

INFLUENCIA DE LA INOCULACION CON RHIZOBIUM Y LA FERTILIZACION EN LA PRODUCCION DE FRIJOL ARBUSTIVO EN EL ALTIPLANO DE PASTO, COLOMBIA. PARTE II.*

ALBERTO UNIGARRO SANCHEZ *
HERNAN BURBANO ORJUELA **
LUIS MOLINA VALERO ***

RESUMEN

La influencia de la inoculación de Rhizobium y la fertilización en la producción de fríjol arbustivo variedad Diacol Andino, en un suelo del Altiplano de Pasto, Colombia, se determinó mediante un diseño de parcelas divididas en distribución irrestrictamente al azar, en condiciones de invernadero; se utilizaron 84 mates con capacidad de 8,4 Kg los cuales se llevaron a producción y se determinó el número de vainas por planta, número de granos por vaina, número de granos por planta y producción.

Los tratamientos fueron suelo normal y semilla no inoculada, suelo normal y semilla inoculada, y suelo estéril y semilla inoculada; los subtratamientos aplicaciones de N-P-K; B; Mo; N-P-K-B; N-P-K-B-Mo; testigo, las aplicaciones de B y Mo fueron de 2,0 Kg/Ha y 1,5 Kg/Ha, respectivamente.

* Resumen de la Tesis de Grado presentada por el primer autor como requisito para optar al Título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad de Nariño.

** Profesor Asociado, Rector Universidad de Nariño, Pasto, Colombia

*** Profesor Asociado, Facultad de ciencias Agrícolas Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

No se presentaron diferencias en el número de granos por vaina y el número de vainas por planta en los diferentes tratamientos y subtratamientos. La producción fue mayor en condiciones normales.

Las aplicaciones de Mo, incidieron en el número de granos por planta y producción. En general el B tuvo un efecto negativo en todos los casos.

ABSTRACT

The influence of *Rhizobium* inoculation and fertilization upon yield of bush bean, Diacol Andino cultivar was determined under greenhouse conditions. Pod number/plant, grain number/pod, grain number/plant and yield were used response variables.

Used treatments were: normal soil + non inoculated seed, normal soil + inoculated seed, and sterile soil+ inoculated seed. Fertilization consisted of: NPK, NPKB, NPKMo, NPKBMo, B, Mo and a check. B and Mo were applied at rates of 2,0 and 1,5 Kg/Ha respectively.

There were no differences in grain number/pod and pods/plant with either treatment. Yield was higher in normal conditions, i.e. non inoculated seed and non-sterilized soil.

Mo applications showed a great effect on grain number/plant and yield. B had a negative effect in all cases.

INTRODUCCION

Entre los constituyentes del suelo se encuentran los microorganismos, los cuales, a pesar de representar menos del 1% de su volumen total, cumplen funciones que juegan papel importante en la fertilidad y por lo tanto en la productividad agropecuaria (12).

Aparte del nitrógeno suministrado como resultado de una

inoculación eficaz, las leguminosas requieren un balance correcto de otros elementos esenciales. Varios de estos contribuyen a la fijación simbiótica de nitrógeno.

Este trabajo se realizó para evaluar el efecto de la inoculación de *Rhizobium* y la fertilización en la producción de frijón arbustivo, variedad Diacol Andino, en condiciones de invernadero.

REVISION DE LITERATURA

El nitrógeno atmosférico representa el 75% en peso y el 85% en volumen de la atmósfera, sin embargo, el nitrógeno total en los suelos es relativamente escaso (5). La aplicación de abonos o fertilizantes artificiales, lo más que puede hacer es satisfacer las necesidades inmediatas de las plantas en crecimiento. Por esto es importante que ciertas bacterias puedan asimilar y fijar el nitrógeno gaseoso ya sea de la atmósfera o del aire del suelo (14).

Bajo las diferentes formas en que se encuentra en el suelo, el nitrógeno es el elemento más susceptible de transformación por acción microbiana. Estas distintas transformaciones ocurren simultáneamente y en diverso sentido, dando lugar a la formación del ciclo del nitrógeno (12).

Dentro del ciclo del nitrógeno la fijación representa un aporte significativo al nitrógeno de la biosfera y es esencial para el mantenimiento en medios ecológicos estables, debido a que contrarresta las pérdidas por lixiviación, volatilización y denitrificación. El proceso ya sea biológico o industrial requiere de altas cantidades de energía (5).

Para suministrar el inoculante se necesita el estudio comparativo de varias cepas y la selección de una eficiente en fijación de nitrógeno con la planta inoculada

da. El que los microbios sobrevivan poco tiempo en su medio líquido de cultivo, implica la obtención y prueba de un portador. Muchos materiales han sido usados incluyendo la turba o carbón finamente molido y neutralizado con carbonato de calcio. Normalmente en esta mezcla el Rhizobium sobrevivirá en número apreciable hasta seis meses (3,6, 8, 9).

Estudios realizados en un amplio grupo de leguminosas indican que la disponibilidad de carbohidratos frecuentemente limita la fijación. Se estima que entre 3,2 y 17 mg de carbohidrato son consumidos por 1 mg de nitrógeno fijado (7). La diferencia en la capacidad para absorber nitrógeno combinado del suelo antes de la iniciación de la fijación, podría también limitar la fijación en frijoles arbustivos.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en el invernadero de la Universidad de Nariño, Altiplano de Pasto. Se utilizaron 84 materos de 8,4 Kg de capacidad; las muestras de suelo fueron recolectadas de la capa arable (30 cm de profundidad), se escogió un suelo que había sido cultivado con frijol anteriormente, el cual mediante análisis presentaba características de efectividad (15).

Se empleó un diseño de parcelas divididas en distribución irrestrictamente al azar; comprendió tres tratamientos: suelo normal y semilla no inoculada, suelo normal y semilla inoculada y, suelo estéril y semilla inoculada. Los siete subtratamientos correspondieron a aplicaciones de N, P, y K que únicamente cubrieron los requerimientos nutricionales del cultivo, según los criterios del Instituto Colombiano Agropecuario (10), cuando estuvieron involucradas aplicaciones de B y Mo éstas fueron de 2,0 y 1,5 Kg/Ha, respectivamente.

Los subtratamientos considerados fueron: N-P-K; B; Mo; N-P-K-B; N-P-K-Mo; N-P-K-B-Mo y estiogo.

Para el efecto se aplicaron: 15Kg/Ha de N como úrea del 46% de N; 75 Kg/Ha de P_2O_5 como superfosfato triple del 46% de P_2O_5 ; 10 Kg/Ha de K_2O como cloruro de potasio del 60% de K_2O ; 1,5 Kg/Ha de Mo como molibdato de amonio del 54% de Mo y 2 Kg/Ha de B como bórax del 10,5% de B.

La semilla de frijol (Phaseolus vulgaris L.) utilizada fue de la variedad Diacol Andino (13). Las semillas se inocularon con turba que contenía la cepa CIAT 57 de Rhizobium phaseoli, se utilizó goma arábiga del 40% como pegante (40 cc/kg de semilla) y 5 g de inoculante/Kg de semilla.

En cada matero se sembraron 4 semillas, 21 días después de la siembra se raleó a 2 plantas por matero.

El material fue cosechado a los tres meses, y se determinaron los siguientes parámetros de rendimiento: número de vainas por planta, número de granos por vaina, número de granos por planta y producción por planta.

La humedad de los granos se determinó en el Centro Regional de Investigaciones Obonuco del Instituto Colombiano Agropecuario, en un determinador Universal de humedad y los resultados convertidos a 12,5% de humedad.

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza para establecer posibles diferencias. Se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey para aquellas variables que resultaron con diferencias significativas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Número de vainas por planta.

No se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos o subtratamientos, al realizar el análisis de varianza. Los valores promedios para los tratamientos

fueron 6,11; 6,02 y 5,57 vainas por planta para los tra tamientos suelo normal y semilla no inoculada, suelo es téril y semilla inoculada y, suelo normal y semilla ino cultad, respectivamente.

Los subtratamientos presentaron el mayor promedio, sin la aplicación de fertilizantes (testigo) con 7,13 vai nas por planta y el menor de 4,88 con la aplicación de NPK, dentro de los tratamientos suelo normal y semilla no inoculada y, suelo normal y semilla inoculada, res pectivamente. (Figura 1).

Los menores valores en este parámetro se obtuvieron con aplicaciones de NPK dentro de los tratamientos suelo normal y semilla no inoculada y, suelo normal y semi lla inoculada (Figura 1).

Este componente del rendimiento es el más afectado por cualquier tipo de competencia (2). Si se considera que el rendimiento individual esta dado básicamente en función del número de vainas por planta, esto indicaría que, es preferible no tener un número mayor de vainas por planta, pero sí un mayor número de plantas por área; es to permite un incremento de los rendimientos por super ficie.

La abscisión o caída de vainas jóvenes se presenta en una secuencia que opera en dos partes: la primera que con siste en la detención del crecimiento de la vaina y que puede ocurrir a los tres días o después de la ántesis. La segunda, consecuencia de la primera, consiste en la caída del fruto. Sin embargo, el fruto que se cae no lo hace inmediatamente que deja de crecer, sino que el lap so que media entre la detención del crecimiento y la caída es muy variable (11).

Número de granos por vaina.

El análisis de varianza no mostró diferencias al nivel del 5% y 1% de probabilidad entre los tratamientos y sub tra tamientos. Los mayores valores promedios para los tratamientos, se observaron en el suelo normal y semi -

lla no inoculada con 4,03 granos por vaina, menores va lores se obtuvieron con suelo normal y semilla inocula da y, suelo estéril y semilla inoculada, con 3,94 y 3,89 granos por vaina, respectivamente.

Los sub tra tamientos tuvieron valores promedios que fluc tuaron entre 4,23 granos por vaina con la aplicación de NPK dentro del tratamiento suelo normal y semilla no inoculada y 3,56 con la aplicación de B, dentro del tra tamiento suelo estéril y semilla inoculada, (Figura 4)

Los mayores valores se obtuvieron con aplicaciones de molibdeno dentro de los tratamientos suelo normal y se milla inoculada y suelo estéril y semilla inoculada.

Este parámetro es una característica más bien de cada variedad y es escasa la influencia de factores de nu - trición y del medio ambiente.

Número de granos por planta.

Effectuado el análisis de varianza los tratamientos no presentaron diferencias significativas. Los valores promedios que presentaron fueron 24,82; 23,27 y 21,28 granos por planta, para los tratamientos suelo normal y semilla no inoculada, suelo estéril y semilla inocu lada y, suelo normal y semilla inoculada, respectiva mente.

Los promedios de los sub tra tamientos fluctuaron entre 27,87 granos por planta, sin aplicación de fertilizantes (testigo) dentro del tratamiento suelo normal y se milla no inoculada y 18,25 con la aplicación de NPK en el tratamiento suelo normal y semilla inoculada (Figura 2).

De acuerdo a los resultados observados, el molibdeno puede permitir un mejor aprovechamiento de nutrientes N, P y K.

Al realizar el análisis de varianza, se presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos y subtratamientos.

La comparación de medias según la prueba de Tukey para los tratamientos, mostró diferencias al nivel del 5% entre suelo normal y semilla no inoculada con un promedio de 10,44 g y suelo normal y semilla inoculada con 9,52g. No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos suelo normal y semilla no inoculada y suelo estéril y semilla inoculada, además de los tratamientos suelo estéril y semilla inoculada y suelo normal y semilla inoculada.

La producción promedio fluctuó entre 11,56 g con la aplicación de NPKMo del tratamiento suelo normal y semilla inoculada de 7,07 g con la aplicación de NPK para el tratamiento suelo normal y semilla inoculada. (Figura 2).

Los mayores valores se obtuvieron con aplicaciones de NPKMo dentro de los tratamientos suelo normal y semilla no inoculada y, suelo normal y semilla inoculada. Los menores valores con la aplicación de B en los tratamientos suelo normal y semilla no inoculada y suelo estéril y semilla inoculada. (Figura 2).

El peso de 100 granos por otra parte, no presentó diferencias entre tratamientos, siendo éste el componente de rendimiento más estable y que menos se afecta bajo cualquier condición (2). De acuerdo a los valores observados, el tamaño del grano se considera como semilla grande (4).

Al parecer con la cepa inoculada de Rhizobium phaseoli más la actividad de las cepas nativas, hay mayor vigor de las plantas en cuanto a la altura y número de hojas, lo cual puede, en un momento dado, constituir un factor adverso para el tamaño de los granos.

El molibdeno, al influir en el mejor efecto nutricional de N, P y K, permitió un mayor número de granos por planta haciendo que la producción de granos se incrementara.

CONCLUSIONES

1. En los parámetros de rendimiento estudiados, la adición de NPK produjo los valores más bajos para los tratamientos considerados, siendo menores para el suelo normal y semilla inoculada.
2. Con la aplicación de molibdeno, los parámetros de rendimiento, presentaron los mayores incrementos.
3. El número de granos por vaina y especialmente el peso de 100 granos no registran diferencias.

LITERATURA CITADA

1. DIAZ, M. y KOHASHI, S. Distribución de la materia seca en el frijol (Phaseolus vulgaris L.) bajo condiciones de campo. Turrialba (Costa Rica) 32 (1): 19-27. 1982.
2. FAIGUENBAUM, M. Análisis del crecimiento y los rendimientos del frijol en relación a densidades poblacionales. In Seminario de Leguminosas de Grano, 2º., Santiago de Chile, pp. 30-57. 1981.
3. FISCHER, A. y TASISTRO, A. Efecto de diversos herbicidas sobre simbiosis Rhizobium phaseoli-Phaseolus vulgaris. Chapingo (México). 31-32: 53-6. 1981.
4. FLOR, C. Factores agronómicos en el manejo de ensayos de rendimiento del frijol. In Curso sobre cultivo de frijol, Cali, (Colombia). CVC. p. irr. 1983.
5. GONZALEZ, N., DE y YUNDA, A., DE. Efecto de la inoculación, fertilización y encalado sobre la fijación simbiótica de nitrógeno, en cultivos de arveja (Pisum sativum) y trébol (Trifolium re-

CUADRO 1. Datos promedios por planta de cuatro replicaciones de las variables objeto de estudio en frijol DIACOL ANDINO bajo condiciones de invierno en un suelo del altiplano de Pasto.

SUBTRATAMIENTOS	TRATAMIENTO: Suelo normal y semilla no inoculada		PRODUCCION (g)
	NUMERO DE GRANOS/VAINA	NUMERO DE GRANOS/PLANTA	
NPK	4,23	21,50	9,04
NPKB	4,21	26,33	10,19
NPKMO	4,07	26,51	11,56
NPKBMO	4,11	20,48	10,19
B	3,93	25,32	10,09
MO	3,96	25,74	11,02
Testigo	3,72	27,84	10,97
Promedio	4,03	24,82	10,44

SUBTRATAMIENTOS	TRATAMIENTO: Suelo normal y semilla inoculada		PRODUCCION (g)
	NUMERO DE GRANOS/VAINA	NUMERO DE GRANOS/PLANTA	
NPK	3,75	18,25	7,07
NPKB	3,67	20,50	8,49
NPKMO	4,10	25,36	10,67
NPKBMO	4,00	24,24	9,50
B	3,86	20,25	8,04
MO	4,22	21,87	9,00
Testigo	3,96	22,13	8,88
Promedio	3,94	21,80	8,52

Continúa

TRATAMIENTO: Suelo normal y semilla inoculada

SUBTRATAMIENTOS	TRATAMIENTO: Suelo normal y semilla inoculada		PRODUCCION (g)
	NUMERO DE GRANOS/VAINA	NUMERO DE GRANOS/PLANTA	
NPK	57,5	151,1	59,6
NPKB	59,9	151,1	82,11
NPKMO	59,9	151,1	96,01
B	59,9	151,1	96,01
MO	59,9	151,1	96,01
Testigo	59,9	151,1	96,01
Promedio	59,9	151,1	96,01

Continúa

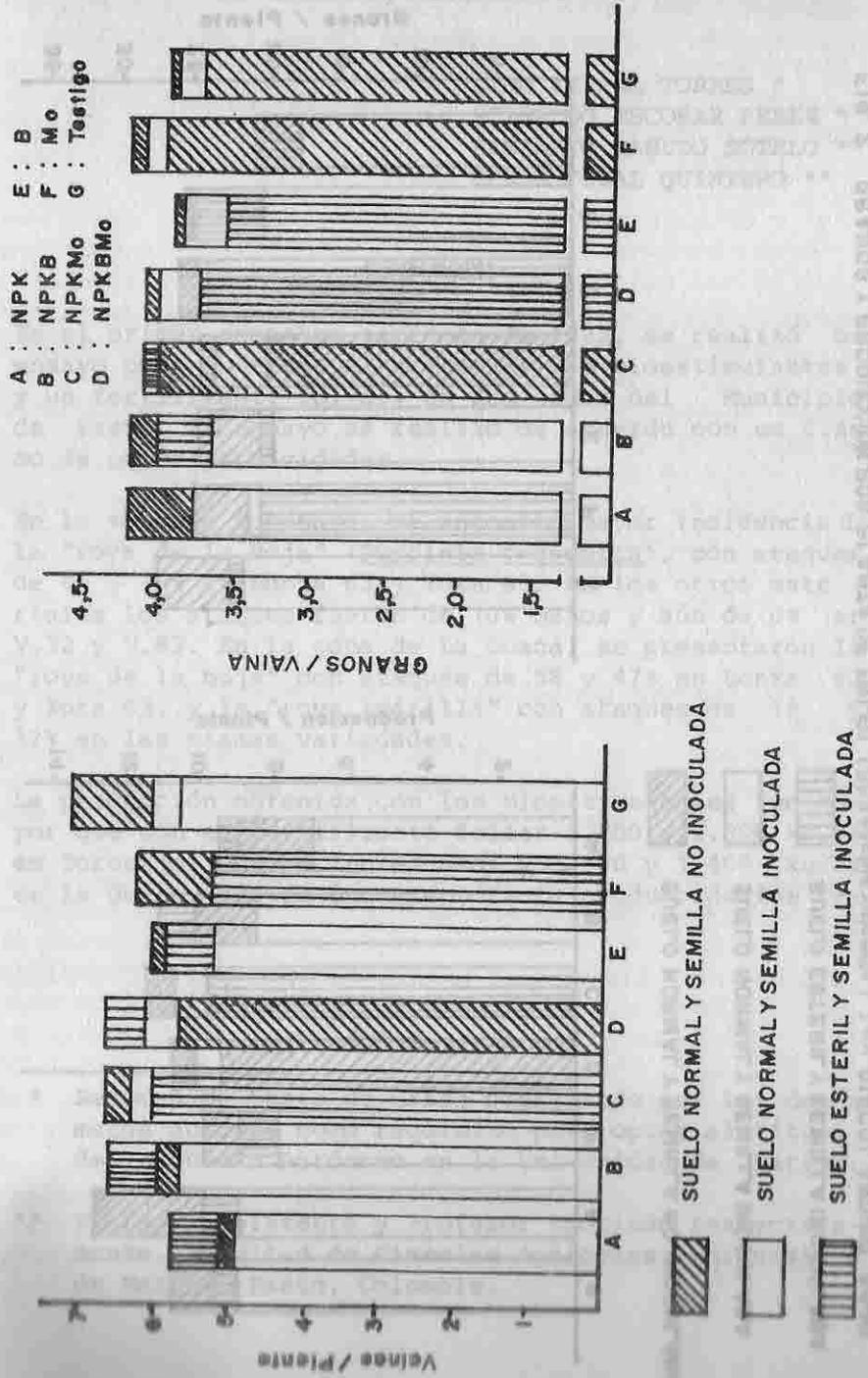


FIG. 1 VAINAS POR PLANTA Y GRANOS POR VAINA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. DIACOL ANDINO, BAJO CONDICIONES DE INVIERNO

CUADRO 2. Cuadros medios de las variables en frijol DIACOL ANDINO, bajo condiciones de invierno

CUADROS MEDIOS	TRA-TAMIENTOS	ERROR (a)	SUB-TOTALES	SUB-TRATAMIENTOS	INTERACCION	ERROR (b)
Número de Granos/vaina	0,15 NS	0,07	0,08	0,18 NS	0,15 NS	0,13
Número de granos/planta	63,88NS	15,26	24,10	33,58*	18,48 NS	10,48
Número de vainas/planta	2,31 NS	1,32	1,50	1,85NS	0,86NS	0,98
Producción en granos/planta	20,21**	1,84	4,88	6,44**	2,09NS	1,94

NS No significativo
 * Significativo al nivel del 5% de probabilidad
 ** Significativo al nivel del 1% de probabilidad