



INDICADORES MORFOLÓGICOS Y ORGANISMOS NOCIVOS ASOCIADOS A SEIS PROCEDENCIAS DE *MORINGA OLEIFERA* EN CONDICIONES DE VIVERO Y CAMPO

MORPHOLOGIC INDICATORS AND HARMFUL ORGANISMS ASSOCIATED TO SIX *MORINGA OLEIFERA* ORIGINS UNDER NURSERY AND FIELD CONDITIONS

NURYS VALENCIAGA*

Instituto de Ciencia Animal, C. Central km 47 ½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

**Email: nvalenciaga1966@gmail.com*

Para monitorear los indicadores morfológicos y los organismos causantes de plagas asociados a *Moringa oleifera* se condujeron dos ensayos: vivero y campo. Los tratamientos estuvieron representados por seis procedencias de moringa, colectadas en tres provincias del país. En vivero, se utilizaron 396 bolsas de polietileno en un diseño completamente aleatorizado, con 66 repeticiones. En campo, se aplicó un diseño de bloques al azar, con tres réplicas. En ambos ensayos se monitorearon los artrópodos y patógenos asociados. Se evaluó el daño fitosanitario, además de indicadores morfológicos del crecimiento del cultivo. En fase vivero, las plantas no experimentaron daños económicos por organismos nocivos y manifestaron indicadores de crecimiento favorables. Sin embargo, en campo, las plántulas recién trasplantadas, estuvieron afectadas por ataques fuertes de *Atta insularis*, que ocasionaron defoliación y pérdidas de plántulas. La supervivencia mantuvo rangos medios similares en todas las procedencias. El conteo de ramas fue mejor en las procedencias 4 y 6 con 4.40 y 4.18, respectivamente. La altura, a los 120 días después del trasplante, reveló tallas superiores a los 145 cm, en las procedencias 2 y 6. El máximo grosor del tallo (31.2 cm) se corroboró en la procedencia 2. Se concluye que las procedencias evaluadas, dado el comportamiento de sus indicadores morfológicos, tienen potencialidades para su empleo. Se recomienda mantener la vigilancia fitosanitaria del cultivo y regular la actividad de forrajeo de *A. insularis* hasta lograr el establecimiento de moringa. Se debe estar atento en la fase de fructificación a la incidencia de la mosca *Gitona* sp. para minimizar los daños a las semillas, evitar la entrada secundaria de patógenos y acceder a la cosecha de semillas sanas.

In order to monitor the morphologic indicators and the organisms caused of plagues associated to *Moringa oleifera* two tests were conducted: nursery and field. The treatments were represented by six moringa origin, collected in three provinces of the country. In nursery, a total of 396 polyethylene bags were used in a completely random design, with 66 repetitions. In field, a random block design with three replications was applied. In both test the arthropods and associated pathogens were monitoring. The phytosanitary damage and morphologic indicators of the crop growing were evaluated. In nursery phase, the plants did not have economic damages by harmful organisms and showed favorable grow indicators. Therefore, in field, the new transplant plantlets were affected by strong attacks of *Atta insularis*, which caused defoliation and plantlets loss. The survival has similar average ranges in all origins. The count of branches was better in the origins 4 and 6 with 4.40 and 4.18, respectively. The height, at 120 days after the transplant, showed sizes higher than 145 cm, in the origins 2 and 6. The higher stem thickness (31.2 mm) was showed in the origin 2. It is concluded that the evaluated origins, according to their morphologic indicators performance have potentialities for their use. It is recommended to continue with the phytosanitary alertness of the crop and to regulate the forage activity of *A. insularis* until achieving the moringa establishment. It should be alert in the fruiting phase of the incidence of *Gitona* sp. fly to minimize the damage to the seeds, to avoid the secondary presence of pathogens and to allow the harvest of healthy seeds.

Palabras clave: insectos-plaga, patógenos, *Moringaceae*, plántulas, trasplante

Key words: insects-plague, *Moringaceae*, pathogens, plantlet, transplant

Recibido: 05 de junio de 2023

Aceptado: 15 de diciembre de 2023

Conflicto de intereses: El autor declara que no existe conflicto de intereses.



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 es una planta con gran plasticidad ecológica, que le permite adaptarse a variados climas y condiciones de suelo (Pérez *et al.* 2010). Dada las bondades que muestra como planta proteica, se considera ideal como alimento animal, siendo atractiva para animales rumiantes (García-López *et al.* 2017 y Alvarado-Ramírez *et al.* 2018) como para monogástricos (Valdivié *et al.* 2017). Incluso se le atribuyen diversos efectos beneficiosos para la salud humana (Hernández e Iglesias 2022 y Príncipe y Soto 2023) y como bio-estimulante de plantas (Pérez *et al.* 2023). Sin embargo, las condiciones edafoclimáticas en las que se desarrolla tienen una influencia marcada en sus rendimientos. En algunas regiones de Cuba, la susceptibilidad que ha mostrado al ataque de organismos nocivos, fundamentalmente insectos-plaga y patógenos, compromete aún más su empleo cuando se requiere grandes volúmenes de biomasa, como ocurre cuando se trata de la alimentación de animales rumiantes.

Garantizar plantas saludables y de buen crecimiento en las primeras fases de su desarrollo es fundamental para el anclaje de la planta y futuro desempeño en la edad adulta, aspectos que son esenciales para lograr establecimientos satisfactorios. Esta investigación se desarrolló con el objetivo de monitorear y controlar los organismos causantes de plagas, asociados a diferentes procedencias de *Moringa oleifera* en condiciones de vivero y campo.

Materiales y métodos

Área experimental y clima. Se desarrollaron dos ensayos, en fase de vivero y en fase de campo, en el Instituto de Ciencia Animal (ICA) del municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque, Cuba. El Instituto está situado en las coordenadas geográficas de 23°55' LN, 82°0' LW a 92 m s.n.m. El clima de la región, según la clasificación climática de Köppen es de tipo Aw, clima de sabana tropical, con una estación poco lluviosa de noviembre a abril, y una lluviosa de mayo a octubre. La precipitación anual es de 1244 mm y la temperatura media de 24.9 °C (Anon 2016).

Tratamientos. Los tratamientos lo constituyeron seis procedencias de *Moringa oleifera*, colectadas en tres provincias del país (tabla 1). Las colectas partieron de plantas adultas, aparentemente sanas, con buen crecimiento, en fase de fructificación.

Fase de vivero

Se estableció un vivero con *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) en un local a cielo abierto.

Tabla 1. Accesiones evaluadas

Procedencia	Lugar	Identificación de colecta
1	Matanzas, Ciudad-Reperto Versalles	14
2	Sancti Spiritus, Finca Perseverancia	23-A
3	Cienfuegos, Escuela Especial	15
4	Cienfuegos, Cementerio	20
5	Sancti Spiritus, Río Caña	24
6	Matanzas, Boca Camarioca	13

Diseño experimental. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con 66 repeticiones para cada uno de los tratamientos.

Procedimiento experimental. Se utilizaron 396 bolsas de polietileno. El sustrato utilizado en cada bolsa consistió en una mezcla de tres partes de suelo ferralítico rojo (Hernández *et al.* 2015), más una parte de materia orgánica (estiércol vacuno descompuesto). En el momento de la siembra, el 13 de octubre de 2016, se depositaron dos semillas, aparentemente sanas, a una profundidad de no más de 2 cm, de acuerdo con Cardoso *et al.* (2006), para dejar posteriormente sólo la plántula más sana y vigorosa.

El vivero se montó separado de la superficie del suelo, aproximadamente a 1 m de altura. El riego se realizó manual, con ayuda de un recipiente, en días alternos, hasta cubrir su capacidad de campo. Las bolsas se horadaron para garantizar el drenaje y evitar el encharcamiento. Es importante resaltar que el lugar seleccionado fue a cielo abierto, por lo que las plántulas recibieron el sol de forma directa, al igual que las precipitaciones que acontecieron. Se realizó control manual de arvenses en cada bolsa.

Una vez garantizada la germinación de más del 70 % de las plantas, se inició el registro de medidas agronómicas y fitosanitarias:

- Porcentaje de emergencia, %
- Supervivencia de las plántulas, %
- Altura de las plantas, cm
- Diámetro del tallo, cm
- Presencia y cuantificación de artrópodos y patógenos
- Determinación del daño causado, %

El porcentaje de emergencia (% E) se determinó contando las plántulas emergidas, de más de un centímetro de altura, de acuerdo a la fórmula descrita por Ede *et al.* (2015).

$$\% E = \left[\frac{\text{Número de semillas emergidas}}{\text{Total de semillas sembradas}} \right] * 100$$

La supervivencia de las plántulas (% S) se determinó, realizando conteo a las plántulas emergidas.

$$\% S = \left[\frac{Pv}{(Pv+Pm)} \right] * 100$$

Donde

Pv: Plantas vivas

Pm: Plantas muertas

Se consideró la metodología descrita por Centeno *et al.* (1994), quien establece una clasificación de acuerdo con el valor obtenido: a) 80-100 % muy bueno; b) 60-79 % bueno; c) 40-59 % regular y d) menos del 40 % malo.

La altura de las plantas (cm) se determinó midiendo con una cinta métrica desde el suelo hasta el ápice de la rama apical.

El diámetro o grosor del tallo (cm) se tomó en la intercepción de la base de la primera rama y el tallo con un pie de rey.

Se realizó Dinámica de Crecimiento (DC) de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$DC = \left[\frac{(AF-AI)}{N^{\circ} \text{ de días}} \right]$$

donde:

DC = Dinámica de crecimiento

AI = Altura inicial (la medida de altura tomada después de la germinación y la anterior a la toma de datos)

AF = Altura final (altura tomada en cada muestreo)

Número de días de muestreo (a los 10, 30 y 40 d después de la siembra)

La etapa de vivero duró 45 d. Los muestreos se realizaron en las primeras horas de la mañana, llevando a cabo tres muestreos en el período. Los artrópodos y patógenos se evaluaron a través de observaciones visuales en un sistema de muestreo presencia-ausencia. Se anotaron y cuantificaron los organismos presentes, clasificándolos en polinizadores, fitófagos y biorreguladores, de acuerdo con la asignación de los grupos funcionales, según Metcalf y Flint (1965), Triplehorn y Johnson (2005), Mancina y Cruz (2017) y World Spider Catalog (2020).

El daño se evaluó según metodología de Calderón (1982) para insectos picadores-chupadores o masticadores y para ambos. De ser necesario, se procedió a la captura de los artrópodos y microorganismos fitopatógenos desconocidos para su identificación en el laboratorio. Los daños por agentes patógenos se evaluaron según la metodología de Lenné (1982).

Las plántulas permanecieron en fase de vivero hasta que alcanzaron alturas superiores a 25 cm, momento en que se decidió proceder a su trasplante. Para contrarrestar el riesgo de pérdidas de plantas por ataque de plagas se previó el empleo de medidas de control (químicas o biológicas, y ambas), si fuese necesario. Todas las mediciones agronómicas y fitosanitarias se realizaron en plántulas fijas con el tamaño de muestra óptimo (22).

Fase de campo

El ensayo se condujo en un suelo ferralítico rojo, de acuerdo con Hernández *et al.* (2015) en áreas del centro

experimental “Miguel Sistachs Naya” adscrito al Departamento de Pastos y Forrajes del ICA.

El 5 de diciembre de 2016 se trasplantaron al campo 378 plántulas de *M. oleifera*, con altura aproximada de 25 a 30 cm, previamente aviveradas en un local a cielo abierto. El experimento se mantuvo durante dos años.

Diseño experimental. La plantación se realizó bajo un diseño de bloques al azar con 3 réplicas en las que se aleatorizaron las seis procedencias en cada réplica.

Procedimiento experimental. Se llevó a cabo inicialmente una preparación de suelos convencional, dejando el lecho mullido y libre de arvenses. El área comprendió 23 surcos, establecidos a 0.70 m para una dimensión de 16.10 m de ancho y 70 m de largo. Cada bloque se separó a 3 m entre sí.

A la semana del trasplante se realizó una fertilización a toda el área, con fórmula completa de N-P-K (9-13-17) para cubrir los requerimientos del cultivo, según lo informado por Pérez *et al.* (2010). La dosis utilizada fue a razón de 10 g por plantón, que conllevó a 200 g por parcela.

Se protegió el área de la invasión de arvenses. Se mantuvo la limpia manual con escarda y guataca, dirigida fundamentalmente a todo el ruedo de la planta.

El área se mantuvo en la época seca, asperjada con máquina de riego móvil (marca OCMIS, modelo 82 con barra de aspersión) operado con una presión de 500 kPa y el caudal del aspersor utilizado fue de 33600 L/h. Durante el tiempo de riego (2.5 h) se aplicó una lámina de agua de 35 mm. El riego se aplicó al inicio del trasplante, con frecuencia semanal que se espació de 10 a 15 d hasta la llegada de las primeras lluvias.

El área también estuvo bajo vigilancia fitosanitaria contra posibles ataques de bibijaguas (*Atta insularis*) u otros agentes nocivos. Se previó la aplicación de productos químicos o biológicos.

Los muestreos de la incidencia de artrópodos y patógenos se realizaron con frecuencia mensual a través de observaciones visuales en los surcos internos, dejando los del exterior como efecto de borde. Se muestrearon 10 plantas de cada procedencia/réplica tratando de visualizar, contabilizar e identificar los organismos asociados en cada etapa fenológica del cultivo. Cuando fue necesario, se tomaron muestras que se trasladaron al laboratorio para su procesamiento mediante el auxilio de claves taxonómicas afines y con la ayuda del microscopio estereoscópico. La clasificación de los organismos de acuerdo a la asignación de grupos funcionales y los daños se llevó a cabo como se describe en la fase de vivero. En la etapa de fructificación, se tomaron al azar cinco vainas de cada procedencia/réplica para determinar, en condiciones de laboratorio, el estado fitosanitario y los daños causados por los organismos asociados al cultivo.

El área se destinó para la producción de semillas. Se midieron como indicadores morfológicos la supervivencia (%), la altura de las plantas (cm), el número de ramas y el diámetro del tallo (cm), siguiendo la metodología descrita para la fase de vivero.

Análisis estadístico. Todos los datos colectados en fase de vivero y campo se incluyeron en una base de datos en Microsoft Excel. Se procesaron y analizaron estadísticamente según paquete estadístico InfoStat versión 2012 (Di Rienzo *et al.* 2012). Se verificaron los supuestos teóricos del análisis de varianza para las variables analizadas a partir de las dójimas de Shapiro y Wilk (1965) para la normalidad de los errores y la dójima de Levene (1960) para la homogeneidad de varianza. Se tuvo previsto que en caso de que las variables analizadas no cumplieran con los supuestos teóricos del ANAVA, se empleara la transformación $\sqrt{\%}$. Si aún así ésta no mejorara el cumplimiento de dichos supuestos se determinó realizar análisis de varianza no paramétrico de clasificación simple (Kruskal y Wallis 1952) y aplicar la dójima de Conover (1999) para la comparación de los rangos medios. La altura y la dinámica de crecimiento, en fase de vivero, se analizaron según modelo estadístico completamente aleatorizado y se aplicó Duncan (1955) para la diferenciación entre las medias. Por su parte, las variables de altura y grosor del tallo, en fase de campo, se analizaron según modelo de bloques al azar. Se aplicó Tukey (1958) en los casos necesarios.

Resultados y discusión

Fase de vivero

En cuanto a la presencia de insectos y patógenos, sólo fueron visibles algunos fitófagos (tabla 2) como el minador de la hoja *Liriomyza* sp. (Diptera: Agromyzidae) en tres plántulas aisladas, de la procedencia 3, 5 y 6.

Se encontró, además, un foco de pulgones del género *Aphis* sp. (Hemiptera: Aphididae) con mayor intensidad en una planta y, en menor cuantía, en otra aledaña, perteneciente a la procedencia 1. Fue visible en algunas plantas, manchas en las hojas por hongos, cuyo agente causal no pudo ser identificado. Se visualizaron en la procedencia 2, cinco plantas con decoloración blanquecina en las hojas, cuyo origen se desconoce. Sin embargo, los organismos nocivos asociados no provocaron daños económicos a las plantas aviveradas, pues los perjuicios no superaron el grado ligero, de acuerdo con la escala de Calderón (1982), en este caso para insectos con hábito picador-chupador.

Resultados de Reyes (2005) y Alfaro y Martínez (2008) informaron daños en esta especie en fase de vivero, debido fundamentalmente al ataque de hormigas cortadoras del género *Atta*. Mantener las plantas aviveradas separadas a 1.5 m del suelo impidió el ataque de las bibijaguas a las plántulas de moringa, lo que constituye un recurso eficaz para minimizar los daños que puedan ocasionar estos organismos.

En cuanto al comportamiento morfológico de las plántulas, en la tabla 3 se muestran los rangos medios de la

Tabla 2. Insectos y patógenos asociados a seis procedencias de *Moringa oleifera* en fase de vivero

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Procedencia
Insecta	Diptera	Agromyzidae	<i>Liriomyza</i> sp.	Minador de la hoja	3, 5 y 6 (una planta de cada procedencia)
	Hemiptera	Aphididae	<i>Aphis</i> sp.	Áfido o pulgón	1 (dos plantas)
-	-	-	Agente causal no identificado	Mancha foliar por hongo	1 (varias plantas)
-	-	-	Agente causal no identificado	Manchas blanquecinas	2 (varias plantas)

Tabla 3. Rangos medios de los valores de emergencia y supervivencia registrados en las seis procedencias evaluadas en fase de vivero

Indicador	Rangos medios						Sign.
	Procedencias						
	1	2	3	4	5	6	
Supervivencia	69.00 (95) DE=0.21	69.00 (95) DE=0.21	69.00 (95) DE=0.21	66.00 (91) DE=0.29	69.00 (95) DE=0.21	57.00 (77) DE=0.43	p=0.1810
Emergencia	71.50 (95) DE=0.21	68.50 (91) DE=0.29	71.50 (95) DE=0.21	65.50 (86) DE=0.35	68.50 (91) DE=0.29	53.50 (68) DE=0.48	p=0.0570

(): Datos reales, %

DE: Desviación estándar

Comparación de Rangos medios según la Dójima de Conover (1999)

emergencia y supervivencia (%) de las diferentes procedencias de *M. oleifera* a los 30 d después de la siembra. La procedencia 6 (Matanzas, Boca Camarioca) manifestó los rangos medios más bajos (53.50 y 57,00 para la emergencia y supervivencia, respectivamente), aunque sin diferencias estadísticas con relación al resto de las procedencias evaluadas.

Al considerar la mortalidad como la pérdida de supervivencia, coincide que es la procedencia 6 la que ha experimentado más pérdidas de plántulas (33 %). Sin embargo, aún con estos valores, la supervivencia se clasifica como buena, según Centeno *et al.* (1994). En fase de vivero, todas las procedencias manifestaron valores aceptables en cuanto a los indicadores morfológicos evaluados. Investigaciones de García y Mora (2018) aseguran que cuando la emergencia y el desarrollo inicial de la *M. oleifera* es muy bueno en fase de vivero, esto constituye un indicador del buen vigor de las semillas utilizadas.

En la figura 1 se observan los resultados del diámetro de las plantas a los 40 d después de la siembra. El diámetro estuvo en el rango de 0.23 a 0.28, sin diferencias estadísticas entre las procedencias. Valores ligeramente superiores, entre 0.33 y 0.40, constataron Toral *et al.* (2013), al estudiar ocho procedencias de moringa en condiciones de vivero, algunas colectadas en el país y otras importadas.

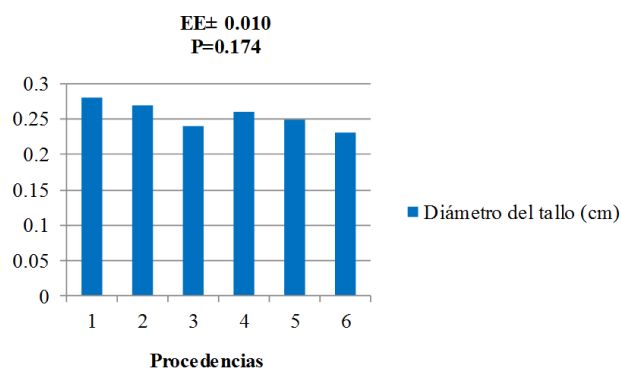


Figura 1. Diámetro del tallo de las plántulas (cm) a los 40 días después de la siembra

La altura de las plántulas (figura 2) en el primer muestreo, 10 d posteriores a la siembra, tuvo un comportamiento superior en la procedencia 5 con 11.41 cm. No hubo diferencias estadísticas con la procedencia 1 y 2, que exhibieron valores de 10.80 y 10.20 cm, respectivamente. En el segundo muestreo, 30 d posterior a la siembra, fue la procedencia 1 la que obtuvo el valor más alto con 30.55 cm, sin diferencias estadísticas con la 2 (28.91 cm), que a su vez no difirió de la procedencia 5 con 28.23 cm. Fue la procedencia 6 la que mostró menor altura (25.32 cm) sin diferencias estadísticas con la 3 y 4, cuyas alturas estuvieron en el entorno de los 25 cm. Al cabo de los 40 d, la procedencia 1 manifestó la talla mayor ($p < 0.0001$) (34.41 cm), seguida de la procedencia 2 (31.95 cm) que, a su

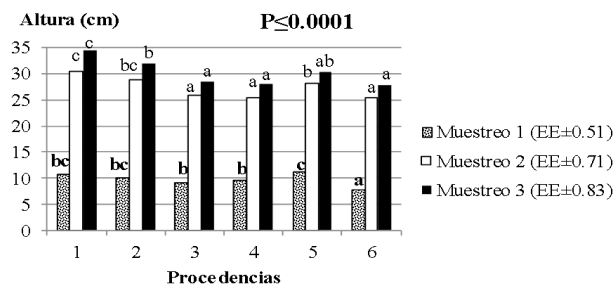


Figura 2. Comportamiento de la altura de las plántulas (cm) de seis procedencias de moringa en diferentes momentos de muestreo (10, 30 y 40 días después de la siembra)

vez, no difirió de la procedencia 5 (30.32 cm) ni esta del resto, que osciló entre 27 y 28 cm. La procedencia 6, similar a lo ocurrido en otros indicadores agronómicos, mostró la altura más baja (27.82 cm), aunque en esta ocasión no difirió estadísticamente de las procedencias 3, 4 y 5. Estos resultados fueron superiores a los obtenidos por García y Mora (2018), quienes no alcanzaron tallas similares a las registradas este ensayo hasta después de las 15 semanas. Incluso, fueron muy superiores a las informadas por Cadillo Rojas (2022), que empleó bioestimulantes para acelerar la germinación, emergencia y altura de las plantas.

Investigaciones de Martínez *et al.* (2013) afirman que la altura es un indicador del desarrollo de la parte aérea, que determina los procesos fotosintéticos y la transpiración de la planta. Estudios de Miranda *et al.* (2014) refieren alturas de 7.6 cm en la primera semana con la utilización del compost y estiércol como sustrato y valores inferiores con solo suelo (5.1 cm). En la décima semana se registraron alturas de 104.9 cm con compost, 59.7 cm con suelo y 32.7 cm con estiércol. En este estudio, la altura de las plantas se asemeja al tratamiento con el compost, tal vez el resultado del desarrollo de las plantas esté condicionado por el sustrato utilizado en las bolsas aviveradas, que consistió en materia orgánica (estiércol vacuno descompuesto), la calidad del suelo empleado (suelo ferralítico rojo), la disponibilidad de agua (riego) y otros factores agroclimáticos, cuyo comportamiento provoca variaciones de un estudio a otro.

En la tabla 4 se presenta la dinámica de crecimiento de las procedencias en cada uno de los muestreos. La procedencia 6 mantuvo una dinámica menor de crecimiento y difiriendo del resto de las procedencias a los 10 d con 0.78 cm/d. A los 30 d, la 6 se comportó similar a la 4 y 3, con valores de 0.84, 0.85 y 0.86 cm/d, respectivamente. A los 40 d, también mantuvo una dinámica de crecimiento menor, sin diferir de las procedencias 3, 4 y 5, con valores que oscilaron entre 0.71 y 0.78. Estos resultados fueron, incluso, superiores a los obtenidos por Toral *et al.* (2013). Estos autores informaron incrementos máximos de 0.41 a 0.43 cm/d en procedencias importadas en el país, como la Supergenius y Plain, así como en una colectada en la región de Holguín-

Tabla 4. Dinámica de crecimiento (cm/d) de las diferentes procedencias de *Moringa oleifera*

Tratamientos Indicador	Procedencias						EE± y sign.
	1	2	3	4	5	6	
Muestreo 1							
Crecimiento, cm/d	1.08 ^{ab}	1.02 ^{ab}	0.93 ^b	0.96 ^b	1.14 ^{ab}	0.78 ^c	0.05 p<0.0001
Muestreo 2							
Crecimiento, cm/d	1.02 ^a	0.96 ^{ab}	0.86 ^c	0.85 ^c	0.94 ^b	0.84 ^c	0.02 p<0.0001
Muestreo 3							
Crecimiento, cm/d	0.86 ^a	0.80 ^b	0.71 ^c	0.71 ^c	0.76 ^{bc}	0.78 ^c	0.02 p<0.0001

^{a,b,c} Medias con una letra común en cada muestreo no son significativamente diferentes (p<0.05) (Duncan 1955)

Mayarí. Estos resultados demuestran el rápido crecimiento que posee la especie vegetal *Moringa oleifera*. Además, corroboran antecedentes que distinguen a la planta por su gran velocidad de crecimiento (Anon 2002). En este indicador se demuestra más fehacientemente que la planta manifiesta un crecimiento acelerado en las primeras semanas, lo que coincide con Medina *et al.* (2007), quienes plantean que la moringa experimenta un crecimiento acelerado desde el inicio, debido a que desarrolla un sistema radical muy profundo, lo que hace que sea mayor el aprovechamiento de los nutrientes del suelo y del agua disponible.

Fase de campo

En relación con la incidencia de insectos-plaga se colectaron 45 morfoespecies de cuatro clases de artrópodos, según muestra la tabla 5, siendo la clase Insecta la más representada con 39 morfoespecies, incluidas en 8 órdenes y 18 familias. De ellas, 87 %, o sea, 34 morfoespecies, correspondieron a insectos fitófagos, lo que coincide con investigaciones de Foidl *et al.* (1999) y Reyes (2005), al informar varios organismos causantes de plagas en la etapa de establecimiento, asociados a *M. oleifera*. Medina *et al.* (2007) aseguran que moringa es resistente o inmune a plagas y enfermedades. De acuerdo con los resultados de este ensayo, en condiciones de campo, no se comparte el criterio de los autores citados, pues en el transcurso del estudio fue evidente la presencia e incidencia de organismos nocivos en las diferentes etapas fenológicas del cultivo. Esto provocó, en varias ocasiones, daños económicos a las plantas.

Las plántulas de *M. oleifera*, recién trasplantadas, experimentaron un ataque fuerte de bibijaguas (*Atta insularis* Guérin) (Hymenoptera: Formicidae), lo que ocasionó defoliación y pérdidas de plántulas, equivalente a un daño medio de acuerdo con lo establecido por Calderón (1982) para insectos con hábito masticador. Esto conllevó a la aplicación inmediata de estrategias de manejo para minimizar los daños. La aplicación de Blitz (i.a. Fipronil) en

forma granulada, cerca de los bibijagueros activos encontrados en el área controló el forrajeo iniciado en las plántulas en las seis procedencias de moringa. Estos resultados coinciden con estudios de Padilla *et al.* (2017), que aseveran que en la actualidad constituye *A. insularis* uno de los organismos que más afecta la sobrevivencia de las plántulas de *M. oleifera* en condiciones de Cuba.

Investigaciones en otras regiones del trópico americano acerca de *M. oleifera* coinciden que las plagas que más han afectado las plantas, inmediatamente después de la germinación, son las hormigas cortadoras (*Atta* sp.) y mencionan, además, al gusano medidor (*Mocis latipes* Guén.) (Lepidoptera: Noctuidae). Estos organismos normalmente realizan un ataque y no regresan más al cultivo, aunque enfatizan que aun así hay que controlarlo de todas formas para disminuir los daños (Foild *et al.* 1999).

En la etapa vegetativa, con la emisión de hojas y ramas, se confrontó el ataque de coleópteros de la familia Curculionidae (*Pachneus litus* y picudos marrones). Estos últimos, no identificados, con niveles poblacionales elevados, provocaron reducción significativa del área fotosintética activa, al defoliar varias plantas de diferentes procedencias. El grado de daños fue moderado según la escala de Calderón (1982) para insectos con hábito masticador.

Posteriormente, en la etapa de fructificación, se constató en todas las procedencias, daños en las vainas por la presencia de la mosca frutera *Gitona* sp. que permitió la entrada secundaria de hongos, lo que provocó, aún más, severos daños a los frutos y sus semillas, equivalente a un daño intenso, de acuerdo con lo descrito por Lenné (1982), lo que impidió la cosecha de semillas sanas.

Gitona sp. se considera la plaga principal del fruto en casi todas las regiones del mundo. La hembra infesta los frutos, lo que provoca su putrefacción. Además, la apertura posibilita la entrada de otros agentes nocivos que invaden el interior del fruto, como larvas y adultos de coleópteros, larvas de lepidópteros, ácaros y microorganismos fitopatógenos, que aceleran el daño y posterior pérdida del

Tabla 5. Artropodofauna asociada a las seis procedencias de *Moringa oleifera* en condiciones de campo durante el período experimental

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común		
Insecta	Hemiptera	Cicadellidae	<i>Empoasca</i> sp.	Saltahoja		
			<i>Oliarus</i> sp.	Saltahoja		
			<i>Hortensia similis</i> (Walk.)	Saltahoja		
				Flatidae	<i>Ormenaria rufifascia</i> (Walker)	Flátido
				Aphididae	<i>Myzus persicae</i> (Sulzer)	Pulgón verde del Melocotonero
					<i>Aphis</i> sp.	Áfido
		Coleoptera	Chrysomelidae		<i>Epitrix</i> sp.	Crisomélido
					<i>Diabrotica</i> sp.	Crisomélido
					<i>Cryptocephalus marginicollis</i> (L.)	Crisomélido
				<i>Odionychus pictus</i> (L.)	Crisomélido	
				Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i> L.	Cotorrita
				Curculionidae	<i>Pachnaeus litus</i> Germar	Picudo verde-azul
					Especie no identificada	Picudos marrones
				Lycidae	<i>Thonalmus suavis</i> Duval	Coleóptero
	Diptera			Syrphidae	Especie no identificada ¹	Sirfido
			Drosophilidae	<i>Gitona</i> sp.	Mosca frutera	
			-	5 morfo-especies no identificadas	Dípteros	
			Dolichopodidae	<i>Condylostylus</i> sp. ¹	Díptero	
			Chamaemyiidae	<i>Leucopsis</i> sp.	Díptero	
				Culicidae	1 morfo-especie no identificada	Mosquito
	Lepidoptera		Noctuidae	<i>Omiodes indicata</i> L.	Pegador de la hoja	
		-	4 morfo-especies no identificadas	Maripositas		
	Orthoptera	Tettigonidae	<i>Caulopsis cuspidatus</i> (Scud.)	Grillo verde		
		Gryllidae	<i>Gryllus</i> sp.	Grillos		
	Hymenoptera	Formicidae		<i>Solenopsis geminata</i> (L.)	Hormiga brava	
				<i>Paratrechina longicornis</i> (F.) ¹	Hormiga loca	
				<i>Wasmannia auropunctata</i> (L.) ¹	Santanilla	
				<i>Atta insularis</i> (Guér.)	Bibijagua	
				<i>Apis mellifera</i> L.	Abeja	
				Ichneumonidae	<i>Coccygomimus rufoniger</i> Cresson ¹	Avispita
			-	Especie no identificada	Avispa negra	
		Dermaptera	Forficulidae	<i>Doru taeniatum</i> (Dohrn.) ¹	Tijereta	
		Odonata	-	Especie no identificada	Libélulas	
Arachnida		Araneae	4 morfo-especies no identificadas ¹	Araña		
Gastropoda	-	-	Especie no identificada	Caracoles		
Malacostraca	Isopoda	Armadillidae	<i>Armadillidium vulgare</i> (Latreille)	Cochinilla de humedad		

¹ Biorreguladores

fruto (Anon 2023). Lo descrito coincide completamente con los daños constatados en este ensayo en el interior de los frutos.

Cada 15 d se aplicó, de forma dirigida, alguna variante de control para contrarrestar los ataques de bibijaguas. Se esparcieron hojas de *Tithonia* o botón de Oro (*Tithonia diversifolia*), planta proteica de la familia Asteraceae, cercano a los bibijagüeros de acuerdo a Montoya (2020) y aplicación química de Blitz (i.a. Fipronil). No se empleó ningún otro insecticida ni bioplaguicidas para contrarrestar el ataque de insectos fitófagos voladores, puesto que las

tallas de las plantas superaron los 2 m de altura, y así era imposible efectuar alguna aspersión correcta que cubriera el tallo y las ramas afectadas.

La supervivencia, medida a los 90 d, resultó no significativa (tabla 6), dado que los rangos medios fueron similares en todas las procedencias evaluadas, y oscilaron de 3.40 a 3.60, lo que significó valores por encima del 90 % de supervivencia, catalogados como muy buenos, según Centeno *et al.* (1994). Los rangos medios, correspondientes al conteo del número de ramas, revelaron con mejores resultados a la procedencia 4 (4.40), la que a su vez no

Tabla 6. Rangos medios de los indicadores evaluados en las seis procedencias de *M.oleifera* en condiciones de campo.

Indicador	Rangos medios						Sign.
	Procedencias						
	1	2	3	4	5	6	
Nº de ramas	3.60 ^{bcd} (12.33) DE=4.62	2.92 ^{ab} (10.50) DE=2.80	2.50 ^a (9.27) DE=4.12	4.40 ^a (15.80) DE=6.76	3.50 ^{cd} (11.80) DE=4.71	4.18 ^{abc} (14.00) DE=5.00	P=0.0002
Supervivencia a los 90 días	3.60 (1.00) DE=0.00	3.60 (1.00) DE=0.00	3.40 (0.93) DE=0.25	3.50 (0.97) DE=0.18	3.40 (0.93) DE=0.25	3.50 (0.97) DE=0.18	P=0.5553

() - Datos reales, DE- Desviación Estándar

Comparación de rangos medios de acuerdo a la dócima de Conover (1999)

difirió de la procedencia 6 (4.18). Las procedencias 3 y 2 tuvieron menor número de ramas con los menores rangos medios (2.50 y 2.92, respectivamente). Es importante resaltar que, a pesar de la incidencia de organismos nocivos mostrada en la fase de campo, las procedencias evaluadas manifestaron también índices morfológicos aceptables para la especie *M. oleifera*. Tal vez estos resultados óptimos de crecimiento del cultivo estuvieron condicionados por las prácticas culturales efectuadas en la fase de campo. En esta etapa, inmediatamente después del trasplante, se realizó una fertilización con fórmula completa N-P-K. Se redujo la competencia de arvenses, durante los primeros años, al mantener la limpia manual mediante escarde y guataca en el área. Se garantizó el riego en la época de menor precipitaciones y se mantuvo una protección casi constante ante el ataque de hormigas cortadoras de hojas. Por tanto, el manejo agronómico aplicado mejora evidentemente el establecimiento, en términos de tasas de supervivencia con un crecimiento más rápido. Criterios similares lo sustentan investigaciones reseñadas por Holguín *et al.* (2018). Otros autores le dan mayor peso al buen comportamiento de la especie, favorecido por variables climáticas y edáficas que generan el potencial agroecológico en el que se desarrolla *M. oleifera* (Carrión Delgado *et al.* 2022).

La altura y grosor del tallo (figura 3) se midieron a los 120 d después del trasplante. Se observó cómo las plántulas de la procedencia 6 y 2 se destacaron por su alta talla (148.1 cm y 146.3 cm, respectivamente). El máximo grosor del tallo (31.2 cm) se corroboró en las plántulas de la procedencia 2, que difirieron del resto. Se corrobora que el comportamiento morfológico de las plantas puede variar en dependencia de factores bióticos y abióticos. En este caso, la herbivoría mostrada a varias plantas en fase de vivero, pertenecientes a la procedencia 1, producto del ataque de pulgones del género *Aphis*, provocó que al trasplantarse al campo con la incidencia de este fitófago se produjera en las plantas afectadas un retardo en el crecimiento, con respecto a otras de la misma procedencia que no fueron afectadas. Esto pudo ser posible porque estos insectos, localizados con preferencia en el envés de las hojas, succionan la savia de las plantas provocando enrollamiento, clorosis y necrosis, lo

que impide el normal desarrollo de la planta hospedera. De aquí la importancia de disponer de semillas y plantas sanas, libres de organismos nocivos, en el momento de la siembra o la plantación del cultivo, y en ambos.

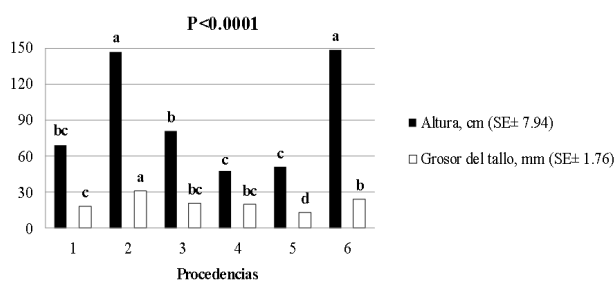


Figura 3. Comportamiento de la altura (cm) y grosor del tallo (cm) en seis procedencias de *Moringa oleifera* en condiciones de campo a los 120 días después del trasplante.

Conclusiones

Se concluye que las procedencias evaluadas, dado el comportamiento de sus indicadores morfológicos, tienen potencialidades para su empleo. Se recomienda mantener la vigilancia fitosanitaria del cultivo y regular la actividad de forrajeo de *A. insularis* hasta lograr el establecimiento de moringa. Se debe estar atento en la fase de fructificación a la incidencia de la mosca *Gitona sp.* para minimizar los daños a las semillas, evitar la entrada secundaria de patógenos y acceder a la cosecha de semillas sanas.

Acknowledgments

Thanks to the collaboration of the engineer Daimarys González Quintero and the technician Humberto Díaz Rodríguez in the collection of the evaluated origins. It also thanked to the technician Ciro Alejandro Mora Díaz for his participation in the performing arthropods sampling, and the technician Lucía Sarduy García for her support in the statistical analysis of the results.

Referencias

- Alfaro, N. C. & Martínez, W. 2008. Uso potencial de la moringa (*Moringa oleifera* Lam.) para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados. INCAP, Guatemala. 31 p.
- Alvarado-Ramírez, E. R., Joaquín-Cancino, S., Estrada-Drouaillet, B., Martínez-González, J. C. & Hernández-Meléndez, J. 2018. *Moringa oleifera* Lam.: Una alternativa forrajera en la producción pecuaria en México. *Agroproductividad*, 11(2): 106-110, ISSN: 2594-0252.
- Anon. 2002. Growing Moringa for Personal or Commercial Use. Disponible en: <http://www.moringafarms.com/New-homepage.htm>. Consultado: 13 de junio de 2016.
- Anon. 2016. Clasificación climática de Köppen. Climate-Data.org. Disponible en: <https://en.climate-data.org/north-america/cuba-18/>. Consultado: 12 de octubre de 2016.
- Anon. 2023. Cultivo de moringa: beneficios, propiedades y manejo agronómico. Agrotendencia.tv. Disponible en: <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/cultivo-de-moringa-cuidados-y-manejo-agronomico/>. Consultado: 14 de julio de 2023.
- Cadillo Rojas, G.A. 2022. Efecto de bioestimulantes en las características agronómicas del cultivo de moringa (*Moringa oleifera*) bajo condiciones de vivero en Vegueta-Huara. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias alimentarias y ambiental. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Perú. 116 p.
- Calderón, M. 1982. Evaluación del daño causado por insectos. En: J. M. Toledo (Ed.). Manual para la Evaluación Agronómica. CIAT, Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Cali, Colombia. p. 80.
- Cardoso, M., Medeiros, C., Carvalho, D. & Hipólito, A. 2006. Profundidad y posición de la semilla en la emergencia y desarrollo de plántulas de Moringa. *Centro Agrícola*, 33(1): 5-8, ISSN: 2072-2001.
- Carrión Delgado, J.M., Valdés Rodríguez, O. A., Gallardo López, F. & Palacios Wassenaar, O. M. 2022. Potencial agroecológico de *Moringa oleifera* Lam. para el estado de Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(70): 42-63, ISSN: 2007-1132. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i70.1077>.
- Centeno, M., Herrera, Z.A. & Guatemala, M. 1994. Inventario Nacional de Plantaciones forestales en Nicaragua. Managua, (Nicaragua). p. 79.
- Conover, W.J. 1999. Practical Nonparametric Statistics. 3rd Edition John Wiley & Sons, Inc., New York, USA. p. 428-433. ISBN: 978-0-471-16068-7.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, L., Tablada, M. & Robledo, C.W. 2012. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL: <http://www.infostat.com.ar>.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple Range and Multiple F Tests. *Biometrics*, 11(1): 1-42, ISSN: 0006-341X. <https://doi.org/10.2307/3001478>.
- 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>.
- Foidl, N., Mayorga, L. & Vásquez, W. 1999. Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica" Disponible en: <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/aga/AGAP/FRG/Agrofor1/Agrofor1.htm>. Consultado: 13 de junio de 2016.
- García, I.I. & Mora, J. 2018. Manejo y desempeño de *Moringa oleifera* (Lam) en la etapa de vivero y trasplante. En: Holguín, V. A., García, I. I. & Mora-Delgado, J. (Eds.) Árboles y arbustos para silvopasturas: uso, calidad y alometría. Editorial Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima, Colombia. p 86-106. ISBN: 978-958-8932-56-9.
- García López, R., Gutiérrez, D. & Gutiérrez, O. 2017. *Moringa oleifera* (Lam.) in ruminant feeding systems in Latin America and the Caribbean region. Chapter IX, p. 161-170. In: Mulberry, Moringa and Tithonia in animal feed, and other uses. Results in Latin America and the Caribbean. Lourdes L. Savón Valdés, Odilia Gutiérrez Borroto and G. Febles Pérez (Eds.). ISBN: 978-959-7171-72-0. <https://www.feedipedia.org/node/23171>.
- Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D. & Castro, N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA, 93 p., ISBN: 978-959-7023-77-7 http://ediciones.inca.edu.cu/files/libros/clasificacionsuelo_scuba_%202015.pdf.
- Hernández, J. & Iglesias, I. 2022. Efectos benéficos de la *Moringa oleifera* en la salud de las personas. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 38(1): 1682, ISSN: 0864-2125.
- Holguin, V.A., García, I.I. & Mora, Y. 2018. Árboles y arbustos para silvopasturas: uso, calidad y alometría. Ibagué. Universidad de Tulima. 136 p. ISBN: 978-958-6932-56-9.
- Kruskal, W.H & Wallis, W.A. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47(260): 583-621, ISSN: 1537-274X. <https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10483441>.
- Lenné, J.M. 1982. Manual para la evaluación agronómica. J. M. Toledo (Ed.). CIAT, Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Cali, Colombia. p. 10-15.

- Levene, H. 1960. Robust tests for the equality of variance In: Olkin I., Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling, Stanford University Press, p. 278–292, ISBN: 978-0-8047-0596-7.
- Mancina, C.A. & Cruz Flores, D.D. 2017. Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas. Editorial AMA, La Habana, 480 pp. ISBN: 978-959-300-130-4. <https://www.undp.org/content/dam/rblac/docs/Research%20and%20Publications/Repository/Cuba/UNDP-RBLAC-DiversidadBiol%203%20b3gigaCU.pdf>.
- Martínez, I.C.C., Sáenz, M.A.V., Meléndez, J.M.P. & Apaulaza, A.M. 2013. Influencia de tres sustratos orgánicos en algunos parámetros morfológicos de la planta *Moringa oleifera* (acacia blanca) obtenida en viveros de contenedores. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 1(1): 27-39, ISSN: 2310-3469.
- Medina, M.G., García, D.E., Clavero, T. & Iglesias, J.M. 2007. Estudio comparativo de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical*, 25(2): 83-93, ISSN: 2542-3436.
- Metcalf, C.L. & Flint, W.P. 1965. Insectos destructivos y útiles: sus costumbres y su control. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. 1208 p.
- Miranda, S., Fabricio, A., Gonzáles, G., & Lenin, S. 2014. Evaluación del efecto de tres sustratos en el desarrollo de plantas de *Moringa oleifera* en vivero. PhD Thesis, Universidad Nacional Agraria, UNA, Colombia.
- Montoya, J. 2020. Abono verde y extractos de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) para el control de hormiga arriera, *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae). Informe Técnico Final de Investigación período 2008-2010. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Universidad del Valle, Cali, Colombia. 41 p. Consultado: 14 de junio, 2023. <https://colciencias.metadirectorio.org/handle/11146/38013>.
- Padilla C., Valenciaga N., Crespo G., González, D. & Rodríguez, I. 2017. Requerimientos agronómicos de *Moringa oleifera* (Lam.) en sistemas ganaderos. *Livestock Research for Rural Development*, 29(11): 218, ISSN: 2521-9952.
- Pérez, A., Sánchez, T., Armengol, N. & Reyes, F. 2010. Características y potencialidades de *Moringa oleifera* Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, 33(4): 349-362, ISSN: 2078-8452.
- Pérez, L., Campo, C. de la C., Nápoles, L., Baldús, M., Rodríguez, R.C. & Pérez, A.T. 2023. Extracto acuoso de moringa como bioestimulante de plantas de piña ‘MD-2’ en fase de aclimatización. *Universidad & Ciencia*, 12 (2): 148-162, ISSN: 2227-2690. Disponible en: <http://revistas.unica.cu/uciencia>.
- Principe, W.L. & Soto, Y.E. 2023. Eficacia antibacteriana de la *Moringa oleifera* sobre el *Enterococcus faecalis* ATCC29212 (estudio in vitro), Huánico - 2022. Tesis para optar el título profesional de Cirujano dentista. Universidad nacional Hermilio Valdizan. Facultad de Medicina. Escuela Profesional de Odontología. Huánuco, Perú. 138 p.
- Reyes N. 2005. Marango: Cultivo y utilización en la alimentación animal. Guía técnica No. 5. Universidad Nacional Agraria. La Molina, Lima, Perú. Disponible en: http://www.underutilized-species.org/record_details_id_819.html.
- Shapiro, S.S & Wilk, B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete simples). *Biometrika*, 52: 591-611, ISSN: 1464-3510. <https://doi.org/10.2307/2333709>.
- Toral, O., Cerezo, Y., Reino, J. & Santana, H. 2013. Caracterización morfológica de ocho procedencias de *Moringa oleifera* (Lam.) en condiciones de vivero. *Pastos y Forrajes*, 36(4): 409-416, ISSN: 2078-8452.
- Triplehorn, C.A. & Johnson, N.F. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. Thomson Brooks/Cole, USA, 864 p., Seventh Edition, ISBN: 003-096835-6 https://www.academia.edu/30669150/Borror_and_Delong_2005_Study_of_Insects.
- Tukey, J.W. 1958. Bias and confidence in not quite large samples. *The Annals of Mathematical Statistics*, 29(2): 614, ISSN: 2168-8990. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177706617>.
- Valdiviá, M., Bustamante, D., Caro, Y., Dihigo, L.E., Ly, J. & Savón, L. 2017. *Moringa oleifera* (moringa) in the feeding of non-ruminants. Chapter VIII, p. 141-159. In: Mulberry, Moringa and Tithonia in animal feed, and other uses. Results in Latin America and the Caribbean. Lourdes L. Savón Valdés, Odilia Gutiérrez Borroto and G. Febles Pérez (Eds.). ISBN: 978-959-7171-72-0. Disponible en: <https://www.feedipedia.org/node/23171>.
- World Spider Catalog. 2020. World Spider Catalog. Version 21.5. Natural History Museum Bern, Disponible en: <http://wsc.nmbe.ch>, Consultado: 10 de septiembre de 2020.