

EFFECTO DE LA FERTILIZACION CON NITROGENO Y FOSFORO
SOBRE LA FIJACION DE NITROGENO Y RENDIMIENTO
EN FRIJOL COMUN

P O R

Doán A. Wong Chang

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA

OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

MICROCISIS:	4598
FECHA:	9/7/92
ENCARGADO:	VINAPPEAI

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

Abril, 1992

EFFECTO DE LA FERTILIZACION DE NITROGENO Y FOSFORO
SOBRE LA FIJACION DE NITROGENO Y RENDIMIENTO
EN FRIJOL COMUN

Por

Iván A. Wong Chang

BIBLIOTECA WILSON FORNICE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 23
TEGUIGALPA, HONDURAS

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos del autor.



Iván A. Wong Chang

Abril - 1992

DEDICATORIA

De manera muy especial a mis queridos padres y hermanos por todo el amor que siempre nos ha unido.

A la memoria de mi gran amigo Carlos A. Bendaña.

A mi familia en Honduras, los Bendaña, por su apoyo incondicional, su amistad y por todo el cariño que me brindaron.

A las familias Castro Lanza, Banegas Pon y Rodríguez Montes por hacer que mi estancia en Honduras haya sido más agradable.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme culminar otra etapa de mi vida.

A mis asesores de tesis: el Dr. Silvio E. Viteri, el Dr. Juan C. Rosas, el Dr. Leonardo Corral y el Ing. Oscar Cosenza, por su colaboración en el desarrollo de este estudio.

Al Dr. Juan José Alán por su amistad y ayuda brindada.

Al todo el personal del Dpto. de Agronomía, especialmente a Julio Fuentes, Erick Martínez, Mariesa, Ramiro Moncada, Aracely Castro, Hilda Flores, Isbela y Nohemy, por su oportuna colaboración.

A las familias Rojas, Revilla y Navarro por haberme hecho sentir como en casa.

A mis compañeros y colegas, especialmente a Kiko, Rafael, Xavier, Oscar y Tomás por los buenos momentos compartidos.

BIBLIOTECA WILSON POPENDU
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA, HONDURAS

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
Título	i
Derecho del autor	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Tabla de contenido	v
Indice de cuadros	vi
Indice de figuras	vii
Indice de anexos	viii
I Introducción	1
II Revisión de literatura	4
III Materiales y métodos	17
IV Resultados y discusión	29
V Conclusiones y recomendaciones	44
VI Resumen	45
VII Bibliografía	48
VIII Anexos	54
DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR	74
APROBACION	75

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Tratamientos incluidos en el Experimento 1 .	19
Cuadro 2. Tratamientos incluidos en el Experimento 2 .	24
Cuadro 3. Efectos de la fertilización con N y P sobre la nodulación y rendimiento de dos variedades de frijol común. Experimento 1	30
Cuadro 4. Efectos de la fertilización con N y P sobre la nodulación, crecimiento y contenido de N en la parte aérea de la variedad de frijol Dorado, durante la etapa de floración (R6). Experimento 2	34
Cuadro 5. Efectos de la fertilización con N y P sobre la nodulación, crecimiento y contenido de N en la parte aérea de la variedad de frijol Dorado, durante la etapa de llenado de vainas (R8). Experimento 2	36
Cuadro 6. Efectos de la aplicación de N de arranque y P al momento de la siembra y N foliar después de la etapa R6 sobre el contenido de N en la parte aérea de la variedad de frijol Dorado, durante la etapa R8. Experimento 2	41
Cuadro 7. Efectos de la fertilización con N y P sobre el rendimiento de la variedad de frijol Dorado. Experimento 2	43

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Representación gráfica de la respuesta en nodulación de las dos variedades de frijol común a la aplicación de N de arranque a diferentes niveles. Experimento 1	32
Figura 2. Representación gráfica de la interacción P x N de arranque con respecto al contenido de nitrógeno en la parte aérea de la variedad de frijol Dorado, durante la etapa R6. Experimento 2	35
Figura 3. Representación gráfica de la interacción P x N de arranque con respecto al contenido de nitrógeno en la parte aérea de la variedad de frijol Dorado, durante la etapa R8. Experimento 2	38
Figura 4. Representación gráfica de la interacción N foliar x P con respecto al contenido de nitrógeno de la parte aérea de la variedad de frijol Dorado, durante la etapa R8. Experimento 2	40

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Controles fitosanitarios realizados durante el Experimento 1	54
Anexo 2. Controles fitosanitarios realizados durante el Experimento 2	55
Anexo 3. Efectos de la aplicación de N de arranque a diferentes niveles sobre la nodulación, crecimiento y rendimiento de dos variedades de frijol común. Experimento 1	56
Anexo 4. Efectos combinados del N de arranque y el P sobre la nodulación, crecimiento y contenido de N en la parte aérea de la variedad de frijol Dorado, durante la etapa R6. Experimento 2	57
Anexo 5. Efectos combinados del N de arranque y el P sobre la nodulación, crecimiento y contenido de N en la parte aérea de la variedad de frijol Dorado, durante la etapa R8. Experimento 2	58
Anexo 6. Efectos combinados del N foliar y el P sobre la nodulación, crecimiento y contenido de N en la parte aérea de la variedad de frijol Dorado, durante la etapa R8. Experimento 2 ..	59
Anexo 7. Datos originales de las variables determinadas en el experimento 1	60
Anexo 8. Datos originales de las variables determinadas en la etapa R6 del experimento 2	64
Anexo 9. Datos originales de las variables determinadas en las etapas R8 y R9 del experimento 2..	69

I. INTRODUCCION

El frijol común (Phaseolus vulgaris L.) es una de las leguminosas de grano más importantes a nivel mundial. En Centroamérica y el Caribe, el frijol es la principal fuente de proteína vegetal y junto con el maíz y el arroz forman la base de la dieta tradicional.

La mayoría de productores de frijol son pequeños agricultores que poseen limitados recursos económicos, tienen un sistema de cultivo altamente diversificado y trabajan en áreas donde la baja fertilidad del suelo, especialmente en nitrógeno (N) y fósforo (P), es una de las limitantes más críticas de la producción (Rosas y Bliss, 1986). Bajo estas condiciones, los rendimientos obtenidos son bajos, generalmente entre 400 y 600 kg/ha. Esto contrasta con el potencial de producción de 2000 kg/ha de grano o más que ha sido reportado para este cultivo en otras regiones (Vargas et al., 1983; Adams, 1984; Pacova et al., 1984).

Al igual que las demás leguminosas, el frijol tiene la capacidad de utilizar el nitrógeno atmosférico a través de una simbiosis con la bacteria Rhizobium leguminosarum bv. phaseoli (Rlp). Sin embargo, se ha encontrado que el aporte de N₂ fijado al crecimiento y rendimiento de las leguminosas fluctúa solamente entre 25 y 70 % (Nutman, 1976), siendo el frijol uno de los cultivos menos eficientes para utilizar el N₂ fijado. El resto (30 a 75 %) debe ser obtenido del suelo, ya sea

proveniente de la mineralización de la materia orgánica, de la fertilización, o de ambas.

Las características edáficas son factores de importancia en la producción de frijol. De los elementos mayores incorporados al suelo, el nitrógeno constituye uno de los nutrimentos que más influye en la productividad de muchos suelos tropicales y subtropicales. El nitrógeno es importante tanto para el desarrollo del cultivo como para aumentar su rendimiento, ya sea que provenga de la fertilización o de la fijación biológica como resultado de la simbiosis con Rlp (Dommergues y Diem, 1982).

Graham y Hubbell (1973) (citados por Robleto, 1988) reportaron que la simbiosis leguminosa-Rhizobium/Bradyrhizobium puede ser afectada por factores tales como niveles nutricionales, acidez y humedad del suelo. Franco (1977) indicó que la toxicidad del aluminio (Al) o manganeso (Mn) y las deficiencias de calcio (Ca), molibdeno (Mo) y fósforo reducen considerablemente la fijación biológica de nitrógeno (FBN).

El fósforo es el otro macronutrimento más limitante para la fijación biológica de N_2 en los suelos tropicales (Graham, 1981). Este elemento puede ejercer un efecto directo sobre la FBN estimulando la actividad de las poblaciones de Rlp y favoreciendo la formación de nódulos y aumentando su tamaño y número (Saito y Ruschel, 1978).

El objetivo general de este estudio fue incrementar los

rendimientos de frijol mediante la aplicación de nitrógeno, sin afectar su potencial de FBN. Los objetivos específicos de este trabajo fueron:

1. Determinar los efectos de diferentes niveles de nitrógeno aplicados al inicio y al final del período vegetativo sobre la FBN y el rendimiento en frijol.
2. Determinar los efectos de diferentes niveles de fósforo aplicados al momento de la siembra sobre la FBN y el rendimiento en frijol.
3. Evaluar los efectos de la interacción nitrógeno x fósforo sobre la FBN y el rendimiento en frijol.

II. REVISION DE LITERATURA

La inoculación del frijol con una cepa específica de Rhizobium fue considerada durante mucho tiempo como una práctica agrícola de resultados inciertos (Pessanha et al., 1972). Esto contrasta con los resultados más recientes, según los cuales la inoculación de las semillas con estos microorganismos mejora el desarrollo de las plantas y aumenta el rendimiento de grano (Ruschel et al., 1982; Duque et al., 1985; Vargas et al., 1989).

Para obtener una alta fijación de nitrógeno en la simbiosis leguminosa-Rhizobium/Bradyrhizobium se requiere de una serie de factores que están interrelacionados entre sí. Entre estos factores figuran: a) una cepa que sea específica y efectiva para la leguminosa, b) las cepas introducidas por medio del inoculante deben ser más competitivas que las poblaciones nativas, c) el cultivo hospedero debe ser capaz de suplir todas las necesidades nutricionales del microsimbionte y d) los factores ambientales, especialmente los del suelo, deben ser favorables tanto para las bacterias como para el hospedero.

El ambiente puede afectar directamente a las bacterias e indirectamente a las plantas que sirven de hospedero. Afortunadamente, la mayoría de condiciones que benefician a las bacterias son también beneficiosas para el cultivo y en consecuencia para la fijación de N_2 (Freire, 1982).

Indudablemente la principal ventaja de las leguminosas es su capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico. Sin embargo, esta ventaja será una realidad sólo si la simbiosis de la planta con las bacterias opera efectivamente. La sola inoculación de las semillas o la existencia de altas poblaciones de cepas nativas de Rhizobium/Bradyrhizobium en el suelo no es una garantía per se para la formación de un adecuado número de nódulos que sean efectivos. Se debe utilizar cepas que sean eficientes para competir con las cepas nativas por los sitios de infección y que además sean efectivas en fijación de N_2 .

Existen diversos factores ambientales que pueden actuar sobre las bacterias, las plantas o la interacción bacteria-planta y de esa manera afectar o inhibir totalmente la fijación biológica de nitrógeno y reducir considerablemente los rendimientos. Dichos efectos podrían reflejarse en: 1) la ocurrencia, crecimiento y supervivencia de las bacterias noduladoras; 2) la formación de nódulos y 3) el funcionamiento de los nódulos formados (Vincent, 1962; Freire, 1982).

La temperatura, el pH del suelo, el agua, la aireación, el contenido de micronutrientes y macronutrientes y la planta misma son factores que influyen sobre la supervivencia de los microsimbiontes, la formación de nódulos y la fijación de nitrógeno.

Aunque existen diferencias entre géneros y especies de Rhizobium/Bradyrhizobium con respecto a su sensibilidad, la

acidez del suelo por lo general afecta la densidad de población, supervivencia y el crecimiento de las bacterias tanto en el suelo como en la rizósfera (e.g. Rhizobium meliloti es muy sensible a la acidez; Bradyrhizobium japonicum puede tolerar niveles de pH tan bajos como 3.5, en medio de cultivo). Una excesiva cantidad de iones de H^+ afecta la formación de los nódulos. Mulder y van Veen (1960) encontraron una pobre nodulación en condiciones de suelos ácidos debido a una baja supervivencia y multiplicación de las bacterias en la rizósfera. Además, condiciones de acidez en el suelo ocasionan problemas de nutrición; por ejemplo, menor disponibilidad de Mo y toxicidad de manganeso (Mn^{2+}) y de Aluminio (Al^{3+}) (van Schreven, 1958).

La sequía interfiere con la fijación de N_2 y puede ocasionar la pérdida de los nódulos. Así mismo, es necesario que exista un buen drenaje para permitir una buena oxigenación. Bond (1951) encontró que la reducción de oxígeno disminuyó el peso de los nódulos, la fijación de nitrógeno y el peso seco de plantas de soya.

La baja fertilidad del suelo es otro de los mayores factores limitantes de la fijación de nitrógeno y del rendimiento de las leguminosas. La multiplicación y supervivencia de las bacterias están limitadas por la disponibilidad de los nutrimentos. Las limitaciones nutricionales para la producción de leguminosas no sólo resultan de las deficiencias de los macronutrimentos más

comunes como el fósforo (P), potasio (K) y azufre (S), sino también de las deficiencias de micronutrientes como hierro (Fe), molibdeno (Mo), boro (B), etc.

Según O'Hara et al. (1988), la multiplicación de las bacterias fijadoras de N_2 en la rizósfera de las leguminosas está limitada por la baja disponibilidad de calcio (Ca). La iniciación de la formación de nódulos es afectada por deficiencias severas de cobalto (Co). El desarrollo de los nódulos es limitado por deficiencias de B, el cual afecta el crecimiento de las células. Las deficiencias de Fe limitan el desarrollo de nódulos porque afectan a las bacterias, las cuales difieren mucho en su capacidad de adquirir este micronutriente para su desarrollo simbiótico. La actividad de los nódulos requiere de más Mo que la planta hospedera, ya que éste es un componente de la enzima nitrogenasa, la cual es encargada de la fijación de nitrógeno (O'Hara et al., 1988).

A. Efectos del Molibdeno

El molibdeno es un componente básico de las enzimas nítrito y nitrato reductasa, y con el hierro forman parte de la nitrogenasa (Vincent, 1982). La deficiencia de este micronutriente, debido a su baja disponibilidad en suelos ácidos tropicales, puede limitar seriamente tanto el crecimiento como la fijación de N_2 del frijol común (Graham y Hubbell, 1973; Franco, 1978; Franco y Day, 1980; Bowen y

Kratky, 1982).

Las plantas leguminosas que están en simbiosis, bajo condiciones de escasez de Mo, presentan deficiencias de nitrógeno, nódulos pequeños y algunas veces, aunque su número es grande su efectividad en fijación de N_2 es seriamente afectada (Munns, 1977). Con una adecuada fertilización de Mo, las plantas producen menos nódulos, pero más eficientes en fijación de nitrógeno (Franco, 1978).

El molibdeno puede ser aplicado a la semilla, al suelo o al follaje (Freire, 1982). Los niveles adecuados de Mo varían de 100-200 g/ha (Munns, 1977) hasta 1000-2000 g/ha (Franco y Day, 1980).

Para que se presente una respuesta al Mo en las variables relacionadas con la fijación biológica de nitrógeno, los requerimientos de los elementos mayores deben ser suplidos a cabalidad, especialmente los de fósforo (Freire, 1982; Franco, 1978). Otros elementos pueden interactuar con el molibdeno; por ejemplo, el azufre y el manganeso. La acidez del suelo es un factor importante en la respuesta a molibdeno; un rango de 5.0 a 5.8 se considera adecuado (Freire, 1982; Franco, 1978).

Es importante tener en cuenta las fuentes de molibdeno, sobre todo si se pretende peletizar las semillas de leguminosas con Mo después de la inoculación. Productos como molibdato de sodio no deben estar en contacto con las bacterias porque disminuyen su densidad de población, reduciendo así su competitividad y eficiencia en nodulación

(Graham y Morales, 1974; Graham y Chatel, 1983). Otros productos como el molibdato de amonio o el ácido molibdico, han probado ser buenas fuentes de este elemento (Franco y Day, 1980).

B. Efectos del Nitrógeno

Un aspecto importante de la fertilización de las leguminosas son los efectos del N sobre la efectividad de su simbiosis con Rhizobium/Bradyrhizobium. Numerosas investigaciones han demostrado que la máxima eficiencia de la simbiosis está asociada con medios de crecimiento deficientes en nitrógeno combinado (Wilson, 1940; Nutman, 1956; van Schevren, 1958). La planta absorbe el nitrógeno del suelo, generalmente en forma de nitratos, y lo asimila por medio de la actividad de la enzima nitrato reductasa (NRA) (Harper y Hageman, 1972).

La disponibilidad de N para las plantas en etapas críticas de su crecimiento es esencial para obtener altos rendimientos. Las leguminosas además de fijar el N_2 de la atmósfera, pueden utilizar el N disponible del suelo. De este modo, bajo condiciones de campo, las enzimas nitrato reductasa y nitrogenasa operan simultáneamente a diferentes niveles de actividad. Se ha reportado que la máxima actividad de la nitrogenasa se da durante las etapas de crecimiento vegetativo y en las primeras etapas de reproducción, mientras que los

picos en la actividad de la nitrato reductasa ocurren en las primeras etapas de crecimiento vegetativo y en periodos posteriores a la floración (Streeter, 1972; Franco et al., 1979) (citados por Fernández et al., 1982).

Muchas evidencias sugieren que la respuesta de las leguminosas a la aplicación de fertilizantes nitrogenados antes de la siembra siempre está acompañada de una disminución significativa de la infección de los pelos radicales (Munns, 1968), de la formación, desarrollo y actividad de los nódulos (Gibson y Nutman, 1960; Gibson, 1976a; Herridge, 1982; McNeil, 1982; Oghoghorie y Pate, 1971; Vigue et al., 1977) y de la fijación de N_2 (Harper y Cooper, 1971). También hay indicaciones de que la nodulación de las raíces y la actividad de los nódulos no solo son afectadas internamente por la relación C/N de la planta, sino también por la concentración de N en el medio de crecimiento (Dorosinskiy et al., 1973).

Niveles altos de N combinado reducen el número de nódulos e inhiben el crecimiento de los mismos y la fijación biológica de nitrógeno. Sin embargo, se ha encontrado que los efectos varían según la especie de leguminosa (Allos y Bartholomew, 1955).

La cantidad, la forma de N aplicado y la época de aplicación son también factores importantes (Thornton, 1956). Harper y Cooper (1971), estudiando los efectos de las tasas y sitio de aplicación de nitrógeno combinado sobre la nodulación, encontraron que en plantas de soya el efecto

inhibitorio del N sobre el peso fresco de los nódulos fue menos intenso cuando el N se colocó debajo de la zona de nodulación que cuando el N estuvo en contacto con los nódulos.

Beard y Hoover (1971) reportaron que el número de nódulos por planta fue lineal e inversamente relacionado con la cantidad de fertilizante nitrogenado aplicado. Cantidades de N mayores de 56 kg/ha aplicadas al momento de la siembra reducen el número de nódulos por planta, pero si se aplica en la época de floración cantidades tan altas como 112 kg/ha, el número de nódulos no es afectado. Según Ham et al. (1975), muchos investigadores coinciden en que cantidades altas de N disminuyen la fijación de N_2 , el peso de la planta nodulada, el número de nódulos y el peso de los nódulos.

La concentración a la cual el N afecta el proceso de FBN es aún desconocida, pero cualquiera que ésta sea puede ser afectada por la actividad fotosintética, las fuentes alternas de carbohidratos y por las necesidades de N de la planta (Pate y Dart, 1961; van Schreven, 1958).

No debemos quedarnos con la impresión de que la presencia de cualquier cantidad de N en la zona radical afecta negativamente la nodulación y fijación de N_2 de las leguminosas. De hecho, investigaciones en invernadero utilizando arena u otros medios de soporte han demostrado la importancia de la presencia del suelo o fertilizante nitrogenado para el crecimiento inicial de soya aún en presencia de una adecuada inoculación (Hatfield et al., 1974).

El uso de pequeñas cantidades de N en la siembra ("nitrógeno de arranque") pueden estimular el crecimiento de las leguminosas y promover el desarrollo de los nódulos (Wych y Rains, 1979). Graham y Halliday (1977) indican que cantidades entre 5 y 15 kg N/ha promueven el desarrollo de los nódulos y favorecen la fijación de N_2 . La influencia de un rango de niveles de N combinado sobre la formación de nódulos fue reportada en detalle por Pate y Dart (1961). Encontraron que niveles bajos de N combinado tienen un efecto favorable sobre la infección de los pelos radicales y la formación de nódulos en las raíces primarias (Nutman, 1962).

1. Aplicación foliar de nitrógeno

Las necesidades de N de algunas plantas pueden ser suplidas, en forma efectiva y económica, asperjando sales de N sobre el follaje. La urea ha sido la más efectiva porque penetra rápidamente en las hojas; la mitad de la cantidad aplicada puede ser absorbida en un tiempo de una a seis horas. Generalmente, la aplicación foliar no ha sido más efectiva que la aplicación al suelo debido a que los requerimientos de N son altos y el follaje tiene baja tolerancia al N. Por esta razón, se utiliza la fertilización foliar sólo como una fuente suplementaria de nutrimentos (Wittwer et al., 1963).

La absorción de urea, amonio (NH_4^+) y nitratos (NO_3^-) por las hojas parece tener fases (pasiva y activa) similares a la absorción efectuada por las raíces. La urea penetra las hojas

más rápidamente porque no es ionizada. Los materiales absorbidos por el follaje se transportan a través del floema. La urea, después de hidrolizada y convertida a NH_4^+ y NO_3^- es utilizada por la planta por las mismas vías que sigue el metabolismo del N absorbido por las raíces. La urea es más rápidamente absorbida por las hojas durante las noches que en el día, probablemente porque su absorción es favorecida por la alta humedad (Viets, 1960).

Se conoce que las aplicaciones foliares retardan la senescencia de las hojas y por lo tanto evitan la caída temprana del follaje. Kamata (1963) reportó que la pérdida de hojas en trébol (Trifolium repens) afectó la nodulación, debido a que los nódulos habían perdido la leghemoglobina necesaria para la fijación de N_2 . La defoliación en las leguminosas también afecta negativamente la actividad de la enzima nitrogenasa (Juang et al., 1982) y en consecuencia reduce la fijación de nitrógeno.

C. Efectos del Fósforo

Las leguminosas demandan grandes cantidades de P debido a que producen materiales con alto contenido de proteína, de los cuales el P es un constituyente importante. Además de ser un componente de proteínas, nucleótidos y fosfátidos, el fósforo es necesario para el crecimiento radical, el proceso de floración y la formación de frutos (Fassbender, 1967;

Munns, 1977).

Suelos ricos en P disponible no son comunes en Latinoamérica o en regiones tropicales o subtropicales. Por el contrario, el P figura como uno de los factores nutricionales que más limita la FBN en regiones tropicales productoras de frijol (Graham, 1981). Se ha observado que plantas dependientes del N_2 fijado requieren más P que las plantas que se fertilizan con N mineral (Franco, 1977). Esto refleja la vital importancia del P como fuente de energía para el crecimiento de las bacterias y para activar el proceso de reducción del N_2 a NH_3 (Freire, 1982).

Las deficiencias de P además de causar la reducción en el crecimiento de las plantas, afecta la formación de nódulos, acelera la senescencia de los mismos y reduce la actividad de la enzima nitrogenasa debido a la baja translocación de carbohidratos hacia los nódulos (Gibson, 1976b; Graham y Rosas, 1979; Graham, 1981). La respuesta a la fertilización fosfatada en términos de FBN y rendimiento es positiva y está bien documentada (Fotch y Hernández, 1986). Sin embargo, hay indicaciones de que incrementos en FBN, no necesariamente reflejan aumentos de rendimiento de grano, probablemente debido a que la respuesta en nodulación y fijación sea demasiado tardía bajo ciertas condiciones (Wynne et al., 1987); o a que el cultivar sembrado es de bajo potencial de rendimiento (Lazú, 1987).

También se han reportado incrementos en el rendimiento

que no se deben a aumentos de las variables de FBN, sino a que al haber mayor concentración de P en el suelo se favorece el crecimiento y desarrollo del sistema radical, lo que permite una mayor absorción de nutrimentos (Munns, 1977; Freire, 1982).

Andrew y Robbins (1969) encontraron una correlación positiva entre las concentraciones de P y N en nueve especies de leguminosas y concluyeron que las aplicaciones de P para suplir los requerimientos para una máxima producción de materia seca resultaron en incrementos de la concentración de N en los brotes jóvenes.

Según Andrew (1976), la adición de P al suelo usualmente ocasiona un incremento en las concentraciones de P y N en los tejidos de las plantas. El incremento en la concentración de N en las leguminosas resultante de la adición de P podría ser consecuencia de una mejor nodulación, de una vida más larga de los nódulos y de una simbiosis más eficiente. La relación entre niveles de N y P puede ser usada para estimar la eficiencia relativa de la simbiosis leguminosa-Rhizobium/Bradyrhizobium en función del P (Andrew, 1976).

La fertilización fosfatada está altamente correlacionada con las variables asociadas con FBN, crecimiento, contenido de fósforo y nitrógeno en las diversas partes de la planta y el rendimiento de grano de frijol común (Graham y Rosas, 1979). Estos mismos investigadores concluyeron que en los nódulos se almacenan grandes cantidades de fósforo y no obtuvieron

límites en la respuesta en FBN a la fertilización fosfatada inclusive a niveles de hasta 315 kg P/ha. Estos resultados fueron corroborados posteriormente por las investigaciones realizadas por Boucher et al. (1986) y Pereira (1987).

Altos niveles de FBN y mejores rendimientos se obtienen cuando se aplican altos niveles de fósforo, calcio y potasio, ya que es difícil encontrar un cultivar de frijol que presente buena nodulación y alta fijación de nitrógeno atmosférico en suelos con bajos contenidos de fósforo (Graham y Rosas, 1979; Graham, 1981).

Se ha encontrado que el crecimiento y nodulación de muchas leguminosas son estimulados por la infección con micorrizas. Mosse (1977) indicó que el efecto de las endomicorrizas sobre el mejoramiento de la disponibilidad del P para las plantas resulta de la capacidad de absorción de una extensa red de hifas externas asociadas con las raíces infectadas. La inoculación con micorrizas, ha tenido un efecto positivo sobre la nodulación de varias especies de leguminosas, la cual se refleja en un incremento del número de nódulos y del peso fresco de los nódulos (Freire, 1982; Valdés, 1986).

III. MATERIALES Y METODOS

Dos experimentos fueron conducidos durante las épocas de siembra de primera (Experimento 1) y postrera (Experimento 2) de 1991, en terrenos del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), situada en el Valle del Río Yequare, a 14°00' de latitud norte y 87°02' de longitud oeste, a una altitud de 800 msnm. y temperatura promedio de 22°C. En los experimentos se estudió el efecto de la aplicación de diferentes niveles de nitrógeno y fósforo sobre la fijación de nitrógeno (FBN) y rendimiento en frijol común (Phaseolus vulgaris L.).

A. Experimento 1

1. Localización

El Experimento 1 fue sembrado en el área de Zorrales. Durante este periodo de crecimiento se registraron 120 mm de precipitación. El suelo del área utilizada para este experimento tenía las siguientes características físico-químicas:

Textura.....	Franca
pH (H ₂ O).....	5.7
Nitrógeno.....	0.18 %
Fósforo.....	10.3 ppm
Potasio.....	470.0 ppm

2. Preparación del terreno

La preparación del terreno para la siembra consistió de una arada, dos pases de rastra y una surcada a 0.6 m de distancia.

3. Definición de tratamientos

Los tratamientos estudiados en este experimento fueron 32, los cuales resultaron de la siguiente combinación: dos variedades x cuatro niveles de fósforo x cuatro niveles de nitrógeno de arranque. Las variedades de frijol común usadas fueron Dorado y Honduras 43-40, escogidas por sus buenas características de FBN y por estar adaptadas a la zona. Los niveles de P fueron 0, 40, 120 y 200 kg/ha de P_2O_5 aplicados en forma de superfosfato triple (0-46-0). Los niveles de nitrógeno de arranque fueron 0, 10, 20 y 30 kg/ha de N, aplicados en forma de urea diluida en agua (ver Cuadro 1). Los tratamientos fueron aplicados al fondo del surco, inmediatamente antes de la siembra. Las parcelas correspondientes a los niveles 0, 40, 120 y 200 kg/ha de fósforo, recibieron 0, 13.6, 40.7 y 67.8 g/surco de 0-46-0, respectivamente. Las parcelas correspondientes a los niveles 0, 10, 20 y 30 kg/ha de nitrógeno, recibieron 0, 3.4, 6.8 y 10.2 g/surco de urea, respectivamente. La urea fue disuelta en agua, antes de aplicarse al fondo del surco. Además, se realizó una fertilización con 0.078 g/surco de molibdato de sodio, lo cual es equivalente a una aplicación de 0.5 kg/ha de

Cuadro 1. Tratamientos incluidos en el Experimento 1. El Zamorano, Honduras. 1991.

Tratamiento número	Variedad	Fósforo (kg/ha P_2O_5)	N de arranque (kg/ha N)
1	Dorado	0	0
2	Dorado	0	10
3	Dorado	0	20
4	Dorado	0	30
5	Dorado	40	0
6	Dorado	40	10
7	Dorado	40	20
8	Dorado	40	30
9	Dorado	120	0
10	Dorado	120	10
11	Dorado	120	20
12	Dorado	120	30
13	Dorado	200	0
14	Dorado	200	10
15	Dorado	200	20
16	Dorado	200	30
17	Hond 43-40	0	0
18	Hond 43-40	0	10
19	Hond 43-40	0	20
20	Hond 43-40	0	30
21	Hond 43-40	40	0
22	Hond 43-40	40	10
23	Hond 43-40	40	20
24	Hond 43-40	40	30
25	Hond 43-40	120	0
26	Hond 43-40	120	10
27	Hond 43-40	120	20
28	Hond 43-40	120	30
29	Hond 43-40	200	0
30	Hond 43-40	200	10
31	Hond 43-40	200	20
32	Hond 43-40	200	30

Molibdeno. La inoculación del frijol se realizó con un inoculante a base de una mezcla de tres cepas (CIAT 899, Kim 5 y Tal 182) de Rhizobium leguminosarum bv. phaseoli, preparado en el Laboratorio de Microbiología de Suelos de la EAP.

4. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el de parcelas subdivididas con un arreglo de tres factores, distribuidos en bloques al azar con cuatro repeticiones. La parcela principal estaba representada por las variedades de frijol, la subparcela por los niveles de fósforo y la sub-subparcela por los niveles de nitrógeno de arranque. La unidad experimental consistió de un surco de 2.6 m de largo por 0.60 m de ancho.

5. Siembra

La siembra tuvo lugar el 22 de junio de 1991, correspondiendo a la época de primera. Se depositaron dos semillas por postura a una distancia de 7.5 cm. A los 10 días después de la germinación, se realizó un raleo dejando una planta por postura.

6. Labores de campo

Al finalizar la preparación del terreno, antes de la siembra se incorporó una combinación de herbicidas: Dual (metolacloro) y Prowl (pendimetalina) en una dosis de 2.0

L/ha. para control de malezas. Posteriormente, se realizaron deshierbas manuales con azadón hasta que el cultivo alcanzó la cobertura necesaria. También se realizaron aplicaciones de Perfecthion (dimetoato), Lannate (metomilo) y MTD-600 (metamidofos) para controlar insectos chupadores de la familia Cicadellidae principalmente Empoasca kraemeri conocido como lorito verde, y algunos coleópteros de la familia Chrysomelidae, entre ellos Diabrotica sp. y Cerotoma sp.. Se observó un leve ataque de bacteriosis (Xantomonas campestris pv. phaseoli) la cual se combatió con una aplicación de Kocide 101 (hidróxido cúprico). Además, se hizo una aplicación preventiva de Benlate (benomilo) contra enfermedades fungosas. En el Anexo 1 se presenta los detalles de fechas, dosis y productos utilizados en el combate de plagas insectiles.

7. Variables estudiadas

Los efectos de los tratamientos se determinaron sobre el número y peso seco de nódulos y peso seco de la parte aérea de plantas en la etapa R6 (50% de las plantas con por lo menos una flor abierta) y el rendimiento en la etapa R9 (50% de las plantas con vainas decoloridas y secas). Las muestras para las variables relacionadas con nodulación se obtuvieron excavando y extrayendo el sistema radical de cinco plantas en cada unidad experimental. Antes de determinar el número de nódulos, las raíces fueron lavadas y dejadas secar al ambiente. El peso seco de los nódulos se midió después de

haber secado los nódulos a 70°C por 48 horas. El peso seco de la parte aérea (follaje) se determinó después de haber secado las muestras respectivas a 70°C por 72 horas.

Los datos de rendimiento por unidad experimental fueron determinados en base a 10 plantas. Los datos de esta variable se expresaron primero en g/10 plantas y luego se ajustaron a g/parcela al 14% de humedad.

B. Experimento 2

1. Localización

El Experimento 2, se condujo en la Terraza 1 de Colindres, terrenos de la EAP. Este experimento fue conducido bajo condiciones de riego. Para el efecto se utilizó un equipo de riego por aspersión para completar los requerimientos de agua del cultivo, ya que solamente se registraron 9.9 mm de precipitación. Las características físico-químicas del suelo fueron:

Textura.....	Franco arcillosa
pH (H ₂ O).....	5.5
pH (KCl).....	4.7
Materia orgánica.....	3.5 %
Nitrógeno.....	0.16 %
Fósforo.....	45.5 ppm
Potasio.....	500.0 ppm

2. Preparación del terreno

Para la siembra, el terreno fue preparado con una arada y dos pases de rastra y luego surcado a 0.6 m de distancia.

3. Definición de tratamientos

Los tratamientos para este experimento fueron seleccionados de acuerdo con los resultados del primer experimento. Debido a que en el Experimento 1 no se observaron diferencias significativas entre variedades, este experimento se desarrolló únicamente con la variedad de frijol Dorado, que es la variedad que se está promocionando en varios países de Centroamérica.

Los tratamientos estudiados fueron 48, los cuales resultaron de la combinación de los siguientes factores: dos niveles de N foliar x cuatro niveles de P x seis niveles de N de arranque. Los niveles de N foliar fueron sin y con urea aplicada al follaje. Los niveles de nitrógeno de arranque fueron 0, 5, 10, 15, 20 y 25 kg/ha de N aplicados en forma de urea disuelta en agua. Los niveles de fósforo fueron 0, 40, 80 y 160 kg/ha de P_2O_5 aplicados en forma de superfosfato triple (0-46-0). La relación de los tratamientos incluidos en el Experimento 2 se describe en el Cuadro 2.

Exceptuando las aplicaciones de N foliar, el resto de los tratamientos fueron aplicados de igual forma como en el Experimento 1. Las parcelas correspondiente a los niveles 0, 40, 80 y 160 kg/ha de P_2O_5 recibieron 0, 41.7, 62.6 y 83.5

g/surco de 0-46-0, respectivamente. Las parcelas correspondientes a los niveles 0, 5, 10, 15, 20 y 25 kg/ha de N recibieron 0, 2.6, 5.2, 7.8, 10.4 y 13.0 g/surco de urea diluida en agua. Para las aplicaciones de nitrógeno suplementario foliar se utilizaron 12 kg/ha de N repartidos en cuatro aplicaciones espaciadas una semana entre sí. La primera aplicación se hizo después de la etapa de floración o R6, posterior al primer muestreo. Para cada aplicación se disolvieron 69.1 g de urea en 15 litros de agua.

Cuadro 2. Tratamientos incluidos en el Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1991.

Tratamiento número	Aplicación N foliar	Fósforo (kg/ha P_2O_5)	N de arranque (kg/ha N)
1	sin	0	0
2	sin	0	5
3	sin	0	10
4	sin	0	15
5	sin	0	20
6	sin	0	25
7	sin	40	0
8	sin	40	5
9	sin	40	10
10	sin	40	15
11	sin	40	20
12	sin	40	25
13	sin	80	0
14	sin	80	5
15	sin	80	10
16	sin	80	15
17	sin	80	20
18	sin	80	25
19	sin	160	0
20	sin	160	5
21	sin	160	10
22	sin	160	15
23	sin	160	20
24	sin	160	25

Cuadro 2. ...Continuación

Tratamiento número	Aplicación N foliar	Fósforo (kg/ha P_2O_5)	N de arranque (kg/ha N)
25	con	0	0
26	con	0	5
27	con	0	10
28	con	0	15
29	con	0	20
30	con	0	25
31	con	40	0
32	con	40	5
33	con	40	10
34	con	40	15
35	con	40	20
36	con	40	25
37	con	80	0
38	con	80	5
39	con	80	10
40	con	80	15
41	con	80	20
42	con	80	25
43	con	160	0
44	con	160	5
45	con	160	10
46	con	160	15
47	con	160	20
48	con	160	25

4. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con ocho repeticiones hasta la etapa de floración (R6); luego, al empezar las aplicaciones foliares, el diseño experimental se cambió al de parcelas subdivididas con un arreglo de tres factores distribuidos en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La parcela principal fue representada por la ausencia o presencia de los niveles de nitrógeno suplementario foliar (sin y con aplicaciones de urea diluida), la subparcela

por los niveles de fósforo y la sub-subparcela por los niveles de nitrógeno de arranque. La unidad experimental consistió de un surco de 4.0 m de largo por 0.60 m de ancho.

5. Siembra

Este experimento se sembró el 7 de noviembre de 1991, correspondiendo a la época de postrera. La siembra se realizó a 5.0 cm entre plantas. A los diez días después de la siembra (DDS) se hizo un raleo a 10 cm entre plantas.

6. Labores de campo

Las prácticas culturales y los controles fitosanitarios fueron efectuados de acuerdo con los requerimientos del cultivo. Para controlar malezas se efectuaron deshierbas manuales con azadón. Hubo ataque de insectos chupadores de la familia Cicadellidae, principalmente Empoasca kraemeri, algunos coleópteros de la familia Chrysomelidae y también hubo presencia de mosca blanca (Bemisia tabaci), el vector del virus del mosaico dorado del frijol. Para el control de estas plagas se hicieron aplicaciones de Lorsban (cloropirofos), Folidol (metil-paratión) y MTD-600. Pese a estas medidas de control, se observó virosis en las plantas. Para reducir la virosis se eliminaron las plantas que presentaban síntomas. Además, se realizó una aplicación de Kocide 101 y Benlate en forma preventiva contra bacteriosis y otras enfermedades. En el Anexo 2, se detallan las fechas, dosis y productos

utilizados en el combate de insectos y enfermedades. Es conveniente anotar que pese a las medidas de control que se tomaron contra la virosis, ésta se expandió en toda el área cultivada al final del experimento.

7. Variables estudiadas

Para determinar los efectos de los tratamientos se realizaron tres muestreos. El primer muestreo se efectuó en la etapa R6. En esta etapa se determinaron el número y peso seco de nódulos, el peso seco de la parte aérea (follaje) y el contenido de N en la parte aérea. Las muestras para determinar las variables de nodulación se obtuvieron excavando y extrayendo el sistema radical de cinco plantas en cada unidad experimental. El número de nódulos se determinó después de lavar las raíces y secarlas al medio ambiente. El peso seco de los nódulos se tomó después de haber secado los nódulos a 70°C por 48 horas. El peso seco de la parte aérea se tomó después de haber secado las muestras respectivas a 70°C por 72 horas. Estas muestras secas fueron molidas y tamizadas en una malla número 20 para determinar su contenido de N por medio del método microKjeldahl en el Laboratorio de Suelos del Departamento de Agronomía de la EAP.

El segundo muestreo se realizó cuando las plantas de frijol estaban en el etapa R8 (50% de las plantas empiezan a llenar la primera vaina). En esta etapa se evaluaron las mismas variables que en la etapa R6.

En el tercer muestreo, se evaluó el rendimiento en la etapa R9. Se determinó el rendimiento en g/parcela y además el peso seco de 100 semillas. El rendimiento (g/parcela útil) fue ajustado al 14% de humedad.

Los análisis estadísticos que se realizaron tanto para el experimento 1 como para el experimento 2 fueron ejecutados en una microcomputadora TWC 386SX utilizando el programa MSTAT (Versión 4.0).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Experimento 1

Los resultados obtenidos en este experimento se encuentran resumidos en el Cuadro 3.

En ninguna de las variables estudiadas se observaron diferencias entre las dos variedades de frijol utilizadas en este ensayo.

Los niveles de aplicación de fósforo (P_2O_5) difirieron en su efecto sobre el peso seco de la parte aérea (PSPA) y el rendimiento (RM). Con relación a estas variables, la tendencia encontrada ($P < 0.05$) fue cuadrática con el punto máximo alrededor del nivel de 120 kg/ha. Igualmente, los efectos del fósforo sobre las variables de nodulación, presentaron una tendencia cuadrática ($P < 0.01$).

En cuanto al efecto de los niveles de N sobre las variables, se observaron diferencias en el número de nódulos (NN), en el peso seco de nódulos (PSN) y RM. La aplicación de N al momento de la siembra causó una reducción lineal, significativa al 1%, en el NN. Con relación al PSN, la respuesta fue lineal y cuadrática significativa al 1%. Esto seguramente se debió al alto contenido de N presente en el suelo, que a pesar de que se había sembrado sorgo sin fertilización, al inicio del experimento el contenido aún era

Cuadro 3. Efectos de la fertilización con N y P sobre la nodulación, crecimiento y rendimiento de dos variedades de frijol común. Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1991.

Tratamiento	Número de nódulos por planta	Peso seco por planta		Rendimiento (g/parcela)
		Nódulos (mg)	Parte aérea (g)	
<u>Variedades (A)</u>				
Dorado	5.1	6.0	9.0	346.7
Hond 43-40	4.6	6.0	9.1	344.5
Significación	ns	ns	ns	ns
<u>P (P₂O₅) (B)</u>				
0	5.1	6.0	8.2	311.3
40	3.6	7.0	8.5	339.8
120	5.6	7.0	10.4	382.5
200	5.0	5.0	9.2	348.8
Resp. Lineal	ns	**	ns	*
Resp. Cuadrática	**	**	*	*
<u>N Arranque (C)</u>				
0	7.4	10.0	9.2	336.6
10	4.5	5.0	8.8	334.5
20	4.1	6.0	9.4	354.0
30	3.4	4.0	8.8	357.2
Resp. Lineal	**	**	*	**
Resp. Cuadrática	ns	**	ns	ns
<u>Interacciones</u>				
A x B	ns	ns	ns	ns
A x C	**	ns	ns	ns
B x C	ns	ns	ns	ns
A x B x C	ns	ns	ns	ns

*, **, ns Significativo al 5%, al 1% y no significativo, respectivamente.

0.18% (86.4 kg/ha de N disponible). Esta cantidad de N es suficiente para obtener rendimientos económicos en frijol aún sin el aporte de la FBN. Con respecto a las variables PSPA y RM se determinó una respuesta lineal significativa al 5 y al 1%, respectivamente. Los rendimientos aumentaron a medida que se aumentaba la cantidad de N.

Se observó una interacción entre variedades y N de arranque significativa al 1% relacionada a la variable NN, indicando que el efecto del N de arranque sobre la nodulación depende de la variedad (Anexo 3). El N aplicado fue en general negativo para la nodulación de la variedad Dorado, sólo se produjo un incremento en la nodulación de la variedad Hnd 43-40 al nivel 10. (Figura 1).

B. Experimento 2

Los efectos de la aplicación de N y P sobre la nodulación, crecimiento y rendimiento de la variedad Dorado, obtenidos en el segundo experimento, están resumidos en los Cuadros 4, 5 y 7.

Es conveniente anotar que este experimento fue conducido bajo condiciones de riego, y debido a que la siembra del cultivo se hizo en una época muy tardía, se presentó una alta incidencia del virus del mosaico dorado, como resultado de la presencia de altas poblaciones del vector mosca blanca

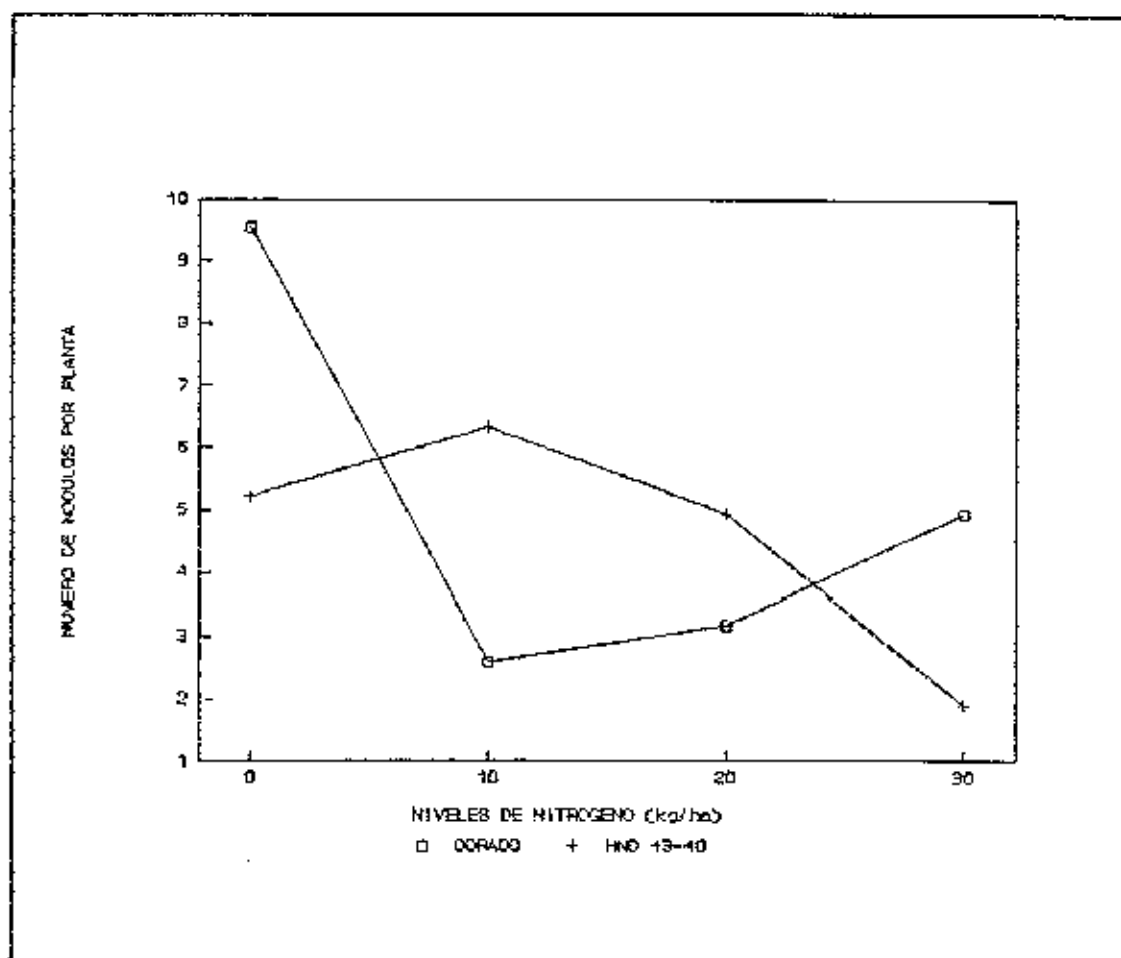


Figura 1. Representación gráfica de la respuesta en nodulación de las dos variedades de frijol común a la aplicación de N de arranque a diferentes niveles. Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1991.

(Bemisia tabaci), afectando seriamente el crecimiento del cultivo.

Bajo estas condiciones, en la etapa R6 (Cuadro 4), los diferentes niveles de aplicación de P y N al momento de la siembra difirieron entre sí sólo en las variables PSPA y el contenido de N en la parte aérea (CNPA). Con relación a estas variables, la tendencia encontrada fue lineal ($P < 0.01$ y $P < 0.05$, respectivamente) y cuadrática ($P < 0.01$) aunque no se determinó un punto de máxima respuesta a la aplicación de diferentes niveles de fósforo.

En cuanto al efecto de los diferentes niveles de N se determinó para las variables PSPA y CNPA una respuesta lineal ($P < 0.05$ y $P < 0.01$, respectivamente) y una cuadrática significativa ($P < 0.01$). Los pesos de las partes aéreas y los contenidos de N se incrementaron alrededor de los niveles 10 y 15 kg/ha de N y luego tendieron a bajar.

Se observó una interacción entre el P y el N de arranque significativa al 5% con respecto al CNPA, indicando que el efecto del N de arranque sobre el contenido de N en la planta depende del nivel de P (Anexo 4 y Figura 2). La respuesta de los niveles 0 y 40 fue similar con una tendencia cuadrática cuyo máximo CNPA fue alcanzado alrededor del nivel 15. En cambio para los niveles 80 y 160 la respuesta fue similar únicamente hasta el nivel 10, donde se observó el punto máximo.

En la etapa R8 (Cuadro 5), la aplicación de N foliar

Cuadro 4. Efectos de la fertilización con N y P sobre la nodulación, crecimiento y contenido de N en la parte aérea de la variedad de frijol Dorado, durante la etapa de floración (R6). Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1992.

Tratamiento	Número de nódulos por planta	Peso seco por planta		Contenido de N de la parte aérea (%)
		Nódulos (mg)	Parte aérea (g)	
<u>P (P₂O₅) (B)</u>				
0	7.1	15.0	7.5	3.2
40	8.8	26.0	9.7	3.2
80	10.7	11.0	9.7	3.2
160	10.5	12.0	10.2	3.3
Resp. Lineal	ns	ns	**	*
Resp. Cuadrática	ns	ns	**	**
<u>N Arranque (C)</u>				
0	12.3	22.0	8.1	3.1
5	9.3	13.0	9.3	3.3
10	9.5	14.0	9.8	3.4
15	9.5	21.0	9.6	3.4
20	6.8	9.0	9.5	3.2
25	8.1	17.0	9.3	3.0
Resp. Lineal	ns	ns	*	**
Resp. Cuadrática	ns	ns	**	**
<u>Interacciones</u>				
B x C	ns	ns	ns	*

*, **, ns Significativo al 5%, al 1% y no significativo, respectivamente.

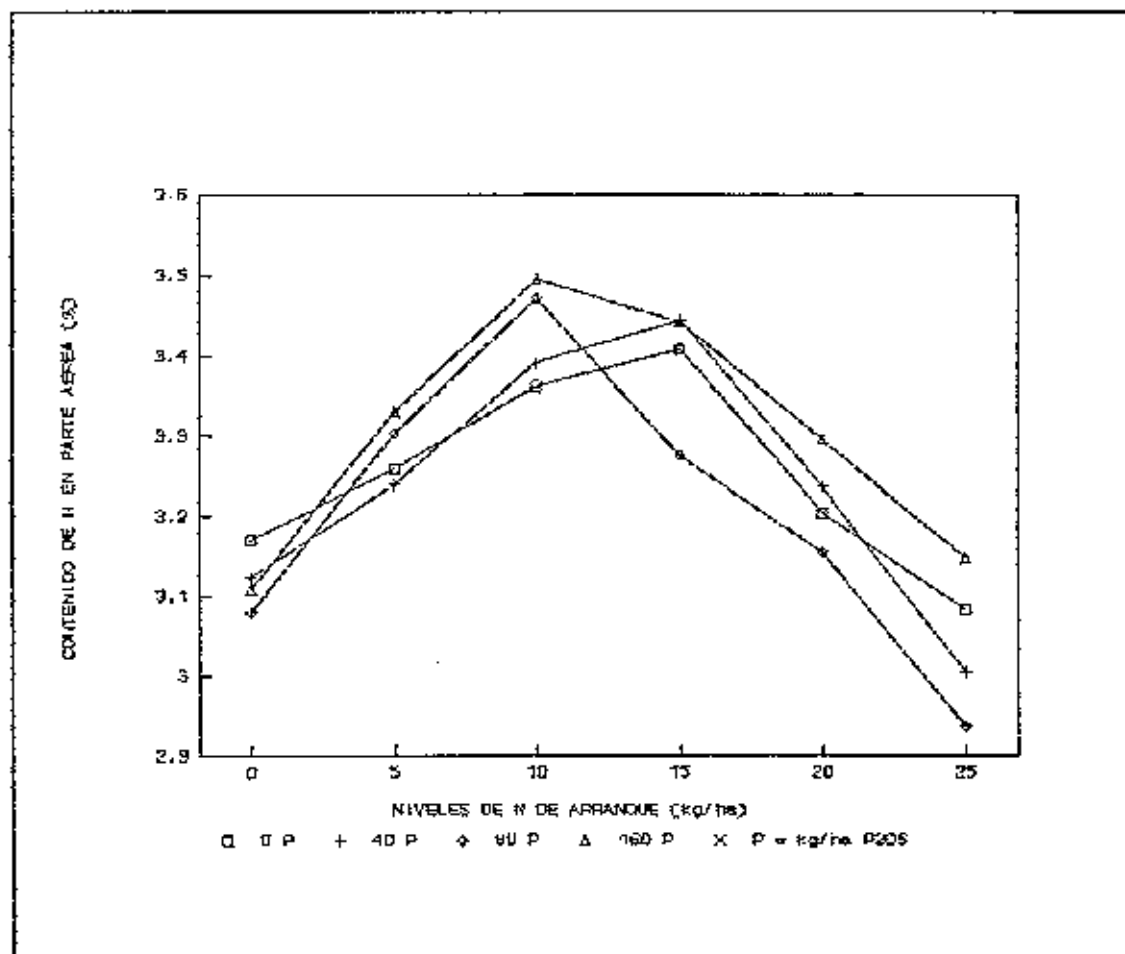


Figura 2. Representación gráfica de la interacción P x N de arranque con respecto al contenido de nitrógeno en la parte aérea de la variedad de frijol Dorado, durante la etapa R6. Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1992.

Cuadro 5. Efectos de la fertilización con N y P sobre la nodulación, crecimiento y contenido de N en la parte aérea de la variedad de frijol Dorado, durante la etapa de llenado de vainas (R8). Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1992.

Tratamiento	Número de nódulos por planta	Peso seco por planta		Contenido de N de la parte aérea (%)
		Nódulos (mg)	Parte aérea (g)	
<u>N foliar (A)</u>				
Sin N	10.1	23.0	20.8	2.8
Con N	6.3	12.0	21.9	2.8
Significación	ns	ns	*	ns
<u>P (P₂O₅) (B)</u>				
0	8.1	19.0	18.0	2.8
40	8.3	22.0	22.3	2.8
80	9.8	20.0	21.7	2.8
160	6.6	7.0	23.4	2.9
Resp. Lineal	ns	ns	**	ns
Resp. Cuadrática	ns	ns	*	ns
<u>N arranque (C)</u>				
0	7.7	13.0	18.9	2.8
5	8.4	21.0	21.1	2.9
10	6.2	18.0	21.6	2.8
15	7.9	17.0	22.3	2.8
20	9.6	15.0	21.7	2.8
25	9.5	19.0	22.5	2.8
Resp. Lineal	ns	ns	**	ns
Resp. Cuadrática	ns	ns	ns	**
<u>Interacciones</u>				
A x B	ns	ns	ns	**
A x C	ns	ns	ns	ns
B x C	ns	ns	ns	**
A x B x C	ns	ns	ns	**

*. **. ns Significativo al 5%, al 1% y no significativo, respectivamente.

suplementario (urea diluida) después de la floración, sólo reveló diferencias en cuanto a la variable PSPA. La aplicación de N, tanto al inicio como después de floración no afectó significativamente la producción de nódulos, el peso seco de los mismos ni el contenido de N en la planta.

Los niveles de P difirieron en su efecto sobre el PSPA. La tendencia encontrada fue lineal ($P < 0.01$) y cuadrática ($P < 0.05$). No se determinó un punto máximo de respuesta.

Al igual que en el primer experimento, el contenido de N disponible en el suelo estuvo a un nivel suficiente (76.8 kg/ha) para suplir los requerimientos de N por parte del cultivo.

El N de arranque afectó a las plantas observándose diferencias en el PSPA y el CNPA. Con respecto al PSPA se determinó una respuesta lineal significativa al 1% que indica que los pesos se incrementaron a medida que se aumentó la cantidad de N aplicado al momento de la siembra, aunque alrededor del nivel de 20 kg/ha de N se observó una leve disminución de los pesos de las partes aéreas de las plantas. Con relación al CNPA, la tendencia encontrada fue cuadrática ($P < 0.01$) con el punto máximo alrededor del nivel de 5 kg/ha.

Con respecto al CNPA, además de observarse que la interacción entre el P y el N de arranque era significativa al 1%, lo que indica que el efecto del P sobre el contenido de N en la planta depende del nivel de N de arranque (Anexo 5 y Figura 3), se observó que la interacción N foliar $\times$ P fue

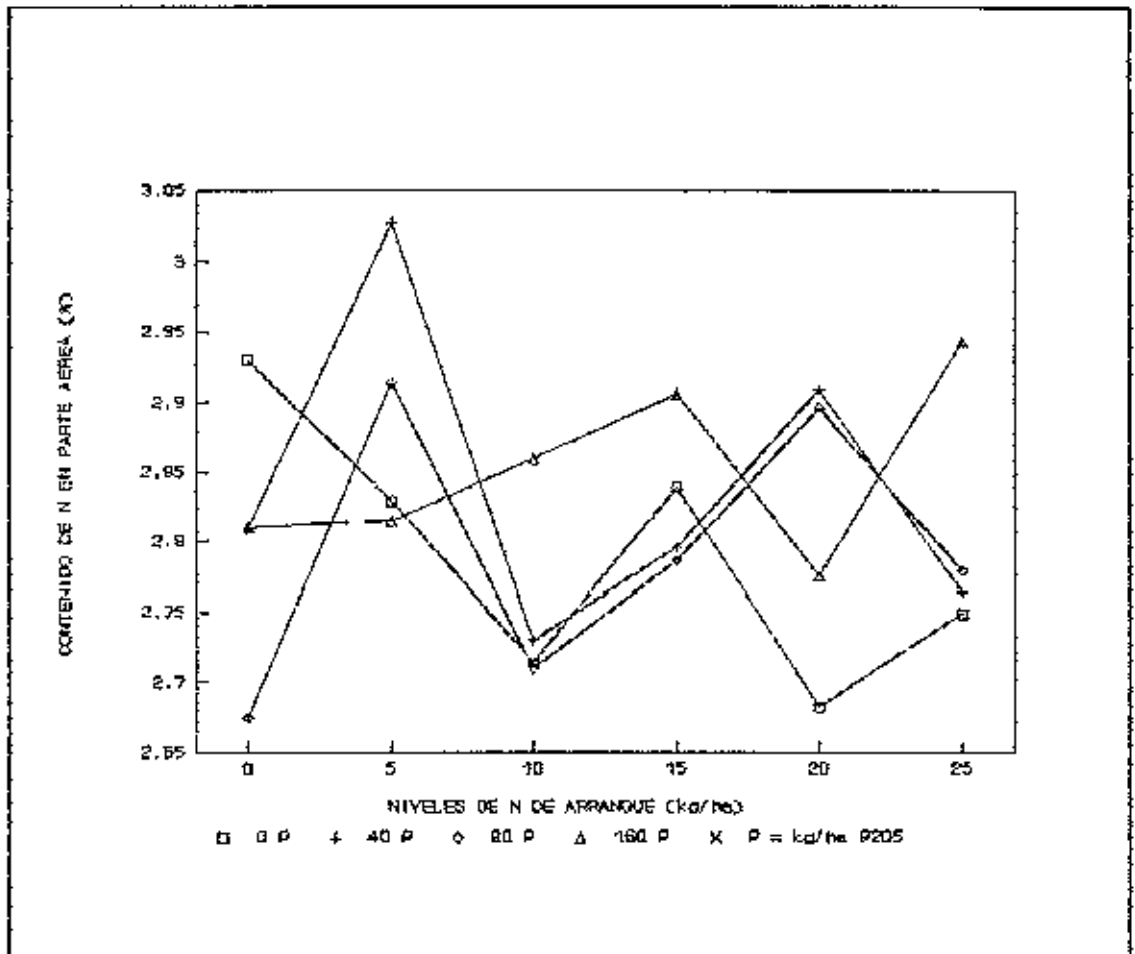


Figura 3. Representación gráfica de la interacción P x N de arranque con respecto al contenido de nitrógeno en la parte aérea de la variedad de frijol Dorado, durante la etapa R8. Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1992.

significativa al 1%, indicando que el efecto del N foliar sobre el contenido de N en la planta también depende del nivel de P aplicado al momento de la siembra (Anexo 6 y Figura 4). Adicionalmente, se observó que con respecto a esta misma variable, la interacción entre N foliar, Fósforo y N de arranque fue significativa al 1%. Los resultados del Cuadro 6 indican como estos tres factores interactuaron sobre la síntesis de N en la planta.

En el cuadro 7 se presentan los efectos de la aplicación de N y P sobre el rendimiento de la variedad de frijol Dorado. No hubo diferencias significativas en el rendimiento de grano ni en el peso de 100 semillas (PCS) por efectos de la aplicación de diferentes niveles de fósforo. Con relación a la variable RM se determinó una respuesta cuadrática significativa al 5%. Los rendimientos se incrementaron alrededor de los niveles de 40 y 80 kg/ha de P_2O_5 y luego decrecieron. El N de arranque afectó el rendimiento de grano, observándose diferencias significativas. La tendencia encontrada ($P < 0.01$) fue cuadrática, los rendimientos más altos se observaron alrededor de los niveles de 10 y 15 kg/ha de N. La variable PCS respondió en forma similar al RM a la aplicación de diferentes niveles de N de arranque.

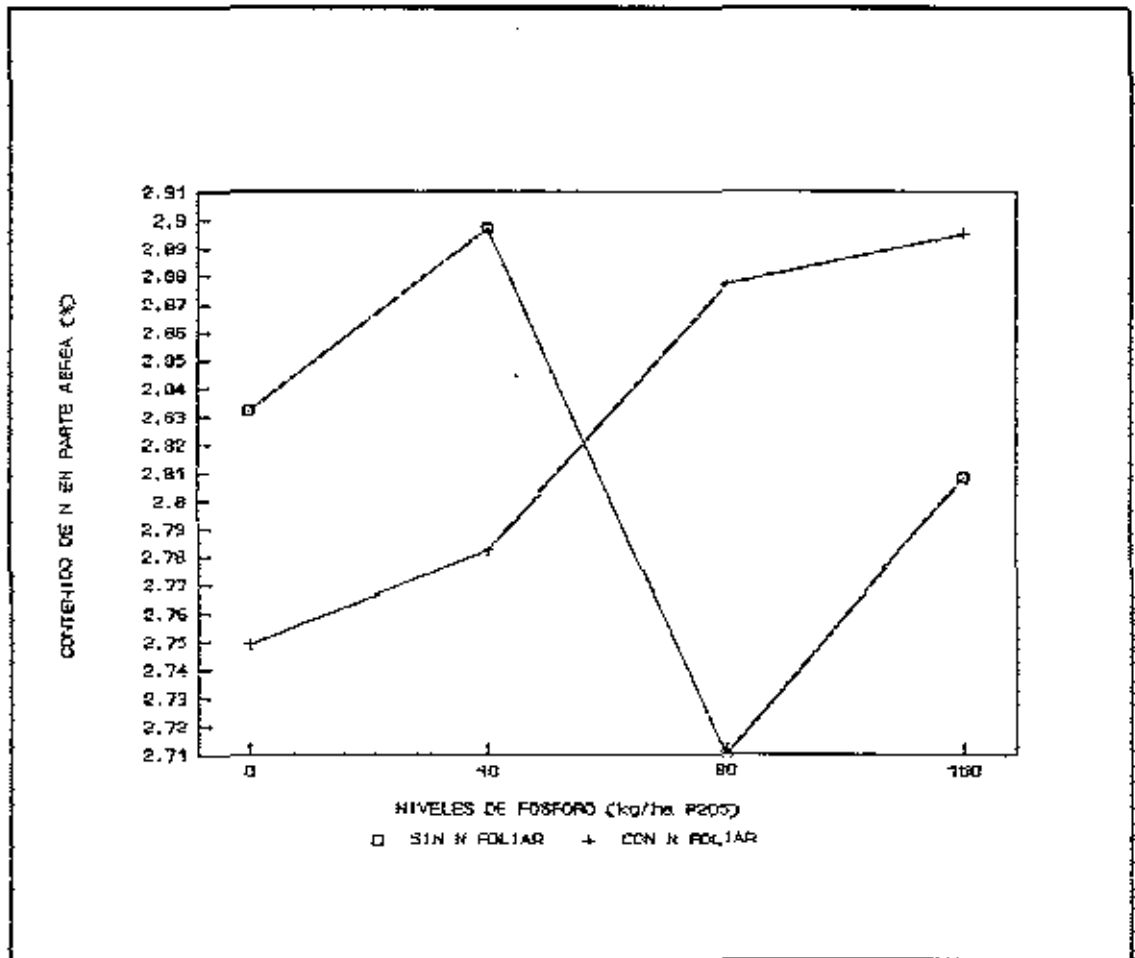


Figura 4. Representación gráfica de la interacción N foliar x P con respecto al contenido de nitrógeno de la parte aérea de la variedad de frijol Dorado, durante la etapa R8. Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1992.

Cuadro 6. Efectos de la aplicación de N de arranque y P al momento de la siembra y N foliar después de la etapa R6 sobre el contenido de N en la parte aérea de la variedad de frijol Dorado, durante la etapa R8. Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1992.

Interacción	Contenido de N de la parte aérea (%)
Nf x P x Na	
Sin N x 0 x 0	2.8
Sin N x 0 x 5	3.0
Sin N x 0 x 10	2.8
Sin N x 0 x 15	2.9
Sin N x 0 x 20	2.8
Sin N x 0 x 25	2.8
Sin N x 40 x 0	3.0
Sin N x 40 x 5	2.9
Sin N x 40 x 10	2.9
Sin N x 40 x 15	2.9
Sin N x 40 x 20	3.0
Sin N x 40 x 25	2.7
Sin N x 80 x 0	2.5
Sin N x 80 x 5	2.9
Sin N x 80 x 10	2.6
Sin N x 80 x 15	2.9
Sin N x 80 x 20	2.6
Sin N x 80 x 25	2.6
Sin N x 160 x 0	2.8
Sin N x 160 x 5	2.7
Sin N x 160 x 10	2.7
Sin N x 160 x 15	2.7
Sin N x 160 x 20	2.9
Sin N x 160 x 25	3.0
Con N x 0 x 0	3.0
Con N x 0 x 5	2.7
Con N x 0 x 10	2.7
Con N x 0 x 15	2.8
Con N x 0 x 20	2.6
Con N x 0 x 25	2.7
Con N x 40 x 0	2.7
Con N x 40 x 5	3.2
Con N x 40 x 10	2.5
Con N x 40 x 15	2.7
Con N x 40 x 20	2.9
Con N x 40 x 25	2.8

Cuadro 6. ...Continuación

Interacción	Contenido de N de la parte aérea (%)
Nf x P x Na	
Con N x 80 x 0	2.9
Con N x 80 x 5	2.9
Con N x 80 x 10	2.8
Con N x 80 x 15	2.7
Con N x 80 x 20	3.0
Con N x 80 x 25	2.9
Con N x 160 x 0	2.8
Con N x 160 x 5	2.9
Con N x 160 x 10	3.0
Con N x 160 x 15	3.1
Con N x 160 x 20	2.7
Con N x 160 x 25	2.9
Significación	**
DMS 0.05	0.2

*, **, ** Significativo al 5%, al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 7. Efectos de la fertilización con N y P sobre el rendimiento de la variedad de frijol Dorado. Experimento 2. El Zamorano, Honduras. 1992.

Tratamiento	Rendimiento (g/parcela)	Peso de 100 semillas (g)
<u>N foliar (A)</u>		
Sin N	469	19.7
Con N	519	19.8
Significación	ns	ns
<u>P (P₂O₅) (B)</u>		
0	440	19.5
40	533	19.8
80	510	19.6
160	493	20.1
Resp. Lineal	ns	ns
Resp. Cuadrática	*	ns
<u>N Arranque (C)</u>		
0	400	18.9
5	482	20.2
10	603	21.0
15	573	20.5
20	496	19.3
25	410	18.5
Resp. Lineal	ns	**
Resp. Cuadrática	**	**
<u>Interacciones</u>		
A x B	ns	ns
A x C	ns	ns
B x C	ns	ns
A x B x C	ns	ns

*, **, ns Significativo al 5%, al 1% y no significativo, respectivamente.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. Conclusiones

1. Debido a la virosis que afectó el desarrollo del cultivo en el segundo experimento y al alto nivel inicial de N disponible en el suelo, los resultados de este estudio muestran que la aplicación de N, aún en pequeñas cantidades, no tuvo ningún efecto positivo sobre las variables relacionadas con la FBN.
2. Lo anterior, probablemente enmascaró además los posibles efectos del P sobre la nodulación y la FBN que han sido observados en otros estudios.
3. Los efectos del N y P fueron significativos con respecto a las variables relacionadas con el crecimiento y rendimiento.

B. Recomendaciones

1. Realizar este tipo de investigación bajo condiciones de suelos pobres en N y P; es decir, a nivel de finca del pequeño agricultor.
2. Precisar las épocas de siembra, para evitar presiones de enfermedades como la causada por el virus del mosaico dorado, la cual en épocas muy tardías es muy alta aún para variedades de frijol con resistencia intermedia, como es el caso de la variedad Dorado.

VI. RESUMEN

El frijol común (Phaseolus vulgaris L.) es una de las leguminosas de grano más importantes a nivel mundial. En Centroamérica y el Caribe, el frijol es la principal fuente de proteína vegetal de la dieta tradicional. La mayoría de las zonas donde se produce frijol son áreas de suelos marginales donde la baja fertilidad del suelo, especialmente en nitrógeno y fósforo, es una de las limitantes más críticas de la producción. Bajo estas condiciones, los rendimientos obtenidos son bajos. El proceso de fijación biológica de nitrógeno es una alternativa para incrementar los rendimientos, al satisfacer los requerimientos de nitrógeno de variedades adaptadas y con alto potencial de producción. Se condujeron dos experimentos en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, para estudiar los efectos de la aplicación de nitrógeno y fósforo sobre la fijación de N_2 y rendimiento en frijol común. En el Experimento 1, no se observaron diferencias entre las dos variedades utilizadas en el primer experimento. Los niveles de aplicación de fósforo difirieron en su efecto sobre el peso seco de la parte aérea de las plantas y el rendimiento. Para estas variables se determinaron respuestas cuadráticas significativas al 5% con el punto máximo alrededor del nivel de 120 kg/ha de P_2O_5 . Los niveles de nitrógeno aplicados afectaron el número de nódulos, el peso seco de los nódulos y el rendimiento. Estas variables

tuvieron una tendencia lineal significativa al 1 y 5%. Se observó una interacción significativa entre variedades y los niveles de nitrógeno relacionada con el número de nódulos. En el experimento 2, aunque se presentó alta incidencia de virosis. Bajo estas condiciones, los efectos de la aplicación de nitrógeno y fósforo difirieron entre sí sólo en el peso seco de la parte aérea de plantas en las etapas R6 y R8. Para esta variable se determinó una respuesta lineal y cuadrática significativa al 1 y 5%. Con respecto al contenido de nitrógeno en la parte aérea de la planta en R6 y R8 y al rendimiento, el único factor en el que se observaron diferencias fue el nitrógeno de arranque. la tendencias encontradas fueron lineal y cuadrática significativas al 1%. Se presentaron interacciones significativas entre fósforo y nitrógeno de arranque con respecto al contenido de nitrógeno de la parte aérea en R6 y R8. Además, se observaron interacciones significativas entre el nitrógeno suplementario foliar y el fósforo; y, entre nitrógeno foliar, nitrógeno de arranque y fósforo que afectaban el contenido de nitrógeno de la parte aérea de plantas en R8. Debido al alto contenido de N disponible en el suelo en ambos experimentos, los resultados indicaron que la adición, aún en pequeñas cantidades, de nitrógeno a la siembra tienen efectos negativos sobre el número y tamaño de los nódulos. Bajo estas mismas condiciones tampoco se observaron los efectos del fósforo que han sido observados en otros experimentos. Sin embargo los efectos de

estos dos elementos si fueron significativos para las variables de crecimiento y rendimiento.

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 88
TERRUCIALPA HONDURAS

VII. BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, M.W. 1984. Beans-Cowpeas Production Constraints and National Programs. Bean/Cowpea CRSP, Michigan State University. USAID-BIFAD Grant Report. 48 p.
- ALLDS, H.F.; BARTHOLOMEW, W.V. 1955. Effect of available nitrogen on symbiotic fixation. Soil Science Society of America Proceedings 19: 182-184.
- ANDREW, C.S. 1976. Nutritional restrains on legume-symbiosis. In: Exploiting the legume-Rhizobium symbiosis in tropical agriculture. Ed. by J.M. Vincent, A.S. Whitney and J. Bose. University of Hawaii College of Tropical Agriculture, Misc. Publ. 145. p. 253-274.
- ANDREW, C.S.; ROBINS, M.F. 1969. The effect of P on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. Australian Journal of Agricultural Research 20: 675-685.
- BEARD, B.H.; HOOVER, R.M. 1971. Effect of nitrogen on nodulation and yield of irrigated soybeans. Agronomy Journal (EE.UU.). 63: 815-816.
- BOND, G. 1951. Symbiosis of leguminous plants and nodule bacteria. 4. The importance of the oxygen factor in nodule formation and function. Annals of Botany (EE.UU.), 15:95-108.
- BOUCHER, D.H.; FELDSTEIN, P.; ARCE, J.; LLANO, A.; OYER, L. y SANDOVAL, A. 1986. Nodulación de 8 variedades de frijol en un suelo fijador de fósforo en Nicaragua. Ceiba 27(1): 89-93.
- BOWEN, J.; KRATKY, B. 1982. Nitrógeno: fijación biológica en leguminosas tropicales. Agricultura de las Américas 83(12): 12-20.
- DOMMERGUES, R.; DIEM, G. 1982. Microbiology of tropical soils and plant productivity. Boston (EE.UU.). Junk Publishers. 73 p.
- DORDSINSKIY, L.M.; AFANASYEVA, L.M.; RUBINSHTEYN, G.V. 1973. Symbiotic fixation of atmospheric nitrogen by inoculated soybean. Agrokhimiya (URSS), 8:84-88.
- DUQUE, F.F.; NEVES, M.C.P.; FRANCO, A.A.; VICTORIA, R.L.; BODDEY, R.M. 1985. The response of field grown Phaseolus vulgaris to Rhizobium inoculation and the quantification

of N_2 fixation using ^{15}N . Plant and Soil (The Hague) 88: 333-343.

FASSBENDER, H.W. 1967. La fertilización del frijol. Turrialba 17(1): 25-28.

FERNANDES, M.S.; NEVES, M.C.P.; SA, M.F.M. 1982. Effects of supplemental nitrogen on nodulation, assimilation of nitrogen, growth and seed yield of Phaseolus vulgaris and Vigna unguiculata. In: Biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture. Ed. by P.H. Graham and S.C. Harris. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 317-326.

FOTCH, D.D.; HERNANDEZ, B. 1986. Factores limitantes de la fijación de nitrógeno en guandú (Cajanus cajan) en suelos ácidos. Ceiba 27(1): 61-81.

FRANCO, A.A. 1977. Nutritional restraints for tropical grain legumes symbiosis. In: Exploiting the legume-Rhizobium symbiosis in tropical agriculture. Ed. by J.M. Vincent, A.S. Whitney and J. Bose. University of Hawaii College of Tropical Agriculture. Misc. Publ. 145. p. 237-252.

FRANCO, A.A. 1978. Micronutrients requirements of legume-Rhizobium symbiosis in the tropics. In: Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics. Ed. by J. Dobereiner, et al. New York (EE.UU.). Plenum. p. 161-171.

FRANCO, A.A.; DAY J.M. 1980. Effects of lime and molybdenum on nodulation and nitrogen fixation of Phaseolus vulgaris L. in acid soils of Brazil. Turrialba 30(1): 99-105.

FREIRE, J.R. 1982. Important limiting factors for Rhizobium-legume symbiosis. In: Biological Nitrogen Fixation. Ed. by M. Alexander. New York (EE.UU.), Plenum. p.51-74.

GIBSON, A.H. 1976a. Limitations to dinitrogen fixation by legumes. In: First International Symposium of Nitrogen Fixation. Ed. by W.E. Newton and D.J. Nyman. Washington State University Press. p. 400-428.

GIBSON, A.H. 1976b. N_2 input into crops. In: First International Symposium of Nitrogen Fixation. Ed. by W.E. Newton and C.J. Nyman. Washington State University Press. p. 400-428.

GIBSON, A.H.; NUTMAN, P.S. 1960. Studies on the physiology of nodule formation. VII. A reappraisal of the effect of preplanting. Annals of Botany (EE.UU.), 24: 420-433.

- GRAHAM, P.H. 1981. Some problems of nodulation and symbiotic nitrogen fixation in Phaseolus vulgaris L.: A review. *Field Crops Research* 4: 93-111.
- GRAHAM, P.H.; CHATEL, D.L. 1983. Agronomy. In: *Ecology of Nitrogen Fixation*. Ed. by J. Broughton. Oxford University Press. pp. 58-61.
- GRAHAM, P.H.; HALLIDAY, J. 1977. Inoculation and nitrogen fixation in the genus Phaseolus. In: *Exploiting the legume-Rhizobium symbiosis in tropical agriculture*. Ed. by J.M. Vincent, A.S. Whitney and J. Bose. University of Hawaii College of Tropical Agriculture. Misc. Publ. 145. p. 313-334.
- GRAHAM, P.H.; MORALES V. 1974. Seed pelleting of legume to supply molybdenum. *Turrialba* 24(3): 335-336.
- GRAHAM, P.H.; ROSAS, J.C. 1979. Phosphorus fertilization and symbiotic nitrogen fixation in common bean. *Agronomy Journal* (EE.UU.), 71: 925-926.
- HAM, G.E.; LIENER, I.E.; EVANS, S.D.; FRAZIER, R.D.; NELSON, W.W. 1975. Yield and composition of soybean seed as affected by N and S fertilization. *Agronomy Journal* (EE.UU.), 67: 293-297.
- HARPER, J.E.; COOPER, R.L. 1971. Nodulation response of soybeans (Glycine max L. Merr.) to application rate and placement of combined nitrogen. *Crop Science* (EE.UU.), 11: 438-440.
- HARPER, J.F.; HAGEMAN, R.H. 1972. Canopy and seasonal profiles of nitrate reductase in soybeans (Glycine max L. Merr.). *Plant Physiology* (EE.UU.), 49: 146-154.
- HATFIELD, J.L.; EGLI, D.B.; LEGGETT, J.E.; PEASLEE, D.E. 1974. Effect of applied nitrogen on the nodulation and early growth of soybeans (Glycine max L. Merr.). *Agronomy Journal* (EE.UU.), 66: 112-114.
- HERRIDGE, D.F. 1982. Relative abundance of ureides and nitrate in plant tissues of soybean as a quantitative assay of nitrogen fixation. *Plant Physiology* (EE.UU.), 70: 1-6.
- JUANG, T.C.; TANN, C.C.; TSOU, S.C.S. 1982. Effect of nitrogen fertilization on leaf nitrate reductase and nodule nitrogenase activity in soybeans. In: *Biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture*. Ed. by P.H. Graham and S.C. Harris. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 303-308.

- KAMATA, E. 1963. Morphological and physiological studies on nodule formation in leguminous crops. IX. Effects of the leaves clipping on nodule formation in Ladino clover (Trifolium repens L.). Proceedings of the Crop Science Society of Japan 31: 245-248.
- LAZU, J. 1987. Efecto del genotipo de Phaseolus vulgaris en la fijación biológica de nitrógeno por Rhizobium phaseoli. Tesis M.S. Mayagüez, Puerto Rico, Universidad de Puerto Rico. 90 p.
- MCNEIL, D.L. 1982. Variations in ability of Rhizobium japonicum strains to nodulate soybeans and maintain fixation in the presence of nitrate. Applied Environmental Microbiology (EE.UU.), 44: 647-652.
- MOSSE, B. 1977. Role of mycorrhiza in legume nutrition. In: Exploiting the legume-Rhizobium symbiosis in tropical agriculture. Ed. by J.M. Vincent, A.S. Whitney and J. Bose. University of Hawaii College of Tropical Agriculture. Misc. Publ. 145. p. 275-292.
- MULDER, E.G.; VAN VEEN, M.L. 1960. Effect of pH and organic compounds on nitrogen fixation by red clover. Plant and Soil (EE.UU.), 13: 91-113.
- MUNNS, D.N. 1968. Nodulation of Medicago sativa in solution culture. III. Effects of nitrate on root hairs and infection. Plant and Soil (EE.UU.), 29: 33-47.
- MUNNS, D.N. 1977. Mineral nutrition and the legume symbiosis. In: A treatise on dinitrogen fixation. IV. Agronomy and Ecology. Ed. by R.W.F. Hardy and A.H. Gibson. New York (EE.UU.), Wiley. p. 353-391.
- NUTMAN, P.S. 1956. The influence of the legume in root-nodule symbiosis. Biological Review (EE.UU.), 31: 109-151.
- NUTMAN, P.S. 1962. The relation between root hair infection by Rhizobium and nodulation in Trifolium and Vicia. In: Soil Nitrogen. Ed. by W.V. Bartholomew and F.E. Clark. American Society of Agronomy (EE.UU.). p. 396.
- NUTMAN, P.S. 1976. Field experiments on nitrogen fixation by nodulated legumes. In: Symbiotic nitrogen fixation in plants. Ed. by P.S. Nutman. Cambridge, Cambridge University Press. v. 7. p. 211-237.
- O'HARA G.W.; BOONKERD, N.; DILLWORTH, M.J. 1988. Mineral constraints to nitrogen fixation. Plant and Soil (EE.UU.), 108: 93-110.

- OGHOGHORIE, C.G.O.; PATE, J.S. 1971. The nitrate stress syndrome of the nodulated field pea (Pisum arvense L.). Plant and Soil (EE.UU.), Special Volume: 185-202.
- PACOVA, B.E.V.; GUIDONI, A.N.; SANTOS, A.F.; CANDAL NETO, J.F.; VARGAS, A.T.T. 1984. Black bean cultivars adapted to the Espírito Santo State, Brazil. Annual Report of BIC 27: 207-208.
- PATE, J.S.; DART, P.G. 1961. Nodulation studies in legumes. IV. The influence of inoculum strain, and time of application of ammonium nitrate on symbiotic response. Plant and Soil (EE.UU.), 15(4): 329-346.
- PEREIRA, P.A. 1987. Improvements of N_2 fixation in common beans (Phaseolus vulgaris L.) at different levels of available phosphorus. Ph. D. Thesis. Madison, University of Wisconsin. 150 p.
- PESSANHA, G.G.; FRANCO, A.A.; DOBEREINER, J.; GROSZMAN, A. de; BRITTO, D.P.P. 1972. Correlação negativa na nodulação com a produção de feijão (Phaseolus vulgaris L.) em solos onde o nitrogênio não é limitante. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 7:49-56.
- ROBLETO, E.A. 1988. Efecto de la fertilización con calcio, fósforo y molibdeno en la fijación de nitrógeno y rendimiento en frijol común. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 32 p.
- ROSAS, J.C.; BLISS, F.A. 1986. Mejoramiento genético de la capacidad de fijación biológica de nitrógeno en el frijol común. Ceiba 27(1): 95-104.
- RUSCHEL, A.P.; VOSE, P.B.; MATSUI, E.; VICTORIA, R.L.; SAITO, S.M.T. 1982. Field evaluation of N_2 fixation and N-utilization by Phaseolus bean varieties determined by ^{15}N isotope dilution. Plant and Soil (The Hague) 65: 397-407.
- SAITO, S.M.T.; RUSCHEL, A.P. 1978. Influência da calagem, adubação fosfatada e micronutrientes da nodulação natural do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.). Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba 35: 545-556.
- THORNTON, G.D. 1956. The effect of fertilizer nitrogen on nodulation, growth and nitrogen content of several legumes grown in sandy soils. Proceeding Soil and Crop Society of Florida 16: 146-151.
- VALDES, M. 1986. La relación micorriza-VA con fijación de nitrógeno por Rhizobium. Ceiba 27(1): 89-93.

- VAN SCHREVEN, D.A. 1958. Some factors affecting the uptake of nitrogen by legumes. In: Nodulation studies in Legumes. IV. The influence of inoculum strain and time of application of ammonium nitrate on symbiotic response. Ed. by J.S. Pate and P.J. Dart. Plant and Soil (EE.UU.), 15(4): 329-346.
- VARGAS, A.A.T.; SANTOS, A.F.; PACOVA, B.E.V.; SILVEIRA, J.S.M. 1983. Fixação simbiótica do nitrogênio no feijoeiro. III. Seleção de cultivares para alta eficiência na fixação do N_2 e resistência a antracnose. Comunicado EMCAPA. Cariacica, 17. 6 p.
- VARGAS, A.A.T.; SILVEIRA, J.S.; PACOVA, B.E.V. 1989. Abundância mineral e inoculação do feijoeiro com Rhizobium leguminosarum bv. phaseoli. Energia Nuclear e Agricultura, Piracicaba. 10(2): 83-96.
- VIETS, F.G. 1960. Recovery of fertilizer nitrogen on irrigated and dryland soils of the western United States. Soil Science (EE.UU.), 2: 486-493.
- VIGUE, J.T.; HARPER, J.E.; HAGEMAN, R.H.; PETERS, D.B. 1977. Nodulation of soybeans grown hydroponically on urea. Crop Science (EE.UU.), 17: 169-172.
- VINCENT, J.M. 1962. Australian studies of the root-nodule bacteria. In: Soil Nitrogen. Ed. by W.V. Bartholomew and F.E. Clark. American Society of Agronomy (EE.UU.). p. 384-435.
- VINCENT, J.M. 1982. Nitrogen Fixation in Legumes. New York (EE.UU.), Academic Press. 288 p.
- WILSON, P.W. 1940. The Biochemistry of Symbiotic Nitrogen Fixation. Madison (EE.UU.), University of Wisconsin Press. 302 p.
- WITTWER, S. H.; BUKOVAC, M.J.; TUKEY, H.B. 1963. Advances in foliar feeding of plant nutrients. Soil Science Society of America (EE.UU.). p. 429-448.
- WYCH, R.D.; RAINS, D.W. 1979. Nitrate absorption and acetylene reduction by soybeans during reproductive development. Physiologia Plantarum (EE.UU.), 47: 200-204.
- WYNNE, J.C.; BLISS, F.A.; ROSAS, J.C. 1987. Principles and practices of field designs to evaluate symbiotic fixation. In: Symbiotic Nitrogen Fixation. Ed. by G.H. Elkan. New York (EE.UU.), Marcel Dekker Inc. p. 371-389.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Controles fitosanitarios realizados durante el Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1991.

Fecha	Producto	Dosis	Control
15-07-91	Perfection	1.5 L/ha	Chupadores ¹
21-07-91	MTD 600	1.5 L/ha	Chupadores
21-07-91	Benlate	0.5 kg/ha	Preventivo
30-07-91	Lannate	0.25kg/ha	Coleópteros ²
			Chupadores
8-08-91	MTD 600	1.5 L/ha	Chupadores
8-08-91	Benlate	0.5 kg/ha	Preventivo
15-08-91	Kocide 101	1.75kg/ha	Bacteriosis ³

¹ Familia Cicadellidae

² Familia Chrysomelidae

³ Xantomonas campestris pv. phaseoli

Anexo 2. Controles fitosanitarios realizados durante el Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1991.

Fecha	Producto	Dosis	Control
18-11-91	Lorsban	1.5 L/ha	Coleópteros ¹
25-11-91	Folidol	1.0 L/ha	Coleópteros
5-12-91	MTD 600	1.5 L/ha	Chupadores ²
13-12-91	Kocide 101	1.75kg/ha	Bacteriosis ³
13-12-91	Benlate	0.5 kg/ha	Preventivo
21-12-91	MTD 600	1.5 L/ha	Chupadores

¹ Familia Chrysomelidae

² Familia Cicadellidae

³ Aplicación preventiva contra Xantomonas campestris pv. phaseoli

Anexo 3. Efecto de la aplicación de N de arranque a diferentes niveles sobre la nodulación, crecimiento y rendimiento de dos variedades de frijol común. Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1991.

Interacción	Número de nódulos por planta	Peso seco por planta		Rendimiento (g/parcela)
		Nódulos (mg)	Parte aérea (g)	
<u>Variedad x N</u>				
Dorado x 0	9.6	12.0	9.4	337.9
Dorado x 10	2.6	3.0	8.4	332.1
Dorado x 20	3.2	5.0	9.5	357.7
Dorado x 30	4.9	5.0	8.8	359.1
Hond 43-40 x 0	5.2	9.0	9.1	335.4
Hond 43-40 x 10	6.3	6.0	9.3	336.8
Hond 43-40 x 20	4.9	6.0	9.3	350.4
Hond 43-40 x 30	1.9	3.0	8.7	355.3
Significación	*	ns	ns	ns
DMS 0.05	3.5			

*, **, ns Significativo al 5%, al 1% y no significativo, respectivamente.

Anexo 4. Efectos combinados del N de arranque y P sobre la nodulación, crecimiento y contenido de N en la parte aérea de la variedad de frijol Dorado, durante la etapa R6. Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1992.

Interacción	Número de nódulos por planta	Peso seco por planta		Contenido de N de la parte aérea (%)
		Nódulos (mg)	Parte aérea (g)	
<u>P x N arranque</u>				
0 x 0	9.0	35.0	6.5	3.2
0 x 5	8.6	9.0	7.5	3.3
0 x 10	7.9	14.0	8.1	3.4
0 x 15	4.9	16.0	7.7	3.4
0 x 20	4.7	3.0	7.1	3.2
0 x 25	7.5	15.0	8.2	3.1
40 x 0	15.1	25.0	8.3	3.1
40 x 5	11.0	33.0	9.4	3.2
40 x 10	5.9	9.0	9.1	3.4
40 x 15	9.0	33.0	10.8	3.4
40 x 20	3.5	13.0	9.8	3.2
40 x 25	8.1	40.0	10.7	3.0
80 x 0	9.1	7.0	8.3	3.1
80 x 5	7.9	5.0	10.1	3.3
80 x 10	11.3	12.0	11.2	3.5
80 x 15	10.1	18.0	8.9	3.3
80 x 20	11.0	15.0	11.0	3.2
80 x 25	14.6	12.0	8.8	2.9
160 x 0	15.9	22.0	9.1	3.1
160 x 5	9.7	5.0	10.5	3.3
160 x 10	12.8	20.0	10.8	3.5
160 x 15	14.1	17.0	11.2	3.4
160 x 20	8.2	5.0	10.1	3.3
160 x 25	2.3	2.0	9.7	3.1
Significación	ns	ns	ns	*
DMS 0.05				0.11

*, **, ns Significativo al 5%, al 1% y no significativo, respectivamente.

Anexo 5. Efectos combinados del N de arranque y P sobre la nodulación, crecimiento y contenido de N en la parte aérea de la variedad de frijol Dorado, durante la etapa R8. Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1992.

Interacción	Número de nódulos por planta	Peso seco por planta		Contenido de N de la parte aérea (%)
		Nódulos (mg)	Parte aérea (g)	
P x N arranque				
0 x 0	7.2	26.0	16.1	2.9
0 x 5	12.9	17.0	18.7	2.8
0 x 10	5.7	34.0	18.9	2.7
0 x 15	6.3	17.0	18.9	2.8
0 x 20	8.2	12.0	16.4	2.7
0 x 25	8.2	11.0	19.1	2.7
40 x 0	6.2	6.0	19.3	2.8
40 x 5	9.5	46.0	22.0	3.0
40 x 10	6.6	9.0	20.7	2.7
40 x 15	8.4	22.0	25.3	2.8
40 x 20	8.9	17.0	21.5	2.9
40 x 25	10.4	34.0	25.0	2.8
80 x 0	6.8	9.0	19.5	2.7
80 x 5	4.7	17.0	20.1	2.9
80 x 10	7.0	22.0	22.6	2.7
80 x 15	12.7	20.0	22.1	2.8
80 x 20	15.6	27.0	25.2	2.9
80 x 25	12.1	24.0	20.6	2.8
160 x 0	10.7	11.0	20.7	2.8
160 x 5	6.4	4.0	23.6	2.8
160 x 10	5.3	6.0	24.2	2.9
160 x 15	4.0	10.0	23.0	2.9
160 x 20	5.7	7.0	23.7	2.8
160 x 25	7.2	8.0	25.3	2.9
Significación	ns	ns	ns	**
DMS 0.05				0.13

*. **. ns Significativo al 5%, al 1% y no significativo, respectivamente.

Anexo 6. Efectos combinados del N foliar y el P sobre la nodulación, crecimiento y contenido de N en la parte aérea de la variedad de frijol Dorado, durante la etapa R8. Experimento 2. El Zamorano, Honduras, 1992.

Interacción	Número de nódulos por planta	Peso seco por planta		Contenido de N de la parte aérea (%)
		Nódulos (mg)	Parte aérea (g)	
N foliar x P				
Sin N x 0	9.8	31.0	18.4	2.8
Sin N x 40	9.2	20.0	21.3	2.9
Sin N x 80	12.8	32.0	20.7	2.7
Sin N x 160	8.7	8.0	22.8	2.8
Con N x 0	6.4	8.0	17.6	2.7
Con N x 40	7.5	25.0	23.3	2.8
Con N x 80	6.8	8.0	22.6	2.9
Con N x 160	4.4	7.0	24.0	2.9
Significación	ns	ns	ns	**
DMS 0.05				0.09

*, **, ns Significativo al 5%, al 1% y no significativo, respectivamente.

Anexo 7. Datos originales de las variables determinadas en el experimento 1.

Lista de Variables

Variable	Descripción
1	Número de parcela
2	Repeticiones
3	Variedades 1 = Dorado, 2 = Hnd 43-40
4	Fósforo (kg/ha P_{2O_5}) 1=0, 2=40, 3=120, 4=200
5	Nitrógeno de arranque (kg/ha N) 1=0, 2=10, 3=20, 4=30
6	R6 Número de nódulos por planta (NN)
7	R6 Peso seco de nódulos por planta (PSN)
8	R6 Peso seco parte aérea de planta (PSPA)
9	Rendimiento (g/10 plantas)
10	Rendimiento (g/parcela)

Casos

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4014	4	1	1	1	8.8	0.0416	11.0	181.2	471.1
2	2068	2	1	1	1	0.0	0.0000	9.8	137.4	357.2
3	1021	1	1	1	1	11.0	0.0022	6.4	81.0	210.6
4	3136	3	1	1	1	6.0	0.0176	9.0	107.0	278.2
5	1019	1	1	1	2	2.0	0.0018	4.2	89.6	233.0
6	3139	3	1	1	2	0.6	0.0004	7.0	93.0	241.8
7	2070	2	1	1	2	6.4	0.0018	6.4	88.5	230.1
8	4009	4	1	1	2	2.4	0.0006	11.4	158.5	412.1
9	2065	2	1	1	3	5.2	0.0030	9.2	122.1	317.5
10	3135	3	1	1	3	3.0	0.0054	10.4	96.5	250.9
11	4008	4	1	1	3	9.0	0.0074	12.3	140.1	364.3
12	1016	1	1	1	3	5.6	0.0020	6.1	85.9	223.3
13	1020	1	1	1	4	3.0	0.0016	5.1	99.0	257.4
14	3140	3	1	1	4	1.6	0.0008	6.3	107.5	279.5
15	2067	2	1	1	4	1.4	0.0014	10.7	127.3	331.0
16	4012	4	1	1	4	20.4	0.0166	12.6	184.5	479.7
17	1007	1	1	2	1	12.4	0.0238	9.5	116.1	301.9
18	2045	2	1	2	1	2.0	0.0010	9.3	127.1	330.5
19	3141	3	1	2	1	1.6	0.0008	6.3	110.6	287.6
20	4026	4	1	2	1	6.8	0.0260	9.9	184.0	478.4
21	1005	1	1	2	2	4.2	0.0062	8.3	89.1	231.7
22	4025	4	1	2	2	8.6	0.0122	10.8	167.7	441.2
23	3147	3	1	2	2	1.2	0.0024	6.4	95.5	248.3
24	2043	2	1	2	2	1.6	0.0016	10.6	170.5	443.3
25	1002	1	1	2	3	4.6	0.0258	7.6	116.4	302.6
26	2048	2	1	2	3	3.0	0.0082	10.2	159.7	415.2
27	4023	4	1	2	3	5.6	0.0128	9.9	195.3	507.8
28	3144	3	1	2	3	5.2	0.0044	8.5	105.1	273.3
29	4024	4	1	2	4	3.0	0.0048	8.8	180.8	470.1
30	3143	3	1	2	4	0.6	0.0002	8.4	138.9	361.1

Anexo 7. ...Continuación

Casos

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
31	2047	2	1	2	4	5.0	0.0092	8.8	176.4	458.6
32	1004	1	1	2	4	4.2	0.0032	6.7	114.7	298.2
33	4018	4	1	3	1	6.2	0.0152	10.5	184.5	479.7
34	1026	1	1	3	1	9.8	0.0066	8.0	109.5	284.7
35	3163	3	1	3	1	41.6	0.0210	12.0	146.9	381.9
36	2062	2	1	3	1	5.6	0.0036	10.0	120.0	312.0
37	4020	4	1	3	2	0.0	0.0000	10.6	197.0	512.2
38	3166	3	1	3	2	0.8	0.0008	7.5	118.1	307.1
39	2061	2	1	3	2	1.6	0.0014	7.9	108.8	282.9
40	1023	1	1	3	2	0.8	0.0006	9.9	133.0	345.8
41	2057	2	1	3	3	2.6	0.0038	9.5	110.1	286.3
42	1028	1	1	3	3	1.2	0.0002	10.1	143.9	374.1
43	4015	4	1	3	3	1.8	0.0012	10.8	181.4	471.6
44	3164	3	1	3	3	0.4	0.0002	7.7	160.5	417.3
45	1023	1	1	3	4	5.6	0.0042	6.0	108.5	282.1
46	4016	4	1	3	4	4.6	0.0084	10.8	175.7	456.8
47	2058	2	1	3	4	0.8	0.0002	6.9	121.1	314.9
48	3165	3	1	3	4	1.6	0.0024	9.7	122.8	319.3
49	4038	4	1	4	1	6.2	0.0036	12.4	152.6	396.8
50	3133	3	1	4	1	6.8	0.0024	10.8	120.6	313.6
51	1029	1	1	4	1	26.0	0.0220	6.7	100.9	262.3
52	2080	2	1	4	1	2.0	0.0018	9.0	99.9	259.5
53	3131	3	1	4	2	0.2	0.0002	7.1	153.1	398.1
54	1032	1	1	4	2	6.4	0.0118	8.1	110.2	286.5
55	4042	4	1	4	2	2.2	0.0032	9.5	152.9	397.5
56	2082	2	1	4	2	2.6	0.0012	7.8	116.4	302.6
57	4037	4	1	4	3	0.8	0.0000	12.5	201.7	524.4
58	1034	1	1	4	3	2.8	0.0042	10.4	118.9	309.1
59	2084	2	1	4	3	0.0	0.0000	7.5	118.0	306.8
60	3129	3	1	4	3	0.0	0.0000	9.1	145.4	378.0
61	2083	2	1	4	4	0.0	0.0000	5.7	117.8	306.3
62	3128	3	1	4	4	1.4	0.0010	12.2	145.2	377.5
63	1035	1	1	4	4	17.0	0.0186	10.3	117.8	306.3
64	4039	4	1	4	4	8.8	0.0092	11.1	172.0	447.2
65	4150	4	2	1	1	10.0	0.0116	8.1	124.5	323.7
66	2164	2	2	1	1	0.0	0.0000	10.2	103.8	269.9
67	1155	1	2	1	1	3.2	0.0010	6.5	103.7	269.6
68	3055	3	2	1	1	3.4	0.0036	7.6	109.5	284.7
69	3052	3	2	1	2	7.6	0.0122	10.0	146.4	380.6
70	1160	1	2	1	2	14.8	0.0084	7.6	89.1	231.7
71	4154	4	2	1	2	6.2	0.0108	7.0	134.4	349.4
72	2168	2	2	1	2	1.4	0.0004	8.0	101.3	263.4
73	4149	4	2	1	3	6.4	0.0104	5.7	133.5	347.1
74	3050	3	2	1	3	9.4	0.0040	9.0	144.9	376.7
75	2162	2	2	1	3	1.6	0.0032	8.5	102.7	267.0
76	1156	1	2	1	3	3.6	0.0004	5.4	118.7	308.6
77	3053	3	2	1	4	2.2	0.0006	9.4	138.7	360.6
78	4151	4	2	1	4	4.4	0.0114	8.6	137.1	356.5

Anexo 7. ...Continuación
Casos

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
79	1158	1	2	1	4	2.2	0.0038	5.4	121.5	315.9
80	2163	2	2	1	4	0.4	0.0006	6.8	122.2	317.7
81	1153	1	2	2	1	2.0	0.0024	8.1	138.3	359.6
82	4147	4	2	2	1	7.6	0.0114	6.1	106.8	277.7
83	2154	2	2	2	1	5.6	0.0110	9.4	109.5	285.0
84	3080	3	2	2	1	0.8	0.0038	8.6	113.7	295.6
85	1148	1	2	2	2	1.6	0.0032	6.7	118.7	308.6
86	3084	3	2	2	2	0.0	0.0000	7.3	103.2	268.3
87	2148	2	2	2	2	0.8	0.0020	11.0	93.5	243.1
88	4143	4	2	2	2	6.8	0.0076	9.2	128.4	333.8
89	2153	2	2	2	3	2.8	0.0054	8.3	135.4	352.0
90	4144	4	2	2	3	5.8	0.0112	5.4	126.4	328.6
91	3078	3	2	2	3	0.8	0.0002	11.7	126.4	333.1
92	1154	1	2	2	3	8.4	0.0064	7.9	133.9	348.1
93	3081	3	2	2	4	0.4	0.0002	7.1	127.8	332.3
94	2151	2	2	2	4	0.8	0.0002	9.1	107.8	280.3
95	1152	1	2	2	4	2.8	0.0018	6.9	148.4	385.8
96	4141	4	2	2	4	0.0	0.0000	7.7	112.0	291.2
97	3058	3	2	3	1	1.6	0.0012	12.9	175.5	456.3
98	2140	2	2	3	1	7.0	0.0060	8.4	99.1	257.4
99	1136	1	2	3	1	9.2	0.0150	9.1	161.6	420.2
100	4140	4	2	3	1	14.2	0.0414	12.1	182.2	473.7
101	2136	2	2	3	2	2.4	0.0044	6.6	141.4	367.6
102	4138	4	2	3	2	7.2	0.0126	12.2	153.3	398.6
103	3060	3	2	3	2	4.4	0.0080	12.0	143.9	374.1
104	1135	1	2	3	2	16.4	0.0182	13.7	198.6	516.4
105	1139	1	2	3	3	7.2	0.0018	14.3	177.3	461.0
106	3063	3	2	3	3	7.4	0.0150	19.1	158.6	412.4
107	2134	2	2	3	3	0.8	0.0022	7.6	107.2	278.7
108	4134	4	2	3	3	9.6	0.0156	12.5	129.1	335.7
109	4139	4	2	3	4	2.6	0.0056	11.1	184.5	479.7
110	3059	3	2	3	4	1.6	0.0012	13.5	140.5	365.3
111	2138	2	2	3	4	1.6	0.0010	7.8	143.2	372.3
112	1137	1	2	3	4	1.2	0.0004	11.2	169.5	440.7
113	3046	3	2	4	1	0.2	0.0002	7.7	171.6	446.2
114	1166	1	2	4	1	4.0	0.0116	11.3	129.9	337.7
115	4133	4	2	4	1	13.2	0.0160	9.2	106.6	277.2
116	2132	2	2	4	1	1.6	0.0046	9.3	127.7	332.0
117	4130	4	2	4	2	9.0	0.0072	7.6	116.0	301.6
118	1167	1	2	4	2	0.6	0.0002	10.3	139.6	363.0
119	3044	3	2	4	2	5.0	0.0026	10.9	136.3	354.4
120	3133	2	2	4	2	17.0	0.0062	8.9	128.6	334.4
121	4128	4	2	4	3	0.6	0.0002	8.0	131.8	342.7
122	1164	1	2	4	3	4.4	0.0032	7.7	139.1	361.7
123	3048	3	2	4	3	5.4	0.0112	8.9	182.7	475.0
124	2129	2	2	4	3	4.8	0.0070	8.1	106.8	277.7
125	4131	4	2	4	4	0.0	0.0000	8.7	118.1	307.1
126	2128	2	2	4	4	3.8	0.0066	11.1	136.4	354.6

Anexo 7. ...Continuación

Casos

NQ.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
127	1163	1	2	4	4	0.4	0.0010	5.5	120.9	314.3
128	3045	3	2	4	4	6.2	0.0064	10.0	157.8	410.3

Anexo 8. Datos originales de las variables determinadas en la etapa R6 del experimento 2.

Lista de variables

Variable	Descripción
1	Repeticiones
2	Número de parcela
3	Nitrógeno Foliar 1 = sin, 2 = con
4	Fósforo (kg/ha P_2O_5) 1 = 0, 2 = 40, 3 = 80, 4 = 160
5	Nitrógeno de arranque (kg/ha N) 1=0, 2=5, 3=10, 4=15, 5=20, 6=25
6	R6 Número de Nódulos por planta (NN)
7	R6 Peso seco de nódulos por planta (PSN)
8	R6 Peso seco parte aérea de planta (PSPA)
9	R6 Contenido de N en parte aérea (%)

Casos

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1001	1	1	4	13.2	0.0006	6.7	3.57
2	1	1002	1	1	1	1.8	0.1120	6.2	3.18
3	1	1003	1	1	5	1.6	0.0012	8.1	3.18
4	1	1004	1	1	2	1.4	0.0034	9.7	3.25
5	1	1005	1	1	6	16.6	0.0148	11.5	3.04
6	1	1006	1	1	3	1.0	0.0046	10.9	3.43
7	1	1007	1	4	4	6.8	0.0100	9.8	3.57
8	1	1008	1	4	2	0.6	0.0012	12.2	3.34
9	1	1009	1	4	5	3.8	0.0166	12.8	3.36
10	1	1010	1	4	3	13.0	0.0300	14.1	3.44
11	1	1011	1	4	6	1.2	0.0044	13.0	3.26
12	1	1012	1	4	1	3.0	0.0060	8.1	3.13
13	1	1013	1	2	2	1.4	0.0300	6.3	3.26
14	1	1014	1	2	6	5.0	0.0240	9.8	3.07
15	1	1015	1	2	1	11.6	0.0046	14.5	3.19
16	1	1016	1	2	4	2.2	0.0040	13.5	3.41
17	1	1017	1	2	5	3.0	0.0036	9.4	3.25
18	1	1018	1	2	3	4.8	0.0134	10.8	3.35
19	1	1019	1	3	1	10.6	0.0104	10.3	3.06
20	1	1020	1	3	2	11.2	0.0122	14.4	3.56
21	1	1021	1	3	6	13.0	0.0280	6.7	2.83
22	1	1022	1	3	4	1.8	0.0010	10.4	3.15
23	1	1023	1	3	5	8.6	0.0032	13.3	3.13
24	1	1024	1	3	3	2.4	0.0126	13.3	3.61
25	2	1025	2	2	2	5.8	0.1146	11.0	3.25
26	2	1026	2	2	1	37.0	0.0020	10.9	3.15
27	2	1027	2	2	5	3.8	0.0012	13.1	3.32
28	2	1028	2	2	3	7.2	0.0036	9.2	3.63
29	2	1029	2	2	6	0.6	0.0020	15.6	3.22
30	2	1030	2	2	4	2.0	0.0002	12.4	3.69

Anexo B. ...Continuación

Casos

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
31	2	1031	2	3	3	1.4	0.0002	12.7	3.53
32	2	1032	2	3	6	3.4	0.0004	11.5	3.12
33	2	1033	2	3	1	7.8	0.0192	12.4	3.07
34	2	1034	2	3	5	2.8	0.0008	14.6	3.23
35	2	1035	2	3	2	2.6	0.0004	9.7	3.29
36	2	1036	2	3	4	6.4	0.0028	12.0	3.43
37	2	1037	2	4	2	7.6	0.0170	13.0	3.18
38	2	1038	2	4	5	3.2	0.0046	8.2	3.21
39	2	1039	2	4	1	14.6	0.0216	10.7	3.10
40	2	1040	2	4	4	8.2	0.0218	8.6	3.39
41	2	1041	2	4	3	12.8	0.0350	13.8	3.27
42	2	1042	2	4	6	3.6	0.0016	12.2	3.01
43	2	1043	2	1	6	1.2	0.0010	10.4	3.14
44	2	1044	2	1	2	1.0	0.0004	10.3	3.29
45	2	1045	2	1	1	3.4	0.0020	6.6	3.18
46	2	1046	2	1	5	0.4	0.0008	7.6	3.24
47	2	1047	2	1	3	1.8	0.0174	9.0	3.37
48	2	1048	2	1	4	3.4	0.1038	8.0	3.42
49	3	2001	2	3	5	0.4	0.0002	8.7	3.18
50	3	2002	2	3	6	1.4	0.0004	8.7	2.91
51	3	2003	2	3	3	2.8	0.0004	9.3	3.29
52	3	2004	2	3	2	1.0	0.0002	7.3	3.08
53	3	2005	2	3	4	2.4	0.0004	8.4	3.28
54	3	2006	2	3	1	3.2	0.0002	9.4	3.01
55	3	2007	2	2	4	2.0	0.0004	9.8	3.06
56	3	2008	2	2	5	2.0	0.0018	8.4	2.85
57	3	2009	2	2	3	2.2	0.0002	6.1	3.11
58	3	2010	2	2	6	4.8	0.0696	10.9	2.57
59	3	2011	2	2	1	26.0	0.0268	5.7	3.06
60	3	2012	2	2	2	37.8	0.0384	8.0	3.07
61	3	2013	2	1	1	8.4	0.0526	5.0	3.22
62	3	2014	2	1	2	4.6	0.0116	4.9	3.24
63	3	2015	2	1	6	4.0	0.0258	5.5	3.08
64	3	2016	2	1	5	0.4	0.0002	7.7	3.22
65	3	2017	2	1	3	1.0	0.0006	9.9	3.26
66	3	2018	2	1	4	0.4	0.0004	8.5	3.29
67	3	2019	2	4	5	4.8	0.0004	12.1	3.22
68	3	2020	2	4	2	12.6	0.0002	10.7	3.20
69	3	2021	2	4	4	37.0	0.0108	12.6	3.33
70	3	2022	2	4	1	71.2	0.1160	9.0	2.89
71	3	2023	2	4	3	19.0	0.0108	9.0	3.24
72	3	2024	2	4	6	2.8	0.0002	9.7	2.99
73	4	2025	1	3	5	1.0	0.0040	9.6	3.10
74	4	2026	1	3	1	12.0	0.0008	5.3	3.11
75	4	2027	1	3	2	2.4	0.0012	12.2	3.38
76	4	2028	1	3	6	12.4	0.0160	10.1	2.85
77	4	2029	1	3	3	7.0	0.0170	11.3	3.49
78	4	2030	1	3	4	2.6	0.0202	7.1	3.19

Anexo B. ...Continuación

Casos

NQ.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
79	4	2031	1	2	4	2.0	0.0044	9.6	3.38
80	4	2032	1	2	5	5.0	0.0174	8.4	3.22
81	4	2033	1	2	1	20.6	0.0992	7.7	3.15
82	4	2034	1	2	6	1.0	0.0008	9.2	3.06
83	4	2035	1	2	2	10.4	0.0088	9.7	3.21
84	4	2036	1	2	3	4.4	0.0192	8.6	3.30
85	4	2037	1	1	2	9.6	0.0066	10.5	3.21
86	4	2038	1	1	6	18.8	0.0668	7.6	3.02
87	4	2039	1	1	3	19.6	0.0490	6.0	3.38
88	4	2040	1	1	1	16.8	0.0148	7.5	3.11
89	4	2041	1	1	5	4.8	0.0196	8.9	3.20
90	4	2042	1	1	4	10.4	0.0044	7.2	3.43
91	4	2043	1	4	6	4.4	0.0006	5.0	3.25
92	4	2044	1	4	1	3.6	0.0050	10.0	3.10
93	4	2045	1	4	4	36.6	0.0504	11.0	3.56
94	4	2046	1	4	5	35.2	0.0040	7.9	3.38
95	4	2047	1	4	3	33.4	0.0250	9.3	3.49
96	4	2048	1	4	2	32.6	0.0052	7.2	3.28
97	5	3001	1	4	2	3.2	0.0012	7.8	3.53
98	5	3002	1	4	1	4.0	0.0226	6.0	2.96
99	5	3003	1	4	5	4.8	0.0082	8.5	3.33
100	5	3004	1	4	6	2.4	0.0006	8.0	3.27
101	5	3005	1	4	3	20.0	0.0526	7.0	3.59
102	5	3006	1	4	4	19.2	0.0276	7.9	3.35
103	5	3007	1	1	4	8.4	0.0138	5.7	3.21
104	5	3008	1	1	2	8.2	0.0310	2.8	3.19
105	5	3009	1	1	3	35.6	0.0340	4.7	3.25
106	5	3010	1	1	6	6.2	0.0002	7.0	2.99
107	5	3011	1	1	1	13.8	0.0430	3.6	3.09
108	5	3012	1	1	5	10.0	0.0008	5.6	3.11
109	5	3013	1	3	1	13.4	0.0014	6.5	2.97
110	5	3014	1	3	2	4.4	0.0008	7.0	3.46
111	5	3015	1	3	5	7.8	0.0018	7.8	3.12
112	5	3016	1	3	3	24.0	0.0152	10.2	3.61
113	5	3017	1	3	6	26.0	0.0392	7.4	2.81
114	5	3018	1	3	4	9.4	0.0404	8.5	3.22
115	5	3019	1	2	2	16.8	0.0482	8.7	3.22
116	5	3020	1	2	3	14.6	0.0266	7.7	3.38
117	5	3021	1	2	6	17.8	0.0132	10.0	2.99
118	5	3022	1	2	5	7.0	0.0804	8.3	3.24
119	5	3023	1	2	4	40.2	0.2540	9.1	3.42
120	5	3024	1	2	1	2.8	0.0374	4.2	3.16
121	6	3025	2	4	2	2.2	0.0010	9.9	3.41
122	6	3026	2	4	5	4.0	0.0080	10.6	3.17
123	6	3027	2	4	1	0.6	0.0004	7.6	3.25
124	6	3028	2	4	3	1.0	0.0008	10.2	3.53
125	6	3029	2	4	4	1.4	0.0010	8.9	3.40
126	6	3030	2	4	6	0.8	0.0012	11.1	3.06

Anexo 8. ...Continuación

Casos

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
127	6	3031	2	2	5	2.2	0.0002	10.2	3.35
128	6	3032	2	2	3	10.2	0.0004	7.8	3.43
129	6	3033	2	2	6	27.4	0.2074	7.8	2.92
130	6	3034	2	2	2	10.8	0.0154	9.6	3.33
131	6	3035	2	2	4	7.6	0.0004	7.8	3.50
132	6	3036	2	2	1	20.8	0.0274	7.2	2.88
133	6	3037	2	3	5	43.0	0.0536	7.9	3.11
134	6	3038	2	3	1	22.0	0.0142	4.9	2.97
135	6	3039	2	3	4	32.0	0.0390	6.2	3.30
136	6	3040	2	3	3	31.4	0.0416	6.9	3.14
137	6	3041	2	3	2	32.4	0.0060	6.0	3.06
138	6	3042	2	3	6	45.8	0.0016	5.2	2.95
139	6	3043	2	1	3	2.4	0.0006	4.6	3.28
140	6	3044	2	1	1	23.4	0.0540	4.2	3.06
141	6	3045	2	1	5	16.2	0.0028	5.2	3.18
142	6	3046	2	1	6	11.4	0.0128	5.1	3.06
143	6	3047	2	1	4	0.8	0.0002	4.7	3.31
144	6	3048	2	1	2	36.2	0.0162	4.3	3.19
145	7	4001	2	2	1	0.6	0.0010	9.8	3.26
146	7	4002	2	2	5	3.6	0.0002	13.7	3.38
147	7	4003	2	2	4	1.8	0.0034	13.1	3.72
148	7	4004	2	2	2	2.0	0.0040	11.7	3.38
149	7	4005	2	2	3	3.0	0.0074	10.6	3.65
150	7	4006	2	2	6	4.8	0.0012	9.8	3.17
151	7	4007	2	3	3	2.0	0.0040	13.5	3.52
152	7	4008	2	3	6	0.4	0.0002	7.9	3.19
153	7	4009	2	3	5	6.6	0.0244	12.4	3.21
154	7	4010	2	3	2	2.0	0.0002	10.7	3.32
155	7	4011	2	3	4	2.4	0.0020	9.6	3.38
156	7	4012	2	3	1	0.8	0.0070	9.4	3.28
157	7	4013	2	4	6	2.8	0.0040	10.3	3.06
158	7	4014	2	4	1	13.4	0.0020	11.5	3.25
159	7	4015	2	4	4	2.0	0.0140	18.6	3.47
160	7	4016	2	4	5	7.6	0.0008	10.6	3.37
161	7	4017	2	4	3	2.4	0.0040	11.7	3.77
162	7	4018	2	4	2	14.0	0.0104	12.0	3.43
163	7	4019	2	1	1	2.8	0.0006	8.5	3.37
164	7	4020	2	1	5	2.2	0.0006	7.3	3.33
165	7	4021	2	1	4	2.0	0.0012	10.7	3.66
166	7	4022	2	1	3	1.2	0.0016	9.8	3.57
167	7	4023	2	1	2	1.0	0.0008	9.7	3.43
168	7	4024	2	1	6	0.6	0.0004	10.7	3.27
169	8	4025	1	4	6	0.4	0.0010	8.5	3.28
170	8	4026	1	4	2	4.6	0.0002	11.1	3.27
171	8	4027	1	4	3	1.0	0.0010	11.8	3.62
172	8	4028	1	4	4	1.2	0.0018	12.0	3.47
173	8	4029	1	4	5	2.4	0.0006	10.3	3.31
174	8	4030	1	4	1	17.0	0.0010	9.6	3.18

Anexo 8. ...Continuación

Casos

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
175	8	4031	1	3	1	3.0	0.0004	8.3	3.16
176	8	4032	1	3	5	18.0	0.0298	13.4	3.14
177	8	4033	1	3	4	24.0	0.0396	8.9	3.24
178	8	4034	1	3	6	14.0	0.0062	12.9	2.83
179	8	4035	1	3	2	7.0	0.0156	13.1	3.27
180	8	4036	1	3	3	19.4	0.0060	12.1	3.58
181	8	4037	1	2	6	3.6	0.0010	12.2	3.03
182	8	4038	1	2	1	1.2	0.0020	6.6	3.13
183	8	4039	1	2	4	14.0	0.0006	11.1	3.37
184	8	4040	1	2	3	0.8	0.0004	12.3	3.28
185	8	4041	1	2	2	3.0	0.0060	10.2	3.18
186	8	4042	1	2	5	1.2	0.0018	7.2	3.27
187	8	4043	1	1	5	1.6	0.0016	6.5	3.16
188	8	4044	1	1	3	0.8	0.0004	10.1	3.35
189	8	4045	1	1	2	6.8	0.0018	7.4	3.26
190	8	4046	1	1	4	0.4	0.0014	10.0	3.37
191	8	4047	1	1	1	1.8	0.0020	10.5	3.14
192	8	4048	1	1	6	1.0	0.0020	7.7	3.06

Anexo 9. Datos originales de las variables determinadas en las etapas R8 y R9 del experimento 2.

Lista de variables

Variable	Descripción
1	Repeticiones
2	Número de parcela
3	Nitrógeno foliar 1 = sin, 2 = con
4	Fósforo (kg/ha $P_{2}O_5$) 1 = 0, 2 = 40, 3 = 80, 4 = 160
5	Nitrógeno de arranque (kg/ha N) 1=0, 2=5, 3=10, 4=15, 5=20, 6=25
6	RB Número de nódulos por planta (NN)
7	RB Peso seco de nódulos por planta (PSN)
8	RB Peso seco parte aérea de planta (PSPA)
9	RB Contenido de N en parte aérea (%)
10	Rendimiento (g/10plantas)
11	Rendimiento (g/parcela)
12	Peso 100 semillas (g)

Casos

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1001	1	1	4	2.8	0.02480	21.2	2.90	142.3	569.2	20.9
2	1	1002	1	1	1	2.6	0.00280	16.9	2.83	102.6	410.4	20.9
3	1	1003	1	1	5	0.6	0.00060	13.9	2.82	94.4	539.4	20.9
4	1	1004	1	1	2	1.8	0.01940	24.4	3.00	75.5	503.3	21.0
5	1	1005	1	1	6	0.4	0.00060	22.4	2.78	130.0	520.4	20.8
6	1	1006	1	1	3	0.2	0.00010	27.5	2.81	157.0	628.0	21.3
7	1	1007	1	4	4	0.4	0.00020	28.1	2.75	135.6	542.4	20.4
8	1	1008	1	4	2	1.2	0.00100	22.2	2.71	136.7	546.8	19.4
9	1	1009	1	4	5	8.0	0.00180	19.5	2.89	126.3	505.2	20.2
10	1	1010	1	4	3	1.6	0.00140	32.7	2.76	164.2	656.8	20.7
11	1	1011	1	4	6	1.4	0.00018	20.3	2.97	92.9	371.6	16.0
12	1	1012	1	4	1	7.6	0.00080	19.5	2.84	97.5	390.0	19.2
13	1	1013	1	2	2	1.6	0.00720	19.7	2.91	111.6	446.4	20.1
14	1	1014	1	2	6	6.0	0.01760	25.0	2.79	107.3	429.2	18.4
15	1	1015	1	2	1	14.0	0.01080	23.6	2.97	80.1	320.4	18.0
16	1	1016	1	2	4	5.6	0.00840	25.9	2.90	143.0	572.0	18.8
17	1	1017	1	2	5	10.0	0.00780	17.4	2.96	124.7	498.8	18.7
18	1	1018	1	2	3	1.4	0.00140	16.3	2.94	157.7	630.8	20.8
19	1	1019	1	3	1	5.2	0.02760	27.5	2.53	111.5	446.0	17.6
20	1	1020	1	3	2	7.0	0.08480	18.5	2.89	120.5	482.0	19.1
21	1	1021	1	3	6	9.6	0.01220	22.3	2.63	72.7	290.8	17.6
22	1	1022	1	3	4	1.8	0.00040	15.0	2.85	122.6	490.4	18.5
23	1	1023	1	3	5	18.4	0.00080	19.5	2.78	81.7	326.8	16.5
24	1	1024	1	3	3	2.8	0.00220	18.9	2.58	122.7	490.8	19.5
25	1	1025	2	2	2	10.8	0.01160	23.6	3.12	125.4	501.6	20.7
26	1	1026	2	2	1	1.8	0.00240	19.5	2.68	111.1	444.4	19.4
27	1	1027	2	2	5	3.2	0.00240	21.8	2.86	124.7	498.8	19.6

Anexo 9. ...Continuación
Casos

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
28	1	1028	2	2	3	14.2	0.01400	23.3	2.52	157.8	631.2	24.2
29	1	1029	2	2	6	5.2	0.01500	24.9	2.78	80.9	323.6	19.4
30	1	1030	2	2	4	15.6	0.02960	25.4	2.71	132.2	528.8	21.3
31	1	1031	2	3	3	3.2	0.00060	28.2	2.87	169.7	678.8	21.4
32	1	1032	2	3	6	3.6	0.01960	24.2	2.94	130.8	523.2	17.2
33	1	1033	2	3	1	4.6	0.00240	16.5	2.87	99.6	398.4	18.9
34	1	1034	2	3	5	8.6	0.01740	25.8	2.95	152.1	608.4	19.0
35	1	1035	2	3	2	2.8	0.00940	27.6	2.91	102.2	408.8	18.9
36	1	1036	2	3	4	1.0	0.00010	26.7	2.77	173.1	692.4	21.8
37	1	1037	2	4	2	0.2	0.00004	26.1	2.96	107.8	431.2	18.8
38	1	1038	2	4	5	13.4	0.02520	20.9	2.63	108.3	433.2	19.2
39	1	1039	2	4	1	3.6	0.00260	22.6	2.80	81.7	326.8	18.4
40	1	1040	2	4	4	5.0	0.03260	20.9	3.08	124.6	498.4	21.8
41	1	1041	2	4	3	4.8	0.00720	28.5	2.98	122.3	489.2	19.9
42	1	1042	2	4	6	0.8	0.00280	25.9	2.91	93.7	374.8	17.2
43	1	1043	2	1	6	2.0	0.00820	23.1	2.74	69.2	276.8	18.5
44	1	1044	2	1	2	2.0	0.01040	22.3	2.72	78.8	315.2	19.4
45	1	1045	2	1	1	2.2	0.00240	15.5	3.05	70.9	283.6	18.0
46	1	1046	2	1	5	2.4	0.00640	14.7	2.60	86.0	344.0	18.5
47	1	1047	2	1	3	2.4	0.00040	19.2	2.67	121.3	485.2	19.7
48	1	1048	2	1	4	2.2	0.00180	21.2	2.77	111.6	446.4	19.4
49	2	2001	2	3	5	7.2	0.01180	27.9	3.27	122.5	490.0	19.0
50	2	2002	2	3	6	0.2	0.00040	17.4	2.98	120.5	482.0	18.4
51	2	2003	2	3	3	6.8	0.00340	18.9	2.64	176.6	706.4	20.8
52	2	2004	2	3	2	5.4	0.00380	20.2	2.97	127.9	511.6	20.3
53	2	2005	2	3	4	0.2	0.00040	21.6	2.39	152.3	609.2	20.3
54	2	2006	2	3	1	2.0	0.00360	26.6	2.73	126.9	507.6	18.5
55	2	2007	2	2	4	4.4	0.00480	32.8	2.65	172.2	688.8	22.1
56	2	2008	2	2	5	8.8	0.01440	27.2	2.87	161.0	644.0	19.1
57	2	2009	2	2	3	3.8	0.02380	27.6	2.58	177.9	711.6	20.9
58	2	2010	2	2	6	10.6	0.01360	32.2	2.78	126.4	505.6	18.2
59	2	2011	2	2	1	5.2	0.00180	20.9	2.60	133.2	532.8	17.0
60	2	2012	2	2	2	1.6	0.01860	23.2	3.43	149.4	597.6	18.9
61	2	2013	2	1	1	3.4	0.00480	18.4	2.96	112.3	449.2	19.8
62	2	2014	2	1	2	5.0	0.03060	18.8	2.49	152.6	610.4	20.1
63	2	2015	2	1	6	3.2	0.00240	16.6	2.74	130.3	521.2	17.5
64	2	2016	2	1	5	4.8	0.00600	18.8	2.47	152.6	617.6	18.0
65	2	2017	2	1	3	3.8	0.00100	27.1	2.58	182.8	731.2	20.7
66	2	2018	2	1	4	6.8	0.00120	22.6	2.88	154.4	610.4	19.3
67	2	2019	2	4	5	1.6	0.00080	30.6	2.84	161.7	646.8	17.3
68	2	2020	2	4	2	3.0	0.00320	30.2	2.81	137.8	551.2	20.9
69	2	2021	2	4	4	7.6	0.00540	12.1	3.10	97.5	557.1	18.6
70	2	2022	2	4	1	20.0	0.01840	26.0	2.79	121.4	485.6	20.3
71	2	2023	2	4	3	6.6	0.01520	27.4	3.00	182.9	731.6	22.0
72	2	2024	2	4	6	6.0	0.03120	27.0	2.91	114.7	458.8	16.8
73	2	2025	1	3	5	18.0	0.00140	24.3	2.98	111.8	447.2	18.1
74	2	2026	1	3	1	0.6	0.00320	17.6	2.26	85.4	341.6	17.9
75	2	2027	1	3	2	3.0	0.02360	25.5	3.04	98.6	394.4	19.4

Anexo 9. ...Continuación
Casos

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
76	2	2028	1	3	6	6.6	0.01520	26.9	2.48	63.4	253.6	16.6
77	2	2029	1	3	3	5.6	0.00260	25.4	2.60	101.6	406.4	20.3
78	2	2030	1	3	4	2.6	0.01220	23.4	2.90	142.7	570.8	20.8
79	2	2031	1	2	4	8.0	0.01420	32.3	2.84	161.8	647.2	19.7
80	2	2032	1	2	5	16.8	0.01520	20.7	2.94	112.7	450.8	18.9
81	2	2033	1	2	1	8.6	0.00860	16.1	2.84	53.6	428.8	18.1
82	2	2034	1	2	6	9.4	0.01200	20.8	2.45	102.6	410.4	17.5
83	2	2035	1	2	2	7.2	0.01540	22.9	2.86	114.5	458.0	18.3
84	2	2036	1	2	3	6.0	0.00480	27.4	2.90	126.7	506.8	20.1
85	2	2037	1	1	2	12.0	0.03320	27.7	2.77	113.5	454.0	20.2
86	2	2038	1	1	6	7.0	0.02080	23.8	2.61	100.2	400.8	18.2
87	2	2039	1	1	3	22.4	0.24100	20.5	2.47	94.9	632.7	20.9
88	2	2040	1	1	1	19.0	0.15300	20.2	2.75	99.5	398.0	17.6
89	2	2041	1	1	5	10.2	0.02880	20.9	2.52	120.3	481.2	18.1
90	2	2042	1	1	4	11.8	0.02360	22.3	2.87	140.3	561.2	18.9
91	2	2043	1	4	6	46.0	0.02440	25.7	3.03	112.7	450.8	17.9
92	2	2044	1	4	1	14.0	0.01040	20.1	2.69	71.9	287.6	18.4
93	2	2045	1	4	4	12.8	0.03220	21.7	2.61	86.1	574.0	20.3
94	2	2046	1	4	5	13.0	0.00500	28.7	2.90	119.4	477.6	19.7
95	2	2047	1	4	3	4.6	0.00360	23.5	2.57	61.6	821.3	19.5
96	2	2048	1	4	2	25.4	0.00740	17.0	2.36	57.2	457.6	19.1
97	3	3001	1	4	2	2.4	0.00420	26.6	2.63	122.1	488.4	21.3
98	3	3002	1	4	1	15.6	0.04680	16.7	2.77	119.7	478.8	20.7
99	3	3003	1	4	5	1.2	0.01060	24.4	2.90	107.6	430.4	20.9
100	3	3004	1	4	6	1.6	0.00060	17.8	3.00	85.6	342.4	20.0
101	3	3005	1	4	3	13.8	0.01360	20.5	2.67	124.0	496.0	23.5
102	3	3006	1	4	4	1.0	0.00032	22.6	2.68	124.7	498.8	21.9
103	3	3007	1	1	4	8.6	0.02120	15.5	2.88	139.5	558.0	21.3
104	3	3008	1	1	2	69.4	0.01800	10.7	2.89	100.6	402.4	20.2
105	3	3009	1	1	3	12.2	0.01920	14.0	2.64	108.0	432.0	20.8
106	3	3010	1	1	6	9.2	0.02160	12.9	2.70	90.3	361.2	20.7
107	3	3011	1	1	1	11.6	0.01600	14.2	2.79	87.4	349.6	19.6
108	3	3012	1	1	5	5.2	0.00880	15.8	2.67	108.0	432.0	20.7
109	3	3013	1	3	1	6.2	0.00180	17.6	2.40	27.8	370.7	17.8
110	3	3014	1	3	2	6.4	0.01220	10.9	2.97	101.2	404.8	19.8
111	3	3015	1	3	5	23.0	0.06700	21.4	2.88	89.1	356.4	18.8
112	3	3016	1	3	3	22.0	0.15820	15.2	2.59	115.2	460.8	20.4
113	3	3017	1	3	6	26.0	0.06660	16.4	2.56	81.7	326.8	18.3
114	3	3018	1	3	4	53.4	0.04840	21.6	2.87	108.7	434.8	19.3
115	3	3019	1	2	2	1.2	0.00060	21.2	2.88	91.5	457.5	21.4
116	3	3020	1	2	3	13.0	0.00940	15.7	2.92	37.8	504.0	21.5
117	3	3021	1	2	6	26.6	0.19400	19.7	2.62	95.7	382.8	19.9
118	3	3022	1	2	5	28.0	0.08960	24.5	2.93	100.2	400.8	19.9
119	3	3023	1	2	4	12.4	0.00800	20.4	2.87	114.8	459.2	19.9
120	3	3024	1	2	1	3.8	0.00240	17.6	2.90	43.6	249.1	19.6
121	3	3025	2	4	2	0.4	0.00240	18.6	2.89	106.8	435.2	21.9
122	3	3026	2	4	5	2.0	0.00540	17.1	2.74	117.2	470.4	20.6
123	3	3027	2	4	1	9.6	0.00520	21.6	2.80	95.4	381.6	19.8

Anexo 9. ...Continuación
Casos

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
124	3	3028	2	4	3	4.2	0.00160	21.3	2.99	171.4	685.6	21.5
125	3	3029	2	4	4	0.8	0.00040	30.6	3.09	127.2	508.8	21.4
126	3	3030	2	4	6	0.4	0.00140	29.5	2.91	78.8	315.2	19.0
127	3	3031	2	2	5	0.4	0.00060	26.0	2.87	169.2	676.8	17.9
128	3	3032	2	2	3	1.2	0.00060	12.3	2.55	207.8	830.0	20.9
129	3	3033	2	2	6	17.2	0.01180	21.2	2.78	129.7	518.8	18.0
130	3	3034	2	2	2	42.0	0.30740	28.5	3.27	179.4	717.6	20.4
131	3	3035	2	2	4	10.2	0.01580	22.0	2.68	181.9	727.6	19.9
132	3	3036	2	2	1	0.2	0.00080	18.9	2.64	158.1	632.4	19.6
133	3	3037	2	3	5	30.0	0.03260	34.3	3.11	127.8	511.2	19.9
134	3	3038	2	3	1	11.6	0.02300	14.6	2.80	116.0	464.0	20.6
135	3	3039	2	3	4	19.4	0.02400	20.6	2.58	146.7	586.8	20.5
136	3	3040	2	3	3	8.8	0.00360	21.6	2.75	154.6	618.4	21.2
137	3	3041	2	3	2	1.0	0.00040	14.0	2.94	137.7	550.8	20.7
138	3	3042	2	3	6	30.4	0.01100	16.2	2.96	125.3	501.2	19.7
139	3	3043	2	1	3	2.0	0.00440	14.4	2.63	124.1	496.4	21.7
140	3	3044	2	1	1	6.6	0.00360	8.7	3.01	84.6	338.4	18.9
141	3	3045	2	1	5	25.6	0.01620	14.3	2.54	106.4	425.6	20.0
142	3	3046	2	1	6	40.8	0.02600	21.0	2.74	52.3	418.4	19.0
143	3	3047	2	1	4	10.4	0.00960	17.2	2.83	108.1	434.6	20.7
144	3	3048	2	1	2	10.0	0.01620	15.0	2.60	107.5	430.0	19.5
145	4	4001	2	2	1	0.6	0.00280	20.5	2.75	122.5	490.0	20.6
146	4	4002	2	2	5	1.4	0.00080	22.4	2.84	148.8	595.2	21.2
147	4	4003	2	2	4	2.8	0.08160	21.4	2.77	175.5	702.0	22.1
148	4	4004	2	2	2	1.2	0.00300	15.8	2.80	139.8	559.2	22.2
149	4	4005	2	2	3	10.2	0.01020	23.5	2.45	171.8	687.2	22.8
150	4	4006	2	2	6	4.6	0.00100	24.9	2.78	116.0	464.0	19.0
151	4	4007	2	3	3	2.8	0.00040	31.2	3.09	188.0	752.0	21.2
152	4	4008	2	3	6	0.8	0.00740	21.4	2.90	127.2	508.8	19.6
153	4	4009	2	3	5	5.6	0.00320	22.3	2.63	144.1	576.4	19.8
154	4	4010	2	3	2	4.8	0.00240	21.5	2.85	150.6	602.4	23.3
155	4	4011	2	3	4	2.2	0.00100	26.9	3.14	167.2	668.8	20.1
156	4	4012	2	3	1	0.2	0.00020	16.9	3.01	143.2	572.8	20.1
157	4	4013	2	4	6	1.4	0.00010	29.1	2.91	113.9	455.6	18.9
158	4	4014	2	4	1	6.6	0.00300	16.1	2.80	83.5	334.0	19.1
159	4	4015	2	4	4	1.0	0.00220	20.6	3.05	140.3	561.2	19.7
160	4	4016	2	4	5	5.6	0.00260	28.5	2.42	116.8	467.2	19.5
161	4	4017	2	4	3	0.4	0.00100	21.2	2.95	49.7	662.7	19.8
162	4	4018	2	4	2	0.8	0.00020	23.5	3.11	90.1	514.9	19.5
163	4	4019	2	1	1	8.8	0.00660	13.5	3.14	71.7	286.8	19.3
164	4	4020	2	1	5	4.2	0.01920	13.9	2.72	83.0	332.0	19.5
165	4	4021	2	1	4	1.8	0.00420	18.2	2.66	118.8	475.2	19.7
166	4	4022	2	1	3	1.6	0.00400	13.4	2.76	93.5	374.0	19.9
167	4	4023	2	1	2	0.2	0.00004	16.9	2.94	77.3	309.2	19.9
168	4	4024	2	1	6	1.8	0.00100	17.8	2.73	80.5	322.0	18.6
169	4	4025	1	4	6	0.2	0.00010	27.1	2.90	101.1	404.4	19.1
170	4	4026	1	4	2	18.0	0.01360	24.9	2.85	124.2	496.8	24.2
171	4	4027	1	4	3	6.6	0.00060	18.6	2.95	126.7	506.8	24.8

Anexo 9. ...Continuación
Casos

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
172	4	4028	1	4	4	3.6	0.00320	27.3	2.89	159.7	638.8	24.8
173	4	4029	1	4	5	1.0	0.00340	19.5	2.88	138.8	555.2	20.4
174	4	4030	1	4	1	8.2	0.00040	23.4	2.99	121.2	484.8	18.2
175	4	4031	1	3	1	24.2	0.00740	18.9	2.80	90.1	360.4	19.9
176	4	4032	1	3	5	13.8	0.07820	25.8	2.57	165.2	660.8	20.6
177	4	4033	1	3	4	20.8	0.06960	21.1	2.79	189.0	756.0	21.2
178	4	4034	1	3	6	19.4	0.06280	20.0	2.78	108.0	432.0	19.7
179	4	4035	1	3	2	6.8	0.00080	23.0	2.74	148.2	592.8	20.1
180	4	4036	1	3	3	4.0	0.00140	21.1	2.56	217.6	870.4	20.2
181	4	4037	1	2	6	3.6	0.00140	31.1	3.13	99.4	397.6	18.7
182	4	4038	1	2	1	15.2	0.01840	17.5	3.09	83.1	332.4	17.5
183	4	4039	1	2	4	8.4	0.01280	22.2	2.95	168.9	675.6	20.2
184	4	4040	1	2	3	1.2	0.00700	19.9	2.98	159.3	639.6	20.9
185	4	4041	1	2	2	10.0	0.00580	20.5	2.95	131.4	525.6	19.7
186	4	4042	1	2	5	2.2	0.00260	12.1	2.98	131.9	527.6	19.3
187	4	4043	1	1	5	12.6	0.00820	18.8	3.12	114.1	456.4	18.4
188	4	4044	1	1	3	0.8	0.00010	15.5	3.15	84.3	337.2	19.1
189	4	4045	1	1	2	3.0	0.00480	14.0	3.22	62.5	250.0	18.4
190	4	4046	1	1	4	6.6	0.04660	12.9	2.92	125.4	501.6	18.9
191	4	4047	1	1	1	3.6	0.01980	21.6	2.91	59.3	237.2	16.9
192	4	4048	1	1	6	0.8	0.00420	15.1	2.95	95.7	382.8	18.0

DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

Nombre:..... Iván Adolfo Wong Chang.

Lugar de Nacimiento:..... Pasaje, El Oro, Ecuador.

Fecha de Nacimiento:..... 15 de Agosto de 1970.

Nacionalidad:..... Ecuatoriano.

Educación:

Primaria Escuela John F. Kennedy.

Secundaria Colegio Dr. Manuel González.

Superior Escuela Agrícola Panamericana.

Titulos Recibidos:..... Agrónomo Zamorano, 1990.