

RESPUESTA DE LEGUMINOSAS TROPICALES A LA INOCULACIÓN CON RIZOBIO. I. *Centrosema pubescens* Y *Teramnus labialis*

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 "Angel Montejo", Sancti Spiritus

² Filial Universitaria "José Martí", Sancti Spiritus

Se estudió la respuesta de *Centrosema pubescens* CIAT-438 y *Teramnus labialis* Semilla Clara a la inoculación con diferentes cepas de *Bradyrhizobium*, en condiciones de campo en un suelo Pardo Grisáceo. Se sembraron surcos de 18 m de longitud y se determinó el rendimiento de MS, el contenido de N de la parte foliar y la nodulación, con un diseño de bloques al azar con tres réplicas. *C. pubescens* mostró buena respuesta a la inoculación con tres cepas de rizobio e incrementó de 38 a 91% el rendimiento de MS y de 50 a 94% el contenido de N con relación al control sin N y sin inocular. Su nodulación aumentó con la inoculación y fue abundante en las tres cepas, entre las que se destacó la cepa IH-1019 que mostró los mejores resultados. *T. labialis* presentó incrementos en el rendimiento de MS (32-67%) y el contenido de N (40-66%), pero la nodulación varió de acuerdo con la cepa inoculada tanto en abundancia como en tamaño, localización en la raíz principal y coloración interna. La cepa más destacada en rendimiento de MS, contenido de N y nodulación fue la IH-1014, que produjo notables aumentos en estos parámetros. Ambas leguminosas deben ser inoculadas con las mejores cepas obtenidas en este estudio bajo las mismas condiciones.

Palabras claves: *Bradyrhizobium*, inoculación, fijación de N, *Centrosema pubescens*, *Teramnus labialis*

A field experiment was conducted in a brown greyish soil in order to study the response of *Centrosema pubescens* CIAT-438 and *Teramnus labialis* cv. Semilla Clara to inoculation with different rhizobium strains. Rows of 18 m were sown and DM yield, leaf N content and nodulation were determined. A randomized block design with three replications was used. A suitable response of *C. pubescens* to inoculation with three rhizobium strains was observed. DM yield (from 38 to 91%) and N content (from 50 to 94%) were increased compared with the non inoculated control without nitrogen. Nodulation of *C. pubescens* increased after inoculation and was very abundant with the three strains but the best results were recorded in IH-1019 strain. Dry matter (32-67%) and N content (40-66%) increments were found in *T. labialis* but nodulation varied according to inoculated strain taking into consideration size or abundance of nodulation, localization in the main root and internal coloration. IH-1014 was found to be the most outstanding strain in DM yield, N content and nodulation and notable increments of these parameters were observed. Both legumes should be inoculated with the best strains resulting from this experiment under the same conditions.

Additional index words: *Bradyrhizobium*, inoculation, N fixation, *C. pubescens*, *T. labialis*

La respuesta de las leguminosas tropicales a la inoculación con rizobios puede ser variada y depende de la especificidad que presentan estas plantas y de la habilidad de las cepas introducidas y nativas existentes en el suelo para infectar y persistir, en un ambiente determinado (Date, 1977; Halliday, 1979; Tang, 1988). Además, otros factores físicos y nutricionales pueden influir en el éxito de este proceso de fijación simbiótica del N.

Es por ello que resulta necesario el estudio de la acción de las diferentes cepas de rizobio sobre las leguminosas, así como la selección de las más eficientes para las condiciones dadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló en un suelo Pardo Grisáceo (Academia de Ciencias de Cuba, 1979), localizado en el Instituto Politécnico de Agronomía (IPA) "Ángel Montejo" de Sancti Spíritus. Las características de este suelo se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Características del suelo Pardo Grisáceo.

Parámetro	Valor	Método
pH	6,7	Potenciometría
P ₂ O ₅	2,6 mg/100 g	Machiguin
K ₂ O	22,28 mg/100 g	Machiguin
Ca ⁺⁺	51,40 me/100 g	Maslova
Mg ⁺⁺	6,20 me/100 g	Maslova
K ⁺	0,46 me/100 g	Maslova

Se estudiaron dos leguminosas tropicales: *Centrosema pubescens* CIAT-438 y *Teramnus labialis* Semilla Clara, las cuales fueron sembradas en surcos de 18 m de longitud, utilizando el método de siembra a chorrillo. La densidad de siembra fue de 8 y 6 kg/ha para *Centrosema* y *Teramnus* respectivamente.

Cada leguminosa fue inoculada con tres cepas de *Bradyrhizobium* (tabla 2), que resultaron efectivas en estudios anteriores realizados en cilindros con suelo no disturbado (Tang, Menéndez, Gazó, Castañeda y Pérez Hernández, 1991). Se empleó inoculante en turba y se sembraron además dos controles: uno al que se le aplicó 150 kg de N/ha en forma fraccionada (30 kg de N/ha a las 2, 4, 6, 8 y 10 semanas después de la siembra) y otro al que no se la añadió N, ambos sin inocular.

Tabla 2. Cepas de rizobios inoculados.

Cepa	Inoculada en:		Sinónimo	Origen
	Centrosema	Teramnus		
IH-002		x		Cuba
IH-1010	x		CIAT-392	Colombia
IH-1014		x	CIAT-643	Colombia
IH-1018	x	x	CIAT-1670	México
IH-1019	x		CIAT-1780	Perú

Se empleó un diseño de bloques al azar con tres réplicas y se determinó el rendimiento de materia seca (MS), tomando dos submuestras de 2 m de longitud en cada surco al azar y cortando las plantas a nivel del suelo, así como el contenido de N total de la parte foliar a las 18 semanas de sembradas. También se realizó un estudio cualitativo de la nodulación para determinar la abundan-

cia, el tamaño, la localización en la raíz principal y el color interno predominante en los nódulos, según el manual de métodos de evaluación, selección y manejo agronómico (CIAT, 1988).

Se determinó el Índice de Respuesta al Nitrógeno (IRN) y el Índice de Efectividad de la Inoculación (IEI), mediante las formulas siguientes:

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

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

Donde:

(+N)= Tratamiento con N

(-N) y (-I)= Tratamiento sin inocular y sin N

(+I)= Tratamiento inoculado

RESULTADOS

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos en *C. pubescens* CIAT-438. Como se observa, las cepas IH-1010, IH-1018 e IH-1019 presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) con respecto al control sin N y sin inocular en el rendimiento de MS, con incrementos de 38, 52 y 91% respectivamente; las dos últimas superaron al control con 150 kg de N/ha, aunque sin diferencia significativa.

En el contenido de N en la parte foliar de la planta se encontró un efecto similar al del rendimiento de MS; todas las cepas y el tratamiento con N tuvieron valores superiores al control sin N y se destacó la cepa IH-1019 con un 94% de incremento.

En la tabla 4 se presentan las características cualitativas de la nodulación de esta leguminosa, donde se aprecia una abundante nodulación con

las cepas IH-1010 e IH-1018 y muy abundante en la cepa IH-1019. El tamaño varió, de acuerdo con la cepa, desde pequeño (IH-1019) hasta mediano (IH-1010) y grande (IH-1018).

La cepa mas efectiva (IH-1019) mostró sus nódulos predominantes en la raíz principal; mientras que en el resto de las cepas dicha nodulación fue regular, o sea, estuvieron presentes tanto en la raíz principal como en las raíces secundarias, con coloración interna predominante roja. La aplicación de N inhibió la producción de nódulos, pues aparecieron muy pocos, al igual que en el tratamiento no inoculado, con coloración interna negra.

En *T. labialis* Semilla Clara las diferentes cepas de *Bradyrhizobium* inoculadas tuvieron una acción efectiva, ya que incrementaron el contenido de N en más del 40% con respecto al tratamiento sin N y sin inocular, aunque la cepa IH-1018 no presentó diferencia significativa en el rendimiento de MS con

respecto a este último (tabla 5). La cepa más destacada fue la IH-1014, con 67 y 66% de incremento en el rendimiento de MS y el contenido de N respectivamente.

La nodulación en las cepas IH-002 e IH-1014 fue abundante (50-100) y muy abundante (>100) para la primera y segunda, con nódulos de tamaño grande, predominantes en la raíz principal y de color rojo; mientras que la cepa IH-1018 produjo nódulos de tamaño mediano y distribuidos en las raíces secundarias (localización en la raíz principal "nula"), algunos de color marrón y otros verdes

(tabla 6). La producción de nódulos en el tratamiento con N fue mediana (10-50); estos fueron de tamaño grande, predominantes en la raíz principal y de color negro.

En la tabla 7 se muestran los resultados del Índice de Respuesta al Nitrógeno (IRN) e índice de Efectividad de la Inoculación (IEI), donde se observa un alto por ciento de efectividad de las cepas inoculadas en Centrosema (entre 33,4 y 48,7%) y Teramnus (entre 28,7 y 40,1%).

Tabla 3. Rendimiento de MS y contenido de N en *C. pubescens* CIAT-438

Cepa	Rendimiento MS (g/2 m de surco)	% de incremento	Contenido de N (mg/2 m de surco)	% de incremento
IH-1010	63,4 ^b	38	1 530 ^a	50
IH-1018	69,9 ^{ab}	52	1 555 ^a	52
IH-1019	87,5 ^a	91	1 987 ^a	94
150 kg de N/ha	68,0 ^{ab}	48	1 595 ^a	56
Sin N	45,7 ^c	0	1 019 ^b	0
ES ±	6,57*		146,5*	

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

* P<0,05

Tabla 4. Nodulación en *C. pubescens* CIAT-438.

Cepa	Abundancia	Tamaño	Nodulación en raíz principal	Color interno predominante
IH-1010	50-100	Mediano	Regular	Rojo
IH-1018	50-100	Grande	Regular	Rojo
IH-1019	>100	Pequeño	Predominante	Rojo
150 kg de N/ha	1-10	Grande	Predominante	Negro
Sin N	1-10	Grande	Regular	Negro

Tabla 5. Rendimiento de MS y contenido de N en *T. labialis* Semilla Clara.

Cepa	Rendimiento MS (g/2 m de surco)	% de incremento	Contenido de N (mg/2 m de surco)	% de incremento
IH-002	65,0 ^a	49	1 315 ^a	49
IH-1014	72,9 ^a	67	1 470 ^a	66
IH-1018	57,8 ^{ab}	32	1 236 ^a	40
150 kg de N/ha	63,5 ^a	45	1 479 ^a	67
Sin N	43,6 ^b	0	881 ^b	0
ES ±	5,32*		98,2*	

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

* $P < 0,05$

Tabla 6. Nodulación en *T. labialis* Semilla Clara

Cepa	Abundancia	Tamaño	Nodulación en raíz principal	Color interno predominante
IH-002	50-100	Grande	Predominante	Rojo
IH-1014	>100	Grande	Predominante	Rojo
IH-1018	10-50	Mediano	Nula	Marrón y verde
150 kg de N/ha	10-50	Grande	Predominante	Negro
Sin N	>100	Mediano	Regular	Ninguno

Tabla 7. Índice de Respuesta al Nitrógeno (IRN) e Índice de Efectividad de la Inoculación en Centrosema y Teramnus.

Leguminosa	Cepa	IRN (%)	IEI (%)	
Centrosema pubescens	-	36,1	-	
CIAT-438	IH-1010		33,4	$\bar{x} = 38,9$
	IH-1018		34,5	
	IH-1019		48,7	
Teramnus labialis	-	40,4	-	
Semilla Clara	IH-002		33,0	
	IH-1014		40,1	$\bar{x} = 33,9$
	IH-1018		28,7	

DISCUSIÓN

C. pubescens CIAT-438 mostró una buena respuesta a la inoculación con las tres cepas de rizobio, aunque no en la misma magnitud con todas; se destacó la cepa IH-1019, con mayor rendimiento de MS y contenido de N en la parte foliar de la planta, la cual superó al tratamiento con 150 kg de N/ha. Estas cepas probadas resultaron también efectivas en un ensayo realizado anteriormente en cilindros con suelo no disturbado en esta planta (Tang *et al.*, 1991).

El Centrosema ha mostrado una respuesta variada en diferentes condiciones y es presentada por Date (1977) como una leguminosa de amplio rango de cepas de rizobio que la nodulan, pero esta nodulación a menudo no es efectiva. En estudios realizados por el CIAT (1989) en cilindros con suelo no disturbado en varias localidades, *C. pubescens* presentó respuesta significativa a la inoculación, con incrementos en el N total en tres localidades (Pescador, Puerto López y Florencia), el número de nódulos (en Jamundí, Pescador y Florencia) y el por ciento de N en cuatro lugares (Jamundí, Pescador, Puerto López y Florencia), lo que muestra los buenos resultados que se obtienen con la inoculación con rizobio en esta planta.

En otros trabajos realizados en Cuba se ha observado que esta leguminosa, en un suelo de Pinar del Río, no presentó una respuesta marcada al ser inoculada con tres cepas (CIAT-1670, 1780 y 49), aunque a las 33 semanas se notó una tendencia a incrementar el rendimiento de MS y el nitrógeno total (López, 1990).

Sin embargo, en un suelo Pardo sin Carbonatos de Camagüey mostró una respuesta efectiva con las cepas nativas del suelo (Tang, Menéndez, Ramírez y Guevara, 1990), al igual que en un suelo Vertisuelo de Bayamo (López, 1990a), por lo que es necesario verificar la respuesta de esta planta en las diferentes condiciones.

T. labialis Semilla Clara no presentó buen desarrollo en un suelo de Bayamo, Cuba, cuando no se inoculó (López, 1990a), pero ha mostrado buena respuesta al ser inoculada con cepas efectivas de rizobio, con incrementos significativos en el rendimiento de MS, contenido de N en la planta y número y peso de los nódulos (Tang, 1990; Tang, Menéndez, Cantillo y Gazó, 1988), por lo que parece existir necesidad de buscar cepas efectivas para esta planta en los diferentes lugares de explotación de la misma.

Los nódulos más efectivos en *Teramnus* fueron los de mayor tamaño, predominantes en la raíz principal y de coloración interna roja. Fueron más abundantes en las cepas IH-1014 e IH-002, que resultaron las más efectivas. La cepa IH-1018 presentó menos nódulos y de menor tamaño; además mostró sus nódulos en las raíces secundarias, por lo que estas características al parecer dependen de la cepa inoculada y su interacción con la planta. Esta última cepa también en *Centrosema* produjo nódulos localizados tanto en la raíz principal como en las secundarias, aunque fueron más numerosos y de mayor tamaño. La aplicación de 150 kg de N/ha produjo una disminución en el

número de nódulos en ambas especies, aunque en *Teramnus* esta acción fue menos marcada.

El IRN mostrado por *C. pubescens* fue de 36,1%, menor que en *T. labialis* (40,1%). Este menor valor presentado por *Centrosema* en relación con otras leguminosas, fue observado también en dos suelos (Aluvial poco diferenciado y Pardo Grisáceo) de Sancti Spiritus donde fueron estudiadas cuatro leguminosas (Tang, Menéndez, Castañeda y Tellez, 1990) y en otro suelo Ferralítico Rojo de Matanzas con tres leguminosas (Tang *et al.*, 1990), cuyos valores de IRN oscilaron entre 19 y 33%. No obstante, en otro suelo (Pardo sin Carbonatos) el valor de IRN para esta especie fue de 102%, evidentemente influido por una buena respuesta con las cepas nativas del suelo, y en Carimagua, Colombia, esta leguminosa mostró un índice mayor (67%) (CIAT, 1987), por lo que en condiciones favorables puede presentar una mejor respuesta al nitrógeno.

T. labialis ha manifestado un comportamiento más estable, ya que mostró un valor de 40,4% en el IRN, lo cual ha sido similar a estudios realizados anteriormente con esta planta, donde en tres suelos cubanos (Aluvial poco diferenciado, Pardo sin Carbonatos y Ferralítico Rojo) tuvo valores que oscilaron entre 38 y 49%.

El Índice de Efectividad de la Inoculación (IEI) en ambas leguminosas fue bueno, algo mayor en *C. pubescens*; se destacó la cepa IH-1019, aunque las tres cepas mostraron efectividad sobre esta planta. Algo similar ocurrió en *T. labialis*, por lo que todas las cepas

probadas pueden producir incrementos en el rendimiento de MS, el contenido de N en la planta y la nodulación, especialmente la cepa IH-1019 en *Centrosema* y la IH-1014 en *Teramnus*, que deben ser empleadas como inoculantes en estas condiciones.

REFERENCIAS

- ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA. 1979. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana
- CIAT. 1987. Informe anual. Pastos tropicales. Cali, Colombia
- CIAT. 1988. Simbiosis Leguminosa-Rizobio. Manual de métodos de evaluación, selección y manejo agronómico. Cali, Colombia
- CIAT. 1989. Informe anual. Pastos tropicales. Cali, Colombia
- 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. Hawaii
- HALLIDAY, J. 1979. Field responses by tropical pasture legumes to inoculation with Rhizobium. In: Pasture production in acid soils of tropics. (Ed. P.M. Sánchez & L.E. Tergas). CIAT, Colombia, p. 123
- LÓPEZ, MIRTA. 1990. Evaluación durante el establecimiento de *Centrosema pubescens* 438 en su respuesta a la inoculación en suelo de Pinar del Río, Cuba. En: La simbiosis leguminosa-rizobio. Actas de un taller sobre evaluación, selección y manejo agronómico CIAT-PNUD. II Parte. Documento de Trabajo No. 64, p. 185
- LÓPEZ, MIRTA. 1990a. Evaluación de la necesidad de inocular 28 leguminosas forrajeras en cilindros con suelo no disturbado de Bayamo, Cuba. En: La simbiosis leguminosa rizobio. Actas de un taller sobre evaluación, selección y

- manejo agronómico. CIAT-PNUD. II Parte. Documento de Trabajo No. 64, p.178
- TANG, M. 1988. Study of Rhizobium inoculation in tropical forage legumes in Cuba. Dissertation for Candidate Science Degree. Research Institute for Crop Production. Prague, Czechoslovakia
- TANG, M. 1990. Efecto de la nodulación en *Centrosema pubescens*, *Macroptilium atropurpureum* y *Teramnus labialis* en cilindros con suelo Ferralítico Rojo no disturbado. Estado de Matanzas, Cuba. En: La simbiosis leguminosa-rizobio. Actas de un taller sobre evaluación, selección y manejo agronómico. CIAT-PNUD. II Parte. Documento de Trabajo No. 64, p. 172
- TANG, M.; MENÉNDEZ, J.; CANTILTO, MADELEYNE & GAZÓ, MAGALYS. 1988. **Pastos y Forrajes**. 11:137
- TANG, M.; MENÉNDEZ, J.; CASTAÑEDA, A. & TELLEZ, D. 1990. **Pastos y Forrajes**. 13:21
- TANG, M.; MENÉNDEZ, J.; GAZÓ, MAGALYS, CASTAÑEDA, A. & PEREZ-HERNÁNDEZ. E.F. 1991. **Pastos y Forrajes**. 14:133
- TANG, M.; MENÉNDEZ, J.; RAMÍREZ, F. & GUEVARA, R. 1990. **Pastos y Forrajes**. 13:265

Recibido el 15 de septiembre de 1992