

Efecto de la inoculación de las semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt cv. Cunningham con IHPLUS® BF en la etapa de vivero**Effect of inoculation of seeds from *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt cv. Cunningham with IHPLUS® BF at the nursery stage**

Saray Sánchez-Cárdenas <http://orcid.org/0000-0002-5840-402X>, Joisel Lázaro 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>, Amado Miguel Hernández-Mijangos <https://orcid.org/0009-0000-7138-0010> y Dayana Lascaiba-Espinosa <https://orcid.org/0009-0001-7762-4343>
 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, amado.hernandez@ihatuey.cu, dayana.lascaiba@ihatuey.cu

Resumen

Objetivo: Evaluar el efecto de la inoculación de las semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt cv. Cunningham con el biofertilizante IHPLUS® BF en el crecimiento, desarrollo y vigor de las plántulas durante la fase de vivero.

Materiales y Métodos: El estudio se realizó en bolsas de polietileno con un sustrato de tierra y materia orgánica. Se emplearon cinco semillas/bolsa y 10 bolsas/tratamiento en un diseño completamente al azar. 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: A) 8, 10 y 28 horas con cuatro diluciones, B) 2,5; 5; 10 y 15 ml L⁻¹) y un control con semillas con tratamiento térmico, escarificación térmica y agua a 80 °C durante dos minutos. Se evaluó en cada tratamiento la emergencia y días a la emergencia, la altura de la planta, la longitud del tallo, el diámetro del tallo, el número de hojas y la longitud de la raíz. Se utilizó la clasificación del índice de calidad para evaluar los atributos morfológicos de las plántulas de *L. leucocephala*.

Resultados: Se logró 100 % de plántulas emergidas/día, así como mayor velocidad de emergencia con la combinación de las semillas con escarificación térmica y 28 horas de imbibición en IHPLUS® BF al 2,5 %. Hubo diferencias significativas entre los tratamientos, en cuanto a la altura de la planta, la longitud y el diámetro del tallo ($p \leq 0,05$). La combinación del método de escarificación térmica con el bioproducto IHPLUS® BF (2,5 %) presentó mejores resultados, con valores de 116,4 cm, 83 cm y 6,26 mm en altura, longitud y diámetro del tallo, respectivamente.

Conclusiones: En las semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham, recién cosechadas, el empleo combinado del método de escarificación térmica, con 28 horas de imbibición en una solución de IHPLUS® BF a una concentración del 2,5 favoreció los procesos de germinación y de emergencia de las plántulas en vivero. Esto permitió un efecto aditivo que se evidenció en el estímulo del crecimiento y el desarrollo vegetativo de esta planta.

Palabras clave: crecimiento, emergencia, plántulas

Abstract

Objective: To evaluate the effect of inoculation of seeds from *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt cv. Cunningham with the biofertilizer IHPLUS® BF on seedling growth, development and vigor during the nursery stage.

Materials and Methods: The study was conducted in polyethylene bags with a substrate of soil and organic matter. Five seeds/bag and 10 bags/treatment were used in a complete randomized design. The treatments were formed by the combination of two factors: A) imbibition time and B) dilutions of IHPLUS® BF). Three different times were combined: A) 8, 10 and 28 hours with four dilutions, B) 2,5; 5; 10 and 15 ml L⁻¹) and a control with seeds with heat treatment, thermal scarification and water at 80 °C for two minutes. Emergence and days to emergence, plant height, stem length, stem diameter, number of leaves and root length were evaluated in each treatment. The quality index classification was used to evaluate the morphological attributes of *L. leucocephala* seedlings.

Results: The combination of seeds with thermal scarification and 28 hours of imbibition in 2,5% IHPLUS® BF resulted in 100 % seedling emergence/day, as well as higher emergence rate. There were significant differences among treatments in plant height, stem length and stem diameter ($p \leq 0,05$). The combination of the thermal scarification method with the bioproduct IHPLUS® BF (2,5 %) showed better results, with values of 116,4 cm, 83 cm and 6,26 mm in height, length and stem diameter, respectively.

Conclusions: In freshly harvested seeds of *L. leucocephala* cv. Cunningham, the combined use of the thermal scarification method, with 28 hours of imbibition in a solution of IHPLUS® BF at a concentration of 2,5 favored the germination and seedling emergence processes in nursery. This allowed an additive effect that was evidenced in the stimulation of growth and vegetative development of this plant.

Keywords: growth, emergence, seedlings

Recibido: 05 de enero de 2023

Aceptado: 09 de noviembre de 2023

Como citar este artículo: Sánchez-Cárdenas, Saray; Vázquez-Martínez, Joisel Lázaro; Domínguez-Ortega, Dayara; Revueltas-Oramas, Ismaray; Wencomo-Cárdenas, Hilda Beatriz; Hernández-Mijangos, Amado Miguel & Lascaiba-Espinosa, Dayana. Efecto de la inoculación de las semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt cv. Cunningham con IHPLUS® BF en la etapa de vivero. *Pastos y Forrajes*. 46:e24, 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

Leucaena leucocephala (Lam) de Witt mostró un comportamiento destacado en el desarrollo de la ganadería en Cuba y otros países, por su alto contenido de proteína y buen rendimiento, además de su alta capacidad para fijar el nitrógeno atmosférico. Se informan fijaciones por encima de los 500 kg de N/ha/año (Hernández-Hernández *et al.*, 2020).

La emergencia de las plántulas es el evento fenológico que más influye en el éxito de una plantación. Representa el momento en que una plántula se hace independiente de las reservas seminales no renovables, originalmente producidas por sus progenitores, y es cuando comienza el autotrofismo fotosintético. El tiempo de emergencia muchas veces determina si una planta compite de manera exitosa con otras especies (González-Valdivia *et al.*, 2020). Además, está determinada por múltiples y complejas interacciones entre las condiciones ambientales, el suelo y las características intrínsecas de la semilla y de la plántula (Flores-Romayna *et al.*, 2020).

La aplicación de microorganismos benéficos a las semillas es un mecanismo eficiente para la colocación de inóculos microbianos en el suelo, en los que estarán bien posicionados para germinar y colonizar las raíces de las plántulas, protegiéndolas contra las plagas y las enfermedades (Tanya-Morocho y Leiva-Mora, 2019).

A partir de lo anterior, este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inoculación de las semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham con el biofertilizante IHPLUS®BF en el crecimiento, desarrollo y vigor de las plántulas durante la fase de vivero.

Materiales y Métodos

Localización. El estudio se realizó en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EPPFIH), situada a los 22° 48' y 7" de latitud norte y 79° 32' y 2" de longitud oeste, a 19 msnm, en el municipio de Perico, provincia de Matanzas, Cuba.

Tratamiento y diseño experimental. Los tratamientos (tabla 1) se conformaron por la combinación de dos factores: A) tiempo de imbibición que se combinó con tres tiempos diferentes 8, 10 y 28 horas y B) diluciones de IHPLUS®BF, con cuatro diluciones (2,5; 5; 10 y 15 mL L⁻¹) y un control: semillas con tratamiento térmico, escarificación térmica (agua a 80 °C durante dos minutos). Se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial y se utilizaron 10 repeticiones por tratamiento.

Tabla 1. Descripción de cada tratamiento en estudio.

Tratamiento	Descripción
1	STT+ IHPLUS®BF (2,5 %) 8 horas
2	STT+ IHPLUS®BF (2,5 %) 10 horas
3	STT+ IHPLUS®BF (2,5 %) 28 horas
4	STT+ IHPLUS®BF (5 %) 8 horas
5	STT+ IHPLUS®BF (5 %) 10 horas
6	STT+ IHPLUS®BF (5 %) 28 horas
7	STT+ IHPLUS®BF (10 %) 8 horas
8	STT+ IHPLUS®BF (10 %) 10 horas
9	STT+ IHPLUS®BF (10 %) 28 horas
10	STT+ IHPLUS®BF (15 %) 8 horas
11	STT+ IHPLUS®BF (15 %) 10 horas
12	STT+ IHPLUS®BF (15 %) 28 horas
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, cosechadas en el área de semilla básica de la EPPFIH en marzo del 2022. Se secaron en las legumbres durante 48 horas al sol, se trillaron y almacenaron al ambiente en sacos de nailon tejido, con una humedad del 12 %.

Se conformó un vivero con bolsas horadadas de polietileno negro de 1 kg, con un sustrato con tierra y materia orgánica (25 % de compost-25 % de humus y 50 % de tierra) y se colocaron 5 semillas/bolsa; después de emergida la plántula, se entresacó la más débil para dejar solo una por bolsa (Alfaro y Martínez, 2008). El riego se realizó diariamente a la capacidad de campo. Se utilizaron 10 bolsas/tratamiento, para un total de 160 bolsas.

Mediciones. Se evaluó en cada tratamiento la emergencia y días a la emergencia. A los 75 días de la siembra, se seleccionaron cinco plantas al azar, a las que se le realizaron las siguientes mediciones según Payares-Díaz (2014): altura de la planta, longitud del tallo, diámetro del tallo, número de hojas y longitud de la raíz.

Análisis matemático. Para evaluar los atributos morfológicos de las plántulas de *L. leucocephala*, se utilizó la clasificación del índice de calidad de Dickson (ICD), referido por Sáenz-Reyes *et al.* (2014), cuya clasificación se describe en la tabla 2.

Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza factorial y las medias se compararon

Tabla 2. Clasificación de los índices de calidad.

Índice	Evaluación		
	Baja	Media	Alta
Índice de calidad de Dickson (ICD),	< 2	0,2-0,4	>0,5

con la décima de Duncan (10) 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

En la tabla 3 se presentan los resultados en cuanto a la emergencia de las plántulas. Como se puede apreciar, se encontró mejor respuesta en cuanto a la emergencia y la velocidad de emergencia en la combinación de semillas con escarificación térmica y con 28 horas de imbibición, ya que se logró 100 % de emergencia de las plántulas con mayor velocidad de emergencia, expresado en plantas emergidas al día.

Varios estudios en la escarificación de semillas de *L. leucocephala* han demostrado que la escarificación química ejerce mejores resultados en el porcentaje de emergencia (Sánchez-Gómez *et al.*, 2018).

El tratamiento más utilizado es la inmersión en ácido sulfúrico a diferentes concentraciones en distintos lapsos; sin embargo, este producto pudiera afectar la calidad fisiológica de la semilla y evitar la emergencia de las plántulas (Sánchez-Rendón *et al.*, 2019).

Sánchez-Gómez *et al.* (2018), al comparar diferentes tratamientos de escarificación en semillas de *L. leucocephala* para evaluar su efecto en la energía germinativa y el valor de la germinación, hallaron que en las semillas de esta especie la escarificación por inmersión en agua a 24 °C durante 12 h, y en agua a 80 °C durante tres minutos, favoreció la germinación total e incrementó la velocidad de este proceso. Estos autores señalaron, además, que los tratamientos pregerminativos en semillas de *L. leucocephala* en vivero lograron incrementar la germinación en 91,5 %, al sumergirlas por 10 minutos en agua caliente a 80 °C. Asimismo, consideraron que este tratamiento fue muy positivo, ya que las semillas empezaron a germinar al cuarto día y se estabilizaron a los 20 días.

Tabla 3. Porcentaje y velocidad de emergencia de plántulas de *L. leucocephala* cv. Cunningham.

Tratamiento	Emergencia de plántulas, %	Velocidad de emergencia (plantas emergidas al día)
STT + IHPLUS® BF (2,5 %) 8 horas	80,0 ^b	1,2
STT + IHPLUS® BF (2,5 %) 10 horas	76,7 ^{bc}	1,1
STT + IHPLUS® BF (2,5 %) 28 horas	100,0 ^a	1,5
STT + IHPLUS® BF (5 %) 8 horas	76,7 ^{bc}	1,1
STT + IHPLUS® BF (5 %) 10 horas	76,7 ^{bc}	1,1
STT + IHPLUS® BF (5 %) 28 horas	86,7 ^{ab}	1,3
STT + IHPLUS® BF (10 %) 8 horas	76,7 ^{bc}	1,1
STT + IHPLUS® BF (10 %) 10 horas	73,3 ^{bc}	1,1
STT + IHPLUS® BF (10 %) 28 horas	63,3 ^c	0,9
STT + IHPLUS® BF (15 %) 8 horas	66,7 ^c	1,0
STT + IHPLUS® BF (15 %) 10 horas	76,7 ^{bc}	1,15
STT + IHPLUS® BF (15 %) 28 horas	60,0 ^c	0,90
STT	73,3 ^{bc}	1,10
EE ±	0,270	0,060
Valor -P	0,02	0,001

a, b y c: Medias con letras distintas en una misma columna difieren significativamente para $p \leq 0,05$
STT- Semillas tratadas con escarificación térmica en agua a 80 °C durante dos minutos IHPLUS® BF

Los porcentajes de emergencia en vivero fueron superiores a los alcanzados en las condiciones de laboratorio. Al parecer, las condiciones ambientales a que estuvieron expuestas las semillas en condiciones de vivero favorecieron la mayor emergencia de las plántulas. Este es un resultado interesante, debido a que generalmente la germinación en laboratorio es mayor que la emergencia de las plántulas en condiciones de vivero o de campo. Sánchez-Gómez *et al.* (2018) obtuvieron similar comportamiento también al evaluar la germinación y emergencia en plántulas de esta leguminosa en condiciones de vivero.

El comportamiento de las variables del crecimiento a los 75 días se muestra en la tabla 4.

Los resultados demostraron que existieron diferencias significativas entre los tratamientos, en cuanto a altura de la planta, longitud del tallo y diámetro del tallo, siendo la combinación del método de escarificación térmica con el bioproducto IHPLUS® BF (2,5 %) el que presentó mejores resultados, con valores de 116,4 cm; 83,0 cm y 6,26 mm en la altura, longitud y diámetro del tallo, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas para el número de hojas y la longitud de la raíz.

Al evaluar el índice de calidad de Dickson (tabla 5), los mayores valores se obtuvieron en los tratamientos donde se combinó el método de esca-

rificación térmica, sumergiendo la semilla en agua a 80 °C durante dos minutos con el bioproducto IHPLUS® BF a diferentes concentraciones, a pesar de que los valores de este índice representaron una calidad media para las condiciones de campo (Sáenz-Reyes *et al.*, 2014).

Los valores obtenidos para esta especie superan lo informado por Cobas-López *et al.* (2020) en árboles de la familia Fabaceae, *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth, que alcanzaron índice de calidad de Dickson de 0,06 a 0,08. Esto demostró que la utilización de este bioproducto influyó en la calidad de las plántulas de *L. leucocephala*, por lo que se consideró un producto promisorio para la ganadería cubana.

Las diferencias entre los tratamientos con aplicación de IHPLUS® BF, y entre estos y el control, pueden estar asociadas con el balance hormonal que se establece en el interior de las semillas, entre los distintos reguladores del crecimiento, endógenos como exógenos.

González-Fuentes (2017) encontró que la actividad α -amilasa al aplicar este bioproducto en *Sorghum* mostró incremento en la parte aérea de las plántulas tratadas con el biofertilizante IHPLUS® BF. Mientras, en las raíces, los mayores valores estuvieron en los tratamientos con 2 % de IHPLUS® BF.

Tabla. 4. Comportamiento de los indicadores de crecimiento según los tratamientos estudiados.

Tratamiento	Altura de la planta, cm	Longitud del tallo, cm	Diámetro del tallo, mm	Número de hojas	Longitud de la raíz, cm
STT + IHPLUS® BF (2,5 %) 8 horas	109,8 ^{abc}	73,0 ^{ab}	6,2 ^a	13,6	36,2
STT + IHPLUS® BF (2,5 %) 10 horas	116,4 ^a	83,0 ^a	6,2 ^a	11,4	33,4
STT + IHPLUS® BF (2,5 %) 28 horas	108,8 ^{abc}	77,8 ^{ab}	6,4 ^a	11,6	31,0
STT + IHPLUS® BF (5 %) 8 horas	112,4 ^a	76,8 ^{ab}	5,8 ^{abc}	12,2	35,6
STT + IHPLUS® BF (5 %) 10 horas	108,2 ^{abc}	74,0 ^{ab}	5,9 ^{ab}	9,8	34,2
STT + IHPLUS® BF (5 %) 28 horas	101,2 ^{abc}	68,4 ^{bc}	5,4 ^{abc}	10,8	32,8
STT + IHPLUS® BF (10 %) 8 horas	112,6 ^{ab}	74,4 ^{ab}	5,8 ^{abc}	12,0	38,2
STT + IHPLUS® BF (10 %) 10 horas	105,0 ^{abc}	72,0 ^{ab}	5,3 ^{abc}	11,0	33,0
STT + IHPLUS® BF (10 %) 28 horas	104,4 ^{abc}	72,2 ^{ab}	5,6 ^{abc}	10,2	32,2
STT + IHPLUS® BF (15 %) 8 horas	95,6 ^{bcd}	64,6 ^{bc}	5,0 ^{cd}	10,2	31,0
STT + IHPLUS® BF (15 %) 10 horas	91,4 ^{cd}	61,2 ^{bc}	4,9 ^d	11,6	30,2
STT + IHPLUS® BF (15 %) 28 horas	104,0 ^{abc}	73,6 ^{ab}	5,8 ^{abc}	11,2	30,4
Control	84,6 ^d	54,6 ^c	5,7 ^{abc}	10,6	30
EE \pm	6,02	4,96	0,32	0,75	3,46
Valor - P	0,02	0,01	0,04	0,04	0,91

a, b, c y d: Medias con letras distintas en una misma columna difieren significativamente para $p \leq 0,05$
STT- Semillas tratadas con escarificación térmica en agua a 80 °C durante dos minutos IHPLUS® BF

Tabla 5. Índice de calidad de Dickson (ICD).

Tratamiento	ICD	Evaluación
STT+ IHPLUS® BF (2,5 %) 8 horas	0,38	Media
STT+ IHPLUS® BF (2,5 %) 10 horas	0,31	Media
STT+ IHPLUS® BF (2,5 %) 28 horas	0,36	Media
STT+ IHPLUS® BF (5 %) 8 horas	0,33	Media
STT+ IHPLUS® BF (5 %) 10 horas	0,35	Media
STT+ IHPLUS® BF (5 %) 28 horas	0,22	Media
STT+ IHPLUS® BF (10 %) 8 horas	0,30	Media
STT+ IHPLUS® BF (10 %) 10 horas	0,25	Media
STT+ IHPLUS® BF (10 %) 28 horas	0,30	Media
STT+ IHPLUS® BF (15 %) 8 horas	0,23	Media
STT+ IHPLUS® BF (15 %) 10 horas	0,24	Media
STT+ IH-Plus (15 %) 28 horas	0,27	Media
STT	0,21	Media

STT- Semillas tratadas con escarificación térmica en agua a 80 °C durante 2 minutos IHPLUS® BF

También señaló que el aumento en la concentración de carbohidratos solubles totales, azúcares reductores y proteínas solubles totales en varios de los tratamientos con el biofertilizante, indicó un efecto positivo en el metabolismo de las plántulas. Según estos resultados, el autor citado recomienda la aplicación del IHPLUS® BF para los procesos germinativos de otros cultivos y que se incorpore entre los biofertilizantes utilizados en la agricultura cubana.

La producción de reguladores del crecimiento por diferentes microorganismos del suelo, que promueven el crecimiento de las plantas, ha sido corroborada por numerosas investigaciones (Aung *et al.*, 2018; Chaurasia *et al.*, 2018). El principal efecto de este compuesto es estimular el crecimiento de las raíces y los tallos a través del estrechamiento de las nuevas células que se forman en los meristemas. Este efecto depende de la concentración de la hormona y en algunos tejidos controla el proceso de división celular (Tanya-Morocho y Leiva-Mora, 2019).

En sentido general, los resultados evidenciaron que el uso de microorganismos aislados de hábitats

naturales, con capacidades para promover el crecimiento de las plantas, tiene una gran importancia y vigencia en la agricultura actual. En la tabla 6 se muestran los incrementos de cada uno de los indicadores con la combinación del método de escarificación térmica y el bioproducto IHPLUS® BF (2,5 %) durante 28 horas. Estos resultados demuestran su efectividad en la emergencia y el vigor de las plántulas, lo que resulta muy interesante por las grandes posibilidades que brinda para el establecimiento de esta planta.

Los microorganismos presentes en el bioproducto interactúan con el ecosistema planta-suelo y contribuyen al crecimiento y desarrollo de los cultivos por diferentes vías, por ejemplo, mediante la supresión de patógenos y agentes que provocan enfermedades a las plantas, por la solubilización de los minerales, la conservación de energía, el mantenimiento del balance microbial del suelo, el incremento de la eficiencia fotosintética y la fijación del nitrógeno biológico (Díaz-Solares *et al.*, 2020).

En el contexto económico complejo que afronta Cuba, el empleo de bioproductos eficaces que

Tabla 6. Efectos de los tratamientos según las diluciones del IHPLUS® BF.

Variable	Media	Control	Incremento con relación al control
Emergencia de plántulas en vivero	100	73	27
Índice de velocidad de emergencia	1,5	1,1	0,4
Altura	103,8	100,4	3,4
Longitud del tallo	77,3	63,4	13,9

estimulan el crecimiento y el desarrollo de las plantas de interés agropecuario, como *L. leucocephala*, es de vital importancia, pues constituye la especie arbórea más utilizada en los sistemas silvopastoriles. Ello se debe a que permite mejorar la calidad de la dieta del ganado y aumentar la cantidad de forraje disponible en los sistemas silvopastoriles (Vite-Cristóbal *et al.*, 2020)

Conclusiones

En las semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham recién cosechadas, el empleo combinado del método de escarificación térmica, con 28 horas de imbibición en una solución de IHPLUS® BF, a una concentración del 2,5; permitió mejor germinación y emergencia de las plántulas en vivero, debido al efecto aditivo que se registró en el estímulo del crecimiento y el desarrollo vegetativo de esta planta.

Agradecimientos

Se agradece al proyecto «La diversidad de recursos forrajeros para atenuar el efecto del cambio climático en los sistemas ganaderos en CUBA (FITORED)», que cuenta con una contribución externa aportada por el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, implementado en Cuba por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey y la agencia internacional implementadora la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

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 los datos y escritura del manuscrito.
- Joisel Vázquez-Martínez. Diseño y ejecución del estudio e interpretación de datos.
- Dayara Domínguez-Ortega. Ejecución del estudio e interpretación de datos.
- Ismaray Revueltas-Oramas. Ejecución del estudio e interpretación de datos.
- Hilda Beatriz Wencomo-Cárdenas. Asesoría e interpretación de los datos.
- Amado Miguel Hernández-Mijangos. Ejecución del estudio e interpretación de datos.
- Dayana Lascaiba-Espinosa. Ejecución del estudio e interpretación de datos.

Referencias bibliográficas

Alfaro, Norma C. & Martínez, W. W. *Uso potencial de la moringa (Moringa oleifera Lam.) para la producción de alimentos nutricionalmente mejo-*

rados. Guatemala: INCAP. <https://www.sica.int/download/?36997>, 2008.

Aung, K.; Jiang, Yanjuan & He, S. Y. The role of water in plant-microbe interactions. *Plant J.* 93 (4):771-780, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/tpj.13795>.

Chaurasia, A.; Meena, B. R.; Tripathi, A. N.; Pandey, K. K.; Rai, A. B. & Singh, B. Actinomycetes: an unexplored microorganisms for plant growth promotion and biocontrol in vegetable crops. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 34 (9):132, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11274-018-2517-5>.

Cobas-López, Milagros; Sotolongo-Sospedra, R. & Almora-Ramos, Yuraimis. Comportamiento de los parámetros morfológicos de calidad de la planta de *Lysiloma sabicu* Benth. en vivero sobre sustratos orgánicos. *Rev. cubana Ciencias forestales.* 8 (3):550-561, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692020000300550&lng=es, 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=page&id=15>, 2017.

Díaz-Solares, Maykelis; Martín-Martín, G. J.; Miranda-Tortoló, Taymer; Fonte-Carballo, Leydi; Lamela-López, L.; Montejo-Sierra, I. L. *et al.* 2020. 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.

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. *Rev. cubana Ciencias forestales.* 8 (1):88-103, <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/490>, 2020.

González-Fuentes, Yessika. Efecto del IHplus® sobre el proceso de germinación de *Sorghum bicolor* L. (Moench). Matanzas, Cuba: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Matanzas, 2017.

González-Valdivia, N. A.; Dzib-Castillo, B. B. & Carballo-Hernández, J. I. Emergencia y crecimiento de plántulas de *Piscidia piscipula* (L.) Sarg. en condiciones de vivero. *Acta univ.* 30:e2595, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15174/au.2020.2595>.

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>.
- Payares-Díaz, Iris R. Germinación y desarrollo de plántulas de *Myroxylon balsamum* (L.) Harms en el departamento de Sucre. *Colombia Forestal*. 17 (2):193-201, 2014. DOI: <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a05>.
- Sáenz-Reyes, J. T.; Muñoz Flores, H. J.; Pérez, C. M. Á.; Rueda-Sánchez, A. & Hernández-Ramos, J. Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero "Morelia", estado de Michoacán. *Rev. mex. cienc. forestales*. 5 (26):98-111, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322014000600008&lng=es&tln=es, 2014.
- 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&nr=iso, 2018.
- Sánchez-Rendón, J. A.; Pernús-Alvarez, Mayté; Torres-Arias, Y.; Barrios, D. & Dupuig-González, Yilian. Dormancia y germinación en semillas de árboles y arbustos de Cuba: implicaciones para la restauración ecológica. *Acta Botánica Cubana*. 218 (2):77-108, <https://revistasgeotech.com/index.php/abc/article/view/290>, 2019.
- Tanya-Morocho, Mariuxi & 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=S0253-578520190002000093&lng=es&tln=es, 2019.
- Vite-Cristóbal, C.; Martínez-Hernández, P. A.; Cortés-Díaz, E.; Pérez-Hernández, P.; Palma-García, J. M.; Escalante-Estrada, J. A. S. *et al.* Modelos cuantitativos desarrollados con estrategias no destructivas para la estimación del área foliar en *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *AIA*. 24 (29):55-66, <https://www.redalyc.org/journal/837/83765240005/83765240005.pdf>, 2020.