

FORMACIÓN DE GRUPOS MEDIANTE CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA EN UNA POBLACIÓN DE MORINGA FORRAJERA

Edwin Javier Barrios Gómez, Sandra Eloísa Rangel Estrada, Marianguadalupe Hernández Arenas, Jaime Canul Ku y Eleodoro Hernández Meneses

RESUMEN

Productores del estado de Morelos, México, tienen interés por desarrollar la producción de forraje de moringa *Moringa oleifera* Lam. de forma intensiva; sin embargo, hasta la fecha no se dispone de variedades comerciales, solo se cuentan con poblaciones naturales. El presente trabajo tuvo como objetivo identificar la variabilidad morfológica por medio de la selección y la formación de grupos en una población natural de moringa establecida en Morelos. Las variables medidas y observadas en los años de 2016 y 2017 fueron: vigor de la planta, número de ramas, color de tallo, color de cápsula, largo y ancho de cápsula (cm), número de semillas por cápsula, semillas vanas por cápsula y peso de 100 semillas (g). Los datos cualitativos mostraron que la población natural esencialmente

de flores, tallos y frutos morados, al ser una población natural existe con gran variabilidad. Las variables cuantitativas mostraron para largo de cápsula desde 21,6 a 43,4 cm. Para peso de 100 semillas el rango entre 10,0 y 28,8g, con una media de 19,6g. El número de semillas por cápsula en promedio fue de 14,3; el mayor valor fue 21,0 y el menor 9,0 semillas. Con las variables se identificaron en cada cuadrante diferentes grupos, estos se caracterizaron tomando como primera la ramificación, en una segunda el vigor y color de las cápsulas, lo que permitió separar la población en seis grupos. Se identificó una alta variabilidad fenotípica dentro de la población, características como vigor, ramificación, color de fruto y peso de semillas fueron las que mayor variabilidad mostraron.

Introducción

El género *Moringa* pertenece a la familia Moringaceae y está constituido por 13 especies que se distribuyen desde África, Madagascar, Este de Asia hasta el subcontinente Indio (Somali *et al.*, 1984). También se ha distribuido a otras regiones del mundo como Filipinas, Camboya, Centro América, Norte y Sur América, y las Islas de Caribe (Anwar *et al.*, 2007). En México se desconoce el dato preciso de la introducción de la moringa *Moringa oleifera* (Lam.), pero se tiene documentada su distribución en la costa del Pacífico, desde el

Sur de Sonora hasta Chiapas. Otros reportes indican su presencia en el Istmo de Tehuantepec, la depresión tropical del Balsas y en la depresión central de Chiapas (Olson y Fahey, 2011).

La moringa es una planta muy apreciada por tener diversos usos. Se tienen reportes como coagulante natural para el tratamiento de aguas turbias (Foidl *et al.*, 1999). El aceite de las semillas como bioenergético (Garavito, 2008). Las plantas sirven como cercos vivos, las raíces, flores y frutos son comestibles (Bosh, 2004). Las hojas y tallos se emplean para forraje de ovinos y bovinos

(Anwar y Bhanger, 2003; Garavito, 2008; Pérez, 2010). La harina de la hoja de la moringa se compara favorablemente con la leche en polvo en cuanto al contenido de proteína y calcio, además de alto contenido de vitamina A (Nambiar y Seshadri, 2001).

La planta de moringa tiene crecimiento arbustivo y muestra gran plasticidad ecológica, es capaz de adaptarse a diversas condiciones edafoclimáticas; su valor nutricional y los elevados rendimientos de biomasa, la convierten en un recurso fitogenético de importancia para la alimentación de ganado (Pérez, 2010; Goss, 2012).

Existe limitado conocimiento de la diversidad genética de la especie; sin embargo, se ha documentado variaciones sustanciales en la herencia cuantitativa de ciertos rasgos en poblaciones naturales de moringa de la India (Ramachandran *et al.*, 1980).

La moringa tiene un sistema de reproducción mixto, es capaz de reproducirse sexualmente a partir de un individuo (Arias-Sabin, 2014); estudios sobre el sistema de producción de la moringa reportaron que 74% de las semillas provenían de polinización cruzada, el restante 26% de autopolinización (Navie y Csurhes, 2010).

PALABRAS CLAVE / *Moringa oleifera* Lam / Población Natural / Selección Masal /

Recibido: 28/06/2023. Modificado: 22/11/2023. Aceptado: 24/11/2023.

Edwin Javier Barrios Gómez (Autor de correspondencia). Doctor en Genética, COLPOS, México. Investigador Titular del Programa de Arroz y Bioenergía, Campo Experimental Zacatepec, CIRPAS, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), México. Dirección: Campo Experimental Zacatepec, Km. 0.5

Carr. Zacatepec Galeana, Col. Centro, Zacatepec, Morelos, México. C.P. 62780. e-mail: barrios.edwin@inifap.gob.mx.

Sandra Eloísa Rangel Estrada. Doctora en Fisiología Vegetal, COLPOS, México. Investigadora Titular del Programa de Plantas Ornamentales, Campo Experimental Zacatepec, CIRPAS, INIFAP, México.

Marianguadalupe Hernández Arenas. Doctora en Fitopatología, COLPOS, México. Investigadora Titular Programa de Caña de Azúcar, Campo Experimental Zacatepec, CIRPAS, INIFAP, México.

Jaime Canul Ku. Doctor en Genética, COLPOS, México. Investigador Titular, Programa de Plantas Ornamentales, Campo

Experimental Zacatepec, CIRPAS, INIFAP, México.

Eleodoro Hernández Meneses. Doctor en Fisiología, COLPOS, México. Profesor-Investigador, Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra, Tabasco, México.

FORMATION OF GROUPS THROUGH MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION IN A POPULATION OF FORAGE MORINGA

Edwin Javier Barrios Gómez, Sandra Eloísa Rangel Estrada, Marianguadalupe Hernández Arenas, Jaime Canul Ku and Eleodoro Hernández Meneses

SUMMARY

Producers from Morelos state, Mexico, are interested in developing the production of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) forage intensively; however, to date there are no commercial varieties available, only natural populations. The objective of this work was to identify the morphological variability through the selection and formation of groups in natural population of moringa established in Morelos. The variables measured and observed in the years 2016 and 2017 were: plant vigor, number of branches, stem color, capsule color, capsule length and width (cm), number of seeds per capsule, empty seeds per capsule and weight of 100 seeds (g). The qualitative data showed that the natural population is essentially purple flowers, stems and

fruits, being a population there is great variability. The quantitative variables showed for capsule length from 21.6 to 43.4 cm. For the weight of 100 seeds, the range between 10.0 and 28.8g, with an average of 19.6g. The number of seeds per capsule on average was 14.3, the highest value was 21.0 and the lowest 9.0 seeds. With the variables, different groups were identified in each quadrant, these were characterized taking as the first the branching, in a second the vigor and color of the capsules, which allowed separating the population into six groups. A high phenotypic variability was identified within the population, characteristics such as vigor, branching, fruit color and seed weight were the ones that showed the greatest variability.

FORMAÇÃO DE GRUPOS POR CARATERIZAÇÃO MORFOLÓGICA EM NUMA POPULAÇÃO DE MORINGA FORRAGEIRA

Edwin Javier Barrios Gómez, Sandra Eloísa Rangel Estrada, Marianguadalupe Hernández Arenas, Jaime Canul Ku e Eleodoro Hernández Meneses

RESUMO

Produtores do estado de Morelos, no México, estão interessados em desenvolver a produção intensiva de forragem de moringa (*Moringa oleifera* Lam.); no entanto, até o momento não existem variedades comerciais, apenas populações naturais. O objetivo deste trabalho foi identificar a variabilidade morfológica por seleção e formação de grupos em uma população natural de moringa estabelecida em Morelos. As variáveis foram medidas e observadas nos anos de 2016 e 2017: vigor da planta, número de ramos, cor do caule, cor da cápsula, comprimento e largura da cápsula (cm), número de sementes por cápsula, sementes vazias por cápsula e peso de 100 sementes (g). Os dados qualitativos mostraram que a população natural é essen-

cialmente de flores roxas, caules e frutos, sendo uma população com grande variabilidade. As variáveis quantitativas mostraram comprimento de cápsula de 21,6 a 43,4 cm. Para o peso de 100 sementes, o intervalo foi entre 10,0 e 28,8 g, com média de 19,6g. O número de sementes por cápsula em média foi de 14,3, com maior valor de 21,0 e o menor de 9,0 sementes. Com as variáveis, foram identificados diferentes grupos em cada quadrante, isso foram caracterizados tomando como primeiro a ramificação, e em segundo o vigor e a cor das cápsulas, o que permitiu separar a população em seis grupos. Foi identificada uma alta variabilidade fenotípica dentro da população, características como vigor, ramificação, cor do fruto.

Estas proporciones pueden estar influenciadas por el ambiente, y reflejan que la moringa tiene un sistema de reproducción mixto, siendo capaz de reproducirse sexualmente a partir de un individuo (Umbreen *et al.*, 2013). Lo cual se traduce en alta variabilidad genética y por ende contar con diferentes tipos de calidad física y fisiológica de la semilla.

Las semillas de moringa contienen más de un tercio de su peso de aceite de alta calidad rico en ácidos grasos insaturados (Qwele *et al.*, 2013). Se

ha profundizado en sus propiedades nutricionales como una alternativa para la producción de forraje en la alimentación del ganado (Mendieta-Araica *et al.*, 2013; Olugbemi *et al.*, 2010), aves (Kakengi *et al.*, 2007) y peces (Richter *et al.*, 2003; Dongmeza *et al.*, 2006). En México, algunas instituciones públicas y privadas desarrollan estudios diversos enfocados a definir las características de la planta, con la finalidad de incorporarla como un nuevo cultivo (Ramos-Trejo *et al.*, 2015). El interés por esta planta ha permeado entre los

productores de México donde la disponibilidad de forraje es una limitante constante para la producción pecuaria.

Particularmente, entre los productores del estado de Morelos ha crecido el interés por el árbol de moringa, donde todos coinciden en desarrollar la producción de forraje a gran escala; sin embargo, a la fecha solo se cuentan con poblaciones en diferentes zonas del país. Al ser una especie introducida a México, no se conoce si alguna de estas proviene de alguna variedad que ya se use comercialmente o se cultive en

otro país. No se conocen las características con las que llegan, por lo que algunos de los trabajos realizados, se han enfocado a medir ciertas características de forma descriptiva de algunas colectas que se han logrado identificar en el país (Díaz-Fuentes *et al.*, 2015). No se cuenta con estudios más específicos de lo que podamos encontrar a nivel de población, razón por lo que para poder utilizar una población se requiere de estudios más precisos que proporcionen conocimientos que se utilicen para su explotación comercial. Por tal

motivo, se realizó el presente trabajo con el objetivo de identificar la variabilidad morfológica por medio de la selección y la formación de grupos en una población natural de moringa establecida en el Estado de Morelos, México.

Materiales y Métodos

Sitio de colecta

La toma de datos se llevó a cabo en una parcela de 1,5ha con 1200 árboles madre, ubicado en el municipio de Miacatlán, Morelos, México durante el año 2016 y 2017, establecida a partir de semillas en el año 2015. El municipio se localiza al oeste del estado de Morelos en las coordenadas 18°47' 52.56"N y 99°23'13.07"O, a 1054 msnm, presenta un clima de tipo subtropical húmedo, con temperatura media anual de 22°C. Los meses más cálidos son de marzo a junio alcanzando hasta 39°C y los meses más fríos son diciembre y enero alcanzando hasta los 6,5°C como mínima. El periodo de lluvias es de junio a octubre con un promedio de precipitación de 1112 mm al año.

Caracterización de materiales de moringa

Para conocer la variabilidad de la población, se aplicó el método de selección masal estratificada, metodología propuesta por Molina (1978); esta metodología se recomienda en el fitomejoramiento de plantas de polinización abierta para aprovechar los efectos genéticos aditivos de toda la población. El procedimiento consiste en dividir un área dentro del cultivo y de acuerdo a esta división, cada individuo tenga la oportunidad de sobresalir o tenga la posibilidad de ser seleccionado de acuerdo al espacio en el que se crece. A diferencia si la selección en una superficie dada se realizará de los mejores individuos, que posiblemente estos estarían en las mejores condiciones de suelo.

Para conocer la variabilidad morfológica de los materiales se midieron variables cualitativas y cuantitativas antes de la floración, durante la floración/fructificación y cosecha.

Antes de floración se midió el vigor de la planta y el número de ramas. Para valorar el vigor de la planta se diseñó una escala numérica del 1 al 9, el número 1 correspondió al de menor vigor y nueve al mayor vigor, así 1= pobre, 3= mediano, 6= alta, 9= excelente.

La capacidad de ramificación también se valoró tomando como referencia una escala numérica. Ésta se diseñó a partir de recorridos entre los árboles donde se observó que el número máximo de ramas fue de siete. Así, la ramificación se consideró 1= pobre, 3= mediana, 6= alta y 9= excelente.

Durante la floración/fructificación se registró visualmente el color de las flores, frutos y tallos. Las flores se agruparon en amarillo, blancas y moradas (diferentes tonalidades). Los frutos y tallos se agruparon en color verde, medianamente moradas y moradas.

En la cosecha se tomaron al azar 20 cápsulas de cada árbol seleccionado. Los frutos se colectaron y etiquetaron en bolsas de papel, posteriormente se llevaron al Laboratorio de Semillas del Campo Experimental Zacatepec del INIFAP, Morelos, México. Las cápsulas se secaron dentro del laboratorio a temperatura ambiente, en donde se realizaron las siguientes mediciones: largo y ancho de cápsula (cm), este se realizó en cápsulas secas, se tomó esta medida con una regla para el largo y un vernier para el ancho. Posteriormente se extrajeron las semillas aladas con humedad entre 10 a 12% y del total se tomó una muestra de 100 semillas al azar para determinar su peso (g).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron mediante un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, en donde la unidad

experimental fue un árbol. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). Adicionalmente se practicó un análisis de estabilidad para variables mediante estadísticos simples como la desviación estándar (S) y el coeficiente de variación (CV) (Francis y Kannenberg, 1978). El paquete estadístico utilizado fue SAS (SAS Institute, 2016).

Resultados y Discusión

Estratificación del lote

La estratificación del lote de árboles de moringa se realizó de tal forma que no fueran más de cuatro, tomando en cuenta la superficie y las condiciones del terreno. Esta estratificación permitió identificar árboles o grupos de árboles que, aunque estuvieron en diferente condición de suelo o humedad, tuvieran las mismas ventajas comparativas al momento de la selección. La parcela de árboles, se dividió en cuatro sublotos o cuadrantes denominados A, B, C, D.

En total se seleccionaron 112 árboles, de los cuales al final solo 103 se muestrearon, ya que fueron los que reunieron el total de variables medidas. Estos árboles representaron aproximadamente el 10% de la población. En el cuadrante A se evaluaron 34 (33,01%), en el B 34 (33,01%), en el C 25 (24,27%) y en el D 10 (9,70%) árboles, respectivamente. La cantidad de árboles muestreados por cuadrante se debió a las condiciones de pendiente y orografía irregular de la parcela, se observaron mejores árboles en tres de los cuatro cuadrantes.

Variables cualitativas

Las estadísticas básicas para las variables evaluadas y observadas mostraron que la población en general produce frutos pequeños y medianos de poco grosor, lo que podría indicar que son de semillas pequeñas; el vigor de los árboles fue de intermedio a alto, la ramificación fue media, y el

color de tallos y frutos fue predominantemente morados.

El análisis con estadísticas como es la media y la desviación estándar (S) considera que valores pequeños, representan una mayor estabilidad (Francis y Kannenberg, 1978). Así, los menores coeficientes de variación (CV) corresponden a los genotipos o grupos deseables con mayor rendimiento (Tabla I).

Al realizar el análisis de los datos, para el caso de la ramificación de los 103 árboles, se encontró que 24,27% presentaron la escala de pobre ramificación, 16,50% alta ramificación y 43,68% de excelente ramificación.

El análisis general mostró que en los cuatro grupos la S y el CV fueron altos, las ramificaciones mayores se observaron en los cuadrantes B y C.

En cuanto al vigor de planta, de los 103 árboles, se encontró que 18,44% de plantas se situaron en el nivel de mediano, 39,80% de plantas en el nivel alto y 50,48% en excelente vigor. Para esta variable el valor de la S fue bajo, pero con CV alto, el vigor en todos los grupos fue el mismo, lo que significa que el vigor no es un carácter estable.

En cuanto al color de tallo se encontró que 32,03% presentaron color verde y 76,69% variaron entre medianamente morados y morados. Los promedios indicaron que la mayor cantidad de tallos de la población seleccionada fueron de color morados. Para esta variable se observó que S en promedio no fue tan alta, pero el CV fue alto.

Respecto al color de la flor se encontró que 11,65% de árboles emitieron flores de color amarilla, 27,18% de color blanca y 79,61% de diferentes tonalidades de color morado. En cuanto al color de la cápsula, 28,15% de árboles produjeron frutos de color verde, 55,33% de color medianamente morado y 25,24% de morado intenso. Lo anterior indica que la mayoría de árboles producen sus frutos cuyo color es el mismo que el de la flor (80,58% de color morados

ESTADÍSTICAS BÁSICAS DE LA CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ÁRBOLES DE MORINGA EN MIACATLÁN, MORELOS, MÉXICO

Var	Media (A) ¹	S ¹	Media (B) ²	S ²	Media (C) ³	S ³	Media (D) ⁴	S ⁴	Media general ⁵	S ⁵ general
VI	6,8	2,5	6,8	2,3	6,8	2,2	6,6	2,4	6,8	2,3
RA	4,6	2,6	6,1	3,5	6,4	3,4	4,2	3,1	5,5	3,3
P100S	18,2	3,7	20,5	3,4	20,8	3,5	18,1	3,0	19,6	3,6
PLC	30,1	3,7	30,9	7,8	29,8	2,8	31,7	5,2	30,5	5,4
PAC	16,3	1,9	16,8	1,8	17,1	2,0	16,2	1,3	16,6	1,8
PSC	14,1	1,9	14,1	2,4	14,4	3,1	14,9	2,7	14,3	2,4

Var: variables; S: desviación estándar; ¹: cuadrante A 34 árboles (33,01%); ²: cuadrante B 34 árboles (33,01%); ³: Cuadrante C 25 árboles (24,27%); ⁴: Cuadrante D 10 árboles (9,70%) observaciones; ⁵: general 103; VI: vigor de planta; RA: ramificación; P100S: peso de 100 semillas; PLC: largo de cápsula; PAC: ancho de cápsula; PSC: semillas por cápsula. *Cada observación equivale al promedio de 10 muestras, y el dato del cuadro al promedio de 103 árboles.

en diferentes tonalidades). Para este carácter se obtuvo la S alta al igual que el CV. Esto puede coincidir en gran medida con lo encontrado entre el color de flor y el color del fruto.

Variables cuantitativas

El análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre los diferentes grupos para el largo y ancho de cápsula. En cuanto al tamaño de las cápsulas se obtuvo que el largo varió desde 21,6 a 43,4cm, 89,32% de los árboles produjeron frutos por debajo de la media del rango que fue de 32,5 cm; solo 19.41% de árboles superaron este valor. La media de mayor tamaño fue para el grupo D con 31.7 cm y las de menor tamaño se observaron en el grupo C con 29,8cm. En lo que respecta al ancho de cápsula las de mayor grosor se obtuvieron en los grupos C y D con 17,1 y 16,2 mm, respectivamente. Para cada grupo se observó gran estabilidad en estos caracteres en los diferentes grupos seleccionados ya que los valores de S fueron bajos, de forma general. Autores reportan tamaños de cápsula de hasta 50,0 cm; sin embargo, lo más común es encontrar cápsulas de entre 30,0 y 40,0 cm (Olson y Fahey, 2011).

El rango para peso de 100 semillas estuvo entre 10,0 y 28,8g, por debajo de la media

se encontraron a 52,42% de árboles, 56,31% de árboles superaron el promedio, solo cinco árboles produjeron semillas con pesos mayores de 25,0g y solo 17.47% de árboles con semillas por debajo de los 15.0g. Las semillas del grupo C presentaron el mayor valor de peso, por el contrario, el menor valor correspondió al grupo D. Se observó gran estabilidad de estos caracteres en la población ya que mostraron valores bajos de S y CV. Investigaciones sobre este aspecto sugieren la utilización de la biomasa de 100 semillas como criterio de selección para identificar germoplasma con mayor vigor inicial (Kuruvadi *et al.*, 1988) y se ha encontrado una correlación negativa entre el tamaño y el rendimiento de semilla (Sexton *et al.*, 1994). Para maíz, se ha reportado relación positiva del tamaño grande de semilla con un mayor crecimiento inicial de la plántula (Bockstaller y Girardin, 1994).

En cuanto al número de semillas por cápsula el valor promedio fue de 14,3, la mayor cantidad encontrada fue de 21,0 y el menor de 9,0 semillas. Si bien no se encontraron diferencias significativas para este carácter, se observó un rango de 14,1 en los grupos A y B, y 14,9 para el grupo D. Esta característica fue la de menor variabilidad, presentó una baja S y un bajo CV. Y esto se observó en el promedio general de la muestra medida.

El número de semillas promedio por cápsulas se consideró de gran cantidad. Se pudo cuantificar que los árboles de moringa de esta población tuvieron un gran número de semillas vanas, posiblemente porque se cultivaron bajo condiciones de temporal.

Formación de grupos

Al ser el objetivo principalmente el aprovechamiento del follaje de esta especie, una de las variables de mayor peso, para las agrupaciones fue la ramificación de la planta y el vigor de la misma. Lo anterior debido a que en muchas especies que se usan para forrajes las cantidades de tallos producidos y rápido crecimiento es importante para su mejor y mayor explotación. Aunado a esto, la persistencia que pueda tener la planta a través del tiempo.

De acuerdo a las plantas que se identificaron en cada cuadrante, se caracterizaron en una primera instancia en función a la ramificación, en segunda el vigor y tercera el color de las cápsulas. Los datos obtenidos permitieron separar la población en seis grupos (Tabla II), tomando como base los cuadrantes que previamente se seleccionaron. Un dato importante que se tomó en cuenta para eliminar árboles muestreados fue el peso de 100 semillas, por lo que se descartaron aquellos que con peso menor a 15.0g.

Conclusiones

Se identificó una alta variabilidad fenotípica dentro de la población natural, características como vigor, ramificación, color de fruto y peso de semillas fueron las que mayor variabilidad mostraron, y que ayudaron a la formación de seis grupos.

La metodología utilizada fue útil para realizar la selección y agrupación de acuerdo a ciertas características de la población de moringa sembrada bajo temporal.

REFERENCIAS

- Anwar F, Bhanger M (2003) Analytical characterization of *Moringa oleifera* seed oil grown in temperate regions of Pakistan. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 6558-6563.
- Anwar F, Latif S, Ashraf M, Gilani AH (2007) *Moringa oleifera*: a food plant with multiple medicinal uses. *Phytotherapy Research* 21: 17-25.
- Arias-Sabín C (2014) *Estudio de las posibles zonas de introducción de la Moringa oleifera Lam. en la Península Ibérica, Islas Baleares e Islas Canarias*. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal, Madrid, España. 163 pp.
- Bockstaller C, Girardin P (1994) Effects of seed size on maize growth from emergence to silking. *Maydica* 39: 213-218.
- Bosch CH (2004) *Moringa oleifera* Lam. In Grubben GJH, Denton OA (Editors). *Plant Resources*

TABLA II
GRUPOS FORMADOS DE LA PARCELA LOCALIZADA EN MIACATLÁN, MORELOS,
MÉXICO

Grupos	Árboles	Características	Peso de semillas (g)
Moli-Mor-1- M1	12	Ramificación pobre, vigor medio, morado (cápsula)	1,855
Moli-Mor-1- M2	17	Ramificación alta, vigor excelente, Morado (cápsula)	2,862
Moli-Mor-1- M3	26	Ramificación pobre, vigor medio, verde (cápsula)	4,340
Moli-Mor-1- M4	32	Ramificación alta, vigor excelente, verde (cápsula)	5,048
Moli-Mor-1- M5	12	Ramificación pobre, vigor medio, morado pálido (cápsula)	1,389
Moli-Mor-1- M6	14	Ramificación alta, vigor medio, morado (cápsula)	1,541

- of Tropical Africa. Vegetables. PROTA Foundation, Backhuys Publishers, Wageningen, Países Bajos. pp. 392–395.
- Díaz-Fuentes VH, Avendaño-Arrazate CH, Reyes-Reyes AL (2015) Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) Diversidad en México. INIFAP. Campo Experimental Rosario Izapa. Folleto Técnico Número 35. Tapachula, Chiapas, México. 67 pp.
- Dongmeza E, Siddhuraju P, Francis G, Becker K (2006) Effects of dehydrated methanol extracts of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves and three of its fractions on growth performance and feed nutrient assimilation in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture* 261: 407–422.
- Foidl N, Mayorga L, Vásquez W (1999) Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. En MD Sánchez, M Rosales (Eds.) *Agroforestería para la alimentación animal en Latinoamérica*. Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal No. 143. 341 pp.
- Francis TR, Kannenberg LW (1978) Yield stability studies in short season maize. I. A descriptive method for grouping genotypes. *Canadian Journal of Plant Science* 58: 1029–1034.
- Garavito U (2008) *Moringa oleifera*, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel. https://www.engormix.com/porcicultura/produccion-porcina-ecologica/moringa-oleifera-alimento-ecologico_a27430/.
- Goss M (2012) A study of the initial establishment of multi-purpose moringa (*Moringa oleifera* Lam) at various plant densities, their effect on biomass accumulation and leaf yield when grown as vegetable. *African Journal of Plant Science* 6: 125–129.
- Kakengi AMV, Kaijage JT, Sarwatt SV, Mutayoba SK, Shem MN, Fujihara T (2007) Effect of *Moringa oleifera* leaf meal as a substitute for sunflower seed meal on performance of laying hens in Tanzania. *Livestock Research for Rural Development* 19: Article #120. <http://www.lrrd.org/lrrd19/8/kake19120.htm>
- Kuruvadi S, Hernández FF, Galván CF (1988) Diferencias varietales para características de plántula de frijol en dos medios de siembra. *Revista Fitotecnia Mexicana* 11: 133–141.
- Mendieta-Araica B, Spörndly E, Reyes-Sánchez N, Salmerón-Miranda F, Halling M (2013) Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different planting densities and levels of nitrogen fertilization. *Agroforestry Systems* 87: 81–92.
- Molina GJD (1978) Selección masal visual estratificada para resistencia a sequía en maíz. En *Avances de Enseñanza e Investigación del Colegio de Postgraduados*. Chapingo, México. pp. 112–113.
- Nambiar VS, Seshadri S (2001) Bioavailability trials of b-carotene from fresh and dehydrated drumstick leaves (*Moringa oleifera*) in a rat model. *Plant Foods for Human Nutrition* 56: 83–95.
- Navie S, Csurhes S (2010) Horseradish tree. *Moringa oleifera*. Biosecurity Queensland. Department of Employment, Economic Development and Innovation. Brisbane, Australia. 24 pp.
- Olson ME, Fahey JW (2011) *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1071–1082.
- Olugbemi T, Murayoba S, Lekule F (2010) Effect of Moringa (*Moringa oleifera*) inclusion in cassava based diets fed to broilers chickens. *International Journal of Poultry Science* 9: 363–367.
- Pérez AR (2010) Validación de moringa como forraje para ovinos. Desplegable Técnico. Universidad Autónoma de Sinaloa y Fundación Produce Sinaloa A. C., México.
- Qwele K, Hugo A, Oyedemi S, Moyo B, Masika P, Muchenje V (2013) Chemical composition, fatty acid content and antioxidant potential of meat from goats supplemented with Moringa (*Moringa oleifera*) leaves, sunflower cake and grass hay. *Meat Science* 93: 455–462.
- Ramachandran C, Peter K, Gopalakrishnan P (1980) Drumstick (*Moringa oleifera*) a multipurpose indian vegetable. *Economic Botany* 34: 276–283.
- Ramos-Trejo O, Castillo-Huchín J, Sandoval-Gío JJ (2015) Efecto de intervalos y alturas de corte en la productividad forrajera de Moringa Oleifera. *Revista Bio Ciencias* 3: 187–194.
- Richter N, Perumal S, Klaus B (2003) Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture* 217: 599–611.
- SAS Institute (2016) SAS/STAT User's Guide. (Release 9.1). SAS Institute Incorporated. Cary, NC, EE.UU.
- Sexton PJ, White WJ, Boote JK (1994) Yield-determining processes in relation to cultivar seed size of common bean. *Crop Science* 34: 84–91.
- Somali MA, Bajneid MA, Al-Fhaimani SS (1984) Chemical composition and characteristics of Moringa peregrina seeds and seeds oil. *Journal of the American Oil Chemists Society* 61: 85–86.
- Umbreen S, Awais KM, Jaffar JM, Ahmad KI, Korban SS (2013) Genetic diversity and population structure of *Moringa oleifera*. *Conservation Genetics* 14: 1161–1172. <https://doi.org/10.1007/s10592-013-0503-x>.