

Artículo científico**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CULTIVARES DE GANDUL (*CAJANUS CAJAN* (L.) MILLSP.**

Tomás Shagarodsky Scull, Marisel Ortega García, Odalys Llorente Osorio y Caridad Marrero Granado[†].

RESUMEN

La falta de caracterización y evaluación de recursos genéticos conservados *ex situ* ha sido una de las deficiencias encontradas en el informe de país sobre el manejo de los Recursos Fitogenéticos. El presente trabajo ha tenido como objetivo principal evaluar el comportamiento agronómico de cultivares de frijol gandul (*Cajanus cajan*) para proponer la variedad más competitiva. Es un cultivo que tolera altas condiciones de estrés, aspecto que le confiere valor para estudios de adaptabilidad frente al cambio climático. Para el estudio se utilizaron seis cultivares pertenecientes a la colección de frijol gandul del INIFAT, los que se sembraron en un suelo Ferralítico rojo y se caracterizaron atendiendo a los listados de descriptores internacionales. De todos los cultivares se colectaron nódulos de las raíces de los que se obtuvieron un total de 25 aislados bacterianos, de los que solo 10 correspondieron con el género *Rhizobium* sp. Mediante una selección por su capacidad de fijar nitrógeno en condiciones *in vitro*, solo tres mostraron una respuesta positiva, los que se corresponden con los colectados del cultivar 'Cándido' que a su vez mostró mayor potencial por su alto rendimiento del grano, pequeña talla en su arquitectura y ciclo de cosecha de 148 días.

Palabras clave: alternativas, colecciones, nódulos

Agromic behavior of pigeonpea cultivars (*Cajanus cajan* L.) Millsp.**ABSTRACT**

Find alternatives to food production and are in turn crops food and nutritional value is a necessity of the present moments. The INIFAT has collections of species with high value, among which is the gandul which is a legume with high nutritional value and multiple uses as may be used for human and animal feed. The work had as main objective evaluate the agronomic performance of cultivars of gandul beans to propose more competitive range. It is a culture that tolerates high stress conditions aspect that gives value to studies of adaptability to tropical conditions. For the study were used six cultivars belonging to the collection of gandul beans (*Cajanus cajan* L.) of the INIFAT in red Ferralitic soil, which were characterized and evaluated attending international descriptors listings. All cultivars collected nodules in the roots from which a total of 25, of which only 10 corresponded with the genus *Rhizobium* isolates. By a selection for their ability to fix nitrogen in conditions *in vitro*, only three showed a positive response, which correspond to the collected cultivate 'Cándido' which, in turn, showed the greatest potential for its high grain yield, small carving in its architecture and 148 days harvest cycle.

Msc. Tomás Shagarodsky Scull, Investigador Auxiliar del Departamento de Recursos Fitogenéticos y Semillas del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT). Calle 188 No. 38754 entre 397 y Linderos, Santiago de la Vegas, La Habana, Cuba. E- mail: genetica3@inifat.co.cu

Key words: alternatives, collections, nodules

INTRODUCCIÓN

Como parte de la estrategia de los Recursos Fitogenéticos en Cuba, el INIFAT enfatiza en el uso de especies infrautilizadas. Es por ello que incrementar la colección de cultivares de frijol gandul en el Banco de Germoplasma de esta institución constituye una premisa de trabajo de máxima importancia.

El gandul es una leguminosa que ocupa un importante lugar en la dieta de muchas personas en Asia, África y Sur América, tiene baja concentración de grasa, moderada cantidad de fibra, buena cantidad de proteína, almidones y un razonable balance de los minerales esenciales, también constituye una fuente rica en carbohidratos, minerales y vitaminas (Navarro *et al.*, 2014). Es una leguminosa con alto valor nutritivo, ya que puede utilizarse en alimentación de humanos y animales, utilizar las semillas enteras o en harina, como forraje y abono verde y sus ramas y retoños se utilizan como combustible (Bhattacharyya *et al.*, 2016).

Este cultivo aporta un contenido energético de 343 kcal por cada 100 gr de grano consumido y un contenido proteico promedio de 21,70 equivalente al contenido de proteína de otras legumbres (*USDA National Nutrient Database* (<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>)).

Es un arbusto perenne con hojas trifolioladas y racimos de flores numerosas, los frutos son legumbres oblongas, de hasta 13 cm de largo y hasta 1,7 cm de ancho, aunque generalmente son más pequeños, rectos o algo curvados, comprimidos, deprimidos entre las semillas, claramente puntiagudos, de color

pajizo y frecuentemente con rayas moradas, generalmente cubiertos de pelillos, con dos a nueve semillas (Navarro *et al.*, 2014). Puede alcanzar hasta 4 m de alto, con un tallo acostillado cuando la planta es joven que se describe como leñoso y rollizo. Es una planta con alta tolerancia a condiciones de calor y sequía, por lo que constituye una alternativa para enfrentar las condiciones del trópico fundamentalmente frente a los efectos provocados por el cambio climático y proponerlo como sustituto de otras leguminosas de grano con menor tolerancia (Castillo *et al.*, 2016).

Por esta razón este trabajo tuvo como objetivo principal evaluar el comportamiento agronómico de cultivares de frijol gandul, que permitan proponer variedades promisorias por sus características como alternativa de producción de alimentos en ambientes estresantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en dos periodos (verano e invierno) entre los años 2010 y 2018 en áreas de la sede central del INIFAT, ubicada a una altura sobre el nivel del mar de 82 m y en las coordenadas geográficas de 22°58.471' LN y 82°23.254' LW. Los experimentos aprovecharon la distribución natural de las precipitaciones y condiciones de temperatura adecuadas para los cultivos estudiados en la localidad de Santiago de las Vegas, La Habana y realizando aplicaciones con fertilización, protección fitosanitaria y riego en las fases críticas de los cultivos, atendiendo a un manejo agroecológico propuesto para la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar.

Se utilizaron seis cultivares conservados en la colección de frijol gandul (*Cajanus cajan* L.) del INIFAT, las que fueron caracterizadas y evaluadas atendiendo a los listados de descriptores internacionales propuesto por IBPGR (Bioversity International) (Alercia *et al.*, 2001). Se evaluaron los caracteres fenológicos, morfológicos y agronómicos: altura de planta (cm) en la fase de madurez de vainas, altura de planta a los 15 días de emergencia, número de vainas por planta, rendimiento por planta (g), longitud de la vaina (cm); ancho de la vaina (cm); masa de 100

granos (g); altura de primeras vainas (cm); días a floración, días a madurez de cosecha; índice de cosecha; tolerancia a enfermedades. Para el estudio en ambas etapas se utilizó un suelo Ferralítico rojo cuyas características físicas-químicas se describen en la Tabla 1. Todas las especies fueron evaluadas en una etapa posterior donde se incluyeron los cultivares promisorios detectados durante la etapa preliminar. El análisis general de los datos fue realizado con la versión del 2011 del paquete de programas Infostat 2011 (Balzarani *et al.*, 2011).

Tabla 1. Propiedades del suelo donde se evaluaron los cultivares.

Lote	%MO	PH	meq/100g					mg/ 100g	
			Ca	Mg	Na	K	CCB	P ₂ O ₅	K ₂ O
2	1,23	7,3	21,5	11,5	0,08	0,79	33,9	23,6	37,3
3	3,24	7,3	30,0	5,0	0,08	0,56	35,7	27,7	26,4

En los experimentos se determinó el potencial y la adaptabilidad de los cultivares utilizados para un período caracterizado por alta precipitaciones con acumulados de 377 mm entre agosto y septiembre del 2010 y 590 mm entre agosto y octubre del 2012 y altas temperaturas con máximas de 32,7 °C en septiembre del 2010 y 33,9 °C en septiembre del 2012. En estas se evaluó la precocidad a cosecha y el alto potencial del rendimiento de los cultivares.

Para el aislamiento se utilizaron raíces procedentes de cinco cultivares de frijol gandul de las que se colectaron los nódulos. Los mismos que se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 5 % y se lavaron dos veces con agua destilada estéril, se maceraron en un tubo de ensayo que

contenía agua destilada estéril con la ayuda de una varilla de vidrio. Del extracto obtenido se inoculó 5 mL sobre medio Levadura Manitol Agar (LMA) con Rojo Congo (Vincent, 1970) y se incubaron a 30 °C durante 72 horas. Las colonias obtenidas se purificaron mediante siembra por agotamiento sobre el mismo medio de cultivo y condiciones de incubación. A partir de esta siembra se seleccionaron las colonias crecidas que no absorbieron el Rojo Congo, con las que se continuó el estudio.

Además, se evaluó el crecimiento de los aislados en medio con Bromotimol azul para evaluar producción de ácidos o bases. Se valoró también la producción de 3-Ketolactosa en medio LLA (Levadura Lactosa Agar), al añadir 15 mL de reactivo de Benedict

sobre las colonias durante 10 minutos. Se determinó la presencia de *Agrobacterium*. sp mediante la formación de color amarillo.

A los siete cultivares en estudio se les evaluó el número de nódulos totales y efectivos por planta y además se cuantificaron los aislados obtenidos y los pertenecientes al género *Rhizobium*. A los aislados seleccionados se les evaluó de forma cualitativa su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, según la metodología propuesta por Elbeltagy *et al.* (2001) y citada por Pérez *et al.* (2014), que se basa en el crecimiento del microorganismo en un medio selectivo carente de nitrógeno. Se utilizó como medio de cultivo 5,0 mL de LMA semisólido (sin Extracto de Levadura y con 2,0 g/L de Agar Bacteriológico), en tubos de ensayo, el que se inoculó por punción. El crecimiento microbiano se midió a partir de la turbidez que presentó el medio de cultivo a los

cinco días de incubación y se consideró positiva la prueba al presentarse crecimiento durante tres inoculaciones consecutivas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 muestra las principales características de fenología y atributos agroproductivos de seis cultivares de frijol gandul durante la etapa de evaluación preliminar (2009-2012). Se observa que el cultivar 'Cándido' muestra mayor potencial de rendimiento de grano, con una talla pequeña, atributo que se considera deseable para facilitar la cosecha manual y mecanizada de este cultivo. Durante su primer año de producción se extendió su ciclo a cosecha hasta los 148 días, lo que lo ubica entre los de mayor precocidad. Este aspecto solamente lo supera el cv. 'Pancho', el que muestra menor potencial de rendimiento en la primera etapa, aunque se anticipa la cosecha 24 días.

Tabla 2. Características principales de los cultivares de la colección de Gandul durante la primera etapa estudio (evaluación preliminar) 2009-2012.

Variedad (color grano)	Rend.ha ⁻¹ (kg)	Altura planta (cm)	Número vainas/planta	Rend/planta (kg)	Peso 100 granos (kg)	Número de días a floración	Número días a Cosecha
Cándido (Pardo)	2418,81	104,75	143,4	65,31	10,04	117	148
P-2588 (Pardo)	1622,21	235,8	83	29,2	9,71	190	235
P-3036 b (Pardo)	1528,23	208,6	83	42,46	13,88	213	245
Rosa (Pardo)	1399,70	226,8	111,25	52,39	9,65	148	238
Pancho (Negro)	1003,27	101	28,83	27,09	11,01	93	124
P-3036a (Pardo)	649,63	188,4	85,4	17,54	12,61	184	215

Por otra parte, el cultivar 'Cándido' produce su floración media a los 117 días desde la siembra y el resto de los cultivares no evidencia esta etapa fenológica hasta más de 60 días después, solamente muestra tal precocidad el cultivar 'Pancho'. La ventaja del cultivar 'Cándido' está en su productividad y arquitectura, lo que permite manejarlo en períodos más cortos que el resto de los cultivares de gandul evaluados.

Este cultivo tiene la particularidad que es uno de los más resistentes a la sequía y se puede producir con una pluviometría anual de 250 mm a 375 mm, aunque es importante tener en cuenta que no resiste condiciones de encharcamiento en el suelo por un periodo superior a 48 horas, siendo sensible también al contenido de cloruro de sodio, con un

máximo de tolerancia de 0,05 mg por gramos de suelo (Blanco *et al.*, 2014).

En la Tabla 3 se muestran las diferencias significativas entre caracteres de mayor relevancia durante su evaluación posterior.

Durante la etapa experimental (2010-2012) se pudo determinar luego de dos cosechas que los rendimientos oscilaron entre 0,3 y 5 t.ha⁻¹ en el conjunto de los cultivares evaluados. Estas diferencias están dadas por la influencia que ejerce la fenología en cada uno de los cultivares estudiados. Sin embargo; luego de 200 días el cv. 'P-3630 a' obtuvo el mayor potencial de producción de grano (5,21 t.ha⁻¹) y el cv. 'Cándido' mostró un potencial de rendimiento superior a 2 t.ha⁻¹ en 175 días.

Tabla 3. Evaluación comparativa de cultivares de gandul durante el periodo del 2012-2013. (Altura: Altura de planta en momento de cosecha (cm); Nudos: no de nudos en el tallo principal; P100s: peso de 100 granos (g), RPL: Rendimiento por planta (g); VAPL: número de vainas en la primera y segunda cosecha; Masa: masa promedio de una planta sin raíz (g) base fresca a los 120 días. Medias por columna con letra común no son significativamente diferentes para ($p \leq 0,05$).

Cultivar	Altura	Sign	Nudos	Sign	P100s	Sign	RPL	Sign	VAPL	Sign	Masa	Sign
Rosa	228,33	A	50,60	AB	13,59	D	11,40	C	74,60	A	328,76	A
P-3630 a	220,83	AB	51,50	AB	17,51	C	95,36	A	87,5	A	296,70	AB
P-2588	214,17	AB	61,00	A	21,62	B	50,52	B	70,33	AB	215,66	BC
P-2588 Sept.	198,33	BC	50,83	AB			23,88	BC	27,00	C	176,89	C
P-3630 b	180,00	C	48,83	B	13,15	DE	13,72	C	34,20	BC	293,82	AB
Cándido Agost.	175,67	C	46,67	B	12,72	E	36,66	BC	72,83	AB	262,37	ABC
Cándido Sept.	97,50	D	31,17	C	10,84	F	11,24	C	27,50	C	58,60	D

En evaluaciones anteriores realizadas a los cultivares a los 185 días de su siembra se

observaron que presenta un alto potencial de producción de biomasa estimado entre 8,37 y

46,9 t.ha⁻¹ de base fresca. Los menores valores fueron de terminados en las siembras más tardías. En este aspecto marca la diferencia el cv. 'Cándido' con un total de 29 t y un crecimiento de 78 cm menos en la segunda etapa. Se aprecia además, que las siembras tardías provocan que se obtenga menor tamaño del grano y del número de nudos (reseñada en la tabla como 'Cándido' sept.).

Luego de varios años de evaluación de cultivares de frijol gandul se ha podido constatar que el cv. 'Cándido' logra alcanzar rendimientos potenciales de alrededor de 2 t.ha⁻¹ en un ciclo de 120 días. Sin embargo, otros cvs. como 'P-3036 a' y 'P-3036 b'

pueden alcanzar rendimientos similares, pero en ciclos medios más prolongados (150 días).

Como resultado se pudo clasificar los cultivares de gandul atendiendo a su ciclo a cosecha considerándose como tempranos precoces (ciclo de 90-150 días): 'Pancho' y 'Cándido'; semitardíos (151-220 días): 'P-2588' y 'P-3036 a' y tardíos (>220 días): 'Rosa', 'P-3036 b', 'P-3631' y 'P-2588'.

En la Tabla 4 se exponen los resultados obtenidos entre los años 2009-2012 en los diferentes indicadores evaluados, los que permiten corroborar los resultados obtenidos anteriormente.

Tabla 4. Comportamiento de los cultivares de gandul evaluados durante varios ciclos (2009-2012) Valores medios por cultivar.

Cultivares	Años	Rend/ha (kg)	Altura planta (cm)	Número vainas/planta	Rend/Planta (Kg)	Peso100 semillas (kg)	Número de días a Floración	Número Días a Cosecha
Cándido 1	2010	2418,81	104,75	143,4	65,31	10,04	117	148
	2012 -1	2036,85	175,67	72,8	36,66	12,75	111	134
	2012-2	624,63	97,50	27,5	11,24	10,84	108	124
P-2588	2010	1622,21	235,8	83	29,2	9,71	190	235
	2009	1777,00	238	175,15	127,4	26,9		217
	2012	2806,39	214,17	70,3	50,52	21,62	125	188
	2012-2	1326,76	198,33	27,0	23,88	21,30	123	165
P-3036 a	2010	649,63	188,4	85,4	17,54	12,61	184	215
	2012	5297,87	220,83	87,5	95,36	17,51	118	168
	2009	4250,00	330,00	339,55	305,90	24,10		217
P3036 b	2009	3140,00	341,00	56,15	225,88	19,5		218
	2010	1528,23	208,6	83,00	42,46	13,88	213	245
	2012	372,71	185,0	34,2	13,72	13,15	98	158
P-3631	2009	0,99	205	143	35,7	18,8		230
Pancho	2010	1003,27	101	28,83	27,09	11,01	93	124
Rosa	2010	1399,70	226,8	111,25	52,39	9,65	148	238
	2012	633,33	229,0	74,6	11,40	13,59	112	169
Promedio		1399,70	226,80	111,25	52,39	9,65	130,00	203,50

La Tabla 5 compara al cv 'Cándido' en diferentes fechas de siembras, lo que nos permite definir el efecto que ejerce el momento de la siembra en la adecuada expresión del cultivo. Los resultados ponen de manifiesto un buen comportamiento de las variedades estudiadas de frijol gandul durante el período lluvioso. No obstante, es importante

evaluar si los cultivares mostraron formación de nódulos en sus raíces por la importancia de esta asociación para el manejo de la fertilidad del cultivo (Bashan *et al.*, 2014). La presencia de cepas nativas de *Rhizobium* permitirá ver como incide la nodulación efectiva sobre los parámetros morfológicos, fisiológicos y del rendimiento del cultivo.

Tabla 5. Características del cultivar 'Cándido' en dos fechas de siembra como resultados de dos cosechas.

Variables	Cándido-1 (17/8/12)	Cándido-2 (26/8/12)
Días a Floración	111-114	108,00
Días a Fructificación	124,00	124,00
Maduración inicio	134,00	157,00
Altura (cm)	175,00	97,50
Número de nudos	46,60	31,16
Vaina/planta	72,80	27,50
Rendimiento/Planta	36,66	11,24
Biomasa (t.ha ⁻¹)	37,48	8,37
P100 s (g)	12,72	10,84
Rend. grano (kg.ha ⁻¹)	1293,50	847,08

En la Tabla 6 se cuantificaron el número de nódulos total y efectivos por planta de los cultivares estudiados, para que nos permita evaluar si la asociación es distintiva por cultivar o si se refleja para todos por igual. Todos los cultivares mostraron presencia de

nódulos en sus raíces, los cuales no fueron biofertilizados previamente. No obstante, se observó variabilidad en las plantas de la misma variedad y en el conteo de número de nódulos efectivos.

Tabla 6. Atributos de la nodulación en los cultivares de frijol gandul (Letras iguales no difieren significativamente entre sí).

Cultivar (color grano)	Número de nódulos/planta	Nódulos efectivos/planta
Cándido (Pardo)	11,0 a	6,0 a
P-2588 (Pardo)	6,0 d	1,0 d
P-3036 b (Pardo)	6,0 d	2,0 c
Rosa (Pardo)	4,0 e	2,0 c
Pancho (Negro)	9,0 b	3,0 b
P-3036 a (Pardo)	7,0 c	2,0 c

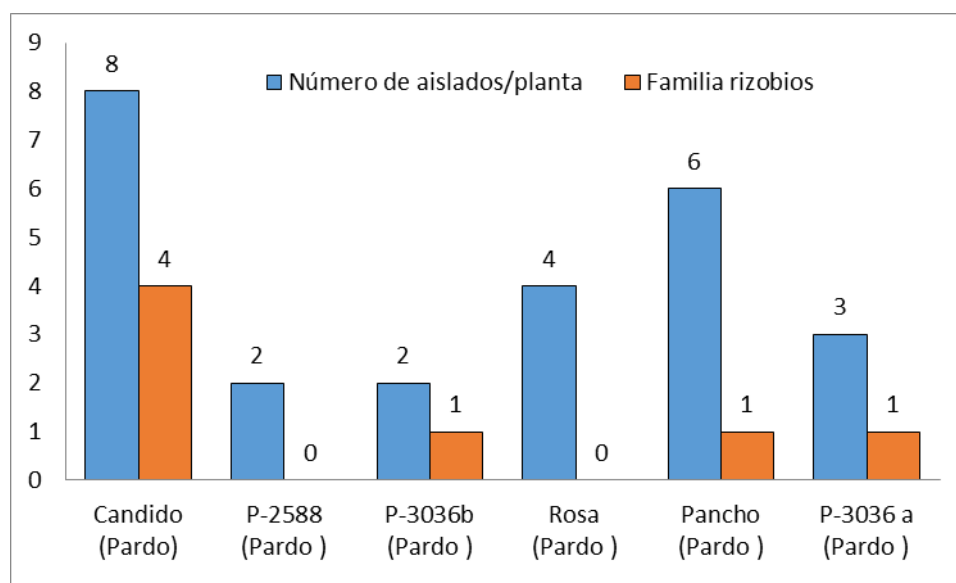


Figura. 1 Cantidad de aislados purificados por planta y de ellos número que pertenecen a la familia rizobios

Como parte de los resultados (Figura 1), se logró obtener un total de 25 aislados en las raíces de siete cultivares estudiados, de ellos se correspondieron con la familia de rizobios solamente seis. A estos seis aislados se les evaluó la capacidad de fijar nitrógeno mediante el método de crecimiento en un medio selectivo semisólido carente de nitrógeno (Berrada y Fikri-Benbrahim, 2014). Solamente tres aislados mostraron una respuesta positiva que se corresponden con los recolectados en la variedad Cándido. Los mismos presentaron crecimiento a los cinco días de incubación. Este aspecto constituye una prueba presuntiva de la capacidad de los microorganismos para fijar nitrógeno, aspecto que se debe ratificar mediante otras técnicas y la medición de la actividad nitrogenasa atendiendo a la capacidad de reducción del acetileno de las cepas (Duca *et al.*, 2014).

CONCLUSIONES

- El cultivar 'Cándido' se destaca por su alto rendimiento del grano, pequeña talla

en su arquitectura y un ciclo de cosecha de 148 días lo que lo ubica entre los de mayor precocidad.

- Se logró identificar tres aislados capaces de fijar nitrógeno en condiciones *in vitro* obtenidos a partir de seis aislados pertenecientes a la familia de *Rhizobium* asociados a cultivares de frijol gandul.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alercia, A.; Diulgheroff, S. y Metz, T. (2001). Lista de descriptores de pasaporte para cultivos múltiples desarrollada por la FAO y el IPGRI. Food and Agriculture Organization of the United Nations; International Plant Genetic Resources Institute, 5 p. <https://hdl.handle.net/10568/74494>.
- Balzarini, M.; Di Rienzo, J.; Tablada, M.; González, L.; Robledo, W.; Bruno, C.; Córdoba, M.; Casanoves, F. (2011). Principios de Bioestadística. Aplicaciones con InfoStat (Ed Grupo de Editores, Córdoba, Argentina. pp 398. ISBN 987-591-251-4.) <https://www.researchgate.net>

net/publication/283491258

[Introducción a la bioestadística](#)

_Aplicaciones con InfoStat en Agronomía

Bashan, Y.; de-Bashan, L.E.; Prabhu, S.R. y Hernández, J.P. (2014). Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998-2013). Países Bajos. *Plant Soil*, 378 (1-2):1-33.

Berrada, H. y Fikri-Benbrahim, K. (2014). Taxonomy of the rhizobia: current perspectives. *British Microbiology Research Journal*, 4 (6): 616-639. doi: 10.12691/jpbpc-4-1-1.

Bhattacharyya, P.N., M.P. Goswami y Bhattacharyya, L.H. (2016). Perspective of beneficial microbes in agriculture under changing climatic scenario: A review. *Journal of Phytology*, 8: 26-41.

Blanco, Y.; Tamayo, Y. y Arjona, R. (2014). Potencialidades del frijol Guandul (*Cajanus cajan* (L.) Millps.) para una producción agropecuaria sostenible. *Granma Ciencia*, 18 (3), 10 p. ISSN 1027-975.

Castillo, C.; Narváez, W. y Hahn-von-Hessberg, C. (2016). Agromorfología y usos del *Cajanus cajan* L. Millsp. (FA BACEAE)* Boletín científico centro de museos. Museo de Historia natural. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat.*, 20 (1): 52-62. ISSN: 0123-3068 (Impreso) ISSN: 2462-8190 (En línea).

Duca, D.; Lorv, J.; Patten, C.L.; Rose, D. y Glick, B.R. (2014). Indole-3-acetic acid in plant – microbe interactions. Países Bajos. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 106(1):85-125. doi: 10.1007/s10482-013-0095.

Elbeltagy, A., Nishioka, K.; Sato, T.; Suzuki, H.; Ye, B.; Hamada, T.; Isawa, T.; Mitsui, H. y Minamisawa, K. (2001). Endophytic colonization and in plant a nitrogen fixation by a *Herbaspirillum* sp. isolated from wild rice species. *Appl. Environ. Microbiol.*, 67: 5285-5293.

Navarro, C.; Restrepo, D. y Pérez, J. (2014). El Guandul (*Cajanus cajan*) una alternativa en la industria de los alimentos. En: *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 12 (2): 197-206. ISSN: 1692-3561.

Pérez, A., Tuberquia, A. y Amell, D. (2014). Actividad *in vitro* de bacterias endófitas fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato. *Agron. Mesoam.*, 25 (2): 213-223. ISSN 2215-3608 DOI: <http://dx.doi.org/>.

Vincent, J.M. (1970). *A Manual for the Practical Study of Root-nodule Bacteria*. IBP Handbook No.15. International Biological Programme. Blackwell Scientific, Oxford-Edinburgh. 164 p.

Fecha de recepción: 8 enero 2019

Fecha de aceptación: 4 noviembre 2019

Agrotecnia de Cuba
ISSN impresa: 0568-3114
ISSN digital: 2414- 4673
<http://www.ausuc.co.cu>

