

PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE 20 COLECTAS DE *MORINGA OLIFERA* L. BAJO LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DEL SURESTE DE MÉXICO

Basulto Graniel.J.A.¹, Burgos Díaz J.A.¹ y Gamboa J.A.¹

¹INIFAP. Centro de Investigación Regional Sureste. basulto.jorge@inifap.gob.mx

Resumen

Para México una de las especies que reúnen a corto y mediano plazo, ventajas agronómicas y tecnológicas como la adaptación a diversos ambientes, bajos requerimientos de agua, alto potencial de rendimiento de grano y follaje, así como alto contenido de aceite y calidad del mismo es la *Moringa oleifera*, especie versátil, conocida comúnmente como Moringa la cual ha cobrado gran interés debido a sus cualidades nutricionales y energéticas, por lo que se ha posicionado como una alternativa de producción en varias regiones del mundo. El objetivo del presente estudio fue cuantificar la producción de biomasa de 20 colectas de Moringa en el Sureste de México. El experimento se estableció en el Sitio Experimental Uxmal, bajo temporal en un suelo luvisol ródico. Se utilizó un diseño experimental de Bloques al azar, con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron 20 colectas de Moringa con una antigüedad de cuatro años, sembradas a una distancia de siembra de 3 m entre plantas y 1.5 m entre hileras. El 21 de mayo abril de 2017 se dio un corte de uniformización a 1.40 m de altura a todas las plantas de las parcelas; los cortes de evaluación se realizaron mensualmente en cuatro plantas en competencia completa. En base a los resultados obtenidos se consideran como colectas promisorias para producción de biomasa de Moringa en el Sureste de México, las colectas 1, 2 y 4 con rendimientos promedio de la suma de cuatro cortes de evaluación con 30965, 28482 y 26382 kg ha⁻¹ de biomasa respectivamente.

Palabras claves: *Moringa oleifera*, colectas, biomasa.

Summary

For Mexico, one of the species that combine short and medium term agronomic and technological advantages such as adaptation to different environments, low water requirements, high grain and foliage yield potential, as well as high oil content and quality is *Moringa oleifera*, versatile species, commonly known as Moringa, which has gained great interest due to its nutritional and energetic qualities, for which it has positioned itself as an alternative production in several regions of the world. The objective of the present study was to quantify the biomass production of 20 collections of Moringa in the Southeast of Mexico. The experiment was established at the Experimental Uxmal Site, under temporary in a rudical luvisol soil. An experimental design of Blocks was used at random, with four repetitions. The treatments were 20 collections of Moringa with an age of four years, sowed at a planting distance of 3 m between plants and 1.5 m between rows. On May 21, 2017, a standardization cut was made to 1.40 m of atura to all the plants of the plots; the evaluation cuts were made monthly in four plants in full competition. Eb based on the results obtained are

considered as promising collections for production of Moringa biomass in the Southeast of Mexico, collections 1, 2 and 4 with average yields of the sum of four evaluation cuts with 30,965, 28,482 and 26,382 kg_{ha}⁻¹ of biomass respectively.

Keywords: *Moringa oleifera*, collections, biomass.

Introducción

La *Moringa oleifera* es un árbol originario del sur del Himalaya y del noroeste de la India, que se ha extendido a otras partes de India, Bangladesh, Afganistán, Pakistán, Sri Lanka, Sudeste Asiático, Asia Occidental, Península Arábiga, África del Este y del Oeste, sur de la Florida, Caribe, Centroamérica y gran parte de América del Sur. En América tropical se cultiva generalmente como planta ornamental, se piensa que fue llevada de la India a África por los ingleses e introducida al Caribe por los franceses y de allí a Centroamérica (Ramachandran et al., 1980; Folkard y Sutherland, 1996; Bonal et al., 2012).

Es un árbol perenne de muy rápido crecimiento que puede vivir 20 años. Aporta una elevada cantidad de nutrientes al suelo, además de protegerlo de factores externos como la erosión, la desecación y las altas temperaturas (Alfaro y Martínez, 2008; Falasca y Bernabé, 2008; Liñán, 2010). Puede alcanzar entre 7 y 12 m de altura y de 20 a 40 cm de diámetro, con una copa abierta tipo paraguas y fuste recto (Figura 1). Las hojas son compuestas y están dispuestas en grupos de folíolos con 5 pares de éstos acomodados sobre el pecíolo principal y un folíolo en la parte terminal.

El árbol brinda una innumerable cantidad de productos valiosos que las comunidades han aprovechado por cientos, tal vez por miles de años en sus centros de origen y otros países donde ha sido introducida. Las hojas de moringa se emplean para consumo humano por sus altas cantidades de vitamina A, vitamina C, hierro y potasio; también contiene alrededor de 27 % de proteína y 9 aminoácidos esenciales para el ser humano, además se emplean en la medicina tradicional (Alfaro y Martínez, 2008). También se consumen las flores, los frutos y las semillas. Las semillas se emplean, para la purificación del agua y se extrae de ellas un aceite que se puede usar para consumo humano con una calidad parecida al de oliva. Este aceite puede ser empleado para la elaboración de biodiesel (Alfaro y Martínez, 2008). Las hojas y tallos; son el forraje ideal para los animales, por su alto valor de proteína (27%), se usa en los vacunos, ovinos, porcinos, peces y aves (Folkard y Sutherland, 1996). Los residuos de la extracción del aceite de las semillas pueden utilizarse como acondicionador del suelo o como fertilizante y tienen potencial para ser utilizados como suplemento alimenticio avícola y ganadero ya que tiene 60 % de proteína y 75 % de digestibilidad (Folkard y Sutherland, 1996).

La Moringa *Moringa oleifera* en Sureste de México, se presenta como una alternativa renovable energética multipropósito, a partir de la cual se pueden desarrollar materias primas sustitutas para el petróleo, además de otros usos por su valor alimenticio humano y animal (Basulto et al 2015 a; Basulto et al 2015 b; Basulto et al 2016).

Sin embargo, no se cuenta con variedades generadas de este cultivo bioenergético, que estén adaptadas a las regiones potenciales de México, se desconoce el manejo agronómico y el rendimiento agroindustrial; por lo tanto, se requiere iniciar la selección

de genotipos elite y desarrollar tecnologías sustentables de producción para la Moringa, como cultivo bioenergético y como fuente de alimento en México.

En base a lo anterior el objetivo del presente estudio fue cuantificar la producción de biomasa de 20 colectas de Moringa en el Sureste de México.

Materiales y métodos

El experimento se estableció en el Sitio Experimental Uxmal, en un tipo de suelo Luvisol ródico con clima AW_0 . Ubicado en las coordenadas con Latitud Norte de $20^{\circ} 24' 04''$ y una Longitud Oeste de $89^{\circ} 45' 04''$, con una altitud de 41 msnm, una temperatura media anual de $24.2^{\circ}C$, una Humedad relativa promedio de mayo a octubre 78% y de noviembre a abril 73%; y presenta una precipitación media anual entre 900 y 1000 mm.

Se utilizó un diseño experimental de Bloques al azar, con cuatro repeticiones, donde los tratamientos fueron 20 colectas de Moringa realizadas en el estado de Yucatán.

Los tratamientos fueron 20 colectas de Moringa con una antigüedad de cuatro años, sembradas a una distancia de siembra de 3 m entre plantas y 1.5 m entre hileras. La parcela experimental consistió de 6 plantas y la parcela útil de 4 plantas en competencia completa. El 15 de junio de 2017 se dio un corte de uniformización a 1.40 m de altura a todas las plantas de las parcelas; se realizaron cuatro cortes de evaluación de evaluación, uno cada mes de julio a octubre durante el temporal.

Se tomaron las variables, diámetro basal, longitud de rebrote del follaje, número de ramas, rendimiento de biomasa fresca y biomasa seca.

Se realizaron análisis estadísticos de análisis de varianza y pruebas de medias DMS, 0.05.

Resultados y discusión

Diámetro Basal, longitud de follaje y número de ramas

En el Cuadro 1 se presentan las medias de las variables Diámetro Basal, longitud de follaje y número de ramas tomados antes de realizar el corte de evaluación correspondiente al mes de septiembre el cual es el más lluvioso del año, biomasa (hojas y tallos) promedio suma de cuatro cortes.

En el diámetro basal la colecta 22 con 15.55 cm fue significativamente diferente ($P<0.05$) a las colectas 9, 13, 1, 4, 19, 8, 17, 20, 16, 5 y 14 cuyos valores van de 12.03 a 10.93 cm. En la longitud del follaje la colecta 1 con 1.24 m fue significativamente diferente ($P<0.05$) a las colectas 18, 12, 17 y 3 cuyos valores van de 1.00 a 0.95 m.

En número de rebrotes al primer corte destacó la colecta 4 con 39.25 rebrotes siendo significativamente diferente ($P<0.05$) a las colectas 3, 7, 20, 10, 5, 19 y 14 cuyos valores van de 27.00 a 18.00 ramas.

Cuadro 1. Medias de Diámetro basal (cm), Longitud de follaje (m) y número de ramas de 20 colectas de Moringa en el estado de Yucatán.

Colecta	Diámetro basal (cm)	Colecta	Longitud de follaje (m)	Colecta	Numero de rebrotes
T12	15.55 a	T1	1.24 a	T4	39.25 a
T7	14.13 ab	T2	1.20 ab	T9	36.00 ab
T10	14.10 ab	T15	1.15 abc	T11	34.00 abc
T11	14.08 ab	T10	1.15 abc	T1	33.25 abcd
T3	14.05 ab	T20	1.15 abc	T2	33.00 abcd
T2	13.88 abc	T14	1.11 abc	T17	33.00 abcde
T6	13.48 abc	T7	1.09 abc	T15	31.50 abcde
T15	13.40 abcd	T19	1.09 abc	T8	31.00 abcde
T18	13.15 abcd	T13	1.08 abc	T6	30.75 abcde
T9	13.03 bcd	T4	1.06 abc	T12	29.50 abcdef
T13	12.88 bcd	T8	1.05 abc	T18	29.25 abcdef
T1	12.85 bcd	T11	1.04 abc	T16	29.00 abcdef
T4	12.73 bcd	T16	1.03 abc	T13	28.75 abcdef
T19	12.60 bcd	T9	1.03 abc	T3	27.00 bcdef
T8	12.50 bcd	T5	1.03 abc	T7	26.75 bcdef
T17	12.30 bcd	T6	1.03 abc	T20	26.75 bcdef
T20	12.05 bcd	T18	1.00 bc	T10	23.25 cdef
T16	11.98 bcd	T12	0.98 c	T5	21.25 def
T5	11.50 cd	T17	0.96 c	T19	20.50 ef
T14	10.93 d	T3	0.95 c	T14	18.00 f

DMS 2.4757

0.2186

12.096

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Biomasa en materia verde

En el Cuadro 2 se presentan las medias de las variables de biomasa en materia verde del corte 1, corte 2, corte 3, corte 4 y la suma de materia verde de los cuatro cortes, en 20 colectas de Moringa. La Materia verde se compone de la materia verde de las hojas más la materia verde de los tallos.

En la suma de materia verde de los cuatro cortes sobresalió la colectas 1 con 30965 kg ha⁻¹ siendo significativamente diferente ($P < 0.05$) a las colectas 11, 20, 19, 8, 12, 16, 3, 10, 18, 5 y 14 cuyos valores se encontraron entre 15328 y 21402 kgha⁻¹. (Figura 1). El rendimiento de la colecta 1 estuvo debajo de los rendimientos de producción de biomasa verde de 54400 y 107000 kg MV/ha/año reportados por Reyes-Sánchez *et al.*, 2006; hay que tomar en consideración que la siembra del experimento evaluado no fue

con la idea de sembrar bancos de proteína, sino para su posible uso en la alimentación humana y animal, además de que fue evaluado exclusivamente bajo temporal.

Se pudo observar en la suma de los rendimientos de cada corte, que éstos disminuyeron mes con mes. Se obtuvo de manera general que el 37 % del total de la MS es hoja y el restante 63% es tallo.

Cuadro 2. Rendimiento de Biomasa verde del corte 1 (julio), corte 2 (agosto), corte 3 (septiembre), corte 4 (octubre) y la suma de los cuatro cortes, de 20 colectas de Moringa.

colecta	Corte de julio	Corte de agosto	Corte de septiembre	Corte de octubre	Rendimiento de follaje de MV en kg/ha
T1	11985	7019	7359	4601	30965 a
T2	9971	7440	7027	4043	28482 ab
T4	8786	7050	6194	4352	26382 abc
T15	9238	6855	5673	3255	25021abcd
T17	8767	6726	5593	3451	24536 abcde
T6	7568	6577	6044	4008	24198 abcde
T9	8590	6800	5557	3196	24144 abcde
T7	7144	6364	5203	2913	21623 abcde
T13	6687	6215	5239	3434	21576 abcde
T11	6517	5716	5636	3533	21402 abcde
T20	5917	5696	5457	3812	20882 bcde
T19	6972	5679	4784	3369	20803 bcde
T8	6452	5382	5931	3015	20782 bcde
T12	7848	5359	4750	2769	20726 bcde
T16	6530	5598	4866	2644	19639 bcde
T3	5751	4937	4936	2939	18562 cde
T10	6136	5718	4075	2170	18100 cde
T18	6494	4827	4148	2200	17669 cde
T5	5083	3559	5179	2340	16161 de
T14	4866	3857	3607	2997	15328 e
TOTAL	147301	117377	107260	65040	

DMS

9605.5

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

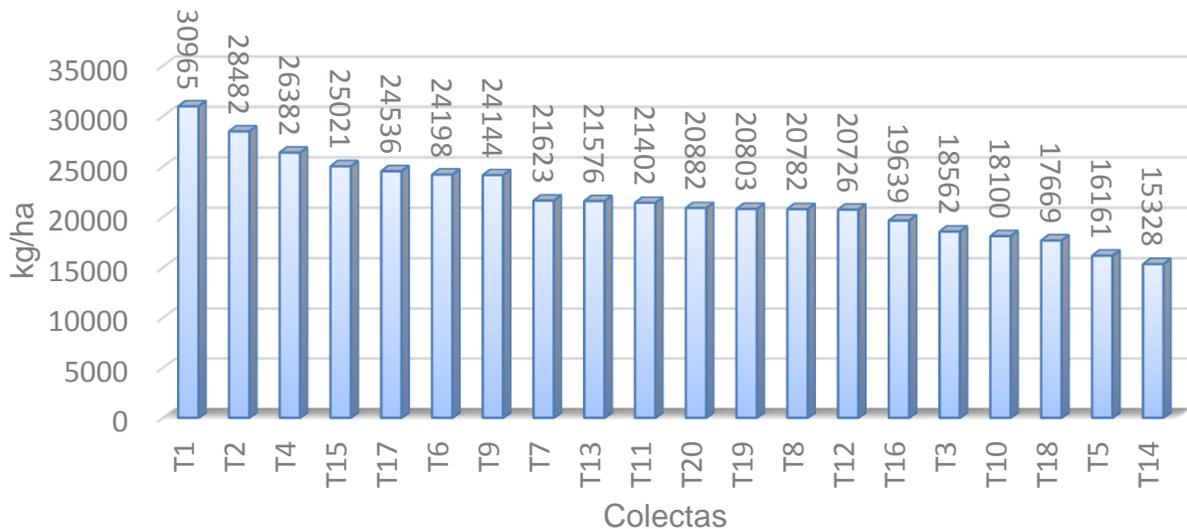


Figura 1. Rendimiento de biomasa de 20 colectas de moringa en el Sureste de México

Calidad fisicoquímica de 20 materiales de Moringa

Los resultados de porcentaje de materia seca (MS) y los promedios de los análisis fisicoquímicos del forraje de los materiales, se presentan en el cuadro 3. Para MS del follaje no se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las colectas, el rango que se obtuvo fue de 16.9 a 20.4%, siendo las colectas 4 y 19 las que presentaron mayor porcentaje de materia seca. También no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los materiales en los análisis fisicoquímicos de la Moringa; para las Cenizas, se obtuvieron valores de 8.0 a 10.8%; los porcentajes de PC determinados fueron de 21.3 a 29.9 %; algunos por arriba de los valores reportados por Reyes-Sánchez et al., 2006 que obtuvieron entre 17 y 27.4% de PC; y de Alfaro y Martínez, 2008 que reportaron 27 % de PC en hojas ; para FAD se obtuvo rangos que van de 16.7 a 26.4% y para la FND de 20.3 a 30.4%.

Los porcentajes de El contenido de aceite en los genotipos evaluados se encuentran en un rango de 30.70 a 41,90 %. Las colectas 7 y 9 presentan los mayores contenidos de aceite, con valores superiores al 40 %.

Cuadro 3. Calidad fisicoquímica del forraje de 20 colectas de Moringa (%)

COLECTA	MS en follaje	Cenizas en follaje	PC en follaje	FAD en follaje	FND en follaje	Aceite en semilla
1	19.4	9.1	26.0	21.5	25.0	30.7
2	17.7	9.7	27.4	20.9	23.5	38.4
3	19.8	9.8	22.5	26.4	30.4	37.6
4	20.3	10.8	22.7	24.8	27.8	38.7
5	18.9	10.3	21.3	23.4	29.7	36.1
6	19.2	9.7	23.8	22.7	28.2	33.0
7	17.9	9.9	24.2	21.0	25.0	41.9
8	17.2	9.3	27.8	19.1	21.4	33.7
9	17.4	9.0	28.6	17.5	20.3	41.3
10	19.8	8.9	28.6	17.3	22.7	35.9
11	17.0	9.2	28.7	18.5	22.6	38.8
12	17.2	9.2	26.7	19.2	22.1	36.4
13	18.6	8.0	25.8	17.1	21.3	36.7
14	18.5	9.1	26.4	16.7	20.3	36.6
15	16.9	9.1	28.1	20.7	23.9	38.4
16	19.1	8.0	29.9	18.9	23.8	40.6
17	18.4	8.8	23.2	19.2	23.9	38.1
18	18.0	9.1	24.2	22.0	27.4	40.3
19	20.4	8.8	26.7	18.0	20.3	36.2
20	17.8	9.7	25.6	19.2	22.5	37.3

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos se consideran como colectas promisorias para producción de biomasa de Moringa en el Sureste de México, las colectas 1, 2 y 4 con rendimientos promedio de la suma de cuatro cortes de evaluación con 30965, 28482 y 26382 kg ha⁻¹ de biomasa respectivamente. Las cuales se vislumbran como buenos materiales para ser empleados alimentación humana o animal.

Bibliografía

Alfaro, N.C. y **Martínez**, W. 2008. Uso potencial de la Moringa (*Moringa oleifera*, Lam) para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados. Guatemala, CA: Seriprensa, S.A. INCAP y CONCYT. pp. 28.

Basulto, G.J., **Reyes**, R.A.L., **Gamboa**, J.A y **Góngora**, G.S. 2015 a. Evaluación agronómica de colectas de moringa (*Moringa oleifera*) en un suelo luvisol ródico en el estado de Yucatán. XXVII Reunión Científica – Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco 2015. Y IV Simposio Internacional de Producción Agroalimentaria Tropical. Del 5 y 6 de noviembre de 2015. Villa Hermosa, Tabasco. (Trabajo completo 7 p).

Basulto, G.J., **Reyes**, A.L., **Góngora**, G.S., **Gamboa**, J. A. 2015 b. Evaluación agronómica de 20 materiales de Moringa en suelo luvisol ródico en el Estado de Yucatán, México. Convención Internacional Agroforestal, 6to. Congreso Forestal de Cuba, II Congreso Internacional de Café y Cacao y VI Encuentro Internacional de Jóvenes Investigadores. Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba, del 13 al 17 de abril de 2015. (Trabajo completo 6 p).

Basulto-Graniel, J. A., **Rico-Ponce**, H. R., **González-Jiménez**, A., **Díaz-Fuentes**, V.H., **Rueda-Sánchez**, A., **Ortiz-Curiel**, S., **Solís-Bonilla**, J. L., **Reyes-Reyes** A. L. 2016. Componentes tecnológicos para la producción de semilla de moringa como insumo para biocombustibles. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Rosario Izapa. Folleto Técnico Número 42. Tuxtla Chico, Chiapas, México. 25 p.

Bonal, R.R., **Rivera**, R.O.M y **Bolivar**, C.M.E. 2012. *Moringa oleifera*: una opción saludable para el bienestar. MEDISAN 16(10):1596

Folkard, G. y **Sutherland**, J. 1996. *Moringa oleifera* un árbol con enormes potencialidades. Agroforestry Today 8 (3): 5-8.

Falasca, S.L. y **Bernabé**, M.A. 2008. Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de *Moringa oleifera* en Argentina. Revista Virtual de REDESMA. 16 p.

Liñan, T.F. 2010. *Moringa oleifera* El árbol de la nutrición. Ciencia y salud Virtual. Vol. 2 No. 1, diciembre de 2010 pp. 130-138.

Ramachandran, C., **Peter**, K.V., **Gopalakrishnan**, P.K. 1980. Drumstick (*Moringa oleifera*): a multipurpose Indian vegetable. Economic Botany 34(3): 276-283.

Reyes-Sánchez, N; **Ledin** S; **Ledin** I. 2006. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. Agroforestry Systems 66:231–242