



GERMINACIÓN DE *MORINGA OLEIFERA* L. CON LA APLICACIÓN DE ECOMIC® Y DOS BIOESTIMULANTES SINTÉTICOS EN CONDICIONES CONTROLADAS

GERMINATION OF *MORINGA OLEIFERA* L. WITH THE APPLICATION OF ECOMIC® AND TWO SYNTHETIC BIOSTIMULANTS UNDER CONTROLLED CONDITIONS

©C. J. BÉCQUER^{1*}, ©ADELAIDA B. PUENTES²

¹Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes, Estación Experimental de Sancti Spiritus, Cuba

²Universidad José Martí Pérez de Sancti Spiritus, Cuba

*Email: cjbecquerg@gmail.com

En condiciones controladas, se evaluó el efecto de EcoMic® (*Glomus cubense*), TOMATICID y VIUSID® AGRO en la germinación de *Moringa oleifera* Lam. El experimento se realizó en bandejas de espuma de poliuretano, en casa de cristal. Se sembraron cuatro semillas en cada pozuelo, que contenía 120 g de sustrato. Se inocularon las semillas con los bioproductos, según recomendaciones del fabricante. Se aplicó un diseño completamente aleatorizado, con 10 tratamientos y 10 repeticiones. Se realizó un análisis ANOVA y las diferencias entre medias se determinaron según LSD de Fisher. En la germinación acumulada, a los 10 después de la siembra, el tratamiento 10 (EcoMic®, al momento de la siembra y VIUSID® AGRO, a los cinco días después de la siembra, 43.81 %) fue superior al control absoluto y a los tratamientos 3 (EcoMic®), 4 (TOMATICID), 5 (VIUSID® AGRO) y 7 (EcoMic® VIUSID® AGRO) al momento de la siembra. En la germinación parcial, el tratamiento 10 (30.71 %) a los cinco días después de la siembra, así como los tratamientos 8 (EcoMic® + VIUSID® AGRO + TOMATICID, 45.52 %) y 6 (EcoMic® + TOMATICID, 41.53 %) al momento de la siembra, fueron superiores al resto, excepto al 9 (EcoMic®, MS + TOMATICID) cinco días después de la siembra. En el índice de germinación total, el tratamiento 10 (14.46) superó a los demás, excepto al 8 y al testigo fertilizado. El índice de velocidad de la germinación mostró que el 10 (0.45) fue superior a los demás. Se concluye que la combinación de EcoMic® y VIUSID® AGRO, cinco días después de la siembra, así como la de EcoMic® + VIUSID® AGRO + TOMATICID y EcoMic® + TOMATICID, al momento de la siembra, aceleraron la germinación parcial a los 10 días después de la siembra con respecto al resto de los tratamientos. La combinación EcoMic® (MS) y VIUSID® AGRO a los cinco días después de la siembra influyó notablemente en la velocidad de la germinación y uniformidad del vigor de las semillas, por lo que pudiera constituir una ventaja para el establecimiento de plántulas en vivero. El efecto de los bioproductos en la capacidad germinativa de las semillas se correspondió con el efecto sobre su vigor y uniformidad.

Under controlled conditions, the effect of EcoMic® (*Glomus cubense*), TOMATICID and VIUSID® AGRO on the germination of *Moringa oleifera* Lam. was evaluated. The experiment was carried out in polyurethane foam trays, in a glass house. Four seeds were sown in each little well, which contained 120 g of substrate. Seeds were inoculated with the bioproducts, according to the recommendations of the manufacturer. A completely randomized design was applied, with 10 treatments and 10 repetitions. An ANOVA analysis was performed and differences among means were determined according to LSD of Fisher. In accumulated germination, 10 days after sowing, treatment 10 (EcoMic®, at the time of sowing, and VIUSID® AGRO, five days after sowing, 43.81%) was superior to the absolute control and the treatments 3 (EcoMic®), 4 (TOMATICID), 5 (VIUSID® AGRO) and 7 (EcoMic® VIUSID® AGRO) at the time of sowing. In partial germination, treatment 10 (30.71%) five days after sowing, as well as treatments 8 (EcoMic® + VIUSID® AGRO + TOMATICID, 45.52%) and 6 (EcoMic® + TOMATICID, 41.53%) at the time of sowing, were superior to the rest, except for 9 (EcoMic®, ST + TOMATICID) five days after sowing. In the total germination index, treatment 10 (14.46) surpassed the others, except for treatment 8 and the fertilized control. Germination speed index showed that treatment 10 (0.45) was superior to the others. It is concluded that the combination of EcoMic® and VIUSID® AGRO, five days after sowing, as well as that of EcoMic® + VIUSID® AGRO + TOMATICID and EcoMic® + TOMATICID, at the time of sowing, accelerated partial germination at 10 days after sowing with respect to the rest of treatments. The combination of EcoMic® and VIUSID® AGRO five days after sowing had a significant influence on the speed of germination and uniformity of seed vigor, which could constitute an advantage for the establishment of plantlets in the nursery. The effect of the bioproducts on germination capacity of seeds corresponded to the effect on their vigor and uniformity.

Palabras clave: *Glomus*, semillas, TOMATICID, VIUSID® AGRO

Keywords: *Glomus*, seeds, TOMATICID, VIUSID® AGRO

Recibido: 01 de abril de 2024

Aceptado: 05 de septiembre de 2024

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existen conflicto de intereses entre ellos.

Declaración de contribución de autoría CRediT: C.J. Bécquer: **Conceptualización, Investigación, Análisis formal, Metodología,**

Redacción -documento original. Adelaida B. Fuentes: **Investigación, Análisis formal, Metodología, Redacción -documento original**



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Introducción

Moringa oleifera Lam. (tilo blanco, tilo americano, morungay, marango) es la especie más conocida de las 13 identificadas en el género *Moringa* (Font Quer 1975). Es una planta que se destaca por sus múltiples usos y adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas, por lo que constituye una opción para la alimentación del ganado. Crece entre uno y dos metros por año y alcanza hasta 12 m de altura en los primeros tres o cuatro años (Pina et al. 2018). Generalmente, crece bien, sin aplicación de cantidades altas de fertilizantes. Sin embargo, para mejorar el crecimiento y rendimiento, la fertilización orgánica o mineral es necesaria (Guzmán-Albores et al. 2019). Se debe considerar la necesidad de acortar los períodos de aviveramiento, ya que con los métodos convencionales se logra un desarrollo fenológico adecuado para su trasplante a campo de 45 a 60 d (Oquendo 2014).

Plana et al. (2016) señalan que el uso de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) conlleva a una simbiosis del microorganismo con la planta, lo que permite transportar los nutrientes necesarios para su metabolismo y mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo. Entre los organismos con los que se asocia *Moringa* spp., se encuentran principalmente los hongos micorrízicos (Knopf et al. 2013). Según Pita (2014), *Glomus fasciculatum* Tul. establece asociación micorrízica con *M. oleifera*, lo que sitúa a esta especie entre las que establecen simbiosis con endomicorizas.

Diversos productos naturales se utilizan para potenciar el manejo ecológico de los agroecosistemas, entre ellos bioplaguicidas, fitoestimulantes y bioestimulantes (Núñez 2018). Entre los bioestimulantes sintéticos que se aplican a los cultivos en Cuba, se puede citar VIUSID® AGRO, que en su composición química tiene nitrógeno y aminoácidos libres, elementos que desempeñan una función esencial en la formación de proteínas y que facilitan su fácil absorción a la planta (Simbaña 2011). Otro bioestimulante disponible es TOMATICID, producto comercial que contiene 0.14 p/v de ácido 4-cloro fenoxiacético (4-CPA). Este producto actúa como regulador del crecimiento de las plantas y permite obtener muy buen fructificación en plantas de tomate, al mismo tiempo que provoca adelanto en la maduración de los frutos (Lami-Izquierdo et al. 2011). No se encontraron referencias de otros autores sobre la aplicación de estos bioestimulantes para mejorar la germinación de semillas de *Moringa*.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto estimulador de EcoMic®, VIUSID® AGRO y TOMATICID en la germinación y desarrollo inicial de *M. oleifera* para su aplicación futura en fase de vivero.

Materiales y Métodos

Procedimiento experimental. El experimento se realizó en bandejas de espuma de poliuretano, en casa de cristal, donde las plántulas crecieron en condiciones de luz natural en cámara de 2500 a 3500 lux, con temperaturas de ± 27 °C. La humedad relativa fue de 75/85 %. Se sembraron cuatro semillas en cada pozuelo, que contenían 120 g de sustrato. Se sembró a 1 cm de profundidad. Se consideró el inicio de germinación cuando la radícula poseía una longitud mínima de 2 mm. Las semillas se remojaron durante 24 h previas a la siembra, según la metodología de Padilla et al. (2012).

Características del sustrato. Se utilizó un sustrato formado con 40 % de materia orgánica y 40 % de suelo pardo, sin diferenciación de carbonatos y 20 % de arena de río. La tabla 1 muestra sus características químicas.

TOMATICID. Este producto, que contiene 0.14 p/v de ácido 4-cloro fenoxiacético (4-CPA), se aplicó en una concentración de 10 mL/LH₂O, a razón de 1mL por semilla al momento de la siembra (MS) y a los cinco días después de la siembra (DDS), según el tratamiento.

VIUSID® AGRO. Este producto se aplicó en una concentración de 1 mL/L H₂O, a razón de 1 mL por semilla, al MS y a los cinco DDS, según el tratamiento.

Inoculante micorrízico. Se utilizó el producto EcoMic®, formulado basado en la cepa de hongos micorrízico arbusculares (HMA) INCAM4 (*Glomus cubense*). Para su aplicación se utilizó un inoculante sólido certificado, que contenía 25 esporas/g del sustrato comercializado por la empresa LABIOFAM SA. Se siguieron para ello las recomendaciones del fabricante. Se aplicó a razón de 5 g/ pozuelo en el momento de la siembra o a los cinco DDS (según el tratamiento), luego se regó (10 mLH₂O/pozuelo).

Diseño experimental y análisis estadístico. Se aplicó un diseño completamente aleatorizado, con 10 tratamientos (tabla 2) y 10 repeticiones, para 10 pozuelos por tratamiento en total y 100 pozuelos en cada unidad experimental (tres unidades, con 300 pozuelos). Las unidades consistieron en tres bloques de bandejas de espuma de poliuretano, con el mismo número de tratamientos y repeticiones. Una vez comprobados los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza para la aplicación de pruebas paramétricas, se realizó un análisis ANOVA. Las diferencias entre medias

Tabla 1. Características químicas del sustrato utilizado en el experimento

Muestra	Na	K	Ca	Mg	P, mg/kg	MO, %	pH, H ₂ O
	Cmol/kg						
Sustrato sólido	0.15	0.47	10.9	2.0	258	5.29	7.0

se determinaron por LSD de Fisher. Los datos porcentuales se transformaron por $\sqrt{2arcosen\sqrt{x}}$. Se utilizó el programa estadístico StatGraphics Centurion XV (Anon 2007).

Tabla 2. Tratamientos establecidos en el experimento

Número	Tratamientos
1	Control absoluto
2	Testigo fertilizado químicamente
3	EcoMic® (MS)
4	TOMATICID 10 mL/L (MS)
5	VIUSID® AGRO 1mL/L (MS)
6	EcoMic® (MS) + TOMATICID (MS)
7	EcoMic® (MS) + VIUSID® AGRO (MS)
8	EcoMic® (MS) + VIUSID® AGRO (MS) + TOMATICID (MS)
9	EcoMic® (MS) + TOMATICID (cinco DDS)
10	EcoMic® (MS) + VIUSID® AGRO (cinco DDS)

Fertilización química. El testigo fertilizado consistió en una aplicación de 23.84 mg de NH_4NO_3 /pozuelo, equivalente a 150 kgN/ha.

Porcentaje de germinación acumulada y total (PGA, %), a los cinco DDS, 10 DDS, 15 DDS y 20 DDS según la fórmula $PG: NSG/NSS \times 100$ (Ede et al. 2015)

Donde:

NSG: número de semillas germinadas

NSS: número de semillas sembradas

Porcentaje de germinación parcial (PGP, %) a los cinco DDS, 10 DDS, 15 DDS y 20 DDS según la fórmula $PGP: NSG_{ti}/NSS \times 100$ (Ede et al. 2015)

Donde:

NSG_{ti}: número de semillas germinadas en *ti* (tiempo en que nacieron las semillas).

NSS: número de semillas sembradas.

Índice de germinación por fase (IG), según la fórmula $IG = (ni.ti)/N$ (Islam et al. 2012)

Donde:

ti: días transcurridos desde la siembra

ni: número de semillas germinadas en *ti*

N: total de semillas

Índice de germinación total (IG), según la fórmula Scott et al. (1984):

$$IG = \sum (ni.ti)/N$$

Donde:

ti: días transcurridos desde la siembra (sumatoria de periodos de tiempo)

ni: número de semillas germinadas en *ti* (sumatoria de semillas germinadas en cada período)

N: total de semillas

Índice de velocidad de germinación (IVG), según la fórmula de Terry et al. (2014):

$$IVG = \sum (ni/ti)$$

Donde:

ni: número de semillas germinadas en *ti*.

ti: tiempo transcurrido desde la siembra.

Índice de eficiencia de la inoculación (IEI, %) sobre la base del porcentaje de germinación acumulada final (PG), según la fórmula de Santillana et al. (2012):

$$IEI = [(TI - CA)/CA \times 100]$$

Donde:

TI: PG del tratamiento inoculado

CA: PG del control absoluto

Resultados y Discusión

En la fase de los cinco DDS (figura 1), el tratamiento fertilizado fue superior al control absoluto y a los tratamientos inoculados, aunque compartió letras con el tratamiento 3 y el 10.

Germinación, % (datos transformados)

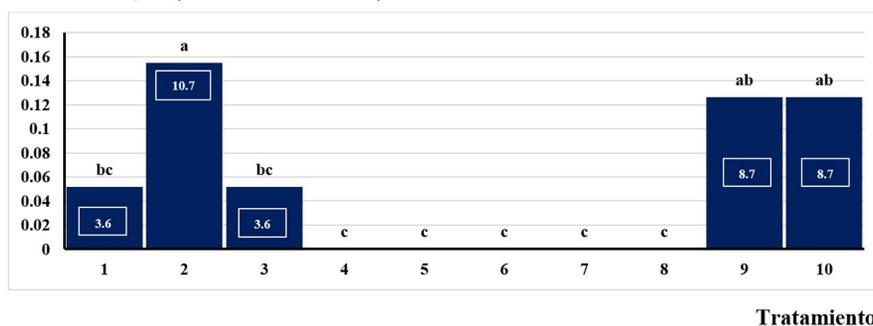


Figura 1. Germinación, % (datos transformados por $\sqrt{[0,5+x]}$) a los cinco DDS de *Moringa oleifera*, inoculada con EcoMic®, TOMATICID y VIUSID® AGRO, de forma simple o combinada, en diferentes momentos. Los datos porcentuales se muestran mediante las barras. Letras distintas indican diferencia significativa ($p < 0.05$). Error Estándar (E.E.): 0.011623

En esta fase, la mayoría de los tratamientos inoculados no presentaron germinación, excepto aquellos donde se aplicó EcoMic® (siembra) y cada bioestimulante a los cinco DDS. Entre los tratamientos germinados no hubo diferencias significativas entre sí, ni con el testigo fertilizado ni con el control negativo. Es interesante notar que el control absoluto, así como el testigo fertilizado y tres de los tratamientos inoculados, presentaron germinación en esta fase. Mientras, el resto de los tratamientos inoculados no germinaron. Esto se pudiera asociar a una inhibición inicial de la germinación por efecto del ácido absísico (ABA) (Posada *et al.* 2021), provocada por la presencia de HMA en algunos tratamientos. No obstante, esta posibilidad no se ha definido aún porque los cambios en los niveles hormonales en las plantas al inocularlas parecen depender del tipo de HMA y la especie vegetal (Bernardo *et al.* 2020). Noguera-Talavera *et al.* (2018) afirman que la germinación de *Moringa* se inicia a partir del tercer día con mayor número de germinaciones entre 9 y 11 d. Estos resultados también contradicen a Cadillo (2022), quien obtuvo en condiciones de vivero, porcentajes de emergencia del 61 al 85 % a los siete DDS para semillas de *M. oleifera*, tratadas con diferentes bioestimulantes sintéticos.

La germinación acumulada a los 10 DDS (figura 2) mostró que el tratamiento 10 fue superior ($p < 0.05$) al control absoluto y a los tratamientos 3, 4, 5 y 7, pero tuvo letras iguales con respecto a los tratamientos 6, 8 y 9. En cuanto a la germinación parcial, los tratamientos 10, 8 y 6 fueron superiores ($p < 0.05$) al resto, excepto al 9, con el que compartieron letras iguales.

En la fase de germinación a los 10 DDS, se define mejor el efecto de los tratamientos inoculados. En la germinación parcial, el testigo fertilizado fue inferior con respecto a los tratamientos que se destacaron, hecho que indica el efecto superior de los bioproductos en la germinación en

esta fase. El común denominador para estos tratamientos es la aplicación de EcoMic®, que contiene *Glomus cubense*. Este género de hongo es bien conocido por su efecto en el incremento de la germinación de diferentes especies (Wasy *et al.* 2010). Ballina *et al.* (2017) informaron acerca del efecto superior del HMA *Glomus intrarradice* en la germinación de *Senna racemosa* y *Bahuinia forficata* (ambas pertenecientes a la familia Fabaceae).

En el caso del tratamiento 10, además de EcoMic®, en la siembra se aplicó VIUSID® AGRO a los cinco DDS. Este compuesto se conoce por su alto contenido de aminoácidos (alanina, glicina, ácido glutámico, prolina y arginina). Este último aminoácido constituye 40 % de las proteínas en las semillas. Angelovici *et al.* (2011) señalaron que las proteínas en las semillas no constituyen solamente una fuente importante de aminoácidos durante la germinación, también lo son para la producción de energía, por lo que no se descarta la importancia de este aminoácido en los resultados de la germinación de *M. oleifera*.

La aplicación de TOMATICID no mostró efecto significativo como en la inoculación de EcoMic® con VIUSID® AGRO. No obstante, en los valores que se obtuvieron con el tratamiento 6 (EcoMic®, MS + TOMATICID, MS), así como con el 9 (EcoMic®, MS + TOMATICID, cinco DDS), en la germinación parcial como acumulada, se observó que comparten letras con los tratamientos que tuvieron mayor efecto, por lo que no se descarta la influencia del ácido 4-cloro fenoxiacético que contiene el producto TOMATICID. Según Barberá (1989), en muchas aplicaciones sustituye al ácido naftalenacético y al ácido indolacético (hormonas importantes en la división celular), debido a los resultados irregulares ocasionales de estos dos últimos compuestos.

En la fase de los 15 DDS (figura 3), la germinación acumulada mostró que el control absoluto, así como el tratamiento fertilizado, fueron superiores ($p < 0.05$) a los

Germinación, % (datos transformados)

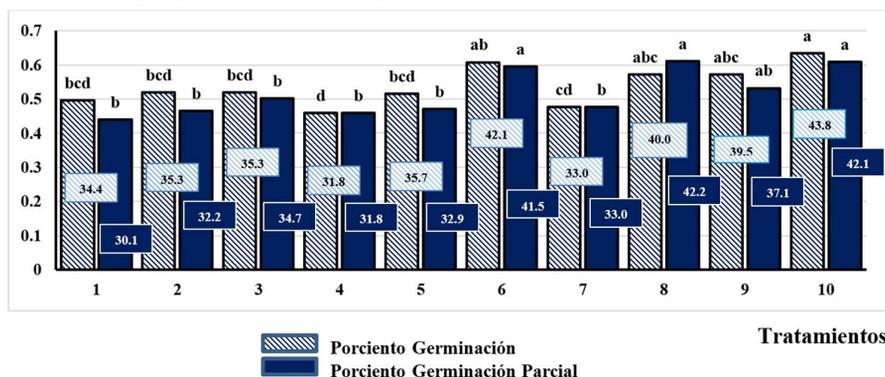


Figura 2. Germinación, % (datos transformados por $\sqrt{[0,5+x]}$) a los 10 DDS de *Moringa oleifera*, inoculada con EcoMic®, TOMATICID y VIUSID® AGRO, de forma simple o combinada, en diferentes momentos. Los datos porcentuales se muestran mediante las barras. Letras distintas indican diferencia significativa Germinación acumulada: $p < 0.05$, E.E.: 0.012744. Germinación parcial: $p < 0.01$, E.E.: 0.013359

Germinación, % (datos transformados)

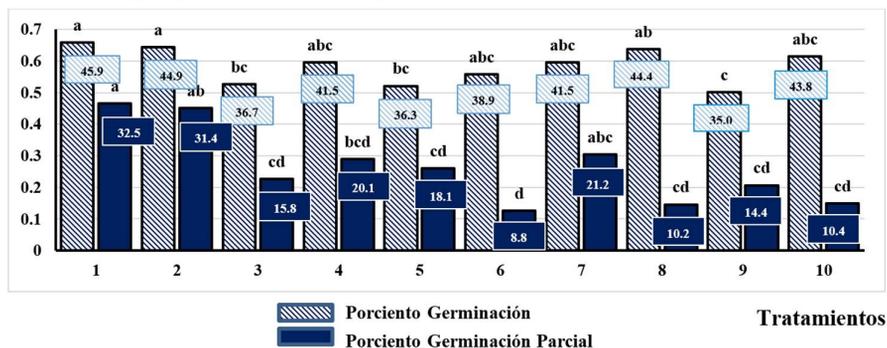


Figura 3. Germinación, % (datos transformados por $\sqrt{[0.5+x]}$) a los 15 DDS de *Moringa oleifera*, inoculada con EcoMic®, TOMATICID y VIUSID® AGRO de forma simple, o combinada, en diferentes momentos. Los datos porcentuales se muestran mediante barras. Letras distintas indican diferencia significativa. Germinación acumulada: $p < 0.05$. E. E.: 0.014110. Germinación parcial: $p < 0.001$. E. E.: 0.020638

tratamientos 3, 5 y 9, aunque compartieron letras iguales con el resto. En la germinación parcial, el control absoluto fue superior ($p < 0.001$) a los demás tratamientos, excepto al fertilizado y al 7, con los que tuvo similitud estadística.

La fase de los 15 DDS mostró germinación marcada por valores inferiores por parte de los tratamientos inoculados ante el control absoluto y el testigo fertilizado en la germinación parcial, excepto en el tratamiento 7. También, en esa fase, el testigo fertilizado y el control negativo se igualan en sus valores. En cuanto a la germinación acumulada, aunque los valores de los tratamientos inoculados se igualan en su mayoría al testigo fertilizado, también lo hacen con el control absoluto. Estos resultados contradicen a lo que informan Noda y Castañeda (2012), quienes obtuvieron el mayor porcentaje de germinación a los 15 y 16 DDS en semillas de *Jatropha curcas* (familia Euphorbiaceae), al inocularlas con EcoMic®. Sin embargo, Serbelló et al. (2014) demostraron el efecto inhibidor de *Glomus fasciculatum* en semillas de *Carica papaya* L. (familia Caricaceae) en los primeros días después de la siembra, aunque ese efecto disminuye hasta lograr a

los 28 d un porcentaje de germinación similar al resto de los tratamientos. Este resultado se debe investigar a fondo en otros experimentos, debido a su fundamento fisiológico.

No se tienen referencias del efecto de TOMATICID y VIUSID® AGRO en esta fase de la variable en estudio. Los valores inferiores que los tratamientos inoculados con dichos bioproductos presentaron, así como la similitud estadística del testigo fertilizado con el control, se podrían atribuir a una movilización insuficiente de los compuestos de la reserva de la semilla en dicha fase.

A los 20 DDS (figura 4), en la germinación acumulada, el tratamiento 10 fue superior ($p < 0.001$) al resto, excepto al testigo fertilizado y al tratamiento 8. En la parcial, también se constató que el tratamiento 10 y 8 fueron superiores ($p < 0.001$) al resto, excepto al testigo fertilizado, con el que compartieron letras iguales.

Con respecto al índice de eficiencia de la inoculación sobre la base de la germinación acumulada final (IEI, %) en la etapa de los 20 DDS (figura 5), los tratamientos 10 y 8 presentaron valores positivos en su IEI, mientras que en el resto fue negativo.

Germinación, % (datos transformados)

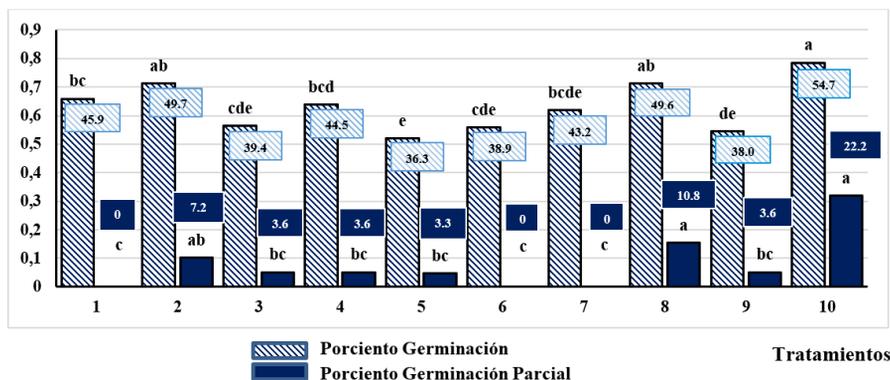


Figura 4. Germinación, % (datos transformados por $\sqrt{[0.5+x]}$) a los 20 DDS de *Moringa oleifera*, inoculada con EcoMic®, TOMATICID y VIUSID® AGRO de forma simple, o combinada, en diferentes momentos. Los datos porcentuales se muestran dentro de las barras. Letras distintas indican diferencia significativa (Germinación acumulada: $p < 0.05$. E. E.: 0.014102, Germinación parcial: $p < 0.0001$. E. E.: 0.013491)

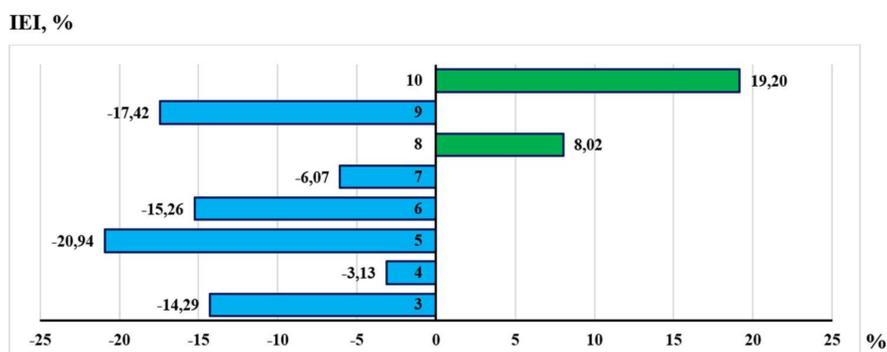


Figura 5. Índice de eficiencia de la inoculación (%) en *Moringa oleifera* con EcoMic®, TOMATICID y VIUSID® AGRO sobre la base de la germinación acumulada final

En esta última fase de germinación, se observó que el mayor efecto de los bioproductos ocurrió en los tratamientos donde se aplicó EcoMic® en la siembra y VIUSID® AGRO a los cinco DDS. Le siguió la aplicación de los tres bioproductos al mismo tiempo, durante la siembra (figura 4). Nótese que estos tratamientos, que presentaron mayor IEL (figura 5), incluyeron a EcoMic® y VIUSID® AGRO de forma combinada. Se destacó por su alta eficiencia el tratamiento donde se aplicó EcoMic® (MS) + VIUSID® AGRO (cinco DDS). Hernández (2016) asegura que la aplicación del bioestimulante Biozyme TF (complejo hormonal de giberelinas, auxinas y citoquininas-zeatina) tuvo un efecto superior en la germinación final de semillas de *M. oleifera*.

La aplicación de EcoMic®, así como de VIUSID® AGRO, mostró la alta eficiencia de estos bioproductos. El efecto de EcoMic® en esta variable coincide con Noda y Castañeda (2012), quienes consideran que el empleo del EcoMic® como inóculo de las semillas pudiera ser una práctica satisfactoria para obtener buenos porcentajes de emergencia, lo que representaría mayor cantidad de plántulas en períodos de tiempo relativamente cortos. También Reyes-Pérez *et al.* (2021) encontraron que el porcentaje de mayor emergencia en semillas de *Cucumis sativus* (familia Cucurbitaceae) se mostró con la aplicación de *Glomus cubense*. Sin embargo, Bover-Felices *et al.* (2017) no obtuvieron resultados superiores en la emergencia de semillas de *Leucaena leucocephala* (familia Fabaceae), al inocularlas con *G. cubense*. Knopf *et al.* (2013) observaron que semillas de *M. oleifera*, sembradas en suelos con una población alta de HMA, presentaron germinación superior a las semillas sembradas en suelos con escasa población de dichos hongos.

El alto contenido de zinc en VIUSID®AGRO favorece la formación de tejidos nuevos y, específicamente, la germinación (Catalysis 2016). Es de destacar que, aunque la aplicación de EcoMic® no favoreció la germinación de las semillas en otros tratamientos en esta última fase, la

combinación de este biofertilizante en el momento de la siembra con VIUSID® AGRO a los cinco DDS mostró efecto sinérgico superior al de otras combinaciones. Sin embargo, la presencia de TOMATICID no tuvo influencia marcada en esta variable.

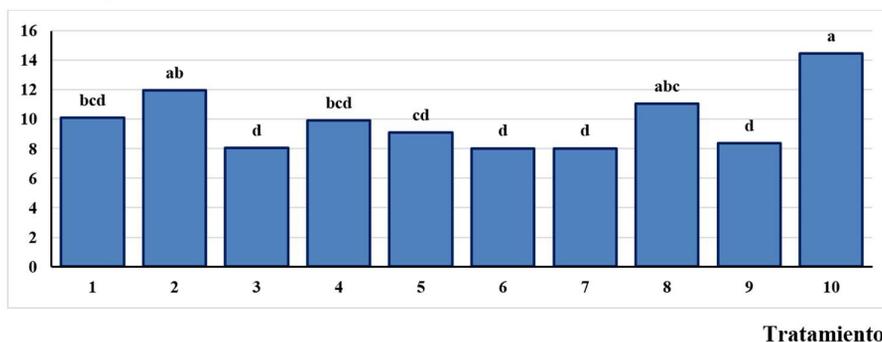
No se debe pasar por alto que se obtuvieron bajos porcentajes de germinación, aún en los mejores tratamientos. Esto se puede relacionar con la calidad de la semilla utilizada, que pudo perder su viabilidad debido al tiempo de almacenamiento al que se sometió. Ramírez (2019) indicó que el tiempo de almacenamiento de las semillas de *Moringa* puede incidir en el bajo porcentaje de germinación, aun cuando se inocule con hongos micorrízicos. Vital *et al.* (2018) señalan que, al aplicar HMA en semillas de girasol (*Helianthus annuus*, familia Asteraceae), la germinación de estas semillas dependió de su genotipo y del tiempo de almacenamiento. Knopf *et al.* (2016) evaluaron el uso de hongos micorrízicos en plantas de *Moringa* spp. y encontraron que hubo bajos porcentajes de germinación en cinco días (62.5 %, 33 %), así como en 8 y 10 d (58 %), en dependencia del tipo de suelo.

En la figura 6 se muestra que el tratamiento 10 superó ($p < 0.001$) al resto, excepto al 8 y al testigo fertilizado, con los que comparte letras iguales.

El índice de germinación total provee una medida del tiempo de germinación con respecto a la capacidad de germinación. Este índice afectó por la capacidad de germinación y no proporciona información acerca de la distribución de los eventos de la germinación en el tiempo (González-Zertuche y Orozco-Segovia 1996), como lo hace el índice de germinación por fases (Islam *et al.* 2012). No obstante, sirve para corroborar de forma global cómo se comporta la capacidad germinativa de las semillas en función del tiempo total de germinación.

En esta variable se observó que el tratamiento 10 superó a la mayoría de los tratamientos, aunque presentó similitud estadística con el 8 y el testigo fertilizado. La presencia del biofertilizante EcoMic® en este tratamiento influyó, al igual

Índice de germinación total



Tratamientos

Figura 6. Índice de germinación total de semilla de *Moringa oleifera*, inoculada con EcoMic®, TOMATICID y VIUSID® AGRO, de forma simple o combinada, en diferentes momentos. Letras distintas indican diferencia significativa ($p < 0.001$, E.E.: 0.282357)

que en otras variables, en la capacidad germinativa de las semillas de *Moringa oleifera*. Se conoce que la inoculación de las plantas con especies efectivas de HMA provocó un marcado incremento en los 17 procesos de absorción y traslocación de nutrientes, ya sea por interceptación, flujo de masa o difusión (Bennett y Cahill Jr 2016). En un estudio de Murali *et al.* (2023), se registró que la aplicación de HMA en *M. oleifera*, durante tres años consecutivos tuvo un efecto superior en la germinación, en comparación con la inoculación de bacterias rizosféricas en el mismo período.

La presencia de reguladores del crecimiento en la composición de VIUSID® AGRO es otro factor que debió tener un valor importante en esta variable. Catalysis (2018) refiere que el alga *Ascophyllum nodosum* presente en la formulación de este bioestimulante también aporta a la formulación inductores del crecimiento. Esta alga contiene giberelinas y citoquininas, especialmente zeatina, que es de gran actividad biológica, y ambas estimulan la germinación (Sandoval *et al.* 2018 y Borjas-Ventura *et al.* 2020).

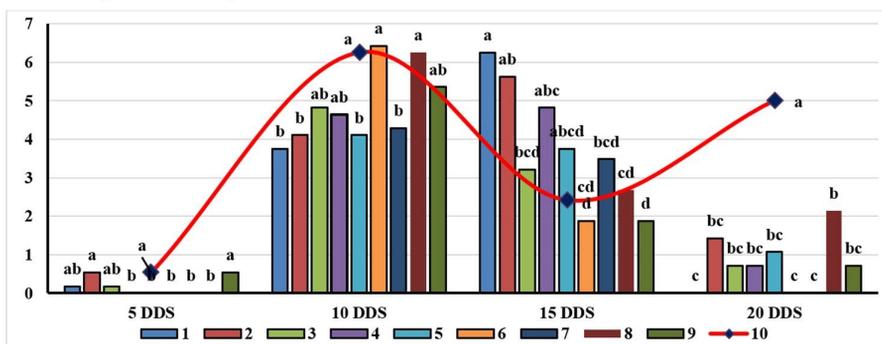
Aunque no se tienen referencias sobre el efecto de TOMATICID en esta variable, al ser uno de los

componentes del tratamiento donde se inoculó EcoMic® (MS) + VIUSID® AGRO (MS) + TOMATICID (MS), se infiere que no presentó interacción negativa con el resto de los bioproductos, a pesar de que no se comprobó algún efecto significativo sobre la semilla.

La figura 7 muestra que a los cinco DDS, el tratamiento 10, así como el 9, resultaron superiores ($p < 0.01$) a los tratamientos 4, 6, 7 y 8. Sin embargo, dejó ver letras iguales al testigo fertilizado, y a los tratamientos 3 y control absoluto. A los 10 DDS, los tratamientos 10, 6 y 8 mostraron superioridad ($p < 0.05$) con respecto al control absoluto, testigo fertilizado, tratamiento 5 y 7, aunque compartieron letras iguales con los tratamientos 3, 4 y 9. A los 15 DDS, el 10 disminuyó sus valores y fue inferior ($p < 0.01$) al control absoluto y al testigo fertilizado; además de que compartió letras iguales con el resto. A los 20 DDS, el tratamiento 10 fue superior ($p < 0.05$) a los demás.

El índice de germinación por fases provee una medida del tiempo de germinación en relación con la capacidad de germinación y es sensible a los cambios en la capacidad de germinación (González-Zertuche y Orozco-Segovia 1996).

Índice de germinación por fase



Tratamientos

Figura 7. Índice de germinación de semilla de *Moringa oleifera*, inoculada con EcoMic®, TOMATICID y VIUSID® AGRO, de forma simple o combinada, en diferentes momentos. Se muestra en línea de crecimiento el tratamiento 10. Letras distintas indican diferencia significativa (cinco DDS: $p < 0.01$, E. E.: 0.046165. 10 DDS: $p < 0.05$, E. E.: 0.220090. 15 DDS: $p < 0.01$, E.E.: 0.306997. 20 DDS: $p < 0.05$, E. E.: 0.218673)

Esta variable, en general, se incrementó en la medida que pasaron los días, lo que coincidió con lo indicado por Mehta *et al.* (2014). No obstante, a partir de los 15 DDS hubo disminución en todos los tratamientos, excepto en el que se aplicó EcoMic® en la siembra y VIUSID® AGRO a los cinco DDS.

Si se tiene en cuenta que el índice de germinación por fase es más sensible a los cambios en la capacidad de germinación, se puede deducir que hubo aceleración germinativa más intensa para los tratamientos 10, 6 y 8, a los 10 DDS. Sin embargo, a los 15 DDS, el control absoluto presentó letras iguales a los tratamientos 2, 4 y 5, y superior a los tratamientos 10, 9, 8, 7, 6 y 3. Esto indica que los bioproductos que indujeron la aceleración germinativa a los 10 DDS no ejercieron efecto superior en la fase subsiguiente. En general, todos los tratamientos, excepto el de EcoMic® (MS) + VIUSID® AGRO (cinco DDS), disminuyeron en sus valores luego de los 15 DDS, lo que indica que hubo un patrón de distribución normal en forma de campana, que concuerda con los resultados de Barraza *et al.* (2016) con mayores valores a los 10 DDS en la mayoría de los tratamientos.

La aplicación de EcoMic® (MS) + VIUSID® AGRO (cinco DDS) fue superior al resto de los tratamientos a los 20 DDS y mostró un índice superior al de los 15 DDS. Lo anterior se pudiera explicar por el contenido de giberelinas en VIUSID® AGRO, que puede romper la latencia de las semillas y que reemplazan frecuentemente la necesidad de estímulos ambientales, como la luz y la temperatura. Estas fitohormonas son importantes durante las fases iniciales y finales de la germinación (Weitbrecht *et al.* 2011).

VIUSID® AGRO cuenta con un proceso de activación molecular, que le permite acelerar y facilitar el proceso de reacciones enzimáticas y metabólicas (Gavica y Gómez 2019). En cuanto al efecto de EcoMic®, se conoce la capacidad que poseen los HMA de exudar compuestos que estimulan la actividad microbiana en el nicho ecológico. Por consiguiente, todos influyen en el proceso germinativo, ya

que al romper la latencia de las semillas se favorece todo el proceso (Rivera *et al.* 2011).

El índice de velocidad de la germinación (figura 8) mostró que el tratamiento en el que se aplicó EcoMic® en la siembra y VIUSID® AGRO a los cinco DDS fue superior ($p < 0.0001$) al resto de los tratamientos inoculados, incluso, al control absoluto y al testigo fertilizado. Este último fue superior al control absoluto y a los tratamientos 3, 4, 5, 6 y 7, además de que compartió letras iguales al 8 y 9.

El tratamiento en el que se aplicó EcoMic® en la siembra y VIUSID® AGRO (cinco DDS) fue el que tuvo efecto superior en la velocidad de germinación de las semillas de *M. oleifera*.

El concepto de índice de velocidad de la germinación es importante porque se relaciona con el vigor de las semillas, al considerar el número que germina y el tiempo que requiere para lograrlo (Meot-Duros y Magné 2008). En síntesis, este índice expresa la velocidad en número de semillas germinadas por día (Espindola *et al.* 2018). De acuerdo con Venter (2000), en condiciones de campo (vivero), la germinación rápida es, obviamente, una ventaja para el establecimiento de las plántulas. La velocidad de germinación es, por lo tanto, expresión del vigor. Las semillas de alto vigor germinan más rápido que las de bajo vigor en cualquier condición. Se conoce también la influencia de las condiciones de almacenamiento de la semilla en la velocidad de germinación de *M. oleifera* (Silva *et al.* 2012).

En la variable que se discute, se puede inferir que funcionalmente las semillas se afectaron en cuanto a la velocidad con que ocurrió el proceso de germinación, según los tratamientos. Entre los bioproductos que se aplicaron, la combinación (de forma fraccionada) de EcoMic® y VIUSID® AGRO en el tratamiento 10 influyó marcadamente, no solo en la velocidad de la germinación, sino en la uniformidad del vigor de las semillas, lo que permitió que este último se pudiera expresar mediante un mayor porcentaje de germinación y a mayor velocidad con respecto a los demás tratamientos. Esto pudiera constituir una ventaja

Índice de velocidad de la germinación

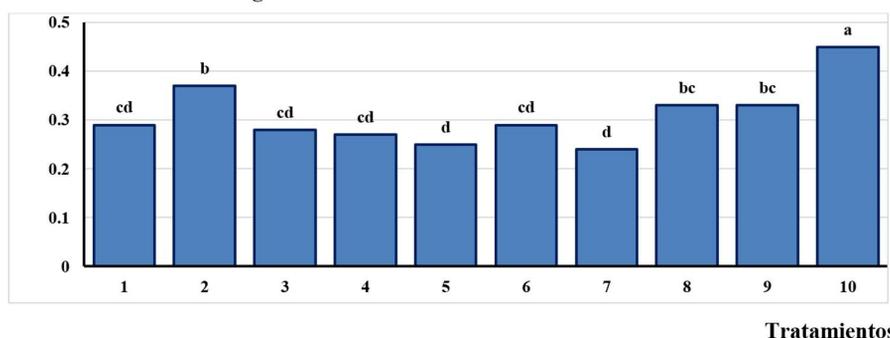


Figura 8. Índice de velocidad de la germinación (IVG) de semilla de *Moringa oleifera*, inoculada con EcoMic®, TOMATICID y VIUSID® AGRO, de forma simple o combinada, en diferentes momentos. Letras distintas indican diferencia significativa ($p < 0.0001$, E. E.: 0.008990)

para el establecimiento de plántulas en vivero, pues las semillas germinarían más rápido con la aplicación de estos bioproductos en diferentes momentos. Peña *et al.* (2015) determinaron el efecto del VIUSID® AGRO en la germinación del frijol (*Phaseolus vulgaris* L., familia: Fabaceae), así como en el crecimiento de las plántulas en condiciones *in vitro*. Estos autores concluyeron que la inmersión de la semilla de frijol durante tres horas en una solución de VIUSID® AGRO al 0.02 % favorece la velocidad de germinación y el desarrollo de las plántulas.

Los resultados obtenidos en esta variable con la inoculación simple de EcoMic® contradicen los encontrados por Láinez (2021), quien observó incremento de esta variable en comparación con el control, al inocular HMA (diferentes especies) en semillas de *Cucumis melo* (familia *Cucurbitaceae*). Es posible que los HMA no tengan el mismo efecto en la semilla de diferentes especies de plantas porque cuentan con diferentes características morfológicas, de germinación y dormancia. También existe la posibilidad de que las micorrizas causen efecto de recubrimiento de las semillas, lo que retarda el rompimiento de la testa por parte de otros microorganismos del suelo (Ballina *et al.* 2017).

La aplicación de TOMATICID, a pesar de influir de manera positiva en el porcentaje de germinación cuando se combina con los demás bioproductos, no tuvo efecto superior en la velocidad con que germinaron las semillas. Este resultado disminuye la importancia de dicho bioproducto para la estimulación de la germinación en Moringa.

Se concluye que la combinación de EcoMic® (MS) y VIUSID® AGRO (cinco DDS), así como la combinación de EcoMic® + VIUSID® AGRO + TOMATICID (MS) y EcoMic® (MS) + TOMATICID (MS) aceleró la germinación parcial a los 10 DDS con respecto al resto de los tratamientos. La combinación de EcoMic® (MS) y VIUSID® AGRO (cinco DDS) influyó notablemente en la velocidad de la germinación y uniformidad del vigor de las semillas, por lo que pudiera constituir una ventaja para el establecimiento de plántulas en vivero. Los resultados indican que el efecto de los bioproductos en la capacidad germinativa de las semillas estuvo en consonancia con el efecto sobre el vigor y la uniformidad de las mismas.

Se recomienda realizar ensayos para evaluar la germinación y el desarrollo inicial de plántulas en vivero con la aplicación de los bioproductos estudiados y las combinaciones que más se destacaron en el presente estudio.

Agradecimientos

Se agradece la contribución del alumno G. Fernández de la maestría de ciencias agrícolas de la Universidad de Sancti Spíritus, por su participación en la evaluación del experimento.

Referencias

- Angelovici, R., Fait, A., Fernie, A.R. & Galili, G. 2011. A seed high-lysine trait is negatively associated with the TCA cycle and slows down *Arabidopsis* seed germination. *New Phytologist*, 189(1): 148–159, ISSN: 1469-8137. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03478.x>.
- Anon. 2007. Statgraphics centurion XV. Dyna, 82(1): 7, ISSN: 0012-7361.
- Bennett, J.A. & Cahill Jr, J.F. 2016. Fungal effects on plant-plant interactions contribute to grassland plant abundances: evidence from the field. *Journal of Ecology*, 104(3): 755–764, ISSN: 1365-2745. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12558>.
- Ballina, H.S., Ruiz-Sánchez, E., Ambriz, E. & Alvarado, C.J. 2017. Efecto de la luz y micorrizas en la germinación de semillas de árboles de selvas secas. *Madera y Bosques*, 23(3): 29-37, ISSN: 2448-7597. <https://doi.org/10.21829/myb.20117.2331531>.
- Barberá, C. 1989. Pesticidas agrícolas. Productos de acción fisiológica. 4ª edición. Ediciones Omega S.A. Barcelona. 350 p.
- Bernardo, V., Garita, S., Ripodas, J. I., González, M., Arango, C. & Ruscitti, M. 2020. Micorrizas arbusculares, aplicaciones en el sector agro-forestal. Pp. 64-88. En: Micorrizas arbusculares. Biología y aplicaciones en el sector agro-forestal. Mario Carlos Nazareno Saparrat, Marcela Fabiana Ruscitti y Maria Cecilia Arango (coordinadores). EDULP. Libro digital. 135 p. ISBN 978-987-8348-41-4.
- Borjas-Ventura, R., Julca-Otiniano, A. & Alvarado-Huamán, L. 2020. Las fitohormonas, una pieza clave en el desarrollo de la agricultura. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2): 150-164, ISSN: 2308-3859. <http://doi.org/10.36610/j.sab.2020.080200150>.
- Barraza F.A., Benavides O.B. & Torres, F.M. 2016. Calidad fisiológica y energía de germinación de semillas de balsamina (*Momordica charantia* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(1): 43-52, ISSN: 2256-2273. <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163301.5>.
- Bover-Felices, K., López-Vigoa, O., Rizo-Álvarez, M. & Benítez-Álvarez, M.Á. 2017. Efecto del EcoMic® y el Pectimorf® en el crecimiento de plántulas de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes*, 40(2): 102-107, ISSN: 2078-8452.
- Cadillo, G.A. 2022. Efecto de bioestimulantes en las características agronómicas del cultivo de Moringa (*Moringa oleifera*) bajo condiciones de vivero en Vegueta- Huaura. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Facultad de ingeniería agraria, industrias alimentarias y ambiental. Huacho, Perú. 126 p.

- CATALYSIS. 2018. VIUSID® Agro, promotor del crecimiento. Available at: <http://www.catalysisagrovete.com> Consulted: December 14, 2023
- Ede, A.E., Ndubuaku, U.M. & Baiyeri, K.P. 2015. Media Effects on Emergence and Growth of Moringa (*Moringa oleifera* Lam) Seedlings in the Nursery. *American Journal of Experimental Agriculture*, 7(3): 182–189, ISSN: 2231-0606. <https://doi.org/10.9734/AJEA/2015/13602>.
- Espindola, Y., Romero, L., Ruiz, R. & Luna, C. 2018. Influencia de las condiciones de incubación sobre la germinación de semillas de diferentes individuos de *Pterogyne nitens*. *Quebracho-Revista de Ciencias Forestales*, 26(1): 5-17, ISSN: 1851-3026.
- Font Quer, P. 1975. Diccionario Botánico. Edit. Labor S.A. Barcelona. 1244 p. ISBN: 84-335-5804-8.
- Gavica, B.E. & Gómez, A.S. 2019. Efecto de diferentes dosis de VIUSID® agro aplicadas durante cuatro etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 22 p.
- González-Zertuche, L. & Orozco-Segovia, A. 1996. Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachya*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 58: 15-30, ISSN: 0366-2128. <https://doi.org/10.17129/botsci.1484>.
- Guzmán-Albores, M.J., Ramírez-Merchant, M.L., Interiano-Santos, E.C., Manzano-Gómez, L.A., Castañón-González, J.H., Winkler, R., Abud Archila, M., Montes-Molina, J., Gutiérrez-Miceli, F. & Ruíz-Valdiviezo, V. 2019. Metabolomic and Proteomic Analysis of *Moringa oleifera* Cultivated with Vermicompost and Phosphate Rock under Water Stress Conditions. *International Journal of Agriculture & Biology*, 21(4): 786-794, ISSN: 1814-9596. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.0957>.
- Hernández, S.A.H. 2016. Efecto de la aplicación de Biozyme TF sobre la germinación de semilla de *Moringa oleifera* Lam. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 65pp.
- Islam, S., Mia, A.B., Hossain, J., Ahmed, J., Uddin, S.J., Haider, I. & Khan, M.A. 2012. Priming on embryo emergence and seedling vigor of small fruited bitter gourd (*Momordica charantia* L.) under suboptimal temperature. *Agricultural and Food Sciences*, 2: 1-10, ISSN: 0975-9107.
- Knopf, E., Blaschke, H. & Munch, J. 2013. Improving Moringa Growth by Using Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Lake Victoria Basin. *West African Journal of Applied Ecology*, 21(1): 47-57, ISSN: 2661-9040.
- Knopf, E., Blaschke, H., Munch, C., Murage, A., Kirika, P. & Osaka, S. 2016. Impacts of soil on Mycorrhizal fungi: growth responses of *Moringa* spp. Plants sampled from Lake Victoria Basin. *Journal of Biological Sciences*, 16(1-2): 12-21, ISSN: 1812-5719.
- Laínez, P.E. 2021. Efecto de dos bioestimulantes en la producción de mudas de melón (*Cucumis melo*). Trabajo de Integración Curricular para la obtención del título de Ingeniera Agrónoma. Universidad Estatal de Santa Elena, Ecuador. 46 p.
- Lami-Izquierdo, L., Díaz-Luzbet, M., García-Bassa, C., Mesa-Jardín, M., Cabrera-Lejartí, M., Lores-Nápoles, M.N., Crespo-Zayas, D. & Álvarez-Delgado, A. 2011. Obtención y generalización del empleo de una fitohormona sintética para aumentar el rendimiento del tomate y otros frutos. *ICIDCA. Sobre los derivados de azúcar*, 45(2): 10-18, ISSN: 1025-3076.
- Mehta, D., Kanwar, H., Thakur, A., Thakur, S. & Thakur, K. 2014. Standardization of seed hydro-priming duration in bitter gourd, *Momordica charantia* L. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 5(1): 98 – 101, ISSN: 0976-4038.
- Meot-Duros, L. & Magné, C. 2008. Effect of salinity and chemical factors on seed germination in the halophyte *Crithmum maritimum*. *Plant and Soil*, 313(1-2): 83-87, ISSN: 1573-5036.
- Murali, M., Raj, A.J. & Wani, A.M. 2023. Effect of Seed Treatment with Bio Fertilizers on Germination Plant Height and Total Biomass of Annual Moringa (*Moringa oleifera* L.). *Current Journal of Applied Science and Technology*, 42 (34): 15-22, ISSN: 2457-1024. <https://doi.org/10.9734/CJAST/2023/v42i344229>.
- Noda, Y. & Castañeda, L. 2012. Efecto de EcoMic® en la emergencia de plántulas de *Jatropha curcas* (Nota Técnica). *Pastos y Forrajes*, 35(4): 401-406, ISSN: 2078-8452.
- Noguera-Talavera, A., Reyes-Sánchez, N. & Mendieta-Araica, B. 2018. Guía de establecimiento vivero moringa (*Moringa oleifera*). Manejo de viveros de Marango. Guía Técnica N°21. Una alternativa sostenible de alimentación animal ante el cambio climático. Universidad Nacional Agraria Promarango. 27 p.
- Núñez, D. 2018. Efecto de bioestimulantes agrícolas en la supervivencia y el crecimiento de plantas *in vitro* de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la fase de aclimatación *ex vitro*. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Ingeniería Agrícola. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 78 pp.
- Oquendo, G. 2014. Descripción, establecimiento y uso de las principales arbóreas: *Moringa oleifera*. En: Uso de arbóreas como recurso sostenible para la crianza animal. Ed.: José M. Argenter, Holguín. Cuba. 112 p.

- Padilla, C., Fraga, N. & Suárez, M. 2012. Efecto del tiempo de remojo de las semillas de moringa (*Moringa oleifera*) en el comportamiento de la germinación y en indicadores del crecimiento de la planta. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 46(4): 419-421, ISSN: 2079-3480.
- Peña, C.K., Rodríguez, F.J.C. & Meléndrez, G.J.F. 2015. Efecto de un promotor del crecimiento activado molecularmente sobre la germinación y la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Infociencia*, 19 (3): 1-12, ISSN: 1029-5186.
- Pina, J.C., Oliveira, AKMd., Matias, R. & Silva, Fd. 2018. Influência de diferentes substratos na produção de fitoconstituintes de *Moringa oleifera* lam. cultivada a pleno sol. *Ciência Florestal*, 28: 1076-1087, ISSN: 1980-5098.
- Pita, A. 2014. Efecto de *Glomus fasciculatum* Tul., en la nutrición y el crecimiento de *Moringa oleifera* Lam, en un suelo Fersialítico Rojizo Ócrico Eútrico. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río, Pinar del Río, Cuba. 112 p.
- Plana, R.R., González, P.J. & Soto, F. 2016. Combined use of EcoMic®, Fitomas-E® and mineral fertilizers in the forage production of animal food based in triticale (*x. Triticosecale* Wittmack), cv. INCA TT-7. *Cultivos Tropicales*, 37(4): 76-83, ISSN: 1819-4087.
- Posada, L.F., Moreno, A.E., Santos, M.T. & Estrada, G.A. 2021. Mecanismos de promoción de crecimiento de las PGPB. Pp. 80-104. En: Bacterias promotoras de crecimiento vegetal en Sistemas de Agricultura Sostenible. Ruth Bonilla Buitrago, Luz Estela González de Bashan, Raúl Osvaldo Pedraza (Eds.). Corporación colombiana de investigación agropecuaria – Mosquera (Colombia): AGROSAVIA. 372 p. ISBN E-book: 978-958-740-501-9. ISBN: 978-958-740-500-2.
- Ramírez, E.A. 2019. Efecto de consorcios PGPR sobre el desarrollo de plantas de *Plukenetia volubilis* y *Moringa oleifera* hasta fase vegetativa en comparación a fertilización convencional y orgánica en campo. Trabajo de grado para optar por el título de microbiólogo industrial. Universidad de Santander, facultad de ciencias exactas, naturales y agropecuarias. Bucaramanga, Santander, Colombia. 100 p.
- Reyes-Pérez, J.J., Rivero-Herrada, M., Andagoya-Fajardo, C.J., Beltrán-Morales, F.A., Hernández-Montiel, L.G., García Liscano, A.E. & Ruiz-Espinoza, F.H. 2021. Emergencia y características agronómicas del *Cucumis sativus* a la aplicación de quitosano, *Glomus cubense* y ácidos húmicos. *Biotechnia*, 23(3): 38-44, ISSN: 1665-1456.
- Rivera, R., Fernandez, F., Fernandez, K., Ruiz L., Sánchez, C. & Riera, M. 2011. Advances in the management of effective arbuscular mycorrhizas symbiosis in tropical ecosystems. In Chantal Hamel and Christian Plenchette (eds.) Mycorrhizas in Crop Production (pp. 151-196). Binghamton, NY: Haworth Press.
- Sandoval-Rangel, A., Tapia, A., Cabrera-De la Fuente, M., González, J.A. & Benavides-Mendoza, A. 2018. Edad, beneficio y ácido giberélico afectan la germinación y producción de planta de chile piquín. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(20): 4199-4209, ISSN: 2007-9230. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i20.990>.
- Santillana, N., Zúñiga, D. & Arellano, C. 2012. Capacidad promotora del crecimiento en cebada (*Hordeum vulgare*) y potencial antagonico de *Rhizobium leguminosarum* y *Rhizobium etli*. *Agrociencia Uruguay*, 16: 11-17, ISSN: 2730-5066.
- Scott, S.J., Jones, R.A. & Williams, W.A. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science*, 24: 1129-1199, ISSN: 1435-0653. <https://doi.org/10.2135/CROPSCI1984.0011183X002400060043X>.
- Serbelló, F.G., Mesa, J. R. & Soto, R. 2014. Efecto de diferentes alternativas biológicas, sobre el porcentaje y velocidad de germinación de las semillas de fruta bomba (*Carica papaya* L.). *Revista Científica Agroecosistemas*, 2(1): 247-253, ISSN: 2415-2862.
- Silva, P., Andrade, L.A., Venia, C.S., Fabricante, J.R. & Silva, M. 2012. Comportamiento germinativo de semillas de *Moringa oleifera* Lam diferentes ambientes y tiempos de almacenamiento. *Agropecuaria Científica no Semiárido*, 8: 1-6, ISSN: 1808-6845.
- Simbaña, C.C.L. 2011. Estudio de las propiedades físicas y funcionales de un hidrolizado enzimático de proteína a escala piloto y su aplicación como fertilizante. Available at: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3762/1/CD-3535.pdf>. Consulted: May 20, 2014
- Terry, E., Ruiz, J., Tejada, T. & Reynaldo, I. 2014. Efectividad agrobiológica del producto bioactivo Pectimorf® en el cultivo del Rábano (*Raphanus sativus* L.). *Cultivos Tropicales*, 35(2): 105-111, ISSN: 1819-4087.
- Van de Venter, A. 2000. Seed vigor testing. *Journal of New Seeds*, 2(4): 51-58, ISSN: 1522-9025. https://doi.org/10.1300/j153v02n04_06.
- Vital, V.I., Quiñones, A.E., Hernández, M.L. & Rincón, E.G. 2018. Viabilidad de esporas de hongos micorrízicos arbusculares y semillas de girasol para el establecimiento de la simbiosis micorrízica. *Biotechnología y Sustentabilidad*, 3(2): 15-25, ISSN: 2448-7562.
- Wasy, A.A., Shyanmalamma, S. & Nache, G.V. 2010. Influence of bio-inoculants on nursery establishment of papaya cv Solo. *Acta Horticulturae*, 851: 389-394, ISSN: 2406-6168.
- Weitbrecht, K., Muller, K. & Leubner-Metzger, G. 2011. First off the mark: early seed germination. *Journal of Experimental Botany*, 62(19): 3289-3309, ISSN: 1460-2431. <https://doi.org/10.1093/jxb/err030>.