

Efecto del IHPLUS®BF en la germinación de semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt cv. Cunningham

Effect of IHPLUS®BF on seed germination of *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt cv. Cunningham

Saray Sánchez-Cárdenas <http://orcid.org/0000-0002-5840-402X>, Joisel Vázquez-Martínez <https://orcid.org/0009-0001-5901-4672>, Dayara Domínguez-Ortega <https://orcid.org/0009-0001-1509-4172>, Ismaray Revueltas-Oramas <https://orcid.org/0009-0004-5798-137X>, Hilda Beatriz Wencomo-Cárdenas <http://orcid.org/0000-0002-1450-5611>
Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Ministerio de Educación Superior. Central España Republicana CP 44280. Matanzas, Cuba. Correo electrónico: saray@ihatuey.cu, joisel.vazquez@ihatuey.cu, dayara@ihatuey.cu, ismaray.revuelta@ihatuey.cu, wencomo@ihatuey.cu

Resumen

Objetivo: Evaluar el efecto de la inoculación con el biofertilizante IHPLUS®BF en la germinación de semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt cv. Cunningham.

Materiales y Métodos: El estudio se realizó en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, ubicada en el municipio Perico, provincia Matanzas, Cuba. Para estudiar la respuesta germinativa de las semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham, se realizó un experimento con un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3 x 4. Los tratamientos se conformaron por la combinación de dos factores: a) tiempo de imbibición y b) diluciones de IHPLUS®BF. Se combinaron tres tiempos diferentes (8, 10 y 28 h) con cuatro diluciones (2,5; 5; 10; 15 mL L⁻¹), y un control: semillas con tratamiento de escarificación térmica (agua a 80 °C durante dos minutos).

Resultados: La cinética de germinación mantuvo un comportamiento similar en todos los tratamientos. La mejor respuesta se obtuvo con la combinación del método de escarificación térmica, con 28 horas de imbibición a los 10 días y 96 % de germinación. El potencial germinativo, el índice de velocidad, el tiempo promedio de germinación y el tiempo para alcanzar la máxima germinación, tuvieron el mejor comportamiento cuando se empleó el bioproducto con las dosis de 2,5; 5; 10 y 15 %, embebidas durante 28 horas. Estas dosis no mostraron diferencias significativas entre sí y tuvieron mayor eficiencia germinativa y seis días como mínimo para alcanzar la germinación máxima.

Conclusiones: Se demostró la efectividad de IHPLUS®BF durante el proceso de germinación de las semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham, siendo la mejor combinación la utilización al 5 % durante 28 horas con mayor eficiencia germinativa.

Palabras clave: biofertilizante, escarificación, inoculación

Abstract

Objective: To evaluate the effect of inoculation with the biofertilizer IHPLUS®BF on seed germination of *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt cv. Cunningham.

Materials and Methods: The study was carried out at the Pastures and Forages Research Station Indio Hatuey, located in the Perico municipality, Matanzas province, Cuba. To study the germination response of seeds of *L. leucocephala* cv. Cunningham, an experiment was carried out with a completely randomized design with a 3 x 4 factorial arrangement. The treatments were formed by the combination of two factors: a) imbibition time and b) dilutions of IHPLUS®BF. Three different times (8, 10 and 28 h) were combined with four dilutions (2,5; 5; 10; 15 mL L⁻¹), and a control: seeds with thermal scarification treatment (water at 80 °C for two minutes).

Results: Germination kinetics maintained a similar performance in all treatments. The best response was obtained with the combination of the thermal scarification method, with 28 hours of imbibition at 10 days and 96 % germination. Germination potential, speed index, average germination time and time to reach maximum germination performed best when the bioproduct was used with doses of 2,5, 5, 10 and 15 %, imbibed for 28 hours. These doses did not show significant differences among themselves and had higher germination efficiency and a minimum of six days to reach maximum germination.

Conclusions: The effectiveness of IHPLUS®BF during the germination process of *L. leucocephala* cv. Cunningham seeds was proven, being the best combination the use at 5 % for 28 hours with higher germination efficiency.

Keywords: biofertilizer, scarification, inoculation

Recibido: 04 de enero de 2023

Aceptado: 19 de octubre de 2023

Como citar este artículo: Sánchez-Cárdenas, Saray; Vázquez-Martínez, Joisel; Domínguez-Ortega, Dayara; Revueltas-Oramas, Ismaray & Wencomo-Cárdenas, Hilda Beatriz. Efecto del IHPLUS®BF sobre la germinación de semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes*. 46:e18, 2023.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

Introducción

La inclusión de árboles y arbustos en los pastizales es una alternativa viable, debido a su contribución en la disminución de la erosión, el mejoramiento de la fertilidad del suelo por el aporte de nitrógeno atmosférico y el reciclaje de nutrientes, entre otros aspectos. Además, se ha comprobado que en los sistemas donde se emplean las especies arbóreas, aumenta la biomasa comestible y el contenido de proteína bruta de las gramíneas, en comparación con aquellos de gramíneas mejoradas sin fertilizar (Crews *et al.*, 2016).

Según Hernández-Hernández *et al.* (2020), la especie arbórea más utilizada en los sistemas silvopastoriles es *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt cv. Cunningham. Sin embargo, a pesar de estas ventajas, sus semillas están cubiertas por una ligera capa de polisacáridos, galactosa y manosa (Gutiérrez-de-Gotera *et al.*, 2007), que impide el paso de agua y de oxígeno, disminuye el vigor germinativo y propicia porcentajes de germinación inferiores a 20 %, lo que limita su utilización (Sánchez-Paz y Ramírez-Villalobos, 2006).

Para atenuar estas limitantes, se han identificado diferentes tratamientos pregerminativos, como la escarificación a partir de la remoción manual de la testa, con papel lija, los tratamientos hidrotérmicos, y la inmersión en agua a temperatura ambiente o en ácido sulfúrico (Reino-Molina y Sánchez-Rendón, 2022).

La utilización de IHPLUS® BF, solo o en combinación con los métodos de escarificación descritos anteriormente, pudiera ser una alternativa viable. Este bioproducto, elaborado en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EPPFIH), sobre la base de la tecnología de los microorganismos, ha tenido gran aceptación por los productores. Está certificado para su utilización como biofertilizante y con su aplicación se logran efectos benéficos, como el de promover la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas (Díaz-Solares *et al.*, 2020).

Tradicionalmente se han utilizado los microorganismos para estimular la germinación, el crecimiento y el desarrollo de las plantas, debido a que producen numerosos compuestos bioactivos (López-Dávila *et al.*, 2017). En Cuba, se ha empleado como bioestimulante de la germinación en diferentes cultivos (Tellez-Soria y Orberá-Ratón, 2018; Morocho y Leiva-Mora, 2019; Calero-Hurtado *et al.*, 2019), efecto que se puede relacionar con la

capacidad de este bioproducto de excretar vitaminas, ácidos orgánicos, minerales, quelatos y sustancias antioxidantes que contribuyen a suprimir el crecimiento de los microorganismos fitopatógenos y generar nutrientes asimilables por las plantas, lo que estimula su crecimiento. Sin embargo, no existen resultados de la aplicación del IHPLUS® BF en semillas de *L. leucocephala*. A partir de esta condición, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inoculación con el biofertilizante IHPLUS® BF en la germinación de semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham.

Materiales y Métodos

Localización. El estudio se realizó en el Laboratorio de Semillas de la EPPFIH, situada a los 22° 48' y 7" de latitud norte y 79° 32' y 2" de longitud oeste, a 19 msnm, en Perico, provincia Matanzas, Cuba.

Tratamiento y diseño experimental. Para estudiar la respuesta germinativa de las semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham a la aplicación de diferentes diluciones y tiempos de imbibición (tabla 1), se realizó un experimento con un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 3 x 4. Los tratamientos se conformaron por combinaciones de dos factores: a) tiempo de imbibición con tres tiempos diferentes (8, 10 y 28 horas) y b) diluciones de IHPLUS® BF, con cuatro diluciones (2,5; 5; 10; 15 mL L⁻¹), y un control con semillas con escarificación térmica (agua a 80 °C durante dos minutos).

Tabla 1. Descripción de cada tratamiento en estudio.

Tratamiento	Descripción
1	STT+ IHPLUS® BF (2,5 %) 8 h
2	STT+ IHPLUS® BF (2,5 %) 10 h
3	STT+ IHPLUS® BF (2,5 %) 28 h
4	STT+ IHPLUS® BF (5 %) 8 h
5	STT+ IHPLUS® BF (5 %) 10 h
6	STT+ IHPLUS® BF (5 %) 28 h
7	STT+ IHPLUS® BF (10 %) 8 h
8	STT+ IHPLUS® BF (10 %) 10 h
9	STT+ IHPLUS® BF (10 %) 28 h
10	STT+ IHPLUS® BF (15 %) 8 h
11	STT+ IHPLUS® BF (15 %) 10 h
12	STT+ IHPLUS® BF (15 %) 28 h
Control	STT

STT - Semillas tratadas con escarificación térmica en agua a 80 °C durante dos minutos. IHPLUS® BF.

Procedimiento experimental. Se utilizaron semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham recién cosechadas, a las que se les hizo un análisis de germinación estándar y de viabilidad con la aplicación del método del tetrazolio (Suárez y Melgarejo, 2010). Los embriones se clasificaron según su coloración en: 1) vivos con vigor alto, totalmente teñidos de rojo intenso, 2) vivos con vigor bajo, coloración rojo pálido y 3) no viables, incoloros. El resultado del análisis de germinación y viabilidad se expresó como porcentaje de embriones viables y no viables (Maldonado-Peralta *et al.*, 2016).

Todas las semillas antes de la siembra se sometieron a escarificación térmica, en agua a 80 °C, durante dos minutos (González y Mendoza, 1995). Posteriormente se combinaron con los diferentes tratamientos de disoluciones del biofertilizante IHPLUS®BF y tiempos de imbibición, según su patrón trifásico de absorción de agua, a 25 °C.

Determinaciones. Se calcularon los siguientes índices de germinación, según la metodología de Bewley y Black (1994):

- *Potencial germinativo* (G %): valor total de germinación, expresado en porcentaje.
- *Índice de velocidad de germinación* (IVG): Se obtiene al dividir el número de semillas germinadas entre los días evaluados (desde la siembra hasta el último día de evaluación).

$$IVG = ni/ti$$

Donde:

ni = número de semillas germinadas desde el primer al último.

ti = tiempo en días (desde el día de siembra hasta el final de la evaluación).

- *Tiempo promedio para alcanzar la germinación* (TPG): Se obtiene a partir de la multiplicación del tiempo en días (se inicia desde la siembra) y el número de semillas que completaron la germinación dividido entre el número de semillas germinadas.

$$TPG = \sum(t \times n) / \sum n$$

Donde:

t = tiempo en días.

n = número de semillas que completaron la germinación.

- *Tiempo para alcanzar la máxima germinación* (TMax): Contempla el día en que el número de semillas germinadas no aumentó más.

Análisis estadístico. Los datos se procesaron mediante análisis de varianza factorial y las medias comparadas mediante la dócima de Duncan para

5 % de significación, después de verificar que cumplían con el ajuste de distribución normal (prueba de *Kolmogorov-Smirnov*) y de homogeneidad de varianza (prueba de *Levene*). El procesamiento de los datos se realizó con el paquete estadístico InfoEstat® (Di Rienzo *et al.*, 2017).

Resultados y Discusión

La cinética de germinación en cada uno de los tratamientos se muestra en la figura 1. En sentido general, se observó un comportamiento similar en todos los tratamientos. En cada dilución, el tiempo de imbibición a las 28 horas, fue el que mejor respuesta mostró.

Esta cinética muestra que el tratamiento que combinó el método de escarificación térmica con 28 horas de imbibición, a los 10 días, logró 96 % de germinación. Este comportamiento se cataloga como normal y muestra que, en todos los tratamientos, incluso en el control, las semillas no presentaron ningún tipo de dormancia innata después de la escarificación. Este resultado se relaciona con lo referido por Sánchez-Gómez *et al.* (2018), quienes plantean que el agua caliente ablanda la testa, al mismo tiempo que presiona la barrera física de las macroesclereidas, de modo que los espacios intercelulares quedan conectados. Estos tratamientos, por lo tanto, permiten o facilitan el contacto del agua con el embrión y estimulan su desarrollo. Además, eliminan y lavan los inhibidores presentes en la cubierta de la semilla, lo que favorece la germinación (Flores-Romayna *et al.*, 2020).

A lo anterior se adiciona el efecto aditivo del bioproducto IHPLUS® BF con la entrada hacia las semillas de sustancias reguladoras del crecimiento: auxinas, citoquininas y giberelinas presentes en el biofertilizante mediante el proceso de imbibición. Estos compuestos estimulan la división y el alargamiento celular, procesos que permiten el crecimiento de las diferentes estructuras vegetales (Iqbal y Hasnain, 2013).

En la tabla 2 se muestra el comportamiento de diversos indicadores que permiten conocer con mayor detalle diferentes características de la germinación en las semillas. Según lo informado por Sobrevilla-Solís *et al.* (2013), entre dichos indicadores se pueden citar el potencial germinativo, el índice de velocidad de germinación (IVG), el tiempo máximo (TMAX) y el tiempo promedio (TPG) para alcanzar la germinación.

Todos los indicadores evaluados (índice de velocidad de germinación, índice de germinación,

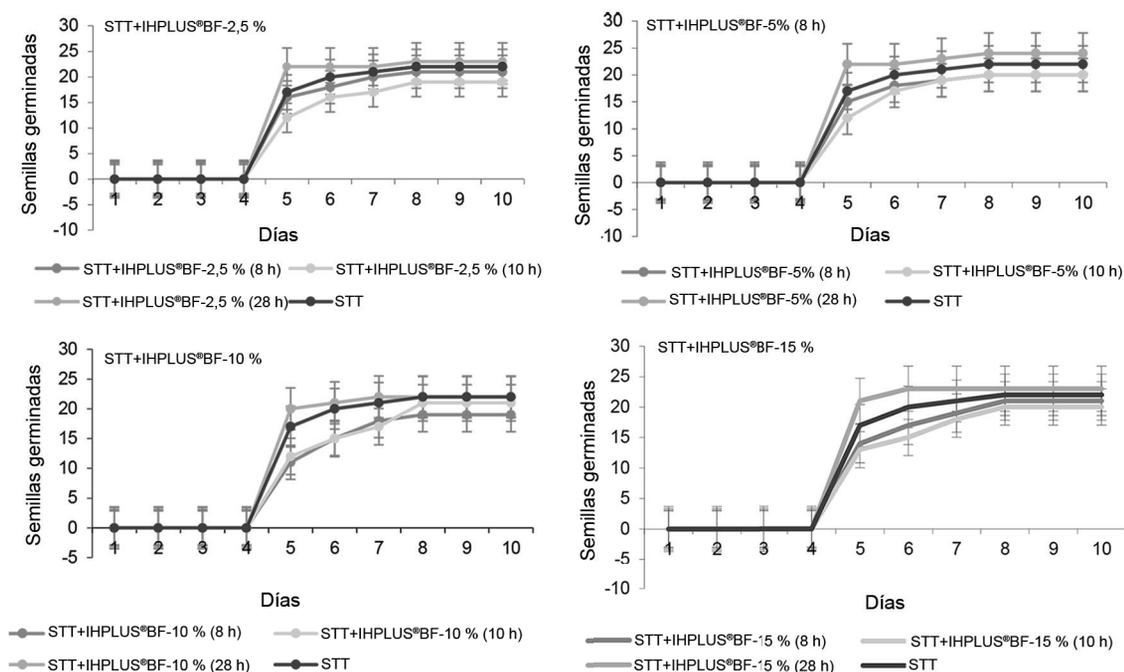


Figura 1. Cinética de germinación de semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham con diferentes diluciones de IHPLUS® BF y tiempo de imbibición.

Tabla 2. Indicadores relacionados con la germinación de semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham.

Tratamiento	Potencial germinativo, %	IVG, semillas días ⁻¹	TPG, días	TMAX, días
STT+ IHPLUS® BF (2,5 %) 8 h	84,0 ^{bc}	2,1 ^{ab}	4,43 ^{bcd}	5,5
STT+ IHPLUS® BF (2,5 %) 10 h	76,0 ^c	2,0 ^b	4,39 ^{abcd}	6,8
STT+ IHPLUS® BF (2,5 %) 28 h	92,0 ^{ab}	2,3 ^a	4,65 ^{dc}	6,5
STT+ IHPLUS® BF (5 %) 8 h	80,0 ^{bc}	2,1 ^{ab}	4,56 ^{cdc}	6,5
STT+ IHPLUS® BF (5 %) 10 h	80,0 ^{bc}	2,1 ^{ab}	4,63 ^{dc}	7,0
STT+ IHPLUS® BF (5 %) 28 h	96,0 ^a	2,5 ^a	4,62 ^{dc}	7,0
STT+ IHPLUS® BF (10 %) 8 h	76,0 ^c	2,0 ^b	4,80 ^e	7,0
STT+ IHPLUS® BF (10 %) 10 h	84,0 ^b	2,1 ^{ab}	4,63 ^{dc}	6,8
STT+ IHPLUS® BF (10 %) 28 h	88,0 ^{ab}	2,3 ^a	4,07 ^a	5,5
STT+ IHPLUS® BF (15 %) 8 h	84,0 ^{bc}	2,1 ^{ab}	4,17 ^{ab}	5,5
STT+ IHPLUS® BF (15 %) 10 h	80,0 ^{bc}	2,0 ^{ab}	4,24 ^{abc}	5,8
STT+ IHPLUS® BF (15 %) 28 h	92,0 ^{ab}	2,3 ^a	4,14 ^{ab}	6,0
Control STT	88,0 ^b	2,2 ^{ab}	44,48 ^{bcd}	6,3
Valor - P	0,0093	0,0093	0,0001	0,184
EE ±	3,82	0,10	0,11	0,45

PG-potencial germinativo, IVG- índice de velocidad de germinación, TPG- tiempo promedio de germinación, Tmáx- tiempo para alcanzar la máxima germinación.

a, b, c, d y e: Medias con letras desiguales en una misma columna difieren significativamente para $p \leq 0,05$.

tiempo promedio de germinación y tiempo para alcanzar la máxima germinación) presentaron mejores valores en los tratamientos donde se utilizó el bioproducto con las cuatro dosis (2,5, 5, 10 y 15 %), embebidas durante 28 horas, sin diferencias significativas entre ellas. Hubo mayor eficiencia germinativa y transcurrieron seis días, como mínimo, para alcanzar la máxima germinación.

Al parecer, este comportamiento se relaciona con la curva de absorción de agua en las semillas frescas de *L. leucocephala* cv. Cunningham. Reino-Molina (2005), al determinar el patrón de imbibición de las semillas en agua, describió que cuando las semillas frescas del mencionado cultivar se hidrataron a temperatura alterna de 25/30 °C siguieron un patrón trifásico de absorción de agua, como sucede en la generalidad de las semillas de todos los cultivos. El autor citado planteó que el final de la fase I se alcanza a las 8 horas; la II es un largo proceso de absorción de agua, que hasta las 25 horas constituye un segmento estacionario de la curva, y la fase III constituye la última etapa de la imbibición que representa la emergencia de la radícula (germinación visible), la cual se alcanzó al cabo de las 30 horas de hidratación de estas semillas.

El tiempo de imbibición de las semillas depende de numerosos factores: especie, calidad de la semilla, (sanidad, tamaño y peso). También tiene que ver con factores internos, como la madurez, y extrínsecos, como la humedad, la temperatura, la provisión de oxígeno, la presencia o la ausencia de luz y la latencia de la semilla. Todo esto influye en el porcentaje de germinación, según refiere Valdez-Yopla (2017).

Existen diferentes informes en cuanto al tiempo de imbibición. González-Fuente (2017), en un estudio similar en semillas de *Sorghum bicolor* L. (Moench) cv. UDG-110, tratadas con IHPLUS® BF, encontraron que los mayores valores se obtuvieron con la variante 6 % - cuatro horas de inmersión con porcentaje superior a 80 %. Carrillo-Sosa *et al.* (2017), en un estudio donde evaluaron la efectividad del bioproducto LEBAME (obtenido por el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar ICIDCA) no encontraron diferencias significativas entre los tres tiempos de imbibición (15, 30 y 60 minutos). Por lo tanto, desde el punto de vista práctico, la imbibición de las semillas de tomate en LEBAME durante 15 minutos (menor tiempo), se señaló como la mejor propuesta.

Los resultados de la presente investigación coinciden también con los obtenidos por diferentes autores, que estudiaron el efecto de diferentes biopreparados basados en microorganismos aislados de la rizosfera en el proceso de germinación de diversas especies (Quintero *et al.*, 2018).

Conclusiones

Se demostró la efectividad de este bioproducto en diferentes indicadores relacionados con el proceso de germinación de las semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham. La mejor combinación fue la utilización de este bioproducto al 5 % con mayor eficiencia germinativa (seis días como mínimo para alcanzar su máxima germinación).

Agradecimientos

A la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey por facilitar los recursos para la realización de esta investigación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses entre ellos.

Contribución de los autores

- Saray Sánchez-Cárdenas. Diseño del estudio, procesamiento de datos y escritura del manuscrito.
- Joisel Lázaro Vázquez-Martínez. Diseño y ejecución del estudio e interpretación de los datos.
- Dayara Domínguez-Ortega. Ejecución del estudio e interpretación de los datos.
- Ismaray Revueltas-Oramas. Ejecución del estudio e interpretación de los datos.
- Hilda Beatriz Wencomo-Cárdenas. Asesoría e interpretación de los datos.

Referencias bibliográficas

- Bewley, J. D. & Black, M. *Seeds. Physiology of development and germination*. New York: Plenum Press, 1994.
- Calero-Hurtado, A.; Quintero-Rodríguez, Elieni; Pérez-Díaz, Yanery; Olivera-Viciedo, D.; Peña-Calzada, Kolima & Jiménez-Hernández, Janet. Efecto entre microorganismos eficientes y Fito-mas-e en el incremento agroproductivo del frijol. *Rev. Bio. Agro.* 17 (1):25-33, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18684/bsaa.v17n1.1201>.
- Carrillo-Sosa, Yudines; Terry-Alfonso, Elein; Díaz-de-Villegas, María E.; Ruiz-Padrón, Josefa & Delgado, Grizel. Efecto del LEBAME en la germinación de semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cultivos Tropicales.* 38 (3):30-35. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362017000300004, 2017.

- Crews, T. E.; Blesh, Jennifer; Culman, S. W.; Hayes, R. C.; Jensen, E. S.; Mack, Michelle C. *et al.* Going where no grains have gone before: From early to mid-succession. *Agric. Ecosyst. Environ.* 223:223-238, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.03.012>.
- Díaz-Solares, Maykelis; Martín-Martín, G. J.; Miranda-Tortoló, Taymer; Fonte-Carballo, Leydi; Lamela-López, L.; Montejo-Sierra, I. L. *et al.* *Obtención y utilización de microorganismos nativos: el bioproducto IHPLUS®*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. https://www.researchgate.net/publication/339916260_Obtencion_y_utilizacion_de_microorganismos_nativos_el_bioproducto_IHPLUS_R, 2020.
- Di-Rienzo, J. A.; Balzarini, Mónica; Gonzalez, Laura; Casanoves, F.; Tablada, Margot & Robledo, C. W. *InfoStat versión 2017*. Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <https://www.infostat.com.ar/index.php?mod=pag&id=15>, 2017.
- Flores-Romayna, María A.; Ortega-Chávez, W. & Ortega-Mallqui, A. Evaluación de tratamientos pregerminativos en semillas de *Euterpe precatoria* Mart. (Huasaí) en la ciudad de Pucallpa, Perú. *CFORES*. 8 (1):88-103. <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/490>, 2020.
- González, Yolanda & Mendoza, F. Efecto del agua caliente en la germinación de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes*. 18 (1):59-65. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=1116&path%5B%5D=1633>, 1995.
- González-Fuentes, Yessika. *Efecto del IHplus® sobre el proceso de germinación de Sorghum bicolor L. (Moench)*. Tesis de diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Matanzas, Cuba: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Matanzas, 2017.
- Gutiérrez-de-Gotera, Omaira; Añez-de-Servodio, Omaira; León-de-Pinto, Gladys; Abed-El-Kader, Dina & Molina, E. Análisis fisicoquímico y estructural del polisacárido de la goma de semilla de *Leucaena leucocephala*. *Ciencia*. 15 (4):481-487. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/ciencia/article/view/9807>, 2007.
- Hernández-Hernández, M.; López-Ortiz, Silvia; Jarillo-Rodríguez, J.; Ortega-Jiménez, E.; Pérez-Elizalde, S.; Díaz-Rivera, P. *et al.* Rendimiento y calidad nutritiva del forraje en un sistema silvopastoril intensivo con *Leucaena leucocephala* y *Megathyrus maximus* cv. Tanzania. *Rev. mex. de cienc. pecuarias*. 11 (1):53-69, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4565>.
- Iqbal, Atia & Hasnain, Shahida. Auxin producing *Pseudomonas* strains: biological candidates to modulate the growth of *Triticum aestivum* beneficially. *Am. J. Plant Sci.* 4 (9):1693-1700, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4236/ajps.2013.49206>.
- López-Dávila, E.; Gil-Unday, Zuleiqui; Henderson, Deborah; Calero-Hurtado, A. & Jiménez-Hernández, Janet. Uso de efluente de planta de biogás y microorganismos eficientes como biofertilizantes en plantas de cebolla (*Allium cepa* L., cv. 'Caribe-71'). *Cultivos Tropicales*. 38 (4):7-14. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193254602001>, 2017.
- Maldonado-Peralta, M. A.; García-de-los-Santos, G.; García-Nava, J. R.; Ramírez-Herrera, C.; Hernández-Livera, A.; Valdez-Carrasco, J. M. *et al.* Seed viability and vigour of two nanche species (*Malpighia mexicana* and *Byrsonima crassifolia*). *Seed Sci. Technol.* 44 (1):1-9, 2016. DOI: <http://doi.org/10.15258/sst.2016.44.1.03>.
- Morocho, Mariuxi T. & Leiva-Mora, M. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Ctro. Agr.* 46 (2):93-103. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093-&lng=es&tlng=es2019.
- Quintero-Rodríguez, Elieni; Calero-Hurtado, A.; Pérez-Díaz, Yanery & Enríquez-Gómez, Lorettys. Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del frijol común. *Ctro. Agr.* 45 (3):73-80. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000300073&lng=pt&tlng=es, 2018.
- Reino-Molina, J. Efectos de tratamientos de hidratación-deshidratación y de choque ácido sobre la germinación y emergencia en *Leucaena leucocephala*. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, 2005.
- Reino-Molina, J. & Sánchez-Rendón, J. A. Efecto de la conservación al ambiente en semillas de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham sometidas a tratamientos hídricos. *Memorias de la Convención Producción Animal y Agrodesarrollo 2022*. Matanzas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, EEPF Indio Hatuey, 2022.
- Sánchez-Gómez, A.; Rosendo-Ponce, A.; Vargas-Romero, J. M.; Rosales-Martínez, F.; Platas-Rosado, D. E. & Becerril-Pérez, C. M. Energía germinativa en guaje (*Leucaena leucocephala* cv. Cunningham) con diferentes métodos de escarificación de la semilla. *Agrociencia*. 52 (6):863-874. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952018000600863&lng=es&nrn=iso, 2018.
- SánchezPaz, Y. & Ramírez-Villalobos, Maribel. Tratamientos pregerminativos en semillas de *Leucaena*

- leucocephala* (Lam.) de Wit. y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. *Rev. Fac. Agron.* 23 (3):257-272. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378=78182006000300001-&lng=es&tlng=es, 2006.
- Sobrevilla-Solis, J. A.; López-Herrera, Maritza; López-Escamilla, Ana L. & Romero-Bautista, Leticia. Evaluación de diferentes tratamientos pregerminativos y osmóticos en la germinación de semillas *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd) M. C. Johnston. En: G. Pulido-Flores y S. Monks, eds. *Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas*. Vol. II. Lincoln, EUA: Zea Books. <https://digitalcommons.unl.edu/hidalgo/12/>, 2013.
- Suárez, D. & Melgarejo, Luz M. Biología y germinación de semillas. En: L. M. Melgarejo, ed. *Experimentos en Fisiología vegetal*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. p. 13-24, 2010.
- Tellez-Soria, Taniyurkis & Orberá-Ratón, Teresa. Efecto estimulador del crecimiento de dos bio-preparados biotecnológicos en cultivos de remolacha (*Beta vulgaris* L.). *Rev. Cub. Quím.* 30 (3):483-494. <https://www.redalyc.org/journal/4435/443557797008/html/>, 2018.
- Valdez-Yopla, M. H. *Caracterización morfológica y germinación de la semilla de valeriana (Valeriana pilosa Ruiz & Pav.)*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Cajamarca, Perú: Escuela Académico Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1681/CARACTERIZACION%20MORFOLOGICA%20Y%20GERMINACION%20DE%20LA%20SEMILLA%20DE%20VALERIANA%20Valeriana%20pilosa%20Ruiz%20%26%20Pav.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, 2017.