

Respuesta de semillas de moringa almacenadas a medio ambiente y artificial

Response of stored moringa seeds to environment and artificial

DOI: 10.34188/bjaerv5n2-025

Recebimento dos originais: 20/01/2022

Aceitação para publicação: 31/03/2022

Edwin Javier Barrios-Gómez

Doctor en Genética por el Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo, estado de México, México

Institución: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)
Campo Experimental Zacatepec

Dirección: KM 0.5 Carretera Zacatepec – Galeana, Zacatepec de Hidalgo, estado de Morelos. CP 62780

Correo: barrios.edwin@inifap.gob.mx

Jaime Canul-Ku

Doctor en Genética por el Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo, estado de México, México

Institución: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)
Campo Experimental Zacatepec

Dirección: KM 0.5 Carretera Zacatepec – Galeana, Zacatepec de Hidalgo, estado de Morelos. CP 62780

Correo: canul.jaime@inifap.gob.mx

Sandra Eloísa Rangel-Estrada

Doctora en Fisiología Vegetal por el Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo, estado de México, México

Institución: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)
Campo Experimental Zacatepec

Dirección: KM 0.5 Carretera Zacatepec – Galeana, Zacatepec de Hidalgo, estado de Morelos. CP 62780

Correo: rangel.sandra@inifap.gob.mx

Marianguadalupe Hernández-Arenas

Doctora en Fitopatología por el Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo, estado de México, México

Institución: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)
Campo Experimental Zacatepec

Dirección: KM 0.5 Carretera Zacatepec – Galeana, Zacatepec de Hidalgo, estado de Morelos. CP 62780

Correo: hernandez.marian@inifap.gob.mx

Eleodoro Hernández-Meneses

Doctor en Fisiología Vegetal por el Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo, estado de México, México

Institución: Tecnológico Nacional de México Campus Región Sierra, Tabasco, México
Dirección: Carretera Teapa-Tacotalpa Km. 4.5, Francisco Javier Mina, Teapa, Tabasco. CP 86801
Correo: doromeneses@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el tiempo apropiado de almacenamiento de semillas de moringa (*Moringa oleífera* Lam) de forma natural y artificial; adicionalmente, se estudió el vigor inicial de seis grupos formados a partir de una población y un testigo local de Jojutla, Morelos (Gen 7). Se utilizó semillas cosechadas en 2016 con 2, 8 y 14 meses de resguardo y 2017 con 3, 12 y 18 meses de resguardo, mantenidas a temperatura ambiente en bodega y en refrigeración. Las variables que se midieron fueron porcentaje de semillas germinadas, no germinadas, y plantas anormales. Adicionalmente, se midió el vigor de los grupos formados más el testigo por medio de su crecimiento en altura de planta en el Campo Experimental Zacatepec, Morelos en 2016. Las semillas guardadas en refrigerador tuvieron mayor porcentaje de germinación en todos los meses evaluados. Sin embargo, con 2 y 3 meses de resguardo en ambas condiciones y años de cosecha la germinación fue de 98 %. A los 18 meses de resguardo a medio ambiente, la germinación fue de 80 % y 10 % de plantas anormales; a diferencia de las mantenidas en refrigeración que fue de 90.75 % y 5.5 % de plantas anormales. Asimismo, semillas guardadas en refrigeración por 14 meses mantuvieron un alto porcentaje de germinación de 96.5 %, y plantas anormales de 2 %; mientras que, las guardadas al medio ambiente, fue de 82.75 % y 11 % de plantas anormales. La evaluación de vigor en campo en las seis fechas evaluadas no se detectaron diferencias estadísticas. Esto significa que los grupos formados de la población de Miacatlán tuvieron similar altura de planta al testigo GEN 7, aunque éste presentó en casi todas las mediciones valores más altos.

Palabras clave: *Moringa oleífera* Lam, pruebas de germinación y vida postcosecha.

ABSTRACT

The objective of the present work was to determine the appropriate storage time for moringa seeds in a natural and artificial way; additionally, the initial vigor of six groups formed from a population and a local control from Jojutla, Morelos (Gen 7) was studied. Seeds harvested in 2016 with 2, 8 and 14 months of storage and 2017 with 3, 12 and 18 months of storage, kept at room temperature in the warehouse and refrigerated, were used. The variables that were measured were the percentage of germinated seeds, non-germinated seeds, and abnormal plants. Additionally, the vigor of the groups formed plus the control was measured through their growth in plant height in the Zacatepec Experimental Field, Morelos in 2016. The seeds stored in the refrigerator had a higher percentage of germination in all the months evaluated. However, with 2 and 3 months stored in both conditions and harvest years, germination was 98 %. After 18 months of storage in the environment, germination was 80 % and 10 % abnormal plants; unlike those kept in refrigeration, which was 90.75 % and 5.5% of abnormal plants. Likewise, seeds stored in refrigeration for 14 months maintained a high germination percentage of 96.5 %, and abnormal plants of 2 %; while those stored in the environment were 82.75 % and 11 % abnormal plants. The evaluation of vigor in the field in the six evaluated dates did not detect statistical differences. This means that the groups formed from the population of Miacatlán had similar plant height to the control GEN 7, although it presented higher values in almost all the measurements.

Keywords: *Moringa oleifera* Lam, germination tests and postharvest life.

1 INTRODUCCIÓN

La moringa (*Moringa oleífera* Lam) es una planta muy apreciada por tener diversos usos, por su valor nutricional y por los elevados rendimientos de biomasa. Es un recurso fitogenético de suma importancia en los sistemas de producción y puede ser consumido por diversas especies de animales (Pérez *et al.*, 2010).

De las especies de Moringa, *M. oleífera* es la de mayor distribución en el mundo (Sánchez *et al.*, 2006). La moringa puede crecer en climas tropicales y subtropicales (Duke, 1983; Morton, 1991). Presenta plasticidad ecológica, ya que es capaz de adaptarse a las más diversas condiciones edafoclimáticas.

No existe información precisa de la introducción de moringa en México. No obstante, las evidencias indican que se distribuye en toda la costa del Pacífico, desde el Sur de Sonora hasta Chiapas, así también se encuentran ejemplares abundantes y frondosos en las llanuras del sur del Istmo de Tehuantepec, hasta la depresión tropical del Balsas y en la depresión central de Chiapas (Olson y Fahey, 2011).

La calidad de una semilla se puede medir como la capacidad para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas. En el momento que la semilla madura llega a la máxima vitalidad; a partir de ese momento comienza a envejecer o perder vigor, pues sigue respirando y gastando energía para mantener sus funciones vitales. Por ello, el ambiente en que se almacene debe ser seco y fresco. El nivel extremo de envejecimiento es la muerte o pérdida de la capacidad para dar origen a una planta normal y vigorosa.

Una semilla de calidad contribuye a mayor eficiencia varietal productiva, ya que es capaz de emerger de manera rápida y uniforme, bajo diferentes condiciones ambientales. La calidad de la semilla es un concepto basado en la valoración de diferentes atributos (Kelly, 1988), entre los que destacan: la calidad genética, fisiológica, física y sanitaria (Basra, 1995; Copeland y McDonald, 1995), los cuales mejoran el establecimiento de la planta en campo. Por otro lado, la calidad física involucra características tales como: contenido de humedad, peso por volumen y pureza (Moreno, 1996).

Otras variables que se toman en cuenta por cualquier productor de semilla o usuarios de éstas, es el tamaño y forma de la semilla, peso de mil semillas, color y daño por insectos y hongos (Basra, 1995; ISTA, 2005). La calidad fisiológica se refiere a mecanismos intrínsecos de la semilla que determinan su capacidad de germinación, emergencia y desarrollo, de aquellas estructuras esenciales para producir una planta normal bajo condiciones favorables (Basra, 1995).

Faiyuenbaum y Romero (1991) señalan que la calidad fisiológica de la semilla para distintas especies se relaciona con el tamaño de la misma; mientras que, Shieh y McDonald (1982), Kelly

(1988) mencionan que no depende del tamaño de semilla. Quintana (1992) al estudiar el efecto del tamaño y la forma de la semilla de maíz, no encontró diferencias significativas en la calidad fisiológica en el primero y el último conteo de la prueba de germinación estándar ni en las pruebas de vigor. En tanto que, Martinelli y Moreira de Carvalho (1999) al evaluar la influencia del tamaño de semilla de maíz en campo, encontraron que semillas grandes germinaron más rápidamente que semillas pequeñas, resultando plantas más altas 25 días después de la siembra, y posteriormente, mazorcas con mayor número de granos por hilera y mayor rendimiento por unidad de superficie.

La disponibilidad de semilla de alta calidad es importante para todos los sectores de la agricultura. El análisis de pureza y las pruebas de germinación han sido ampliamente utilizadas en la evaluación de la calidad de las semillas durante aproximadamente un siglo. Sin embargo, en los últimos tiempos se ha dado énfasis en las mediciones de otros componentes de calidad, tales como: sanidad, pureza genética y vigor (Ferguson, 1995). Ciertos lotes de semillas que presentan porcentajes de germinación elevados y similares pueden presentar comportamientos diferenciados cuando son sembrados en condiciones idénticas sin estrés en el campo. En este caso es necesario evaluar el vigor. Las semillas que muestran un buen comportamiento son consideradas de alto vigor, y aquellas que presentan un pobre comportamiento son llamadas semillas de bajo vigor (ISTA, 1995).

La calidad de las semillas disminuye con el transcurso del tiempo y la tasa de deterioro depende de las condiciones ambientales durante el almacenamiento. El primer componente de calidad que muestra señales de deterioro es el vigor de las semillas, seguido por una reducción en la germinación o de la producción de plántulas normales, y finalmente la muerte de las semillas (Ferguson, 1995). Según este autor, el vigor se basa en el comportamiento físico o fisiológico de un lote de semillas, incluyéndose: 1) cambios en los procesos bioquímicos; 2) la tasa y uniformidad de germinación y crecimiento de las plántulas y 3) la germinación o capacidad de emergencia de las semillas al ser expuestas a condiciones de estrés.

Otros trabajos, en el caso de maracuyá mencionan que el tiempo de almacenamiento influye sobre el poder germinativo de las semillas (Carlesso *et al.*, 2008); y también que el almacenamiento en nevera de semillas de maracuyá dulce (*Passiflora alata*) produce mayor germinación comparado con el que se hace a temperatura ambiente; mientras que, el almacenamiento en refrigerador ha demostrado ser efectivo para mantener la viabilidad de estas semillas (Alves *et al.*, 2006).

Con referencia a la semilla de moringa se menciona que carecen de periodo de latencia, por lo que pueden plantarse en cuanto estén maduras, y conservan la capacidad germinativa hasta un año (Pérez *et al.*, 2010). Además, posee gran velocidad y capacidad de rebrote, por lo que, el primer

corte se debe realizar a los cinco o seis meses después de la siembra, ya que el establecimiento es muy lento (Foidl *et al.*, 2011).

En base a lo antes expuesto, se realizó el presente trabajo con el objetivo de determinar el tiempo apropiado de almacenamiento de semillas de moringa de forma natural y artificial; así como el vigor inicial de seis grupos formados a partir de una población.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de recolecta

La parcela donde se recolectó las muestras de semilla se localiza al oeste del estado de Morelos, en la comunidad de Miacatlán, con coordenadas de 18° 47' 52.56" N y 99° 23' 13.07" O y altitud de 1054 m. 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 más fríos son diciembre y enero hasta los 6.5 °C. El periodo de lluvias comienza en junio y termina en octubre y la evaporación media es de 2,203 mm por año. El promedio de precipitación es de 1,112 mm al año (García, 1981).

Prueba de almacenamiento de semilla

Para esta prueba se utilizó semilla de moringa cosechada de forma aleatoria en dos fechas diferentes, en marzo de 2016 y en abril de 2017. En ambas fechas, se separó la mitad de la muestra de semilla para guardarla en costal al medio ambiente y la otra para guardarla en refrigeración a una temperatura de 6 °C, aproximadamente. En la primera fecha se realizaron pruebas de germinación a los 2, 8 y 14 meses después de cosecha (MDC) y en la segunda a los 3, 12 y 18 MDC.

Método utilizado para la prueba de germinación

Se usó el método “entre papel” enrollado, con toallas de papel Sanitas® humedecidas, y cuatro repeticiones de 100 semillas tomadas al azar, distribuidas en cuatro sub repeticiones de 25 unidades. Los “tacos” (toallas enrolladas), que contuvieron las semillas, se colocaron dentro de bolsas de plástico en posición vertical en una germinadora a 25 ± 1 °C. Los conteos de semillas se realizaron a los 7 y 14 días después de ponerlas en la germinadora. Los riegos se realizaron cada tercer día. Las variables medidas fueron:

Número de semillas germinadas (GER %), se tomaron todas aquellas semillas que contenían la radícula o su plúmula.

Semillas no germinadas (NG %), aquellas que no presentaban en la semilla ninguna estructura.

Plantas anormales (PA %), aquellas semillas que no tuvieron un desarrollo promedio visual de la plántula, en cuanto a su radícula y plúmula.

Prueba de vigor inicial (Vr) en campo

En la parcela de moringa en Miacatán, estado de Morelos se formaron seis grupos con diferente número de árboles en base a criterios relacionados a características de ramificación y color de la vaina (Cuadro 1). La prueba de vigor se llevó a cabo en terrenos del Campo Experimental Zacatepec del INIFAP. Como testigo local fue un material procedente de Jojutla, Morelos denominado GEN 7.

Cuadro 1. Grupos evaluados en almacenamiento durante dos fechas de cosecha.

Grupos	Árboles muestreados	Características	Peso (gramos)
Moli-Mor-1- M1	12	Ramificación pobre- mediano, Morado	1855
Moli-Mor-1- M2	17	Ramificación alta- excelente, Morado	2862
Moli-Mor-1- M3	26	Ramificación pobre- mediano, Verde	4340
Moli-Mor-1- M4	32	Ramificación alta- excelente, Verde	5048
Moli-Mor-1- M5	12	Ramificación pobre- mediano, Medio morado	1389
Moli-Mor-1- M6	14	Ramificación alta, Medio morado	1541

Preparación del terreno

La preparación del terreno fue realizada del 7 al 9 de julio del 2016. Consistió de un paso de rastra, un barbecho, y un paso de rotavator para dejar la tierra lo más mullida posible.

Se procedió a la siembra el día 13 de julio del 2016 en el Campo Experimental Zacatepec, INIFAP-Morelos bajo condiciones de riego, donde se realizó en un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Se sembró una semilla por golpe, con una profundidad de entre 3 a 5 cm. La parcela experimental de cada grupo fue de un metro de ancho por cinco metros de largo, con distancia entre plantas de 25 cm, por lo que la densidad final fue de 250,000 plantas/ha.

Para la prueba de vigor inicial se muestrearon 10 plantas tomadas al azar en cuatro repeticiones, a estas plantas se les midió su altura de la base del suelo al ápice de tallo o planta, con una regla graduada en centímetros. La primera medición fue a los 15 días después de su emergencia, y posteriormente cada 20 días. Las mediciones realizadas fueron seis en total.

Análisis estadístico

Los datos tomados en los diferentes materiales y cortes fueron analizados por medio de un bloque al azar completos, por otro lado las variables número de semillas germinadas (GER %), semillas no germinadas (NG %) y plantas anormales (PA %) se realizó transformando los datos a

raíz cuadrada, ya que los valores fueron tomados en porcentajes; además, se hizo una prueba de comparación de medias mediante Tukey, el paquete estadístico utilizado fue el SAS (SAS Institute, 2016).

3 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Prueba de almacenamiento de semilla

En la cosecha de marzo de 2016 para ambos lotes de semillas guardadas a medio ambiente y en refrigeración tuvieron un porcentaje de germinación inicial de 98 %, y de plantas anormales de 6.75 % para las guardadas al medio ambiente y de 4.5 % en refrigeración. La semilla guardada en refrigeración durante 14 meses mantuvo un alto porcentaje de germinación de semillas 96.5 %, y plantas anormales de 2 %; mientras que, las guardadas al medio ambiente, fue de 82.75 % y 11 % de plantas anormales (Cuadro 2). La literatura disponible no ofrece mucha información acerca del tiempo de resguardo de semillas en esta especie. Sin embargo, en tres materiales de moringa de diferente procedencia, se encontró 90 % de germinación en un periodo de 15 días, además el mayor porcentaje de germinación fue en el periodo de 8 a 13 días después de la siembra en campo (Contreras-Cisneros *et al.*, 2013). Por otro lado, Padilla *et al.* (2012) al trabajar con tiempos de remojo (24 y 48 horas) de semilla de moringa en Cuba, encontraron que el mejor tratamiento fue 24 horas de remojo, en donde se logró 94.5 % de germinación total a los 26 días, pero el mayor porcentaje de germinación se dio en el periodo de 11 a 15 días, remojadas a 24 horas.

Cuadro 2. Pruebas de germinación en moringa en tres diferentes fechas de resguardo y dos condiciones de almacenamiento. Campo Experimental Zacatepec, Morelos.

Cosecha Marzo 2016	2 MDC			8 MDC			14 MDC		
	GER ^{NS}	NG ^{NS}	PA ^{NS}	GER ^{NS}	NG ^{NS}	PA ^{NS}	GER*	NG*	PA ^{NS}
Refrigeración	98	2	4	97	3	2	97	3	2
	98	2	7	95	5	4	91	9	4
	98	2	3	98	2	0	98	2	0
	98	2	4	100	0	2	100	0	2
Promedio	98	2	4.5	97.5	2.5	2	96.5	3.5	2
Medio ambiente	99	1	8	95	5	12	82	18	12
	99	1	6	96	4	9	86	14	9
	98	2	7	95	5	10	80	20	12
	98	2	6	93	7	11	83	17	11
Promedio	98.5	1.5	6.75	94.75	5.25	10.5	82.75	17.25	11

MDC= Meses después de cosecha; GER= Número de semillas germinadas; NG=Semillas no germinadas; PA=Plantas anormales. NS= Diferencia no significativa con prueba de Tukey; *=Diferencia significativa con prueba de Tukey (P≤0.05)

En la cosecha de abril 2017, coincidió con las evaluaciones de marzo de 2016. Las semillas guardadas en refrigerador tuvieron mayor porcentaje de germinación en todos los meses evaluados. A los 18 meses, las semillas germinadas que fueron guardadas al medio ambiente fue de 80 % y de plantas anormales de 10 %; a diferencia de las semillas guardadas en refrigeración que fue de 90.75 % y de 5.5 % para las plantas anormales (Cuadro 3). Estos resultados son similares a los informados por Medina *et al.* (2007), quienes evaluaron a *M. oleifera* y *Leucaena leucocephala* en fase de vivero, hasta los 30 días posteriores a la siembra, y obtuvieron 95 y 100 %, respectivamente.

Cuadro 3. Pruebas de germinación en moringa en diferentes tiempos de resguardo y almacenadas en dos condiciones diferentes hasta 18 meses. Campo Experimental Zacatepec, Morelos.

Cosecha abril 2017	3 MDC			12 MDC			18 MDC		
	GER ^{NS}	NG ^{NS}	PA ^{NS}	GER ^{NS}	NG ^{NS}	PA ^{**}	GER ^{**}	NG ^{**}	PA ^{**}
Medio ambiente	98	2	8	96	4	8	72	28	16
	98	2	10	94	6	10	77	23	8
	98	2	3	94	6	1	87	13	1
	99	1	10	90	10	10	84	16	15
Promedio	98.25	1.75	7.75	93.5	6.5	7.25	80	20	10
Refrigeración	98	2	8	98	2	6	90	10	6
	98	2	9	95	5	10	93	7	10
	98	2	3	94	6	1	87	13	1
	99	1	7	98	2	5	93	7	5
Promedio	98.25	1.75	6.75	96.25	3.75	5.5	90.75	9.25	5.5

MDC= Meses después de cosecha; GER= Número de semillas germinadas; NG=Semillas no germinadas; PA=Plantas anormales. NS= Diferencia no significativa con prueba de Tukey; **=Diferencia altamente significativa con prueba de Tukey (P≤0.01)

Lo encontrado en este estudio indica que las semillas de moringa pueden mantener un porcentaje de germinación aceptable, por arriba de 80 %, en un periodo de año y medio bajo condiciones de medio ambiente; sin embargo, mantenerlos a bajas temperaturas, puede prolongar su buen comportamiento fisiológico, aun cuando este tipo de semillas con alto contenido de aceite pueden perder fácilmente su poder germinativo.

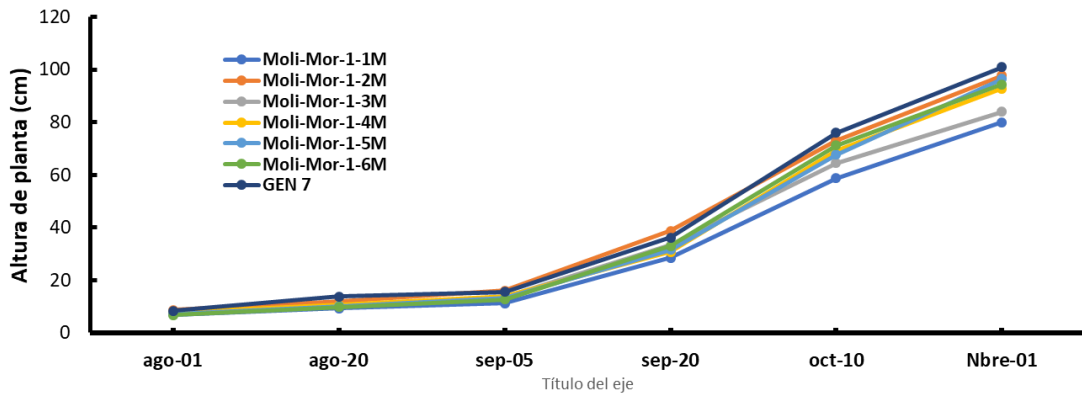
Cabe mencionar que las semillas no germinadas, fueron mayor en las almacenadas al medio ambiente. Cuando se hizo un corte en sentido longitudinal al embrión, no se observó ningún tipo de daño, probablemente serían consideradas como semillas latentes. Una semilla latente es aquella que no tiene la capacidad de germinar aún bajo condiciones favorables de: temperatura, luz, oscuridad, entre otros (Baskin y Baskin, 2001). La latencia funciona como una estrategia adaptativa ante ambientes desfavorables que contribuye a la supervivencia del individuo. Se expresa en regulaciones cronológicas de interrupción del crecimiento y disminución del metabolismo durante el ciclo de vida de la semilla (Vázquez-Yanes *et al.*, 1997; Varela y Arana, 2011).

Por otro lado, existen resultados contradictorios en cuanto al tiempo de germinación de semillas de moringa. Mubvuma *et al.* (2013) mencionan que las semillas de moringa tienen bajo porcentaje de germinación; Nouman *et al.* (2012) señalaron que puede fluctuar entre 60 y 90 %, por lo que una necesidad prioritaria de investigación es la búsqueda de estrategias para aumentar la germinación y así mejorar el proceso de establecimiento del cultivo. Njehoya *et al.* (2014) muestran que, con remojo de semillas en agua durante 12 horas se pudo alcanzar 90 % de germinación; Toral *et al.* (2013) en un estudio de ocho accesiones PKM-1 68, Criolla-Granma 68, Supergenius 69, Holguín-Mayarí 80, Matanzas 78, Plain 97, Paraguay y Holguín-Mayarí, encontraron porcentajes de germinación de 100 %; Croess y Villalobos (2008) mencionan que las semillas de moringa disminuyen su poder germinativo cuando se almacenan por más de dos meses; Sharma y Raina (1982) en la India informaron tasas de 60, 48 y 7.5 % para semillas sembradas después de uno, dos y tres meses de cosechadas, respectivamente; Moroto *et al.* (2000) reportaron valores menores (entre 10 y 60 % de germinación) en aquellas de un mes de cosechadas.

Evaluación de vigor en campo

En las seis fechas de evaluación de vigor en campo no se obtuvieron diferencias estadísticas. Esto significa que el material testigo GEN 7 se comportó igual que los seis grupos formados de la población de Miacatlán. Aunque, la Figura 1 muestra que el GEN 7 presentó los valores más altos. Esta respuesta podría explicarse, aunque el GEN 7 es un material local de mayor adaptación en la zona, sigue siendo una población de polinización libre, por lo que puede tener diferente número de días o tiempo en la germinación y vigor. Arias-Sabín (2014) señala que la moringa tiene un sistema de reproducción mixto, es capaz de reproducirse sexualmente a partir de un individuo; así también, estudios realizados por Navie y Csurhes (2010) sobre el sistema de producción de la *Moringa oleifera*, observaron que un 74 % de las semillas provenían de polinización cruzada, y el restante 26 % de autopolinización. Esto también sucede con respecto a la población de Miacatlán, que al ser la moringa una especie de polinización libre esta tiende a ser genéticamente un híbrido en cada semilla o planta, lo que significa una es diferente a la otra (Crow, 1948; Márquez, 1985). Por otro lado, Miranda-Córdoba (2015), en nanche (*Byrsonima crassifolia*) de diferentes procedencias midió el diámetro del tallo y altura de plántula durante 28 días, no encontró diferencias significativas en crecimiento inicial, coincidiendo a lo encontrado en este estudio con moringa, esta autora también menciona que podría atribuirse a que el periodo de evaluación del crecimiento inicial fue corto y no permitió detectar diferencias.

Figura 1. Evaluación de vigor, estimado en altura de planta, en siete materiales de moringa durante seis fechas de registro en el Campo Experimental Zacatepec, Morelos. 2016.



4 CONCLUSIONES

Las semillas de moringa resguardadas bajo condiciones de refrigeración mantienen un mayor poder germinativo que aquellas resguardadas en condiciones del medio ambiente.

El poder germinativo se redujo en 20 % a partir de los dos años de resguardo en condiciones ambientales.

El vigor inicial de los seis grupos evaluados no mostró diferencias estadísticas respecto al testigo, y su establecimiento fue muy lento.

REFERENCIAS

- Alves, C.Z.; de Sá, M.E.; Correa, L.; Binotti, F. 2006. Efeito da temperatura de armazenamento e de fitorreguladores na germinação de sementes de maracujá doce e desenvolvimento inicial e mudas. *Acta Sci. Agron. (Brasil)*. 28(3):441-448.
- 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 p.
- Baskin, C., y J. M. Baskin, 2001. *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, San Diego and London. 667 p.
- Basra, A. S. 1995. *Seed quality; basic mechanisms and agricultural implications*. Basra, A. S. (ed.) Food Products Press. Preface. New York, USA.
- Carlesso, V.O.; Berbert, P.A.; Da Silva, R.F.; Detmann, E. 2008. Drying and storage of seeds of the yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener). *Rev. Bras. Sementes*. 30(2):65-74.
- Contreras-Cisneros, A. J.; Trejo-Calzada, R.; Reveles-Hernández, M.; Ruiz-Torres, J.; Pedroza-Sandoval, A.; Ramos-Salazar, G. M. y Sáenz-Ríos, P. 2013. Evaluación de la germinación de tres genotipos de moringa (*Moringa oleifera*) en la comarca lagunera. I Congreso internacional, IX Congreso nacional sobre recursos bióticos de zonas áridas y VI Reunión nacional de orégano y otras aromáticas. Pág. 118-125.
- Copeland, L. O. and McDonald, M. B. 1995. *Principles of seed science and technology*. 3rd. ed. Chapman and Hall. New York, USA. 409 p.
- Croess, R. and Villalobos, N. 2008. Caracterización en cuanto a edad y altura de corte del Moringo (*Moringa oleifera*) como uso potencial en la alimentación animal. [En línea]. Disponible en: http://www.moringa.es/pageID_7271377.html. [18/09/12].
- Crow, J. 1948. Alternative hypothesis of hybrid vigor. *Genetics (EE.UU)*. 33: 477 – 478.
- Duke, J. 1983. *Handbook of energy crops*. Updated January 7th 1998, Retrieved October 5th 2010 from http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Moringa_oleifera.html
- Faiguenbaum, M. H. y Romero A., L. 1991. Efecto del tamaño de semilla sobre la germinación, el vigor y el rendimiento en un híbrido de maíz (*Zea mays* L). *Ciencia e Investigación Agraria* 18(3):111-117.
- Ferguson, J. An introduction to seed vigour testing. In: *SEED VIGOUR TESTING SEMINAR, 1995, Copenhagen*. [Proceedings...] Zurich: International Seed Testing Association, 1995. p. 1-9.
- Foidl, N., Mayorga, L. & Vásquez, W. 2011. Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco. para ganado. Proyecto Biomasa. Managua. Nicaragua. Disponible en: biomasa@ibw.com.ni <http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/frg/AGROFOR1/Agrofor1.htm>.
- García, E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, Instituto de Geografía-UNAM, México.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2005. *International rules for seed testing*. *Seed Sci. Tech.* 27 (suppl).

International Seed Testing Association (ISTA) 1995. Handbook of vigor test methods. 2. ed. Zurich,. 117 p.

Kelly A., F. 1988. Seed production of agricultural crops. Longman Scientific and Technical-John Wiley and Sons. New York, USA. 227 p.

Márquez, S. F. 1985. Genotecnia Vegetal. Métodos, teoría y resultados. (Tomos I, II y III). AGT. Editor, S.A.

Martinelli A. and Moreira de Carvalho, N. 1999. Seed size and genotype effects on maize (*Zea mays* L.) yield under different technology levels. *Seed Sci. Tech.* 27:999-1006.

Medina, M. G.; García, D.E.; Clavero, T. and Iglesias, J.M. 2007. Estudio comparativo de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical.* 25 (2): 83.

Miranda-Córdova C. A. 2015. Germinación de semillas y crecimiento inicial de *Byrsonima Crassifolia* (L.) Kunth de la localidad de Xicatlacotla, Tlaquiltenango, Morelos. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. 70 p.

Moroto L.O.; Cruz, E.; Francaise, E.; Driesche, V.; Beckmans, S.; Manso, M.J.; Lazo, L.; Ríos, C. and Machado, J. M. 2000. *Moringa oleifera* Lam. (Pterigosperma): consideraciones sobre la presencia de lectinas. Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería tropical”. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. Tomo I, p. 215.

Morton, J. 1991. The horseradish tree, *Moringa pterygosperma* (Moringaceae)—a boon to arid lands? *Econ Bot* 45:318–333

Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ra. ed. UNAM. México, D. F. 393 p.

Mubvuma, M.; Mapanda, S., and Mashonjowa, E. 2013. Effect of storage temperature and duration on germination of moringa seeds (*Moringa oleifera*). *Greener J. Agr. Sci.* 3(5):427-432.

Navie, S. and Csurhes, S. 2010. Horseradish tree. *Moringa oleifera*. Biosecurity Queensland. Department of Employment, Economic Development and Innovation. Brisbane (Australia).

Njehoya, C.; Bourou, S.; Awono, K., and Bouba, H. 2014. Évaluation du potentiel de germination de *Moringa oleifera* dans la zone soudano-guinéenne du Cameroun. *J. Appl. Biosci.* 74:6141-6148.

Nouman, W.; Siddiqui, M.; Basra, S.; Afzal, I., and Rehman, H. 2012. Enhancement of emergence potential and stand establishment of *Moringa oleifera* Lam. by seed priming. *Turk. J. Agric. For.* 36:227235.

Olson, M. E. y Fahey, J. W. 2011. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Revista Mexicana de Biodiversidad.* 82: 1071-1082.

Padilla, C., Fraga, N., and Suárez, M. 2012. Efecto del tiempo de remojo de las semillas de moringa (*Moringa oleifera*) en el comportamiento de la germinación y en indicadores del crecimiento de la planta. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* Vol. 46 (4): 419-421.

Pérez, A.; Sánchez, T.; Armengol N. y Reyes, F. 2010. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, 33 (4), 33-40.

Quintana, C. M. 1992. Tamaño de semilla de maíz (*Zea mays* L.) y su relación con la calidad física y fisiológica. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 70 p.

SAS Institute. 2016. SAS/STAT User's Guide. (Release 9.1). Cary, NC, USA. SAS Inst. Inc.

Shieh W., J. and McDonald, M. B. 1982. The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. *Seed Sci. Tech.* 10:307-313.

Sánchez P. Y., y M. Ramírez-Villalobos. 2006. Tratamientos pregerminativos en semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 23: 257-272.

Sharma, G.K. and Raina, V. 1982. Propagation techniques of *Moringa oleifera* Lam. In: *Improvement of forest biomass: Proceedings of a Symposium.* (Ed. P.K. Khosla). Indian Society of Tree Scientists. p. 175.

Toral, O.; Cerezo, Y.; Reino, J., and Santana, H. 2013. Caracterización morfológica de ocho procedencias de *Moringa oleifera* (Lam.) en condiciones de vivero. *Pastos y For. (Cuba)*. 36(4):409-416

Varela, S. A., y Arana, V. 2011. Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Cuadernillo No.3. Serie técnica: "Sistemas Forestales Integrados" Área Forestal-INTA EEA Bariloche. Varela, S. A. y Aparicio, A. (eds.). Argentina.

Vázquez-Yanes, C., A. Orozco, M. Rojas, M.E. Sánchez y V. Cervantes. 1997. La reproducción de las plantas: semillas y meristemas. Fondo de Cultura Económica. México. 90 Germinación y supervivencia de seis especies nativas en un bosque tropical.