

Propagación de estacas de morera (*Morus alba* L.) en condiciones de invernadero: comunicación

Vegetative propagation of mulberry cuttings (*Morus alba* L.), in greenhouse conditions: communication

DOI: 10.34188/bjaerv5n2-083

Recebimento dos originais: 20/01/2022

Aceitação para publicação: 31/03/2022

Oscar Néstor Villalta-Zúñiga

Universidad de Costa Rica. Estación Experimental Alfredo Volio Mata

E-mail: ovillalta@gmail.com

Jorge Alberto Elizondo-Salazar

Universidad de Costa Rica. Estación Experimental Alfredo Volio Mata

E-mail: jorge.elizondosalazar@ucr.ac.cr

Ricardo O. Russo

Universidad de Costa Rica. Estación Experimental Alfredo Volio Mata

E-mail: ricardo.russo@ucr.ac.cr

RESUMEN

Introducción. Durante la alimentación de vacas lecheras Jersey, con ramas de morera (*Morus alba* L.), ofrecidas en las canoas, en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata (EEAVM), queda un residuo de ramas defoliadas, con la corteza intacta, que son desechadas. **Objetivo.** Evaluar la viabilidad de propagación vegetativa y longitud apropiada de estacas de morera, provenientes de ramas defoliadas durante la alimentación de vacas lecheras. **Materiales y métodos.** El experimento se desarrolló en el invernadero de la EEAVM, de agosto hasta octubre de 2019, durante diez semanas. El delineamiento estadístico utilizado fue experimento de comparación simple, con diez repeticiones. Los tratamientos correspondieron a cinco longitudes de estaca (15, 20, 25, 30, 50 cm). Cada estaca se plantó en una bolsa plástica con un sustrato de compost. **Resultados y Conclusiones.** La propagación vegetativa de estacas de ramas de morera remanente fue viable en las condiciones del invernadero y se encontró que la longitud más apropiada fue de 25 a 30 cm; con 70 a 80 por ciento de estacas brotadas y entre 3 y 4 ramas por estaca.

Palabras clave: Propagación vegetativa, *Morus alba*, estacas, morera, Costa Rica.

ABSTRACT

Introduction. During the feeding of Jersey dairy cows, with branches of mulberry (*Morus alba* L.), offered in the canoes, at the Alfredo Volio Mata Experimental Station (EEAVM), a residue of defoliated branches remains, with the bark intact, which are discarded. **Objective.** Evaluate the viability of vegetative propagation and appropriate length of mulberry cuttings, coming from defoliated branches during the feeding of dairy cows. **Materials and methods.** The experiment was carried out in the EEAVM greenhouse, from August to October 2019, for ten weeks. The statistical design used was a simple comparative experiment, with ten repetitions. The treatments corresponded to cutting lengths (15, 20, 25, 30, and 50 cm). Each stake was planted in a plastic bag with a compost substrate. **Results and conclusions.** The vegetative propagation of cuttings of remaining mulberry branches was viable under greenhouse conditions and it was found that the most

appropriate length was 25 to 30 cm; with 70 to 80 percent of sprouted cuttings and between 3 and 4 branches per cutting.

Keywords: Vegetative propagation, *Morus alba*, cuttings, mulberry, Costa Rica.

1 INTRODUCCIÓN

La morera (*Morus alba* L.), es una especie arbórea o arbustiva perenne que se propaga fácilmente vía vegetativa, de crecimiento rápido y responde a la poda periódica con rebrotes vigorosos (Boschini *et al.* 1998). En cultivo para la producción de forraje, la morera ha mostrado excelentes características organolépticas y un alto consumo por el ganado (Boschini *et al.* 1998). Se introdujo a Costa Rica a principios del siglo veinte y se inicia su estudio por los años setenta, en el programa de sericultura del Ministerio de Agricultura y Ganadería ubicado en Atenas, provincia de Alajuela (Castro 2010). En la década de los ochenta se introdujo para su estudio en la sección de producción animal del MAG y posteriormente pasó a la Estación Experimental Alfredo Volio Mata de la Universidad de Costa Rica en el Alto de Ochomogo, en donde se estableció un banco forrajero en 1993 funcional en la actualidad y se realizaron una importante cantidad de investigaciones (Boschini *et al.*, 1998, Boschini y Rodríguez, 2002, Castro, 2010, Castro y Orozco, 2011, Elizondo-Salazar, 2007, 2010).

En los años subsiguientes se fomentó su utilización entre las explotaciones caprinas de la meseta central (Castro 2010). Ha sido una práctica común entre los productores lecheros y caprinos ofrecer de morera entera, para que las vacas la deshojen y reducir el uso de mano de obra. Esto produce ramas de desecho, motivo de la realización de este ensayo, e búsqueda de darles un uso.

La propagación vegetativa por estacas es la más utilizada por ser la más fácil, rápida, práctica y económica (Castro 2010). La propagación es con material vegetativo estandarizado en estacas de 40 - 50 cm de largo con al menos cuatro yemas, de 1,0 a 1,5 cm de diámetro, extraídas de las ramas maduras (mayores de 120 días de edad), con un corte transversal limpio en ambos extremos (Boschini y Rodríguez 2002). Dicho material debe tener una corteza grisácea lignificada, condición que previene la pudrición del material vegetativo. Las yemas deben encontrarse lo suficientemente desarrolladas, para conseguir un mayor porcentaje de brotación en el menor tiempo (Castro 2010). La plantación de estacas debe realizarse el mismo día del corte, para evitar la pérdida de vitalidad del material (Castro 2010). Por lo general, la eficiencia del enraizamiento está afectada por la variedad, las condiciones ambientales prevalecientes, la nutrición de la planta madre, la edad del árbol generador y la parte de la planta seleccionada. El poder de enraizamiento decrece al incrementar la edad del árbol y el tiempo de respuesta es variable según sea la parte de la planta (topófitis) seleccionada para extraer la estaca (Martín-Martín *et al.*, 2017). Se espera que las ramas

con mayor contenido de nutrientes vayan a enraizar más rápido (Boschini y Rodríguez 2002). El objetivo fue evaluar la viabilidad de propagación vegetativa y longitud apropiada de estacas de morera, provenientes de ramas defoliadas durante la alimentación de vacas lecheras.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se llevó a cabo en el invernadero de la Estación Experimental de Ganado Lechero Alfredo Volio Mata (EEAVM) de la Universidad de Costa Rica, de agosto hasta octubre de 2019. Esta unidad está localizada a 1542 msnm en Ochomogo de Cartago, donde la precipitación media anual es de 1502 mm (concentrada de mayo a noviembre), la humedad relativa media es de 88% y la temperatura promedio anual de 17,9 °C (IMN, 2010). El ecosistema de la zona es considerado como bosque húmedo montano bajo (Vásquez, 1982).

Material vegetative

Para el desarrollo del ensayo, se empleó como material vegetal los segmentos de tallo remanentes de ramas de morera ofrecidas en las canoas que fueron defoliadas durante el consumo de las hojas por las vacas Jersey en producción (Figura 1).

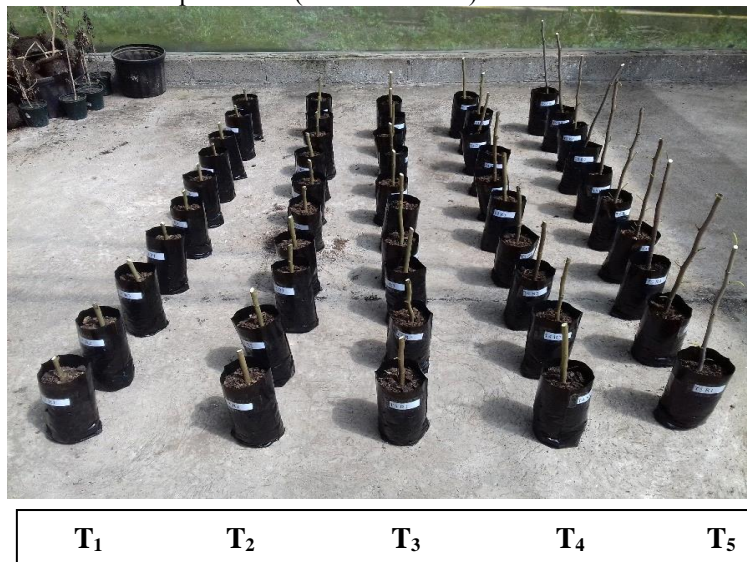
Figura 1. Vacas Jersey comiendo ramas de morera Foto: EEAVM.



Se colectaron ramas de morera que habían sido deshojadas por las vacas y se cortaron de diferentes longitudes 15 cm (T_1), 20 cm (T_2), 25 (T_3), 30 cm (T_4), y 50 cm (T_5), correspondientes a los cinco tratamientos. Se plantaron en bolsas plásticas, rellenas con compost elaborado en la finca a partir de excretas bovinas y desechos vegetales; se plantó una estaca por bolsa, diez bolsas por

tratamiento (Figura 2), y se depositaron en hileras por tratamiento en el piso del invernadero de la EEAVM y se regaron una vez por semana. Cada estaca se plantó a 5 cm de profundidad en el sustrato. La composición química del compostaje de la finca es la siguiente: pH 7,05, Ca 1,72, Mg 0,45 y K 0,63 cmol (+)/L, 1,10% de N Total y 37% de H₂O (Elizondo 2010).

Figura 2. Vista general, comienzo del experimento (Foto O. Villalta).



Los tratamientos se organizaron de la siguiente manera; los primeros cuatro se realizaron con las ramas defoliadas por los vacunos y el quinto, utilizado como testigo, se utilizaron ramas de la parte basal, defoliadas manualmente; similares a las que frecuentemente se usan para la propagación de la morera.

A todas las estacas se les realizó un corte en forma de bisel en la parte superior para evitar la pudrición y presencia de contaminantes y en la parte basal de forma transversal para tener mayor área de formación de raíces adventicias.

Se midieron las siguientes variables: a) Longitud y diámetro de las estacas al inicio del experimento (no fue objeto de análisis en este experimento); b) Número total de estacas brotadas por tratamiento a través del tiempo, semanalmente; c) Número de yemas brotadas por estaca; d) Longitud de los brotes por tratamiento; e) Longitud total de raíces por tratamiento al final del experimento.

El delineamiento estadístico utilizado fue experimento de comparación simple (Montgomery, 2017), con diez repeticiones, donde se compararon las medias de cada tratamiento. No se bloqueó por estar en condiciones controladas, mismos riegos, temperatura, sustrato y condición lumínica. Los datos obtenidos se analizaron con el paquete estadístico InfoStat (2008), de acuerdo con el siguiente modelo lineal: $Y_{ij} = \mu + \alpha + \varepsilon$. Donde: Y_i : observación del tratamiento

i en la hilera; μ efecto del tratamiento i ; e_i error experimental asociado a la observación Y_i (Di Rienzo et al. 2011). Las fuentes que resultaron estadísticamente diferentes ($P < 0,05$) se sometieron a la prueba de Duncan.

3 RESULTADOS

A partir de dos semanas del establecimiento del ensayo aparecieron los primeros brotes en las estacas y se evaluaron en la semana 3; según Castro (2010) “*los primeros brotes después de sembradas las estacas ocurren a los 14 días de la siembra y a los 26 días se puede evaluar el porcentaje de prendimiento de las estacas*”. A los 21 días del establecimiento se inició la evaluación del desarrollo de los diferentes tratamientos; en el Cuadro 1, se puede observar que ninguno de los tratamientos alcanzó 100 % de brotación; el único tratamiento que desde las primeras semanas mantuvo un comportamiento constante fue el de estacas de 20 cm. En la quinta semana tres repeticiones del de tratamiento de 30 cm brotaron por primera vez y en la sexta semana lo hicieron dos más; una del tratamiento de 15 cm y otra del de 25 cm (Figuras 3 y 4).

Figura 3. Vista general del experimento, Semana 6

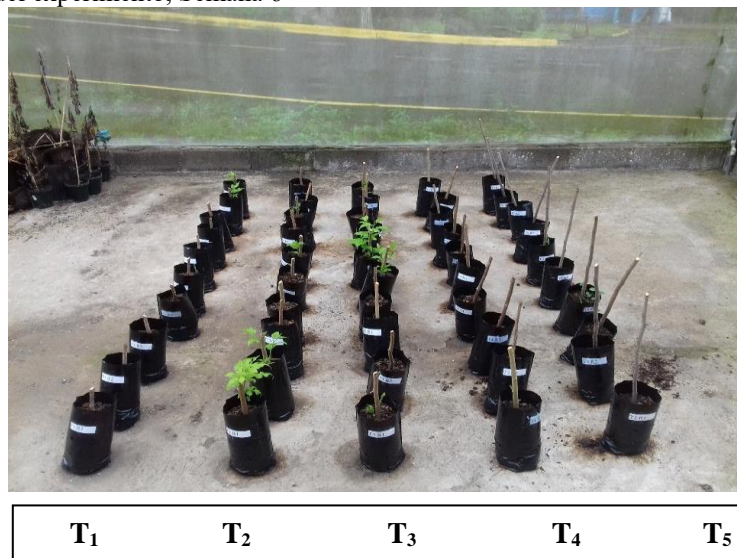
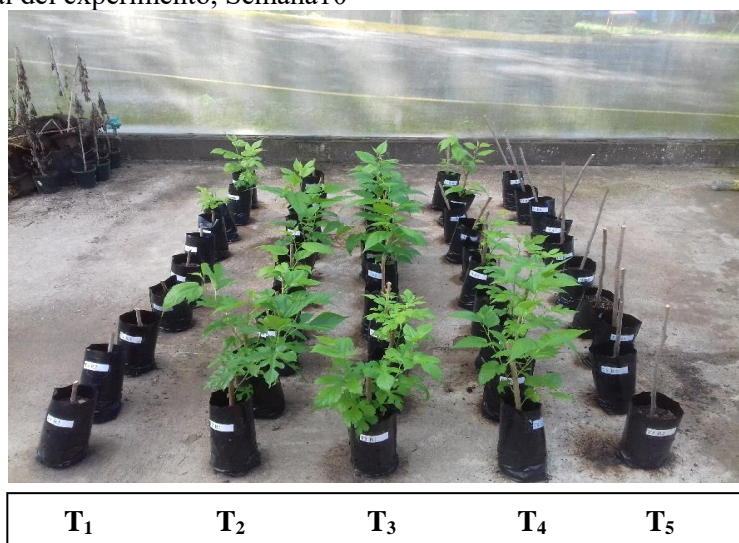


Figura 4. Vista general del experimento, Semana 10



Cuadro 1. Número de estacas brotadas por tratamiento desde la semana 3 hasta la semana 10.

| T | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 6 | Semana 7 | Semana 8 | Semana 9 | Semana 10 |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| 15 cm | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 20 cm | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| 25 cm | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 7 | 8 |
| 30 cm | 0 | 0 | 3 | 3 | 4 | 4 | 6 | 7 |
| 50 cm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

Los porcentajes de brotación de estacas por tratamiento en la semana 10 se presentan en el Cuadro 2, donde se observa que el T3 presentó el mejor desempeño, con un 80% de brotación y 3,13 ramas por estaca, seguido del T4 con un 70% de brotación y 4 ramas por estaca en promedio lo que indica que ambos son los mejores rendimientos en este aspecto, aunque sin diferencia estadística entre sí ($p > 0.05$); el T2 tuvo 50% de brotación y un promedio 2,6 ramas por estaca y mostró diferencia estadística con T3 pero no con T4; por su parte, los resultados de brotación del T1 y T5, fueron muy bajos 30% y 10%, con 3 y 1 ramas por planta respectivamente.

En el Cuadro 2 se presenta el porcentaje de brotación por tratamiento y el número promedio de yemas brotadas por estaca por tratamiento en la semana 10.

Cuadro 2. Porcentaje de brotación y número promedio de yemas brotadas por estaca en la semana 10.

| Tratamiento | 15 cm | 20 cm | 25 cm | 30 cm | 50 cm |
|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Porcentaje de brotación | 30% | 50% | 80% | 70% | 10% |
| Brotos/estaca \pm Error estándar | 1,67 \pm 0,33 | 2,60 \pm 0,53 | 3,13 \pm 0,50 | 4,00 \pm 0,66 | 1,00 \pm 0,10 |
| Significancia (p <0,05) | cd | bc | a | ab | d |

En el cuadro 3 se presentan las longitudes máximas de raíz por tratamiento y la distancia de aparición de raíces desde la base en cm. El T3 presentó la mayor longitud total de raíces, que se iniciaron a 4,2 cm del corte basal de la estaca y también es el tratamiento con mayor número de raíces entre los 3,5 cm y los 11 cm de longitud del corte basal. Se observó que en todos los tratamientos las raíces no se inician en el corte basal, sino que aparecieron a los 3,3 cm antes del corte y ascienden hasta los 7, 8 y 9 centímetros, solo en el T3 aparecieron hasta 11 cm de la base de la estaca. Todos los tratamientos empezaron a desarrollar sus raíces entre 3,33 cm y 4,20 cm antes del corte basal. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre tratamientos (p > 0.05).

Cuadro 3. Longitud radical por tratamiento e intervalo de mayor concentración de raíces.

| Tratamiento | Longitud radical, cm | Iniciación radical desde la base, cm | Distancia de aparición de raíces desde la base, cm |
|-------------|----------------------|--------------------------------------|--|
| T1- 15 cm | 13,00 \pm 4,31 | 3,33 | 3 a 7,5 |
| T2 – 20 cm | 22,40 \pm 3,34 | 3,80 | 3 a 9 |
| T3 – 25 cm | 17,25 \pm 2,64 | 4,20 | 3,5 a 11 |
| T4 – 30 cm | 16,29 \pm 2,82 | 4,17 | 3 a 8 |
| T5 – 50 cm | s/d | - | - |

Medias seguidas por \pm error estándar de la media.

En lo que respecta a la elongación de los brotes o ramas, estos se evaluaron a partir de la semana 7 y se registraron los desarrollos en promedio por tratamiento, de acuerdo con los resultados del cuadro 4, el que presenta un comportamiento más uniforme es el T4, seguido del T3, además el T2 exhibe un crecimiento más exponencial en el tiempo y por último el T1 se desarrolló mucho entre la semana 8 y 9 luego se mantuvo igual y el T5 es de solo 1 cm entre las últimas semanas.

En el Cuadro 4 se presenta la elongación total de las brotes (cm) en las últimas tres semanas de evaluación.

Cuadro 4. Elongación de brotes (cm) en las últimas tres semanas.

| | Semana 8 | Semana 9 | Semana 10 | Total, cm | Media, cm/sem |
|----|----------|----------|-----------|-----------|---------------|
| T1 | 1,33 | 5,00 | 5,80 | 12,13 | 4,04 |
| T2 | 2,42 | 5,50 | 6,25 | 14,17 | 4,72 |
| T3 | 3,53 | 5,55 | 3,81 | 12,89 | 4,30 |
| T4 | 4,00 | 4,71 | 4,09 | 12,80 | 4,27 |
| T5 | | 1,00 | 1,00 | | |

4 DISCUSIÓN

Luego de observar los resultados de las evaluaciones semanales realizadas a los tratamientos de viabilidad de estacas, se puede mencionar que, los resultados del T3 presentaron un mejor porcentaje de brotación de yemas, desarrollo foliar y radicular, mientras que el T4, si bien, las yemas comenzaron a brotar hasta la quinta semana, rápidamente creció y se desarrolló logrando un nivel similar en sus resultados a los del T3. El T2 se inició con una buena brotación pero luego se estancó con respecto a los demás tratamientos; mientras que el T1 presentó los resultados más bajos de las evaluaciones realizadas. Por último, en el T5 no hubo brotación de yemas ni formación de raíces (Figura 4). Esto pudo suceder debido a diferentes factores, según Boschini y Rodríguez (2002) “el poder de enraizamiento decrece al incrementar la edad del árbol y el tiempo de respuesta es variable según sea la parte de la planta seleccionada para extraer la estaca. Se espera que las ramas con mayor contenido de nutrientes van a enraizar más rápido”; entonces podemos asumir que las estacas que no se desarrollaron, provenían de ramas de plantas que poseían algunas de las características antes mencionadas y por consiguiente no tuvieron las condiciones necesarias para promover el enraizamiento. Por consiguiente, se asume que esto, fue lo que les sucedió a las estacas que no brotaron.

En Cuba, donde tienen identificadas cuatro variedades de morera (Criolla, Indonesia, Cubana y Tigreada), se realizó un estudio sobre el comportamiento de la dinámica de emergencia de las yemas durante 120 días y encontraron diferencias significativas entre variedades y entre la tasa promedio de desarrollo de nuevas ramas, lo que repercute sobre la producción de hojas (Penton et al. 2007). En Venezuela, Medina et al. (2007) evaluaron el crecimiento durante la fase de vivero, la longitud, diámetro y número de yemas de la estaca de *Morus alba* (L.) var. Criolla con un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 8 (tiempo de medición) x 3 (longitud de la estaca) x 3 (diámetro de la estaca) x 3 (número de yemas) y cinco réplicas por tratamiento y midieron altura de la planta, número de brotes, número de ramas, longitud de la rama, diámetro de la rama, hojas por rama, sobrevivencia, prendimiento, tasa de crecimiento e incidencia de plagas y enfermedades; y no observaron interacción de ningún orden entre los factores estudiados. La altura de la planta, el número de brotes y ramas, la longitud de la rama y su diámetro, la cantidad de hojas por rama y la velocidad de crecimiento mostraron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P < 0,05$). Las

otras variables no presentaron variaciones sustanciales. En nuestro caso, como el ensayo fue realizado en bolsas plásticas y en un invernadero, se asume que hubo influencias en su desarrollo; porque si el ensayo hubiera sido ejecutado en una parcela el resultado probablemente hubiera sido otro; porque como lo señalan Boschini y Rodríguez (2002) “se prefiere establecer la plantación al inicio del periodo lluvioso, para garantizar un largo periodo natural de suministro de agua”.

5 CONCLUSIONES

Las estacas provenientes de las ramas defoliadas en alimentación de las vacas de la lechería, son viables como material de propagación de la morera; como resultado del ensayo se encontró que las estacas de 25 cm de longitud tuvieron el mejor rendimiento en brotación, que alcanzó 80%; el número promedio de ramas por estaca fue 3,13 y exhibió buen desarrollo radical y también foliar; estas son las que presentan la mejor viabilidad para propagación en campo; mientras que las estacas de 30 cm de longitud, también presentaron valores similares a las anteriores, se alcanzó el 70% de brotación de las estacas plantadas, que tuvieron un promedio de 4 ramas por estaca y un desarrollo foliar similar al anterior. Un aspecto a tener en cuenta es que tardaron 15 días más en brotar y desarrollarse, aunque al final de la evaluación presentaron condiciones muy

similares. En cuanto a las estacas de 20 cm, se observó 50% de brotación; con 2,6 ramas por estaca y un desarrollo radical y foliar similar al de los tratamientos anteriores. En las estacas de 20 cm sólo brotó el 30%, los resultados de estas se mantuvieron dentro del promedio de los obtenidos por los otros tratamientos del ensayo y por último el control con estacas de 50 cm (no defoliadas por los animales) tuvo únicamente 10% de brotación, que se produjo en la semana 9 del ensayo, además no tuvo crecimiento radical, ni tampoco foliar, sólo la yema brotada.

REFERENCIAS

- Boschini, C. Dormond, H. Castro, A. (1998). Producción de biomasa de la morera (*Morus alba*) en la meseta central de Costa Rica.
- Boschini, C. Rodriguez, A. (2002). Inducción del crecimiento en estacas de morera (*Morus alba*), con ácido indol butírico (AIB). Agronomía mesoamericana.
- Castro, A., Orozco, E. (2011). Cultivo de morera (*Morus spp*) y su uso en la alimentación animal. San José, CR. INTA. Consultado el 28 de agosto de 2019. Disponible en: <http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/07/00447-manualmorera.pdf>
- Di Rienzo, Alejandro; Macchiavelli, Edgardo.; Casanoves, Fernando (2011). Modelos lineales mixtos: aplicaciones en InfoStat. 1a. ed. Córdoba, Argentina: Grupo Infostat,
- Elizondo-Salazar, J.A. (2007). Producción y calidad de la biomasa de morera (*Morus alba*) fertilizada con diferentes abonos. Agronomía Mesoamericana 18(2): 255-261. https://www.mag.go.cr/rev_mesov18n02_255.pdf
- Elizondo-Salazar, J. A. (2010). Respuesta de la morera (*Morus alba*) a niveles crecientes de nitrógeno orgánico. Pastos y Forrajes, Vol. 33 No. 3. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086403942010000300004
- InfoStat (2008). *InfoStat, versión 2008. Manual del Usuario*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina
- Martín-Martín, G.J., Noda-Leyva, Y., Pentón-Fernández , G., González-Ybarra , N., Martínez-Peréz, M., Diaz-Solares, M., Savón-Váldez, L., Contino-Esquiñerosa , Y., González García, E., Alpizar-Naranjo, A., Albert , A., Soca-Pérez , M., Sánchez-Rendon, J., Milera-Rodríguez, M., Sánchez-Santana, T., Rivera-Espinosa, R., Ojeda-García, F. (2017). *Morus alba*, L. una planta multipropósito para la producción animal en Cuba. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 7 (1), 12 p. <https://prodinra.inra.fr/record/432793>
- Medina, María G, García, Danny E, Clavero, Tyrone, Iglesias, Jesús M, & López, José G. (2007). Evaluación inicial de la morera (*Morus alba* L.) en condiciones de vivero. *Zootecnia Tropical*, 25(1), 43-49. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692007000100007&lng=es&tlng=es
- Montgomery, Douglas C. (2017). *Design and Analysis of Experiments*. 9th edition. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc., Wiley. www.academia.edu/42781650/Design_and_Analysis_of_Experiments_Ninth_Edition
- Pentón, Gertrudis, Martín, G, Pérez, A, & Noda, Yolai. (2007). Comportamiento morfoagronómico de variedades de morera (*Morus alba* L.) durante el establecimiento. *Pastos y Forrajes*, 30(3):315-325. <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269119702003.pdf>