

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Rasgos morfológicos de *Moringa oleifera* cv Honghe en condiciones de trópico seco

Morphological traits of *Moringa oleifera* cv Honghe under dry tropic conditions

Nadir Reyes-Sánchez¹, Marcos Jiménez-Campos², Bryan Mendieta-Araica³, Lester Rocha⁴, Álvaro Noguera-Talavera⁵

¹ Facultad de Ciencia Animal, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5579-9396> / nadir.reyes@ci.una.edu.ni

² Facultad de Ciencia Animal, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9845-9877> / marcos.jimenez@ci.una.edu.ni

³ Facultad de Ciencia Animal, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8077-7420> / bryan.mendieta@ci.una.edu.ni

⁴ Facultad de Ciencia Animal, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0622-9733> / lester.rocha@ci.una.edu.ni

⁵ Facultad de Recursos Naturales y Ambiente, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7315-5191> / alvaro.noguera@ci.una.edu.ni

Universidad Nacional Agraria

Autor de correspondencia: nadir.reyes@ci.una.edu.ni



RESUMEN

El potencial de uso de *Moringa oleifera*, genera el interés de investigar las características potenciales de materiales genéticos promisorios. Con el objetivo de caracterizar morfológicamente plantas de *Moringa oleifera* cv Honghe en condiciones de trópico seco, con base en altura y diámetro basal de plantas, número de ramas y hojas, número de frutos por planta, longitud y diámetro ecuatorial del fruto, número de semilla por fruto y por kilogramo, peso, largo y diámetro de cada semilla, tasa de supervivencia, inicio de floración y fructificación durante su establecimiento inicial, se realizó este estudio en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA) del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, en Managua, Nicaragua, con 12 árboles establecidos a una distancia de siembra de cuatro metros entre surcos y entre plantas en un área de 172.50 m². Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva. Los resultados encontrados muestran una tasa de supervivencia de 91.66 %, altura igual 277.16 cm, diámetro basal de 5.13 cm, número de hojas 51, número de ramas siete, inicio de floración, a los tres meses de edad, con un 100 % de floración, a los cinco meses de edad, inicio de fructificación a los 5.5 meses de edad, con un 100 % de fructificación con siete meses de establecidas en el campo. La producción de frutos por planta fue de 65 ± 27, longitud del fruto 52.83 ± 5.22 cm, diámetro ecuatorial 1.93 ± 0.38 cm y 21 ± 4 semillas por frutos. Las semillas presentaron peso medio de 0.3366 ± 0.06 gramos, largo de 11.38 ± 1.35 mm, diámetro de 10.26 ± 0.99 mm y 3 002 ± 30 semillas por kilogramo de peso. Estos resultados permiten concluir, que *Moringa oleifera*

ABSTRACT

The potential use of *Moringa oleifera*, generates interest to investigate the potential characteristics of promising genetic materials. With the objective of morphological characterization *Moringa oleifera* cv Honghe plants based on height and basal diameter of plants, number of branches and leaves, number of fruits per plant, length and equatorial diameter of the fruit, number of seeds per fruit and per kilogram, weight, length and diameter of each seed, survival rate, beginning of flowering and fruiting during its initial establishment, a study was carried out at the National Center for Agricultural Research (CNIA) of the Nicaraguan Institute of Agricultural Technology, in Managua, Nicaragua, with 12 trees established at a planting distance of Four meters between rows and between plants in an area of 172.50 m². Descriptive statistics were used for data analysis. The results show a survival rate of 91.66 %, height 277.16 cm, basal diameter 5.13 cm, number of leaves 51, number of branches seven, beginning of flowering, at three months of age, with 100 % flowering, at five months of age, beginning of fruiting at 5.5 months of age, with 100 % fruiting with seven months of age. Fruit production per plant was 65 ± 27, fruit length 52.83 ± 5.22 cm, equatorial diameter 1.93 ± 0.38 cm and 21 ± 4 seeds per fruit. The seeds presented mean weight of 0.3366 ± 0.06 grams, length 11.38 ± 1.35 mm, diameter 10.26 ± 0.99 mm and 3.002 ± 30 seeds per kilogram. These results allow to conclude that *Moringa oleifera* cv Honghe is a promising genetic material because it is a very early and fast growing cultivar, compared to other provenances and cultivars evaluated by other authors in our country.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

cv Honghe es un material genético promisorio por ser un cultivar muy precoz y de rápido crecimiento, en comparación con otras procedencias y cultivares evaluados por otros autores en nuestro país.

Palabras clave: *Moringa*, supervivencia, altura, cronosecuencia, procedencia.

El creciente interés en las diferentes propiedades nutricionales y medicinales del denominado árbol de la vida, *Moringa oleifera* y su uso en aspectos tan diversos de la vida diaria como productos alimenticios o de belleza, nutracéuticos, forraje y aceites industriales ha producido una gran cantidad de información científico-técnica de gran valor, pero ha planteado también la necesidad de seguir investigando en las características potenciales de materiales genéticos promisorios. En este sentido particular, el cultivar Honghe.

Aun cuando los reportes de la introducción del género *Moringa* en Nicaragua datan del siglo 19, se continúa la evaluación de material genético promisorio. En abril del 2018 el Programa Marango (PROMARANGO) de la Universidad Nacional Agraria obtuvo una donación de parte de la Dra. Concepción Campa Huergo, directora del Instituto Finlay de Cuba de un lote de 15 semillas de un nuevo material genético de interés, denominado *Moringa oleifera* cv Honghe, cultivar originario del Valle de Honghe, Condado Yunnan, República Popular de China. De dicho cultivar mejorado se afirma que posee características como rápido crecimiento, tolerancia a la sequía, follaje de buena palatabilidad para su uso en alimentación animal y semillas con excelente rendimiento en producción de aceite.

La información sobre las características morfológicas del cultivar Honghe es muy escasa y de acuerdo con los otros autores del presente estudio, no fue posible encontrar información científica del cultivar en Nicaragua o en la región centroamericana. En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo caracterizar morfológicamente *M. oleifera* cv Honghe durante su establecimiento inicial (tasa de supervivencia, altura y diámetro basal de las plantas, número de ramas, número de hojas hasta el inicio de la primera floración) y morfometría de frutos y semillas (número de frutos por árbol en la primera cosecha, largo y diámetro ecuatorial del fruto, número de semillas por fruto, peso, longitud y diámetro promedio de la semilla y número de semillas promedio por kilogramo).

Teóricamente se espera que cuanto mayor sea la distancia geográfica de los puntos de origen de los cultivares, mayores serán las diferencias entre ellos debido a las diferencias ambientales, siendo estas de gran importancia en el establecimiento y la adaptabilidad del material (Sánchez y Silva, 2008). Es así, que en este estudio se asume esta

Key words: *Moringa*, survival rate, height, flowering, chronosequence, provenance.

hipótesis y se esperan diferencias en los rasgos morfológicos y morfometría de frutos y semillas de *Moringa oleifera* cv Honghe.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA) del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA-CENIA), ubicado en el kilómetro 14 ½ de la Carretera Norte; municipio de Managua, localizado entre las coordenadas 59°27'87" de latitud Norte y 13°41'32" de longitud Oeste, a una altitud de 56 msnm [Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2020)]. El área corresponde a una zona de vida bosque seco tropical, con temperatura media anual de 28 °C y precipitación media anual de 1 200 mm [Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2019)]. Los suelos son de origen volcánico pertenecientes a los órdenes molisoles, inceptisoles y alfisoles. (Instituto Nacional de Información de Desarrollo y Ministerio Agropecuario y Forestal INIDE-MAGFOR 2013, p. 11).

En el sitio seleccionado se realizó limpieza manual con machete y azadón previo al inicio del estudio. Se utilizaron 12 plantas de *M. oleifera* cv Honghe de ocho semanas de edad, establecidas en hoyos de 30 cm de profundidad y 20 cm de diámetro, en un área de 172.50 m² (11.50 m de ancho y 15 m de largo), con orientación Este-Oeste, distribuidas en tres surcos, con una distancia de siembra de cuatro metros entre surcos y cuatro metros entre plantas. Al momento del establecimiento se aplicó lombrihumus a razón de 1 kg por planta, depositado en el fondo de cada orificio. Se realizó control manual de arvenses a los 30 días después del establecimiento y a los dos meses de iniciada la evaluación para controlar la competencia interespecífica. No se realizó manejo de insectos y enfermedades.

La plantación se estableció el 24 de julio del 2019 y las mediciones se realizaron cada 14 días concluyendo el 27 de noviembre del 2019, día en que ocurrió la primera floración, lo que determina un periodo de evaluación de cuatro meses de la fase vegetativa. Durante ese periodo, las variables medidas fueron tasa de supervivencia, altura de planta, diámetro basal, número de hojas y número de ramas.

La tasa de supervivencia se estimó mediante la fórmula propuesta por el Programa Socio Ambiental Forestal y Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (POSAF/MARENA, 2007) y cuyo valor se categorizó empleando

CIENCIA DE LAS PLANTAS

la clasificación para plantaciones forestales propuesta por Centeno (1993). La altura de las plantas se midió desde la base del tallo, al nivel del suelo, hasta la yema apical, utilizando una cinta graduada en centímetros. El diámetro basal se midió con un vernier metálico con un nivel de precisión de 0.02 mm, el número de hojas y ramas (considerando como rama, a aquella que posea más de dos hojas ya formadas) se hizo mediante conteo visual.

A partir de la ocurrencia de la primera floración, se registró inicio de floración, porcentaje de plantas en floración, inicio de fructificación, número de frutos por árbol en la primera cosecha, longitud del fruto, diámetro superior del fruto, diámetro ecuatorial del fruto, diámetro inferior del fruto, número de semillas por fruto, peso de la semilla, longitud de la semilla, diámetro de la semilla y número de semillas por kilogramo, concluyendo las mediciones en marzo del 2020, lo cual permitió realizar un análisis de la cronosecuencia de la fase reproductiva de esa población.

Se utilizó una muestra de 500 frutos a los cuales se les midió individualmente la longitud con una regla graduada en cm y los diámetros ecuatorial, superior e inferior con un vernier metálico. Luego se realizó el conteo del número de semillas de cada fruto.

Adicionalmente, para las variables peso, largo y diámetro de semilla se utilizó una muestra de 3 000 semillas obtenidas al azar, las cuales se pesaron individualmente en una balanza electrónica con un nivel de precisión de 0.0001 gramos y a cada una de ellas se les midió longitud (distancia desde el epicótilo hasta el plano polar) y el diámetro ecuatorial utilizando un vernier metálico con un nivel de precisión de 0.02 mm.

El número de semillas por kilogramo se determinó por medio del peso individual de 10 muestras (1 kg por muestra). Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva (media aritmética y desviación estándar).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tasa de supervivencia. La tasa de supervivencia expresa las particularidades edafoclimáticas y fisiográficas que se presentan en el lugar de establecimiento de la plantación (Alba *et al.*, 2005), el valor es una estimación, realizada en los primeros 365 días de establecimiento, de la cantidad de plantas vivas con relación al número inicial de plantas establecidas, y que han estado expuestas a deterioro por elementos bióticos o abióticos (Medina *et al.*, 2007).

El valor obtenido para el cultivar Honghe de 91.66 %, se considera como muy bueno (80 % - 100 %) según la clasificación para plantaciones forestales definida por Centeno (1993) y está influenciada tanto por factores climáticos como factores técnicos de manejo post plantación (Sigala *et al.*, 2012). La tasa de supervivencia obtenida es un reflejo de la adecuada capacidad del cultivar Honghe al

ambiente de zona (temperatura y precipitación) y del buen manejo técnico, lo que permitió un establecimiento efectivo de la plantación. Lo anterior, confirma que *Moringa oleifera* soporta y se adapta a diversas condiciones climáticas y de suelo, por lo que se podría considerarse una especie tolerante a la sequía y de alta supervivencia (García, 2017).

La tasa de supervivencia del cultivar Honghe está dentro del rango de valores reportados por Pascua (2014) que varía de 90 % a 100 % para cuatro procedencias de *Moringa* (Paraguay, Isla Zapatera, Perú y PKM1) y es superior a las tasas de supervivencia obtenidas por Narváez (2014), Martínez y Alemán (2016) y González (2017) de 68.47 %, 63.6 % y 80 % respectivamente.

La supervivencia está influenciada por la calidad de las plántulas que se utilicen para el trasplante y por sus propias particularidades morfológicas y fisiológicas que le permiten una mejor adaptación al medio ecológico y edafológico del sitio de establecimiento (Ramírez-Contreras y Rodríguez-Trejo, 2004; Wilson y Jacobs, 2006; Landis *et al.*, 2010; Bernaola-Paucar *et al.*, 2015), que repercute en el crecimiento inicial de las plantas (Orozco *et al.*, 2010); la tasa de supervivencia depende también, del material genético, lo que tiene influencia en su adaptación (Landis *et al.*, 2010; Burney *et al.*, 2015).

Altura de las plantas. Las plantas del cultivar Honghe mostraron una dinámica de rápido y progresivo incremento en altura durante el periodo de evaluación (Figura 1). El rápido crecimiento de *Moringa oleifera* desde etapas iniciales, según Medina *et al.* (2007) se debe a las características de su sistema radicular que le posibilita una mejor absorción de agua y nutrientes.

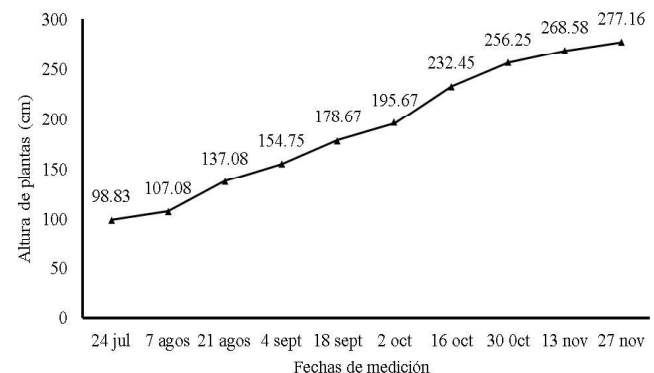


Figura 1. Altura de plantas de *M. oleifera* cv Honghe en la etapa de establecimiento en plantación para producción de semillas.

La altura promedio de las plantas del cultivar Honghe (277.16 cm) a los cuatro meses de establecimiento (Figura 1), está dentro del rango de alturas de plantas de esta

CIENCIA DE LAS PLANTAS

especie (180 cm a 360 cm) con más de cinco meses de edad encontrado por Parrotta (1993); es superior a la altura (211 cm) reportada por Toral e Iglesias (2012) para plantas de entre siete y 14 meses, e inferior a la altura obtenida por Folkard y Sutherland (1996) en Kenia con plantas de 400 cm a los cuatro meses de establecidas en el campo.

Es precisamente debido a los disímiles orígenes geográficos y ambientales de los cultivares o procedencias que podríamos explicar las diferencias, ya que los mismos determinan la variación fenotípica, en la que se incluye tanto la variación genética como el efecto del entorno, lo que trae consigo respuestas en crecimiento y desarrollo diferente, cuando se desplazan a un ambiente distinto a su lugar de origen (Pascua, 2014).

Diámetro basal. Según Sáenz *et al.* (2010, p. 7), el diámetro basal del tallo refleja la tolerancia de las plántulas a daños físicos y biológicos y es considerado como el mejor predictor individual de crecimiento y supervivencia futura de las plantas, y ambos rasgos precisan la acumulación de biomasa aérea. El diámetro basal de las plantas de Honghe muestra un incremento progresivo alcanzando un valor de 5.13 cm a los cuatro meses de edad (Figura 2).

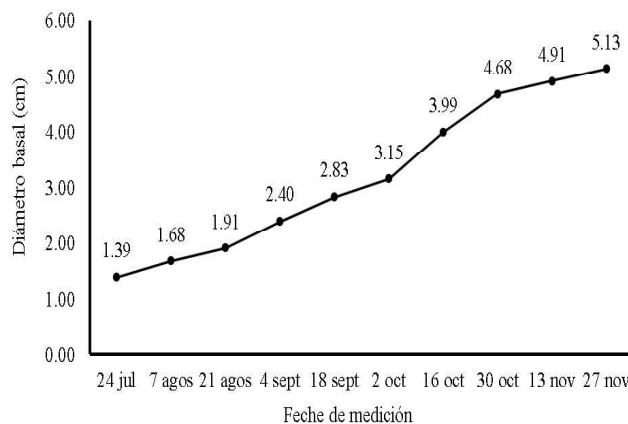


Figura 2. Diámetro basal de plantas de *M. oleifera* cv Honghe en la etapa de establecimiento en plantación para producción de semillas.

El valor promedio encontrado en este estudio (5.13 cm) y mostrado en la Figura 2, es superior al rango 1.09 cm y 3.32 cm reportados por Pascua (2014) para cuatro procedencias de *M. oleifera* (Perú, Paraguay, PKM1 e Isla Zapatera) a los siete meses de edad, y a los valores encontrados por Narváez (2014) y Muñoz y Juárez (2016) de 2.8 cm y 3.51 cm para plantas de *M. oleifera* a los seis meses de edad.

El buen comportamiento del cultivar Honghe respecto al diámetro basal puede ser una expresión de su alta adaptación y un buen potencial genético. Pascua (2014, p. 6), indica que el clima de una zona incide significativamente en el comportamiento productivo de las plantas. Se podría inferir

que las condiciones ambientales y de manejo presentadas en el sitio de establecimiento de la plantación, son adecuadas para la reproducción de este nuevo material genético.

Número de hojas. El número de hojas promedio por planta del cultivar Honghe, evaluados según días después de la siembra se muestra en la Figura 3. El mayor número de hojas por plantas en la última evaluación fue de 51. Entre el 24 de julio y el 4 de septiembre se pudo observar una fuerte reducción en la producción de hojas, debido probablemente a un efecto de la canícula (entre el 15 de julio y el 15 de agosto), que se caracteriza por un decrecimiento en las precipitaciones y aumento de la temperatura ambiental. Sin embargo, una vez que las precipitaciones se reanudaron en el mes de octubre, se manifiesta un aumento acelerado en el número de hojas entre el 18 de septiembre y el 30 de octubre, y finalmente se perciben ligeros incrementos en el mes de noviembre producto de la finalización del periodo lluvioso.

El número de hojas (51) es una respuesta fisiológica de buena adaptación de este nuevo material genético a las condiciones del lugar de establecimiento, y según Padilla *et al.* (2017, párr. 1) “esta especie posee una gran plasticidad ecológica y es capaz de adaptarse a las más diversas condiciones edafoclimáticas”.

Tanto Pérez *et al.* (2010) como Medina *et al.* (2007) reporta aumenta significativos del número de hojas en el género *Moringa* en los 42 días posteriores a la siembra, aunque Toral *et al.* (2013) reduce este período a 20 días después de la siembra, esos resultados junto con los de este trabajo pueden deberse a que las plantas usualmente durante ese período inician su desarrollo radicular, así como la distribución de las hojas en las ramas, misma que tiene un patrón de formación y disposición similar al de las leguminosas.

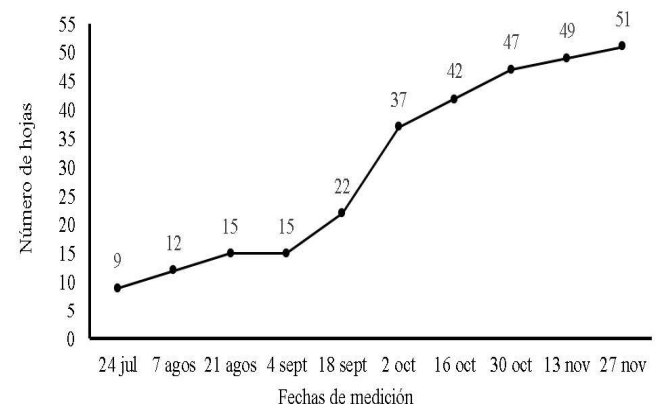


Figura 3. Número de hojas por planta promedio en plantas de *M. oleifera* cv Honghe en la etapa de establecimiento en plantación para producción de semillas.

Número de ramas. En la Figura 4, se observa que el inicio de la ramificación de las plantas del cv Honghe ocurrió el 4

CIENCIA DE LAS PLANTAS

de septiembre a los 42 días posteriores al trasplante, iniciando con una rama por planta, luego se refleja un incremento continuo hasta el 30 de octubre contabilizando siete ramas por planta, para luego estabilizarse durante el mes de noviembre. Este fenómeno probablemente ocurra por ajuste fisiológico de la planta para el inicio de la floración.

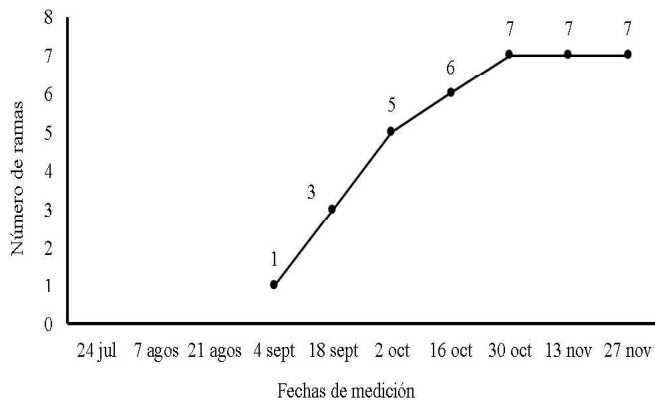


Figura 4. Número de ramas en plantas de *M. oleifera* cv Honghe en la etapa de establecimiento en plantación para producción de semillas.

El mayor número de ramas el 30 de octubre y su estabilidad en las fechas posteriores, es un indicador de que las plantas del cv Honghe están alcanzando su madurez aproximadamente a los cinco meses posteriores al trasplante. Esto coincide con Alfaro y Martínez (2008, p. 10) que afirman que “*M. oleifera* por su rápida adaptación y crecimiento inician su etapa de madurez antes de los nueve meses de edad”.

Inicio y porcentaje de plantas en floración. El cultivar Honghe inició floración el 21 de agosto (Figura 5), a los 28 días posteriores al trasplante (tres meses de edad), alcanzando el 67 % de plantas en floración a inicios del mes de octubre, sin embargo, a partir del 16 de octubre se observa una disminución de plantas en floración producto de los fuertes

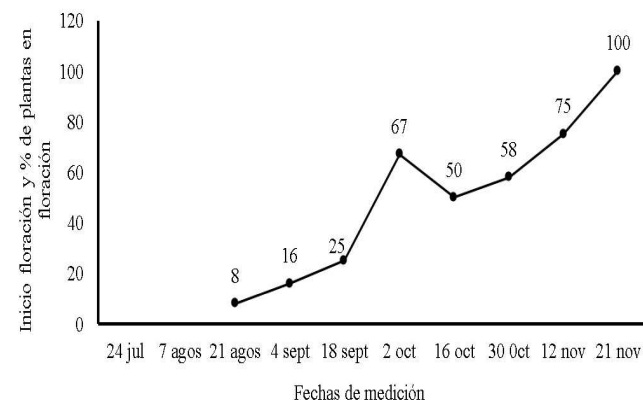


Figura 5. Inicio de floración y porcentaje de plantas en floración de *Moringa oleifera* cv Honghe en la etapa de establecimiento en plantación para producción de semillas.

vientos registrados en el país durante este período, los que provocaron la caída de flores. Posteriormente, se observa un incremento del porcentaje de plantas en floración hasta obtener el 100 % el 21 de noviembre (cinco meses de establecidas en el campo).

Según Parrotta (1993, p. 367), la floración de *M. oleifera* inicia frecuentemente a los seis meses de establecidas las plantas en el campo y en algunas ocasiones hasta al año de su establecimiento, lo que muestra que Honghe es un cultivar precoz que inicia floración a edades más tempranas. En relación con este carácter, también es importante mencionar que en algunas poblaciones se han observado excepciones en cuanto al momento exacto del inicio de la floración, lo que está asociado al rasgo de floración continua que presenta la especie *M. oleifera*.

Arias (2014), afirma que la floración de *M. oleifera* suele coincidir con la aparición de nuevas hojas. Lo anterior, se confirma en el cultivar Honghe, como puede observarse en la Figura 5, al existe un incremento continuo del número de hojas a partir del dos de octubre, coincidiendo precisamente con el aumento en el porcentaje de plantas en floración (Figura 5).

Alfaro y Martínez (2008, p. 13), reportan “que el período de floración de *M. oleifera* inicia en agosto y que el período óptimo de floración se observa en los meses de septiembre a noviembre”, lo cual concuerda con lo encontrado en el presente estudio con el cultivar Honghe.

El porcentaje de plantas en floración del cv Honghe es superior (100 %) y a edades más tempranas (cinco meses de establecidas en el campo) que los valores reportados por González (2017) que oscilan entre 51 % y 75 % a los ocho meses de edad, y por Valdés *et al.* (2014) de 50 % de plantas en floración de *M. oleifera* a los 11 meses de edad.

No obstante, es importante destacar que según Palada y Chan (2003) existe gran variación en la floración en *M. oleifera* influenciada por la variedad y las condiciones ambientales de la localidad donde son establecidas.

El cultivar Honghe inició fructificación el 9 de diciembre, a los cinco meses y medio de establecidos en el campo, logrando un 100 % de plantas con frutos en el mes de enero con siete meses de establecidas en el campo, por lo que se puede inferir que es un cultivar muy precoz y de rápido crecimiento.

Estos resultados con el cultivar Honghe son superiores a los valores de 19 % de plantas con frutos al año de edad y fructificación en el 50 % de las plantas a los 16 meses de edad, reportados por Valdés *et al.* (2014).

Características físicas del fruto de *M. oleifera* cv Honghe. En el Cuadro 1 se presentan las características físicas del fruto de *Moringa oleifera* cv Honghe.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Cuadro 1. Características físicas del fruto de *M. oleifera* cv Honghe

Rasgos	Parámetros				
	N	Media	DE	Mínimo	Máximo
Número de frutos por árbol	12	65.00	27.11	29.00	113.00
Longitud del fruto (cm)	500	52.83	5.22	40.00	69.00
Diámetro superior del fruto (cm)	500	0.88	0.24	0.70	2.00
Diámetro ecuatorial del fruto (cm)	500	1.93	0.38	1.25	3.00
Diámetro inferior del fruto (cm)	500	0.59	0.22	0.10	1.50
Número semillas por fruto	500	21.00	3.84	14.00	33.00

N: tamaño de muestra; DE: Desviación estándar.

El fruto es una capsula trilobulada dehiscente, de color castaño oscuro cuando está madura (Foidl *et al.* 2003), alargada, con surcos longitudinales, con una longitud promedio de 52.83 cm, con mayor diámetro en la parte central del fruto (1.93 cm) y 21 semillas por fruto.

El número de frutos por árbol del cultivar Honghe en su primera cosecha fue de 65 (Cuadro 1), similar al valor reportado por González (2017) de 64 frutos para la mejor progenie 7P evaluada en su trabajo.

La longitud del fruto de Honghe fue de 52.83 cm (Cuadro 1) siendo mayores a los valores encontrados por Parrotta (1993), entre 20 cm y 45 cm, Ramos *et al.* (2010) de 28.5 cm, Murrieta (2014) de 38 cm, González (2017) de 34 cm, Mora y García (2017) de 40.2 cm, López *et al.* (2018) de 32.8 cm y Ledea-Rodríguez *et al.* (2018) con longitud de frutos de 46.8, 43.4, 43.2 y 28.6 para las variedades Supergenio, Nicaragua, Plain y Criolla, respectivamente.

El diámetro superior e inferior del cultivar Honghe fue de 0.88 y 0.59 cm, presentando valores inferiores a los reportados por Mora y García (2017) de 0.99 cm y 0.93 cm, para diámetro superior e inferior de frutos de *M. oleifera*, respectivamente.

El diámetro ecuatorial del fruto de Honghe fue de 1.93 cm (Cuadro 1), valores similares a los reportados por González (2017) entre 1.60 cm y 2.00 cm evaluando siete progenies, Mora y García (2017) con valores entre 1.92 cm y 2.00 cm, y López *et al.* (2018) con valor de 1.96 cm; pero inferior al valor encontrado por Ramos *et al.* (2010) de 2.21 cm.

Los resultados de número promedio de semillas por fruto para el cultivar Honghe fue 21 semillas, valor comprendido entre el rango de 12 a 25 semillas por fruto reportado por Murrieta (2014), similar al valor encontrado por González (2017) de 20 semillas promedio por fruto y superior a los valores encontrados por Ramos *et al.* (2010) de 12 semillas por fruto, Mora y García (2017) entre 17 y 20 semillas por fruto, López *et al.* (2018) 17 semillas por fruto y Ledea-Rodríguez *et al.* (2018) con valores de 18, 20, 15 y 17 semillas por fruto para las variedades Supergenio, Nicaragua, Plain y Criolla, respectivamente.

Características físicas de la semilla de *M. oleifera* cv Honghe. Es importante mencionar que las características físicas de semillas nos brindan información genética confiable de determinada especie y además son uno de los rasgos fundamentales para la mejora y reproducción de materiales con mejor potencial genético de producción. En el Cuadro 2 se presentan las características físicas de la semilla de *M. oleifera* cv Honghe

Cuadro 2. Características físicas de la semilla de *M. oleifera* cv Honghe

Rasgos	Parámetros				
	N	Media	DE	Mínimo	Máximo
Peso de semilla (g)	3 000	0.346	0.064	0.246	0.740
Largo semilla (mm)	3 000	11.380	1.350	7.010	15.110
Diámetro semilla (mm)	3 000	10.260	0.990	7.030	14.400
Numero de semillas por kg	10	3 002.000	29.700	2 967.000	3 063.000

N: Tamaño de muestra; DE: Desviación estándar.

El peso promedio de cada semilla del cultivar Honghe fue de 0.34 ± 0.06 gramos, valor superior a los reportados por Parrotta (1993) de 0.325 g, Ramos *et al.* (2010) de 0.19 gramos, Xavier *et al.* (2014) de 0.222 gramos y López *et al.* (2018) de 0.28 ± 0.05 gramos, y dentro del rango reportado por Mora y García (2017) entre 0.25 g y 0.35 g.

La longitud y diámetro de la semilla de Honghe fue de 11.38 ± 1.35 mm y 10.26 ± 0.99 mm, respectivamente, valores similares a los encontrados por López *et al.* (2018) de 11.6 mm de longitud y 10.9 mm de diámetro y superiores a los reportados por Ramos *et al.* (2010) de 10.37 mm de longitud y 10.01 mm de diámetro.

En cuanto al número de semilla de Honghe por kilogramo fue de $3\ 002 \pm 30$, siendo este valor menor que el reportado por Parrotta (1993) de 3 984 semillas por kilogramo y López *et al.* (2018) de 3 080 a 3 230 semillas por kilogramo, de donde podemos inferir que la semilla del cultivar Honghe es más pesada, que las observadas en esos estudios.

Las diferencias encontradas entre las características físicas de las semillas de *M. oleifera* según Vilcatoma-Medina *et al.* (2017) pueden estar relacionada a la variabilidad morfométrica que una determinada población presenta en función de la calidad genética que esta posee y su respuesta a factores ambientales.

CONCLUSIONES

Moringa oleifera cultivar Honghe presenta una tasa de supervivencia de 91.66 %, altura de planta de 277.16 cm y diámetro basal de 5.13 cm a los cuatro meses de establecimiento en campo. Honghe inicia floración a los tres meses logrando un 100 % de floración a los cinco meses e inicia fructificación a los cinco meses y medio alcanzando el 100 % de plantas con frutos con siete meses de establecidas

CIENCIA DE LAS PLANTAS

en el campo. La longitud del fruto (52.83 cm), el número de semillas por fruto (21), el peso de cada semilla (0.34 ± 0.06 g) fue superior al de otras procedencias y variedades evaluadas por otros autores. La longitud (11.38 ± 1.35 mm) y el diámetro (10.26 ± 0.99 mm) de las semillas del cultivar Honghe fueron similares a los valores reportados para otras procedencias y variedades evaluadas por otros autores. En relación, al

número de semillas por kilogramo fue de $3\ 002 \pm 30$, menor que el reportado por otros autores, de donde se puede inferir que la semilla del cultivar Honghe es más pesada. Según los rasgos evaluados podemos concluir que *Moringa oleifera* cv Honghe es un material genético promisorio, muy precoz y de rápido crecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alba Landa, J., Aparicio Rentería, A., Zitácuaro Contreras, F. H. y Ramírez García, E. O. (2005). Establecimiento de un ensayo de progenies de Pinus oaxacana MIROV en los molinos, Municipio de Perote, Veracruz. *Foresta veracruzana*, 7(2), 33-36.
- Alfaro, N. y Martínez, W. (2008). *Uso potencial de la Moringa oleifera para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados*. <https://www.sica.int/download/?36997>
- Arias, C. (2014). *Estudio de las posibles zonas de introducción de la Moringa oleifera Lam. en la Península Ibérica, Islas Baleares e Islas Canarias* [Tesis de ingeniería, Universidad Politécnica de Madrid]. Archivo Digital UPM. <https://oa.upm.es/23094/>
- Bernaola-Paucar, R. M., Pimienta B., E., Gutiérrez G., P., Ordaz Ch., V. M., Alejo S., G. y Salcedo P., E. (2015). Efecto del volumen del contenedor en la calidad y supervivencia de Pinus hartwegii Lindl en sistema doble trasplante. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 6(28), 174-187. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v6n28/v6n28a12.pdf>
- Burney, O., Aldrete, A., Álvarez Reyes, R., Prieto Ruiz, J. A., Sánchez Velásquez, J. R. y Mexal, J. G. (2015). México-Addressing challenges to reforestation. *Journal of Forestry* 113(4), 404-413. <https://doi.org/10.5849/jof.14-007>
- Centeno Solórzano, M. (1993). *Inventario Nacional de plantaciones forestales en Nicaragua* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/877/1/tnk10c397.pdf>
- Foidl, N., Mayorga, L. y Vásquez, W. (2003). *Utilización del marango (Moringa oleifera) como forraje fresco para ganado*. <https://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/Agrofor1/Foidl16.htm>
- Folkard, G. y Sutherland, J. (1996). *Moringa oleifera un árbol con enormes potencialidades*. <http://www.fao.org/3/a-x6324s.pdf>
- García Vargas, F. (2017) *Riego y defoliación sobre especies leñosas forrajeras y las propiedades del suelo en el trópico seco de Michoacán* [Tesis de maestría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. Repositorio institucional. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/1777
- González Luna, H. M. (2017). *Evaluación del comportamiento de siete progenies de Moringa oleifera Lam, en condiciones de plantación en la finca Santa Rosa Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3681/1/tmf30g643c.pdf>
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo y Ministerio Agropecuario y Forestal. (2013). *IV Censo Nacional Agropecuario*. <https://www.mag.gob.ni/documents/Publicaciones/CENAGRO/Managua.pdf>
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2020). *Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "CNIA"- Managua*. <https://inta.gob.ni/centros/cnia/>
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2019). *Clima de Nicaragua*. <https://www.ineter.gob.ni/met.html>
- Landis, T. D., Dumroese, R. K. & Haase, D. L. (2010). *Seedling processing, storage and outplanting*. USDA Forest Service. https://www.fs.fed.us/rm/pubs_series/wo/wo_ah674_7.pdf
- Ledeá-Rodríguez, J. L., Rosell-Alonso, G., Benítez-Jiménez, D. G., Arias-Pérez, R. C., Ray-Ramírez, J. V. y Reyes-Pérez, J. J. (2018). Producción de semillas de variedades de Moringa oleifera Lam en el Valle del Cauto. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 415-423
- López Medina, S. E., Pazos, A., Rivero Armando, G., Crespo Moreno, J. P. y Vargas Zavaleta, C. (2018). Morfometría de fruto y semilla de Moringa oleifera Lam. "moringa". *Sciéndo*, 21(2), 201-204. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/view/1901/1822>
- Martínez Moran, I. D. y Alemán Mora, S. F. (2016). *Evaluación del establecimiento de tres procedencias de Moringa oleifera Lam., (Marango) en la finca Santa Rosa, Universidad Nacional Agraria* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3403/1/tnk10m385ep.pdf>
- Medina, M. G., García, D. E., Clavero, T. e Iglesias, J. M. (2007). Estudio comparativo de Moringa oleifera y leucaena durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical*, 25(2), 83-93. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692007000200004&lng=es&tlng=es
- Mora Cuadrado, R. A. y García Rodríguez, J. (2017). *Características físicas, capacidad de germinación y crecimiento en vivero de la Moringa oleifera Lam, bajo cuatro sustratos en el Municipio de Turbo* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13840/12001388.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Muños Sandino, E. M. y Juárez Dávila, D. M. (2016). *Producción de forraje de dos especies Marango (Moringa oleifera Lam.) y Leucaena (Leucaena leucocephala Lam. De Wit.), en un sistema de cercas vivas durante la época seca en la finca Santa Rosa, UNA-Managua* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3390/1/tnk10m971.pdf>

CIENCIA DE LAS PLANTAS

- Murrieta Ruiz, M. J. (2014). *Determinación de la altura óptima de poda del cultivo de Marango (Moringa oleifera) con fines de producción en la zona de Babahoyo* [Tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Babahoyo]. DSpace de la Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/636/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000110.pdf>
- Narváez Urbina, O. J. (2014). *Establecimiento y manejo inicial en plantaciones de Marango (Moringa oleifera Lam.), en dos unidades productivas de la Universidad Nacional Agraria* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3164/1/tnk10n238e.pdf>
- Orozco Gutiérrez, G., Muñoz Flores, H. J., Rueda Sánchez, A., Sigala Rodríguez J. A., Prieto, Ruiz, J. A. y García Magaña, J. J. (2010). Diagnóstico de calidad de planta en los viveros de Colima. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 1(2), 135-146. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322010000200011&lng=es&tlng=es
- Padilla, C., Valenciaga, N., Crespo, G., González, D. y Rodríguez, I. (2017). Requerimientos agronómicos de Moringa oleifera (Lam.) en sistemas ganaderos. *Livestock Research and Rural Development*, 29(11). <http://www.lrrd.org/lrrd29/11/idal29218.html>
- Palada, M. C. & Chang, L. C. (2003). *Suggested cultural practices for moringa. International Cooperators' Guide, Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC)*. https://www.researchgate.net/publication/265184516_Suggested_Cultural_Practices_for_Moringa
- Parrotta, J. A. (1993). *Moringa oleifera Lam. Reseda, horseradish tree. Moringaceae*. Horseradish tree family. USDA Forest Service; International Institute of Tropical Forestry. [https://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/sm_iitf061%20%20\(6\).pdf](https://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/sm_iitf061%20%20(6).pdf)
- Pascua González, K. P. (2014). *Ensayo de cuatro procedencias de Marango (Moringa oleifera Lam.) en la finca Santa Rosa Universidad Nacional Agraria. Nicaragua* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2784/1/tnk10p281.pdf>
- Pérez, Y., Valdés, L. R. y García-Soldevilla, L. A. F. (2010). Moringa oleifera. Germinación y crecimiento en vivero. *Ciencia y Tecnología Ganadera*, 4(1), 43-45. [http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20CIMAGT/Rev.Vol.4%20No.1%202010/Vol.4\(1\)10Yaimara.pdf](http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20CIMAGT/Rev.Vol.4%20No.1%202010/Vol.4(1)10Yaimara.pdf)
- Programa Socio Ambiental Forestal; Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. (2007). *Establecimiento y manejo de plantaciones forestales*.
- Ramírez-Contreras, A. y Rodríguez-Trejo, D. A. (2004). Efecto de la calidad de planta, exposición y micrositio en una plantación de Quercus rugosa. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 10(1), 5-11. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62910101>
- Ramos, L. M., Silva Costa, R., Vitti Mõro, F. y Silva, R. C. (2010). Morfología de frutos y semillas y morfofunción de plántulas de Moringa (Moringa oleifera Lam.). *Comunicata Scientiae*, 1(2), 155-160. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6294707.pdf>
- Sáenz Reyes, J. T., Villaseñor Ramírez, F. J., Muñoz Flores, H. J., Rueda Sánchez, A. y Prieto Ruiz, J. A. (2010). *Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuaria. <https://docplayer.es/17222741-Calidad-de-planta-en-viveros-forestales-de-clima-templado-en-michoacan.html>
- Sánchez Buitrago, J. A. y Silva Herrera, L. J. (2008). Estudio silvicultural de la especie Sapindus saponaria L. (Jaboncillo) como base para su aprovechamiento Silvoindustrial. *Revista Colombia Forestal* 11(1), 71-81. <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v11n1/v11n1a05.pdf>
- Sigala Rodríguez, J. A., Sosa Pérez, G., Martínez Salvador, M., Albarrán Alvarado, D. y Jacinto Soto, R. (2012). *Influencia de la calidad de planta en la supervivencia y crecimiento de plantaciones forestales en Chihuahua. México*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuaria. https://www.researchgate.net/publication/274899764_influencia_de_la_calidad_de_planta_en_la_supervivencia_y_crecimiento_de_plantaciones_forestales_en_chihuahua
- Toral, O. C. e Iglesias, J. M. (2012). Evaluación de accesiones de árboles y arbustos forrajeros durante el período de establecimiento. *Pastos y Forrajes*, 35(1), 17-28. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v35n1/pyf02112.pdf>
- Toral, O., Cerezo, Y., Reino, J. y Santana, H. (2013). Caracterización morfológica de ocho procedencias de Moringa oleifera (Lam.) en condiciones de vivero. *Pastos y Forrajes*, 36(4), 409-416. <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269129935002.pdf>
- Valdés Rodríguez, O. A., Palacios Wassenaar, O. M., Ruiz Hernández, R. y Pérez Vásquez, A. (2014). Potencial de la asociación Moringa y Ricinus en el subtrópico veracruzano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (9), 1673-1686. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v5nspe9/2007-0934-remexca-5-spe9-1673.pdf>
- Vilcatoma-Medina, C., Gutiérrez Rodríguez, E. A., García Bagatim, A., De Andrade, R. A. y Custódio Gasparino, E. (2017). Biometría de hojas, frutos y semillas de Maboló (Diospyros blancoi Willd). *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 116(2), 179-185. <https://revistas.unlp.edu.ar/revagro/article/view/6173/5112>
- Wilson, B. C. & Jacobs, D. F. (2006). Quality assessment of temperate zone deciduous hardwood seedlings. *New Forest*, 31(3), 417-433. <https://doi.org/10.1007/s11056-005-0878-8>
- Xavier, G. L., Guedes, A. L. M. y Pereira, M. D. (octubre, 2014). *Análise das características morfológicas de sementes de Moringa oleifera Lam* [Presentación de conferencia]. VIII Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação em Ciências Florestais. <http://www.simposfloresta.pro.br/sistema/ocs-2.3.5/index.php/viiiisimposfloresta/viiiispcf/paper/view/177>