

Efectos del BIOSTÁN® en la altura y masa seca de *Phaseolus vulgaris* L., genotipo criollo

The effects of BIOSTÁN® on height and dry mass of the bean plant (*Phaseolus vulgaris* L.), genotype creole

Dr. Antonio Torres García PhD.

Facultad de Ingeniería Agronómica
Universidad Técnica de Manabí
catorres@utm.edu.ec

Dr. Jorge L. Cué García PhD.

Facultad de Ingeniería Agronómica
Universidad Técnica de Manabí

Ing. Guillermo Hernández del Valle

Facultad de Agronomía, Universidad Agraria
de La Habana, Cuba

Ing. Soraya Peñarrieta Bravo

Facultad de Ingeniería Agronómica
Universidad Técnica de Manabí

RESUMEN

Para evaluar el efecto del BIOSTÁN® sobre la altura y masa seca de la planta del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) genotipo Criollo, se realizó un experimento en la Universidad Agraria de La Habana durante los meses de enero a abril del año 2000, época de seca, en un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado, sin riego y fertilizantes. Se establecieron dos parcelas de una hectárea, a una de las cuales se aplicó el bio-estimulante, en una dosis de $6 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ (volumen final de 150 litros), cuando las plantas se encontraban entre el tercer y el quinto par de hojas. Se determinó la altura y masa seca por cada planta, hojas, tallo y raíces. Los valores alcanzados en las plantas tratadas resultaron significativamente superiores a las del control, lo cual demuestra que la aplicación del BIOSTÁN® estimula su fisiología.

Palabras clave: bioestimulante, biomasa, frijol, sequía, sustancias húmicas.

ABSTRACT

To evaluate the effect of BIOSTÁN® on height and dry mass of the bean plant (*Phaseolus vulgaris* L.). Genotype: creole, an experiment was carried out at the Agricultural University of Havana, during the months of January to April 2000; a dry period in an iron-like red lixiviated soil, without irrigation and fertilizer. Two plots of one hectare were chosen: to one of them the bio stimulant at a dose of $6 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ (final volume of 150 liters) was applied. When the plants grew between the third and fifth pair of leaves, height and dry mass were determined per each plant, leaf, stem and root. The values obtained in the treated plants were significantly higher than the control plants, which show that application of BIOSTÁN® stimulates their physiology.

Key words: bio stimulant, biomass, bean, drought, humic substances, vermicomposting.



Recibido: 20 de junio, 2015
Aceptado: 16 de noviembre, 2015

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos decenios, la biotecnología agrícola se ha convertido en un importante campo del conocimiento científico-técnico, con la creación de bioestimulantes, bioproductos y sustancias activas que impactaron de manera significativa las tecnologías agrícolas. Entre sus efectos destaca la disminución del uso de los productos químicos (fertilizantes y pesticidas) en la agricultura debido a que estos ocasionan impactos negativos sobre el medio natural, los animales y el hombre.

En Cuba, fueron probados diferentes bioproductos que revelaron su efectividad como biofertilizantes, bioestimulantes y biocontroles, todos con una definición en sus mecanismos de acción (Terry *et al.*, 2013).

Debido a su valor nutritivo elevado, el frijol constituye un alimento preferencial y esencial dentro del hábito alimenticio del pueblo cubano, al igual que para muchos pueblos de América, África y Asia. En Cuba, el frijol, al cierre del siglo pasado, ocupaba 56145,3 ha con un rendimiento medio de 0,96 t·ha⁻¹ (Dirección Nacional de Estadísticas, 2002). El frijol se desarrolla preferentemente entre los meses de septiembre a marzo, a fines de verano y todo el invierno, con un régimen de precipitación que comprende lluvias abundantes en los dos primeros meses, mientras que a partir de noviembre las mismas se muestran deficitarias y erráticas, registrándose con frecuencia períodos de sequía intermitente (Acosta *et al.*, 2011).

En muchas de las áreas donde se produce frijol, cultivadas por campesinos, el suministro de agua depende fundamentalmente de las precipitaciones, por lo que la humedad se convierte en una de las principales limitantes del rendimiento, lo que exige la utilización de variedades con tolerancia a la sequía, según Cabrera *et al.* (2009), como una de las estrategias para estabilizar los rendimientos. En América Latina se ha estimado que el estrés hídrico

reduce en 73 % el rendimiento del frijol (Boicet *et al.*, 2011).

Actualmente se desarrollan múltiples investigaciones tendentes a determinar la influencia de diferentes biopreparados (Guevara *et al.*, 2013; Hernández *et al.*, 2012; Terry *et al.*, 2013) y biofertilizantes (Díaz & Márquez, 2011; Mejías *et al.*, 2011; Liriano *et al.*, 2012) en el comportamiento biológico y agroproductivo de los cultivos de interés económico, entre los que destaca el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), por presentar un ciclo de desarrollo corto, su porte relativamente pequeño y su importancia en la alimentación humana.

Los bioestimulantes obtenidos de extractos líquidos del vermicompost, como el BIOSTÁN® y el LIPLANT®, demostraron que ejercen efectos positivos en el crecimiento, desarrollo y comportamiento agroproductivo de los cultivos, tal como lo confirman los resultados obtenidos por Terry *et al.* (2013) y Reyes *et al.* (2011). En particular, resultan muy novedosos los resultados con sustancias húmicas líquidas obtenidas de vermicompost que en los últimos años demuestran las razones por las cuales actúan como beneficiosas y protectoras del desarrollo de las plantas en condiciones ambientales de estrés (Calderín *et al.*, 2012; Martínez *et al.*, 2012).

En las condiciones edafoclimáticas de Tapaste, San José, en Cuba se desconoce el comportamiento del frijol negro, genotipo Criollo, en condiciones de estrés nutricional y de humedad de suelo, tratado con BIOSTAN®. En el presente trabajo se evalúa la respuesta del crecimiento en altura y la biomasa de las plantas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano negro, genotipo Criollo, al BIOSTÁN®, en condiciones de producción agrícola sin riego.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento de campo se desarrolló entre enero y abril del año 2000, en las áreas agrícolas

de la Universidad Agraria de La Habana, en San José de las Lajas, provincia La Habana, entre los 22,9° – 23° de latitud Norte y 82° - 82,1° de longitud Oeste, a una altura aproximada de 138 metros sobre el nivel del mar. El suelo utilizado para el desarrollo de los experimentos se clasifica como Ferralítico Rojo Lixiviado, de muy baja fertilidad, homogéneo y pendiente menor al 1 % (Tabla 1).

La aplicación del producto BIOSTÁN® se efectuó

en una hectárea de cultivo, mediante aspersión foliar, a una concentración de 900 mg · L⁻¹ y dosis de 6 g · ha⁻¹ y una solución final de 150 L·ha⁻¹ en el momento en que las plantas contaban entre el tercer y quinto par de hojas verdaderas.

Se estableció una hectárea para el control. En la tabla 3 se muestra la composición química del BIOSTÁN® en fitohormonas, nutrientes minerales y aminoácidos.

Tabla 1. Algunas características químicas del suelo del área experimental a la profundidad de 0 – 20 cm.

Secciones	M.O (%)	pH		Bases interca. (cmol.Kg ⁻¹)				CIC	Fertilidad (mg. 100g ⁻¹)	
		H ₂ O	CLK	Ca	Mg	Na	K		P ₂ O ₅	K ₂ O
I	2,90	6,2	5,0	4,47	2,21	0,05	0,20	6,93	3,26	2,75
II	2,83	6,3	5,1	4,50	2,25	0,06	0,20	7,01	3,20	2,30
III	2,88	6,1	5,2	4,42	2,20	0,05	0,23	6,90	3,30	2,85
IV	2,95	6,3	5,1	4,47	2,20	0,03	0,22	6,92	3,22	2,70
V	2,85	6,5	5,1	4,52	2,26	0,05	0,21	7,04	3,25	2,75
VI	2,85	6,4	5,0	4,51	2,25	0,04	0,21	7,01	3,23	2,75
VII	2,87	6,4	5,0	4,48	2,22	0,07	0,24	7,01	3,28	2,81
VIII	2,89	6,2	5,0	4,48	2,21	0,06	0,22	6,97	3,25	2,83
Esx	0,01	0,05	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,06
Cv	1,26%	2,23%	1,61%	1,71%	1,07%	1,77%	1,65%	1,76%	1,02%	2,39
Signif.	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Tabla 2. Datos meteorológicos durante el experimento (Según Estación Meteorológica de Tapaste, año 2000).

Meses	Decenas	T. máx. °C	T. mín. °C	T. media °C	Precip. (mm)	H. R. (%)	Veloc. V. (m.s ⁻²)
Enero	1	27,41	17,97	22,41	28,8	82	5,50
	2	25,20	13,02	19,25	0,3	74	6,96
	3	25,07	12,65	18,80	30,5	79	6,65
Febrero	1	27,41	15,86	19,03	9,3	79	4,75
	2	28,72	15,02	21,66	0,0	80	6,40
	3	26,54	14,06	20,72	0,4	76	7,50
Marzo	1	27,96	14,06	20,78	5,2	75	4,64
	2	29,42	18,71	23,60	2,4	78	6,03
	3	29,47	16,42	22,73	0,0	75	8,27
Abril	1	29,14	17,46	23,18	6,8	75	9,33
	2	28,95	17,73	22,74	75,6	81	6,61
	3	30,15	17,78	23,77	0,0	76	7,68

Tabla 3. Composición por fracciones química del humus líquido.

Humus Soluble	Hormonas vegetales (mg.L ⁻¹)	Minerales (mg. L ⁻¹)	Aminoácidos (ppm)
pH 8.2	Giberelinas (AG ₃) 0.5 – 2	Ca 20.2 Cr 0,225	Ac. Aspártico (5.16) Fenilalanina (3.38)
M.O 36 %	Citoquininas (Adenina), 0.01- 0.5	Cu 0,164 Mg 6.52 Na 5,70	Glicina (0.24) Tirosina * (0.07)
AH 50 %	Auxinas (AIA y AIP) 0.5 - 2	K 18,30 Fe 11,4 Na 5,70	Leucina * (0.04) Taurina (0.12)
AF 50 %		Ni 0,032 Sr 0,087 Zn 1,11 N 0,5-1 % P ₂ O ₅ 1-28 %	Valina * (0.20) Lisina * (0.04)

Fuente: Garcés & Caro, (2004), citado por Reyes (2011), Centro Agrícola, 38(3):57-61; julio-sept., 2011

En función de la homogeneidad del suelo en cuanto a su fertilidad, se utilizó un diseño completamente aleatorio, balanceado (parcelas de 4 x 5 metros), con cuatro repeticiones. La disposición de las parcelas (20 m²) se estableció en forma de bandera inglesa, hacia el centro de cada cuadrante, en las áreas objeto de estudio.

La preparación de suelo se efectuó según Instructivo Técnico del Ministerio de la Agricultura de Cuba (MINAGRI) (2009). La siembra fue realizada el 4 de enero de 2000, a una distancia de 0,70 x 0,05 m. El control de malezas fue ejecutado con el agregado JUM-6 y cultivador a los 28 días de la siembra. No se efectuó fertilización mineral ni se aplicó riego a las áreas de cultivo de la experiencia. Los principales organismos nocivos no representaron peligro para el cultivo, por lo que evitó el empleo de plaguicidas.

Se tomaron cinco plantas por parcela para los análisis de masa seca por órganos al momento de la aplicación del BIOSTÁN® y a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación (DDA). La masa seca (g) de toda la planta (M_{Sp}), masa seca foliar (M_{Sf}), masa seca del tallo (M_{St}) y la masa seca de las raíces (M_{Sr}) se determinó en estufa a 60 °C hasta masa constante, empleando balanza analítica (hasta 0,01 g de precisión). La altura de las plantas se determinó con una regla milimetrada de 50 cm, midiéndolas, desde el

cuello de la raíz hasta el ápice central.

El procedimiento estadístico empleado para el procesamiento de los datos fue el análisis de varianza de clasificación simple.

3. RESULTADOS

Altura de las plantas

El indicador altura mostró diferencias altamente significativas en todas las observaciones entre las plantas tratadas con el BIOSTÁN® y el control (Figura 1), reflejando el efecto positivo del mismo en el mejor comportamiento metabólico y fisiológico del cultivo.

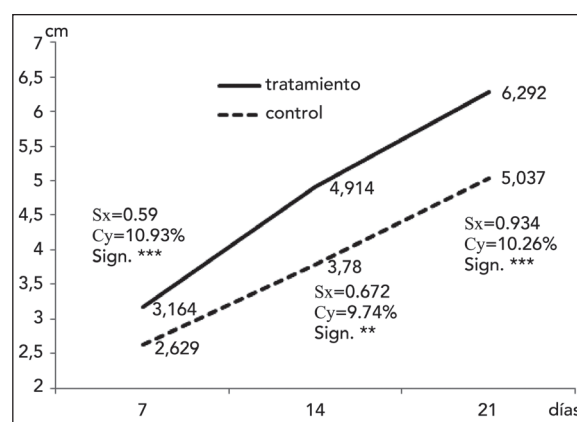


Figura 1. Incremento en altura (cm) de las plantas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), genotipo Criollo, por efectos del BIOSTÁN®.

Es de observar (Figura 1) que a los 7 días después de la aplicación (DDA) del bioestimulante al follaje, en el inicio de la floración, cuando las necesidades hídricas y nutricionales aumentan, la altura de las plantas tratadas mostraron un incremento de 20,03 % con respecto al control. Este comportamiento del crecimiento coincidió con un nivel de precipitaciones extremadamente bajo, en la segunda y tercera decena de febrero (Tabla 1), lo cual corrobora el efecto benéfico del bioestimulante en condiciones de estrés hídrico. A los 14 y 21 DDA, los incrementos en

la altura de las plantas tratadas fueron, 30,00% y 24,90%, demostrando que la capacidad estimuladora que provoca el BIOSTÁN® es más intensa a partir de los primeros 15 días, no obstante las plantas tratadas en todo el ciclo del cultivo mantuvieron una altura superior.

Masa seca

En la Tabla 4 aparecen los datos de masa seca de la planta y sus órganos. Los valores de (MSf), (MSt) y (MSr) de las plantas tratadas con el bioestimulante resultan significativamente superiores a las plantas no tratadas.

Tabla 4. Efecto del BIOSTÁN® sobre la masa seca de las plantas y de hojas, tallos y raíces en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) grano negro, genotipo Criollo, en condiciones de producción.

M.S. Hojas (g)	DDA	7 DDA	14 DDA	21 DDA
Tratamiento	-	2,167 a	3,224 a	3,715 a
Control	0,791	1,955 b	2,601 b	2,967 b
Sx	-	0,14	0,49	0,57
Cv	-	10,26%	10,42%	10,47%
Significación	-	*	*	**
Tasa de incremento: (T/Cx100)	-	10,84	23,95	25,21
M.S. Tallo (g)				
Tratamiento	-	0,768 a	1,353 a	2,155 a
Control	0,21	0,494 b	0,935 b	1,675 b
Sx	-	0,49	0,44	0,51
Cv	-	10,25%	10,21%	10,36%
Significación	-	**	**	**
Tasa de incremento: (T/Cx100)	-	55,46	44,70	28,66
M.S. Raíces (g)				
Tratamiento	-	0,229 a	0,337 a	0,422 a
Control	0,079	0,180 b	0,244 b	0,395 b
Sx	-	0,7	0,64	0,69
Cv	-	9,8%	9,42%	9,92%
Significación	-	*	**	*
Tasa de incremento: (T/Cx100)	-	27,22	38,1	6,83
M.S. Planta (g)				
Tratamiento	-	3,164	4,914	6,292
Control	0,961	2,629	3,780	5,037
Tasa % Incremento: (T/Cx100)	-	20,0	30,0	24,91

Medias con letras diferentes difieren significativamente para $p < 0,05$ según Dócima de Duncan.

Se muestra (Tabla 4) que desde los 7 DDA se manifiesta la influencia del bioestimulante sobre la acumulación de masa seca en los órganos al existir diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. Este comportamiento de la masa seca, similar a la altura, coincidió con un nivel de precipitaciones extremadamente bajo en la segunda y tercera decena de febrero (Tabla 1), lo cual corrobora el efecto benéfico del bioestimulante en condiciones de estrés hídrico. A los 14 y 21 DDA se mantiene el comportamiento de esta variable, masa seca, al mostrar significación entre las medias de los tratamientos para los órganos, siendo los incrementos en la masa seca de las plantas tratadas de 30,0 % y 24,91 %, demostrando que la capacidad estimuladora que provoca el BIOSTÁN® es más intensa a partir de los primeros 15 días.

4. DISCUSIÓN

Altura de la planta

El crecimiento en altura de la planta es un carácter que está modificado fuertemente por las condiciones ambientales. Cabrera *et al.*, (2009) y Polanía *et al.*, (2009) corroboran que la humedad y la nutrición mineral son factores de gran influencia en los procesos de crecimiento y división celular de las plantas, frente a lo cual el frijol no es la excepción,

El efecto positivo del BIOSTÁN® en el crecimiento en altura del frijol (Figura 1), también ha sido encontrado por Pierre (1999), quien señala incrementos que oscilan entre 24 a 35,8 % luego de los tratamientos con 6 mg · L⁻¹ de BIOSTÁN®; por su parte, Arteaga (2003) señala incrementos entre un 9,5 y 18 % con respecto al control, en plantas tratadas con igual concentración del bioestimulante BIOSTÁN®. Más recientemente, Hernández *et al.* (2012), empleando sustancias húmicas líquidas de vermicompost (a las concentraciones de 1:60 V.V. (5mg C (SH) L⁻¹) y 1:70 V.V. (3,7mg C (SH) L⁻¹), obtuvo tasas de incremento en la altura de las plantas de frijol entre 15 al 20 %.

Los valores del crecimiento en altura

alcanzados por las plantas tratadas están dentro de los señalados en las investigaciones morfoagronómicas de 21 variedades (Cabrera *et al.*, 2009), y 26 genotipos de frijol (Mosquera *et al.*, 2008 y 2012) cultivadas en diferentes épocas de siembra y con riego.

Masa seca

La masa seca de las plantas (M_{Sp}) tratadas experimenta tasas de incremento de 20,30 y 25% a los 7,14 y 21 (DDA), respectivamente, con relación a las no tratadas, según se observa en la tabla 4. En condiciones agroclimáticas muy similares a las del presente experimento y utilizando diferentes dosis de Sustancias Húmicas Líquidas que la (M_{Sp}) en frijol negro, Hernández *et al.* (2012) señalan que se incrementa la M_{Sp} entre 9,30 y 41,16 % respecto al control.

La acumulación de masa seca resulta desigual entre los órganos de las plantas, en el orden (M_{Sf}) > (M_{St}) > (M_{Sr}) e incrementan en el tiempo. Las tasas porcentuales más altas de acumulación ocurren en los tallos de las plantas, las que decrecen con el tiempo. Según Sexton *et al.* (1997), las capacidades productivas de un cultivo de frijol pueden ser consideradas como una función de la tasa de crecimiento, la partición de biomasa para los sitios reproductivos y de la duración del ciclo del cultivo.

Si bien el índice de masa seca de las raíces es uno de los que menos se discute en la literatura, no deja de tener una vital importancia para la vida del vegetal, ya que es responsable de los procesos de absorción hídrica y de nutrientes minerales en la solución de suelos, siendo relevante su evaluación para las condiciones de estrés hídrico y nutricional.

Polanía *et al.*, (2009) demostraron en un riguroso experimento que las plantas de frijol se caracterizaron por desarrollar un sistema radical profundo y vigoroso, lo que revela un atributo importante para la selección por estrés a sequía. En otro experimento, Martínez *et al.*, (2012), provocaron estrés salino con NaCl a plantas de maíz (que genera déficit hídrico), combinado con disolución de sustancias húmicas líquidas

obtenidas de vermicompost y aplicadas a la raíz y foliarmente. Lograron incrementos en la masa seca raigal sin diferencia significativa respecto al control.

El incremento de la (MSr) está asociado al estímulo de las sustancias húmicas sobre el crecimiento y desarrollo del sistema radicular. Anaonadi *et al.* (2010), citado por Calderín *et al.* (2012), refieren que las sustancias húmicas estimulan la emisión de pelos radiculares en número y cantidad de células corticosteroides y epidérmicas de la raíz. Estos resultados corroboran el efecto benéfico-protector del BIOSTÁN® al incrementar de manera significativa la masa seca en las raíces en las condiciones de deficiencia de humedad.

Los resultados de incremento, en cuanto a altura y masa seca de la plantas tratadas, evidencian el efecto benéfico-protector del BIOSTÁN® y ratifican el reforzamiento que provoca el mismo sobre la actividad bioquímica y fisiológica, a través de sus componentes hormonales (auxinas, citoquininas y giberelinas), nutrientes minerales, aminoácidos y proteínas de baja masa molecular, así como los ácidos húmicos constituyentes del bioestimulador, de acuerdo con Garcés y Caro (2004), citados por Reyes *et al.* (2011). Estas sustancias húmicas están asociadas a la biosíntesis de proteínas funcionales del sistema defensivo, la síntesis de la prolina (molécula osmoreguladora del estrés) y la síntesis de acuaporina (proteína transportadora de H₂O y de H₂O₂) (Calderín *et al.*, 2012 y Calderín *et al.*, 2013).

En el cultivo del frijol en condiciones de estrés, se ha demostrado la activación del metabolismo secundario con la consecuente formación de fenoles y la activación de la síntesis de enzima catalasa bajo condiciones salinas (Aydin *et al.*, 2012) así como la activación de los mecanismos de defensa antioxidativa (Portuondo, 2010).

5. CONCLUSIONES

- La altura de las plantas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano negro, cultivar Criollo, mostraron diferencias significativas a favor del tratamiento con BIOSTÁN® con

incremento de 20,03 %, 30.0 % y 24,90 % a los 7,14 y 21 DDA.

- El BIOSTÁN® mostró efectos significativos sobre la masa seca total por planta y de los órganos: raíces, tallo y hojas, en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano negro, cultivar Criollo. Las tasas de incremento de masa seca por planta, con diferencias altamente significativas respecto al control, alcanzan valores de 20,0 %, 33,0 % y 25,0 %, respectivamente en las evaluaciones a los 7, 14 y 21 (DDA).

6. RECOMENDACIONES

- Realizar la aplicación del producto BIOSTÁN® en el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano negro, cultivar Criollo, mediante aspersión foliar, a una concentración de 900 mg · L⁻¹ y dosis de 6 g · ha⁻¹ y una solución final de 150 L · ha⁻¹, en el momento en que las plantas se encuentren en la fase fenológica V.3 a V.5 (entre tercer y quinto par de hojas verdaderas).
- Ejecutar otras experiencias en condiciones edafoclimáticas diferentes y con el empleo de otros genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano negro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, E., Hernández, I., Rodríguez, R., Acosta, J. A., Pedrosa, J., Amador, M. D. & Padilla, J. S. (2011) Efecto de la sequía en la producción de biomasa y grano de frijol. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2(2):249-263
- Arteaga, B. M.. (2003) *Resultados de la aplicación del Liplant sobre un suelo Ferralítico Rojo al evaluar algunos indicadores biológicos y productivos de tres cultivos*. Tesis en opción al título de Master en Química Agrícola. La Habana. Universidad Agraria de La Habana, p 132.
- Aydin, A., Kant, C., & Turan, M. (2012). Humic acid application alleviate salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage. *African Journal Agricultural Research*. 7:1073-1086.
- Boicet T. F., Secada Y., Chaveco, O., Boudet, A., Gómez Y., Meriño Y., Reyes, J.J., Ojeda, C.M., Tornes, N., & Barroso, L. (2011) Respuesta a la

- sequía de genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) utilizando diferentes índices de selección. *Centro Agrícola*, 38(4): 69-73
- Cabrera, M. L., León N., Mendoza, M.J., Palacios, Z. y Ortega, Y. (2009) Comportamiento fisiológico de variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferente grado de tolerancia a la sequía en condiciones de campo. *Revista Agrotecnia de Cuba*. 33(2):52-63.
- Calderín A.G., Louro R.L.B., Portuondo, F.L., Guridi, F.I., & Hernández N. (2012) Humic acids of vermicompost as an ecological pathway to increase resistance of rice seedlings to water stress. *African Journal of Biotechnology*. ol. 11(13):3125-3134
- Calderín, A.G., Guridi, F.I., Hernández, O.L.G., Diaz, M.M. de A., Huelva, R.L., Mesa, S.R., Martínez, D.B. & Louro, R.L.B. (2013) Biotechnology of humified materials obtained from vermicomposts for sustainable agroecological purposes. *African Journal of Biotechnology*. 12(7):625-634
- Díaz, P.O. & Márquez, E. (2011). Validación de los biofertilizantes azotobacter, rhizobium y fosforina en cuatro sistemas de cultivos en condiciones de producción. *Revista Científica Avances*. 13(2):s/p <http://www.ciget.pinar.cu/Revista/No.2011-2/articulo.htm>
- Dirección Nacional de Estadísticas. (2002). *Anuario Estadístico de Cuba*. Ciudad de La Habana, Cuba.
- Guevara, E.T., Méndez, J.C. G., Vega, J. L., González, O.S. P., Puertas A.P., & de la Cruz Fonseca, J. (2013). Influencia de diferentes dosis de FitoMas-E en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Centro Agrícola*, 40(1):39-44
- Hernández, G., Hernández, O.G., Guridi, F.I & Arbelo, N.F. (2012) Influencia de la siembra directa las aplicaciones foliares de extracto líquido de Vermicompost en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. cc-25-9. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 21(2):86-90
- Liriano, R. G., Bárbara, D.N. & Barceló, R. D. (2012) Efecto de la aplicación de Rhizobium y Mycorrizas en el crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad CC-25-9 negro. *Centro Agrícola*, 39(4):17-20
- Martínez, D., Huelva, R., Portuondo, L & Guridis, F. (2012) Evaluación del efecto protector de las Sustancias Húmicas Líquidas en plantas de maíz cultivar P-2928 en condiciones de salinidad. *Centro Agrícola*, 39(1):29-32
- Mejías, Y. B., Álvarez, M.A., & Luna, G.B. (2011) Efectividad de un biofertilizante foliar sobre el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciencia e Interculturalidad*. 8(1):128-140
- MINAGRI (2009). *Instructivo Técnico para el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L)*. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba. p. 32
- Mosquera, Y.Y, Parets, E. S., Marín, L.R. H. & Soto, R. O. (2008) Caracterización de variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris L*) prospectadas en la provincia de Cienfuegos. *Centro Agrícola*, 35(1):41-47
- Mosquera, Y.Y., Castellanos, L., Rey, J.A., Padrón, W.R., & Marín, L.R. H. (2012). Caracterización morfoagronómica de 19 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris L*) en un agroecosistema del municipio de Cruces. *Centro Agrícola*, 39(3):45-52
- Pierre, H. D. (1999). *Influencia de cuatro concentraciones de BIOSTÁN® sobre el rendimiento y sus componentes en el frijol negro (Phaseolus vulgaris L.) en condiciones de secano no favorecido*. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria de La Habana, p 115
- Polanía, J.A., Rao, I.M., Beebe, S., & García, R. (2009). Desarrollo y distribución de raíces bajo estrés por sequía en frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) en un sistema de tubos con suelo. *Agronomía Colombiana* 27(1):25-32.
- Portuondo, L.F. (2010). *Efecto de los ácidos húmicos sobre el estrés por metales pesados en plantas de frijol (Phaseolus vulgaris L)*. Tesis presentada en opción al título de Máster en Ciencias de la Química Agraria. Universidad Agraria de la Habana. p. 128
- Sexton, P.J., Peterson, C.M., Boote, K.J., & White, J.W. (1997). Early season growth in relation to region of domestication, seed size, and leaf traits in common bean. *Field Crops Research*, Amsterdam, 52:69-78.
- Reyes, J.J., Guridi, F.I., Reynaldo, I.M. E., Ruisánchez, Y.O, Larrinaga, J.A.M., Murillo, B.A., Ruiz, F.H., Boicet, T.F., Ávila, C. A., Ojeda, C.M. S., Álvarez, Y.M., & Rodríguez, J.Y.M. (2011) Efectos del humus líquido sobre algunos parámetros de calidad interna en frutos de tomate cultivados en condiciones de estrés salino. *Centro Agrícola*, 38(3):57-61
- Terry, E.A., Padrón, J.R., Tejeda, T.P., & Díaz, M.M. de A (2013) Repuesta del cultivo de la habichuela (*Phaseolus vulgaris L. var. Verilli*) a la aplicación de diferentes bioproductos. *Cultivos Tropicales*. 34(3):5-10