

INFLUENCIA DE LA INOCULACION CON *Rhizobium* Y DE LA FERTILIZACION EN LA FIJACION DE NITROGENO POR FRIJOL EN EL ALTIPLANO DE PASTO, COLOMBIA. PARTE I. *

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

RESUMEN

Se determinó la influencia de inoculación de *Rhizobium* (cepa CIAT 57) y fertilización en la fijación de nitrógeno en frijol arbustivo variedad Diacol Andino, en condiciones de invernadero. Se usó un diseño de parcelas divididas en distribución irrestrictamente al azar.

En la época de floración, se determinó el peso seco de las raíces, nódulos, parte aérea, altura, aérea foliar y botones florales, lo mismo que el porcentaje de proteína en la parte aérea y la incorporación de N-atmosférico. Los tratamientos fueron suelo normal y semilla no inoculada, suelo normal y semilla inoculada y, suelo estéril y semilla inoculada; los subtratamientos consistieron en aplicaciones de N-P-K; B; Mo; N-P-K-B; N-P-K-Mo; N-P-K-B-Mo; testigo. Las aplicaciones de B y Mo fueron de 2,0 y 1,5 Kg/Ha, respectivamente.

Cuando se inoculó la semilla hubo incremento del número de botones florales, peso de la materia seca de los

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

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

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

nódulos, altura y hojas por planta.

Las aplicaciones de Mo incidieron en el incremento del peso de la materia seca de la parte aérea y N-total del suelo. El B tuvo un efecto negativo en todas las variables estudiadas.

ABSTRACT

The influence of Rhizobium (CIAT 57 isolate) Inoculation and fertilization upon nitrogen fixation was determined in bush bean, Diacol Andino cultivar, under greenhouse conditions.

Root, nodule and aerial part, dry, weight, foliar area and blossoms were determined at flower stage, as well as protein percent in the aerial part and atmospheric-N incorporation.

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

Inoculation of seed produced an increase of number of blossoms, nodule dry weight, height and leaves per plant.

Mo applications influenced aerial part, dry weight and total-N of soil. B had a negative incidence on the variables.

INTRODUCCION

El frijol es una especie cultivada y consumida por la población del Altiplano de Pasto. Sin embargo, la fertilización y la inoculación con Rhizobium no se han estudiado en forma conjunta en esta región.

Por lo expresado, se realizó la presente investigación,

con el objeto de conocer la incidencia de estas prácticas en los niveles de fijación de nitrógeno y en la producción del cultivo, en condiciones de laboratorio e invernadero.

REVISION DE LITERATURA

El proceso de fijación biológica, de nitrógeno consiste en la conversión del N₂ de la atmósfera, a una forma combinada por acción de un microorganismo. De esta manera el N₂ de la atmósfera que no puede ser utilizado por las plantas pasa a una forma que sí puede ser utilizada por la planta directa o indirectamente (10).

Una notable especificidad en la efectividad de la nodulación es evidente entre géneros, especies y líneas en las leguminosas tropicales de interés agrícola. Gibson, citado por de González (4), manifiesta que esta incompatibilidad genética sugiere la precaución que debe observarse al seleccionar cepas que van a ser usadas como inoculantes comerciales.

De acuerdo a Bhaduri, citado por Cuautle y colaboradores (2), bajo condiciones de crecimiento satisfactorias para la planta y la bacteria, el máximo número de nódulos desarrollados sobre una masa de raíz está limitado por factores inherentes a la cepa bacteriana y también a la planta hospedera, en los cuales, las condiciones genéticas pueden alterar el número de nódulos producidos por una cepa bacteriana dada.

En la actualidad, en América Latina la inoculación del frijol está adquiriendo gran importancia. No obstante el 60% de los estudios efectuados hasta el momento, no ha dado respuesta a la inoculación (6). Aunque es fácil demostrar aumentos en el desarrollo y rendimiento del frijol después de la inoculación en condiciones de invernadero, la mayoría de las pruebas de campo no consiguen respuesta a la inoculación (5).

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó bajo condiciones de invernadero, en el Altiplano de Pasto, (Colombia) a una altitud de 2.560 msnm. Se utilizaron 84 materos de 8,4 Kg de capacidad en el ensayo parcial, a los 42 días que correspondió al inicio de la floración.

Las muestras de suelo fueron recolectadas de la capa arable (30 cm de profundidad). Se escogió un suelo que previamente había sido cultivado con frijol, el cual presentaba características de efectividad (16). Las muestras se secaron al aire y se tamizaron por una malla de 5 mm con el objeto de facilitar el lavado de raíces; se realizó un análisis físico-químico del mismo para obtener la información necesaria para llevar a cabo una fertilización adecuada.

Se empleó un diseño de parcelas divididas en distribución irrestrictamente al azar, con 3 tratamientos que consistieron en suelo normal y semilla no inoculada, suelo normal y semilla inoculada y, suelo estéril y semilla inoculada. Los 7 subtratamientos fueron: testigo; N-P-K; N-P-K-B; N-P-K-Mo; B; Mo; N-P-K-B-Mo; las aplicaciones de N, P y K únicamente cubrieron los requerimientos nutricionales del cultivo (7).

Para el efecto se aplicaron 15 Kg/Ha de N como urea del 46%; 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_5 ; 1,5 Kg/Ha de Mo como molibdato de amonio del 54% de Mo y 2,0 Kg/Ha de B como borax del 10,5% de B.

Se utilizó la variedad del frijol Diacon Andino y la inoculación se hizo mediante la peletización con turba inoculada con la cepa CIAT 57 de Rhizobium phaseoli.

En cada matero se sembraron 4 semillas; 21 días después de la siembra se raleó dejando 2 plantas.

Las variables de respuesta fueron: a) producción de materia seca, cosechando y secando las plantas a partir de los 42 días cuando se inició la floración; b) producción de nódulos, separándolos de la raíz y secándolos; c) porcentaje de nitrógeno en la parte aérea de las plantas obtenidas por el método Kjeldahl (16); d) nitrógeno total del suelo, analizado por el método Kjeldahl (12).

Para la medición de altura de las plantas se tomó la longitud comprendida desde el cuello de la raíz hasta la estipela más alta, se contabilizaron los botones florales; posteriormente se cortó la parte aérea a ras del suelo, separando las hojas -la lámina únicamente- para determinar el área foliar. Se separó el suelo de las raíces mediante un chorro suave de agua, tomando una porción de suelo para determinación de N-total. Los nódulos se desprendieron de las raíces usando pinzas. Después de separadas cada una de las partes, se lavaron con agua destilada y desmineralizada, se colocaron en bolsas de papel previamente perforadas y se llevaron a la estufa a 70°C durante 48 horas.

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianzas para establecer posibles diferencias. Para el análisis de regresión, se hicieron correlaciones lineales, de acuerdo a la técnica utilizada para tal efecto.

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso de la materia seca de las raíces

El tratamiento que presentó mayor peso con valor promedio de 2,28 g fue en el suelo normal y semilla inoculada, seguido del suelo estéril y semilla inoculada, y suelo normal y semilla no inoculada con un valor promedio de 2,23 y 1,89 g, respectivamente; el análisis de varianzas no mostró diferencias entre éstos. Los subtratamientos, tampoco presentaron diferencias significati-

vas (Cuadros 1, 3).

Los valores promedios para los subtratamientos fluctuaron entre 2,77 g obtenido en el testigo dentro del tratamiento con suelo normal y semilla inoculada, que fue el que obtuvo el mayor peso en los tratamientos, y 1,66 g con B dentro del tratamiento suelo normal y semilla no inoculada que a su vez presentó el menor peso dentro de los tratamientos. (Cuadro 1).

Al no presentarse diferencias significativas entre tratamientos y subtratamientos, se podría pensar que el fenómeno de fijación simbiótica y la fertilización basal no influyeron en un mayor crecimiento de las raíces. Esto permite suponer que el suelo donde se sembró el frijol variedad Diacol Andino, tiene una fertilidad tal para permitir el desarrollo normal de las raíces.

Sin embargo, al observar el peso seco de las raíces en los diferentes tratamientos, cuando se realizó la inoculación de *Rhizobium* en un suelo normal o estéril, hubo tendencia a incrementar el peso de las raíces, porque al parecer la cepa inoculada es más efectiva que las nativas, realiza una mejor fijación, y por lo tanto, permite mayor vigor de la planta en todos sus órganos vegetativos.

Peso de la materia seca de los nódulos.

Estos datos presentaron una elevada variabilidad experimental (C.V. = 228,17%). Pero, dado que las tendencias observadas en el estudio de estos datos presentan una alta correspondencia con los resultados de los otros parámetros, se consideró de interés proceder de todas formas a la comparación estadística de los valores, hechas las respectivas reservas.

El análisis de varianza registró diferencias significativas entre tratamientos. Los tratamientos suelo normal y semilla inoculada, y suelo estéril y semilla inoculada presentaron diferencias al 5% de probabilidad

con un valor promedio de 0,0936 g y 0,0261 g con el tratamiento suelo normal y semilla no inoculada con 0,0182 g. No se presentaron diferencias entre los tratamientos suelo normal y semilla inoculada, y suelo estéril y semilla inoculada, al realizar la prueba de Tukey para la comparación de medias. (Cuadros 1,3).

El análisis de varianza no mostró diferencias entre los subtratamientos. El mayor valor promedio, dentro de los subtratamientos se obtuvo con la aplicación de NPKMo 0,2536 g dentro del tratamiento suelo normal y semilla inoculada, el menor valor 0,0081 g con B, dentro del tratamiento suelo normal y semilla no inoculada (Cuadro 1).

De acuerdo a los resultados obtenidos en los tratamientos, se vuelve a notar la efectividad en la nodulación de la cepa de *Rhizobium* utilizada, la cual no tiene tanta competencia con las cepas nativas, que parecen competir entre sí y, posiblemente están cumpliendo en el suelo mayor actividad saprofitica que simbiótica.

Altura de la planta

Al realizar el análisis de varianza se encontraron diferencias al 1% de probabilidad entre tratamientos. De acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos suelo normal y semilla inoculada 26,87 cm, y suelo normal y semilla no inoculada 23,30 cm, con relación al tratamiento suelo estéril y semilla inoculada 22,45 cm. No se presentaron diferencias significativas entre suelo normal y semilla inoculada y, suelo normal y semilla no inoculada (Cuadros 1,3).

El aporte de nitrógeno a la planta como producto de la simbiosis ayuda a un mejor desarrollo longitudinal de la parte aérea, el cual es estadísticamente notorio cuando actúan todas las cepas de *Rhizobium* existentes en el suelo, sin haber efecto competitivo de las cepas nativas respecto a la cepa utilizada.

Número de hojas por planta.

El análisis de varianza mostró diferencias significativas al 5% de probabilidad entre tratamientos. Al realizar la prueba de Tukey, el tratamiento suelo normal y semilla inoculada con 32,95 hojas, presentó diferencias significativas con el tratamiento suelo estéril y semilla inoculada con 25,04 hojas. No se presentaron diferencias entre suelo normal y semilla inoculada y, suelo normal y semilla no inoculada, además no hubo diferencias entre los tratamientos suelo normal y semilla no inoculada y suelo estéril y semilla inoculada. El análisis de varianza tampoco mostró diferencias entre subtratamientos. (Cuadros 1, 3).

La diferencia entre tratamientos respecto al número de hojas, en parte se puede relacionar con la altura, es decir, plantas más altas en el tratamiento suelo normal y semilla no inoculada, tiende a una mayor presencia de hojas. Sin embargo, al no existir diferencias respecto al suelo normal y semilla inoculada, puede suponerse que la fertilización en conjunto influye en la producción de hojas. Además el número elevado de hojas por planta, aumenta la eficiencia de la planta como un todo (1).

Número de botones florales por planta.

El análisis de varianza mostró diferencias al 5% de probabilidad entre los tratamientos. Efectuado el análisis por medio de la prueba de Tukey el tratamiento suelo normal y semilla inoculada con un valor promedio de 50,66 botones florales, presentó diferencias al 5% con el suelo normal y semilla no inoculada con 38,71 botones, este último con el suelo estéril y semilla inoculada con 40,41 botones no presentó diferencias significativas. Tampoco hubo diferencias entre suelo normal y semilla inoculada y suelo estéril y semilla inoculada. (Cuadro 1,3).

En el frijol como en otras plantas, el rendimiento está afectado severamente por la caída de las flores y/

yemas florales como de los frutos antes de completar su desarrollo. El fenómeno de caída de las flores o abscisión es un factor importante en el rendimiento. En Phaseolus vulgaris L. se ha verificado que bajo condiciones óptimas de crecimiento y desarrollo, la caída de órganos reproductivos alcanza un promedio de 75% (11).

Los resultados obtenidos entre los tratamientos parecen indicar que la cepa de Rhizobium CIAT 57 es más eficiente que las nativas para aportar nitrógeno a las plantas, lo cual se traduce en un menor aborto floral. Para el cálculo del aborto floral, se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{Porcentaje de aborto floral} = \frac{\text{Vainas por planta}}{\text{Botones florales}} \times 100$$

Peso de la materia seca de la parte aérea

Los tratamientos no presentaron diferencias significativas al realizar el análisis de varianza, éste mostró diferencias al 5% de probabilidad entre subtratamientos. Los valores promedios para los tratamientos fueron 4,10 g para el suelo normal y semilla inoculada; 3,7 g para el suelo normal y semilla no inoculada, y 2,89 g para el suelo estéril y semilla inoculada. (Cuadros 1,3)

Al comparar los promedios de los subtratamientos por medio de la prueba de Tukey se obtuvieron diferencias entre las aplicaciones de NPKMo con un promedio de 4,0 g y B con un promedio de 2,88 g. No se observaron otras diferencias significativas. (Cuadro,1).

El molibdeno al permitir mayor aprovechamiento de N, P y K, permite un mayor peso de la parte aérea. El boro sólo, tiene un efecto negativo, al parecer por causa de fitotoxicidad.

Correlación simple entre variables estudiadas.

Se encontró una correlación altamente significativa en-

tre materia seca de los nódulos y materia seca de la parte aérea; materia seca de las raíces y materia seca de la parte aérea; materia seca de las raíces y altura; materia seca de los nódulos y altura; materia seca de las raíces y área foliar; además se presentaron correlaciones significativas entre materia seca de los nódulos y materia seca de las raíces, para el tratamiento suelo normal y semilla no inoculada (Cuadro, 2).

Para el tratamiento suelo normal y semilla inoculada se presentaron las siguientes correlaciones al 1% de probabilidad: materia seca de las raíces y materia seca de la parte aérea y, materia seca de las raíces y área foliar (Cuadro, 2).

Es de esperar un incremento en la materia seca de la parte aérea, materia seca de las raíces y altura, al incrementarse la materia seca de los nódulos para los tratamientos suelo normal y semilla no inoculada y, suelo estéril y semilla inoculada, ya que al actuar simultáneamente las bacterias nativas y las introducidas es de esperar un mayor incremento de la materia seca de los nódulos.

Al aumentar el peso de la materia seca de la raíz, se espera un incremento de la materia seca de la parte aérea y el área foliar, para los tratamientos considerados en este trabajo.

Porcentaje de proteína en la parte aérea.

El análisis de N -proteínico se realizó de la materia seca de la parte aérea (tallos, ramas, yemas, hojas, etc.) ya que el nitrógeno se acumula en más de las tres cuartas partes en el follaje, mas no en las raíces (14).

El análisis de varianza mostró diferencias al nivel del 5% de probabilidad en la interacción entre tratamientos y subtratamientos. No se encontraron diferencias entre tratamientos y subtratamientos, al nivel del 5% y 1% de probabilidad. (Cuadro, 3).

Al realizar la prueba de Tukey, por ser mínimas las diferencias, además de ser poco sensible la prueba, no se encontraron diferencias en la interacción tratamientos y subtratamientos, aunque el análisis de varianza mostró diferencias al 5%. (Cuadro, 1,3).

Los subtratamientos presentaron valores promedios de 24,41% sin aplicación de fertilizante (testigo) en el tratamiento suelo normal y semilla no inoculada y, 21,66% en el mismo subtratamiento para el tratamiento suelo estéril y semilla inoculada, lo cual indica que el rango de variación del porcentaje de proteína de la parte aérea, no fue amplio. (Cuadro 1).

Nitrógeno total en el suelo.

No se presentaron diferencias al nivel del 5% y 1% de probabilidad entre los tratamientos, al realizar el análisis de varianza, éste presentó diferencias al nivel del 1% de probabilidad entre subtratamientos. (Cuadro, 3)

El contenido de N-total para los tratamientos suelo normal y semilla no inoculada, suelo normal y semilla inoculada y, suelo estéril y semilla inoculada, presentó valores promedios de: 10.388 Kg/Ha, 10.244,14 Kg/Ha. y 10.160,86 Kg/Ha, respectivamente. (Cuadro, 1).

Al realizar la prueba de Tukey entre los subtratamientos la aplicación de NPKBMo con un promedio de 10.464,32 kg/ha y el testigo con 9.968,24 Kg/Ha presentaron diferencias significativas al nivel del 1%. Se presentaron diferencias al nivel del 5% de probabilidad entre aplicaciones de NPK con un promedio de 10.773,16 Kg/Ha y aplicaciones de NPKMo con 10.349,9 Kg/Ha y Mo con un promedio de 10.328,64 Kg/Ha con respecto al testigo, con un promedio de 9.968,24 Kg/Ha. No se presentaron otras diferencias, entre los demás subtratamientos. (Cuadros 1,3).

Las mayores incorporaciones de nitrógeno, se obtuvieron con la aplicación de NPKBMo con 98,79 y 94,13 Kg/Ha dentro de los tratamientos suelo normal y semilla no inocu

lada y suelo estéril y semilla inoculada, respectivamente. Los menores valores se obtuvieron cuando no se aplicó fertilizante. (Cuadro, 1).

CONCLUSIONES

1. El rendimiento en biomasa fue afectado con aplicaciones de boro.
2. Al analizar las partes vegetativas (raíz, flores, nódulos, altura, hojas y peso aéreo), los valores más altos se obtuvieron dentro del tratamiento suelo y semilla inoculada.
3. Los nódulos y las raíces fueron los parámetros que más se relacionaron con las variables estudiadas.
4. Los valores promedios de incorporación de nitrógeno al suelo para los diferentes tratamientos fueron de 61,88 Kg/Ha para suelo estéril y semilla inoculada, 70,38 Kg/Ha en el suelo normal y semilla inoculada y 84,92 Kg/Ha en suelo normal y semilla no inoculada.
5. En las correlaciones obtenidas, la materia seca de las raíces y materia seca de la parte aérea, dependen básicamente de la mayor absorción o no de los fertilizantes aplicados, más no de los tratamientos, lo que no ocurre con otras variables en donde influye decididamente la inoculación.

LITERATURA CITADA

1. ASCENCIO, J. y FARGAS, J. Análisis de crecimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L. var. "Turrialba 4") cultivado en solución nutritiva. Turrialba (Costa Rica) 23 (4): 420-427. 1973.
2. CUAUTLE, F., NUÑEZ, E. y VALDES, M. Efecto de la

fertilización, fumigación del suelo e inoculación con Rhizobium, sobre la nodulación, contenido de nitrógeno y rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en Chapingo, México. Agrocien - cia (México) 43: 19-35. 1981.

3. FISCHER, A. y TASISTRO, A. Efecto de diversos herbicidas sobre la simbiosis Rhizobium phaseoli - Phaseolus vulgaris. Chapingo (México) 31-32: 53-60. 1981.
4. GONZALEZ, N., DE. Fijación simbiótica de nitrógeno por plantas leguminosas: aspectos biológicos. Suelos Ecuatoriales (Colombia) 12 (2): 18-27. 1983.
5. GRAHAM, P. Variación entre cultivares de Phaseolus vulgaris en la fijación simbiótica de nitrógeno y estrategias para el desarrollo de variedades mejoradas con amplia fijación. Cali, (Colombia): Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1978. 22 p. Serie SE-17-78.
6. _____ . Nitrógeno: fuentes químicas y biológicas en la fertilización del frijol. Cali, (Colombia), Centro Internacional de Agricultura Tropical, 24 p. 1979.
7. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Fertilización en diversos cultivos, cuarta aproximación. Tibaitatá, (Colombia). 61 p. Manual de Asistencia Técnica Nº 25. 1982.
8. KOHASHI-SHIBATA, J. Fisiología. In Engleman, E.M., ed. Contribuciones al conocimiento del frijol (Phaseolus) en México. Chapingo, (México), Colegio de Postgraduados, pp. 39-57. 1979.
9. LEIDI, O. y GOMEZ, M. Estudio de la influencia de nitratos sobre el crecimiento y fijación simbiótica de nitrógeno en plantas de judía (Phaseolus vulgaris L.). Anales de Edafología y Agrobiología (España) 39 (11-12): 2175-2197. 1980.

10. MUNEVAR, F. Principales procesos microbiológicos en el suelo y su función en la productividad a gropecuaria. In Fertilidad de Suelos y Fertilizantes. Instituto Colombiano Agropecuario, (Colombia). pp. 63-87. Compilación del curso N° 45. 1982.
11. RESTREPO, J. y LAING, R. Conceptos básicos en la fisiología del frijol. Cali, (Colombia), Centro Internacional de Agricultura Tropical, 24 p. 1979.
12. SILVA, F., OLARTE, I. y MUÑOZ, B., DE. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. 3a. ed. Bogotá, Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (Colombia), 139 p. 1975.
13. SILVESTRE-BRADLEY, R. Perspectivas en la investigación en la fijación de nitrógeno en suelos tropicales. Suelos Ecuatoriales (Colombia) 13 (2): 45-50. 1983.
14. TEUSCHER, H. y ADLER, R. El suelo y su fertilidad. México, C.E. C.S.A. 510 p. 1979.
15. TRIGOSO, R. y FASSBENDER, H. Efecto de aplicaciones de Ca + Mg, P, Mo y B sobre la producción y fijación de nitrógeno de cuatro leguminosas tropicales, Turrialba (Costa Rica) 23 (2): 172-180. 1973.
16. VICENT, M. Manual práctico de rizobiología. Trad. del inglés por Carlos Batthyany. Buenos Aires, (Argentina), Hemisferio Sur. 200 p. 1975.

CUADRO 1. Datos promedios de las variables objeto de estudio en frijol "Diacol Andino", bajo condiciones de invernadero.

SUB-TRATAMIENTOS	PESO RAÍZ (g) *	PESO NODULOS (g) *	ALTURA (cm)	NUMERO HOJAS	NUMERO BOTONES FLORALES	PROTEINA (%)	N-Total (Kg/Ha)	PESO AEREO (g) *
TRATAMIENTO: Suelo normal y semilla no inoculada								
NPK	1,85	0,0138	22,00	24,88	36,63	23,28	10.517,32	2.80
NPKB	1,71	0,0201	23,13	25,63	45,15	22,51	10.460,08	3,00
NPKMo	2,04	0,0363	25,00	31,13	36,38	23,34	10.328,64	4,45
NPKMoB	1,80	0,0150	23,38	28,38	41,63	23,78	10.527,92	3,14
B	1,66	0,0081	22,04	24,63	34,25	22,78	10.470,68	2,62
Mo	1,94	0,0121	24,65	28,00	41,25	23,60	10.515,20	2,99
Testigo	2,27	0,0223	22,90	27,38	35,63	24,41	9.904,64	3,22
Promedio	1,89	0,0182	23,30	27,14	38,71	23,38	10.388,00	3,17
TRATAMIENTO: Suelo normal y semilla inoculada								
NPK	2,01	0,2225	29,40	33,88	50,25	22,28	10.343,48	3,76
NPKB	1,72	0,0184	25,38	31,38	47,00	23,91	10.195,08	3,52
NPKMo	2,27	0,2536	28,28	36,25	58,63	24,08	10.400,72	4,45
NPKMoB	2,35	0,0341	26,50	32,00	56,00	22,45	10.381,64	4,48
B	2,57	0,0379	25,31	30,88	45,88	22,29	10.144,20	3,60
Mo	2,29	0,0374	26,00	31,25	46,88	23,31	10.460,08	3,80
Testigo	2,77	0,0510	27,25	35,00	50,00	22,27	9.781,68	5,08
Promedio	2,28	0,0936	26,87	32,95	50,66	22,94	10.243,84	4,10

Sigue

LOSVID. Toljif ue selqeriva sop etrua (r) noicelateleat ep setunenicefies 2. CUADRO

Coeficiente de correlacion entre el peso de la semilla inoculada y el peso de la materia seca de la parte aérea.

VALOR DE	REGRESION		EQUACION DE REGRESION	TRATAMIENTO	VARIABLES CONFRONTADAS
	X	Y			
**565,0	X 68,65 + 80,2 = Y	Y 2,89 + 0,0261 = X	X 68,65 + 80,2 = Y	seca y materia seca de la parte aérea	seca y materia seca de la parte aérea
**497,0	X 83,1 + 95,0 = Y	Y 2,61 + 0,0236 = X	X 83,1 + 95,0 = Y	seca y materia seca de la parte aérea	seca y materia seca de la parte aérea
**39,0	X 75,1 + 48,0 = Y	Y 2,42 + 0,0169 = X	X 75,1 + 48,0 = Y	seca y materia seca de la parte aérea	seca y materia seca de la parte aérea
**22,0	X 0,82 + 46,12 = Y	Y 2,74 + 0,0187 = X	X 0,82 + 46,12 = Y	seca y materia seca de la parte aérea	seca y materia seca de la parte aérea
**647,0	X 72,3 + 13,71 = Y	Y 2,74 + 0,0187 = X	X 72,3 + 13,71 = Y	seca y materia seca de la parte aérea	seca y materia seca de la parte aérea
**595,0	X 0,87 + 29,1 = Y	Y 2,89 + 0,0261 = X	X 0,87 + 29,1 = Y	seca y materia seca de la parte aérea	seca y materia seca de la parte aérea
**19,0	X 66,0 + 18,81 = Y	Y 2,89 + 0,0261 = X	X 66,0 + 18,81 = Y	seca y materia seca de la parte aérea	seca y materia seca de la parte aérea
**619,0	X 0,1 + 85,1 = Y	Y 2,89 + 0,0261 = X	X 0,1 + 85,1 = Y	seca y materia seca de la parte aérea	seca y materia seca de la parte aérea

Continuación Cuadro 1

SUB-TRATA MIENTO	PESO RAIZ (g) *	PESO NÓDULOS (g) *	ALTURA (Cm)	NUMERO HOJAS	NUMERO BOTONES FLORALES	PROTEINA (%)	N-TOTAL (KG/HA)	PESO AEREO (g) *
TRATAMIENTO: Suelo estéril y semilla inoculada								
NPK	2,70	0,0429	22,95	27,38	43,63	22,65	10.256,56	3,03
NPKB	2,63	0,0187	22,74	25,25	48,13	23,09	9.891,92	2,74
NPKMo	2,04	0,0275	23,43	26,38	38,63	22,83	10.322,28	3,10
NPKMo	2,25	0,0258	21,75	25,00	41,50	23,64	10.481,28	3,21
B	1,76	0,0169	20,86	22,75	43,25	22,52	9.930,08	2,42
Mo	2,48	0,0273	22,69	23,25	34,63	23,60	10.012,76	3,15
Testigo	1,76	0,0236	22,75	25,25	33,13	21,66	10.216,28	2,61
Promedio	2,23	0,0261	22,45	25,04	40,41	22,85	10.159,04	2,89

* Datos promedio de tres repeticiones

VARIABLES	ECUACION DE REGRESION		VALOR DE r
	CONFRONTADAS	Y = b ₀ + b ₁ X	
Materia seca de las raíces y materia seca de la parte aérea		Y = 1,83 + 0,48 X	0,472*
Materia seca de los nódulos y materia seca de las raíces		Y = 1,62 + 23,47 X	0,709**
Materia seca de las raíces y altura		Y = 17,10 + 2,12 X	0,492*
Materia seca de los nódulos y altura		Y = 19,57 + 87,00 X	0,609**
Materia seca de las raíces y área foliar		Y = 2,17 + 0,56 X	0,437*

* Significativo al nivel del 5% de probabilidad

** Significativo al nivel del 1% de probabilidad

(continuación. Cuadro 2)

CUADRO 3. Cuadros medios de las variables objeto de estudio en frijol "ANDINO", bajo condiciones de invernadero

CUADROS	TRATAMIENTOS	ERROR	SUB-TOTALES	SUB-TRATAMIENTOS	INTERACCION	ERROR
		(a)	TALES	MIENTOS		(b)
Peso de la materia seca de raíces (g/planta)	0,94 N.S.	0,29	0,45	0,09 N.S.	0,43 N.S.	0,38
Peso de la materia seca de los nódulos (g/planta)	0,0360*	0,0039	0,10	0,1230 N.S.	0,0090 N.S.	0,0110
Altura de la planta (cm/planta)	154,30**	8,94	35,37	9,47 N.S.	4,17 N.S.	8,01
Nº hojas/planta	469,94*	67,06	140,31	32,03 N.S.	8,74 N.S.	21,43
Nº botones florales/planta	1169,74*	188,63	367,02	94,89 N.S.	88,87 N.S.	51,91
Materia seca de la parte aérea (g/planta)	8,35 N.S.	2,86	4,23	1,32*	0,52 N.S.	0,55
Proteína de la parte aérea (%)	2,27 N.S.	1,51	1,65	1,70 N.S.	2,19*	0,98
Nº total incorp. al suelo (%)	0,0009 N.S.	0,0016	0,0015	0,0007**	0,0003 N.S.	0,0002

N.S. No Significativo

* Diferencias significativas al 5% de probabilidad

** Diferencias significativas al 1% de probabilidad