

GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE LEGUMINOSAS INOCULADAS CON DIFERENTES DOSIS DE BIOINSUMOS

GERMINATION OF LEGUME SEEDS INOCULATED WITH DIFFERENT DOSES OF BIOINPUTS

Renny Barrios-Maestre¹, Ramón Silva-Acuña² y Guillermo Romero-Marcano²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Monagas, San Agustín de la Pica, Estado Monagas, Venezuela

²Universidad de Oriente, Postgrado de Agricultura Tropical, *Campus* Juanico, Maturín, Monagas, Venezuela

Email: drramonsilvaa@gmail.com

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Recibido:
15/04/2024

Aceptado:
28/07/2024

Licencia:
CC BY-NC-SA 4.0

Revista
ESPAMCIENCIA
15(1):53-62

DOI:
https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v15i1.499

Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto de los bioinsumos: Bio Optimize, Inoc-Rhizos, Microforte, Probio Fert y Humato K+, aplicados por atomización a semillas de soja, caraotas y frijol, previa a la siembra, se realizaron ensayos independientes con 300 g de semillas de cada uno de los cultivos, donde los tratamientos se derivaron de un arreglo factorial 5x2+1, correspondientes a bioinsumos, dosis, más un tratamiento testigo. Se empleó el diseño de bloques al azar, cuatro repeticiones, la unidad experimental constituida por una bandeja con 100 semillas. Se cuantificó el porcentaje de germinación diariamente y el porcentaje acumulado con su respectivo índice de velocidad de germinación; de manera similar, la longitud del hipocótilo y el diámetro de la radícula. El manejo de los datos y análisis estadísticos se realizó con el InfoStat; los efectos directos comparados por Scott-Knott a 5%, las comparaciones entre el testigo y los demás tratamientos, por Dunnett a 5%, y las interacciones significativas desglosadas e interpretadas. Las semillas de soja resultaron más sensibles al tratamiento con bioinsumos que las semillas de frijol y caraota, observado en el porcentaje de germinación y el índice de velocidad de germinación. Los mejores resultados fueron obtenidos con los bioinsumos Humato K+ y Probio Fert. Hubo mayor desarrollo radicular de las plántulas de frijol y caraota. La aplicación de dosis de bioinsumos superiores a las recomendadas no garantiza mejoras en las variables de germinación de las leguminosas y puede causar efecto perjudicial como el caso de las semillas de soja.

Palabras clave: Bioestimulantes, *Glycine max*, *Phaseolus vulgaris*, *Vigna unguiculata*

Abstract

With the objective of evaluating the effect of the bioinputs: Bio Optimize, Inoc-Rhizos, Microforte, Probio Fert and Humate K+, applied by atomization to soybean, bean and bean seeds, prior to sowing, independent trials were carried out with 300 g of seeds of each of the crops, where the treatments were derived from a 5x2+1 factorial arrangement, corresponding to bioinputs, doses, plus a control treatment. The randomized block design was used, four repetitions, the experimental unit consisting of a tray with 100 seeds. The germination percentage was quantified daily and the accumulated percentage with its respective germination speed index; similarly, the length of the hypocotyl and the diameter of the radicle. Data management and statistical analysis were carried out with InfoStat; the direct effects compared by Scott-Knott at 5%, the comparisons between the control and the other treatments, by Dunnett at 5%, and the significant interactions broken down and interpreted. Soybean seeds were more sensitive to treatment with bioinputs than bean and caraota seeds, observed in the germination percentage and the germination speed index. The best results were obtained with the bioinputs Humate K+ and Probio Fert. There was greater root development of bean and sweet bean seedlings. The application of doses of bioinputs higher than those recommended does not guarantee improvements in the germination variables of legumes and can cause harmful effects, as is the case with soybean seeds.

Keywords: Biostimulants, *Glycine max*, *Phaseolus vulgaris*, *Vigna unguiculata*

INTRODUCCIÓN

La rapidez y uniformidad de germinación en las semillas, así como también, la emergencia de plántulas, son variables axiomáticas para el establecimiento exitoso de cultivos a escala comercial (Mahakham *et al.*, 2017). Hoy, tanto para la academia como para la industria de semillas, este tipo de estudio, constituye una línea de investigación, abordada con el uso de bioinsumos, en otras palabras, sustancias capaces de actuar como bioestimulantes; además, de ser amigables con el ambiente.

Los microorganismos eficientes (ME), ahora denominados bioinsumos, (Morocho y Leiva-Moreno, 2019), surgen en la década de los 60. Los mayores avances se inician en la década de los 70, con los estudios del profesor Teruo Higa, de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón, enfocados en la búsqueda de alternativas naturales para la producción agrícola (Quispe y Chávez, 2017). Los ME son descritos por Hoyos *et al.* (2008) como productos líquidos con la participación de alrededor de 80 especies, unas aeróbicas, otras anaeróbicas e incluso fotosintetizantes, con la particularidad de coexistir y complementarse en comunidades microbianas; por otro lado, los ME han mostrado efectos beneficiosos en el tratamiento de aguas negras, reducción de malos olores, en la producción de alimentos libres de agroquímicos, en el manejo de desechos sólidos y líquidos generados por la producción agropecuaria, en la industria de procesamiento de alimentos, en fábricas de papel, mataderos y municipalidades, entre otros (Feijoo, 2016). De acuerdo con lo descrito por Hoyos *et al.* (2008) y Quispe y Chávez (2017), además de identificar 80 especies eficaces, se observó de manera aleatoria, que al aplicar una mezcla de ME, ocurría un estímulo importante en el crecimiento de las plantas. En 1982, Higa presentó una formulación comercial conocida como ME® para el acondicionamiento biológico de suelos, que consistía en un grupo de especies de microorganismos que podían coexistir en un pH aproximado de 3,5 (Tanya-Morocho y Leiva-Mora, 2019).

Actualmente, los microorganismos son ampliamente utilizados en la agricultura, especialmente cuando el interés es reducir los costos de producción, minimizar el daño al medio ambiente y disminuir la dependencia de agroquímicos (Maheshwari *et al.*, 2012). Particularmente, las denominadas bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB), favorecen de forma significativa el crecimiento y desarrollo de las plantas a través de varios mecanismos de acción, como la síntesis de fitohormonas y la absorción más eficiente de nutrientes (Ahemad y Khan, 2012), o el control biológico de patógenos (Zhang *et al.*, 2011).

Morocho y Leiva-Moreno (2019) señalan que los bioinsumos están representados por bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos filamentosos con actividad fermentativa; además, poseen numerosas aplicaciones agrícolas, favorecen la germinación de semillas, incrementan la floración, el crecimiento y desarrollo de los frutos, la biomasa, garantizan la reproducción exitosa en las plantas, mejoran la estructura física y química de los suelos y suprimen a varios agentes fitopatógenos causantes de enfermedades; asimismo, incrementan la actividad fotosintética y la absorción de agua y nutrientes en las plantas, y también reducen los tiempos de maduración de abonos orgánicos, en particular durante el composteo, que ofrece importantes aplicaciones agrícolas.

De manera general, el tratamiento de semillas con el uso de agentes de imprimación puede mejorar el valor de germinación de semillas débiles, dañadas o envejecidas (Dragicevic *et al.*, 2013), incluso en entornos adversos (Butler *et al.*, 2009). Los agentes comúnmente usados incluyen al polietilglicol, sales inorgánicas, nutrientes y agua corriente con particulares características de efectividad y optimización para cada especie de cultivo (Hussain *et al.*, 2015). Por lo tanto, existe la necesidad creciente de desarrollar nuevos agentes imprimadores para mejorar la germinación de semillas de diversas plantas de cultivo. Campobenedetto *et al.* (2020) indican que diferentes moléculas tienen potencial para actuar como bioestimulantes contra estrés abióticos, considerando entre ellos a los aminoácidos, hormonas, especies reactivas de oxígeno, nitrógeno y azufre o simplemente agua.

Los bioinsumos como productos de origen biológico constituyen una de las banderas atractivas vinculadas a las soluciones sustentables; las empresas del sector agrobiotecnológico los incorporan para mejorar las prácticas agrícolas relacionadas con acciones más amigables con el ambiente (Lagler 2017); donde, la sostenibilidad, entre otros aspectos, involucra la conservación del suelo, el uso adecuado de agroquímicos, el mantenimiento de la diversidad genética vegetal, animal y microbiana, el aprovechamiento del agua para riego y el manejo integrado de plagas (Vicien, 1992); sin embargo, el sector de bioinsumos agropecuarios en Venezuela es percibido como altamente informal, se caracteriza por la existencia de empresas en el Registro Único Nacional de Salud Agrícola Integral –RUNSAI– que no operan en el país; de modo análogo, productos registrados que ya no se ofrecen, así como también, de la existencia en el mercado de productos no registrados, entre otras. La totalidad de los bioinsumos ofertados, es de producción nacional, referidos a biocontroladores y biofertilizantes. Es de hacer notar, que de las empresas que operan en la producción de bioinsumos, solo una realiza actividades de investigación y desarrollo (FUSAGRI y IICA, 2022).

Los bioinsumos han sido usados en el tratamiento de semillas contra patógenos (Paz et al., 2019) indicando que el extracto de ajo casero a 80% controla a *Alternaria* sp., de modo análogo, en semillas de acelga y zanahoria. Los reportes de Da Silva-Medina et al. (2024) y Castillo-Quiroz et al. (2018), indican que los bioinsumos, cuando son aplicados como tratamientos de semillas, producen cambios en su entorno que van desde el control de patógenos a la activación de microorganismos. Los bioinsumos, cambian el metabolismo de tejidos, órganos, células y mejoran la instalación y su crecimiento; en consecuencia, estos cambios, dependiendo de las interacciones con el ambiente, generan mejoras en la producción. Bajo este enfoque, Rivero-Quijada et al. (2013) encontraron que los extractos acuosos se presentan como alternativas válidas para el manejo integrado de la bacteriosis vascular en el cultivo de la yuca; mientras que, Salazar-González et al. (2019) demostraron que diversos extractos vegetales inhiben el crecimiento fúngico en condiciones de laboratorio.

En función de los anteriores hallazgos; además, de considerar que en el ciclo de vida de una planta, la germinación es una etapa crítica y constituye el primer paso exitoso en el establecimiento del cultivo,

particularmente en condiciones desfavorables, el tratamiento a la semilla, previo a la siembra, es una técnica eficaz, y económica; en consecuencia, el objetivo de la presente investigación se focaliza en evaluar el efecto de cinco bioinsumos en dos dosis, aplicados por atomización sobre variables del proceso de germinación de semillas de soya, caraotas y frijol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las evaluaciones fueron conducidas en el Laboratorio de Semillas del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Monagas, ubicado en San Agustín de la Pica a 9°53'35" LN y 62°59'30" LO, en Maturín, Estado Monagas, Venezuela, considerándose las siguientes leguminosas: soya (*Glycine max* var. CV 780), caraota (*Phaseolus vulgaris* var. Tacarigua) y frijol (*Vigna unguiculata* var. Tuy). Se realizaron tres experimentos independientes con 300 g de semillas de cada uno de las mencionadas especies, atomizadas con los siguientes bioinsumos: Bio Optimize, Inoc-Rhizos, Microforte, Probio Fert y Humato K⁺, cuya composición y mecanismo de acción se encuentra descrito en el cuadro 1.

Cuadro 1. Composición y mecanismo de acción de cinco bioinsumos estimulantes de la germinación

Bioinsumo	Composición	Modo de acción
Bio Optimize	Consorcio vegetal y de algas Minerales 0,532% Aminoácidos totales 40,6% Inertes 58,67%	Restauración de poblaciones microbianas locales de un ecosistema. Protege, nutre y optimiza la reactivación de procesos biológicos y funciones del suelo.
Inoc-Rhizos	<i>Rhizobium</i> sp. 1x10 ⁸ UFC.mL ⁻¹ ; <i>Bradyrhizobium</i> sp. 1x10 ⁸ UFC.mL ⁻¹ ; <i>Azospirillum brasiliense</i> 1x10 ⁸ UFC.mL ⁻¹ ; Bioactivadores: 0,2% p/v; Nutrientes orgánicos 20% p/v;	Fijación biológica de nitrógeno atmosférico y producción de sideróforos. Induce mayor índice de germinación. Promueve el crecimiento, el desarrollo radicular. Favorece la absorción de agua y nutrientes. Crea una barrera protectora contra patógenos de la raíz.
Microforte	Ácidos Húmicos 0,4%; Macroelementos: C=12%; N = 2,52%; P ₂ O ₅ = 2%; K ₂ O = 2,5%; Ca = 2,5%; Mg = 2,0%; S =3,0%; Zn = 7,0%; tenores de 0,2 – 1% de Co, Mo, Cu, B, Mn, Na, Fe	Coadyuvante de inoculación y nutrición microbiana. Promueve alto rendimiento metabólico y fisiológico de los microorganismos para aumentar su tasa de instalación y colonización de nuevos espacios.
Probio Fert	Células bacterianas, blastosporos, metabolitos primarios y secundarios Cepas sinérgicas de: <i>Pseudomonas</i> sp., <i>Trichoderma viridae</i> , <i>Bacillus</i> sp., <i>Nocardias</i> , <i>Rhizobium</i> sp.; <i>Azospirillum brasiliensis</i> ; Bioactivadores 0,1%; Nutrientes orgánicos 20% v	Biofertilizante. Mezcla de microorganismos vivos para promover mayor enraizamiento, desarrollo, crecimiento, floración y llenado de frutos. Solubiliza fósforo, moviliza el potasio, fija el nitrógeno, captura del carbono, favorece la síntesis de sustancias y hormonas promotoras del crecimiento.
Humato K ⁺	Materia orgánica 20%; Ácidos fúlvicos 10%; Ácidos húmicos 2,4%; Macroelementos: C = 10,4%; N = 2,8%; K ₂ O = 2,0%	Biofertilizante. Bioestimulante. Acondicionador de suelos. Regula el pH. Mejora la absorción de nutrientes. Aumenta actividad microbiológica. Favorece la resistencia a condiciones de sequía, heladas, salinidad y enfermedades. Estimula el crecimiento vegetal y fortalece síntesis de clorofila.

En el cuadro 2 se muestran los tratamientos evaluados, donde se consideran los cinco bioinsumos con dos dosis

cada uno, la recomendada por el fabricante y tres veces la dosis recomendada. Para la aplicación de los tratamientos,

las semillas fueron asperjadas con un atomizador Manaplas, modelo 0096-1108, de 400 mL de capacidad, empleando el volumen de agua determinado de acuerdo a la masa de las semillas. La dosis empleada del bioinsumo se calculó en función a la masa de cada muestra y se

calibró el caudal de emisión del atomizador para lograr el volumen óptimo que permite humedecer adecuadamente cada grupo de semillas. Posteriormente, las semillas fueron secadas al aire, contenidas en bandejas metálicas ubicadas sobre los mesones en el laboratorio.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados para determinación del efecto de bioinsumos sobre la germinación de cultivos.

Bioinsumo	Dosis comercial.100 kg de semillas		Dosis mL.Kg ⁻¹	Dosis recomendada mL.300 g ⁻¹	Dosis triple mL.300 g ⁻¹
	L	mL			
1- Bio Optimize	0,02	20	0,2	0,06	0,18
2- Inoc-Rhizos	0,8	800	8	2,4	7,2
3- Microforte	0,3 - 0,5	300-500	3 a 5	1,2	3,6
4- Probio Fert	0,3	300	3	0,9	2,7
5- Humato K ⁺	0,7 -1	700-1000	7 a 10	2,1	6,3

Las pruebas de germinación se realizaron sobre bandejas de aluminio con las siguientes dimensiones: 48,5 cm de largo, 43,3 cm de ancho y 0,8 cm de alto, las cuales fueron lavadas con jabón comercial y desinfectadas con hipoclorito de sodio al 2%. Seguidamente, se procedió a la distribución de las semillas sobre toallas de papel absorbente (Toallas Multiusos Absorbo, Papeles Venezolanos C.A. –PAVECA–) y se cubrieron con dos capas del mismo papel absorbente humedecido.

Variables cuantificadas

La evaluación de las unidades experimentales para determinar el porcentaje de germinación, comenzó 24 horas después de colocar las semillas, y continuó a ese mismo intervalo, hasta finalizar el proceso de germinación de acuerdo con la normativa ISTA (1985). Se consideró como semilla germinada, aquella que presentó longitud de radícula superior a 1 cm. Una vez contadas las semillas germinadas, fueron retiradas de la bandeja en cada una de las evaluaciones. El valor de germinación obtenido en las sucesivas lecturas fue acumulado hasta la evaluación final, y en cada caso se calculó el porcentaje de germinación respectivo. Para la determinación del índice de velocidad de germinación –IVG– se utilizó la Ecuación 1.

$$IVG = \frac{G \text{ 2 días}}{2} + \frac{G \text{ 3 días}}{3} + \frac{G \text{ 4 días}}{4} \quad (1)$$

Donde G = número de semillas germinadas.

Para realizar la cuantificación de la longitud del hipocótilo y el diámetro de la radícula, durante los muestreos realizados por bandeja, se seleccionaron diez semillas germinadas al azar y descartadas después de evaluadas. La longitud se cuantificó con una cinta métrica rígida y el

diámetro de la radícula con un vernier digital marca Mitutoyo Absolute Digimatic, colocado a nivel del cuello de la plántula.

Diseño experimental y tratamiento estadístico

Los tratamientos evaluados fueron derivados de un arreglo factorial 5 x 2 + 1 (Uday-Patiño, 2015) correspondientes a la combinación de la semilla de cada cultivo comercial con los cinco bioinsumos, dos dosis del bioinsumo, más un tratamiento testigo (sin aplicación). Se empleó el diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones y la unidad experimental representada por una bandeja de germinación contentiva de 100 semillas.

El manejo de los datos y su análisis estadístico respectivo, se realizaron con el programa estadístico InfoStat Versión 2020 (Di Rienzo *et al.*, 2020). Los efectos directos de los factores fueron comparados a través de la prueba de Scott-Knott al 5% de probabilidad, las comparaciones de promedios en relación al tratamiento testigo se realizó por la prueba de Dunnett a 5% de probabilidad; mientras que, las interacciones significativas fueron desglosadas e interpretadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resumen del análisis de varianza para el porcentaje de germinación se presenta en el cuadro 3, en el cual se destaca que sólo se detectaron diferencias significativas para las semillas de soya, específicamente para el factor bioinsumo en las evaluaciones efectuadas el día 2 y 3 de la germinación. Para las semillas de los cultivos de caraota y frijol, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos considerados en esta investigación.

Cuadro 3. Resumen del análisis de varianza (cuadrados medios) para el porcentaje de germinación de semillas de tres leguminosas, en respuesta a dos dosis de bioinsumos.

FV	GL	<i>G. max</i>			<i>P. vulgaris</i>		<i>V. unguiculata</i>	
		Día 2	Día 3	Día 4	Día 2	Día 3	Día 2	Día 3
Testigo vs. Bioinsumos	1	30,58 ^{ns}	2,04 ^{ns}	0,45 ^{ns}	13,13 ^{ns}	0,23 ^{ns}	27,50 ^{ns}	8,74 ^{ns}
Bioinsumo	4	625,7 ^{**}	687,2 ^{**}	2,40 ^{ns}	26,65 ^{ns}	23,75 ^{ns}	23,75 ^{ns}	6,10 ^{ns}
Dosis	1	577,6 ^{ns}	640,0 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,40 ^{ns}	2,50 ^{ns}	8,10 ^{ns}	4,90 ^{ns}
Bioinsumos * Dosis	4	124,9 ^{ns}	132,3 ^{ns}	1,40 ^{ns}	11,15 ^{ns}	6,25 ^{ns}	37,85 ^{ns}	4,40 ^{ns}
Error	33	153,73	149,73	1,18	15,90	8,42	19,82	5,00
W (Shapiro-Wilk)		0,83 ^{**}	0,78 ^{**}	0,61 ^{**}	0,95 ^{ns}	0,81 ^{**}	0,91 ^{**}	0,84 ^{**}
Prueba de Bartlett		> 0,05			> 0,05		> 0,05	
CV (%)		15,72	73,75	159,4	4,37	8,65	4,84	86,30

Significativos a 1(**) y 5 (*) % de probabilidad por la prueba de F; ns = No significativo.

La comparación de los promedios el porcentaje de germinación para los diferentes bioinsumos, en relación al testigo se presenta en el cuadro 4. En el caso de la soya, para el segundo día del proceso de germinación se detectó que los bioinsumos Humato K⁺, Probio Fert, Bio Optimize y Microforte generaron una respuesta similar al tratamiento testigo, con porcentajes de germinación entre 76,5 y 82,3%; mientras que, Inoc-Rhizos presentó valores de germinación inferiores al tratamiento testigo (64,8%),

lo cual se revirtió para el tercer día, donde el bioinsumo Inoc-Rhizos superó al testigo (32,0%), lo cual implica cierto retraso en la velocidad de germinación. El resto de los bioinsumos fueron idénticos al tratamiento control para el tercer día. En el caso de caraota y frijol, los porcentajes de germinación fueron similares a las obtenidas en el tratamiento testigo, con valores entre 88 y 100%.

Cuadro 4. Comparación independiente de la germinación de tres leguminosas tratadas con cinco bioinsumos en relación al testigo.

Categorías en relación al testigo	<i>G. max</i>		<i>P. vulgaris</i>		<i>V. unguiculata</i>	
	Día 2	Día 3	Día 2	Día 3	Día 2	Día 3
Superior	-----	IR	-----	-----	-----	-----
Similar	HK, PF, BO, MF	HK, PF, BO, MF	HK, PF, BO, IR, MF	HK, PF, BO, IR, MF	HK, PF, BO, IR, MF	HK, PF, BO, IR, MF
Inferior	IR	-----	-----	-----	-----	-----
DMS	17,11	16,89	-----	-----	-----	-----

HK = Humato K⁺; PF = Probio Fert; BO = Bio Optimize; MF = Microforte; IR = Inoc-Rhizos (IR). Las diferencias fueron calculadas por la prueba de Dunnett a 5 % de probabilidad.

En el cuadro 5 se reporta el resumen del análisis de varianza para el índice de velocidad de germinación, la longitud y el diámetro radicular para las semillas de los cultivos evaluados. Para la variable índice de velocidad de germinación sólo se detectaron diferencias estadísticas en las semillas de soya para el factor bioinsumos; para la variable longitud radicular solamente hubo diferencias estadísticas para las semillas de caraota, para la

comparación de los bioinsumos contra el testigo y entre bioinsumos; mientras que, para la variable diámetro radicular, se encontraron diferencias para todos los cultivos: en el caso de soya se detectaron diferencias entre dosis de bioinsumos, para caraota y frijol hubo diferencias entre el testigo y los bioinsumos, y también se determinó una interacción significativa entre bioinsumos y dosis para las semillas de frijol.

Cuadro 5. Resumen del análisis de varianza (cuadrados medios) para el índice de velocidad de germinación (IVG), longitud radicular (LR) y diámetro radicular (DR) de semillas de tres leguminosas, en respuesta a dos dosis de bioinsumos.

FV	GI	<i>G. max</i>			<i>P. vulgaris</i>			<i>V. unguiculata</i>		
		IVG	LR	DR	IVG	LR	DR	IVG	LR	DR
Testigo vs. Bioinsumos	1	0,15 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,69 ^{**}	0,06 ^{**}	0,67 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,14 [*]
Bioinsumos	4	4,25 [*]	0,93 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,56 ^{**}	0,02 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Dosis	1	2,80 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,10 [*]	0,18 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}
Bioinsumos * Dosis	4	1,11 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,78 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,07 [*]
Error	33	1,46	0,46	0,02	0,71	0,06	0,01	0,89	0,46	0,02
W (Shapiro-Wilk)		0,92 [*]	0,96 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,91 ^{**}	0,89 ^{**}	0,96 ^{ns}	0,98 ^{ns}
Prueba de Bartlett		> 0,05			> 0,05			> 0,05		
Coefficiente de variación (%)		5,36	23,46	6,02	3,61	4,96	4,13	4,03	14,51	7,19

Significativos a 1(**) y 5 (*) % de probabilidad por la prueba de F; ns = No significativo.

La comparación de promedios de los bioinsumos para el índice de velocidad de germinación (IVG) de soja evidencia que los bioinsumos Humato K⁺ y Probio Fert fueron similares entre sí y superiores estadísticamente al grupo formado por los bioinsumos Bio Optimize, Microforte, e Inoc-Rhizos, los cuales presentaron índices de velocidad de germinación más bajos (Cuadro 6). En relación a la longitud radicular de plántulas de caraota, también se conformaron dos grupos claramente definidos: el primero conformado por los bioinsumos Humato K⁺, Probio Fert e Inoc-Rhizos, similares entre sí y estadísticamente superiores a los bioinsumos Bio Optimize y Microforte

Cuadro 6. Comparación de valores promedios del índice de velocidad de germinación (IVG) de soja y de longitud radicular de plántulas de caraota en respuesta a cinco bioinsumos

Bioinsumo	IVG - <i>G. max</i>	LR - <i>P. vulgaris</i>
Humato K+	23,42 A	5,21 A
Probio Fert	23,15 A	5,17 A
Bio Optimize	22,27 B	4,86 B
Microforte	22,29 B	4,80 B
Inoc-Rhizos	21,61 B	5,44 A

Valores seguidos de letras diferentes en las columnas difieren entre sí por la prueba de Scott-Knott a 5% de probabilidad

Cuadro 7. Comparación independiente de la longitud y el diámetro radicular de tres leguminosas tratadas con cinco bioinsumos en relación al testigo.

Categorías en relación al testigo	<i>G. max</i>		<i>P. vulgaris</i>		<i>V. unguiculata</i>	
	Longitud radicular	Diámetro radicular	Longitud radicular	Diámetro radicular	Longitud radicular	Diámetro radicular
Superior	---	---	HK, PF, IR	HK, BO, PF, IR	---	HK, PF
Similar	HK, PF, BO, IR, MF	HK, PF, BO, IR, MF	BO, MF	MF	HK, PF, BO, IR, MF	BO, IR, MF
Inferior	---	---	---	---	---	---
DMS	---	---	0,46	0,06	---	0,19

HK = Humato K+; PF = Probio Fert; BO = Bio Optimize; MF = Microforte; IR = Inoc-Rhizos (IR). Las diferencias fueron calculadas por la prueba de Dunnett a 5 % de probabilidad.

La comparación de los bioinsumos con relación al testigo para las variables longitud y diámetro radicular de plántulas de las tres leguminosas se presenta en el Cuadro 7. En el caso de la soja, todos los bioinsumos tuvieron un comportamiento similar al testigo para ambas variables; para la caraota, los bioinsumos Humato K⁺, Inoc-Rhizos y Probio Fert fueron estadísticamente superiores a tratamiento testigo, tanto para la longitud como para el diámetro radicular, en este último caso Bio Optimize también resultó superior al testigo. En el caso particular del frijol, todos los tratamientos fueron similares al testigo en relación a la longitud de la radícula de las plántulas; mientras que, para el diámetro radicular, los bioinsumos Humato K⁺ y Probio Fert resultaron superiores al tratamiento testigo. Cabe destacar que para ninguna de las variables evaluadas en las tres leguminosas se obtuvieron valores promedios inferiores al tratamiento testigo.

En relación al efecto significativo de las dosis de bioinsumos sobre el diámetro radicular de las plántulas de soja, se constató que la dosis recomendada resultó estadísticamente superior en relación a la dosis triple, con valores de 2,27 cm y 2,17 cm, respectivamente. Por su parte, el desdoblamiento de la interacción significativa bioinsumos*dosis para el diámetro radicular de plántulas de frijol, indica que el incremento de la dosis de

bioinsumos redujo significativamente el diámetro radicular al pasar de 2,29 mm con la dosis recomendada comercialmente a un promedio de 2,06 mm cuando se utiliza el triple de la dosis recomendada.

En términos generales, los bioinsumos no tuvieron efectos sobre el porcentaje de germinación de las leguminosas, a excepción de Inoc-Rhizos que indujo cierto retraso en la germinación de la soya para el segundo día, pero que fue compensado para el tercer día.

Los bioinsumos evaluados durante esta investigación sólo afectaron el índice de velocidad de germinación de las semillas de soya, encontrándose que Humato K⁺ (a base de MO y ácidos húmicos y fúlvicos) y Probio Fert (constituido por cepas sinérgicas de microorganismos) produjeron los mejores resultados. Dichos bioinsumos también produjeron mayor diámetro radicular en plántulas de frijol; mientras que, en plántulas de caraota indujeron mayor longitud radicular, lo cual también fue producido por Inoc-Rhizos (cepas de microorganismos).

Estos resultados concuerdan con los de Filipini et al. (2021) quienes reportaron un efecto aditivo de co-inoculación a través de la aplicación de *Bradyrhizobium* combinados con *Azospirillum* en semillas de caraota, lo cual dio como resultado plantas de mayor vigor y con mayor biomasa vegetal en comparación con las plantas no inoculadas. Diversos investigadores afirman que el efecto sobre el desarrollo y producción de las plantas se debe a la combinación de diversos mecanismos de acción que poseen estas bacterias (Queiroz-Rego et al., 2018; Cassán et al., 2009; Benintende et al., 2010; Hungria et al., 2013).

Queiroz-Rego et al. (2018) asociaron el aumento del vigor de las semillas a los efectos hormonales inducidos por *B. japonicum* y *A. brasiliense*, considerando que varios grupos de hormonas vegetales están relacionados con la fisiología de las semillas. Bakonyi et al. (2013) informaron que los efectos beneficiosos sobre la germinación proporcionada por las bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPB) podrían explicarse por la síntesis de fitohormonas y el aumento de la movilización de nutrientes de las semillas por su acción. Gholami et al. (2009) observaron que las PGPB contribuyeron significativamente a la germinación y vigor de las semillas de maíz, lo cual relacionaron con la síntesis de fitonutrientes que actúan sobre actividad de varias enzimas involucradas en el proceso de germinación, haciendo que la germinación se produzca más rápido.

Ureche et al. (2021) demostraron la eficacia de diferentes cepas nativas de PGPR solas o combinadas en la germinación, el vigor, la longitud y el diámetro de las raíces de plántulas de pimentón. Se han informado mejoras similares en condiciones de crecimiento controlado en una amplia gama de especies vegetales

como el tomate, la cebolla, la lechuga y la zanahoria (Moustaine et al., 2017; Phale, 2018; Khosravi et al., 2018).

Braziene et al. (2021) encontraron que el uso de ácidos fúlvicos para el tratamiento de semillas aumentó el porcentaje de germinación y disminuyó el tiempo medio de germinación en trigo, cebada y remolacha azucarera; redujo el número de brotes de trigo y cebada dañados por *Fusarium* sp. y *Microdochium nivale*; además, los ácidos fúlvicos aumentaron la longitud y el peso seco de brotes y raíces de trigo y cebada. Resultados similares fueron reportados por Khashroum et al. (2024) evaluando la germinación de semillas de cucurbitáceas. Por su parte, Qin et al. (2016) afirman que el aumento de la concentración de ácidos fúlvicos durante el tratamiento de semillas de trigo conduce a una disminución en la germinación.

Matysiak et al. (2011) reportaron que los extractos de algas pardas *Ecklonia maxima* y *Saragassum* spp. y los ácidos húmicos y fúlvicos mejoraron la capacidad de germinación de las semillas de maíz, resultando mayor peso de brotes y raíces en plántulas de semillas tratadas. En tal sentido, afirman que los ácidos húmicos aumentaron la permeabilidad de las membranas celulares y afectaron significativamente el aumento del vigor de germinación de las semillas, la intensificación del crecimiento de las plántulas, el crecimiento del peso de las raíces y el desarrollo de los brotes. También se conoce el efecto de los ácidos húmicos y fúlvicos para limitar el desarrollo de algunos patógenos, como *Fusarium* spp. (Yigit y Dikilitaş, 2008).

Dentro de los insumos evaluados, Bio Optimice en su composición contiene cierta proporción de aminoácidos; sin embargo, estos componentes no produjeron diferencias estadísticas en la germinación de las leguminosas, a pesar Abdelkader et al. (2023) reportaron que el tratamiento de semillas de cebolla con aminoácidos mejoró el porcentaje de germinación, el índice de vigor y el índice de tasa de germinación en comparación con semillas no tratadas, y las variables de crecimiento y desarrollo de las plántulas (longitud de los brotes, longitud de las raíces, peso fresco, materia seca y contenido relativo de agua) se correlacionan positivamente con la aplicación de aminoácidos, dentro de los que se destacaron la glutamina y el triptófano.

En relación a los efectos de Inoc-Rhizos, Probio Fert y Humato K⁺ sobre el desarrollo radicular de plántulas de frijol y caraota, Cassán et al. (2020) afirman que los principales cambios en la arquitectura de las raíces de las plantas son el principal resultado de la inoculación con *Azospirillum*, contenido en las formulaciones de los bioinsumos, lo cual se asocia a la producción de

fitohormonas bacterianas y, más específicamente, por la biosíntesis de ácido indol-3-acético.

Los resultados más evidentes de la mayoría de las inoculaciones con *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* y *Pseudomonas* son los cambios en la arquitectura de las raíces de las plantas. La inoculación de semillas de leguminosas puede promover el alargamiento de las raíces (Domingues-Duarte et al., 2020; Rondina et al., 2020), el desarrollo de raíces laterales, adventicias y pelos radiculares (Choudhary et al., 2022; Kumawat et al., 2022), y ramificación de pelos radiculares (Rondina et al., 2020; Mia, 2022), algunos de los cuales también ocurren en muchas especies de plantas, consecuentemente aumentan y mejoran significativamente su sistema radicular. Generalmente se acepta que estas respuestas de desarrollo en la morfología de la raíz son desencadenadas por fitohormonas, posiblemente con la ayuda de sus moléculas asociadas.

CONCLUSIONES

Las semillas de soya resultaron más sensibles al tratamiento con bioinsumos que las semillas de frijol y caraota, lo cual se reflejó en la afectación del porcentaje de germinación y el índice de velocidad de germinación. Los mejores resultados fueron obtenidos con los bioinsumos Humato K+ y Probio Fert.

Los bioinsumos formulados en base a cepas de microorganismos (Inoc-Rhizos y Probio Fert) y en base a ácidos húmicos y fúlvicos (Humato K+) promovieron mejor desarrollo radicular de las plántulas de frijol y caraota.

La aplicación de dosis de bioinsumos superiores a las recomendadas no garantiza mejoras en las variables de germinación de las leguminosas y puede causar efecto perjudicial en el caso de las semillas de soya.

LITERATURA CITADA

Abdelkader, M., Voronina, L., Puchkov, M., Shcherbakova, N., Pakina, E., Zargar, M., Lyashko, M. 2023. Seed priming with exogenous amino acids improves germination rates and enhances photosynthetic pigments of onion seedlings (*Allium cepa* L.). *Horticulturae*, 9(1):80. Doi: 10.3390/horticulturae9010080

Ahemad, M., Khan M. S. 2012. Evaluation of plant-growth-promoting activities of rhizobacterium *Pseudomonas putida* under herbicide stress. *Ann. Microbiol.* 62:1531–1540. Doi: 10.1007/ s13213-011-0407-2

Bakonyi, N., Bott, S., Gajdos, E., Szabo, A., Jakab, A., Toth, B., Veres, S. 2013. Using biofertilizer to

improve seed germination and early development of maize. *Pol. J. Environ. Stud.* 22:1595–1599.

- Benintende, S., Uhrich, W., Herrera, M., Gangge, F., Sterren, M. 2010. Comparación entre inoculación con *Bradyrhizobium japonicum* y *Azospirillum brasilense* e inoculación simple con *Bradyrhizobium japonicum* en la nodulación, crecimiento y acumulación de N en el cultivo de soja. *Agriscientia* 27:71–77.
- Braziene, Z., Paltanavicius, V., Avizienytė, D. 2021. The influence of fulvic acid on spring cereals and sugar beets seed germination and plant productivity. *Environmental Research*, 195, 110824. Doi: 10.1016/j.envres.2021.110824
- Butler, L., Hay, F., Ellis, R., Smith, R., Murray, T. 2009. Priming and re-drying improve the survival of mature seeds of *Digitalis purpurea* during storage. *Ann. Bot.* 103:1261–1270. Doi: 10.1093/aob/mcp059
- Campobenedetto, C., Grange, E., Mannino, G., Van Arkel, J., Beekwilder, J., Karlova, R., Garabello, C., Contartese, V., Bertera, C. M. 2020. A biostimulant seed treatment improved heat stress tolerance during cucumber seed germination by acting on the antioxidant system and glyoxylate cycle. *Frontiers in plant science*, 11, 836. Doi: 10.3389/fpls.2020.00836
- Cassán, F., Coniglio, A., López, G., Molina, R., Nievas, S., de Carlan, C. L. N., Donadio, F., Torres, D., Rosas, S., Pedrosa, F. O., de Souza, E., Zorita, M. D., de-Bashan, L., Mora, V. 2020. Everything you must know about *Azospirillum* and its impact on agriculture and beyond. *Biology and Fertility of Soils*, 56: 461-479. Doi: 10.1007/s00374-020-01463-y
- Cassán, F., Perrig, D., Sgroy, V., Masciarelli, O., Penna, C. 2009. *Azospirillum brasilense* Az39 and *Bradyrhizobium japonicum* E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.). *Eur. J. Soil Biol.* 45: 28–35. Doi: 10.1016/j.ejsobi.2008.08.005
- Castillo-Quiroz, D., Antonio-Bautista, A., Ávila-Flores, D. Y., Sáenz-Reyes, J. T., Castillo-Reyes, F. 2018. Tratamientos químicos y biológicos para estimular la germinación en semillas de *Nolina cespitifera* Trel. *Polibotánica*, 45: 147-156. Doi: 10.18387/polibotanica.45.11
- Choudhary, A., Kumar, A., Kaur, H., Gautam, H., Venkatapuram, A. K., Bagaria, H., Mehta, S., Husen, A. 2022. Role of plant growth-promoting *Rhizobacterium* in adventitious root formation. In *Environmental, Physiological and Chemical Controls of Adventitious Rooting in Cuttings* (pp.

- 159-181). Academic Press. Doi: 10.1016/B978-0-323-90636-4.00007-6
- Da Silva-Medina, G., Rotondo, R., Rodríguez, G. R. 2024. Innovations in Agricultural Bio-Inputs: Commercial Products Developed in Argentina and Brazil. *Sustainability*, 16(7): 2763. Doi: 10.3390/su16072763
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, L., Tablada, M., Robledo, C. W. 2020. InfoStat Software Estadístico, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (en línea). Consultado 04 feb. 2024. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>
- Domingues-Duarte, C. F., Cecato, U., Trento Biserra, T., Mamédio, D., Galbeiro, S. 2020. *Azospirillum* spp., en gramíneas y forrajeras. Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11(1), 223-240. Doi: 10.1016/j.homp.2013.05.005
- Dragicevic, V., Spasic, M., Simic, M., Dumanovic, Z. & Nikolic, B. 2013. Stimulative influence of germination and growth of maize seedlings originating from aged seeds by 2, 4-D potencies. *Homeopathy* 102: 179–186.
- Feijoo, M. A. L. 2016. Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Científica Agroecosistemas*, 4 (2): 31-40.
- Filipini, L. D., Pilatti, F. K., Meyer, E., Ventura, B. S., Lourenzi, C. R., Lovato, P. E. 2021. Application of *Azospirillum* on seeds and leaves, associated with *Rhizobium* inoculation, increases growth and yield of common bean. *Archives of Microbiology*, 203: 1033-1038. Doi: 10.1007/s00203-020-02092-7
- FUSAGRI (Fundación Servicio para el Agricultor) e IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2022. Caracterización del sector bioinsumos agropecuarios en Venezuela. Informe Técnico. 42 p.
- Gholami, A., Shahsavani, S., Nezarat, S. 2009. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *World Acad. Sci. Eng. Technol.* 49: 19–24.
- Hoyos, D., Alvis, N., Jabib, L. 2008. Utilidad de los microorganismos eficaces (EM®) en una explotación avícola de Córdoba: parámetros productivos y control ambiental. *Revista MVZ Córdoba*, 13 (2): 1369-1379.
- Hungria, M., Nogueira, M. A., Araújo, R. S. 2013. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: Strategies to improve sustainability. *Biol. Fertil. Soils* 49: 791–801. Doi: 10.1007/s00374-012-0771-5
- Hussain, S., Zheng, M., Khan, F., Khaliq, A., Fahad, S., Peng, S., Huang, J., Cu, K., Nie, L. 2015. Benefits of rice seed priming are offset permanently by prolonged storage and the storage conditions. *Scientific reports*, 5(1): 8101.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1985. International rules for seed testing. Rules 1985. *Seed science and technology*, 13(2): 299-513.
- Khashroum, A. O., Fawadleh, Y. K., Hamad, H. J., Saewan, S. A., Almashagbeh, I., Alalawneh, M. O., Daradkeh, S. M., Saqr, A. 2024. Effects of addition of humic and fulvic acids on soil properties and germination percentage of cucurbit plants (zucchini and cucumber). *Nature Environment & Pollution Technology*, 23(1): 537-544. Doi: 10.46488/NEPT.2024.v23i01.050
- Khosravi, A., Zarei, M., Ronaghi, A., 2018. Effect of PGPR, phosphate sources and vermicompost on growth and nutrients uptake by lettuce in a calcareous soil. *J. Plant Nutr.* 41 (1):80–89. Doi: 10.1080/01904167.2017.1381727
- Kumawat, K., Singh, I., Nagpal, S., Sharma, P., Gupta, R., Sirari, A. 2022. Co-inoculation of indigenous *Pseudomonas oryzae* and *Bradyrhizobium* sp. modulates the growth, symbiotic efficacy, nutrient acquisition, and grain yield of soybean. *Pedosphere*, 32(3): 438-451. Doi: 10.1016/S1002-0160(21)60085-1
- Lagler, J. C. 2017. Bioinsumos: Distintas percepciones haciendo foco en la fertilización biológica. *Agronomía & Ambiente*, 37 (1): 73-89
- Mahakham, W., Sarmah, A. K., Maensiri, S., & Theerakulpisut, P. 2017. Nanoprimering technology for enhancing germination and starch metabolism of aged rice seeds using phytosynthesized silver nanoparticles. *Scientific reports*, 7(1): 8263. Doi: 10.1038/s41598-017-08669-5
- Maheshwari, D., Dubey, R., Aeron, A., Kumar, B., Kumar, S., Kumar, N. 2012. Integrated approach for disease management and growth enhancement of *Sesamum indicum* L. utilizing *Azotobacter chroococcum* TRA2 and chemical fertilizer. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 28:3015–3024. Doi: 10.1007/s11274-012-1112-4
- Matysiak, K., Kaczmarek, S., Krawczyk, R. 2011. Influence of seaweed extracts and mixture of humic and fulvic acids on germination and growth of *Zea mays* L. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura*, 10(1): 33-45.
- Mia, M. B. 2022. Enhanced root morphogenesis in non-legumes as induced by rhizobacteria *Bacillus* spp. In *Bacilli in Agrobiotechnology: Plant Stress Tolerance, Bioremediation, and Bioprospecting* (pp. 151-168). Cham: Springer International Publishing.

- Morocho M, T. y Leiva-Mora, M. 2019. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. Centro Agrícola, 46(2): 93-103.
- Moustaine, M., Elkahkahi, R., Benbouazza, A., Benkirane, R., Achbani, E., 2017. Effect of plant growth promoting rhizobacterial (PGPR) inoculation on growth in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and characterization for direct PGP abilities in Morocco. IJEAB2 590–595. Doi: 10.22161/ijeab/2.2.5.
- Paz R, M., Abramoff, C., Sisterna, Marina., Lampugnani, G. 2019. Bioinsumo como alternativa de control para hongos que afectan a semillas hortícolas. Investigación Joven, 6(2). <https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov/article/view/9352>
- Phale, S., 2018. Isolation and screening of multifunctional plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) from onion rhizosphere (*Allium cepa*). J. Bioprocess. Biotech. 8 (335), 2. Doi: 10.4172/2155-9821.1000335.
- Qin, Y., Zhu, H., Zhang, M., Zhang, H., Xiang, C., Li, B., 2016. GC-MS analysis of membrane-graded fulvic acid and its activity on promoting wheat seed germination. Molecules 21, 1363. Doi: 10.3390/molecules21101363.
- Queiroz-Rego, C. H., Cardoso, F. B., da Silva Cândido, A. C., Teodoro, P. E., Alves, C. Z. 2018. Co-inoculation with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* increases yield and quality of soybean seeds. Agronomy Journal, 110(6), 2302-2309. Doi: 10.2134/agronj2018.04.0278
- Quispe, Y. C. y Chávez, C. M. F. 2017. Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), municipio de Achocalla. Apathapi, 3 (3): 652- 666.
- Rivero-Quijada, C., Sánchez-Cuevas, M. C., Silva-Acuña, R. 2013. Evaluación de extractos acuosos de diferentes especies vegetales para el control *in vitro* de *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*. Revista Científica UDO Agrícola 13 (1): 66-70.
- Rondina, A. B. L., dos Santos Sanzovo, A. W., Guimarães, G. S., Wendling, J. R., Nogueira, M. A., Hungria, M. 2020. Changes in root morphological traits in soybean co-inoculated with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* or treated with *A. brasilense* exudates. Biology and Fertility of Soils, 56(4), 537-549. Doi: 10.1007/s00374-020-01453-0
- Salazar-González, M., Sánchez-Cuevas, M., Silva-Acuña, R., Romero-Marcano, G. 2019. Evaluación de extractos acuosos de nueve especies de plantas tropicales sobre el crecimiento *in vitro* del hongo fitopatógeno *Sclerotium rolfsii* Sacc. Saber, Universidad de Oriente, Venezuela. 31: 271-282.
- Tanya-Morocho, M., Leiva-Mora, M. 2019. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. Centro agrícola, 46(2):93-103.
- Uday-Patiño, M. 2015. Diseño experimental: Factorial AXB + N (en línea). Consultado 18 de octubre, 2023. Disponible en <https://bit.ly/3K8LcNs>
- Ureche, M. A. L., Pérez-Rodríguez, M. M., Ortiz, R., Monasterio, R. P., Cohen, A. C. 2021. Rhizobacteria improve the germination and modify the phenolic compound profile of pepper (*Capsicum annum* L.). Rhizosphere, 18, 100334. Doi: 10.1016/j.rhisph.2021.100334
- Vicien, C. 1992. Agricultura sostenible: una metodología para su análisis. Documento de la Cátedra de Administración Rural N° 34. Facultad de Agronomía-Universidad de Buenos Aires.
- Yigit F., Dikilitaş M., 2008. Effect of humic acid applications on the root-rot diseases caused by *Fusarium* spp. on tomato plants. Plant Pathology 7(2):179-182.
- Zhang, N., K. Wu, X. He, S. Li, and Z. Zhang. 2011. A new bioorganic fertilizer can effectively control banana wilt by strong colonization with *Bacillus subtilis* N11. Plant Soil 344:87–97. Doi: 10.1007/s11104-011-0729-7