

Documento de Trabajo
Working Document No. 64

II Parte

La simbiosis leguminosa - rizobio
Actas de un taller sobre la evaluación,
selección y manejo agronómico
CIAT - PNUD



The legume - rhizobium symbiosis
Proceedings of a workshop on evaluation,
selection and agronomic management
CIAT - UNDP

SB
177
.L45
S54
v.2

Documento de Trabajo No. 64

Working Document No. 64

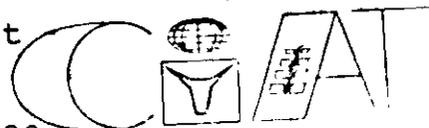
LA SIMBIOSIS LEGUMINOSA-RIZOBIO:
ACTAS DE UN TALLER SOBRE LA EVALUACION,
SELECCION Y MANEJO AGRONOMICO

Septiembre, 1987

PARTE II: TRABAJOS DE INVESTIGACION SOBRE
LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES

editado por Rosemary Sylvester-Bradley
y Judy Kipe-Nolt

CIAT/PNUD, 1990



BIBLIOTECA

1020

THE LEGUME-RHIZOBIUM SYMBIOSIS:
PROCEEDINGS OF A WORKSHOP ON EVALUATION,
SELECTION AND AGRONOMIC MANAGEMENT

September, 1987

PART II: RESEARCH PAPERS ON TROPICAL
FORAGE LEGUMES

edited by Rosemary Sylvester-Bradley
and Judy Kipe-Nolt

CIAT/UNDP, 1990

CONTENIDO DE LAS TRES PARTES

CONTENTS OF THE THREE PARTS

PARTE I / PART I	Página/ Page
INTRODUCCION (ESPAÑOL)	11
INTRODUCTION (ENGLISH)	15
RESUMENES EN ESPAÑOL DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACION	18
ENGLISH SUMMARIES OF RESEARCH PAPERS	32
GRUPO DE TRABAJO I: TECNICAS PARA LA EVALUACION AGRONOMICA DE LA SIMBIOSIS; SUB-GRUPO PASTOS. Reinaldo Bertola Cantarutti, Rosemary Sylvester-Bradley y Esteban Arosemena.	47
GRUPO DE TRABAJO I; SUB-GRUPO FRIJOL Y SOYA. Joann Roskoski, Paulina Pineda y Judy Kipe-Nolt.	54
GRUPO DE TRABAJO II: MANTENIMIENTO Y CARACTERIZACION DE RIZOBIOS. María Inés Castellanos, Mirta López, Lidieth Mábe, Elias Ramirez y María Valdés.	60
GRUPO DE TRABAJO III: CONTROL DE CALI- DAD Y METODOS DE INOCULACION. Marga- rita Ramirez, J. Kolling y Gaspar González Cu.	64

	Página/ page
GRUPO DE TRABAJO IV: ANALISIS ESTADISTICO DE DATOS DE RENDIMIENTO Y NODULACION. J.J. Soto, M. Guzmán, J.C. Rosas, M. Tang y E. Granados.	68
GRUPO DE TRABAJO V: ENSAYOS DEL TIPO ETAPA III (MANEJO AGRONOMICO DE LA SIMBIOSIS). J.F. Aguirre, G. Hernández, P. Selbach, C. Reyes y O. Coto.	71
GRUPO DE TRABAJO VI: TRABAJO EN EQUIPO Y COMUNICACIONES. Stela Midlej Silva, Rolando Aguilera, Trudy Brekelbaum, Silos Gonzales y Renato Valenzuela.	76
WORKING GROUP I: TECHNIQUES FOR THE AGRONOMIC EVALUATION OF THE LEGUME-RHIZOBIUM SYMBIOSIS; PASTURE SUBGROUP. Reinaldo Bertola Cantarutti, Rosemary Sylvester-Bradley and Esteban Arosemena.	81
WORKING GROUP I; BEANS AND SOYBEAN SUBGROUP. Joann Roskoski, Paulina Pineda and Judy Kipe-Nolt.	87
WORKING GROUP II: MAINTENANCE AND CHARACTERIZATION OF RHIZOBIUM STRAINS. María Inés Castellanos, Mirta López, Lidieth Uribe, Elias Ramirez and María Valdés.	93

	Página/ page
WORKING GROUP III: INOCULANT QUALITY CONTROL AND INOCULATION METHODS. Margarita Ramirez, J. Kolling and Gaspar Gonzalez Cu.	97
WORKING GROUP IV: STATISTICAL ANALYSIS OF YIELD AND NODULATION DATA. J.J. Soto, M. Guzmán, J.C. Rosas, M. Tang and E. Granados.	101
WORKING GROUP V: STAGE III TYPE EXPERIMENTS (AGRONOMIC MANAGEMENT OF THE SYMBIOSIS). J.F. Aguirre, G. Hernandez, P. Selbach, C. Reyes and O. Coto.	104
WORKING GROUP VI: TEAMWORK AND COMMUNICATIONS. Stela Midlej Silva, Rolando Aguilera, Trudy Brekelbaum, Silos Gonzales and Renato Valenzuela.	109
DIRECCIONES DE LOS PARTICIPANTES/ ADDRESSES OF PARTICIPANTS	114

PARTE II / PART II

TRABAJOS DE INVESTIGACION: LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES/RESEARCH PAPERS: TROPICAL FORAGE LEGUMES

I. EVALUACION DE LA NECESIDAD DE INOCULAR, RESPUESTAS A LA INOCULACION Y A LA APLICACION DE MOLIBDENO EN LEGUMINOSAS FORRA-	134
---	-----

JERAS EN SUELOS DE LA REGION CENTRAL DE PANAMA. (EVALUATION OF THE NEED TO INOCULATE, AND RESPONSES TO INOCULATION AND MOLYBDENUM APPLICATION IN SOILS FROM THE CENTRAL REGION OF PANAMA).

Esteban Arosemena, Rodolfo Morales y Rosemary Sylvester-Bradley.

- II. EVALUACION EN EL CAMPO DE RESPUESTAS A LA INOCULACION CON RIZOBIOS Y PRODUCCION DE MATERIA SECA DE TRES LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES EN EL SUELO NEUTRO DE LA COSTA DE CHIAPAS, MEXICO. (FIELD EVALUATION OF YIELD AND RESPONSES TO RHIZOBIUM INOCULATION IN THREE TROPICAL FORAGE LEGUMES IN NEUTRAL SOIL FROM THE CHIAPAS COAST, MEXICO). 148

J.F. Aguirre Medina y M. Valdés

- III. LA EVALUACION DE LA SIMBIOSIS ENTRE RIZOBIOS INTRODUCIDOS Y NATIVOS, Y CUATRO LEGUMINOSAS FORRAJERAS EN CILINDROS CON SUELO SIN DISTURBAR DE LA COSTA DE CHIAPAS, MEXICO. (EVALUATION OF THE SYMBIOSIS OF INTRODUCED AND NATIVE RHIZOBIA WITH FOUR TROPICAL FORAGE LEGUMES IN CORES OF UNDISTURBED SOIL FROM THE CHIAPAS COAST, MEXICO). 158

J.F. Aguirre Medina, Maria Valdés y R. Sylvester-Bradley.

- IV. EFECTO DE LA INOCULACION EN Centrosema pubescens, Macroptilium atropurpureum y Teramnus labialis EN CILINDROS CON SUELO FERRALITICO ROJO NO DISTURBADO, ESTADO DE MATANZAS, CUBA. (EFFECT OF INOCULATION ON Centrosema pubescens, Macroptilium atropurpureum AND Teramnus labialis IN UNDISTURBED CORES OF A RED FERRALITIC SOIL, MATANZAS, CUBA).

172

Miguel Tang

- V. EVALUACION DE LA NECESIDAD DE INOCULAR 28 LEGUMINOSAS FORRAJERAS EN CILINDROS CON SUELO NO DISTURBADO DE BAYAMO, CUBA. (EVALUATION OF THE NEED TO INOCULATE 28 FORAGE LEGUMES IN UNDISTURBED SOIL CORES FROM BAYAMO, CUBA).

178

Mirta López

- VI. EVALUACION DURANTE EL ESTABLECIMIENTO DE Centrosema pubescens 438 EN SU RESPUESTA A LA INOCULACION EN PINAR DEL RIO, CUBA. (FIELD EVALUATION OF THE INOCULATION RESPONSE OF Centrosema pubescens 438 DURING ESTABLISHMENT AT PINAR DEL RIO, CUBA).

186

Mirta López

- VII. RESULTADOS PRACTICOS DE LA INOCULACION DE LA SOYA V9 PARA PRODUCCION DE FORRAJE Y GRANO PARA LA ALIMENTACION ANIMAL. (PRACTICAL RESULTS ON THE INOCULATION OF SOYBEAN V9 FOR PRODUCTION OF FORAGE AND GRAIN AS ANIMAL FEED.

193

Mirta López y Nicolás Echevarría

- VIII. SOBREVIVENCIA DE RIZOBIOS EN SEMILLAS USANDO INOCULANTES EN BASE A TURBA ESTERIL, PROCEDENTE DE CUBA, COLOMBIA Y AUSTRALIA. (SURVIVAL OF RHIZOBIA ON SEEDS USING INOCULANTS IN GAMMA IRRADIATED PEAT FROM CUBA, COLOMBIA y AUSTRALIA).

202

Mirta López

- IX. EVALUACION DE LA SIMBIOSIS LEGUMINOSA-RIZOBIO EN SUELOS DE PASTURA DEGRADADA Y BOSQUE, EN Pueraria phaseoloides, Desmodium ovalifolium y Stylosanthes guianensis, ESTADO DE BAHIA, BRASIL. (EVALUATION OF THE LEGUME-RHIZOBIUM SYMBIOSIS IN DEGRADED PASTURE AND FOREST SOILS, BAHIA, BRAZIL, IN Pueraria phaseoloides, Desmodium ovalifolium AND Stylosanthes guianensis).

207

Reinaldo Bertola Cantarutti y Stela Dalva Vieira Midlej Silva.

- | | Página/
Page |
|--|-----------------|
| <p>X. EFECTIVIDAD DE CEPAS NATIVAS E INTRODUCIDAS DE RIZOBIOS CON LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES EN UN SUELO DE PASTURA DEGRADADA EN PUCALLPA, PERU. (EFFECTIVENESS OF NATIVE AND INTRODUCED RHIZOBIUM STRAINS ON TROPICAL FORAGE LEGUMES IN A DEGRADED PASTURE SOIL, PUCALLPA, PERU).</p> <p>C. Reyes, S. Gonzales y M. Ara</p> | 220 |
| <p>XI. USO DE CILINDROS CON SUELO NO DISTURBADO, Y ESTABLECIMIENTO POR LABRANZA MINIMA PARA LA EVALUACION DE CEPAS DE RIZOBIOS EN <u>Arachis pintoii</u>. (USE OF UNDISTURBED SOIL CORES AND REDUCED TILLAGE ESTABLISHMENT FOR EVALUATION OF RHIZOBIUM INOCULATION RESPONSES IN <u>Arachis pintoii</u>).</p> <p>Rosemary Sylvester-Bradley, Dacier Mosquera y Jesús E. Mendez.</p> | 237 |

PARTE III / PART III

TRABAJOS DE INVESTIGACION: FRIJOL Y SOYA
RESEARCH PAPERS: BEANS AND SOYBEANS

- | | |
|--|-----|
| <p>XII. EFFECT OF INOCULATION ON NODULATION AND YIELD OF CARIOCA, A RECENTLY RELEASED BEAN VARIETY IN MBALA, ZAMBIA; NODULATION WITH THE NATIVE RHIZOBIUM POPULATION AND N</p> | 264 |
|--|-----|

FERTILIZER RESPONSE OF A RANGE OF BEAN GERMPLASM. (EL EFECTO DE LA INOCULACION SOBRE LA NODULACION Y RENDIMIENTO DE CARIOCA, UNA VARIEDAD RECIENTEMENTE LANZADA EN MBALA, ZAMBIA; NODULACION CON CEPAS NATIVAS Y RESPUESTAS A LA FERTILIZACION NITROGENADA DE UN RANGO DE GERMOPLASMA DE FRIJOL).

Martin N. Mbewe

- XIII. SELECCION DE CEPAS DE Rhizobium phaseoli Y SU EVALUACION EN FINCAS DE AGRICULTORES EN COSTA RICA. (SELECTION OF Rhizobium phaseoli STRAINS AND THEIR EVALUATION IN ON-FARM TRIALS IN COSTA RICA). 273

Lidieth Uribe y Germán Hernandez C.

- XIV. AISLAMIENTO Y EVALUACION DE CEPAS DE Rhizobium phaseoli EN EL SALVADOR. (ISOLATION AND EVALUATION OF Rhizobium phaseoli STRAINS IN EL SALVADOR). 283

Paulina Pineda.

- XV. EVALUACION DE LA SIMBIOSIS ENTRE SEIS CEPAS DE Rhizobium phaseoli Y DOS VARIEDADES DE FRIJOL COMUN BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, CHIMALTENANGO, GUATEMALA (EVALUATION OF THE SYMBIOSIS BETWEEN SIX Rhizobium phaseoli STRAINS AND TWO BEAN VARIETIES UNDER GLASS-

HOUSE CONDITIONS IN CHIMALTENANGO, GUATEMALA).

M. Guzmán , M.I. Castellanos y L. Suchini.

- XVI. EFECTO DEL FOSFORO Y LA INOCULACION SOBRE LA NODULACION Y RENDIMIENTO EN SOYA. (THE EFFECT OF PHOSPHORUS AND INOCULATION ON NODULATION AND YIELD OF SOYBEAN). 313

R. Valenzuela y R. Candia.

- XVII. EFECTO DE LA INOCULACION DE TRES VARIETADES DE SOYA EN COMPARACION CON FERTILIZACION NITROGENADA. (THE EFFECTS OF INOCULATION AND NITROGEN FERTILIZER APPLICATION ON THREE SOYBEAN VARIETIES). 319

A.M. Mostacedo, F. Navarro y R. Valenzuela

- XVIII. EVALUACION DE CEPAS DE Bradyrhizobium japonicum DE EL VALLE DEL CESAR, COLOMBIA. (EVALUATION OF Bradyrhizobium japonicum STRAINS IN THE VALLE DEL CESAR, COLOMBIA). 330

J. Garcia, M. Ramirez y F. Munévar.

I. EVALUACION DE LA NECESIDAD DE INOCULAR, RESPUESTAS A
LA INOCULACION Y A LA APLICACION DE MOLIBDENO
EN LEGUMINOSAS FORRAJERAS EN SUELOS DE
LA REGION CENTRAL DE PANAMA

* Esteban Arosemena

** Rodolfo Morales

*** Rosemary Sylvester-Bradley

INTRODUCCION

El IDIAP adelanta un programa de selección de leguminosas forrajeras con el objeto de utilizarlas como alimento, especialmente en la época seca, y como cobertura, para resolver, en forma económica, la deficiencia de nitrógeno de la pradera, sin necesidad de fertilización nitrogenada. Sin embargo, las leguminosas forrajeras, seleccionadas como promisorias, están presentando problemas, en algunos sitios, tales como: falta de vigor o clorosis. Como hipótesis inicial, lo anterior se ha relacionado con deficiencia de nitrógeno, causada por una inefectiva simbiosis entre la leguminosa y las cepas nativas de rizobio.

Por esta razón, el IDIAP inició este proyecto con el propósito de evaluar la eficiencia en la fijación de nitrógeno, por las leguminosas forrajeras promisorias, para determinar los diferentes lugares del país, donde se hace necesario

* Ing. Agr. Investigador Pecuario -IDIAP- Región Central

** Investigador en Industria Alimentaria, Centro Agro Industrial de la Montuna - IDIAP.

*** Microbióloga del Programa de Pastos. CIAT, Colombia.

inocularlas con rizobio. Además, donde ocurra esto, seleccionar cepas efectivas de rizobio y determinar un manejo agronómico adecuado para optimizar la fijación de nitrógeno, lo que evitaría la eliminación de leguminosas bien adaptadas, pero incapaces de nodular, efectivamente, con cepas nativas.

MATERIALES Y METODOS

Etapas que contempla este proyecto:

A) Selección preliminar de leguminosas.

Esta etapa está orientada a identificar aquellas leguminosas con excelentes atributos de adaptación (tolerancia a plagas y enfermedades y producción de materia seca); pero presentan falta de vigor o clorosis, por una inefectiva simbiosis con las cepas nativas de rizobio. La habilidad de responder al nitrógeno se considerará un criterio positivo para la selección, lo que determinará la necesidad de inocular con rizobio.

Esta etapa se realizó en el campo en Calabacito (Ultisol), ensayo donde se evaluaron dos dosis de N (0 y 20 kg de N/ha cada 2 semanas) en 30 ecotipos de leguminosas pertenecientes a los géneros Stylosanthes, Desmodium, Centrosema, Pueraria y Leucaena. Se midió producción de materia seca, nitrógeno total y nodulación (cantidad, tamaño, color y distribución de los nódulos en la raíz) 8 y 12 semanas después de sembradas las leguminosas y al final del establecimiento. Se utilizó un arreglo de parcelas divididas en donde la parcela principal fue la dosis de N, y las sub-parcelas los ecotipos de leguminosas, distribuidas en bloques completamente al azar. La fertilización base fué de 25 kg de S/ha, 10 kg

de Mg/ha, 80 kg de Ca/ha, 17 kg de K/ha, 25 kg de Zn/ha, un kg de B/ha, 60 kg de P/ha.

B) Trabajos preliminares con rizobios.

Esta etapa de laboratorio, contempla trabajo de almacenamiento, reconstitución de cepas de rizobio, prueba de pureza, recuentos de rizobio, preparación de inoculantes, etc. Lo anterior se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la planta del IDIAP, La Montuna, de acuerdo a la metodología descrita por CIAT, 1986.

C) Determinación de la necesidad de inoculación y evaluación de la inoculación con cepas de rizobio específicas.

En esta etapa se evaluó, a nivel de invernadero, dos de las leguminosas que han demostrado mayor rango de adaptación en la Región Central, Centrosema macrocarpum y Pueraria phaseoloides (Arosemena, E., et al 1985, Aranda, H., et al 1985, Duque, O., et al 1985) en muestras de suelos de Calabacito, San Francisco (Ultisol); el Bongo, Los Santos (Inceptisol); El Coco, Penonomé (Inceptisol), con el objeto de determinar la necesidad de inocular y evaluar las cepas de rizobio, CIAT 3101 y CIAT 2434, inoculadas en los ecotipos C. macrocarpum, CIAT 5062 y P. phaseoloides, CIAT 9900, respectivamente.

Los tratamientos para cada una de las combinaciones de suelo-ecotipos fueron:

1) Sin inoculación, sin nitrógeno, 2) Con inoculación, sin nitrógeno, 3) Alto nitrógeno (30 kg de N/ha cada 2 semanas) sin inoculación. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con 5 repeticiones. Se realizó una fertilización con macro y micro elementos, se midió

materia seca, nitrógeno total y nodulación (cantidad, color, tamaño y distribución de los nódulos en la raíz).

La metodología utilizada fue la de los cilindros de suelos no perturbados, descrita por CIAT, 1986.

- D) Identificación de factores limitantes para una efectiva simbiosis rizobio-leguminosas forrajeras.

Esta etapa se evaluó, a nivel de invernadero, el efecto de la fertilización con molibdeno y su interacción con la inoculación. Las combinaciones suelo-leguminosas, que participaron en el estudio fueron: Calabacito C. macrocarpum 5062, Calabacito P. phaseoloides 9900, El Coco, de Penonomé C. macrocarpum 5062.

Las cepas de rizobio utilizadas fueron: CIAT 2434, para el Kudzú y CIAT 3101, para el Centrosema.

Los tratamientos fueron: sin inoculación, sin Mo; sin inoc., con Mo; con inoc., sin Mo; con inoc., con Mo; Alto nitrógeno (30 kg de N/ha cada 2 semanas), con Mo. Adicionalmente, para la combinación de El Coco-C. macrocarpum se evaluó el tratamiento alto nitrógeno sin Mo.

La metodología utilizada fué la de cilindros de suelo no perturbados, con 5 repeticiones, distribuidas en bloques completamente al azar. Se realizó una fertilización con macro y micro elementos. Las dosis de molibdeno utilizadas fueron (0 y 400 g de Mo/ha). Los parámetros medidos fueron: Producción de Materia Seca, Nitrógeno Total, Nodulación.

RESULTADOS Y DISCUSION

A) Selección preliminar de leguminosas.

Bajo las condiciones del ensayo, la mayoría de los ecotipos mostraron, en términos de producción de materia seca, una respuesta marcada a la fertilización de nitrógeno (100-626%) a excepción de algunos ecotipos pertenecientes a las especies S. guianensis y S. macrocephala, los cuales mostraron una respuesta moderada (33-99%), (Fig. 1). Estas diferencias se pueden interpretar como una indicación del grado de efectividad en la fijación de nitrógeno, producto de la simbiosis con cepas nativas de rizobio y cada uno de los ecotipos de leguminosas estudiado. En término general, las cepas nativas de rizobio mostraron una simbiosis inefectiva con la mayoría de las leguminosas estudiadas.

En base a la buena producción de materia seca y la alta respuesta a la fertilización con nitrógeno se seleccionó los siguientes ecotipos, considerados de buena adaptación y que necesitan ser inoculados: Centrosema macrocarpum 5065, 5713, 5887, 5062; Centrosema brasilianum 5234; Pueraria phaseoloides 9900; Desmodium heterophyllum 349, Stylosanthes capitata 10280, Stylosanthes guyanensis 1280.

Otro grupo de leguminosas, registraron buena producción de materia seca (buena adaptación) pero moderada respuesta al nitrógeno, éstas fueron las siguientes: S. guyanensis 184, 136, 2031 y Stylosanthes macrocephala 2756, 2133, 2286 (Fig 1).

En este ensayo no se fertilizó con Mo, lo que puede haber restringido la efectividad de las cepas nativas, según lo

demuestra el experimento en el mismo suelo, (Cuadro 1).

B) Trabajo preliminar con rizobio

Los trabajos de prueba de pureza, y recuentos de rizobio han confrontado algunas dificultades que se están superando con la adquisición de equipos y materiales apropiados.

C) Determinación de la Necesidad de Inocular y Evaluación de la Inoculación.

Los resultados (Cuadro 1), obtenidos a nivel de invernadero, indican que la simbiosis de C. macrocarpum con las cepas nativas de rizobios, fué inefectiva en la muestra de suelos de Calabacito, semiefectiva en la muestra de suelos de El Coco y en la muestra de Los Santos, requiriéndose, por lo tanto, la inoculación en las tres muestras de suelo.

Por otra parte, los resultados de la inoculación de la cepa de rizobio 3101, en la leguminosa Centrosema macrocarpum 5062, indican que hubo simbiosis efectiva, lo que implica que no hay necesidad de hacer posteriores trabajos de selección de cepas.

Las cepas nativas de rizobio, ensayadas en P. phaseoloides, resultaron semiefectivas en la fijación de nitrógeno en las muestras de suelos de Calabacito y El Coco de Penonomé, requiriéndose la inoculación en estos dos suelos. Además, los resultados muestran que la cepa 2434, inoculada en P. phaseoloides, causó simbiosis efectiva, igualmente, eliminando la necesidad en trabajos posteriores de selección de cepas.

En las muestras de suelo de Los Santos, las cepas nativas mostraron ser relativamente efectivas en simbiosis con el P. phaseoloides, determinándose que en este suelo la inoculación tiene poco efecto.

D) Identificación de factores limitantes.

Los resultados obtenidos (Cuadro 1, Fig 2, 3), indican en las tres combinaciones suelo-leguminosa estudiadas, una marcada y positiva respuesta al molibdeno en los tratamientos sin y con inoculación, registrándose una interacción positiva entre la inoculación y la fertilización con molibdeno, al obtenerse la mayor respuesta en el tratamiento con inoculación. Por otra parte, no se registró respuesta al molibdeno en el tratamiento alto nitrógeno, lo que corrobora el papel directo que juega el molibdeno en la fijación biológica del nitrógeno. La deficiencia de Mo indujo a la nodulación ineficiente, reflejado en el predominio de nódulos verdes y blancos (Fig 4, 5). Se recomienda que los suelos de Calabacito y El Coco de Penonomé debe fertilizarse con molibdeno e inocular con la cepa 3101 y 2434 en las leguminosas C. macrocarpum y P. phaseoloides, respectivamente.

Estos resultados requieren ser validados en pruebas de campo, a realizar en cada una de estas áreas.

REFERENCIAS

1. ARANDA, H. y M. Pinilla. Adaptación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Calabacito-San Francisco. En: E. Pizarro (ed.) Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: resultado 1982-1985. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1985 v.2.
2. AROSEMENA, E.; L. Tascón y M. Flores. Adaptación de gramíneas y leguminosas forrajeras en La Soledad-Soná. En E. Pizarro (ed.) Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: resultado 1982-1985. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1985. v.2.
3. CIAT. Manual de evaluación, selección y manejo de la simbiosis leguminosa-rizobio para aumentar la de nitrógeno. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1986. Sin p.
4. DUQUE, O. y E. Varga. Adaptación de gramínea y leguminosas forrajeras en Los Santos. En: E. Pizarro (ed.) Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: resultado 1982-1985. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1985. v.2.
5. JARAMILLO, S. Pedones de campos y estaciones experimentales del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.

Cuadro 1. Efecto de los tratamientos en la producción de nitrógeno total y cantidad de nódulos por planta en P. phaseoloides 9900 y C. macrocarpum 5062 en suelo de tres localidades.

TRATAMIENTO	C. macrocarpum 5062 *		P. phaseoloides 9900*	
	N total g/cil.	Nódulos por planta	N total g/cil.	Nódulos por planta
<u>Suelo de Calabacito</u> (pH 4.5; Sat. Al. 70%)				
Sin Inoc-Con Mo	0.038 b	1 b	0.087 b	10 b
Con Inoc-Con Mo	0.136 a	17 b	0.169 a	25 a
Alto N-Con Mo	0.118 a	1 b	0.142 a	11 b
Sin Inoc-Sin Mo	0.013 c	1 b	0.032 b	10 b
Con Inoc-Sin Mo	0.037 b	44 a	0.044 b	33 a
<u>Suelo en El Coco</u> (pH 5.2; Sat. Al. 1%)				
Sin Inoc-Con Mo	0.127 b	15 c	0.146 b	38
Con Inoc-Con Mo	0.198 a	37 ab	0.226 a	38
Alto N-Con Mo	0.183 a	11 c	0.210 a	35
Sin Inoc-Sin Mo	0.063 c	20 bc	--	--
Con Inoc-Sin Mo	0.062 c	56 a	--	--
Alto N- Sin Mo	0.180 a	15 c	--	--
<u>Suelo de los Santos</u>				
Sin Inoc-Con Mo	0.187 b	21 a	0.256 a	15 a
Con Inoc-Con Mo	0.263 a	32 a	0.305 a	35 a
Alto N -Con Mo	0.270 a	14 a	0.270 a	18 a

* Medias de cinco repeticiones; 12 semanas de crecimiento. Promedio seguido por la misma letra no son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$) Rango múltiple de Duncan.

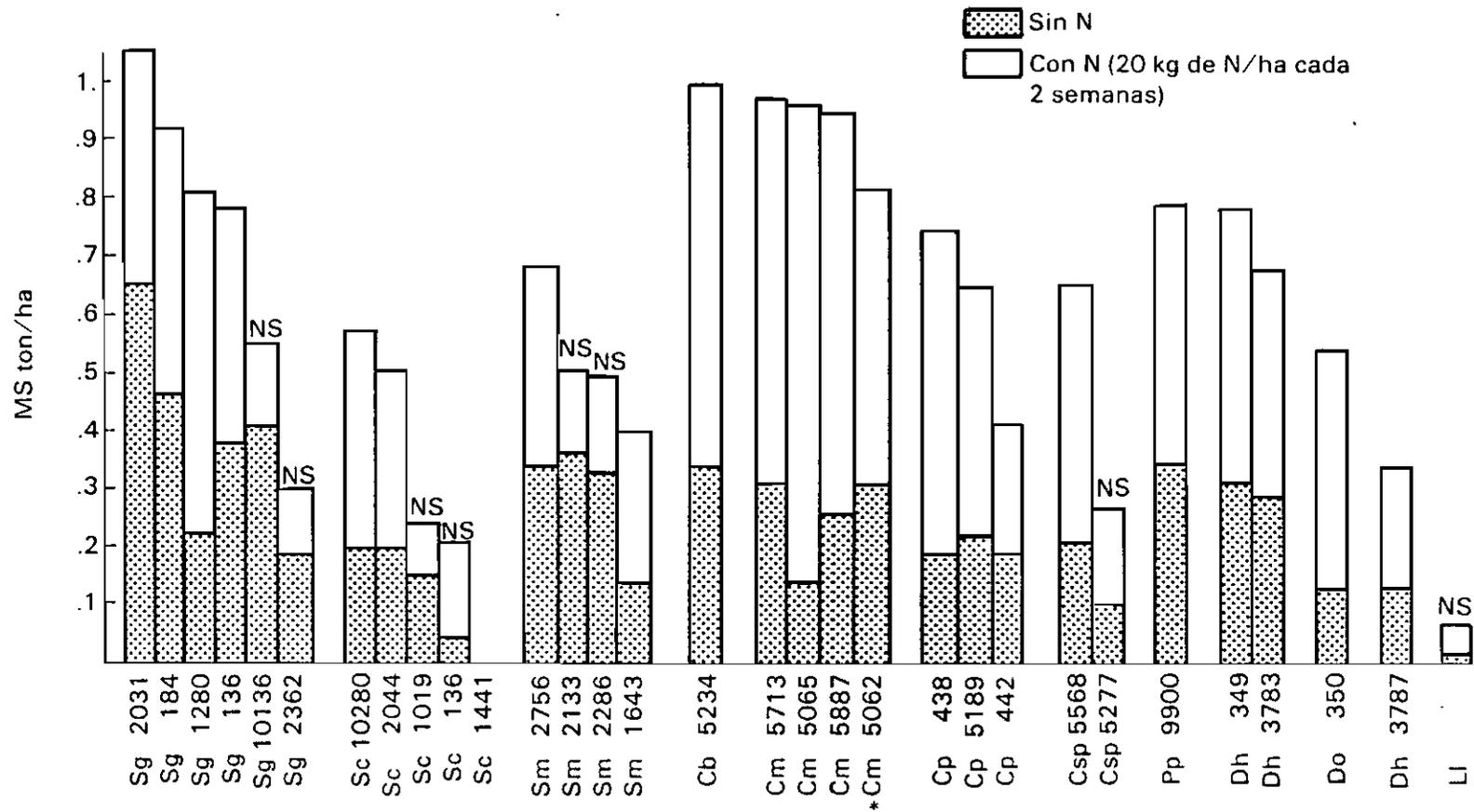


Fig. 1. Rendimiento de materia seca (ton/ha) de 30 ecotipos de leguminosas forrajeras a las 12 semanas de sembrada. * Ecotipo seleccionado localmente. NS = Respuesta no significativa (P = 0.05).

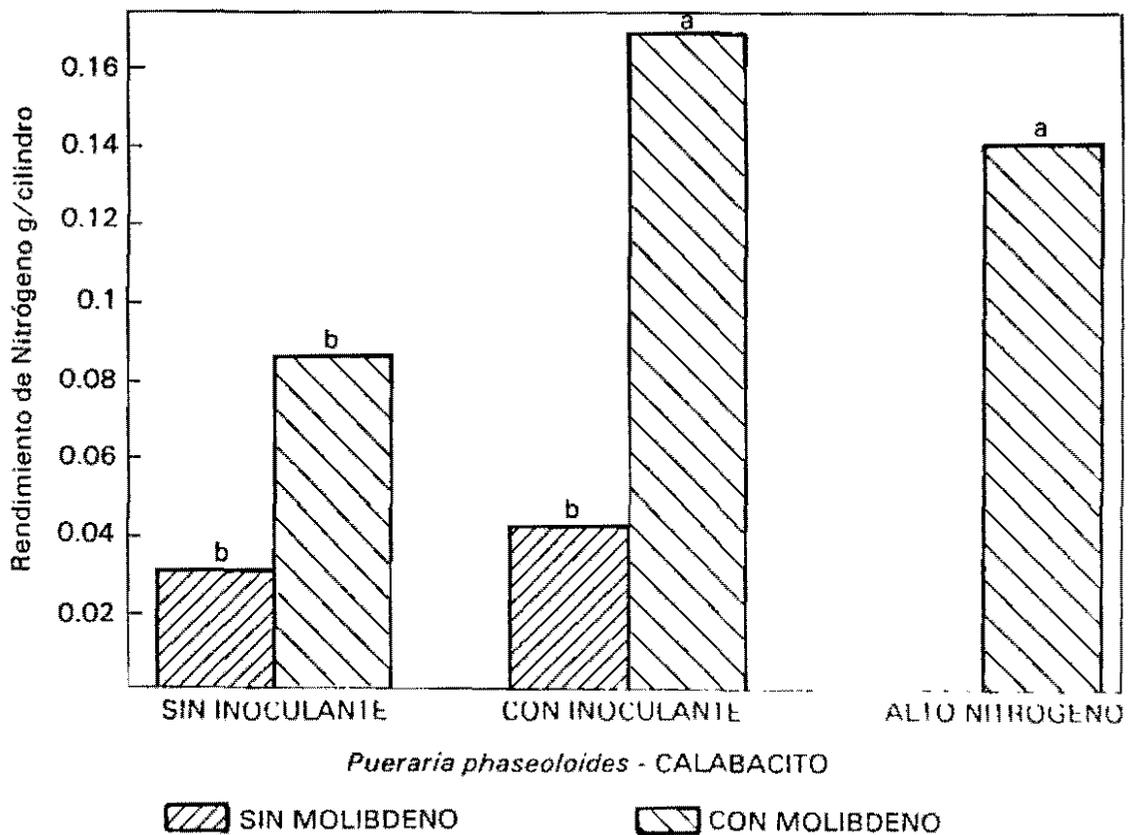
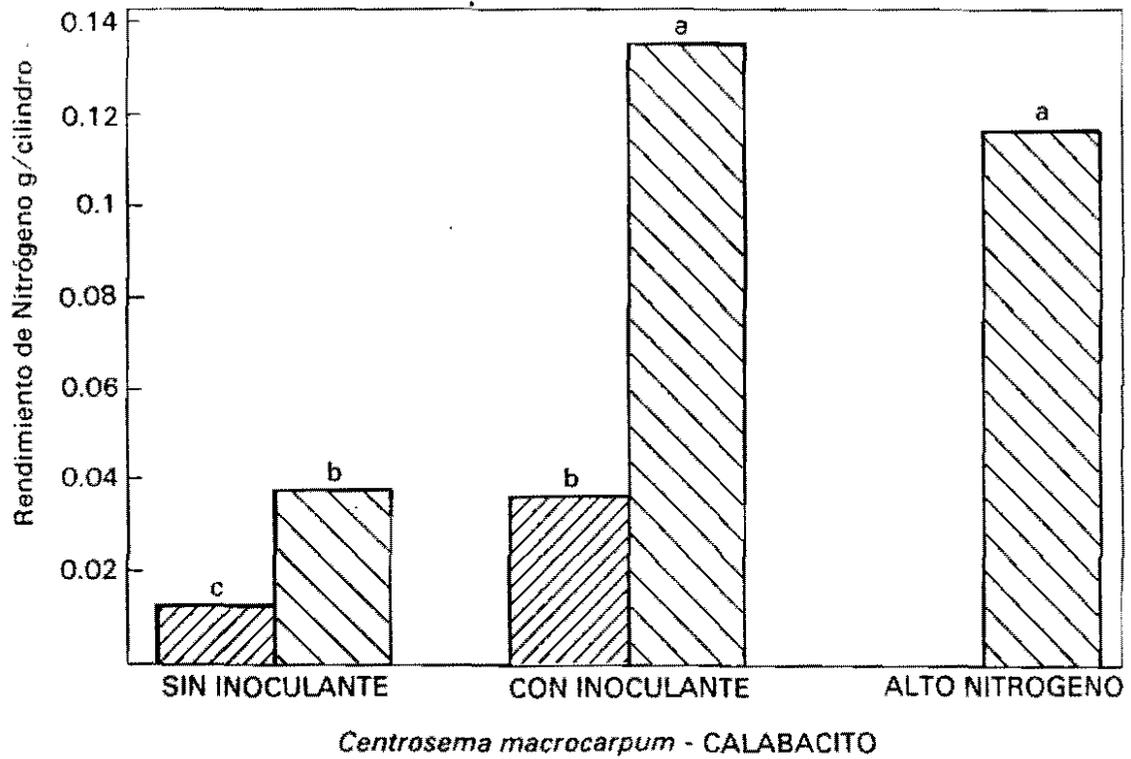


Fig. 2. Efectos del molibdeno y la inoculación sobre el rendimiento de N de *C. macrocarpum* y *P. phaseoloides* en suelo de Calabacito.

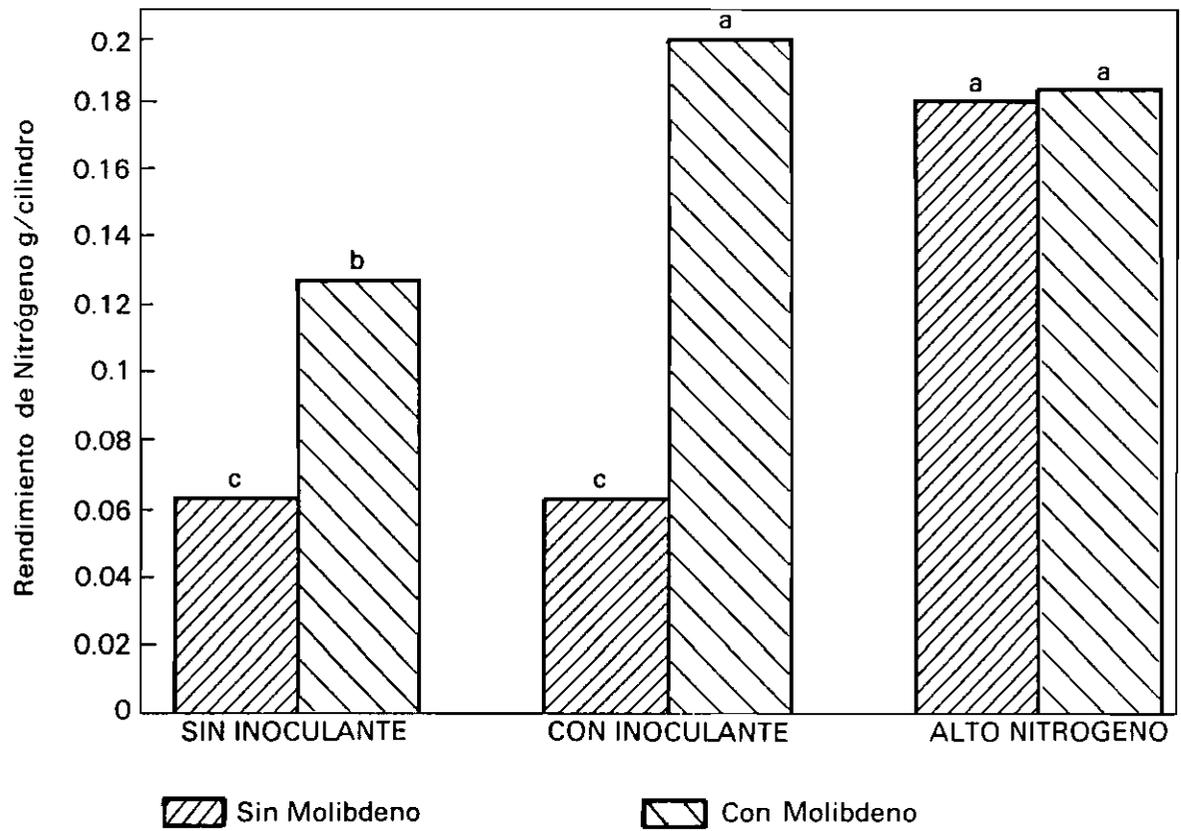
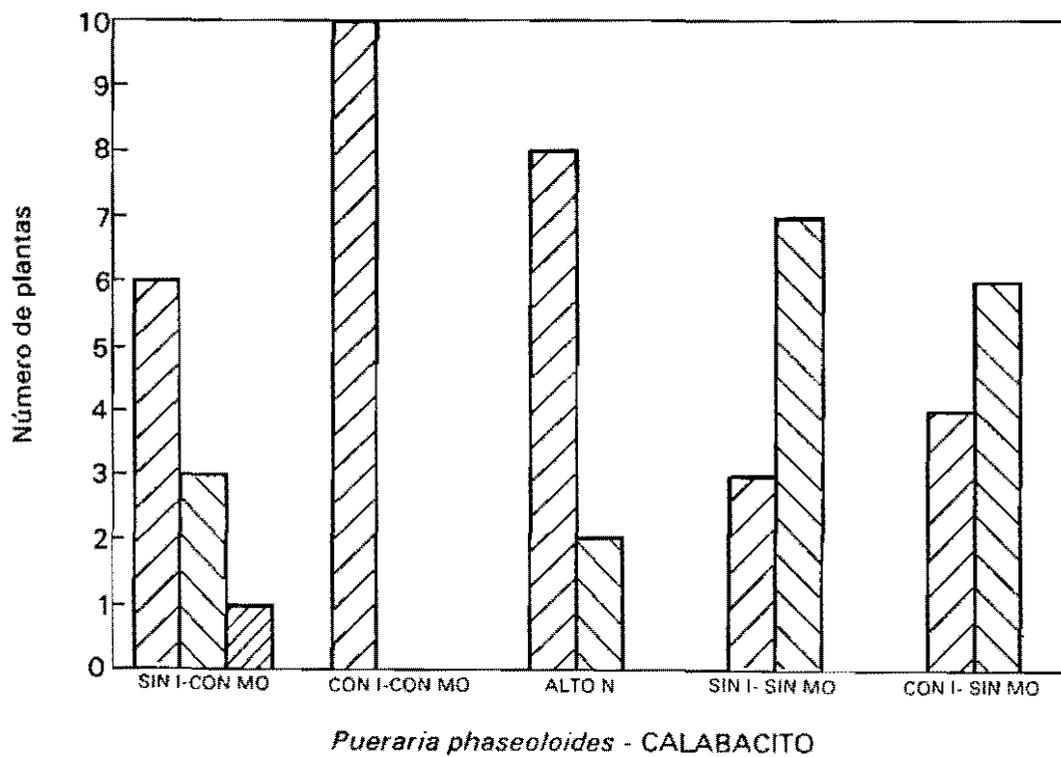
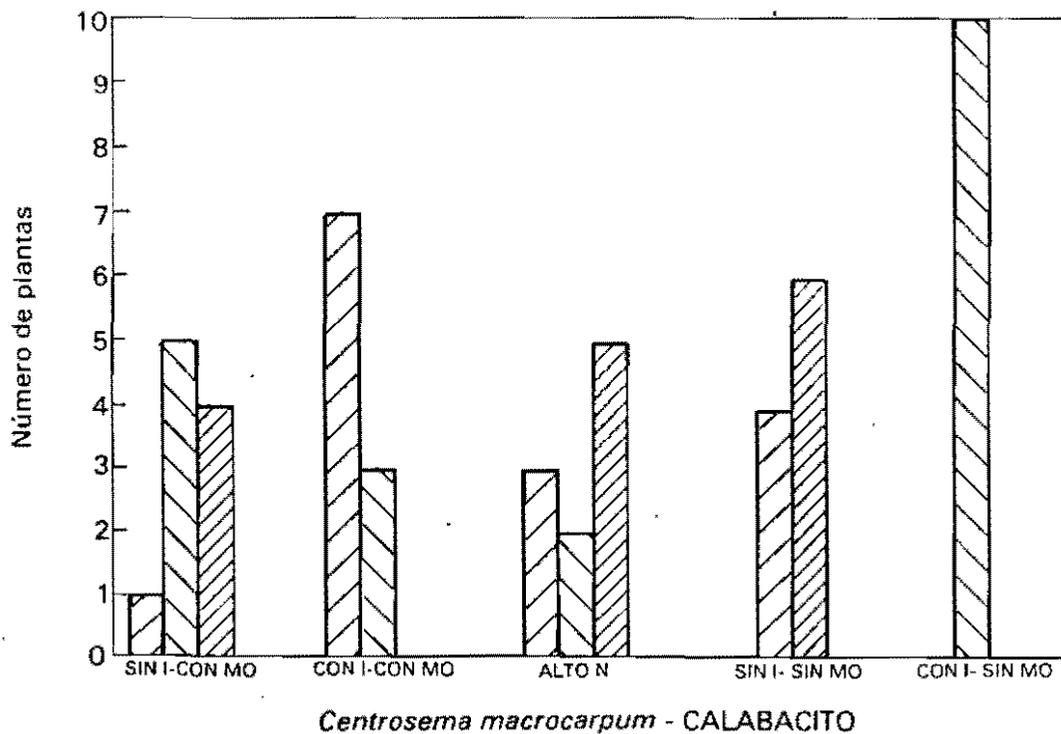


Fig. 3. Efecto de molibdeno y la inoculación sobre el rendimiento de N de *C. macrocarpum* en suelo de El Coco.



Rojo, Negro, marrón
 Verde, Blanco, V-R
 Sin nódulos

Fig. 4. Efecto de los tratamientos sobre el color predominante de los nódulos en Calabacito.

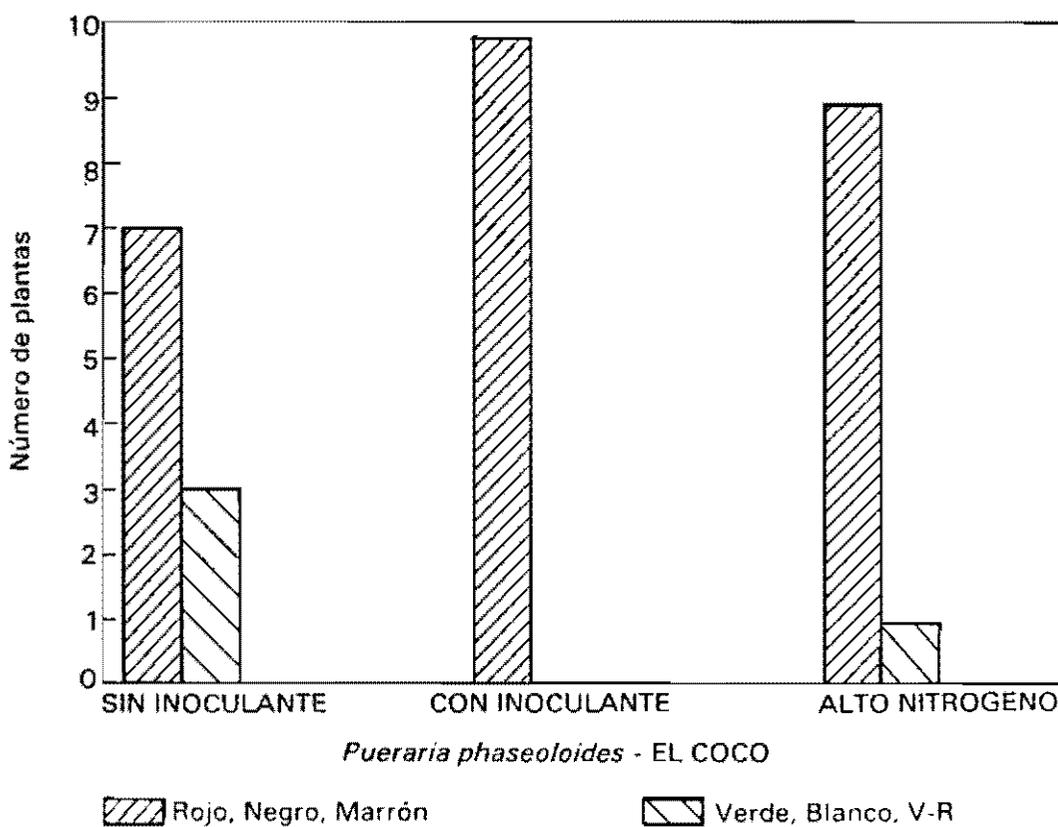
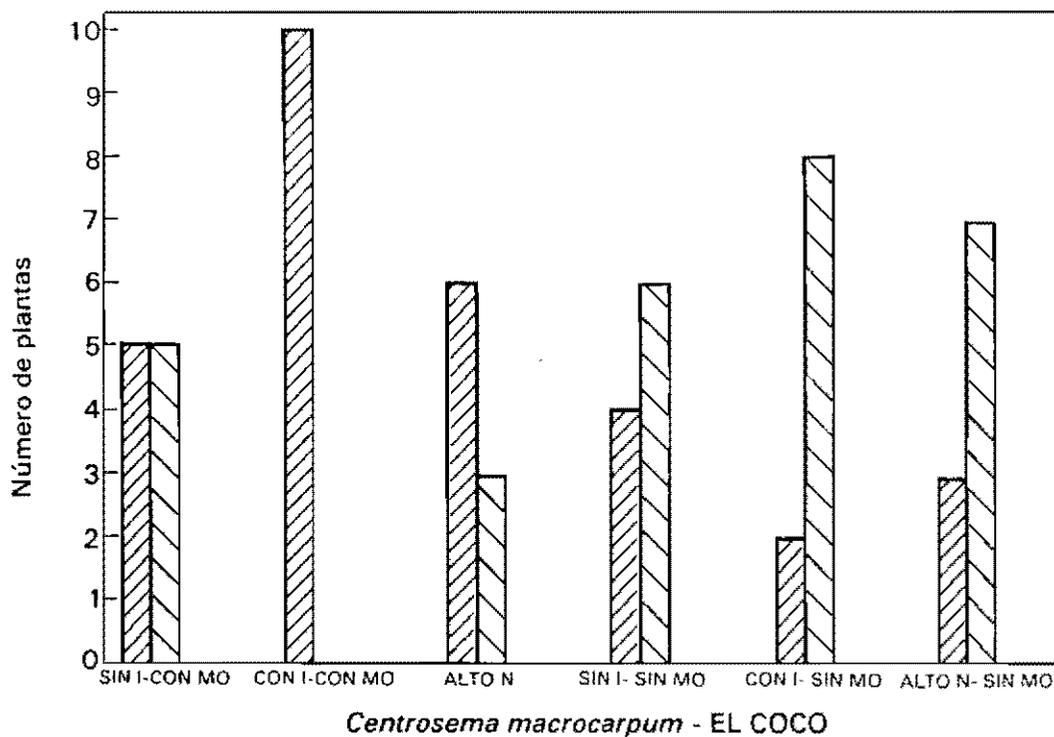


Fig. 5. Efectos de los tratamientos sobre el color predominante de los nódulos en El Coco.

II. EVALUACION EN EL CAMPO DE NECESIDAD DE INOCULACION
Y PRODUCCION DE MATERIA SECA DE TRES LEGUMINOSAS
FORRAJERAS TROPICALES EN EL SUELO NEUTRO DE
LA COSTA DE CHIAPAS, MEXICO

J.F. Aguirre Medina 1

M. Valdés 2

INTRODUCCION

La deficiencia de proteína durante todo el año para los animales en pastoreo en los trópicos, es una limitante que repercute en la baja producción animal. Cabe indicar que en estas regiones, la alimentación de los bovinos se basa principalmente de gramíneas y estas especies per se no son capaces de mantener una producción animal sostenida durante todo el año. Las leguminosas, además de producir más alimento para el ganado en épocas de sequía, son capaces de incrementar la cantidad de proteína en sus estructuras vegetativas a través de la simbiosis que realizan en sus raíces con rizobios. Así se postulan como una alternativa para incrementar la calidad y cantidad de forraje por unidad de superficie.

El presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

a) Determinar la necesidad de inoculación en tres leguminosas forrajeras en un suelo de mediana fertilidad en la Costa de Chiapas. b) Conocer la asignación de materia seca de algunos componentes morfológicos y fisiológicos del rendimiento en las plantas inoculadas y sin inocular.

-
1. Investigadores del Programa Forrajes del CAE Costa de Chiapas. Apdo. Postal 96, 30700 Tapachula, Chiapas.
 2. Profesor-Investigador del IPN-ENCB. México, D.E. Apdo. Postal 63-246. México, D.F. 028000.

HIPOTESIS:

Se plantea que las leguminosas forrajeras tropicales puedan requerir de inoculación y cuando están en simbiosis efectiva expresan esta en un aumento en la producción de materia seca.

MATERIALES Y METODOS.

El experimento fué establecido en la estación experimental de forrajes en la Costa de Chiapas, que se ubica geográficamente entre el paralelo 15°30' y 16°00' de latitud norte y entre el meridiano 93°00' y 93°30' de longitud Oeste de Greenwich, a una altura de 40 msnm. En este lugar predomina un tipo climático Am(w"ig, e indica un clima cálido-subhúmedo (2200 mm de precipitación) que se distribuye de Junio a Noviembre y tiene una estación seca en la mitad de la temporada de lluvias (canícula). La temperatura máxima promedio es de 33°C y la mínima de 17°C, con una variación $\pm 5^\circ\text{C}$ (García, 1973). El suelo pertenece al grupo de fluvisoles éutricos (SPP, 1981) y en el sitio existe una textura migajón-arenosa, pH de 5.7, 2.6% de materia orgánica, 0.16% de N y 3.29 ppm de fósforo (Bray P-1).

La siembra se realizó el 4 de Julio de 1986, y se terminaron las evaluaciones el 3 de Octubre del mismo año. Las especies que se evaluaron fueron: Centrosema brasilianum 5234, Centrosema pubescens 5189 y Pueraria phaseoloides 9900. Las cepas probadas fueron CIAT 3101, 590 y 2134 respectivamente.

En cada caso se probaron tres tratamientos, que fueron:
1) Testigo negativo (sin rizobio y sin nitrógeno), 2) con

rizobio, y 3) con nitrógeno. Los tratamientos se distribuyeron en bloques al azar en el terreno con tres repeticiones.

Con las cepas se prepararon inoculantes a base de turba, elaborado en el ENCB-IPN. El inoculante fué adherido a la semilla con goma arábica al 40% y en una cantidad equivalente al 5% del peso de la semilla. Todos los inoculantes contenían 100×10^6 células por gramo de turba. El tratamiento con N se fertilizó a razón de 20 kg/ha (4.3 g de úrea/metro) cada 15 días empezando después de tres semanas de sembrado. La parcela total fué de cuatro surcos de 3 m de largo con una distancia entre surcos de 1.5 m y 3 m entre parcelas. Las muestras fueron dos, uno a las 9-10 semanas después de la siembra y el otro a las 12 semanas. En ambos casos se cortó el material al ras del suelo para evaluar producción de materia seca, asignación de la misma por órganos vegetativos y nodulación. Se pesó el material verde y una muestra fué llevada a la estufa a 80°C hasta peso constante. La nodulación se evaluó por muestreo de plantas seleccionadas al azar, seis plantas por parcela.

RESULTADOS Y DISCUSION.

En el Cuadro 1 se reportan los promedios de las variables registradas en tres leguminosas forrajeras en la Costa de Chiapas.

En la Pueraria phaseoloides la producción de materia seca más alta entre tratamientos se logró con la aplicación de nitrógeno. En el primer corte los aumentos de este tratamiento con respecto al testigo y al inoculado fueron de 42% y 28% respectivamente; estas diferencias arrojaron significancia estadística a favor del tratamiento con N. El tratamiento inoculado logró un aumento del 11% con respecto al testigo.

CUADRO 1. PESO SECO (KG/HA) Y NUMERO DE NODULOS EN TRES LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES EN LA COSTA DE CHIAPAS.

TRATAMIENTOS	<u>P. phaseoloides</u> 9900			<u>C. pubescens</u> 5189			<u>C. brasilianum</u> 5234		
	Corte I		II	Corte I		II	Corte I		II
	kg/ha	no. nods*	kg/ha	kg/ha	no.nods	kg/ha	kg/ha	no.nods	kg/ha
Inoculado	1871b	93	2541a	574a	19	902a	442b	46	1270 a
Testigo	1685b	52	2016a	549a	26	814a	428b	51	1287 a
Nitrogenado	2388a	37	2499a	556a	17	706a	529a	18	1554 a
C.V. %	11.9		20.7	13.4		25.8	2.81		15.3

Corte I = 9 y 10 semanas

Corte II = 11 y 12 semanas

Las letras diferentes dentro de las columnas indican diferencia estadística significativa entre tratamientos según Tukey al 5% de probabilidad.

* No. de nódulos por planta (promedio de seis plantas por tratamiento y por repetición).

En el caso del número de nódulos por planta, se encontró una alta nodulación en el testigo. Esto se considera que se debe a una alta población de rizobios en el suelo que son capaces de nodular a kudzú. Martínez (1981) reporta para este suelo 9.9 células/gramo de suelo seco en época seca de la Costa de Chiapas. Date (1976) ubica a kudzú dentro del grupo de leguminosas que son infectadas por una gran variedad de rizobios o sea grupo "cowpea". Así es de esperarse una gran nodulación. El número de nódulos se reduce por el efecto del nitrógeno, hecho plenamente observado en otras leguminosas (Franco, 1976; Valdés et al 1985; De la Garza et al 1987; Barni et al 1976).

En el tratamiento inoculado se registró el valor más alto de nódulos por planta. Sin embargo, no se registró un aumento significativo en la producción de materia seca. Al respecto se considera que la cepa utilizada no fué altamente eficiente en proporcionar a la planta el nitrógeno requerido, ya que al aplicar solo el N ésta expresó mejor su potencial de rendimiento.

Durante el segundo corte no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Sin embargo, hubo un aumento en la producción de materia seca con respecto al 1^{er} corte del 26% en el tratamiento inoculado, de 16.4% en el testigo y del 4.4% en el tratamiento con N. En este caso se estima que la cepa 2434 tuvo una tendencia de inducir mayor aumento en la materia seca que las cepas testigo, a pesar de no ser significativo. La respuesta a nitrógeno no aumentó porque solo se hicieron dos aplicaciones posteriores debido a la declinación de la humedad en el suelo.

Este suelo de Jericó representa uno de los más productores de carne y leche en la Costa debido al alto desarrollo vegetal de algunas especies forrajeras. Ahora tenemos 4 has sembradas

con kudzú con un excelente desarrollo vegetal y buenos aumentos de peso en ganado de carne. De todas las acciones de leguminosas del CIAT kudzú siempre ha tenido alta producción (Reportes en Resúmenes de la RIEPT).

Centrosema pubescens 5189 no mostró diferencias marcadas entre tratamientos durante el primer corte. La nodulación registrada fué relativamente baja en todos los casos. En el segundo corte se registró mayor rendimiento de materia seca del tratamiento inoculado (9.7% con respecto al testigo y de 21% en relación al tratamiento nitrogenado). Sin embargo no hubo diferencias estadísticas significativas. Esta planta, parece ser afectada por otros factores limitantes para expresar su capacidad de producción de materia seca.

Centrosema brasilianum 5234 registró un comportamiento similar a Pueraria phaseoloides 9900 durante el primer corte. Esta planta incrementó su producción de materia seca cuando se fertilizó con N en 20% con relación al testigo y de 16.4% con respecto al tratamiento inoculado. La nodulación fué similar en los tratamientos sin inocular e inoculados, y se observó una reducción en el número de nódulos por planta cuando se fertilizó con N. En el segundo corte el tratamiento testigo y el inoculado registraron valores semejantes. El fertilizado con nitrógeno dió mayores rendimientos pero las diferencias no fueron significativas. Esto indica que la planta de C.brasilianum 5234 posiblemente respondería a otras cepas seleccionadas.

La Figura 1 presenta la asignación de materia seca de las leguminosas evaluadas (no se incluye raíz). Al respecto se aprecia en kudzú que el tallo registra valores de 34.5%, 32.8% y 30.5% de asignación para los tratamientos inoculado, con nitrógeno y testigo respectivamente. La lámina foliar es similar entre tratamientos. El peciolo representa 15% al

inocularse, 16% con N y 17% en el testigo. Las estructuras caídas (hojas) registran valores de 14% en los tratamientos N y testigo y de 11% en el inoculado. El efecto más claro entre las estructuras fue para el tallo.

En Centrosema brasilianum 5234 el porcentaje que representa el tallo al inocularse es de 30.2%, con N el 25.8 y testigo 26%. La lámina foliar fue mayor en el tratamiento inoculado, esto representó el 29.4% , con N el 22.6 y el testigo 26.6%. El peciolo del tratamiento inoculado representó el 10.2%, con N el 8.3% y el testigo con 9.7%. En este caso como en el anterior, la estructura más afectada por los tratamientos fueron el tallo y la lámina foliar.

Centrosema pubescens 5189 registra muy poca variación entre el % de asignación de materia seca del tallo cuando se inoculó con el testigo (37 y 36% respectivamente), sin embargo, con el N se redujo a 31%. La lámina foliar presenta una respuesta similar a la anterior y el peciolo valores semejantes entre todos los tratamientos. En relación al peso seco de las estructuras caídas, el tratamiento con N registró el valor más alto (35%).

En forma general entre especies con los mismos tratamientos, la estructura de las plantas que se ve más afectada por la inoculación de rizobios es el tallo y lámina foliar, en menor frecuencia el peciolo. Cuando se aplicó el N se incrementó el peso de las estructuras caídas (hojas).

CONCLUSIONES

1. En Kudzu y C. pubescens se observan aumentos en materia seca debidos a la inoculación pero no fueron significativos. El kudzu y la C. brasilianum mostraron

respuestas al tratamiento con N. El buen crecimiento del tratamiento sin inocular indica que las respuestas a la inoculación en estas combinaciones leguminosa-suelo probablemente serán pequeñas. Sin embargo sería interesante probar la cepa 3918 en kudzu en el campo y otras cepas seleccionadas para Centrosema spp, en este y en otros suelos representativos.

Además, puede ser que al analizar el contenido de N en el tejido, los efectos observados serían más marcados.

2. Las diferencias más marcadas en producción de materia seca de las leguminosas probadas como respuesta a los tratamientos fueron observadas durante el primer corte.
3. Algunas estructuras vegetativas de las leguminosas mostraron una tendencia a ser afectadas por la inoculación como el tallo y la lámina foliar; con el nitrógeno lo fué la caída de hojas.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al Ing. A. Cigarroa su ayuda en la siembra del experimento.

LITERATURA CITADA

- Barni, N.A., Minor, H.C. and Kolling, J. 1976. Efeito de nivel de nitrogenio sobre o crescimento, rendimento e características agronómicas da soya. En: Memoria VIII RELAR, Cali, Colombia, P. Graham and J. Halliday (Eds.). p. 5.

- Date, R.A. 1976. Especificidad en la simbiosis *Rhizobium* leguminosa. En: VIII RELAR en Cali, Colombia, P. Graham and J. Halliday (Eds.). p. 42-89.
- De la Garza, H., M. Valdes and J.F. Aguirre. 1987. Effect of *Rhizobium* strains phosphorus and soil type on nodulation and growth of *L. leucocephala* Lenc. Res. Rep. 8 (Taiwan, Republic of China. p. 42 y 43.
- Franco, A. 1976. Fatores nutricionais na simbiose leguminoseae *Rhizobium*. Memoria VIII RELAR, Cali, Colombia P. Graham and J. Halliday (Eds.). p. 112-131.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM, México, 246 p.
- Martinez, B.E. 1984. Estudio de cepas de *Rhizobium* sp asociados a *Leucaena leucocephala* aislados de la Costa de Chiapas. Tesis de Licenciatura del IPN-ENCB. P. 60.
- SPP, 1978. Comisión del Plan Nacional Hidráulico. Anexo G. Región Sureste, SARH, México.
- Valdés, M., J.F. Aguirre y M. Velásquez. 1985. Diferencias de nodulación producción de grano de la soya al inocular suelo o semilla. Turrialba. 35 (2): 159-163.

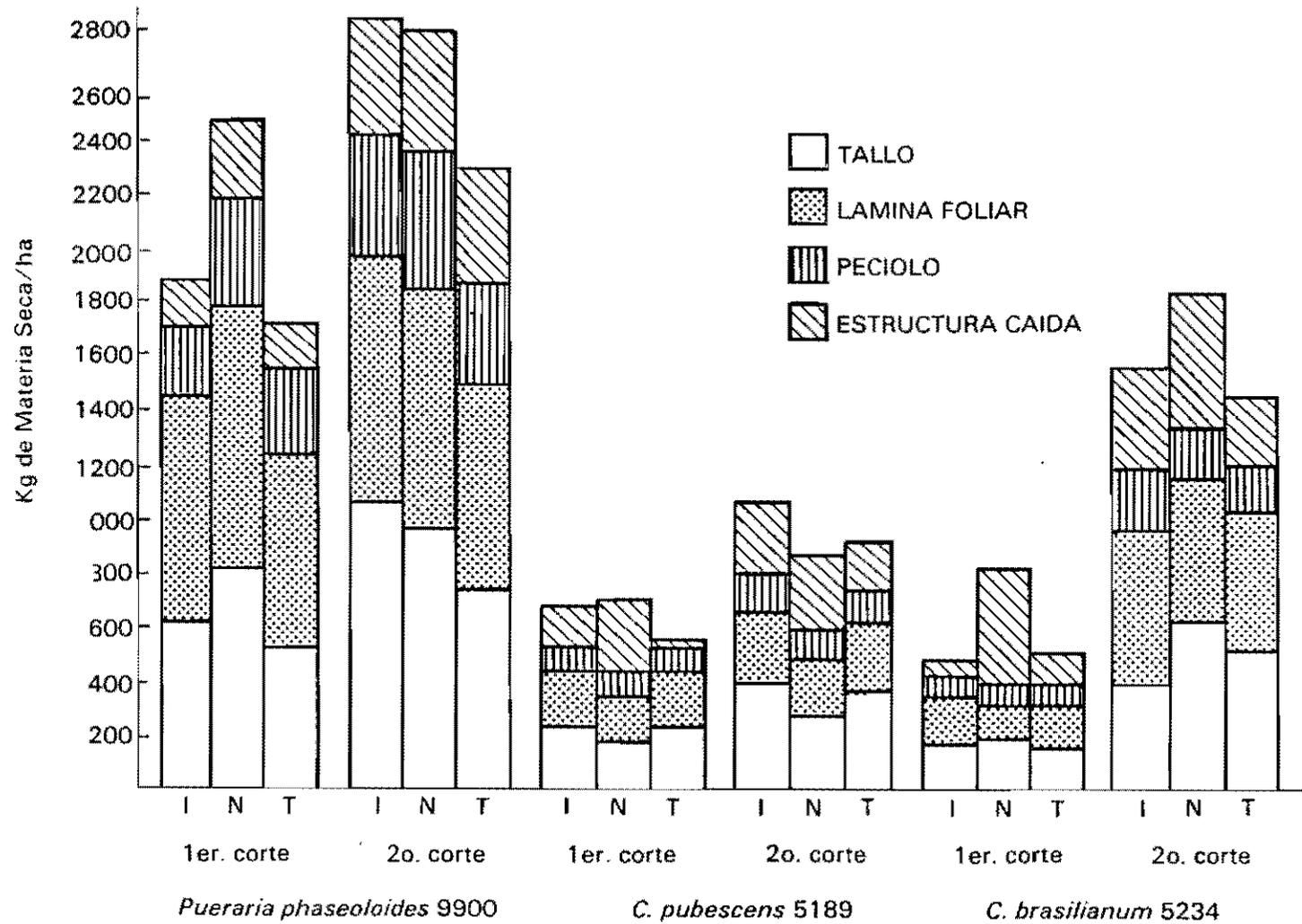


Fig. 1. Asignación de la materia seca en tres leguminosas forrajeras tropicales con diferentes tratamientos en la Costa de Chiapas.

III. LA EVALUACION DE LA SIMBIOSIS ENTRE RIZOBIOS
INTRODUCIDOS Y NATIVOS CON CUATRO LEGUMINOSAS
FORRAJERAS TROPICALES EN CILINDROS CON
SUELO SIN DISTURBAR DE LA COSTA
DE CHIAPAS, MEXICO

J.F. Aguirre Medina¹

M. Valdés²

R. Sylvester-Bradley³

INTRODUCCION

En las regiones tropicales del mundo, es común que se presenten deficiencias de nitrógeno en el suelo, que se ocasionan en parte, por las fuertes precipitaciones pluviales y algunas características físicas de las mismas. Esto ha repercutido en una constante necesidad de agregar este nutrimento a través de los fertilizantes químicos en las praderas bajo pastoreo. Sin embargo por razones obvias, en los últimos años el uso de fertilizantes químicos ha sido registrado solo para los cultivos básicos de la alimentación del pueblo de Méjico.

Así la ganadería de los trópicos a base de gramíneas tiene una deficiencia de proteína para los animales en pastoreo.

-
- 1 Investigador del Programa de Forrajes en la Costa de Chiapas. Apdo. Postal 96, 30700 Tapachula, Chis. México.
 - 2 Profesor-Investigador de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Apdo. Postal 63-246, 02800, México, D. F.
 - 3 Investigador Programa de Pastos, CIAT. Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

Ante esta situación una fuerte atención ha sido puesta en las leguminosas forrajeras y en sus simbioses radicales (Rhizobium y Bradyrhizobium) y así poder utilizar el nitrógeno atmosférico, con un consecuente incremento en la calidad del forraje y una reducción en los costos de producción por unidad de superficie.

Conocido es que la evaluación agronómica de la simbiosis leguminosa-rizobio tiene como objetivo seleccionar germoplasma de leguminosas con un potencial máximo de fijación de nitrógeno bajo las condiciones de la localidad en que se realiza la evaluación.

En algunos casos no existe la necesidad de inocular a las plantas seleccionadas, pues ellas pueden establecer una simbiosis efectiva con las cepas bacterianas nativas del suelo en cuestión.

Se sabe que el nitrógeno mineral en el suelo puede inhibir la nodulación y la respuesta a la inoculación (Sylvester-Bradley et al, 1988; de la Garza et al, 1987; Franco, 1976). Este nitrógeno puede tener diferentes orígenes, uno de ellos es la perturbación del suelo al sacarlo de su lugar y colocarlo en macetas para trabajar en el invernadero. Esta perturbación puede ocasionar un aumento en la tasa de mineralización del nitrógeno orgánico con la consecuente liberación de nitrógeno mineral (Sylvester-Bradley et al, 1983).

Con el fin de evitar este efecto negativo en la nodulación de las leguminosas forrajeras a evaluar, ultimamente se recomienda utilizar en este tipo de ensayos, suelo sin disturbar (CIAT, 1988). Esta metodología emplea cilindros que son fáciles de conseguir como trozos de tubería de PVC. Cada

cilindro que se introduce al suelo representa un área bien localizada, es decir, no existe el efecto homogenizador que ocurre en el tradicional manejo del suelo con el que se llenarán las macetas, por lo que a veces es necesario trabajar con un número mayor de réplicas.

Por otro lado, es indiscutible la importancia que representan los rizobios en la nutrición nitrogenada de las leguminosas, así como la existencia de una respuesta fisiológica a ésta, donde, el rendimiento y sus componentes se verán afectados. Si consideramos que a) el rendimiento es la resultante final de los procesos fisiológicos y que se reflejan en la morfología de la planta, y que b) los componentes fisiológicos mas importantes del rendimiento tienen su expresión morfológica en las estructuras de la planta (Kohashi, 1979), es de esperarse que la respuesta de la planta sea diferente, tratándose de cepas de rizobios con diferente grado de efectividad en la fijación biológica de nitrógeno. El nitrógeno que se fija en la simbiosis puede tener una mayor translocación hacia estructuras importantes como forraje.

El objetivo de este trabajo fue evaluar en suelo sin perturbar, la simbiosis de algunas leguminosas forrajeras asociadas con diferentes cepas de Bradyrhizobium, cepas tanto introducidas como nativas, incluyendo no solo su rendimiento sino también su asignación a los diferentes componentes del mismo.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en una casa-malla en el Campo Experimental Costa de Chiapas a una latitud de $15^{\circ}30'$ y $16^{\circ}00'$

y longitud 93°00' y 93°30' al Oeste de Greenwich. El suelo fue obtenido del campo auxiliar "Jericó" y tiene una textura migajón-arenoso, pH de 5.7, 2.6% de materia orgánica, 0.16% de nitrógeno y 3.29 ppm de fósforo (Bray-1). Un tipo climático Am (w") ig, (García, 1973) que indica un clima cálido húmedo, con una precipitación de 2,200 mm al año que se distribuyen de Junio a Noviembre. La temperatura media en la región es de 28°C y tiene una oscilación de 5°C.

El procedimiento de este trabajo es similar a lo indicado por CIAT (1988) y Sylvester-Bradley *et al* (1989). Para ello se eligió una pradera de gramínea pura preestablecida. Para extraer el suelo sin perturbar se emplearon cilindros de 10 cm de diámetro por 25 cm de largo; el material de los cilindros es PVC tipo "sanitario" cuyas paredes son de 5 mm de grosor. Los cilindros se introducen en el suelo a golpes; el borde inferior interno se afiló para facilitar su penetración. Los mismos se extraen posteriormente con ayuda de una pala. Todos los cilindros fueron fertilizados con fósforo a razón de 50 kg/ha. Se incluyó un tratamiento con 100 kg de nitrógeno por hectárea en cinco aplicaciones y un testigo. Las especies vegetales que se evaluaron fueron: Centrosema brasilianum 5234 inoculada individualmente con las cepas CIAT 3101, 1780, 1670, 4779, 4778 y 3694; Pueraria phaseoloides 9900 inoculada individualmente con las cepas CIAT 2434, 3918, 3287, 643 y 3648; Centrosema macrocarpum 5065 y Centrosema pubescens 438, ambas especies inoculadas con la cepa CIAT 3101. Todas las cepas bacterianas inoculadas pertenecen al género Bradyrhizobium spp.

El inoculante fue elaborado en el CIAT y tuvo como soporte turba esterilizada por radiaciones gamma. Todas las semillas se embebieron en agua antes de ser sembradas. A la siembra, se depositó en cada hueco una cantidad aproximada de

0.1 g de inoculante. Después de la siembra e inoculación, en la superficie de cada cilindro se colocó una capa fina de arena parafinada para evitar contaminación. Inicialmente se tuvieron cuatro plantas por cilindro y después de una semana se dejaron dos plantas. Nueve semanas después, se cortó la parte aérea y se secó a 80°C por 24 horas. Las raíces se extrajeron del suelo y se contaron los nódulos por cilindro.

Cada especie de leguminosa con su tratamiento tuvo cinco repeticiones y se analizaron estadísticamente por bloques al azar; la prueba de comparación entre medias fué la de Tukey al 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los Cuadros 1 y 2 se anotan los resultados encontrados para cada especie y por variable registrada. El análisis estadístico efectuado a las plantas de Centrosema brasilianum 5234, arrojó diferencias significativas entre los tratamientos probados en cuanto a biomasa. Se obtuvo una producción estadísticamente igual de las plantas inoculadas con cinco de las seis cepas evaluadas, a las plantas fertilizadas con 100 kg de N/ha; a la vez, las plantas inoculadas no aumentaron el rendimiento significativamente sobre el rendimiento de las plantas con nodulación espontánea. Esto muestra la alta efectividad de las cepas nativas en este suelo, pues pueden substituir una cantidad equivalente de 100 kg de N, lo que también indica que esta planta para producir no requiere de inoculación. La cepa 3101 proporcionó un aumento en rendimiento del 25%, que aunque no significativa en este ensayo, indica que esta cepa podría ser la más efectiva en suelos más pobres, y tal vez durante las primeras etapas del establecimiento. Las estructuras de la parte aérea, sobretodo

CUADRO 1. PRODUCCION DE MATERIA SECA TOTAL (g/cilindro) Y POR ESTRUCTURAS DE CUATRO LEGUMINOSAS FORRAJERAS EN UN SUELO DE MEDIANA FERTILIDAD EN LA COSTA DE CHIAPAS, MEXICO.

Especie	Peso seco total	Tallo	Lámina Foliar	Peciolo	Raiz	No. nódulos por cilindro
<u>C.brasilianum</u> 5234						
Cepa 3101	9.24ab	2.50a	3.54a	0.52a	2.68a	132a
Cepa 1780	8.10ab	2.12a	3.08a	0.48a	2.42ab	129a
Cepa 1670	8.04ab	2.12a	3.32a	0.56a	2.04bcd	120a
Cepa 3694	7.30 b	2.00a	3.20a	0.42a	1.68 d	101a
Cepa 4779	7.88ab	2.08a	3.12a	0.48a	2.20abc	102a
Cepa 4778	7.76ab	2.08a	3.28a	0.50a	1.90 cd	97a
N	9.62a	2.60a	4.18a	0.42a	2.34abc	94a
T	7.38b	1.90a	2.60a	0.56a	2.32abc	122a
C.V.* %	14.8	22.5	27.2	33.7	12.9	20.9
<u>P.phaseoloides</u> 9900						
Cepa 3918	10.26a	2.36a	3.54a	0.76a	3.20a	63ab
Cepa 3287	8.56ab	1.74a	3.26a	0.54a	2.44ab	72a
Cepa 643	8.76ab	1.98a	3.36a	0.74a	2.68ab	66a
Cepa 2434	8.76ab	2.16a	3.60a	0.68a	2.32ab	70a
Cepa 3648	8.02 b	1.88a	2.82a	0.72a	2.60ab	74a
N	8.72ab	2.42a	3.24a	0.70a	2.38ab	32b
T	7.76 b	2.42a	2.64a	0.60a	2.10 b	70a
C.V.* %	11.0	26.0	27.0	28.2	18.4	25.4
<u>C.macrocarpum</u>						
Cepa 3101	5.44b	2.36a	2.48a	0.60a	3.08a	119a
N	7.86a	3.46a	3.68a	0.72a	3.46a	44b
T	5.28b	2.44a	2.34a	0.50a	2.76a	105a
C.V.* %	21.0	34.4	29.1	45.3	16.6	42.2
<u>C.pubescens</u>						
Cepa 3101	5.92b	2.56a	2.86b	0.50a	2.38a	197a
N	7.36a	3.06a	3.74a	0.50a	3.18a	126a
T	5.88b	2.72a	2.76b	0.40a	2.64a	190a
C.V.* %	9.6	24.3	13.2	25.5	19.0	28.6

*C.V. = Coeficiente de variación

Las letras que no son iguales entre las columnas indican diferencias estadísticas según Tukey al 5% de probabilidad.

CUADRO 2. RELACION VASTAGO-RAIZ DE CUATRO LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES EN SUELO DE MEDIANA FERTILIDAD EN LA COSTA DE CHIAPAS, MEXICO.

Espece y Tratamiento	Relación Vastago-Raíz
<u>C.brasilianum</u> 5234	
Cepa 3101	2.4
Cepa 1780	2.3
Cepa 1670	2.9
Cepa 3694	3.3
Cepa 4779	2.5
Cepa 4778	3.0
N	3.0
T	2.1
<u>P.phaseoloides</u> 9900	
Cepa 3918	2.0
Cepa 3287	2.2
Cepa 643	2.2
Cepa 2434	2.7
Cepa 3648	2.0
N	2.6
T	2.6
<u>C.macrocarpum</u>	
Cepa 3101	1.7
N	2.2
T	1.9
<u>C.pubescens</u> 438	
Cepa 3101	2.4
N	2.2
T	2.2

tallo y lámina foliar, aun cuando se muestran diferencias considerables entre tratamientos, no fueron estadísticamente diferentes; cabe señalar que el CV en el análisis de todas las estructuras evaluadas fue alto. El % N en el tejido no fue analizado en este ensayo. Esto posiblemente aumentaría las diferencias observadas.

El peso seco de la raíz tuvo diferencias mas marcadas entre las plantas que se inocularon con las cepas a evaluar; plantas inoculadas con la cepa 3694 y 4778 registraron los valores mas bajos, y el valor mas alto lo dieron las plantas inoculadas con 3101. Esto sugiere que las plantas en simbiosis con ciertas cepas pueden desarrollar mas su sistema radical con la consecuente mayor superficie de absorción. En cuanto a número de nódulos, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos; el fertilizante nitrogenado no afectó negativamente este número. Esto puede indicar que la cantidad de N agregado no fué suficiente para inhibir la nodulación, y tampoco para alcanzar el potencial máximo de rendimiento.

En Pueraria phaseoloides 9900, la cepa que logró inducir la mayor respuesta vegetal fue la 3918; el resto de las cepas, incluyendo al tratamiento con nitrógeno y el testigo, tuvieron una producción similar. A pesar de la gran diferencia en la respuesta vegetal con la cepa 3918, no hay diferencias significativas entre ella y otras 3 cepas, así como con el tratamiento fertilizado. La respuesta a la inoculación con la cepa 3918 con respecto al testigo sin inocular fue del 32%, pero el numero de nodulos formados por planta -- aumentó. Esto muestra la alta efectividad de esta cepa en competencia con las cepas nativas.

Con respecto a la asignación de materia seca por estructura, para lámina foliar, se aprecia un incremento no significativo en los tratamientos que fueron inoculados en relación al testigo. Este efecto en el incremento de la materia seca en lámina foliar lo indican De la Garza et al (1987) en Leucaena leucocephala y Aguirre et al (1986) en soya. La materia seca en la raíz presenta respuestas diferentes entre tratamientos logrando el mas alto con la cepa 3918 y el menor con el testigo. El significado e importancia de todo esto es el mismo que para la especie vegetal anterior.

En cierta forma, la eficiencia de la cepa 3918 no solo se refleja en una inducción en la producción de la materia seca de la parte aérea de la planta, sino también de la raíz; esto podría esperarse, ya que según Andrew y Johansen (1978) la raíz alcanza su máximo crecimiento a niveles de suplementación de nitrógeno inferiores a los requeridos por el vástago.

Centrosema macrocarpum alcanzó una producción significativamente más alta de materia seca con la aplicación de nitrógeno. Estas diferencias persistieron aunque no significativamente al evaluar por separado el tallo, lámina foliar, peciolo y raíz. Comparativamente, las plantas testigo y aquellas inoculadas registraron los valores inferiores. Una situación similar se presentó con Centrosema pubescens 438 donde se encontraron diferencias estadísticas significativas a favor del tratamiento con nitrógeno.

Cabe indicar que la cepa 3101 identificada en CIAT (1985) como cepa excelente para Centrosema macrocarpum no fue capaz de inducir la mejor respuesta vegetal bajo las condiciones regionales. Una situación similar con diferentes cepas y otras plantas ha sido reportada con suelos de la Costa de Chiapas, (Valdes et al, 1984). Dado que Centrosema representa

un gran potencial de forraje en la zona, sería importante probar otras cepas específicas que superen la efectividad en cuanto a rendimiento de estas plantas con las cepas nativas.

El número de nódulos se redujo significativamente en C. macrocarpum al fertilizar con N; C. pubescens no registró variaciones significativas entre tratamientos.

Con respecto a la relación vástago-raíz, en C. brasilianum 5234 se observan grandes diferencias entre los tratamientos, la cepa 3694 produce el valor mas alto; si consideramos el rendimiento de parte aérea vemos que fue el mas bajo, sin embargo, lo que se produce va a vástago, es decir, la asignación de materia seca es muy alta para la parte aérea. Una tendencia similar se presenta co el tratamiento nitrogenado en esta planta. Al respecto Andrew y Johansen (1978), y Davidson (1978), señalan que un alto contenido de nitrógeno y fósforo generalmente aumentan la relación vástago-raíz. Esto significaría que existe una clara respuesta fisiológica a la presencia de diferentes cepas de rizobios en las raíces.

En P. phaseoloides 9900, la relacion vástago-raíz registró su valor más alto con la cepa 2434 y el más bajo con las cepas 3918 y 3648. Estas pequeñas variaciones con Kudzú fueron similares a los encontrados con C. macrocarpum y C. pubescens.

En forma general estas proporciones similares son señaladas por Davidson (1978). Entre plantas, estas diferencias en la relación vástago-raíz la advierte Andrew y Johansen (1978).

CONCLUSIONES

La especie C. brasilianum 5234 no respondió significativamente a la inoculación, y mostró una pequeña respuesta a la fertilización nitrogenada. Las plantas nodularon abundantemente con las cepas nativas. Es posible que al analizar el contenido de N en el tejido se hubiera detectado una respuesta significativa a la inoculación con la cepa 3101, aunque relativamente pequeña. La aplicación de nitrógeno no inhibió la nodulación, indicando que se debe aplicar más nitrógeno para evaluar el rendimiento potencial de la planta. Los rendimientos de todas las plantas evaluadas fueron muy altos y esto puede haber contribuido a una alta absorción del nitrógeno aplicado.

Las especies C. macrocarpum y C. pubescens respondieron significativamente a la aplicación de nitrógeno pero no a la inoculación. También nodularon abundantemente con las cepas nativas. La cepa 3101, identificada en el CIAT como altamente efectiva, no fué efectiva en este ensayo. Esto implica que hay necesidad de buscar mas cepas, posiblemente aislamientos locales, para la inoculación de estas 3 especies de Centrosema. Además se debe determinar porque la cepa 3101 no fué efectiva en este ensayo, e incluir evaluaciones de la calidad del inoculante.

La especie de P.phaseoloides respondió significativamente a la inoculación con la cepa 3918 (sinónimo TAL 647) aunque el número de nódulos no aumentó, indicando qu esta cepa compitió con las cepas nativas. La falta de respuesta a nitrógeno en kudzú puede deberse a deficiencias de K inducidas por la aplicación de nitrógeno (datos no publicados RSB) aunque estos suelos son ricos en K. Por esto es difícil determinar el rendimiento potencial del kudzú usando el tratamiento fertilizado con N.

De las estructuras de las plantas, es la raíz la que se ve altamente afectada con la inoculación en las plantas de C.brasilianum y P.phaseoloides.

La relación vástago-raíz, sobre todo de las mismas plantas anteriores, muestra grandes diferencias entre tratamientos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es financiado en parte por el Programa para el Desarrollo de las Naciones Unidas que proporcionó apoyo al CIAT. Los autores también agradecen la colaboración en el invernadero de M.E. Velazco Zebadua, H. Ramirez Saad, así como al personal del Programa de Forraje de la Costa de Chiapas.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, J.F., Chavez, F. y Valdés, M. Determinación de la necesidad de inoculación de la soya (Glycine max) (L.) Merrill en Acapetahua, Chis., En: Informe anual del programa de soya en la Costa de Chiapas. SARH. INIFAP-CHIAPAS. 12 pag. (mimeógrafo).
- Andrew, C.S. and Johansen, C. 1978. Differences between pasture species in their requirements for nitrogen and phosphorus. In: Plant relations in pastures. J.R. Wilson (Ed.) CSIRO. Australia p. 111-127.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1985. Colección de Rhizobium. Cepas para leguminosas forrajeras. 3a. Edición. Cali, Colombia.

- CIAT (1988) Manual de evaluación, selección y manejo de la simbiosis Leguminosa-rizobio para aumentar la fijación de nitrógeno. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1988.
- Davidson, R. L. 1978. Root systems; The forgotten component of pasture. In: Plant relations in pastures. J. R. Wilson (Ed.) CSIRO. Australia. p. 86-94.
- De la Garza, M., Valdés M. y Aguirre, J.F. 1987. Effect of Rhizobium strains, phosphorus and soil type on nodulation and growth of *L. leucocephala* Leuc. Res. Rep. 7.
- Franco, A.A. 1976. Factores nutricionales na simbiose leguminoseae rhizobium. Memoria VIII RELAR, Cali, Colombia, P. Graham and J. Halliday (Ed) p.-131.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM. México 246 p.
- Kohashi-Shibata, J. 1979. Fisiología. En: Contribuciones al conocimiento del frijol en México. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. p. 39-58.
- Sylvester-Bradley, R.; Ayarza, M.A.; Mendez, J.E. y R. Moriones. 1983. Use of undisturbed soil cores for evaluation of Rhizobium strains and methods for inoculation of tropical forage legumes in a Colombian oxisol. Plant and Soil 74: 237-247.

Sylvester-Bradley, R.; Mosquera , D. y Mendez, J.E. (1989).
Uso de cilindros con suelo no disturbado y
establecimiento por labranza mínima para la evaluación de
cepas de rizobios en Arachis pintoii (este volumen).

Valdés, M.J.F. Aguirre y M. Velásquez. 1984. Eficiencia de
tres cepas de Rhizobium japonicum para fijar nitrógeno y
formar nódulos en soya Glycine max (L) Merr. Agr. Tec.
Mex. 10: 99-110.

IV. EFECTO DE LA INOCULACION EN Centrosema pubescens
Macroptilium atropurpureum Y Teramnus labialis
 EN CILINDROS CON SUELO FERRALITICO ROJO NO
 DISTURBADO, ESTADO DE MATANZAS, CUBA

Miguel Tang

MATERIALES Y METODOS

El experimento fué llevado a cabo en casa de cristal inoculando tres cepas de rizobio IH-002, IH-101 y CIAT-1670 (las dos primeras aisladas en nuestro laboratorio y la última proveniente del CIAT, Cali, Colombia), en tres leguminosas: Centrosema pubescens, Macroptilium atropurpureum cv. Siratro y Teramnus labialis.

Para este estudio se empleó la técnica de cilindros de PVC con suelo no perturbado, procediendo de la forma descrita por Sylvester-Bradley, et al (1983) y Tang y Sylvester-Bradley (1986). Se usó en suelo Ferralítico Rojo (Anon 1980) localizado en la EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba.

Las características del suelo se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características del suelo.

Suelo	pH (H ₂ O)	Ntotal (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	meq/100g		
				K	Ca	Mg
Ferralítico Rojo	6.3	0.11	22.8	0.12	5.56	1.2

RESULTADOS

En la Tabla 2 se pueden apreciar los resultados obtenidos en el rendimiento de MS y donde existió diferencia significativa entre el C.pubescens inoculado con las diferentes cepas y los controles. Se destaca para esta leguminosa la cepa CIAT-1670 (procedente del CIAT, Cali, Colombia) con valores similares al control con N y sin inocular (control N), los que difieren significativamente del control al que no se le aplicó N (control SN). Las dos restantes cepas (IH-002 e IH-101) no difirieron significativamente del control sin N, aunque los valores de la cepa IH-002 fueron mayores.

En Siratro y T.labialis la inoculación con las diferentes cepas no produjo diferencias significativas en el valor de rendimiento de MS, aunque se observó que para el Siratro el resultado obtenido en el control sin inocular y sin N es el mayor, mientras que en Teramnus se destaca la cepa IH-002 (Tabla 2).

En C.pubescens el contenido total de N de la parte foliar se comportó similar al rendimiento de MS, presentando los más altos valores para el control con N y para la cepa CIAT-1670, seguida de la cepa IH-002, aunque esta última no presentó diferencia significativa con el control sin N (Tabla 3). El Siratro no presentó diferencia significativa entre sus tratamientos con valores muy similares para las tres cepas y mostrando el mejor resultado el control sin inocular y sin N. En T.labialis sí se observó diferencia significativa entre la cepa IH-002 y el resto de los tratamientos, presentándose ésta como la de más alto valor en esta medición. Las cepas IH-101 y CIAT-1670 muestran resultados superiores al control sin inocular y sin N, aunque la IH-101 no difirió significativamente de este último.

Tabla 2. Rendimiento de MS (g/cilindro)

Cepa	<u>C.pubescens</u>	Siratro	<u>T.labialis</u>
IH-002	7.35 ^{ab}	6.53	6.83
IH-101	6.23 ^b	6.48	5.30
CIAT-1670	7.83 ^a	6.88	6.85
Control N	8.00 ^a	6.78	6.63
Control SN	6.23 ^b	7.75	5.58
ES x	0.397	0.609	0.539

Superíndices no comunes, difieren para $P < 0,05$ (Duncan, 1955).

Tabla 3. Contenido total de N (mg/cilindro)

Cepa	<u>C.pubescens</u>	Siratro	<u>T.labialis</u>
IH-002	156.6 ^{abc}	130.5	184.4 ^a
IH-101	115.5 ^c	133.5	113.3 ^{cd}
CIAT-1670	182.1 ^{ab}	140.6	149.4 ^b
Control N	206.7 ^a	140.2	135.5 ^{bc}
Control SN	151.1 ^{bc}	156.8	100.4 ^d
ES x	15.95 [*]	11.80	9.72 ^{***}

Superíndices no comunes, difieren para * $P < 0,05$

*** $P < 0,001$ (Duncan, 1955).

El mayor número de nódulos por cilindro en C.pubescens correspondió al tratamiento donde se inoculó la cepa CIAT-1670; seguida por la cepa IH-002 y por último la IH-101 con los menores valores para los controles utilizados (Tabla 4). En T.labialis la más productora de nódulos fué la IH-002, seguida por CIAT-1670 e IH-101, esta última la de menor producción similar al C.pubescens, mientras que en Siratro no se encontraron diferencias entre los diferentes tratamientos.

Los controles sin N y con N presentaron en las tres leguminosas el menor número de nódulos, excepto en el tratamiento sin inocular y sin N en Siratro que fué el mayor valor para esa leguminosa (Tabla 4). Resultados similares se observa en el peso seco de los nódulos (Tabla 5) pero sin diferencias significativas entre los tratamientos, mostrando los valores mas altos la cepa CIAT-1670 tanto para el C.pubescens como para el T.labialis.

Tabla 4. Número de nódulos por cilindro *

Cepa	<u>C.pubescens</u>	Siratro	<u>T.labialis</u>
IH-002	6.20 ^{ab} (38.4)	4.26 (18.1)	6.38 ^a (40.7)
H-101	5.40 ^{ab} (29.2)	4.32 (18.7)	5.52 ^{ab} (30.5)
CIAT-1670	7.07 ^a (50.0)	4.35 (18.9)	5.92 ^a (35.0)
Control N	5.05 ^b (25.5)	4.06 (16.4)	4.43 ^b (19.6)
Control SN	4.95 ^b (24.5)	4.60 (21.2)	4.65 ^b (21.6)
ES x	0.404	0.386	0.391

a,b, superíndices no comunes difieren para $P < 0,05$ (Duncan, 1955).

* Datos transformados según $\sqrt{0.375+X}$. Entre paréntesis los datos retransformados.

Tabla 5. Peso seco de los nódulos (mg/cilindro)

Cepa	<u>C.pubescens</u>	Siratro	<u>T.labialis</u>
IH-002	239	94	72
IH-101	210	92	64
CIAT-1670	398	82	174
Control N	327	60	44
Control SN	251	109	37
ES x	68.46	17.15	31.22

CONCLUSIONES

C.pubescens y T.labialis mostraron respuestas significativas a la inoculación en términos de rendimiento de materia seca y/o nitrógeno mientras Siratro no mostró ninguna respuesta significativa a la inoculación, aunque los parámetros evaluados mostraron una tendencia a disminuir con la inoculación implicando posiblemente un efecto parasítico de las cepas inoculadas. La mayor efectividad de CIAT 1670 en C.pubescens y de IH-002 en T.labialis demuestra la necesidad de usar cepas diferentes para la inoculación de estas dos leguminosas, o de buscar cepas mas amplias en su rango de especificidad.

La falta de respuesta a inoculación de Siratro puede deberse a la presencia de cepas nativas efectivas en el suelo, o a una limitación del crecimiento por algún factor que no sea nitrógeno, que es indicada por una respuesta ligeramente negativa a la fertilización con N.

PREGUNTAS Y COMENTARIOS

Sería mejor con una pequeña introducción

Referencias - faltan

Agregué unas conclusiones, favor corregir o cambiar si quiere.

Hay unos cambios de orden entre MS y MgN - esto quiere decir que habian diferencias muy grandes en concentración de N. Así es?

V. EVALUACION DE LA NECESIDAD DE INOCULAR 28 LEGUMINOSAS
FORRAJERAS EN CILINDROS CON SUELO NO DISTURBADO
DE BAYAMO, CUBA

Mirta López

Es necesario evaluar un rango amplio de leguminosas con el objetivo de seleccionar las más promisorias para un ecosistema dado, teniendo en cuenta el mejoramiento de la fijación simbiótica de nitrógeno en el proceso de selección.

Con este objetivo se condujo un experimento para evaluar el rendimiento de 28 leguminosas tropicales con y sin nitrógeno, así como determinar la efectividad de las cepas nativas en el suelo donde se evalúan.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó la técnica de cilindros de PVC con suelo no disturbado, según CIAT (1988) para evaluar el comportamiento de Zornia glabra 7847, Centrosema macrocarpum 5887, Stylosanthes guianensis 136, Stylosanthes guianensis 2031, Stylosanthes macrocephala 1643, Desmodium ovalifolium 350, Centrosema acutifolium 5568, Stylosanthes guianensis 2362, Stylosanthes macrocephala 2286, Stylosanthes guianensis 184, Stylosanthes macrocephala 2756, Leucaena leucocephala 17495, Stylosanthes capitata 10280, Desmodium heterophyllum 3752, Centrosema pubescens 442, Centrosema pubescens 438, Stylosanthes macrocephala 2133, Desmodium heterophyllum 349, Centrosema macrocarpum 5713, Stylosanthes capitata 1441, Centrosema brasilianum 5234, Stylosanthes guianensis 10136, Stylosanthes guianensis 1280, Centrosema acutifolium 5277, Pueraria

phaseoloides 9900, Centrosema pubescens 5189, Teramnus labialis cv. claro, Teramnus labialis cv. oscuro.

Se introdujeron en el suelo cilindros de PVC de 25 cm de largo y 10 cm de diámetro afilados en su parte inferior, auxiliándonos con el hidráulico del tractor (Foto 1). Para su extracción se sacó el primer cilindro de la hilera con la ayuda de una coa, saliendo fácilmente el resto de los cilindros posteriormente. Se transportaron al ICA en cajas de madera. Las características del suelo se presentan en la Tabla 1.

El suelo permaneció sin disturbar en los cilindros y solamente se disturbó superficialmente para eliminar los restos de vegetación.

Se pesaron los cilindros y se numeraron, dividiéndose en 5 bloques, constituidos cada uno por cilindros de peso similar. El peso de los cilindros osciló entre 3 y 3.8 kg. Se eliminaron los cilindros con pesos extremos.

Se calculó el peso de los cilindros con 20% de humedad para el promedio de cada bloque.

Los cilindros se fertilizaron con 50 P, 128 Ca, 30 K, 40 Mg, Zn, 1 Cu, 0.5 B, 0.4 Mo, 60 S (kg/ha) aplicando 124 H_3PO_4 , 251 Ca CO_3 , 52.5 K_2SO_4 , 52.2 MgO, 17.3 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, 3.06 Cu $SO_4 \cdot 5H_2O$, 3.37 $Na_2 B_4O_7 \cdot 10H_2O$, 0.79 $Na_2 MoO_4 \cdot 2H_2O$ y 76.83 $H_2 SO_4$ (mg/cilindro), calculado en base al área del cilindro.

EL P y el K se aplicaron en siembra y a las 5 semanas. El Ca y el Mg se aplicaron superficialmente.

Se hicieron 5 aplicaciones de 30 kg N/ha, aplicando la primera dosis dos semanas después de la germinación y posteriormente cada dos semanas.

El experimento se cosechó a las 11 semanas.

Tabla 1.- Características del suelo

Suelo	pH	P ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm	MO %
Vertisuelo	6.1	15.7	119	2730	458	3.1

RESULTADOS

El rendimiento de materia seca se aprecia en la Tabla 2, donde se presentaron diferencias significativas ($P < 0.001$) entre las especies de leguminosas y entre los tratamientos sin inocular y fertilizado con N.

Centrosema brasilianum fué la leguminosa que mayor rendimiento de M.S. presentó sin inocular (3.7 g/cilindro), en comparación con el tratamiento fertilizado con N (3.2 g/cilindro).

En general las especies de Centrosema presentaron buen comportamiento, destacándose C.acutifolium 5568, C.pubescens 5189 y C.macrocarpum 5713.

Otras de las especies que presentaron buen comportamiento fueron Pueraria phaseoloides 9900, Leucaena leucocephala y Desmodium ovalifolium. Especies de estos géneros han mostrado similar comportamiento en evaluaciones realizadas en este suelo.

Tabla 2. Rendimiento M.S. g/cilindro de 28 leguminosas sin inoculadas y fertilizada con 150 kg N/ha en cilindro con suelo no disturbado de Bayamo. Sin inocular = 2,06, 150 kg N/ha = 2,74. ES = 0,07***.

	<u>Rend. M.S. g/cilindro</u>
Centro brasilianum 5234	3,45 a
Centro sp 5568	3,38 a b
Centro pubescens 5189	3,19 a b c
Desmodium heterophyllum 349	3,16 a b c
Pueraria phaseoloides 9900	3,07 a b c d
Centro macrocarpum 5713	3,02 a b c d
Centro macrocarpum 5887	2,96 a b c d
Desmodium ovalifolium 350	2,96 a b c d
Centro pubescens 438	2,94 a b c d
Leucaena leucocephala 17495	2,86 a b c d e
Centro pubescens 442	2,72 a b c d e f
Teramnus labialis cv claro	2,56 a b c d e f g
Stylo guianensis 10136	2,54 b c d e f g
Stylo guianensis 136	2,54 b c d e f g
Centro sp 5277	2,53 b c d e f g
Desmodium heterophyllum 3782	2,41 c d e f g h
Stylo guianensis 184	2,39 c d e f g h
Zornia glabra 7847	2,25 d e f g h i
Stylo guianensis 2031	2,01 e f g h i j
Stylo macrocephala 2756	2,01 e f g h i j
Stylo guianensis 1280	1,88 f g h i j
Stylo macrocephala 2133	1,87 f g h i j
Stylo guianensis 2362	1,77 g h i j k
Stylo macrocephala 1613	1,58 h i j k
Stylo macrocephala 2286	1,50 i j k
Teramnus labialis cv oscuro	1,46 i j k
Stylo capitata 10280	1,35 j k
Stylo capitata 1441	0,97 k
ES = 0,26***	

Las especies del género Stylosanthes fueron las que más mal comportamiento presentaron en este suelo, aunque entre ellas sobresalieron S.guianensis 136 y 184.

El rendimiento de nitrógeno y el número de nódulos por cilindro se observan en la Figura 1.

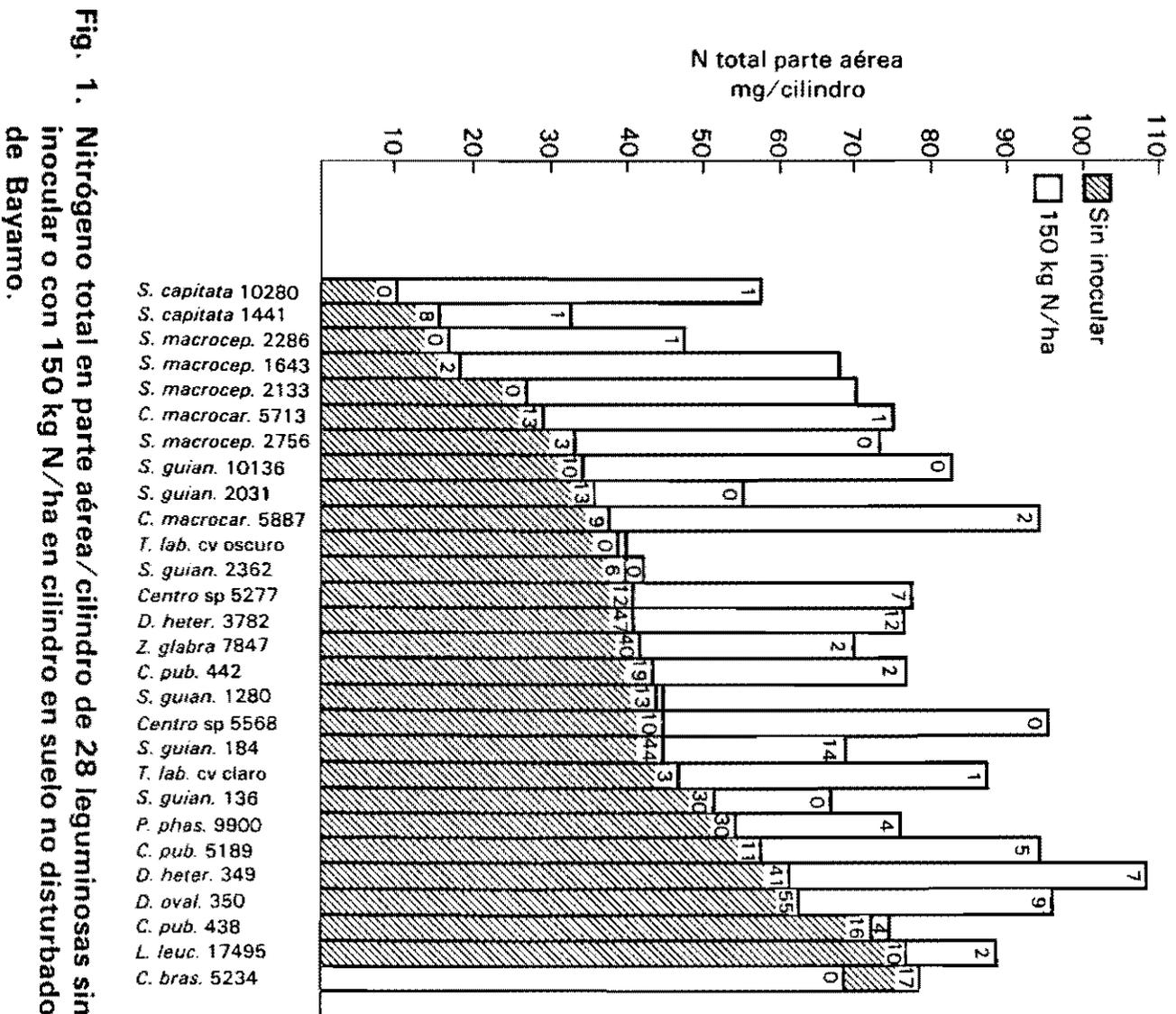
Teramnus labialis cv. oscuro, Stylosanthes guianensis 2362 y Stylosanthes guianensis 1280, no incrementaron su rendimiento de M.S. cuando se fertilizaron con N. Los pesos de M.S. oscilaron entre 1.46 y 1.88 g/cilindro.

C.pubescens y L.leucocephala tampoco mostraron respuestas marcadas a N.

Centrosema brasilianum alcanzó su mayor rendimiento de N en el tratamiento sin inocular. Estas leguminosas según estos resultados no necesitan inoculación en este suelo, o no están bien adaptadas.

Especies del género Leucaena y Centrosema muestran buena adaptación en este suelo, lo cual parece contener cepas altamente efectivas para estas dos leguminosas. S.capitata y S. macrocephala fueron las leguminosas que más bajo rendimiento de N presentaron en el tratamiento sin inocular, por lo que aparentemente en ese suelo no hay cepas específicas para estas especies. Parece ser necesario seleccionar cepas para determinar si su rendimiento se incrementa con la inoculación.

Las especies mostraron mucha variación en el grado de nodulación con cepas nativas. Es especialmente notoria la falta de nodulación en S. capitata, S. macrocephala y T. labialis. Entre las demás leguminosas no hay mucha relación entre la nodulación y la respuesta a nitrógeno.



La nodulación en todas las leguminosas se vió afectada por la aplicación del fertilizante nitrogenado. Similares resultados han sido reportados por López 1982 en nuestras condiciones.

CONCLUSIONES

Las leguminosas Leucaena, Centrosema spp, Desmodium y algunas líneas de S. guianensis muestran menor grado de necesidad de inocular, en cuanto para S. capitata, S. macrocephala y Teramnus labialis parece haber necesidad de buscar cepas efectivas para evaluar respuestas a la inoculación. La cepa IH-002 probada por Tang (este volumen, no. IV) fué efectiva en T. labialis en un suelo diferente, y debería ser probada en este suelo.

PREGUNTAS Y COMENTARIOS

Falta descripción del sitio (pradera etc., clima).

Datos de % N en tejido (incluir si posible)

Separar promedios de MS para + y - N (hay interacción?)

Falta la foto

Sería útil calcular % IRN

Hay un error en la gráfica (S. guianensis 1280)

VI. EVALUACION DURANTE EL ESTABLECIMIENTO DE
Centrosema pubescens 438 EN SU RESPUESTA A LA
INOCULACION EN SUELO DE PINAR DEL RIO, CUBA

Mirta López

Centrosema pubescens 438, se ha comportado promisoriamente en pruebas de evaluación realizadas en diferentes ecosistemas, por lo que se hace necesario conocer su respuesta a la inoculación en el campo durante el establecimiento, para definir la necesidad de inoculación de esta especie.

Con este objetivo se condujo un experimento en Pinar del Río para evaluar la respuesta de esta especie a la inoculación con las cepas CIAT 1670, 1780 y 49 en comparación con un tratamiento sin inocular y otro donde se aplicaba nitrógeno a razón de 120 kg/ha.

MATERIALES Y METODOS

Sobre un pasto natural rebajado con la chapeadora se hicieron surcos de 10 m de largo, 40 cm de ancho y 10 cm de profundidad a una distancia de 1.5 m entre surcos para evaluar en un diseño de bloques al azar con 3 réplicas el efecto de la inoculación con las cepas CIAT 1670, 1780 y 49 y la aplicación de N o no en parcelas de 4 surcos cada una.

Los surcos se fertilizaron a razón de 120g Ca, 22g P, 40g K₂O, 40g S, 20g Mg, 5g Zn, 2g Cu, 1g B y 0.4g Mo/surco de 10 m cada uno. El nitrógeno se aplicó a razón de 20 kg/ha cada dos semanas realizando la primera aplicación 4 semanas después de la siembra.

Los inoculantes se prepararon en base a turba estéril, realizándose el conteo de número de rizobios/semilla en el momento de la siembra (Tabla 1).

Tabla 1. - No. rizobios/semilla Centrosema pubescens 438.

Cepas	No. Rizobios/semilla
CIAT 1670	400.000
CIAT 1780	966.666
CIAT 49	4.200.000

Se sembraron primeramente los tratamientos sin inocular para evitar riesgos de contaminación y se tomaron medidas necesarias para eliminar las posibilidades de contaminación entre tratamientos como ha sido descrito por CIAT (1988).

Las semillas se inocularon el día de la siembra, peletizando con roca fosfórica y se sembró a razón de 10g/surco. Después de sembradas las semillas se compactaron con los pies cubiertos con bolsas de nylon en cada tratamiento.

A las 16, 19, 24 y 35 semanas después de la siembra se cortaron tres submuestras de 2 metros lineales/parcela a ras de suelo, se mezclaron y se pesaron. De ellas se tomó una submuestra para análisis de materia seca y nitrógeno.

RESULTADOS

Los rendimientos de M.S se observan en la Figura 1.

En el primer corte se aprecia el comportamiento de las 3 cepas que mostraron rendimientos no significativos y superiores al testigo sin inocular pero inferiores a su vez al testigo fertilizado con N.

La cepa que mayor rendimiento mostró fué la CIAT 1670. En el segundo corte se presentó diferencia significativa (10%) entre tratamientos, manteniendo el mismo comportamiento la cepa CIAT 1670. Ya que en el 3er corte las tres cepas mostraron igual comportamiento, alcanzándose mayores rendimientos en el testigo sin inocular y con N. En el 4to. corte, los tratamientos sin inocular y con nitrógeno mostraron similar rendimiento, siendo superados por cualquiera de las tres cepas utilizadas.

En la Figura 2, se observa el rendimiento de nitrógeno el cual mostró similar comportamiento al rendimiento de materia seca.

CONCLUSIONES

No se observaron respuestas marcadas a la inoculación con ninguna de las tres cepas, según los resultados obtendios en este experimento, aunque se encontró un número variable de nódulos en cada tratamiento inoculado.

En el tratamiento sin inocular se presentaron nódulos grandes y aparentemente efectivos (interiormente rojos).

Debido a condiciones climáticas atípicas durante el establecimiento del ensayo y un bajo rendimiento de las plantas en general, no se puede concluir con certeza si es necesario inocular esta leguminosa en este suelo. Será necesario repetir el ensayo bajo condiciones que no sean tan limitantes para el crecimiento, para llegar a una conclusión definitiva.

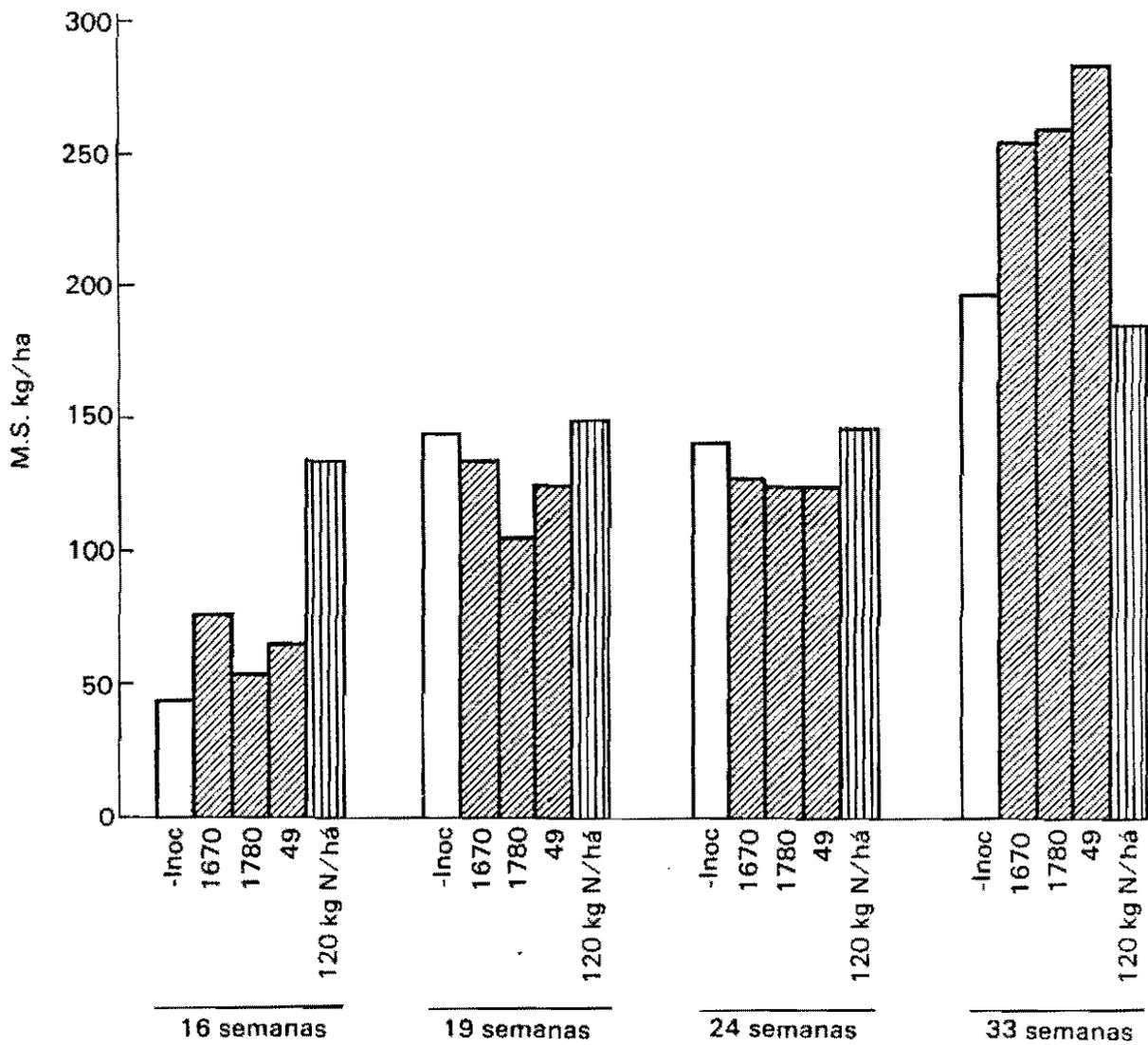


Fig. 1. Materia seca producida en 4 cortes durante el establecimiento de *Centrosema pubescens* 438 en Pinar del Río.

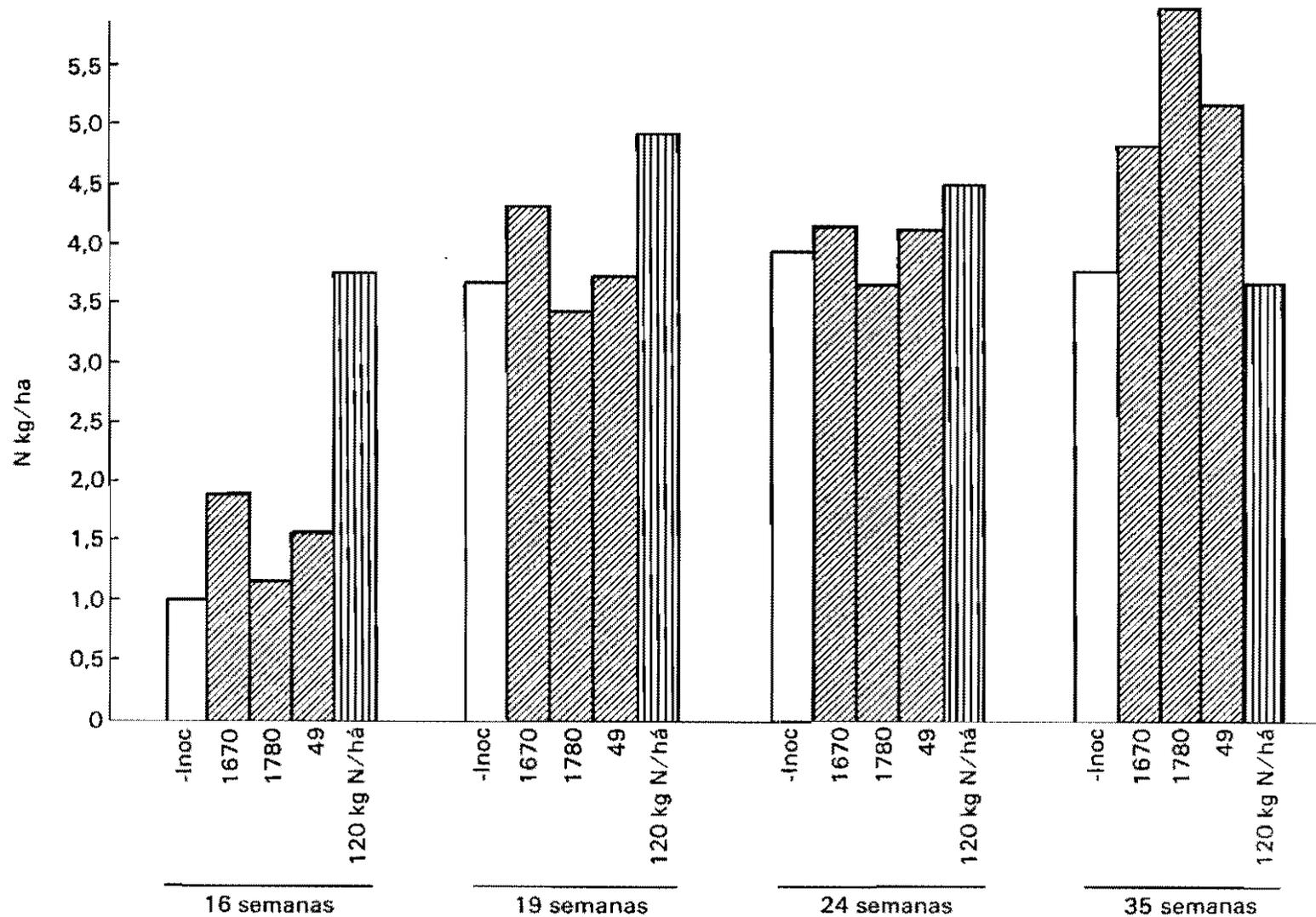


Fig. 2. Nitrógeno total producido en 4 cortes durante el establecimiento de *Centrosema pubescens* 438 en Pinar del Río.

PREGUNTAS Y COMENTARIOS

No está claro cuales tratamientos difieren significativamente. Por favor marcar en las gráficas.

Análisis del suelo?

Agregué un comentario a la conclusión. Favor corregir y/o cambiar si quiere.

VII. RESULTADOS PRACTICOS DE LA INOCULACION DE LA SOYA V9
PARA PRODUCCION DE FORRAJE Y GRANO
PARA LA ALIMENTACION ANIMAL

Mirta López y Nicolás Echevarría

INTRODUCCION

La producción lechera del país, está basada en sistemas intensivos de producción, que aunque han logrado un incremento significativo en el potencial de producción de los animales, el mismo no se ha correspondido con el potencial de producción de los alimentos.

En la primera reunión de Alimentación de ACPA (1982) se señaló que la producción de alimentos es el factor principal que limita la producción bovina de nuestro país y que en zonas especializadas como en la provincia de la Habana, la calidad de los alimentos limita tanto como la cantidad de los mismos, debido a la pureza racial de las vacas lecheras en esta región.

Una opción que puede ayudar en la solución de esta problemática es el cultivo de la soya para forraje que proporcionaría al ganado un alimento de alta calidad, y la producción de grano para la producción de los llamados piensos criollos, con el objetivo de completar y suplementar las dietas basadas en pastos y forrajes.

El objetivo de este trabajo fué el de corroborar en condiciones de experimentación el efecto de la inoculación con la cepa ICA 8001 en comparación con otras cepas introducidas, en la producción de forraje de soya V9, y de valorar en condiciones de producción la productividad de un campo de soya sembrada sin inocular en un área donde se había introducido la

cepa dos años antes, para conocer la permanencia de la misma en el suelo.

MATERIALES Y METODOS

Tratamiento y diseño: En el área experimental se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas. Los tratamientos utilizados fueron: 1- sin inocular y sin nitrógeno, 2- 150 kg N/ha, 3- cepa Semia 5019, 4- cepa ICA 8001, 5- cepa TAL 102 y 6- cepa CIAT 3778 (CB 1809).

Procedimiento: La siembra se realizó el día 19/8/86 en un suelo ferralítico rojo (Inst. suelos 1979) con pH 7.2 y 0.27% de N, a una distancia de 60 cm entre surcos y 2.5 cm entre plantas a razón de 50 kg semillas/ha. Las parcelas median 22.5m² con cinco surcos cada una. El rendimiento se determinó en un área cosechable de 9.9 m² en los tres surcos centrales a los 65 días de la siembra.

Al tratamiento con 150 kg N/ha la dosis se dividió en 25 kg/ha en siembra y 62.5 kg/ha a los 30 días de la siembra y 62.5 kg/ha en floración, aplicado como úrea.

Todos los tratamientos recibieron una fertilización basal de P y K a razón de 43 y 100 kg/ha respectivamente y 10 kg azufre/ha. Se sembraron primeramente los tratamientos sin inocular para evitar riesgos de contaminación entre parcelas.

En el área de producción, la soya se sembró sin inocular el 23/1/87 en un suelo ferralítico rojo en rotación con soya anteriormente inoculada con la cepa ICA 8001 a 50 cm entre surcos y a razón de 51 kg/ha. Se aplicó treflán a razón de 2 kg/ha y 0.7 t/ha de la fórmula 5.4-7-21 en siembra.

El ataque de plagas se controló en dos ocasiones con Parathión y Cupravit a razón de 2 l/ha. Se aplicó Reglone a razón de 2 kg/ha como defoliante antes de la cosecha del grano.

El muestreo para rendimiento de forraje se realizó a los 75 días de la siembra y la cosecha de grano entre 100-120 días.

RESULTADOS Y DISCUSION

La inoculación de la soya con la cepa ICA 8001 produjo 19.1 t/ha de forraje verde (Tabla 1) cuando la soya se cosechó a los 75 días de sembrada, similarmente a lo que se obtuvo cuando se aplicó 150 kg N/ha (19.2 t/ha). Estos resultados son menores que los obtenidos por López *et al.* (1986) en áreas de producción, lo que puede explicarse por la fecha de siembra del experimento que coincide con la época en que esta planta expresa su potencial como productora de grano y no como forraje.

Las producciones de forraje obtenidas con cualquiera de las otras cepas utilizadas en la inoculación estuvieron por debajo de las obtenidas con la cepa ICA 8001. No obstante esto, debe valorarse la cepa SEMIA 5019 para estudios posteriores, ya que al inocular el más alto contenido de nitrógeno en el forraje se obtuvo con esta cepa (2.93%), el cual no difirió significativamente del que se obtuvo con la aplicación de nitrógeno (2.98%).

El aumento del porcentaje de nitrógeno en el forraje al inocular nos permite ofrecer al ganado un alimento de alta calidad biológico al lograr altos rendimientos de nitrógeno y proteína. Como puede observarse en la Tabla 1, la inoculación con cualquiera de las cepas utilizadas, incrementó los rendimientos de nitrógeno y proteína/ha entre 9 y 24%.

En la Tabla 2 se observa el contenido mineral del forraje de soya a los 75 días de sembrada, los cuales aun en el tratamiento sin inocular son suficientes para la nutrición de la planta y al alimentación animal. Según Little (1984) los contenidos de calcio y fósforo adecuados para satisfacer las necesidades del ganado vacuno, deben estar entre 0.19-0.20 y 0.29-0.43% respectivamente; estando la relación calcio: fósforo entre 1.2 y 2.1 (Thompson y Campabador 1978). La relación aportada al suministrar forraje de soya está entre 5.53 y 6.52.

Así mismo, según Gomides, Noler, Mott, Conrad y Hill (1969), para el animal son necesarias contenidos de potasio de 0.50%, de 0.07-0.10% de magnesio, los cuales también son aportados satisfactoriamente por el forraje de soya.

En el segundo ensayo realizado bajo condiciones de producción, en muestreos realizados en las plantas, se pudo observar que a los doce días de sembrada había un 90.6% de plantas noduladas, encontrándose a los 55 y 75 días un 85 y 95% de plantas noduladas.

En la Tabla 3 se muestra el número total de nódulos así como el número de nódulos por planta. Los valores aunque algo más bajos son similares a los obtenidos por López y Taboada (1984) en soya G7 R315 inoculada con esta misma cepa usando inoculante en turba.

Aunque al arrancar las plantas se observó que quedaban nódulos en el suelo, una mayor recuperación no fue posible debido a la estructura del suelo.

El peso fresco y seco de los nódulos se muestra en la Tabla 4, los cuales son similares a los obtenidos por López y Taboada (1984) al utilizar la inoculación con esta cepa.

Los resultados obtenidos en número y peso de nódulos, así como el tamaño y el color rojo intenso en el interior de los mismos, nos demuestra la persistencia de esta cepa en el suelo, ya que en áreas donde no se ha inoculado, no se ha detectado la presencia de Bradyrhizobium japonicum en el suelo.

En la Tabla 5 aparece el rendimiento de forraje verde, así como el porcentaje y rendimiento de nitrógeno y proteína en tres fechas de muestreos. Se observa como aumenta el rendimiento de forraje con la edad de la planta hasta los 75 días donde se obtuvieron 46.9 t/ha de forraje verde con un 3.56% de nitrógeno.

Estos rendimientos son un poco más altos que la media obtenida por Echevarría, Camejo, Díaz y López (1987) al cortar la soya a los 80-90 días; aunque concuerda con los obtenidos por López y Taboada (1984) donde el peso fresco de las plantas disminuía de 30.13 gramos a los 51 días, a 28.71 gramos a los 89 días.

Otra explicación pudiera estar dada por situaciones anormales de clima que se presentaron (lloviendo mucho), que favorecieron el crecimiento vegetativo de la planta en detrimento de la producción de grano, que solo alcanzó a rendir 1.1 t/ha, aunque también pudo haber estado afectada por la siembra tardía.

Los resultados aquí obtenidos demuestran la potencialidad del forraje de soya para ser usado en la alimentación animal, así como la sobrevivencia de la cepa ICA 8001 en este suelo, lo que nos permitiría la posibilidad de no tener que inocular una vez establecida la cepa en el suelo.

Tabla 1.- Efecto de la inoculación en el rendimiento de forraje verde, porcentaje y rendimiento de nitrógeno y proteína de soya V9.

	F.V. kg/ha	N%	N kg/ha	Proteína %	Proteína kg/ha
Sin Inoc.y					
sin nitrógeno	17.878	2.21 ^c	395.10	13.81 ^c	2468.95
150 kg N/ha	19.292	2.98 ^a	574.90	18.62 ^a	3592.17
Cepa SEMIA 5019	16.767	2.93 ^a	491.27	18.31 ^a	3070.03
Cepa ICA 8001	19.191	2.54 ^b	487.45	15.87 ^b	3045.61
Cepa TAL 102	18.282	2.52 ^b	460.70	15.75 ^b	2879.41
E.S.	1.890	0.04	49.12	0.25	306.95

Medias sin letras en común difieren significativamente $P < 0.05$ (Duncan 1955).

Tabla 2.- Composición mineral del forraje de soya a los 65 días.

	P %	K %	Ca%	Mg %
Sin Inoc.y				
sin nitrógeno	0.23 ^a	1.33 ^a	1.33 ^a	0.50 ^a
150 kg N/ha	0.19 ^b	1.41 ^a	1.24 ^c	0.44 ^{ab}
Cepa SEMIA 5019	0.24 ^a	1.19 ^b	1.52 ^a	0.43 ^b
Cepa ICA 8001	0.26 ^a	1.06 ^c	1.44 ^a	0.42 ^b
Cepa TAL 102	0.22 ^{ab}	0.85 ^c	1.23 ^c	0.39 ^b
Cepa CIAT 3778	0.23 ^a	1.04 ^c	1.51 ^a	0.39 ^b
E.S.	0.01	0.04	0.02	0.02

Medias sin letras en común difieren $P < 0.05$ (Duncan 1955)

Tabla 3.- Nodulación en soya V9 en tres edades de la planta.

	% de plantas con nódulos	No. total de nódulos	No. nódulos /planta
12 días	90.6	115	3.95
55 días	85.0	1229	10.88
75 días	95.4	1887	18.14

Tabla 4.- Peso fresco y seco de nódulos de plantas de soya V9.

	P.F.total de nódulos g	P.F. nód./ planta g	P.S.total nódulos g	P.S./ planta g
55 días	22.731	0.201	5.569	0.049
75 días	34.815	0.334	11.799	0.113

Tabla 5.- Rendimiento de forraje verde, porcentaje y rendimiento de nitrógeno y proteína en soya V9 en condiciones de producción.

	F.V. t/ha	N%	N kg/ha	Proteína %	Proteína kg/ha
12 días	0.62	5.72	2.63	37.75	17.
55 días	18.65	2.87	101.02	17.93	631
75 días	46.97	3.56	345.67	22.25	2160

PREGUNTAS Y COMENTARIOS

- Suelo con 0.27% de N (cierto?)
Faltan referencias
Tabla 1 falta la cepa CIAT 3778.
Tabla 2 65 o 75 días?
Tabla 3 no. total de nódulos - unidad?

- Por qué las diferencias en kg N/ha en el 1o. ensayo no fueron significativas por el Duncan? El aumento en kg N/ha requiere comentario.

- Tabla 5 - forraje verde quiere decir peso fresco?
Por qué no se expresa como peso seco? Supongo que el % de N es con base en peso seco.

VIII. SOBREVIVENCIA DE RIZOBIOS EN SEMILLAS USANDO
INOCULANTES EN BASE A TURBA ESTERIL, PROCEDENTE DE
CUBA, COLOMBIA Y AUSTRALIA

Mirta López

Una de las vías para mejorar la distribución de los inoculantes consiste en la preinoculación de las semillas, por lo que se hace necesario conocer la sobrevivencia del rizobio en la semilla, según el tiempo de inoculadas las semillas.

Teniendo en cuenta esto se estudió la sobrevivencia de rizobios con diferentes tiempos de almacenamiento en semillas. Los inoculantes fueron preparados con turba cubana, colombiana y australiana, esterilizada por radiaciones gama.

MATERIALES Y METODOS

Se prepararon inoculantes de las cepas CIAT 3101, ICA 4033 e ICA 8001 en turba cubana, colombiana y australiana, esterilizadas con radiaciones gama.

Una vez preparados los inoculantes se dejaron fuera del refrigerador por un día en un lugar fresco y después se guardaron en el refrigerador hasta su uso.

Se inocularon semillas suficientes de cada especie para almacenarlas y realizar conteos después de diferentes tiempos de almacenamiento.

Las semillas de Centrosema macrocarpum y Glycine max se peletizaron con roca fosfórica y las de Leucaena con carbonato de calcio.

Se utilizó la dosis de 50g inoculante por kg de semilla y se utilizó la goma arábiga al 40% como pegante en la peletización.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se observa la sobrevivencia de rizobios en semillas de Centrosema macrocarpum inoculadas con la cepa CIAT 3101. Como puede apreciarse, el número de rizobios más alto en el momento de inocular las semillas se obtuvo en la turba colombiana, que no difirió significativamente de la turba australiana.

A través de los 14 días la mortalidad fue de 2.7, 3.0 y 1.5 logs en la turba cubana, colombiana y australiana respectivamente.

La sobrevivencia de la cepa ICA 4033 mostró tasas de mortalidad de 4.0, 4.8 y 2.5 logs para turba colombiana, cubana y australiana respectivamente. En promedio los números por semilla fueron más bajos para la turba colombiana (Tabla 2).

La cepa ICA 8001 logró su mayor sobrevivencia en la turba australiana, la cual presentó solamente 1.6 logs de mortalidad en comparación con 3.6 y 3.9 logs para la turba cubana y colombiana respectivamente.

Los resultados obtenidos nos muestran un comportamiento similar de las cepas en dependencia de la turba; la turba australiana siempre mostró un comportamiento superior a la turba colombiana y cubana. Se concluye que aunque el uso de la turba estéril permite asegurar un alto número inicial de rizobios/semilla, si se almacenan las semillas inoculadas, la

sobrevivencia de los rizobios va a estar en dependencia de la calidad de la turba.

Tabla 1.- Sobrevivencia de rizobios en semillas de Centrosema macrocarpum inoculadas con la cepa CIAT 3101.

Turbas	Días de preinoculadas las semillas				
	0	2	4	7	14
 \log_{10} rizobios/3 semillas				
Cubana	7.08bc	6.42cd	5.12g	5.00gh	4.40h
Colombiana	7.99a	6.48cd	5.66efg	5.66efg	5.02gh
Australiana	7.66ab	6.84cd	6.36cde	5.59fg	6.17def
	E.S. x 0.22*				

Tabla 2.- Sobrevivencia de rizobios en semillas de Leucaena leucocephala inoculadas con la cepa ICA 4033.

Turbas	Días de preinoculadas las semillas					
	0	2	4	7	14	x
Turbas Log ₁₀ rizobios/3 semillas					
Cubana	6.89	5.93	3.97	4.17	2.11	4.62 ^a
Colombiana	5.07	1.38	1.48	1.48	1.04	2.09 ^b
Australiana	6.53	5.43	5.28	4.92	4.00	5.23 ^a
						+0.48***
x	6.16 ^a	4.24 ^b	3.58 ^b	3.52 ^b	2.38 ^b	
			E.S. x 0.62 ^{**}			

Tabla 3.- Sobrevivencia de rizobios en semillas de Glycine max (soya) inoculadas con la cepa ICA 8001.

Turbas	Días de preinoculadas las semillas				
	0	2	4	7	14
Turbas Log ₁₀ rizobios/3 semillas				
Cubana	7.59abc	6.61bcde	5.37ef	5.72def	4.00g
Colombiana	8.35a	7.46ef	4.93fg	4.45fg	2.31h
Australiana	8.30a	7.92ab	6.44cde	6.74bcde	6.86bcd
			E.S. x 0.42 ^{**}		

PREGUNTAS Y COMENTARIOS

- p. 2 Tasa de mortalidad. Es preferible expresarlo restando el no. de logs.
- Sería bueno incluir los datos quimicos que creo ya están disponibles e información sobre el tamaño de las partículas, si hay.
- También en la discusión sugiero que se enfatice que las turbas parecen ser buenas cuando se hace el control de calidad sobre inoculante almacenado en la bolsa, y solo se aprecian las diferencias cuando se hacen los recuentos sobre las semillas.
- No conozco literatura sobre este efecto. Creo que se debe publicar y buscar literatura sobre el asunto. Para hacerlo sería bueno incluir los datos sobre sobrevivencia en la bolsa también.
- Introducción - la sobrevivencia en la semilla es importante para obtener buena nodulación en el campo, aun cuando no se almacenen las semillas inoculadas.
- Tabla 2 - No hubo interacción significativa? En las otras tablas si hubo? Se debe discutir esto porque afecta las conclusiones.

IX. EVALUACION DE LA SIMBIOSIS LEGUMINOSA-RIZOBIO EN
SUELO DE PASTURA DEGRADADA Y BOSQUE EN
Pueraria phaseoloides, Desmodium ovalifolium Y
Stylosanthes guianensis, ESTADO DE BAHIA, BRASIL

Reinaldo Bertola Cantarutti
Stela Dalva Vieira Midlej Silva

INTRODUCCION

La división de zootecnia del Centro de Cacao - CEPLAC - Bahía, Brasil, desarrolla un programa de investigación con el objetivo de generar una tecnología de bajos insumos, en base a la selección de germoplasma forrajero adaptado a las condiciones edafo-climáticas regionales. La meta del programa es obtener pasturas consideradas productivas y persistentes.

Hasta el momento la Pueraria phaseoloides, el Desmodium ovalifolium CIAT 350 y Stylosanthes guianensis CIAT 136/184 son las más promisorias en la asociación con las principales gramíneas adaptadas a la región (Brachiaria decumbens, B. brizantha y B. humidicola).

En el desarrollo de una tecnología de bajos insumos la leguminosa desempeña un papel importante, debido a su capacidad de fijar nitrógeno a través de la simbiosis con el rizobio. Así en este proyecto se estableció como meta obtener sistemas simbióticos rizobio-leguminosa más efectivos, tomando en cuenta las leguminosas más promisorias en la región.

Los objetivos fueron: evaluar la necesidad de inocular estas leguminosas; evaluar en las condiciones locales las cepas seleccionadas para estas leguminosas.

METODOLOGIA.

Para evaluar la necesidad de inocular (potencial de respuesta a N) se escogieron suelos bajo tres condiciones de ocupación, o sea: pastura degradada (cappeira); pastura de Brachiaria humidicola y bosque. Se escogieron tales condiciones por presentar posiblemente diferencias en la cantidad y en la dinámica del nitrógeno así como en la población de rizobios nativos. Se aplicaron dos tratamientos, con y sin nitrógeno, respectivamente.

En una segunda etapa, se realizaron ensayos de inoculación de las leguminosas en un suelo de pastura degradada. Los tratamientos fueron con y sin nitrógeno y, en número variable, con inoculación de cepas de Bradyrhizobium.

Todos los ensayos se realizaron en invernadero en cilindros con suelo no disturbado. El suelo en cada cilindro fué fertilizado con 78.5 mg de P, 50 mg de Ca, 47 mg de K, 26 mg de S, 31.4 mg de Mg, 0,78 mg de Cu, 0,39 mg de B y 0,31 mg de Mo. En los tratamientos con nitrógeno se aplicó de 117.8 a 191,9 mg de N en aplicaciones semanales.

En los tratamientos con inoculación se inocularon las semillas a través de inoculantes en base a turba esteril (50 g/kg de semilla) o una suspensión de células de Bradyrhizobium (1 ml/semilla sembrada). En ambos casos se hizo el conteo en cajas de Petri para estimar el número de células viables inoculadas a las semillas.

Los diseños experimentales utilizados fueron estrictamente al azar con cuatro o cinco repeticiones. Las leguminosas escogidas fueron P. phaseoloides, D. ovalifolium CIAT 350 y S. guianensis CIAT 136, por ser las más promisorias.

En general los parámetros evaluados fueron: producción de materia seca; contenido y rendimiento de nitrógeno en la parte aérea y los parámetros de nodulación (abundancia, tamaño, nodulación en la raíz principal y color del nódulo). Establecióse el Índice de Respuesta al N (IRN) y el Índice de Efectividad de la Inoculación (IEI), que se definen así:

$$\text{IRN} = \frac{\text{Rendimiento de N (+N)} - \text{Rendimiento de N (-N)}}{\text{Rendimiento de N (+N)}} \times 100$$

$$\text{IEI} = \frac{\text{Rendimiento de N (+I)} - \text{Rendimiento de N (-I)}}{\text{Rendimiento de N (+I)}} \times 100$$

donde rendimiento de N de (+N) y (-N) representan los tratamientos con y sin N, respectivamente así como, rendimiento de N de (+I) y (-I) representan los tratamientos con y sin inoculación, respectivamente.

RESULTADOS

Con base en el rendimiento de nitrógeno en la parte aérea de las leguminosas (Cuadro 1) se constató en general una respuesta a la aplicación de nitrógeno. No hubo diferencias significativas para el Stylosanthes en el suelo de pastura de B.humidicola y de bosque, mientras que en pastura degradada la respuesta a N fué mayor.

En las plantas del tratamiento sin nitrógeno se observó una nodulación variando de mediana (10 a 50 nódulos /planta), a muy abundante (> 100 nódulos), predominando nódulos de color rojo o marrón. A pesar de esto la respuesta a nitrógeno muestra que las cepas nativas fueron infectivas o poco efectivas en la fijación de nitrógeno.

Con base a estos resultados se escogió el suelo de una pastura degradada para llevar a cabo un ensayo de evaluación de cepas seleccionadas por la Sección de Microbiología de Suelo del Programa de Pastos Tropicales - CIAT. Se trabajó con seis cepas para la Pueraria phaseoloides, cuatro para el Desmodium ovalifolium y cuatro para el Stylosanthes guianensis, utilizando inoculante en base a turba.

En la Pueraria se obtuvo un número de células por semilla alrededor de 10^6 . Se logró una nodulación mediana con todas las cepas, predominando nódulos grandes y distribuidos en la raíz principal. El color interno predominante de los nódulos fué el rojo, lo que sugiere buena actividad fijadora de N.

Los rendimientos de N en la parte aérea de la Pueraria, (Cuadro 2) confirma la efectividad fijadora de estas cepas. Las cepas CIAT 3287, 3796 y 3649 fueron las más efectivas en kudzú produciendo una cantidad de N estadísticamente equivalente al tratamiento +N (117 mg N/cilindro). Como en este ensayo no se incluyó el tratamiento testigo sin N se utilizó la producción relativa del tratamiento -N del ensayo de respuestas a N para comparar las cepas nativas a las cepas seleccionadas (Cuadro 2). Se observa que en estas condiciones de suelo también las cepas nativas tuvieron buena efectividad, pero inferior a las seleccionadas. Es importante anotar que no todas las cepas inoculadas fueron efectivas, aunque en ensayos de selección hechos en suelo de Carimagua fueron efectivas (CIAT, 1986), implicando que la efectividad de una cepa puede variar en función del suelo. Es importante seleccionar cepas con el mas amplio rango de efectividad posible.

En la inoculación del Desmodium ovalifolium también se logró un número de células por semilla en la orden de 10^6 . En todas las cepas se alcanzó una nodulación de abundante a muy abundante, predominando nódulos grandes en la mayoría de las

plantas, con una distribución regular en las raíces y casi en la totalidad presentaron coloración interna roja. A pesar de estas características de buena nodulación, no se alcanzó una buena eficiencia en la fijación de nitrógeno. Las producciones de N de la parte aérea (Cuadro 3) de plantas inoculadas con las cepas fueron estadísticamente inferiores a aquellas obtenidas con la aplicación del N. Por otro lado, observando los datos relativos se ve que aún las cepas nativas fueron de baja efectividad.

Con el Stylosanthes pasó algo semejante al Desmodium. Las semillas fueron inoculadas con una densidad de células de 10^5 a 10^6 , lográndose una nodulación que varió de abundante a muy abundante. En este caso mismo el tratamiento con +N tuvo una nodulación abundante. De modo general predominó la distribución regular de los nódulos, pero siendo marrón el color interno predominante.

Entre las leguminosas el Stylosanthes presentó las mayores cantidades de nitrógeno acumuladas en la parte aérea (Cuadro 4), pero apenas la cepa CIAT 71 tuvo producción estadísticamente igual al tratamiento +N. Los datos relativos sugieren que las cepas nativas y la CIAT 870 tuvieron una baja efectividad y las otras una efectividad mediana.

A continuación se hizo un ensayo de inoculación en cruzada con el objetivo de evaluar un mayor rango de cepas para el Desmodium y Stylosanthes.

CIAT, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1986.
Informe Anual Programa de Pastos Tropicales. CIAT,
Colombia. 348 p.

Se observó respuesta de las dos leguminosas al nitrógeno, sobre todo del Desmodium (Cuadro 5). Pero, los bajos IEI verificados demuestran que las cepas evaluadas tuvieron baja efectividad. Es importante observar que algunas de estas cepas fueron comprobadas como efectivas con estas leguminosas. Se considera que otros factores pueden estar perjudicando la efectividad de las cepas.

Debido a los resultados y la importancia que el Desmodium tiene para nuestro programa de investigación en pasturas, se decidió ampliar el objetivo de la investigación en rizobiología haciendo también la selección de cepas en base a nuevos aislamientos. Se buscaron nódulos en seis poblaciones de leguminosas puras ó consorciadas de acuerdo a lo descrito en el Cuadro 6. En estas poblaciones se observó abundante nodulación de las leguminosas con las cepas nativas. Se tomaron de estas plantas bien noduladas de las cuales el laboratorio escogió nódulos de buen tamaño y color rojo para obtener los aislamientos y en seguimiento los caldos que se inocularon a las plantas de Desmodium en cilindros de suelo.

Se observó una nodulación mediana (10-50 nódulos/planta) para todos los aislamientos. Predominaron nódulos grandes con distribución regular en las raíces y presentaron color rojo.

Las bajas producciones de nitrógeno (Cuadro 6) mostraron que los aislamientos fueron de poca efectividad. Se repitió la respuesta al nitrógeno, mientras que no hubo diferencias significativas entre las cepas y el tratamiento testigo.

CONCLUSIONES

Aunque los resultados sean preliminares, se puede concluir lo siguiente:

1. La respuesta al N sugiere que en las condiciones de suelos trabajadas hay necesidad de inoculación de la Pueraria;
2. se encontró cepas de alta efectividad para la Pueraria y de baja efectividad para el Desmodium y
3. que tenemos que seguir en la búsqueda de cepas más efectivas principalmente para el Desmodium.

Cuadro 1. Rendimiento de nitrógeno (mg/ cilindro) en la parte aérea de leguminosas forrajeras con y sin nitrógeno bajo tres condiciones de suelo y los Indices de Respuesta al N (IRN).

LEGUMINOSAS	PASTURA DEGRADADA			PASTURA B. HUMIDOCOLA			BOSQUE		
	-N	+N	IRN ^{1/}	-N	+N	IRN	-N	+N	IRN
			%			%			%
PUERARIA	135.13 ^a	184.53 ^b	27	123.41 ^a	179.20 ^b	31	94.39 ^a	155.70 ^b	39
DESMODIUM	39.30 ^a	122.78 ^b	68	67.26 ^a	128.11 ^b	48	58.14 ^a	130.39 ^b	55
STYLOSANTHES	119.22 ^a	172.96 ^b	31	123.72 ^a	148.93 ^a	17	117.97 ^a	141.21 ^a	23

Cuadro 2. Rendimiento de nitrógeno en la parte aérea de Pueraria phaseoloides con tratamientos inoculados y no inoculados en suelo de pastura degradada.

CEPAS CIAT	mg N/cilindro	% ²
3287	133.40 ^a	119
3796	116.40 ^a	105
3649	112.81 ^{ab}	101
+N	111.68 ^{ab}	100
643	95.46 ^b	85
2434	94.59 ^b	85
3648	94.39 ^b	85
-N ¹	-	73

¹ Este dato se refiere al ensayo de respuesta a N.

² Rendimiento relativo al tratamiento +N.

Cuadro 3. Rendimiento de nitrógeno en la parte aérea de Desmodium ovalifolium con y sin inoculación.

CEPAS CIAT	mg/cilindro	%
+N	114.7 ^a	100
3418	53.9 ^b	47
46	51.3 ^b	45
2469	49.4 ^b	43
2335	48.0 ^b	42
-N ¹	-	32

¹ Este dato se refiere al ensayo de respuesta al N.

Cuadro 4. Rendimiento de nitrógeno en la parte aérea de Stylosanthes guianensis con y sin inoculación.

CEPAS CIAT	mg/cilindro	%
+ N	150.9 ^a	100
71	118.3 ^{ab}	78
995	114.5 ^b	76
2138	103.2 ^b	68
870	87.3 ^b	58
- N ¹	-	57

¹ Este dato se refiere al ensayo de respuesta al N.

Cuadro 5. Índice de respuesta a N (IRN) e índice de efectividad de inoculación en D. ovalifolium y S. guianensis inoculados con diferentes cepas de Bradyrhizobium.

cepas de Bradyrhizobium CIAT	D. ovalifolium CIAT 350		S. guianensis CIAT 136	
	IRN	IEI	IRN	IEI
	----- % -----			
(+N)	59.4		56.1	
2496		22.2		-2.8
3418		19.2		-5.1
3850		15.0		-
870		14.4		3.1
46		12.1		-
2385		11.8		-
3287		11.1		-16.3
3648		9.2		16.2
995		5.3		-14.9
3796		4.6		-
502		4.2		-10.2
71		2.8		-50.9
3649		2.7		-
643		- 1.7		-26.2
446		-15.0		3.3
2434		-16.8		9.1
2138		-18.1		0.9

Cuadro 6. Rendimiento de nitrógeno de Desmodium ovalifolium inoculado con aislamientos de Bradyrhizobium obtenidos de poblaciones locales de leguminosas.

CEPAS	POBLACIONES	EDAD AÑOS	mg N cilindro
+ N	-	-	80.40 ^a
- N	-	-	29.35 ^b
004	Pp x Ag ¹	3	28.28 ^{bc}
002	Pp x Bb ²	2	27.51 ^{bc}
006	Do ³	5	26.24 ^{bc}
005	Do x Bh ⁴	3	25.54 ^{bc}
003	Do x Bh	3	25.17 ^{bc}
001	Do x Bh	3	18.77 ^c

¹P. phaseoloides x A. gayanus

²P. phaseoloides x B. brizantha

³D. ovalifolium - semillero

⁴D. ovalifolium x B. humidicola

X. EFECTIVIDAD DE CEPAS NATIVAS E INTRODUCIDAS DE
RIZOBIOS CON LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES
EN PUCALLPA, PERU

C. Reyes, S. Gonzales y M. Ara

El Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA) en Pucallpa, Perú está realizando investigación en pasturas desde hace más de 15 años, con una filosofía sustentada en la búsqueda de especies adaptadas a nuestras condiciones de suelo pobre y con uso de mínimos insumos.

Es conocido el papel desempeñado por las bacterias de la familia Rhizobiaceae en la utilización del nitrógeno atmosférico por parte de las leguminosas, sin embargo, poco se ha estudiado en relación con las pasturas tropicales, en todo caso los trabajos iniciales no tuvieron continuidad.

Hace aproximadamente 2 años se inició el proyecto, primero con el entrenamiento del personal técnico (agronomo y microbiólogo) y luego un técnico adiestrado en el CIAT para ver lo relacionado con el manejo de rizobios a nivel de laboratorio.

- Se realizaron 2 sub-proyectos a nivel de campo:

Sub-proyecto 1

"Efectividad de cepas nativas de rizobios en leguminosas forrajeras tropicales".

Sub-proyecto 2

"Respuesta a la inoculación de 3 leguminosas forrajeras tropicales en la zona de Pucallpa".

(Adjunto detalle de los sub-proyectos)

Estos sub-proyectos tuvieron problemas de establecimiento por germinación irregular de las plantas, debido a acarreo de las semillas por las hormigas (a pesar de estar cubierto con aldrin) y adicionalmente por la sequía que predominó en esa época.

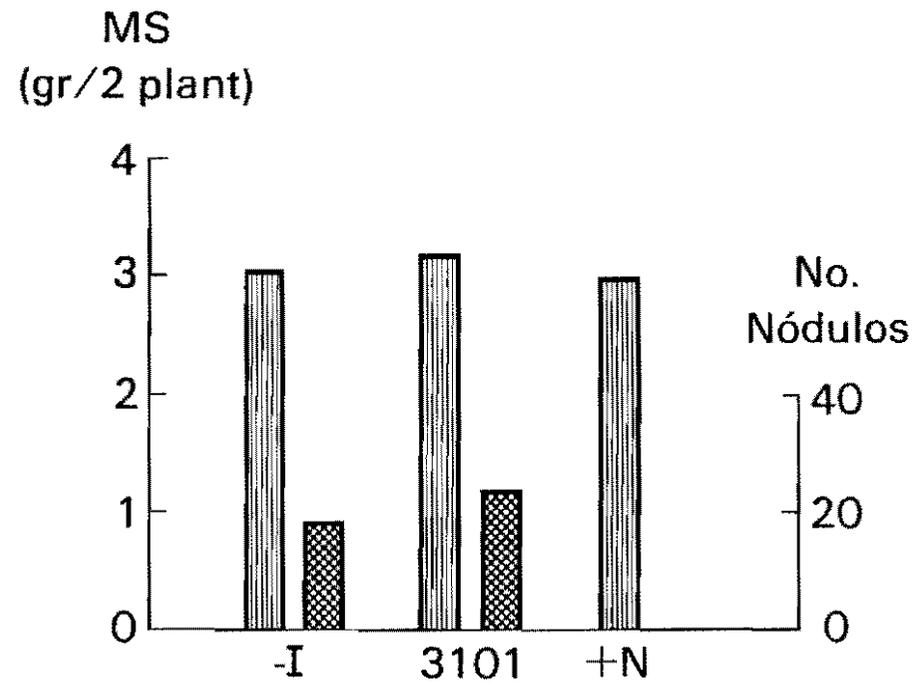
Luego se inició otro sub-proyecto a nivel de invernadero: "Evaluación de cepas de rizobio en 5 leguminosas forrajeras tropicales" (Sub-proyecto 3).

Avance (Sub-proyecto 3)

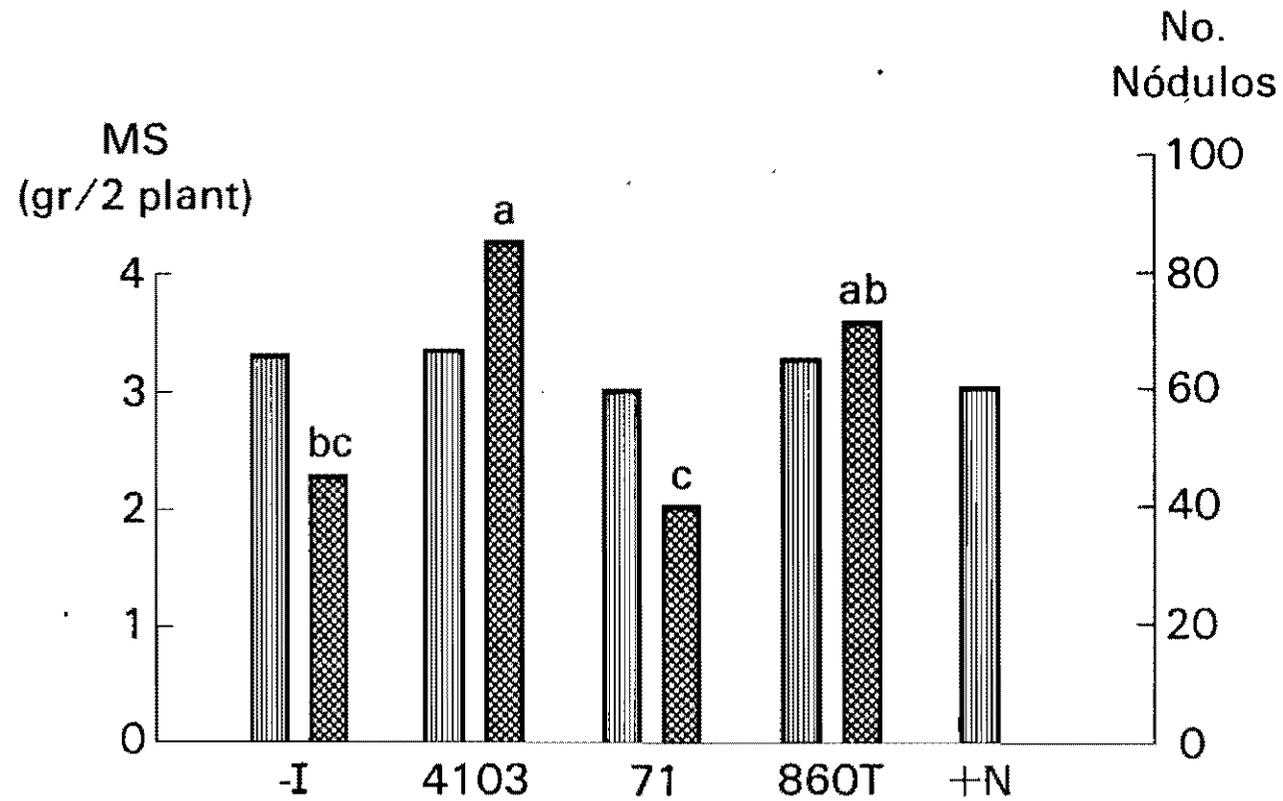
En general se puede observar en las figuras adjuntas que no hay una respuesta definida por el efecto de los tratamientos especialmente en el caso de rendimiento de forraje (MS). En el número de nódulos se nota un aumento significativo en el caso de kudzu con todas las cepas probadas (2434, 643 y 3918) y en S. guinensis CIAT 184 con las cepas 4103 y 860 T. D. ovalifolium CIAT 350 y las dos especies de Centrosema (C. macrocarpum CIAT 5065 y C. acutifolium CIAT 5277) no mostraron efectos de la inoculación aunque el rendimiento de N de C. acutifolium aumentó con la fertilización nitrogenada, posiblemente la 3101 no funcionó. Al principio nos pareció un poco difícil tratar de explicar esto. Sin embargo al interpretar el análisis de tejidos (Tabla 1), se observa que en casi todos los casos el % de P, K, o Ca, está por debajo del nivel crítico. Parece ser que las diferencias de P y K pueden haber limitado las respuestas a la inoculación. Por esto no se puede concluir todavía sobre la necesidad de inocular estas leguminosas.

La conclusión de este proyecto es que debemos repetir el trabajo, con niveles mayores de fertilización.

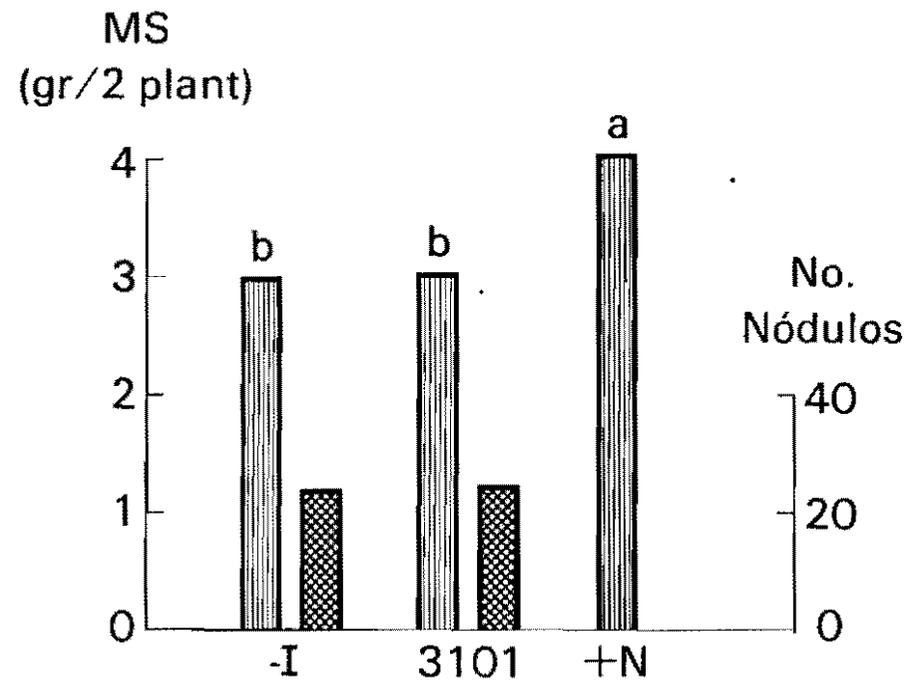
Rendimiento promedio de MS y nodulación de *C. macrocarpum* CIAT 5065 con diferentes tratamientos.



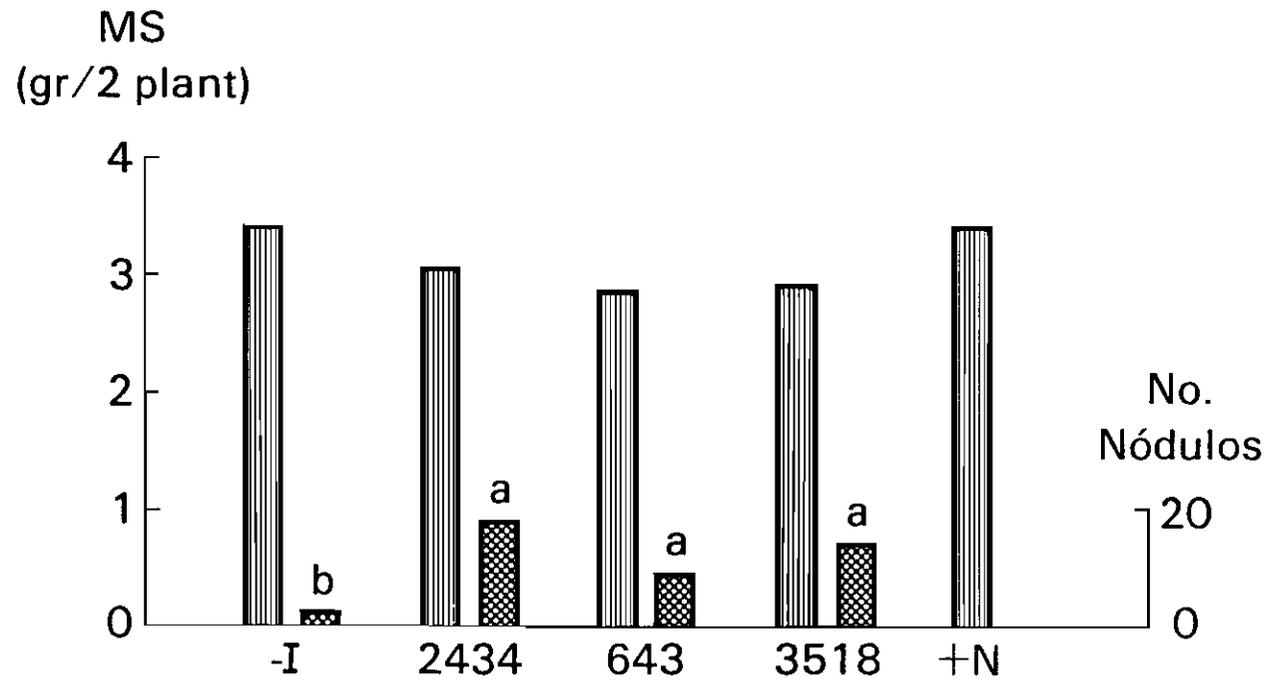
Rendimiento promedio de MS y nodulación de *S. guianensis* CIAT 184 CV 'Pucallpa' con diferentes cepas de Rhizobium.



Rendimiento promedio de MS y nodulación de *C. acutifolium* CIAT 5277 con diferentes tratamientos.



Rendimiento promedio de MS y nodulación de *P. phaseoloides* común con diferentes cepas de Rhizobium.



Rendimiento promedio de MS y nodulación de *D. ovalifolium* CIAT 350 con diferentes cepas de Rhizobium.

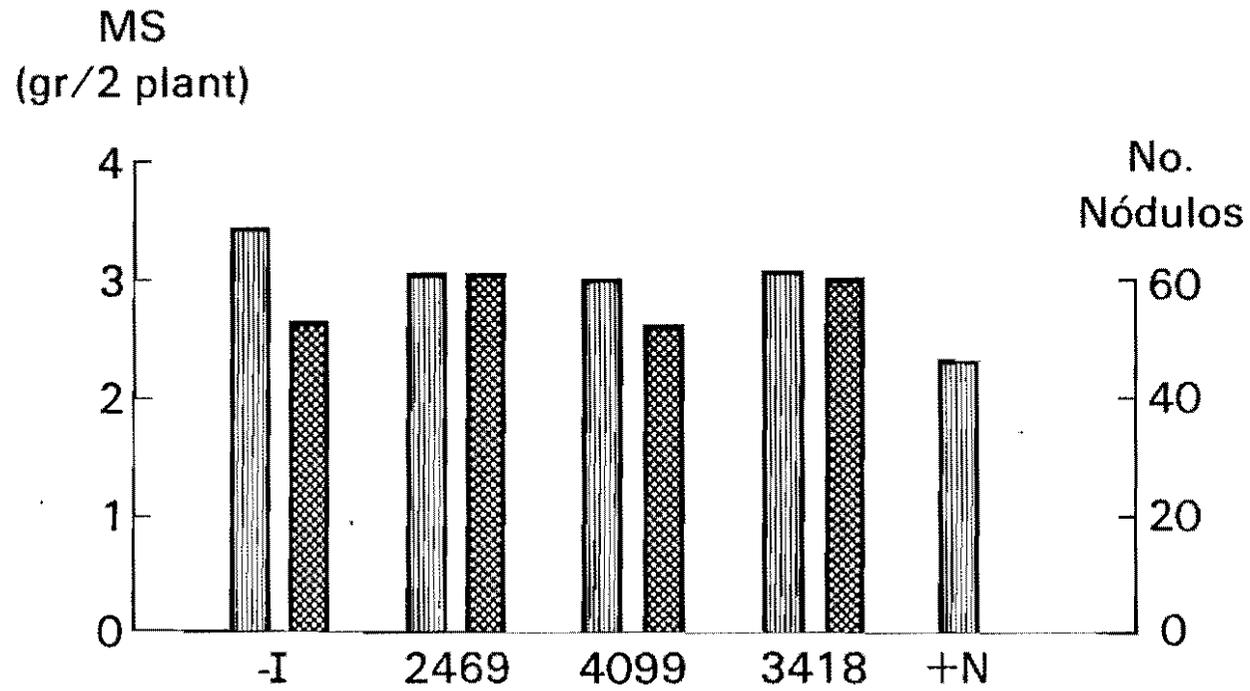


Tabla 1 Concentraciones de nutrientes en los tejidos de plantas creciendo en cilindros con suelo degradado de Pucallpa, Perú. (Sub-proyecto 3).

		% nutriente en la parte aérea					
		N	P	K	Ca	Mg	S
<u>P. phaseoloides</u>	-I	2.23	0.12	1.56	0.63	0.26	0.15
	2434	2.23	0.14	1.86	0.66	0.26	0.22
	643	2.51	0.14	1.44	0.64	0.29	0.16
	3918	2.48	0.10	1.24	0.58	0.26	0.13
	+N	3.52	0.08	1.04	0.39	0.27	0.16
niveles críticos ^{1/}	-	0.22	1.22	1.04	-	-	
<u>S. guianensis</u>	-I	2.13	0.09	1.55	0.67	0.35	0.22
	4103	2.27	0.10	1.75	0.71	0.33	0.24
	71	2.24	0.10	1.64	0.67	0.36	0.23
	860T	2.29	0.11	1.86	0.61	0.32	0.22
	+N	3.53	0.07	1.04	0.42	0.30	0.16
niveles críticos	-	0.18	1.18	0.73	-	-	
<u>D. ovalifolium</u>	-I	1.72	0.09	1.07	0.63	0.30	0.13
	2469	1.85	0.11	1.09	0.63	0.28	0.14
	4099	1.97	0.10	1.10	0.67	0.29	0.15
	3418	1.94	0.10	1.09	0.64	0.29	0.16
	+N	3.33	0.08	0.70	0.36	0.30	0.20
niveles críticos	-	0.10	1.03	0.74	-	-	
<u>C. macrocarpum</u>	-I	2.75	0.09	0.89	0.56	0.24	0.16
	3101	2.10	0.09	0.78	0.63	0.25	0.14
	+N	2.92	0.07	0.83	0.43	0.21	0.16
niveles críticos	-	0.16	1.24	0.72	-	-	
<u>C. acutifolium</u>	-I	2.42	0.10	0.76	0.50	0.21	0.14
	3101	2.46	0.11	0.88	0.51	0.20	0.15
	+N	3.70	0.08	0.70	0.34	0.23	0.17
niveles críticos	-	0.16	1.24	0.72	-	-	

^{1/} ver Manual de Métodos

SUB PROYECTO 1

1. Título:
"Efectividad de cepas nativas de rizobios en leguminosas forrajeras".
2. Ejecutores: C. Reyes
S. Gonzáles y
M. Ara
3. Lugar de Ejecución:
- Carretera F. Basadre, IVITA, Pucallpa.
4. Fecha de Inicio:
Octubre, 1987
5. Fecha de Término:
Diciembre, 1988
6. Cooperación:
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
Cali, Colombia.
7. Objetivo:
- Determinar si la efectividad de las cepas nativas varían entre leguminosas seleccionadas para la región.
8. Antecedentes:
Es importante determinar la efectividad de las cepas nativas para diferentes leguminosas. En este ensayo se propone utilizar una metodología para minimizar el nitrógeno disponible en el suelo y comparar el rendimiento

durante el establecimiento de diferentes leguminosas con y sin fertilización con nitrógeno.

9. Hipótesis en prueba:

- Que la efectividad de las cepas nativas (respuesta a N) varía entre leguminosas.
- Que algunas leguminosas han sido consideradas no adaptadas por falta de inóculo y/o fertilización con N.

10. Metodología:

En Octubre de 1987 se establecerá un experimento en el campo, según las siguientes características:

10.1 Diseño: BCR en parcelas divididas.

10.2 Tratamientos:

Parcelas: Con N y sin N.

Subparcelas: Leguminosas.

Se evaluarán las 32 leguminosas:

- 1) Arachis pintoii CIAT 17434
- 2) Centrosema brasilianum CIAT 5234
- 3) Centrosema macrocarpum CIAT 5065
- 4) Centrosema macrocarpum CIAT 5713
- 5) Centrosema macrocarpum CIAT 5887
- 6) Centrosema pubescens CIAT 438
- 7) Centrosema pubescens CIAT 442
- 8) Centrosema pubescens CIAT 5189
- 9) Centrosema sp. CIAT 5277
- 10) Centrosema sp. CIAT 5568

- 11) Desmodium heterocarpum CIAT 3787
- 12) Desmodium heterophyllum CIAT 349
- 13) Desmodium heterophyllum CIAT 3782
- 14) Desmodium ovalifolium CIAT 350
- 15) Leucaena leucocephala CIAT 17475
- 16) Pueraria phaseoloides CIAT 9900
- 17) Stylosanthes capitata CIAT 1019
- 18) Stylosanthes capitata 1441
- 19) Stylosanthes capitata CIAT 2044
- 20) Stylosanthes capitata Capica CIAT 10280
- 21) Stylosanthes guianensis CIAT 136
- 22) Stylosanthes guianensis CIAT 184
- 23) Stylosanthes guianensis CIAT 2031
- 24) Stylosanthes guianensis CIAT 2362
- 25) Stylosanthes guianensis CIAT 10136
- 26) Stylosanthes guianensis CIAT 1280
- 27) Stylosanthes macrocephala CIAT 1643
- 28) Stylosanthes macrocephala CIAT 2133
- 29) Stylosanthes macrocephala CIAT 2286
- 30) Stylosanthes macrocephala CIAT 2756
- 31) Zornia glabra CIAT 7847
- 32) Zornia latifolia CIAT 728

2 tratamientos: Sin N

Con N (20 kg/ha cada 2 semanas)

3 cortes (según desarrollo)

4 bloques.

10.3 Factores constantes:

- Surcos en praderas de gramínea nativa no disturbada.

Fertilización (36 gr/parcela P_2O_5 + 18 gr/parcela de sulfato o cloruro de K y Mg).

- Lavar y secar las semillas para eliminar fungicidas.
- Franja disturbada de un m. de ancho con dos líneas de leguminosa sembrada de 9 m. de largo = 18 m lineales por parcela; 3 cortes (edades de 4.5 m (3 submuestras de 1.5 m)/parcela.
- 3 edades: 1) temprano (8 - 12 semanas)
 - 2) mediana
 - 3) cuando se consideran "establecidas" las leguminosas.
- Época recomendada: Según la localidad.

10.4 Variables a medir:

- No. plantas/m lineal
- Nodulación en tratamiento sin nitrógeno (3 veces)
- % N por muestra (compuesta de 3 submuestras = 32 x 2 x 3 repet. x 3 edades = 576 análisis).

10.5 Métodos de muestreo:

- De cada leguminosa
 - 18 m x 2 tratam. x 3 bloques = 108 m lineal.
- Análisis de los datos:
 - Porcentaje de aumento en rendimiento de N debido a fertilización con N.
- Comparar leguminosas dentro de cada sitio.
- Factorial leguminosa (32) x N (2) x edad (3)

SUB PROYECTO 2

1. Título:

"Respuesta a la inoculación de 3 leguminosas forrajeras

tropicales en la zona de Pucallpa".

2-6 Igual al sub-proyecto 1.

7. Objetivos:

Evaluar el efecto de la inoculación en el establecimiento de Desmodium ovalifolium CIAT 350, Pueraria phaseoloides y Stylosanthes quianensis variedad 'Pucallpa'.

8. Antecedentes:

El rol de las leguminosas forrajeras tropicales en el desarrollo de la ganadería en la Amazonia, fué reconocido por el IVITA, hace varios años. Sin embargo, el Programa de Pastos Tropicales, dentro su estrategia, al seleccionar líneas y variedades de leguminosas, no priorizó los trabajos relacionados con la fijación de N_2 . Obviamente no se ha identificado el efecto de la simbiosis Leguminosa/Rhizobio, considerando esto podría ayudar a solucionar el problema del establecimiento de pastizales, sea como leguminosa sola o en mezcla con gramíneas.

9. Hipótesis en Prueba:

Que las cepas de rizobios seleccionadas para cada leguminosas son efectivas.

10. Metodología:

En Octubre de 1987, se establecerán 3 experimentos en el campo (correspondiente a cada leguminosa).

10.1 Diseño: BCR con 4 bloques para cada leguminosa

- Color interno

Estos datos se analizarán calculando chi cuadro para tablas de frecuencia, en cada parámetro.

10.5 Métodos de muestreo:

- De cada experimento:
18 m x 3 tratam. x 4 bloques - 216 m lineales
- Análisis de los datos
- Porcentaje de aumento en rendimiento

SUB PROYECTO 3

1. Título:

"Evaluación de cepas de rizobios en 5 leguminosas forrajeras tropicales".

2-6 Igual al sub-proyecto 1.

7. Objetivo:

Evaluar el efecto de la inoculación en S. guianensis variedad Pucallpa, P. phaseoloides, C. acutifolium CIAT 5277, C. macrocarpum CIAT 5065 y D. ovalifolium CIAT 350, en la región de Pucallpa.

8. Antecedentes:

Las leguminosas en estudio son consideradas géneros muy promisorias (algunas de ella más avanzadas que otras) para el desarrollo de la ganadería en la Amazonia Peruana. Uno de los factores que dificulta su establecimiento es su lento crecimiento. Una buena simbiosis leguminosa/rizobio podría solucionar este inconveniente.

9. Hipótesis:

Las cepas seleccionadas para cada leguminosa son efectivas.

10. Metodología:

Se está usando la misma metodología recomendada por el "Manual de Métodos de Evaluación, Selección y Manejo", recomendada por el CIAT, 1987, para el caso en ensayos con cilindros no disturbados.

10.1 Diseño:

BCR con 4 repeticiones, para cada leguminosa.

10.2 Tratamientos:

Sin inocular

Inoculado

Con fertilización nitrogenada

Cepas (según la leguminosa)

10.3 Factores constantes:

- Siembra de 2 plantas/cilindro en suelo no disturbado
- Lavar y secar las semillas para eliminar fungicidas
- Fertilización (según método)
- Cada especie corresponde a un experimento
- Muestreo a las 12 semanas.

10.4 Variables a medir:

- peso seco de la parte aérea
- porcentaje de N de la parte aérea
- número de nódulos

PREGUNTAS Y COMENTARIOS

- con relación a la Tabla 1 se nota que en kudzu el P y el Ca fueron limitantes, también se nota que el %N aumentó con las cepas 643 y 3918 pero no con la 2434 (comparar con trabajo no. 9).
- en S. guianensis también se notan las diferencias en %N entre tratamientos, y los mismos 2 nutrientes (P y Ca) están por debajo de los niveles críticos.
- D. ovalifolium no demuestra deficiencias en P ni en K, pero el Ca está un poco por debajo del nivel crítico. Hay diferencias en %N entre tratamientos.
- las dos especies de Centrosema muestran deficiencias severas de los 3 nutrientes (P, K y Ca).
- los datos muestran importantes diferencias entre especies en su susceptibilidad a las deficiencias nutricionales, suponiendo que los niveles críticos son válidos para estos suelos.
- sería interesante realizar más ensayos en suelos con diferentes grados de degradación, con y sin inoculación y evaluando niveles de fertilización comparando con cantidades de ceniza en el suelo.
- creo que la explicación de las deficiencias nutricionales puede ser:
 - 1) 12 semanas es mucho tiempo, se debe cortar entre 6 y 8 semanas cuando se observa un crecimiento vigoroso.
 - 2) Se aplicó poco fertilizante. En el nuevo ensayo (sub-proyectos 4 y 5) se aplicaron niveles mayores.

XI. USO DE CILINDROS CON SUELO NO DISTURBADO Y
ESTABLECIMIENTO POR LABRANZA REDUCIDA
PARA LA EVALUACION DE CEPAS DE
RIZOBIOS EN ARACHIS PINTOI

Rosemary Sylvester-Bradley
Dacier Mosquera
Jesús Eduardo Méndez

INTRODUCCION

Una red de programas nacionales coordinada por el Programa de Pastos Tropicales del CIAT (Red Internacional para la Evaluación de Pastos Tropicales; RIEPT) está seleccionando leguminosas adaptadas para usarse en asociaciones con gramíneas forrajeras en suelos ácidos y problemáticos de América tropical. El objetivo es desarrollar una tecnología que permita la producción de leche y carne en zonas marginales, con mayor economía y menor daño ecológico. Las leguminosas que se han identificado como más promisorias en pasturas mejoradas en áreas de sabana, son: Pueraria phaseoloides, Arachis pintoi, Centrosema macrocarpum, C. brasilianum, C. acutifolium, Stylosanthes quianensis var. pauciflora y S. capitata. En áreas de bosque Desmodium heterophyllum, D. ovalifolium, S. quianensis (var. vulgaris) y C. pubescens también se han mostrado promisorias y S. capitata algo menos vigorosa que en áreas de sabana. En algunas áreas de bosque Leucaena leucocephala crece bien mientras en áreas de sabana su desarrollo se atrofia, debido posiblemente a niveles altos de saturación de Al^{+++} en capas profundas del suelo. Se han probado relativamente pocas leguminosas arbustivas en estos

ecosistemas. La mayoría de esas leguminosas son nativas de Centro y Suramérica, excepto *D. ovalifolium*, *D. heterophyllum* y *P. phaseoloides*, originarias de Asia.

El rango de pHs de los suelos de las áreas bajo estudio está entre 4.0 y 5.5, la mayoría alrededor de 4.5 y saturación de Al^{+++} entre 70 y 90% de la capacidad de cambio catiónico en la superficie del suelo.

En la mayoría de las áreas el encalamiento no se considera económicamente factible para el establecimiento de pasturas. Si la agricultura en el área no es suficientemente intensiva para incluir una rotación pasto-cultivo, las plantas forrajeras deben estar adaptadas para crecer en suelos sin encalar. Pueden hacerse pequeñas aplicaciones de Ca, P, Mg, K, S y micronutrientes, dependiendo del status socioeconómico del área bajo consideración.

Aunque se sabe que muchas leguminosas son "promiscuas" (nodulan con un amplio rango de rizobios), y por lo tanto pueden no necesitar de inoculación en suelos que contienen poblaciones abundantes y efectivas de rizobios nativos, en suelos ácidos las poblaciones pueden ser pequeñas, o abundantes pero poco efectivas. Por lo tanto pueden observarse incrementos en producción de muchas leguminosas como respuesta a la inoculación con cepas seleccionadas, aun cuando las leguminosas son nativas del área donde se está sembrando. Date (1977) recomendó un experimento sencillo con tres tratamientos (sin inocular, inoculado, y fertilizado con N) para evaluar respuestas a la inoculación en el campo.

En muchos de los países donde se están seleccionando leguminosas como parte de la RIEPT, se están inoculando

cultivos tales como soya, frijol, lupinus y en algunos casos alfalfa y trébol, con rizobios. Sin embargo, aunque muchos agricultores están enterados de que los inoculantes pueden incrementar la producción, no pueden obtenerlos y no reciben información sobre su uso. Ensayos para demostrar la efectividad de la inoculación, el mejoramiento de la distribución de inoculantes y la asistencia técnica, deben hacer parte del proceso de adopción de nuevas leguminosas. En vista de estas consideraciones, se han desarrollado métodos para la evaluación de los efectos de la inoculación sobre tasas de crecimiento y producción de N de algunas leguminosas forrajeras en el invernadero y en el campo. Se están usando y modificando estos métodos en la red de evaluación de la simbiosis leguminosa-rizobio.

En este artículo se presenta un ejemplo de los métodos que se han desarrollado, usando Arachis pintoi, una leguminosa nativa del centro y costa del Brasil.

MATERIALES Y METODOS

1. Preselección de cepas de Bradyrhizobium en Arachis pintoi usando cilindros con suelo no disturbado de Carimaqua.

Una evaluación de este método fue descrita por Sylvester-Bradley et al. (1983), y otra por Tang y Sylvester-Bradley (1986). Detalles adicionales se dan en inglés y español en el manual de métodos disponible en el CIAT (CIAT, 1988) y también se describen a continuación.

Se cortaron con una sierra tubos de PVC con un diámetro de 4 pulgadas, comunmente usados en Colombia para desagües, en 165

pedazos de 25 cm de largo. Se afilaron en la parte interna en un extremo con un esmeril. De madera corazón se hicieron grandes mazos que se usaron para introducir el extremo afilado de los tubos en el suelo hasta aproximadamente 2 cm del borde superior. Se introdujeron los cilindros en sabana no disturbada en Carimagua (Meta, Colombia, 150 m.s.n.m., 4.37°N, 71.19°O, 2200 mm de precipitación anual, que cae entre Abril y Octubre, y temperatura media de 28°C).

Los cilindros se sacaron con una pala y se transportaron a CIAT en cajas de madera (conteniendo cada una no más de 20 cilindros para facilitar su manipulación). El suelo en los cilindros permaneció casi sin disturbar durante el proceso y sólo una pequeña proporción de los cilindros se dañó al introducirlos en el suelo por golpes suaves. No se perdió suelo del fondo de los cilindros; esto ocurre solamente con suelo muy arenoso. Los cilindros sólo pueden enterrarse durante la estación lluviosa.

Se disturbaron los primeros 2 cm del suelo en cada cilindro para sacar las raíces de la vegetación nativa, se pesaron y numeraron. Se tomó el suelo de 5 cilindros el mismo día para determinar su contenido de humedad.

Antes del día de la siembra de los cilindros, los cuales pesaban aproximadamente 4 kg cada uno, se dividieron en 5 bloques, cada bloque constituido por cilindros de peso similar. El rango de peso dentro de un bloque no fue mayor de 100 gramos. Los cilindros se colocaron sobre platos plásticos para evitar contaminación con agua en la superficie de la mesa. Se calculó el peso requerido de los cilindros para el peso promedio de cada bloque, con 18% de humedad en el suelo con

base a peso húmedo, usando el peso del suelo seco y dividiendo por la proporción del peso seco requerido (0.82 en este caso).

Los cilindros fueron fertilizados antes de la siembra con 50 P, 128 Ca, 30 K, 60 S, 40 Mg, 5 Zn, 1 Cu, 0.5 B y 0.4 Mo (kg/ha), aplicando $180 \text{ Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 141 CaCO_3 , $59 \text{ K}_2\text{SO}_4$, 34 de flor de azufre, 59 MgO , $19.4 \text{ ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 2.22 CuSO_4 , $3.8 \text{ Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ y $0.89 \text{ Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (mg/cilindro), calculado con base en el área superficial del cilindro (88.3 cm^2). No se usaron fuentes cloradas, puesto que en ensayos anteriores se mostraron tóxicas. Los compuestos insolubles (CaCO_3 , flor de azufre, y MgO) se adicionaron mezclándolos con suelo tamizado (peso total 5g/cilindro) y espolvoreando la mezcla sobre la superficie. Los otros nutrientes fueron añadidos en solución.

Treinta aislamientos rizobiales cultivados en platos de Petri en LMA 5.5 (10g manitol, $0.5\text{g K}_2\text{HPO}_4$, $0.1\text{g MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.2g NaCl , $0.01\text{g FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 0.2g CaCl_2 , 100ml de agua de levadura (sobrenadante de 100g de levadura para panadería seca/1 de agua, cocida al vapor y centrifugada), 20g de Bacto Agar Difco y 5ml de solución de púrpura de bromocresol al 0.5% en 0.016N NaOH, todo en 1000ml de agua; el pH se ajustó a 5.5 después de esterilizar en autoclave). Los inoculantes a base de turba se hicieron suspendiendo los rizobios en 10 ml de caldo LM y añadiendo 20 g de turba procedente de la finca La Selva, cerca de Rio Negro, Medellín, la cual se había secado al sol, molido y pasado a través de un tamiz de malla 100. Los inoculantes se guardaron refrigerados en bolsas pequeñas de polietileno delgado hasta el día de la siembra.

Se sembraron semillas de Arachis pintoi pregerminadas por imbibición en agua e incubando en cajas de Petri con agar en agua. Únicamente se sembraron semillas no contaminadas. Se

marcaron 160 cilindros con los números de los tratamientos y los bloques (30 cepas, testigos sin inocular y fertilizado con N). Se hicieron 4 huecos pequeños de aproximadamente 0.5 cm de profundidad en la superficie de cada cilindro. En cada hueco se colocó una pequeña cantidad (aprox. 0.1g) del inoculante a ser probado y encima se colocó una semilla pregerminada cubriéndola con un poco de suelo. Se evitó la contaminación entre cilindros usando técnicas asépticas.

Durante la primera semana se regó frecuentemente la superficie del suelo (2 veces al día) para evitar el secamiento. Cuando las plantas alcanzaron una altura de aproximadamente 2 cm se ralearon dejando 2 plantas/cilindro y se colocó en el centro del cilindro un tubo plástico abierto en los extremos de 15 cm de largo y 1 pulgada de diámetro, cubriendo el extremo superior con una tapa de aluminio. El resto de la superficie se cubrió con 65 g de arena parafinada¹ (Vincent, 1975), lo cual evita contaminación entre cilindros, crecimiento de algas, y reduce la temperatura del suelo.

El peso de los cilindros fue ajustado añadiendo agua deionizada cada semana a través del tubo teniendo en cuenta el peso del suelo usado para la fertilización, la arena y el tubo de irrigación.

Dos semanas después de la siembra y cada 2 semanas se añadió 58 mg urea/cilindro a través del tubo de irrigación a

¹/ Fundir 4 g de parafina sólida sometiéndola a 90°C y agregarla a 1 kg de arena caliente (90°C) agitando bien. Esterilizar 2 h a 160°C.

los testigos fertilizados con N. Después de 6 semanas se hizo una fertilización adicional a todos los cilindros con 180 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ y 59 K_2SO_4 (mg/cilindro). Estas tasas de fertilización altas en comparación con las tasas aplicadas/ha en el campo son necesarias en los cilindros para prevenir deficiencias de nutrientes, causadas probablemente por restricción de las raíces en los cilindros.

Diez semanas después de la siembra se cortó la parte aérea, se secó y se analizó porcentaje de N. El suelo con las raíces se dejó secar un poco y golpeando los cilindros con un mazo de madera se flojó el suelo. Se sacaron las raíces y se almacenaron en bolsas plásticas en el congelador hasta que se contaron los nódulos.

Se evaluaron algunas cepas adicionales en otros ensayos descritos en el catálogo de cepas evaluadas (CIAT, 1986).

Para análisis estadístico se excluyeron los datos de los testigos fertilizados con N, puesto que el rendimiento de N fue muy alto, causando un sesgo en el análisis de respuesta a la inoculación.

2. Evaluación de respuestas a la inoculación en el campo durante el establecimiento

Al final de la estación seca en Carimagua se quemó la vegetación de sabana y se hicieron surcos de 40 cm de ancho y 10 cm de profundidad, con 1.5 m entre surcos, usando dos escardillos con una pala entre ellos. Esto fué suficiente para cortar las raíces de la vegetación y dejar terrones de un tamaño adecuado para evitar excesiva erosión del suelo durante las lluvias.

Se establecieron 6 tratamientos (no inoculado, inoculado con cepas individuales Nos. CIAT 3810, 3806, 3101 y 2138, y una mezcla de las 4 cepas). Se sembraron semillas inoculadas o no inoculadas de Arachis pintoii en surcos (10 g semilla/surco) usando un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones. Se fertilizaron los surcos (4 de 10 m de largo por parcela) antes de la siembra con (g/surco de 10 m) 120 Ca, 22 P, 40 S, 33 K, 20 Mg, 5 Zn, 2 Cu, 1 B y 0.4 Mo.

Los inoculantes se prepararon como se describió anteriormente. En este experimento no se contó el número de rizobios/semilla, aunque generalmente los inoculantes para estos experimentos se hacen con turba estéril y se cuenta el número de rizobios por semilla usando el método de recuentos en cajas de Petri (CIAT, 1988).

Puesto que ya se sabía que A. pintoii requiere inoculación en Carimagua, no se incluyó un testigo fertilizado con N. En una situación desconocida, se incluye un tratamiento donde se aplica 20 kg N/ha 4 semanas después de la siembra y cada 2 semanas hasta el final del experimento.

En los tratamientos inoculados se pesó la semilla para cada parcela (40 g) y se inoculó separadamente con 2 g de inoculante por parcela (50 g de inoculante en base a turba por kg de semilla). Esto evita el inconveniente de separar las semillas para cada parcela después de la inoculación con base a peso o a volumen, ya que las semillas inoculadas pesan más y es necesario tener igual número de semillas por parcela en los tratamientos inoculados y no inoculados. El inoculante para cada parcela se mezcló con 1.3 ml de goma arábiga al 40%, y luego con la semilla, en un vaso desechable. Inmediatamente después se revistieron las semillas con aproximadamente 15 g de

roca fosfórica, rotando el vaso suavemente. Donde se hacen conteos del número de rizobios/semilla, se utiliza roca fosfórica, goma y vasos esterilizados, y se añade el número de semillas a ser usadas para el conteo a las semillas pesadas para cada parcela, antes de la inoculación.

Después de sembrar la semilla, fue compactada por pisoteo. Para evitar contaminación entre parcelas se usaron bolsas plásticas nuevas para cubrir los pies dentro de las parcelas, se lavaron con alcohol las manos y los implementos usados para sacar malezas. Se hicieron calles anchas (3 m), con zanjas para evitar inundación con agua de lluvia entre parcelas.

Después de 10, 12 y 14 semanas se cortaron 3 muestras de 2 metros de largo en diferentes sitios en cada parcela al nivel del suelo para evaluar la tasa de establecimiento en cada tratamiento. Se reunieron las 3 muestras de cada corte en cada parcela y se pesaron lo más pronto posible. Se secó una submuestra de 100 g a 60°C para determinar porcentaje de humedad. Se molieron las muestras para analizar porcentaje de N. Se evaluó nodulación en algunas plantas seleccionadas al azar.

RESULTADOS Y DISCUSION

Inoculación con las cepas más efectivas causó aumentos en rendimiento de N de Arachis pintoí de dos veces o más, comparando con el testigo sin inocular, en el invernadero y en el campo (Figuras 1 y 2). Esto ocurrió aunque se formaron nódulos abundantes de color interno rojo o blanco en los testigos sin inocular. En el ensayo de invernadero el número de nódulos formados por las diferentes cepas fue muy variable (Fig. 3) y no estuvo relacionado con la producción de nitrógeno (coeficiente de correlación de Pearson = -0.002, p = 0.978).

Todas las cepas usadas en el campo causaron respuestas marcadas. La cepa no. 3810 fue aislada de una parcela de A. pintoí no inoculada con 4 años de crecimiento en Carimagua, y el no. 3806 es un aislamiento de A. pintoí de una finca cercana (Guayabal). Sin embargo, otras cepas con una historia similar fueron eliminadas en ensayos de preselección en cilindros (ej. no. 3812 de A. pintoí en Carimagua). Esto indica que en el suelo de Carimagua habían cepas efectivas para A. pintoí, pero no dominaban la población, aún donde A. pintoí había crecido durante algún tiempo. Cepas internacionalmente recomendadas para la inoculación de A. hypogea (nos. 3823, 3824 y 3825 = TAL 169, USDA 3183 y Nitragin 8A 11T1, respectivamente) fueron relativamente inefectivas en el ensayo de preselección.

Dos de las cepas seleccionadas, 2138 y 3101 (la 3101 fue seleccionada en cilindros en un ensayo no descrito en este artículo) fueron aislados de Stylosanthes capitata en Goiás, Brasil, y Centrosema plumieri en la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia, respectivamente. Habían sido seleccionadas previamente como efectivas en sus huéspedes originales. Esto demuestra que A. pintoí podría considerarse como "promiscua"

puesto que nodula efectivamente con rizobios de otras leguminosas. Sin embargo, aunque nodula sin inoculación, la población de rizobios nativos en suelo de Carimagua no es suficientemente efectiva para que la planta alcance su producción potencial máxima.

Esto implica que debe aplicarse con precaución la creencia de que las leguminosas tropicales son promiscuas, y entonces responden menos a la inoculación. Como indica Date (1977), la necesidad de inocular no depende únicamente de la especificidad de la leguminosa, sino también de las condiciones del suelo.

Los resultados de selección de cepas reportadas aquí son un ejemplo de resultados similares obtenidos con otras leguminosas, especialmente Centrosema spp. y Pueraria phaseoloides. En algunos casos, Desmodium spp. y Stylosanthes capitata también han mostrado respuestas a inoculación en suelo de Carimagua. En el catálogo de cepas evaluadas (CIAT, 1986), se resumen resultados de ensayos con 35 ecotipos de leguminosas.

Los resultados demuestran que los métodos sencillos descritos aquí pueden ser usados para seleccionar cepas de rizobios que producen respuestas a inoculación en el campo, aunque exista una población de rizobios nativos en el suelo capaces de infectar la leguminosa. Bajo esas circunstancias, parece preferible usar suelo no estéril para seleccionar cepas, para así aumentar la probabilidad de seleccionar cepas competitivas.

Una crítica del método podría ser que se seleccionen cepas para sitios específicos. Ensayos en Carimagua han demostrado respuestas a inoculación con las mismas cepas en 3 sitios

diferentes (Sylvester-Bradley y Mosquera, 1985), y la cepa no. 2434, seleccionada para la inoculación de P. phaseoloides, fue efectiva en 5 sitios ampliamente separados en Colombia (resultados no publicados y CIAT, 1985). Sin embargo, para garantizar que se están seleccionando cepas con el rango más amplio de adaptación, y para identificar suelos donde las condiciones afectan la efectividad de diferentes combinaciones leguminosa-rizobio, es necesario probarlas en el mayor número posible de sitios. Tales experimentos también servirían para determinar diferencias en efectividad de poblaciones de rizobios nativos entre sitios.

Con esto en mente, se ha montado la red para la evaluación de la simbiosis leguminosa-rizobio, con el objetivo de apoyar agrónomos y microbiólogos trabajando en equipo para identificar combinaciones leguminosa-rizobio mas efectivas bajo condiciones locales. Se ha adoptado el enfoque de trabajo en equipo porque cuando se trabaja en forma independiente, es posible que los ensayos de inoculación en el campo fallen por falta de suficientes cuidados que garanticen una inoculación adecuada, o por no tener en cuenta la experiencia agronómica de la región, por ejemplo variedades adaptadas o niveles de fertilización adecuadas. Esto puede llevar a la conclusión errónea de que la inoculación no es necesaria o que es una tecnología muy compleja para usarse bajo condiciones locales.

En efecto, se están adoptando sin ningún problema tecnologías mucho más complejas que las que se necesitan para la inoculación, en los mismos países. El desarrollo de este programa de adiestramiento e investigación puede proveer la información necesaria para justificar y apoyar la adopción más amplia de inoculantes rizobiales en el trópico.

REFERENCIAS

- CIAT (1985). Informe Anual 1984, Programa de Pastos Tropicales, Documento de Trabajo No.5, 1985. p. 161.
- CIAT (1986). Catálogo de cepas de rizobios para leguminosas forrajeras tropicales. 4a. edición. Documento de Trabajo No. 13.
- CIAT (1988). Manual para la evaluación, selección y manejo agronómico de la simbiosis leguminosa-rizobio.
- Date, R. (1977). Inoculation of tropical forage legumes. In: Exploiting the legume-rhizobium symbiosis in tropical agriculture. Eds. J.M. Vincent, A.S. Whitney & J. Bose. Univ. of Hawaii, NIFTAL Project, Univ. Hawaii, Coll. Trop. Agric. Misc. Publ. 145: 294-311.
- Sylvester-Bradley, R., Ayarza, M.A., Méndez, J.E. and Moriones, R. (1983). Use of undisturbed soil cores for evaluation of rhizobium strains and methods for inoculation of tropical forage legumes in a Colombian Oxisol. Pl. Soil 74: 237-247.
- Sylvester-Bradley, R., and Mosquera, D. (1985). Nitrification and responses to rhizobium inoculation in tropical savanna as affected by land preparation. In: Nitrogen management in farming systems in the humid and subhumid tropics. Kang, B.T. and Van der Heide, J. (eds.). Institute for Soil Fertility (IB), 9750, R.A. Haren, The Netherlands, pp. 167-183.

- Tang, M. y Sylvester-Bradley, R. (1986). Selección de cepas de rhizobium para Centrosema pubescens en jarras de Leonard (arena) y dos suelos de Colombia. Pastos y Forrajes 9: 111-118.
- Vincent, J.M. (1975). Manual práctico de Rizobiología. Edit. Hemisferio Sur, Pasteur 743, Buenos Aires, Argentina. 200 pp.

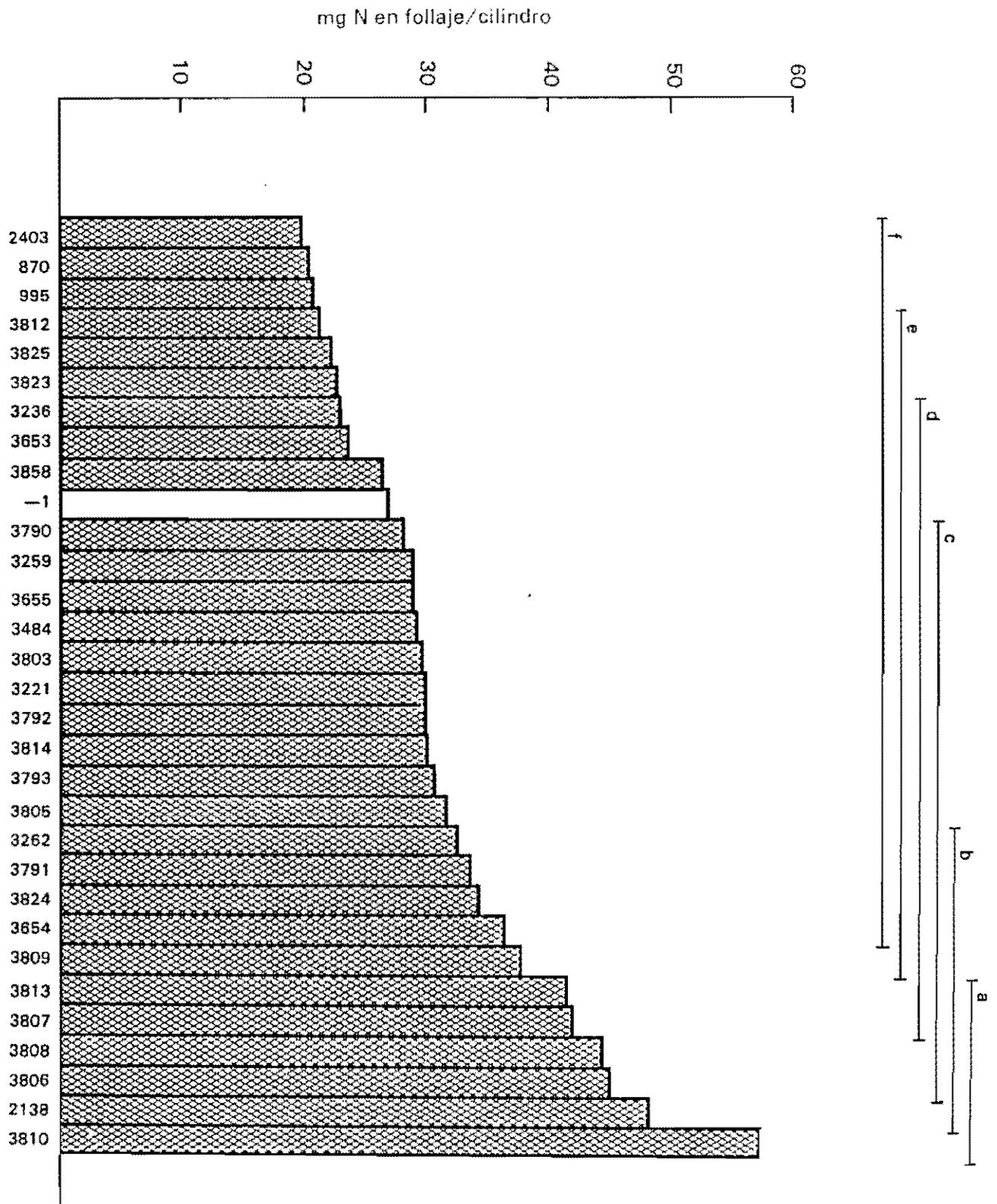
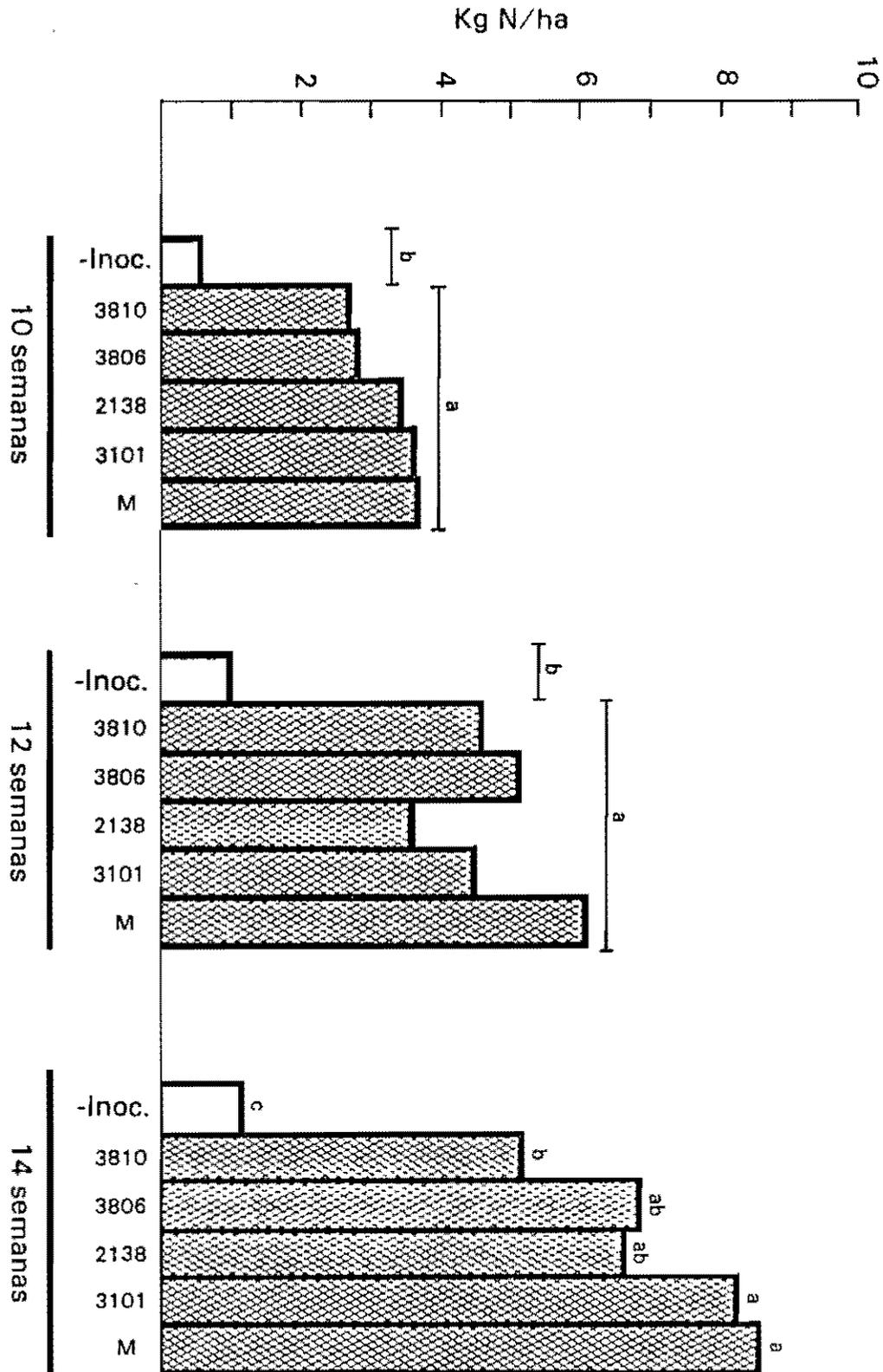


Fig. 1 N total en parte aérea/cilindro (2 plantas) de *Arachis pintoi* 17434 no inoculado (□) o inoculado con cepas de *Bradyrhizobium* (▨) (nos. CIAT) en cilindros con suelo de Carimagua.

Fig. 2 N total producido en 3 épocas durante el establecimiento de *Arachis pintoi* en Carimagua, no inoculado (□), inoculado con cepas individuales (nos. CIAT) o con una mezcla (M) (▨).



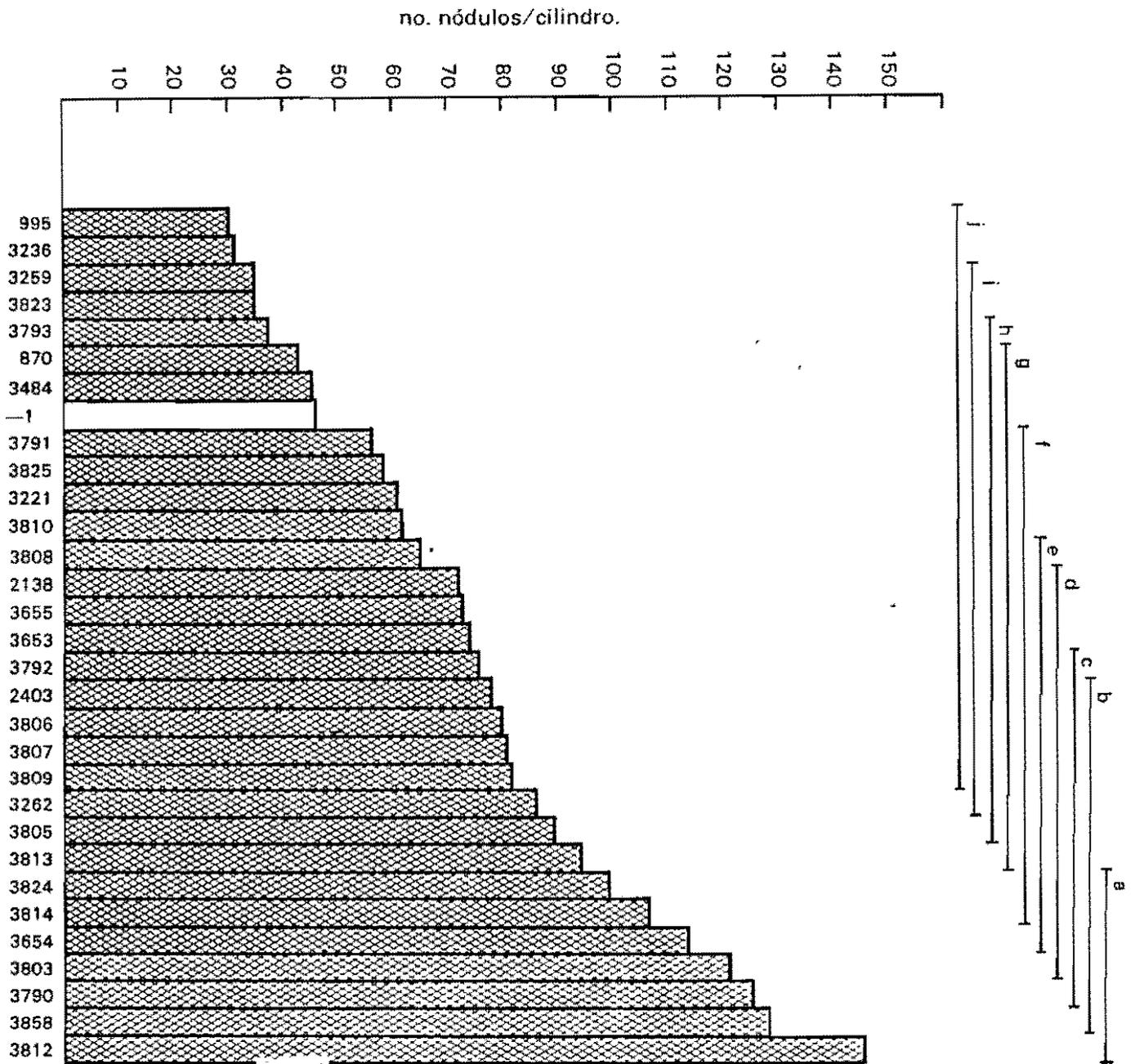


Fig. 3 No. de nódulos/cilindro de *Arachis pintoi* 17434 no inoculado (□) e inoculado con cepas de *Bradyrhizobium* (▨) (nos. CIAT) en cilindros con suelo no disturbado de Carimagua.

