

RESPUESTA DE LEGUMINOSAS TROPICALES A LA INOCULACIÓN CON RIZOBIO. II. *Pueraria phaseoloides* Y *Stylosanthes guianensis*

M. Tang, J. Menéndez, Magalys Gazó, A. Castañeda¹ y E.F. Pérez Hernández²

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Matanzas, Cuba**

¹ IPA "Ángel Montejo". Sancti Spíritus

² Filial Universitaria "José Martí". Sancti Spíritus

La respuesta de *Pueraria phaseoloides* CIAT-9900 y *Stylosanthes guianensis* CIAT-184 a la inoculación con diferentes cepas de *Bradyrhizobium* fue estudiada en condiciones directas de campo en un suelo Pardo Grisáceo. Se realizó la evaluación mediante la siembra de surcos de 18 m de longitud y se determinó el rendimiento de MS, el contenido de N en la parte foliar y la nodulación, así como el índice de respuesta al nitrógeno (IRN) y el índice de efectividad de la inoculación (IEI). Se empleó un diseño de bloques al azar con tres réplicas. *P. phaseoloides* presentó buena respuesta al ser inoculada con las cepas IH-1014 e IH-1040 y mostró diferencia significativa ($P<0,01$) e incrementos en el rendimiento de MS entre 16 y 42% con relación al control sin inocular y sin N y aumentos de 17-54% en el contenido de N. *Stylosanthes* produjo incrementos en el rendimiento de MS entre 35 y 57% y en el contenido de N en la parte foliar de 28-63% al ser inoculado con tres cepas. El IRN en la primera leguminosa fue de 36,7%, mientras que en *S. guianensis* fue de 41,5%. Esta última tuvo un mejor IEI. Se destacó la cepa IH-1015, con la cual debe ser inoculada esta planta; *P. phaseoloides* debe inocularse con la cepa IH-1014 para lograr incrementos en los rendimientos.

Palabras claves: *Bradyrhizobium*, inoculación, fijación de N, *Pueraria phaseoloides*, *Stylosanthes guianensis*

Pueraria phaseoloides CIAT-9900 and *Stylosanthes guianensis* CIAT-184 were inoculated with different *Bradyrhizobium* strains in order to study their response under field condition using a randomized block design and three replications. The experiment was conducted in a greyish brown soil and furrows of 18 m long. Dry matter yield, total N content, inoculation, N response index and inoculation effectiveness index were determined. *P. phaseoloides* had a suitable response after inoculation with IH-1014 and IH-1040 strains, significative differences ($P<0,01$), DM yield increments (16 and 42%) compared with the control as well as increments (17-54%) in N content. *Stylosanthes* had DM yield increments of 35 and 57% and increments (28-63%) in total N content after inoculation with three strains. N response index in *P. phaseoloides* was about 36,7% and about 41,5% in *S. guianensis* which had the best inoculation effectiveness index. IH-1015 was an outstanding strain and was recommended for *S. guianensis* inoculation. *P. phaseoloides* should be inoculated with IH-1014 strain in order to obtain yield increments.

Additional index words: *Bradyrhizobium*, inoculation, N fixation, *Pueraria phaseoloides*, *Stylosanthes guianensis*

No todas las leguminosas responden de igual forma al ser inoculadas con diferentes cepas de rizobio. Esta respuesta puede llegar a ser desde parásito hasta una alta fijación del nitrógeno atmosférico y puede depender de muchos factores como la cepa, el huésped y la interacción establecida entre ellos, así como de diferentes factores físicos, nutricionales y biológicos.

En este trabajo se continúa el estudio de la respuesta de diferentes

leguminosas a la inoculación con varias cepas de rizobio en un suelo Pardo Grisáceo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron dos leguminosas: *Pueraria phaseoloides* CIAT-9900 y *Stylosanthes guianensis* CIAT-184, las cuales fueron inoculadas con las cepas de *Bradyrhizobium* que aparecen en la tabla 1.

Tabla 1. Cepas de rizobio inoculadas.

	Inoculada en		Sinónimo	Origen
	Pueraria	Stylosanthes		
IH-101		x	-	Cuba
IH-1014	x		CIAT-643	Colombia
IH-1015		x	CIAT-860, CB-1650	Brasil
IH-1018	x		CIAT-1670	México
IH-1021		x	CIAT-2138	Brasil
IH-1040	x		CIAT-3648	Colombia

La metodología empleada fue similar a la descrita por Tang, Menéndez, Gazó, Castañeda y Pérez Hernández (1992) y el ensayo se desarrolló en la mismo tipo de suelo.

RESULTADOS

P. phaseoloides mostró buena respuesta con dos de las tres cepas de rizobio probadas, lo cual puede apreciarse en la tabla 2. La cepa IH-1014 produjo un incremento de 42% en el rendimiento; mientras que en el contenido total de N el aumento fue de 54%, con diferencia significativa ($P < 0,01$) con respecto al tratamiento al que no se le aplicó N ni fue inoculado.

Además, la cepa IH-1040 produjo incrementos, pero en menor proporción que la primera, aunque superó significativamente al tratamiento sin N en el rendimiento y contenido total de N en la parte foliar de la planta. También presentó el mayor número de nódulos, caracterizados por ser de tamaño grande, predominantes en la raíz principal y de coloración interna roja (tabla 3).

La cepa más efectiva (IH-1014) presentó nódulos de tamaño mediano, predominante en la raíz principal y de coloración interna roja. También se observó una inhibición del número de nódulos con la aplicación de 150 kg de N/ha.

En la tabla 4 se observan los resultados obtenidos en *S. guianensis* CIAT-184, donde las tres cepas probadas produjeron incrementos en los rendimientos de MS. Solamente la cepa IH-1021 no mostró diferencia significativa en el contenido de N con relación al tratamiento sin inocular y sin aplicación de N. La cepa más destacada en esta leguminosa resultó la IH-1015, que mostró incrementos de 57 y 63% en el rendimiento de MS y contenido de N

respectivamente comparada con el control sin N.

En general la nodulación fue abundante en todos los casos, aunque con la cepa IH-1021 la localización de los nódulos estuvo regularmente en la raíz principal y en las secundarias, sus nódulos fueron más pequeños y sin un color interno predominante (tabla 5); mientras que el tratamiento sin inocular y sin N mostró buen número de nódulos pero estos se encontraban mayoritariamente en las raíces secundarias.

Tabla 2. Rendimiento de MS y contenido de N en *P. phaseoloides* CIAT-9900.

Cepa	Rendimiento (g/2 m de surco)	% de incremento	Contenido de N (mg/2 m de surco)	% de incremento
IH-1014	70,9 ^a	42	1 569 ^a	54
IH-1018	58,2 ^{bc}	16	1 192 ^{bc}	17
IH-1040	62,6 ^b	25	1 301 ^b	28
150 kg de N/ha	74,8 ^a	49	1 603 ^a	57
Sin N	49,9 ^c	0	1 015 ^c	0
ES ±	2,71**		76,4**	

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

** $P < 0,01$

Tabla 3. Nodulación en *P. phaseoloides* CIAT-9900.

Cepa	Abundancia	Tamaño	Nodulación en raíz principal	Color interno predominante
IH-1014	50-100	Mediano	Predominante	Rojo
IH-1018	50-100	Grande	Regular	Rojo
IH-1040	100	Grande	Predominante	Rojo
150 kg de N/ha	1-10	Grande	Predominante	Verde
Sin N	50-100	Grande	Regular	Verde

Tabla 4. Rendimiento de MS y contenido de N en *S. guianensis* CIAT-184.

Cepa	Rendimiento (g/2 m de surco)	% de incremento	Contenido de N (mg/2 m de surco)	% de incremento
IH-101	170,5 ^{ab}	57	3 392 ^{ab}	52
IH-1015	170,5 ^{ab}	57	3 639 ^a	63
IH-1021	146,4 ^b	35	2 862 ^{bc}	28
150 kg de N/ha	187,0 ^a	73	3 803 ^a	70
Sin N	108,0 ^c	0	2 225 ^c	0
ES ±	10,83**		212,0**	

a,b,c Superíndices no comunes difieren para $P < 0,05$ (Duncan, 1955)** $P < 0,01$ Tabla 5. Nodulación de *S. guianensis* CIAT-184.

Cepa	Abundancia	Tamaño	Nodulación en raíz principal	Color interno predominante
IH-101	>100	Grande	Predominante	Rojo
IH-1015	>100	Grande	Predominante	Rojo
IH-1021	50-100	Mediano	Regular	Ninguno
150 kg de N/ha	50-100	Grande	Predominante	Rojo
Sin N	>100	Mediano	Nula	Verde

Estas dos leguminosas mostraron buenos índices de respuesta al nitrógeno (IRN), con resultados para pueraria de 36,7% y para *stylosanthes* de 41,5% (tabla 6). No obstante, el índice de efectividad a la inoculación (IEI) fue medio para ambas especies; el mayor nivel de IEI se presentó en *S. guianensis*, con resultados que oscilaron entre 22,2 y 38,8%.

DISCUSIÓN

P. phaseoloides CIAT-9900 produjo buena respuesta a la inoculación con dos cepas (IH-1014 e IH-1040) de las tres probadas e incrementó el rendimiento de

MS y el contenido de N con relación al tratamiento sin inocular y sin N, mientras que con la cepa IH-1018 la respuesta no fue significativa.

Las cepas IH-1014 (CIAT-643) e IH-1040 (CIAT-3648), en estudios anteriores, mostraron buena efectividad en *P. phaseoloides* en suelos de Carimagua, Colombia, y fueron recomendadas para esta leguminosa después de realizar diferentes ensayos de invernadero y campo (CIAT, 1986); además, la cepa IH-1014 presentó buen comportamiento en un suelo Pardo sin Carbonatos de Camagüey, en nuestro país, no así la cepa IH-1040 (Tang, Menéndez, Ramírez y Guevara, 1990).

La cepa IH-1014 también se comportó bien en un suelo de fertilidad media en la costa de Chiapas, México (Aguirre, Valdés y Sylvester Bradley, 1990), por lo

que se perfila como una cepa de buen rango de adaptación para diferentes condiciones cuando se inocula en esta leguminosa.

Tabla 6. Índice de respuesta al nitrógeno (IRN) e índice de efectividad de la inoculación (IEI) en pueraria y stylosanthes.

	Cepa	IRN (%)	IEI (%)	
<i>P. phaseoloides</i>	-	36,7	-	
	IH-1014		35,3	\bar{X} = 24,8
	IH-1018		14,8	
	IH-1040		22,0	
<i>S. guianensis</i>	-	41,5	-	
	IH-101		34,4	\bar{X} = 31,8
	IH-1015		38,8	
	IH-1021		22,2	

También *P. phaseoloides* mostró respuesta significativa a la inoculación en diferentes suelos colombianos, con incrementos en el N total y el por ciento de N en las localidades de Pescador, Mondomo, Puerto López y Florencia, así como aumento del número de nódulos en Pescador y Puerto López (CIAT, 1988), aunque no ocurrió así en un suelo neutro y otro de mediana fertilidad de la costa de Chiapas, México (Aguirre y Valdés, 1990).

La nodulación en pueraria con las tres cepas fue siempre mayor de 50 nódulos/planta, aunque los más efectivos fueron los provenientes de la cepa IH-1014, que resultaron medianos, predominantes en la raíz principal y de coloración interna roja, similares a los encontrados por Cantarutti y Midlej (1990). Resultaron menos efectivos los nódulos grandes, localizados en ambas raíces (principal y secundarias) y de color interno verde y se observó una inhibición de la nodulación con la aplicación de nitrógeno.

S. guianensis CIAT-184 produjo incrementos en el rendimiento de MS y contenido de N al ser inoculado con las cepas IH-101 e IH-1015 (CIAT-860), sin diferencia significativa entre ellas y

superiores al tratamiento sin inocular y sin N. La cepa IH-1015 mostró una tendencia a incrementar más el contenido de N y ha sido recomendada en Australia para *S. guianensis*; además, ha presentado buena efectividad para esta especie en cilindros con suelo no disturbado en Cuba (Tang, Menéndez, Gazó, Castañeda y Pérez Hernández, 1991).

Date (1977) ha planteado que el stylosanthes muestra cierta especificidad en sus requerimientos de rizobio, lo cual también ha sido señalado por Tang (1986) y Tang y Menéndez (1987), quienes observaron que pocas cepas fueron efectivas en *S. guianensis*. También CIAT (1988 y 1989) informó que en esta leguminosa, solo 10 cepas de rizobio de 27 probadas, produjeron mayor cantidad de MS que el control no inoculado; la misma presentó incrementos en la nodulación en tres suelos colombianos, localizados en Jamundí, Quilichao y Pescador, pero no produjo una respuesta significativa en el N total y el por ciento de N, por lo cual resulta necesaria la obtención de cepas capaces de producir una eficiente fijación simbiótica del N atmosférico en esta planta.

El índice de respuesta al nitrógeno (IRN) en *P. phaseoloides* fue de 36,7%, similar al informado por Cantarutti y Midlej (1990) en el estado de Bahía, Brasil, donde obtuvieron para esta leguminosa valores entre 27 y 39% en varias condiciones de suelo. Sin embargo, en estudios anteriores en tres suelos de Cuba, la respuesta de esta planta fue mayor, con valores de IRN que oscilaron entre 53 y 62%. Igualmente en Carimagua, Colombia, mostró un valor de 57% (CIAT, 1986) y en la costa de Chiapas, México se logró una mayor producción de MS cuando se aplicó N, superando a los tratamientos inoculados con rizobio y a los no inoculados (Aguirre y Valdés, 1990), lo que señala a esta leguminosa como una planta de alta respuesta al N.

En *S. guianensis* el IRN fue de 41,5%, muy similar a los resultados obtenidos en dos suelos cubanos (Aluvial poco diferenciado y Pardo Grisáceo) con valores de 46 y 39% respectivamente (Tang *et al.*, 1990) y en Carimagua, Colombia, donde mostró un valor de 44,7% (CIAT, 1986). Esto no ocurrió así en un suelo Pardo sin Carbonatos, donde el IRN fue mayor (62%) (Tang *et al.*, 1990). Valores algo inferiores fueron encontrados en el estado de Bahía, Brasil, donde en pasturas degradadas el IRN fue de 31% y en condiciones de bosques de 23%; mientras que el más bajo resultado fue hallado en pasturas de *Brachiaria humidicola* con 17%, lo cual muestra la variación que presenta esta especie en las distintas condiciones de suelo y en su interrelación con otras especies.

El índice de efectividad de la inoculación (IEI) se mostró variable en ambas leguminosas, con los mejores valores para *S. guianensis*, donde la mejor cepa fue la IH-1015 (38,8%). En *P. phaseoloides* la variación en el IEI entre cepas fue mayor, con un bajo índice en la cepa IH-1018; mientras que la IH-1014

produjo una mayor respuesta, lo cual indica que debe ser inoculada con esta última cepa en condiciones similares a las estudiadas, con el fin de incrementar los rendimientos, al igual que *S. guianensis* debe ser inoculado con la cepa IH-1015 o la IH-101.

REFERENCIAS

- AGUIRRE, J.F. & VALDÉS, MARÍA. 1990. Evaluación en el campo de necesidad de inoculación y producción de materia seca de tres leguminosas forrajeras tropicales en el suelo neutro de la Costa de Chiapas, México. En: La simbiosis leguminosa-rizobio. Actas de un taller sobre la evaluación, selección y manejo agronómico. CIAT-PNUD. (Sylvester Bradley, Rosemary & Kipe-Nolt, J., eds.). Documento de trabajo No. 64. II Parte, p. 148
- AGUIRRE, J.F.; VALDÉS, MARÍA & SYLVESTER BRADLEY, ROSEMARY. 1990. La evaluación de la simbiosis entre rizobios introducidos y nativos con cuatro leguminosas forrajeras tropicales en cilindros con suelo sin disturbar de la Costa de Chiapas, México. En: La simbiosis leguminosa-rizobio. Actas de un taller sobre evaluación, selección y manejo agronómico. CIAT-PNUD. (Sylvester Bradley, Rosemary & Kipe-Nolt, J., eds.). Documento de trabajo No. 64. II Parte, p. 158
- CANTARUTTI, R.B. & MIDDLEJ, STELA. 1990. Evaluación de la simbiosis leguminosa rizobio en suelo de pastura degradada y bosque en *Pueraria phaseoloides*, *Desmodium ovalifolium* y *Stylosanthes guianensis*. Estado de Bahía, Brasil. En: Actas de un taller sobre evaluación, selección y manejo agronómico. CIAT-PNUD. (Sylvester Bradley,

- Rosemary & Kipe-Nolt, J., eds.). Documento de trabajo No. 64, II Parte, p. 207
- CIAT. 1986. **Informe anual. Pastos tropicales. Documento de trabajo No. 24**
- CIAT. 1988. **Informe anual. Pastos tropicales. Documento de trabajo No. 59**
- CIAT. 1989. **Informe anual. Pastos tropicales. Documento de trabajo No. 69**
- DATE, R.A. 1977. Inoculation in tropical pasture legumes. In: Exploiting the Legume-*Rhizobium* symbiosis in tropical agriculture. Spec. Pub. 145 Coll. Trop. Agric. Univ. Hawai
- TANG, M. 1986. **Pastos y Forrajes**. 9:29
- TANG, M. & MENBNDEZ, J. 1987. **Pastos y Forrajes**. 10:116
- TANG, M.; MENÉNDEZ, J.; GAZÓ, MAGALYS; CASTAÑEDA, A. & PÉREZ HERNÁNDEZ, E.F. 1991. **Pastos y Forrajes**. 14:133
- TANG, M.; MENÉNDEZ, J.; GAZÓ, MAGALYS; CASTAÑEDA, A. & PÉREZ HERNÁNDEZ, E.F. 1992. **Pastos y Forrajes**. 15:233
- TANG, M.; MENÉNDEZ, J.; RAMÍREZ, F. & GUEVARA, R. 1990. **Pastos y Forrajes**. 13:265

Recibido el 10 de julio de 1992