiento sin inocular fueron mayores (888.85 C\$/ha) por el uso de fertilizante, con respecto al tratamiento inoculado (107.44 C\$/ha).

Se obtuvo una diferencia de beneficio neto de 2 229.51 C\$/ha favorables al tratamiento sin inoculante con una TRM de 285%, o sea que por cada C\$ 1 que se invirtió en la fertilización se obtuvo C\$ 1 más C\$ 2.85.

Tabla 12. Análisis económico de las parcelas con y sin inoculación, en la finca del productor Leoncio Amador. Boaco, Apante 1998-1999

	INOCULADA	SIN INOCULAR
Rendimiento medio (kg/ha)	1 677.66	1 842.69
Rendimientos ajustados 5% (kg/ha)	1 593.78	1 750.56
Precio de campo de frijol (C\$/kg)	6.60	6.60
Beneficio Bruto de campo (C\$/ha)	10 518.95	11 553.70
Costos variables		
Costo de inoculante (C\$/ha)	65.78	
Costo de mano de obra de inoculación (C\$/ha)	41.66	
Costo de fertilizante (C\$/ha)		638.85
Costo de mano de obra de fertilización (C\$/ha)		250.00
Total de costos que varían (C\$/ha)	107.44	888.85
Beneficio Neto (C\$/ha)	10 411.51	10 664.85
Tasa de Retorno Marginal		28%

La producción media ajustada al 5 % en la finca del productor Leoncio Amador fue de 1 593.78 kg/ha para el tratamiento inoculado y 1 750.56 kg/ha para el tratamiento sin inocular, obteniéndose una diferencia de 156.78 kg/ha favorable al tratamiento sin inocular, la cual fue fertilizada por el agricultor.

El precio base del kg de frijol es de 6.60 C\$/kg. A pesar de que los costos variables del tratamiento sin inoculante son superiores a los del tratamiento inoculado por el uso de fertilizante, se obtiene una diferencia en beneficio neto de 223.3 C\$/ha favorables al tratamiento sin inocular con una tasa de retorno marginal de 28%, o sea que, por cada C\$ 1 invertido en fertilizante obtiene C\$ 0.28 de ganancia.

3.4 Sondeo Sobre la Percepción del Productor Respecto al Inoculante Utilizado Durante la Validación.

Se realizó una encuesta a seis de los nueve productores participantes en la validación de una mezcla de cepas de *Rhizobium* como tratamiento alternativo. Esta muestra representa el 64 % del total de productores participantes en la validación; enfocándose a conocer la percepción que tuvo el productor al hacer uso del inoculante.

A la pregunta ¿Cómo considera el crecimiento del cultivo con la semilla inoculada comparada con la sin inocular? La respuesta de los productores en un 100 % fue que al inicio el crecimiento fue lento pero que al final resultó mejor. Esto quiere decir que los productores pudieron observar una diferencia importante en el cultivo al hacer uso del inoculante.

A la pregunta ¿Cómo considera la presencia de nódulos en las raíces de la planta de frijol? El 66 % (4 de 6) dijo que la presencia de nódulos fue abundante, mientras que el 44 % expresó no observar nódulos, considerándose esto a la falta de investigación y no precisamente a la ausencia de los mismos.

A la pregunta ¿En qué parcela considera que la producción fue mejor? El 83 % (5 de 6) dijo que la producción fue mejor en la parcela inoculada, el 17 % respondió que fue igual.

A la pregunta referente a ¿Cómo considera el inoculante? El 83 % contestaron que el producto es muy bueno y el 17 % respondió que era bueno.

IV. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos y en las condiciones que se realizó el ensayo de validación, podemos concluir que:

1. Al realizar el análisis estadístico de los datos agronómicos, se pudo determinar que los resultados fueron muy similares entre las parcelas inoculada y sin inocular, encontrándose únicamente diferencias estadística en la variable número de vainas por plantas, superando en promedio las parcelas inoculadas a las sin inocular.
2. El índice ambiental obtenido en el análisis estadístico de los rendimientos fue de 1 459.08 kg / ha, resultando superior al promedio nacional que es de 580 kg / ha, lo que significa que las condiciones agroclimáticas y de manejo para el desarrollo del cultivo en la época de apante son muy buenas.
3. Se determinó que en la localidad de Boaco sólo se presentaron tres fincas con ambientes “buenos”, estas fincas son las de los productores Francisco Martínez, Leoncio Amador y Rogelio Rivas.
4. Mediante el análisis económico del presupuesto parcial se logró determinar que en seis fincas la tecnología tradicional resultó dominada. En las otras tres fincas restantes, la tecnología tradicional empleada por el productor a pesar de presentar mayores costos variables, presenta mayores beneficios netos que la nueva tecnología alternativa que se les presenta.
5. La percepción del productor en cuanto al uso del inoculante es buena ya que el 100% de los encuestados manifestó esta consideración.

V. RECOMENDACIONES

1. Validar en las diferentes localidades productoras de frijol el inoculante para conocer con mayor certeza la respuesta que el producto ejerce sobre el frijol común.
2. Validar el producto en distintas épocas de siembra del frijol con el fin de conocer la respuesta del producto a las diversas condiciones agroclimáticas.
3. Realizar ensayos experimentales orientados a determinar la dosis más adecuada a aplicar del producto para lograr una correcta nodulación en las plantas de frijol común.
4. En posteriores ensayos de validación, realizar análisis de suelo que permitan detectar e identificar la presencia de cepas nativas de *Rhizobium*, que pudieran competir con el inoculante utilizado, así como evaluar el contenido de micronutrientes del suelo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aleman , F. & Tercero , I. 1991. Inventario de información generada en agronomía, relaciones Clima-Planta-Hombre en granos básicos. Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica, UNA, Managua, Nicaragua. 72 pág.
- Binder,U. 1997. Manual de leguminosas de Nicaragua. Tomo I. PASOLAC- EAGE.Estelí, Nicaragua. 191 pág.
- Bonilla, J.A. 1990. Efecto del control de malezas y distancias de siembra sobre la cenosis de malezas. Crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Ing. Agr. ISCA. Managua. Nicaragua
- Brock, T. D.& Madigan, M. T. 1993. Microbiología. Sexta edición. Editorial Prentice Hall. México D.F, México. 956 pág.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos , un manual metodológico de evaluación económica . Edición complementaria revisada , México D.F.México. 49 pág.
- Debouk, K.D & Hidalgo, R. 1985. Morfología de la planta del frijol común. En : Investigación y producción. CIAT. Editorial XYZ. Cali, Colombia.
- Domínguez, V. A. 1997. Tratado de fertilización. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España. 613 pags
- FAO. 1985. Manual técnico de la fijación simbiótica del nitrógeno. Leguminosa - Rhizobium . Roma, Italia. 152 pág.

- FAO. 1993. Technical Handbook on Symbiotic Nitrogen Fixation. Roma, Italia. 70 pág.
- Galomo, T.R. 1978. Respuesta de la inoculación y fertilización en cuatro variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la región de Chontalpa. Tabasco, México. Tesis de Ing. Agr. Tabasco. México. ENAP pág 27-32.
- Garassini, L.A. 1967. Microbiología Agraria. Primera edición. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 646 pág.
- Gil, M.F. 1995. Elementos de fisiología vegetal. Relaciones hídricas. Nutrición Mineral, Transporte, Metabolismo. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España. 1147 pág.
- INETER. 1980. Catastro nacional. Proyecto CRIES.
- INETER. 1999. Departamento de estadísticas de meteorología.
- Izquierdo, M. 1989. Respuesta del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación nitrogenada y fosfórica y su interacción. En : I Seminario del Programa Ciencias de las Plantas ISCA – SLU. Managua, Nicaragua, p 37-41.
- MAG-FOR. 1999. Granos Básicos. Epoca de Apante. Avance de Cosecha por Región y Rubro al 31 de Marzo de 1999. Dirección de estadísticas del MAG-FOR. Managua, Nicaragua. Hoja informativa.
- MAG. 1997. Estudio preliminar de la cadena agroalimentaria de maíz y frijol, Managua, Nicaragua. 80 pág.
- Maracay, S.H. 1989. Fields experiments : Choise of desings common characteristics . In Technical handbook of symbiotic nitrogen fixation. FAO, Roma. Italia. Págs 1/6 – 6/6
- Marín, V. 1994. Isolation of improved lines from eigh local landraces of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Nicaragua. Swedish University of Agricultural

Sciences. Uppsala. 19 pág

Mezquita, B.E. 1973 Influencia de algunos componentes morfológicos en el rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis. MSc. Chapingo. México

Miranda, D. J. C & Molina, R. A. J. 1992. Evaluación de cinco cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Managua, Nicaragua. p 15-17

Molina, J. 1992. Estabilidad del rendimiento de dieciséis variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Trabajo de diploma. UNA. Escuela de Producción Vegetal, Managua, Nicaragua. 80 pág.

Muslera, P.E. & Ratera, G.C. 1984. Praderas y Forrajes. Producción y aprovechamiento. Editorial Mundiprensa, Madrid, España. 702 pág.

Parrilla, N. E. & Báez, L.A 1998. Efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* sobre el rendimiento de variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Postrera '97. La Compañía, Carazo. Tesis de Ing Agr. UNA, Managua, Nicaragua 42 pág.

PASOLAC. 1998. Memorias de Gira de Validación y Taller Regional Final de la Guía de Validación. Documento Pasolac. #181, serie técnica 21/ 98, Managua, Nicaragua. 26 pág.

Pedroza, H. 1993. Fundamentos de experimentación agrícola. Editora de Arte. Managua, Nicaragua. 264 pág.

Pedroza, H. & Salazar, D. 1997. Sistemas de análisis estadísticos con enfoque de investigación en finca. Primera edición, EPV- FAGRO-UNA. Managua, Nicaragua. 242 pág.

- Rivera, J. & Tórrez, R. 1998. Efecto de cuatro biofertilizantes (EM- BOCASHI) sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 54 pág.
- Rodríguez, R. 1981. Correlaciones fenotípicas, genotípicas y ambientales en un grupo de líneas de frijol. Revista del Centro Agrícola, Universidad Centro de las Villas. Cuba.
- Rodríguez, D.N. 1996. Inhibición de la nodulación y fijación simbiótica de N_2 en cultivares de Judía (*Phaseolus vulgaris* L.) Chordi Corbo, A. Avances en la investigación sobre la fijación biológica de nitrógeno. Universidad de Salamanca. Salamanca, España. Pags 357-358.
- Sánchez, G.A. & Bermúdez, A. 1998. Impacto de cuatro cepas específicas de *Rhizobium* sobre la producción de cinco variedades de frijol rojo, bajo las condiciones de Chinandega, Managua y Diriomo, en Nicaragua durante las siembras de postrema de 1997. Managua, Nicaragua. 74 pág.
- Sinha, S.K. 1978. Las Leguminosas alimenticias: su distribución, su capacidad de adaptación y biología de los rendimientos. Primera Edición. FAO. Roma, Italia. 123 pag
- Sertain, J.B. Hubbell, D. H. & Menendez, O. 1981. Alternate inoculation methodologies for Bean farmers in Tropical countries. In Biological Nitrogen Fixation Technology for Tropical Agriculture. Compendium. Cali, Colombia. CIAT. 726 pág.

Tapia, H. 1987. Variedades mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) con grano rojo para Nicaragua. Primera edición. ISCA. Dirección de investigación y post grado. Managua, Nicaragua. 26 pág

White, J. 1985. Conceptos Básicos de fisiología de frijol. López, M. Frijol: Investigación y producción. Segunda Reimpresión. Editorial XYZ. Cali, Colombia pag 43-60.

VII ANEXOS

Anexo 1. Comportamiento de la altura de plantas (cm) en las parcelas de validación en frijol común. Boaco. Apante 1998-1999.

PRODUCTOR	P. INOCULADA	P.SIN INOCULAR
1. Francisco Martínez	19.60	11.20
2. Nohemis Siles	13.90	18.20
3. Rogelio Rivas	24.10	29.10
4. Felipe López	13.30	14.60
5. Isidro López	18.30	20.00
6. Roberto Méndez	15.40	15.70
7. Miguel Gaitán	16.00	16.60
8. Juan García	20.20	18.30
9. Leoncio Amador	17.50	11.70

Anexo 2 Comportamiento del diámetro de tallos en cm, parcelas de validación en frijol común, Boaco. Apante 1998-1999.

PRODUCTOR	P. INOCULADA	P.SIN INOCULAR
1. Francisco Martínez	5.31	4.15
2. Nohemis Siles	5.53	5.00
3. Rogelio Rivas	5.85	4.30
4. Felipe López	4.95	4.96
5. Isidro López	6.00	5.10
6. Roberto Méndez	4.80	5.90
7. Miguel Gaitán	5.10	4.10
8. Juan García	5.39	4.34
9. Leoncio Amador	6.85	6.75

Anexo 3 Comportamiento del número de nódulos por planta, parcelas de validación en frijol común, Boaco. Apante 1998-1999.

PRODUCTOR	P. INOCULADA	P.SIN INOCULAR
1. Francisco Martínez	86.00	22.30
2. Nohemis Siles	87.20	50.80
3. Rogelio Rivas	13.00	22.40
4. Felipe López	7.70	40.20
5. Isidro López	32.50	20.70
6. Roberto Méndez	55.00	123.10
7. Miguel Gaitán	23.30	19.40
8. Juan García	2.30	9.60
9. Leoncio Amador	20.00	11.20

Anexo 4 Comportamiento del peso de nódulos (g), parcelas de validación de frijol común, e Boaco. Apante 1998-1999.

PRODUCTOR	P. INOCULADA	P.SIN INOCULAR
1. Francisco Martínez	2.249	1.015
2. Nohemis Siles	0.713	0.846
3. Rogelio rivas	0.765	0.665
4. Felipe López	0.224	0.701
5. Isidro López	0.272	0.348
6. Roberto Méndez	0.966	1.314
7. Miguel Gaitán	1.222	0.447
8. Juan García	0.022	0.361
9. Leoncio Amador	0.449	0.286

Anexo 5 Comportamiento del número de vainas por planta, parcelas de validación en frijol común, Boaco. Apante 1998-1999.

PRODUCTOR	P. INOCULADA	P.SIN INOCULAR
1. Francisco Martínez	19.10	15.60
2. Nohemí Siles	11.90	8.10
3. Rogelio Rivas	15.70	9.90
4. Felipe López	19.60	11.90
5. Isidro López	13.60	9.00
6. Roberto Méndez	12.80	12.70
7. Miguel Gaitán	11.80	7.40
8. Juan García	11.60	11.45
9. Leoncio Amador	17.90	17.00

Anexo 6 Comportamiento del número de granos por vainas, parcelas de validación en frijol común. Boaco. Apante 1998-1999.

PRODUCTOR	P. INOCULADA	P.SIN INOCULAR
1. Francisco Martínez	4.61	6.08
2. Nohemis Siles	6.18	5.15
3. Rogelio Rivas	5.21	5.53
4. Felipe López	6.32	5.69
5. Isidro López	5.56	5.14
6. Roberto Méndez	4.80	5.72
7. Miguel Gaitán	5.40	4.89
8. Juan García	5.08	5.35
9. Leoncio Amador	5.72	4.67