

Eficiencia simbiótica de rizobios nativos de Sancti Spíritus, Cuba, inoculados en *Centrosema molle*

Symbiotic efficiency of native rhizobia from Sancti Spíritus, Cuba, inoculated in Centrosema molle

C. J. Bécquer¹, Danielle Prévost², Carole Gauvin² y Annie Beadouin²

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes Sancti Spíritus

Apdo 2255. Zona Postal 1. C.P. 60100. Sancti Spíritus, Cuba

E-mail: pastosp@enet.cu

²Agriculture and Agri-Food Canada, Sainte-Foy Experimental Station, Québec, Canadá

RESUMEN

Se realizó un ensayo en invernadero, con el objetivo de determinar la eficiencia simbiótica de 39 cepas nativas de bradyrizobios procedentes de Sancti Spíritus. Los aislamientos se hicieron a partir de nódulos radicales de *Centrosema molle*, *Centrosema virginianum* y *Centrosema plumieri*, los cuales son macrosimbiontes provenientes de las zonas centro y sur de Sancti Spíritus. Las cepas obtenidas se inocularon en *C. molle*, leguminosa forrajera promisorio para la alimentación del ganado en el territorio. Los métodos de inoculación fueron estándares, acorde con lo recomendado en la literatura internacional. El diseño experimental fue de bloques al azar, con 41 tratamientos y tres réplicas. Se realizó análisis de varianza (ANOVA) y se evaluó el peso seco de la parte aérea de la planta, el peso seco radical, el índice de nodulación y el rendimiento de nitrógeno. Se concluye que existió una alta eficiencia simbiótica de las cepas nativas de la zona centro, al ser inoculadas en una leguminosa perteneciente a la misma zona; mientras que las de la zona sur fueron ineficientes en dicha leguminosa. Por otra parte, JK3 (*C. virginianum*), HG1 (*C. plumieri*) –ambas de la zona centro–, SP20 (*C. molle*, zona sur) y JJ2 (*C. virginianum*, zona centro) presentaron altos índices de eficiencia en la leguminosa evaluada, lo que las convierte en las más promisorias. Los altos índices de nodulación de JH4, JJ2, JJ7, JK6, JK1 y JK5 (*C. virginianum*) no implicaron una alta eficiencia simbiótica. Se recomienda una fase de selección en condiciones de campo, con diferentes macrosimbiontes y en condiciones edafoclimáticas estresantes.

Palabras clave: *Bradyrhizobium* sp., *Centrosema* sp., inoculación

ABSTRACT

An essay was conducted in greenhouse, in order to determine the symbiotic efficiency of 39 native strains of bradyrhizobia from Sancti Spíritus. The isolations were made from root nodules of *Centrosema molle*, *Centrosema virginianum* and *Centrosema plumieri*, which are macrosymbionts from the central and southern areas of Sancti Spíritus. The obtained strains were inoculated in *C. molle*, promising forage legume for livestock feeding in the territory. The inoculation methods were standard, according to the recommendations in the international literature. A randomized block experimental design was used, with 41 treatments and three replications. Variance analysis (ANOVA) was made and the dry weight of the aerial part of the plant, root dry weight, nodulation index and nitrogen yield were evaluated. It is concluded that there was high symbiotic efficiency of the native strains from the central area, by being inoculated in a legume from the same zone; while the ones from the southern area were inefficient in such legume. On the other hand, the strains JK3 (*C. virginianum*), HG1 (*C. plumieri*) –both from the central area– and SP20 (*C. molle*, southern zone) and JJ2 (*C. virginianum*, central zone), showed high efficiency levels in the evaluated legume, which makes them the most promising ones. The high nodulation indexes of JH4, JJ2, JJ7, JK6, JK1 and JK5 (*C. virginianum*) did not imply high symbiotic efficiency. A selection phase in the field is recommended, with different macrosymbionts and under stressful soil and climate conditions.

Key words: *Bradyrhizobium* sp., *Centrosema* sp., inoculation

INTRODUCCIÓN

Centrosema pertenece a la subfamilia *Faboideae*, tribu *Phaseoleae*, y es un género neotropical que contiene especies muy importantes desde el punto de vista pratero y forrajero. Es nativo del sur de América tropical y abunda en los trópicos, donde constituye una leguminosa forrajera importante como fuente de proteína y minerales para los rumiantes (Lukiwati, 2007). Se afirma que puede fijar hasta 280 kg de N/ha/año en asociación con gramíneas (Sylvester-Bradley *et al.*, 1983).

En Queensland, Australia, *Centrosema molle* está considerada como una de las leguminosas forrajeras más utilizadas por el ganado vacuno, con altas ganancias de peso vivo (English *et al.*, 2009). Es moderadamente específica en la nodulación, por lo que se recomienda su inoculación. En Sancti Spiritus, Hernández *et al.* (1999) encontraron que *Centrosema* fue uno de los géneros de mayor frecuencia de aparición y más adaptados a las condiciones edafoclimáticas de la región. Olivera, Machado y Fung (2008) también hallaron este género ampliamente diseminado en tres provincias de la zona oriental de Cuba.

La fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico en *C. molle* fue estudiada con anterioridad en Cuba por Tang y Menéndez (1988) y Tang, Menéndez, Cantillo y Gazó (1988), quienes obtuvieron incrementos significativos en materia seca con la cepa CIAT-1670 de *Rhizobium* spp. También Tang, Rodríguez y Ávila (1994) determinaron que *C. molle* (IH-129, CIAT-482 y CIAT-5151) tuvo una respuesta positiva a la acción de los rizobios naturales del suelo. Este tipo de estudio requiere una continuación sobre la base del aislamiento de nuevas cepas de rizobios en diferentes ecosistemas. Por ello el objetivo de este trabajo fue evaluar –en condiciones de invernadero– la eficiencia simbiótica de *Bradyrhizobium* sp., procedente de

ecosistemas ganaderos de Sancti Spiritus. Las cepas se inocularon en *C. molle* y se seleccionaron las más sobresalientes con vistas a su evaluación futura en campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los aislamientos se realizaron a partir de nódulos radicales de *Centrosema plumieri*, *Centrosema virginianum* y *C. molle*, leguminosas naturalizadas en ecosistemas ganaderos de Sancti Spiritus. Las cepas obtenidas, después de ser ubicadas taxonómicamente como pertenecientes a *Bradyrhizobium* sp. (Bécquer, Prévost, Cloutier y Laguerre, 2002), se denominaron según el origen geográfico de sus macrosimbiontes (tabla 1).

Las cepas se conservaron en cuñas de medio sólido levadura-manitol a 4 °C (Vincent, 1970). Los inóculos se prepararon en erlenmeyers de 250 mL, que contenían 100 mL de medio sólido levadura-manitol, y estas fueron incubadas a 29-30 °C, de cinco a ocho días, en un agitador rotatorio (160 rpm) hasta alcanzar un título de 10⁶-10⁸ UFC/mL. Las semillas (*C. molle*) procedían de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Sancti Spiritus, Cuba. Estas se esterilizaron y escarificaron con H₂SO₄ (95 %) durante 20 minutos y se enjuagaron sucesivamente en agua destilada estéril. A continuación se sembraron de cuatro a cinco semillas por maceta. Al germinar, se ralearon hasta dejar dos plantas por maceta (cada maceta se consideró una réplica). Se utilizó como sustrato vermiculita estéril, embebida en solución Hoagland libre de nitrógeno (Prévost *et al.*, 1987).

Las plantas se inocularon en la fase de ruptura de los cotiledones con 10 mL de suspensión bacteriana, con un título de 10⁶-10⁸ UFC/mL. Para el crecimiento en invernadero fueron sometidas a un régimen de periodicidad luminosa de 16 horas luz (300 µE/m²/s), a 26 °C por el día y 22 °C por la

Tabla 1. Denominación de las cepas aisladas, identificación y zona geográfica de los macrosimbiontes naturales.

Macrosimbionte natural	Denominación de las cepas	Zona geográfica
<i>C. plumieri</i>	HA1, HA2, HA3, HG1, HG2, HG3, HG4	Zona centro, Sancti Spiritus
<i>C. virginianum</i>	JH1, JH2, JH3, JH4, JI1, JI2, JI3, JJ2, JJ3, JJ4, JJ5, JJ6, JJ7, JK1, JK2, JK3, JK4, JK5, JK6	Zona centro, Sancti Spiritus
<i>C. virginianum</i>	SP7, SP8, SP9, SP10, SP11	Zona sur, Sancti Spiritus
<i>C. molle</i>	SP12, SP13, SP14, SP19, SP20, SP21, SP22, SP23	Zona sur, Sancti Spiritus
<i>C. molle</i>	25B6	Australia

noche. La humedad relativa se ajustó a 75-85 %. A las tres semanas de la siembra, se le añadió al sustrato 30 mg/L de KNO_3 como fuente de N, para facilitar el establecimiento de la planta (Prévost *et al.*, 1987).

El diseño experimental fue de bloques al azar, con 41 tratamientos: 39 cepas nativas de *Centrosema* spp., un testigo (cepa de referencia: 25B6) y un control absoluto (tratamiento no inoculado), con tres réplicas. No se utilizó control fertilizado, ya que el experimento se realizó en condiciones estrictamente controladas; el único nitrógeno que recibieron las plantas provino de la fijación simbiótica realizada por las cepas inoculadas. Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para experimentos de inoculación (Somasegaran y Hoben, 1994) y las diferencias entre medias se determinaron por la dócima de comparación múltiple de Duncan (1955). Se evaluó el peso seco de la parte aérea de la planta (PSPAP) (g/maceta) y el peso seco de las raíces (PSR) (g/maceta), mediante el corte realizado a los 120 días (segundo corte), ya que en esta etapa las leguminosas forrajeras expresan mejor sus parámetros agrofisiológicos (Álvarez *et al.*, 1997). Las plantas se secaron a 80 °C durante 24 horas en un horno con circulación de aire.

El índice de nodulación (IN) se calculó de acuerdo con los indicadores que se muestran en la tabla 2 y se consideró alto cuando fue igual o mayor que 15 (Bordeleau, Antoun y Lachance, 1977).

Aunque Date (2010) y Date y Eagles (2010) consideraron el peso seco de toda la planta como referencia para la medición de la simbiosis legu-

minosa-rizobio, para el cálculo de la eficiencia simbiótica (ES) de las cepas se utilizó la metodología de Bordeleau *et al.* (1977). El criterio de valoración para determinar las más sobresalientes se basó en los tratamientos que presentaron una eficiencia simbiótica alta:

1. Cuando el PSPAP es menor que el resultado de la sustracción del error estándar de la media de todos los tratamientos, la cepa se consideró ineficiente (*i*) $PSPAP < x - ES$.
2. Cuando el PSPAP estuvo dentro del rango de la media de los tratamientos y el error estándar, la cepa se consideró moderadamente eficiente (*m*) $PSPAP = x \pm ES$.
3. Cuando el PSPAP fue superior a la suma de la media de todos los tratamientos y el error estándar, la cepa se consideró altamente eficiente (*h*) $PSPAP > x + ES$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Eficiencia simbiótica y peso seco de la parte aérea de la planta

En la evaluación realizada en el segundo corte se constató la variable eficiencia simbiótica de las cepas con respecto a los macrosimbiontes inoculados (tabla 3). Excepto JJ5 (*C. virginianum*, zona centro), SP7, SP8, SP9, SP11 (*C. virginianum*, zona sur), SP21 (*C. molle*) y el tratamiento no inoculado—que resultaron ineficientes—, el resto de las cepas (incluyendo la cepa de referencia 25B6) presentó una eficiencia moderada, o alta en el caso de JK3 (*C. virginianum*), HG1 (*C. plumieri*)—ambas de la zona centro— SP20 (*C. molle*, zona sur) y JJ2 (*C. virginianum*, zona centro). Solo JJ2 mostró una alta eficiencia, con una diferencia significativa ($p < 0,05$) en el PSPAP. La cepa de referencia 25B6 y cinco de la zona sur (SP23, SP19, SP13, SP12 y SP10), además de las de la zona centro (JH1, JH2, JH3, JI1, JI2, JI3, JJ4, JJ6, JJ7, JK5, JK6, HA1, HG3), a pesar de compartir superíndices comunes en el PSPAP con las cepas altamente eficientes no mostraron una alta eficiencia simbiótica. Se observó que las cepas de la zona centro, que fueron microsimbiontes en *C. virginianum* y *C. plumieri*, de forma general presentaron eficiencia moderada en *C. molle*; mientras que las de la zona sur, aisladas de *C. virginianum* y *C. molle*, fueron ineficientes en su mayoría.

En este sentido, Sprent (2001) afirmó que los microsimbiontes con igual origen geográfico que sus macrosimbiontes pueden presentar mayor efi-

Tabla 2. Indicadores para la determinación del IN.

Características del nódulo	Valor
Grosor (A)	
Grande	3
Mediano	2
Pequeño	1
Color (B)	
Rojo	3
Rosado	2
Blanco	1
Cantidad (C)	
Mucha	3
Poca	2
Ninguna	0

$$IN = A \times B \times C$$

ciencia simbiótica, debido probablemente a una coevolución leguminosa-rizobio. También Thrall, Burdon y Woods (2000) encontraron que la mayoría de los macrosimbiontes inoculados con rizobios de la misma especie mostraron mejores resultados productivos, aunque con una variación considerable. Estos conceptos son aplicables en este estudio, ya que Hernández *et al.* (1999) demostraron que *Centrosema* tiene la mayor frecuencia de aparición en la zona centro de la provincia de Sancti Spiritus.

Asimismo, es interesante que la mayor parte de las cepas de *C. virginianum* (zona centro) y *C. plumieri* (zona centro) fueran más eficientes en *C. molle* que sus propios microsimbiontes, por lo cual resulta evidente la mayor influencia del origen geográfico. Aunque la eficiencia simbiótica fue la base para la evaluación de las cepas inoculadas, no debe obviarse que algunas cepas en ambas leguminosas presentaron valores que compartieron superíndices comunes con los tratamientos altamente eficientes; sin embargo, estas no se consideraron sobresalientes por el bajo valor obtenido en la fórmula aplicada. Este hecho sugiere que el criterio del investigador debe prevalecer por encima de cualquier formulación prestablecida.

Aunque 25B6 (cepa de referencia) mostró una eficiencia moderada, las cepas nativas expresaron un potencial simbiótico aun mayor, a pesar de haberse comprobado la ineficiencia de algunas. Howieson *et al.* (2008) aseguraron que aun en los ecosistemas relativamente no disturbados prevalecen los rizobios con poca capacidad simbiótica, pero al mismo tiempo otros pueden ser altamente competitivos.

Peso seco radical

En la variable PSR predominaron los tratamientos con valores que no difirieron estadísticamente entre sí, aunque las cepas JK3 (*C. virginianum*, zona centro) y SP20 (*C. molle*, zona sur) fueron estadísticamente superiores ($p < 0,001$) a JH3, JH4, JJ3, JJ5, JK1, JK2, JK4, HA2, HA3, HG2, HG4, SP7, SP8, SP9, SP11, SP14, SP21, SP22, 25B6 y al control no inoculado (tabla 3). El resto compartió superíndices comunes con JK3 y SP20. Es importante destacar que las cepas que presentaron superioridad estadística en esta variable fueron consideradas como altamente eficientes en cuanto al PSPAP. Este resultado no es sorprendente, ya que se conoce que los rizobios pueden influir de forma positiva en el desarrollo de las plantas, no solo a través de la

fijación de nitrógeno, sino también de la producción de sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal, las cuales pueden actuar en las diferentes partes vegetales (Avis, Gravel, Antoun y Tweddell, 2008). Independientemente del efecto de la fijación de nitrógeno en la parte aérea de la planta, no se descarta que en esos tratamientos existiera una mayor absorción de nutrientes, fácilmente asimilables a través del sistema radical.

Índice de nodulación

El IN de JH4, JJ2, JJ7, JK1, JK5 y JK6 (*C. virginianum*, zona centro) fue alto (tabla 3). En el caso de JH4, JJ2, JJ7 y JK6, dicho índice fue estadísticamente superior ($p < 0,001$) al de la mayor parte de las cepas, especialmente las de la zona sur. En general, las cepas que mostraron valores inferiores para esta variable fueron las que resultaron ineficientes en el PSPAP. JJ2 presentó una alta eficiencia en dicha variable, así como un alto índice de nodulación. La cepa de referencia tuvo una eficiencia moderada en PSPAP y su IN fue bajo.

El alto IN de las cepas de la zona centro antes mencionadas no implica, necesariamente, una mayor eficiencia simbiótica ni valores altamente significativos en el PSPAP (por ejemplo: JH4, JJ7, JK1, JK5 y JK6). Esto pudiera estar relacionado con un desbalance del intercambio de nutrientes entre los simbiontes. También se podría considerar que la capacidad de infección radicular de los rizobios—expresada por los genes comunes *nod* (regulan la nodulación)— no siempre implica una alta capacidad simbiótica, lo que a su vez constituye la expresión de otros genes como los *nif* (codifican para la nitrogenasa) y los *fix* (regulan la fijación de nitrógeno atmosférico) (Martínez-Romero y Palacios, 1990).

Por otra parte, entre las señales que utilizan los rizobios en su “diálogo molecular” con la planta, los cuales desempeñan un papel importante en la formación de nódulos fijadores de N, se encuentran los exopolisacáridos (EPS), los LPS (lipopolisacáridos), así como las señales de *quorum sensing* (Frayse, Courdec y Poinot, 2003). Por tanto, si existen mutantes de rizobios ineficientes en la síntesis de estos compuestos, el resultado también sería una infección deficiente de la planta o una baja fijación de N. Los resultados sugieren que las diferencias en la interacción bioquímica de cada cepa con el macrosimbionte determinaron el tipo de respuesta en cada tratamiento.

Tabla 3. Eficiencia simbiótica de las cepas de las zonas centro y sur en *C. molle*.

Tratamiento-cepa	PSPAP, 2 ^{do} corte (g/maceta)	PSR, 2 ^{do} corte (g/maceta)	IN, 2 ^{do} corte
JH1	m 5,66 ^{abcde}	1,38 ^{abcdefghi}	12,00 ^{abcd}
JH2	m 6,34 ^{abcde}	1,55 ^{abcdefgh}	8,00 ^{bcdef}
JH3	m 6,32 ^{abcde}	1,13 ^{bcdefghi}	14,00 ^{abc}
JH4	m 7,61 ^{abcd}	1,60 ^{bcdef}	18,00 ^a
JI1	m 6,43 ^{abcde}	1,94 ^{abcd}	9,00 ^{bcdef}
JI2	m 5,30 ^{abcde}	1,62 ^{abcde}	8,00 ^{bcdef}
JI3	m 5,77 ^{abcde}	1,56 ^{abcdefgh}	12,00 ^{abcd}
JJ2	h 9,96 ^a	2,17 ^{abc}	18,00 ^a
JJ3	m 3,47 ^{def}	0,78 ^{defghi}	14,00 ^{abc}
JJ4	m 6,82 ^{abcde}	1,85 ^{abcd}	14,00 ^{abc}
JJ5	i 2,26 ^{ef}	0,97 ^{cdefghi}	8,00 ^{bcdef}
JJ6	m 4,88 ^{abcdef}	1,44 ^{abcdefgh}	12,00 ^{abcd}
JJ7	m 7,74 ^{abcd}	1,94 ^{abcd}	19,00 ^a
JK1	m 7,42 ^{abcd}	1,20 ^{bcdefghi}	15,00 ^{ab}
JK2	m 4,90 ^{abcdef}	1,17 ^{bcdefghi}	14,00 ^{abc}
JK3	h 8,82 ^{abc}	2,50 ^a	13,00 ^{abcd}
JK4	m 4,06 ^{cdef}	1,12 ^{bcdefghi}	13,00 ^{abcd}
JK5	m 6,29 ^{abcde}	1,26 ^{abcdefghi}	15,00 ^{ab}
JK6	m 6,48 ^{abcde}	1,56 ^{abcdefgh}	18,00 ^a
HA1	m 7,27 ^{abcde}	1,47 ^{abcdefgh}	8,00 ^{bcdef}
HA2	m 5,90 ^{abcde}	1,14 ^{bcdefghi}	9,30 ^{bcdef}
HA3	m 6,54 ^{abcde}	1,02 ^{bcdefghi}	10,00 ^{bcd}
HG1	h 9,68 ^{ab}	2,20 ^{abc}	10,00 ^{bcd}
HG2	m 6,67 ^{abcde}	1,19 ^{bcdefghi}	10,00 ^{bcd}
HG3	m 5,48 ^{abcde}	1,24 ^{abcdefghi}	10,00 ^{bcd}
HG4	m 5,38 ^{abcde}	0,92 ^{efghi}	6,70 ^{cdefg}
SP7	i 0,40 ^f	0,30 ^{ghi}	2,00 ^{fg}
SP8	i 0,28 ^f	0,29 ^{ghi}	2,30 ^{efg}
SP9	i 0,36 ^f	0,29 ^{ghi}	2,30 ^{efg}
SP10	m 7,70 ^{abcd}	1,38 ^{abcdefghi}	10,00 ^{bcd}
SP11	i 0,44 ^f	0,47 ^{efghi}	2,00 ^{fg}
SP12	m 5,51 ^{abcde}	1,68 ^{abcde}	8,00 ^{bcdef}
SP13	m 6,60 ^{abcde}	2,07 ^{abcd}	9,00 ^{bcdef}
SP14	m 4,20 ^{cdef}	1,16 ^{bcdefghi}	6,30 ^{defg}
SP19	m 7,27 ^{abcde}	1,55 ^{abcdefgh}	6,00 ^{defg}
SP20	h 8,02 ^{abcd}	2,30 ^a	7,00 ^{cdefg}
SP21	i 0,40 ^f	0,32 ^{fghi}	2,00 ^{fg}
SP22	m 3,57 ^{def}	1,01 ^{bcdefghi}	9,70 ^{bcde}
SP23	m 5,36 ^{abcde}	1,68 ^{abcde}	6,00 ^{defg}
NI	i 0,13 ^f	0,26 ^{hi}	0,00 ^g

Tabla 3 (Continuación)

Tratamiento-cepa	PSPAP, 2 ^{do} corte (g/maceta)	PSR, 2 ^{do} corte (g/maceta)	IN, 2 ^{do} corte
25B6	m 6,66 ^{abcde}	0,15 ⁱ	2,00 ^{fg}
ES±	2,48*	0,63***	3,66***

h: altamente eficiente, *m*: moderadamente eficiente, *i*: ineficiente, NI: tratamiento no inoculado.

Valores con superíndices no comunes difieren a $p < 0,05$ (Duncan, 1955).

* $p < 0,05$ *** $p < 0,001$

El hecho de que hubiera cepas de *C. plumieri* y *C. virginianum* (zona centro) que mostraran un efecto estadísticamente superior en las variables estudiadas, las coloca en un rango de selección mucho más riguroso. Además, demuestra la existencia de un alto potencial de fijación de nitrógeno, unido a una baja especificidad hacia el macrosimbionte.

Se concluye que la eficiencia simbiótica de las cepas de la zona centro de Sancti Spiritus fue alta o moderada cuando se inocularon en un macrosimbionte de la misma zona; mientras que las de la zona sur fueron ineficientes. Por otra parte, las cepas JK3 (*C. virginianum*), HG1 (*C. plumieri*) – ambas de la zona centro–, SP20 (*C. molle*, zona sur) y JJ2 (*C. virginianum*, zona centro) presentaron altos índices de eficiencia en la leguminosa evaluada, lo que las convierte en las más sobresalientes. Es de destacar que los altos índices de nodulación de JH4, JJ2, JJ7, JK6, JK1 y JK5 (*C. virginianum*), en todos los casos no se correspondieron con una alta eficiencia simbiótica. Se recomienda una fase de selección subsiguiente en condiciones de campo, con diferentes macrosimbiontes y en condiciones edafoclimáticas estresantes, típicas de ecosistemas ganaderos de Cuba.

AGRADECIMIENTOS

El autor principal agradece la ayuda del personal de la Estación Experimental de Sainte-Foy, Québec (Canadá), en especial a la Dra. Danielle Prévost y a su equipo de trabajo, por la realización de este y muchos otros experimentos, como parte de su tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Biológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, Orquídea *et al.* 1997. Base metodológica para la localización, colección y caracterización de leguminosas nativas y naturalizadas en las principales áreas ganaderas del país. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana. 15 p.

Avis, T.; Gravel, Valerie; Antoun, H. & Tweddell, R. 2008. Multifaceted beneficial effects of rhizosphere

microorganisms on plant health and productivity. *Soil Biology & Biochemistry*. 40: 1733

Bécquer, C.J.; Prévost, Danielle, Cloutier, J. & Laguerre, Gisele. 2002. Enfoque taxonómico de rizobios aislados de leguminosas forrajeras. *Rev. Biología*. 16:137.

Bordeleau, L.M.; Antoun, H. & Lachance, R.A. 1977. Effects des souches de *Rhizobium meliloti* et des coupes sucesives de la luzerne (*Medicago sativa*) sur la fixation symbiotique d'azote. *Can. J. Plant Sci.* 57:433.

Date, R.A. 2010. *Bradyrhizobium* effectiveness responses in *Stylosanthes hamata* and *S. seabrana*. *Tropical Grasslands*. 44:141.

Date, R.A. and Eagles, D.A. 2010. *Bradyrhizobium* strain effectiveness for *Stylosanthes macrocephala*. *Tropical Grasslands*. 44:158.

Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*. 11:1.

English, B.H. *et al.* 2009. Pasture-fed beef from tropical pasture systems. *Tropical Grasslands*. 43:253.

Frayse, N.; Courdec, F. & Poinot, V. 2003. Surface polysaccharide involvement in establishing the *Rhizobium*-legume symbiosis. *Eur. J. Biochem*. 270:1365.

Hernández, Neice *et al.* 1999. Leguminosas naturalizadas en las regiones ganaderas de Sancti-Spíritus. *Pastos y Forrajes*. 22:205.

Howieson, J.G. *et al.* 2008. Prospects for the future use of legumes. In: Nitrogen-fixing leguminous symbioses. (Eds. M.J Dilworth *et al.*). Springer Science+Business Media B.V. Cap. 12: 363.

Lukiwati, D.R. 2007. Dry matter production and digestibility improvement of *Centrosema pubescens* and *Pueraria phaseoloides* with rock phosphate fertilization and VAM inoculation. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 9:1.

Martínez-Romero, Esperanza & Palacios, R. 1990. The *Rhizobium* genoma. *Crit. Rev. Plant Sci*. 9:59.

Olivera, Yuseika; Machado, R. & Fung, Carmen. 2008. Colecta de leguminosas forrajeras en tres provincias orientales de Cuba. *Pastos y Forrajes*. 31:25.

Prévost, Danielle *et al.* 1987. Characteristics of rhizobia isolated from three legumes indigenous to the Canadian high arctic: *Astragalus alpinus*,

- Oxytropis maydelliana*, and *Oxytropis arctobia*. *Plant and Soil*. 98:313.
- Somasegaran, P. & Hoben, H.J. 1994. *Handbook for Rhizobia*. Springer-Verlag. New York. 450 p.
- Sprent, I.J. 2001. Nodulation in legumes. Royal Botanic Garden. Kew. 146 p.
- Tang, M. & Menéndez, J. 1988. Evaluación de cepas de *Rhizobium* en cilindros con suelo no perturbado en tres leguminosas tropicales. *Pastos y Forrajes*. 11: 37.
- Tang, M.; Menéndez, J.; Cantillo, Madeleyne & Gazó, Magalys. 1988. Respuesta de tres leguminosas tropicales a la inoculación en un suelo Ferralítico Rojo. *Pastos y Forrajes*. 11:137.
- Tang, M.; Rodríguez, O. & Ávila, Vivian. 1994. Efecto de las cepas nativas de rizobios sobre varias leguminosas tropicales. *Pastos y Forrajes*. 17:45.
- Thrall, P.H.; Burdon, J.J. & Woods, M.J. 2000. Variation in the effectiveness of symbiotic associations between native rhizobia and temperate Australian legumes: interactions within and between genera. *J. Appl. Ecol.* 37:52.
- Vincent, J.M. 1970. A manual for the practical study of root nodules bacteria. IBP Handbook No. 15. Blackwell Scientific Publications. Oxford and Edinburgh. 164 p.

Recibido el 12 de junio del 2012

Aceptado el 13 de junio del 2013

VI EDICIÓN DE LA CONFERENCIA CIENTÍFICA INTERNACIONAL SOBRE DESARROLLO AGROPECUARIO Y SOSTENIBILIDAD “AGROCENTRO’ 2014”



Estimados colegas:

La Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, su claustro y el comité organizador convocan a la VI Edición de la Conferencia Científica Internacional sobre Desarrollo Agropecuario y Sostenibilidad “AGROCENTRO’ 2014” a desarrollarse entre los días 9 al 11 de abril del mismo año; la cual propiciará un fructífero intercambio entre especialistas de las más diversas partes del mundo en temas de gran actualidad y trascendencia, que serán abordados con el mayor rigor científico-académico y con una visión de futuro que permita enfrentar de manera ventajosa las problemáticas del actual siglo.

AGROCENTRO estimulará el intercambio entre profesionales, científicos, técnicos, productores, empresarios, representantes gubernamentales, organismos internacionales y público en general, interesados en investigar y promover las temáticas y socializar resultados.

El Comité Organizador de AGROCENTRO les reitera la invitación a presentar sus contribuciones profesionales o prácticas, con la garantía de que alcanzaremos los objetivos comunes en un clima de amistad y solidaridad.

Queda de Ud. fraternalmente,
Dr. C. Luis Antonio Barranco Olivera
Presidente Comité Organizador
AGROCENTRO’ 2014

Para mayor información dirigirse a:

<http://agrocentro.uclv.edu.cu/>

Dirección: Carretera a Camajuani km 5, Santa Clara, Villa Clara. CP 54 830.

E-mail: agrocentro@uclv.edu.cu; yulygr@uclv.edu.cu

Fax: (53) (42) 281608

Teléfono: (53) (42) 281692