

Storage and germination of Seeds with different weight of Jiotilla

Almacenamiento y germinación de las semillas de Jiotilla con diferente peso

Trujillo-Hernández, A.^{1,*}, López-Herrera, A.², Mandujano-Piña, M.¹.

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Avenida de los Barrios No. 1, Los Reyes Iztacala, C. P. 54090, Tlalnepantla Estado de México, México.

²Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Fitotecnia, Laboratorio de semillas, Km 38.5, C.P.56230, carretera México-Texcoco, Estado de México, México.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the germination of seeds of different weight of *Escontria chiotilla*, collected in May 2009 in Coxcatlán, Puebla. The experimental design was completely randomized. Factors taken were seed weight (0.584, 0.490 and 0.466 mg) and storage conditions (23 ± 2 °C and -20 °C environment in the germplasm bank of UACH-BANGEV). Germination capacity in 2009 (initial with no storage), 2010 and 2012, with storage of one and three years, respectively, was evaluated. The experimental unit was a Petri dish with 1 % agar and 100 seeds taken from each treatment with five repetitions, evaluated for 30 days each year. The results showed that germination capacity decreased after 3 years for all three weights. The heavier seeds (0.584 mg) retained the highest percentage in storage conditions environment, while the seeds stored in BANGEV decreased their ability to germinate at all weights. It was concluded that seed germination of *Escontria chiotilla* is affected by weight and storage condition and time.

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: January 13th 2016.

Accepted/Aceptado: March 01nd 2016.

*Corresponding Author:

Trujillo Hernández, A. Laboratorio de Fisiología Vegetal y Bacteriología L-501, Avenida de los Barrios No. 1, Los Reyes Iztacala, C.P. 54090, Tlalnepantla, Estado de México. México. Phone:+52(0155) 5623 1105. E-mail antruher@unam.mx

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la germinación de semillas de diferente peso de *Escontria chiotilla* recolectadas en mayo de 2009 en Coxcatlán, Puebla. El diseño experimental se realizó completamente al azar. Se tomaron como factores el peso (0.584, 0.490 y 0.466 mg) y las condiciones de almacenamiento (23 ± 2 °C ambiente y -20 °C en el banco de germoplasma, UACH-BANGEV). Se evaluó la capacidad germinativa en los años 2009 (inicial sin almacenamiento), 2010 y 2012, con almacenamiento respectivo de uno y tres años. La unidad experimental fue una caja de petri con agar al 1 % y 100 semillas tomadas de cada tratamiento con cinco repeticiones, evaluadas por 30 días de cada año. Los resultados mostraron que la capacidad de germinación disminuyó después de 3 años para los tres pesos. Las semillas más pesadas (0.584 mg) mantienen el porcentaje más alto en condiciones ambientales, mientras que las semillas almacenadas en BANGEV disminuyeron su capacidad de germinación en todos los pesos. Se concluyó que la germinación de la semilla de *Escontria chiotilla* se ve afectada por el peso, la condición y el tiempo de almacenamiento.

PALABRAS CLAVE

Escontria chiotilla, banco de germoplasma, viabilidad, Cactácea, especie endémica.

KEY WORDS

Escontria chiotilla, germplasm bank, viability, cactus, endemic specie.

Introduction

Escontria chiotilla is a cactus that belongs to Pachycereeae Tribe from the Cactoideae subfamily, endemic species from Mexico, commonly known as "jiotilla". It grows in plane or slightly steep places, thrives in arid, rocky, eroded or deforested lands (Martínez *et al.*, 2006). It constitutes a native resource from the south of Mexico, mainly in regions of the mixteca in Oaxaca; it has been recorded in the basin of the River Balsas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán and Valle de Tehuacan, Puebla (Bravo-Hollis and Sánchez- Mejorada, 1978). It is part of the mycophyll plant; it often constitutes groups called "quiotillales" (Casas *et al.*, 2001). It produces edible fruit of sweet pulp and purple color (Soriano-Santos *et al.*, 2007); they are consumed as fresh fruit, in water preparations, jam, preserves, ice cream, popsicle and candy; its tasty flavor and color makes this fruit an alternative resource at low cost (Arias *et al.*, 2001; Yáñez *et al.*, 2004). Due to its high content in sugar, the jiotilla fruit is proposed as feed for cattle (Soriano-Santos *et al.*, 2005).

Fruits have a globular shape, with bracts in the surface; they measure 3.5 cm of diameter and their color is reddish brown. The number of seeds they have is varied, from 400 to >1000 (Bravo-Hollis and Sánchez- Mejorada, 1978; Casas *et al.*, 2007) with germination percentages of 90 to 98 % (Casas *et al.*, 2007) which represents a good reference for its conservation in germplasm banks; however, it is also necessary to know other characteristics of the seeds such as: its physiology, structure, reserves compositions and humidity contain, important all to carry its preservation in an optimal way (Vázquez-Yanes *et al.*, 1997; Cubero, 1990).

In general, cacti seeds present a considerable variation on their structure, cover color, shape, size and weight, and studies on the viability or capacity that seeds have to remain alive and germinate in optimal conditions (Vázquez-Yanes *et al.*, 1997; Rao *et al.*, 2007), and longevity, duration or average lifetime that seeds have under natural or artificial conditions (Vázquez-Yanes *et al.*, 1997) are scarce.

Introducción

Escontria chiotilla es una cactácea, que pertenece a la tribu Pachycereeae de la subfamilia Cactoideae, especie endémica de México, conocida comúnmente como "jiotilla". Crece en lugares planos o de poca pendiente, prospera en terrenos áridos, pedregosos, erosionados o deforestados (Martínez *et al.*, 2006). Constituye un recurso nativo del sur de México principalmente en las regiones de la mixteca oaxaqueña, se encuentra registrada en la cuenca del Balsas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y el Valle de Tehuacán, Puebla (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1978). Forma parte del matorral micrófilo; a menudo constituye agrupaciones llamadas "quiotillales" (Casas *et al.*, 2001). Produce frutos comestibles, de pulpa dulce, color púrpura (Soriano-Santos *et al.*, 2007); son consumidos como fruta fresca, en preparados con agua, mermelada, conservas, nieves, paletas y dulces, su color y sabor agradable hace de este fruto un recurso alternativo de bajo costo (Arias *et al.*, 2001; Yáñez *et al.*, 2004). Por su alto contenido en azúcares el fruto de jiotilla es propuesto como alimento para el ganado (Soriano-Santos *et al.*, 2005).

Los frutos tienen forma globosa con brácteas en la superficie, miden 3.5 cm de diámetro y son de color café rojizo. El número de semillas que presentan es variado de 400 a > 1000 (Bravo-Hollis y Sánchez- Mejorada, 1978; Casas *et al.*, 2007) con porcentajes de germinación de 90 a 98 % (Casas *et al.*, 2007) lo que representa un buen referente para su conservación en los bancos de germoplasma; sin embargo, también es necesario el conocimiento de otras características de la semilla como: su fisiología, estructura, composición de sus reservas y contenido de humedad, importantes para llevar a cabo su preservación de manera óptima (Vázquez-Yanes *et al.*, 1997; Cubero, 1990).

En general, las semillas de las cactáceas presentan una considerable variación de su estructura, color de la cubierta, forma, tamaño y peso, y son pocos los estudios sobre: la viabilidad o capacidad que tienen las semillas de permanecer vivas y germinar en condiciones óptimas (Vázquez-Yanes *et al.*, 1997; Rao *et al.*, 2007); y la longevidad, duración o tiempo de vida promedio que tienen las semillas, bajo condiciones naturales o artificiales (Vázquez-Yanes *et al.*, 1997).

Para algunas especies de cactáceas se reportan diferentes patrones de longevidad, algunas presentan una viabilidad a uno y dos años, (Sánchez- Salas *et al.*, 2006), para otras se encontró variación asociada al tamaño de la semilla, tanto

Different longevity patterns are reported for some species, some present a viability of one or two years (Sánchez-Salas *et al.*, 2006), for others a variation related to seed size was found, for both between species and within one species only (Ayala-Cordero *et al.*, 2004).

The adequate conservation of seeds under artificial conditions of storage requires to consider the level of dehydration and freezing temperature they stand, periodic tests of germination, substitution of seeds according to its loss of viability, and the utilization of containers that prevent water absorbance. These elements are significant, since they can modify the viability and, in consequence, longevity of seeds in storage, apart from affecting the interpretation of their response (Hong and Ellis, 1996).

It is important to perform work aimed to find the germination response in storage of cacti seeds at a short, medium and long term, so that it contributes to detecting their longevity and optimal conservation, and avoid the loss of these species in the future. Hence, this work was aimed to evaluate the germination response of seeds of *Escontria chiotilla* of different weights, stored during one and three years at room temperature and in the BANGEV (National Bank of Vegetal Germplasm of the UACH).

Materials and Methods

Fruit recollection

The harvesting of fruits of *E. chitoilla* was made in May 2009 in the locality of Venta Salada, situated at 97°11'48" and 97° 12' 13" West Longitude and 18° 16' 45" and 18° 17' 9" North latitude, belonging to the municipality of Coxcatlán, Puebla, Mexico.

A recollection of 900 fruits of wild plants was performed. These fruits were sanitized with sodium hypochlorite 0.02 % during five minutes and then transported to the FES-I, UNAM. In the lab, the weight of 120 fruits was recorded using a granatary scale (Ohaus), longitude and diameter with a vernier (Scala) and the number of seeds per fruit. Descriptive statistic was obtained with these records.

Extraction of seeds

The pulp of the fruits was desegregated in tap water to obtain the seeds. Seeds were then separated

entre especies como dentro de una misma especie (Ayala-Cordero *et al.*, 2004).

La conservación adecuada de las semillas, en condiciones artificiales de almacenamiento, requiere considerar el nivel de deshidratación y temperatura de congelación que soportan, pruebas periódicas de germinación, la sustitución de las semillas de acuerdo a la pérdida de su viabilidad, así como la utilización de contenedores que prevengan la absorción de agua. Estos elementos son significativos ya que pueden modificar la viabilidad y en consecuencia la longevidad de la semillas en almacenamiento, además de afectar la interpretación de su respuesta (Hong y Ellis, 1996).

Es importante realizar trabajos encaminados a conocer la respuesta de germinación en almacenamiento, de las semillas de cactáceas a corto, mediano y largo plazo, de tal forma que esto contribuya a determinar su longevidad y óptima conservación y evitar en un futuro la pérdida de estas especies. Por lo anterior el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la respuesta germinativa de las semillas de *Escontria chiotilla* de diferentes pesos, almacenadas durante uno y tres años a temperatura ambiente y en el BANGEV (Banco Nacional de Germoplasma Vegetal de la UACH).

Materiales y Métodos

Recolección de frutos

La cosecha de los frutos de *E. chiotilla* se realizó en el mes de Mayo del año 2009 en la localidad de Venta Salada, ubicada a los 97° 11' 48" y 97° 12' 13" longitud oeste y a los 18° 16' 45" y 18° 17' 9" latitud norte, perteneciente al municipio de Coxcatlán, Puebla, México.

Se recolectaron 900 frutos de plantas silvestres. Estos frutos fueron sanitizados con hipoclorito de sodio 0.02 % por cinco minutos y se transportaron al campus univesitario FES-Iztacala de la UNAM. En el laboratorio a 120 frutos se les registró su peso en una balanza granataria (Ohaus), longitud y diámetro con un vernier (Scala), así como el número de semillas por fruto. Con estos registros, se obtuvo la estadística descriptiva.

Extracción de semillas

Para la obtención de las semillas se disgregó la pulpa de los frutos en agua corriente. Las semillas se separaron con un colador, se enjuagaron repetidas veces hasta eliminar el mucilago y se dejaron secar a temperatura ambiente durante 24 h.

with a strainer, rinsed repeatedly until the mucilage was eliminated, and then they were left to dry at room temperature during 24 h.

Seed weight

Seeds of all fruits were mixed and divided into two portions: one portion was placed in a seed blower (Seedburo Equipment Co.) for weight separation, the light and damaged seeds were then eliminated; the other portion of seeds was not processed by the blower. To obtain the average weight of seeds, 50 samples of 10 seeds each were taken, using an analytical scale (Sartorius AG). The following categories were established: I) 0.584 mg, II) 0.490 mg, III) 0.466 mg and IV) 0.323 mg, and their germination was evaluated for its incorporation in the storage phase; with this criterion, only those seeds that showed values higher than 80 % were considered, hence category IV was disregarded.

Humidity percentage was determined by categories I, II and III. 0.5 g of seeds were used, with 3 repetitions, placed at 130 °C during one hour in accordance to the Booklet for seed management (Rao *et al.*, 2007).

Before storage, seeds were adjusted at 8 % of their humidity content, placing them in foil baskets inside a desiccator with silica gel, until the wanted weight was obtained in accordance to the procedure by Hong and Ellis (1996). After, between 1.1 and 1.94 g of the seeds were placed in each weight category on sealed foil envelopes (given by BANGEV), which were introduced in glass recipients with hermetic lid.

To evaluate the germination capacity of seeds, after stored, an experimental randomized design with a factorial arrangement of 3 x 2 was used. Factors were: weight (0.584, 0.490 and 0.466 mg) and storage temperature (23 ± 2 °C, room temperature and -20 °C BANGEV from the Universidad Autónoma Chapingo) during one and three years. Germination capacity was recorded and analyzed in the years 2009, 2010 and 2012. 2009 was taken as initial, while the storage condition was applied to one (2010) and three (2012) years. Once the storage time passed by, seeds were sowed in groups of 100 seeds and placed in Petri dishes with hygrosopic agar at 1 % (experimental unit). Five repetitions per treatment were taken (Table 1). They were placed in a chamber with controlled conditions of photoperiod of 12 h light/darkness supplied with fluorescent

Peso de las semillas

Semillas de todos los frutos fueron mezcladas y divididas en dos porciones: una porción se colocó en un soplador de semillas (Seedburo Equipment Co.) para su separación por peso, posteriormente se eliminaron las semillas ligeras y dañadas, la otra porción de semillas no fue procesada por el soplador. Para obtener el peso promedio de las semillas se tomaron 50 muestras de 10 semillas cada una, se utilizó una balanza analítica (Sartorius AG). Se establecieron las siguientes categorías: I) 0.584 mg, II) 0.490 mg, III) 0.466 mg y IV) 0.323 mg, y se evaluó su germinación para su incorporación en la fase de almacenamiento, con este criterio sólo se consideraron aquellas que mostraron valores mayores a 80 %, por lo que se descartó la categoría IV.

El porcentaje de humedad se determinó para las categorías I, II y III. Se utilizaron 0.5 g de semillas, con 3 repeticiones, colocadas a 130 °C durante una hora de acuerdo a lo establecido en el Manual para el manejo de semillas (Rao *et al.*, 2007).

Previo a su almacenamiento, las semillas se ajustaron a 8 % de su contenido de humedad colocándolas en canastillas de aluminio dentro de un desecador con silica gel, hasta obtener el peso deseado de acuerdo al procedimiento de Hong y Ellis (1996). Posteriormente, se colocaron entre 1.1 y 1.94 g de las semillas de cada categoría de peso en sobres de aluminio sellados (proporcionados por el BANGEV), los cuales fueron introducidos en recipientes de vidrio con tapa hermética.

Para evaluar la capacidad germinativa de las semillas, después de ser almacenadas, se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial 3 x 2. Como factores: peso (0.584, 0.490 y 0.466 mg) y temperatura de almacenamiento (23 ± 2 °C, ambiente y -20 °C BANGEV de la Universidad Autónoma Chapingo) durante uno y tres años. La capacidad germinativa se registró y analizó en los años 2009, 2010 y 2012. Se tomó el 2009 como inicial, mientras que la condición de almacenamiento fue aplicada a uno (2010) y tres (2012) años. Una vez transcurrido el tiempo de almacenamiento, las semillas fueron sembradas en grupos de 100 semillas y colocadas en caja de Petri con agar higroscópico al 1 % (unidad experimental). Se tomaron cinco repeticiones para cada tratamiento (Tabla 1). Se colocaron en una cámara con condiciones controladas de fotoperiodo de 12 h luz/oscuridad suministrado con lámparas de luz fluorescente (Philips de luz blanca 40 W) con intensidad luminosa promedio de $44.22 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y temperatura máxima 32 ± 2 °C día / mínima 20 ± 2 °C noche, registrando su germinación acumulada durante 30 días.

Table 1.
Description of treatments.
Tabla 1.
Descripción de los tratamientos.

Treatments (T)	Factors and Levels
T1	Weight 0.584 + Temperature (23 ± 2 °C)
T2	Weight 0.584 + Temperature (- 20 °C)
T3	Weight 0.490 + Temperature (23 ± 2 °C)
T4	Weight 0.490 + Temperature (- 20 °C)
T5	Weight 0.466 + Temperature (23 ± 2 °C)
T6	Weight 0.466 + Temperature (- 20 °C)

light lamps (Phillips white light 40 W) with an average luminous intensity of $44.22 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ and maximum temperature $32^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ day / minimum $20 \pm 2^{\circ} \text{C}$ night, recording their accumulated germination during 30 days.

Germination results were obtained in percentage and transformed to arcsine for their processing through a variance analysis and average comparison test of Tukey with $p < 0.05$. The statistical SAS® Package V9.0. was used.

Results and Discussion

According to data recorded, the fruit of *E. chiotilla* presented an average weight of 13.62 ± 4.14 g. Casas *et al.*, (2007) indicate that it varies according to the management that is given to populations, they mention 6.44 g for wild fruits and for fruits with few managing *in situ* 11.102 g, the latter close to what was found in this work. The size of the fruit had an average in length of 3.0 ± 0.378 cm, diameter de 2.77 ± 0.324 cm, similar to the obtained by other authors in different localities, who report fruits of 2.262 to 3.26 cm length and 2.118 to 2.54 cm of diameter (Yáñez *et al.*, 2004; Huerta, 1998; Casas *et al.*, 2007).

The number of seeds in cacti presents a great variation attributed to age and number of flowers in the plant (Rojas-Arechiga and Vázquez- Yanes, 2000), for *E. chiotilla* an average of 532 ± 181 seeds was found, regarding this, there are records that indicate a different number of seeds in accordance to the type of population; for wild plants 407.632 ± 20.67 and for plants with few management *in situ* 532.718 ± 15.601 (Casas *et al.*, 2007); the last value is equal to that obtained in this population of plants, however, no management was received in this locality.

Los resultados de la germinación fueron obtenidos en porcentaje y transformados al arcoseno para su procesamiento mediante análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey con $p < 0.05$. Se utilizó el paquete estadístico SAS® V9.0.

Resultados y Discusión

De acuerdo a los datos registrados el fruto de *E. chiotilla* presentó peso promedio de 13.62 ± 4.14 g. Casas *et al.*, (2007) indica que este varía de acuerdo al manejo que se proporciona a las poblaciones, menciona para frutos silvestres 6.44 g y para frutos con poco manejo *in situ* 11.102 g siendo este último cercano al encontrado en este trabajo. El tamaño del fruto tuvo un promedio en longitud de 3.0 ± 0.378 cm, diámetro de 2.77 ± 0.324 cm similar al obtenido por otros autores, en diferentes localidades, quienes reportan frutos de 2.262 a 3.26 cm de longitud y 2.118 a 2.54 cm de diámetro (Yáñez *et al.*, 2004; Huerta, 1998; Casas *et al.*, 2007).

En cactáceas el número de semillas presenta una gran variación atribuida a la edad y número de flores de la planta (Rojas-Arechiga y Vázquez- Yanes, 2000) para *E. chiotilla* se encontró un promedio de 532 ± 181 semillas, respecto a este existen registros que indican diferente número de semillas de acuerdo al tipo de población; para plantas silvestres 407.632 ± 20.67 y para plantas que tienen poco manejo *in situ* 532.718 ± 15.601 (Casas *et al.*, 2007) este último valor es igual al obtenido en esta población de plantas, sin embargo en esta localidad no recibieron ningún tipo de manejo.

Peso de las semillas

En cactáceas se ha reportado un amplio rango de variación en el peso de las semillas éste va de 0.037

Seed weight

A wide range of variation has been reported in cacti, in the weight of the seeds it ranges from 0.037 to 7.67 mg (Barthlott and Hunt, 2000) with the possibility to find seeds of higher weight. In the case of *E. chiotilla*, weights of 0.624 and 0.78 mg (Casas *et al.*, 2007) and 0.66 mg (Loza-Cornejo *et al.*, 2008) have been recorded; in this work, the weight obtained (Figure 1) for seeds with no separation was 0.466 mg and for isolated 0.584, 0.490 and 0.323 mg, these values are lower than those indicated for this species. According to Loza-Cornejo *et al.*, (2008), weight variation in the seeds might represent different strategies of species reproduction, since it constitutes the amount of reserve that will be used for the development of the seedling. Likewise, weight is related to size, shape and number of seeds per fruit, in some cases, a directly proportional relation between size

and weight has been established (Barthlott and Hunt, 2000) con la posibilidad de encontrar semillas de mayor peso. En el caso de *E. chiotilla* han registrado pesos de 0.624 y 0.78 mg (Casas *et al.*, 2007) y 0.66 mg (Loza-Cornejo *et al.*, 2008); en este trabajo el peso obtenido (Figura 1) para las semillas sin separar fue de 0.466 mg y para las aisladas 0.584, 0.490 y 0.323 mg estos valores son menores a los indicados para esta especie. De acuerdo con Loza-Cornejo *et al.*, (2008) la variación en el peso de las semillas puede representar diferentes estrategias de reproducción de la especie, ya que este constituye la cantidad de reserva que será utilizada para el desarrollo de la plántula. Así mismo el peso está relacionado con el tamaño, forma y número de semillas por fruto, en algunos casos se ha establecido una relación directamente proporcional entre el tamaño y el peso (Barthlott and Hunt, 2000; Ayala-Cordero *et al.*, 2004) sin embargo, en otras ocasiones no se observa dicha relación,

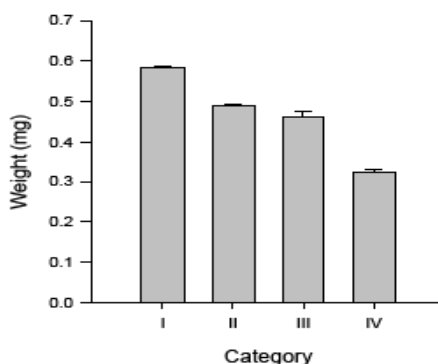


Figure 1. Classification of *E. chiotilla* seeds per categories based in their average weight: I) de 0.584 mg, II) 0.490 mg, III) 0.466 mg and IV) 0.323 mg (light seeds). Each column represents the average of 50 repetitions \pm standard error.

Figura 1. Clasificación de las semillas de *E. chiotilla* por categorías en base a su peso promedio: I) de 0.584 mg, II) 0.490 mg, III) 0.466 mg y IV) 0.323 mg (semillas ligeras). Cada columna representa el promedio de 50 repeticiones \pm error estándar.

and weight has been established (Barthlott and Hunt, 2000; Ayala-Cordero *et al.*, 2004); however, in other occasions such relation is not observed, therefore, the size of the seed is considered as an indicator of success in the development and establishment of seedlings, where small seeds will have more specific requirements to germinate than bigger seeds (Loza-Cornejo *et al.*, 2008). For *E. chiotilla* the seed represents the most effective reproduction and dispersion mean, since by lacking vegetative reproduction, the percentage of germination that presents (>90 %) along to the fruit production and number of seeds (532), constitute

por lo que se considera al tamaño de la semilla como un indicador de éxito en el desarrollo y establecimiento de las plántulas, donde semillas pequeñas tendrán requerimientos más específicos para germinar que semillas grandes (Loza-Cornejo *et al.*, 2008). Para *E. chiotilla* la semilla representa, el medio de reproducción y dispersión más efectivo ya que al carecer de reproducción vegetativa el porcentaje de germinación que presenta (>90 %) aunado a la producción de frutos y el número de semillas (532), constituyen una mayor probabilidad de éxito para el establecimiento y desarrollo de la especie en su hábitat natural.

a higher probability of success for the establishment and development of the species in their natural habitat.

Germination of seeds of different weights

In accordance to the statistical analysis, the value of the seed germination of 0.323 mg (1.33 %) was significantly lower ($p < 0.05$) with respect to the other weights: 0.466 mg (92.16 %), 0.490 mg (88.33 %) and 0.584 mg (92.0 %). Therefore, seeds weighing 0.323 mg were not taken into consideration for storage (Figure 2). Germination values obtained for the seeds of 0.584 mg are similar to those recorded by Loza-Cornejo *et al.*, (2008) in seeds of 0.66 mg; in other paper it is mentioned that the germination capacity of *E. chiotilla* depends on the time passed from the fruit harvesting (Oaxaca-Villa, 2006); however, results do not agree with the latter.

Humidity content

E. chiotilla seeds presented a similar humidity content: 8.13 % for seeds weighing 0.584 mg and 8.16 % for seeds of 0.466 and 0.490 mg, and the storage condition

Germinación de las semillas de diferentes pesos

De acuerdo al análisis estadístico el valor de la germinación de las semillas de 0.323 mg (1.33 %) fue significativamente menor ($p < 0.05$) con respecto a los otros pesos: 0.466 mg (92.16 %), 0.490 mg (88.33 %) y 0.584 mg (92.0 %). Por lo anterior las semillas con peso de 0.323 mg no se consideraron para su almacenamiento (Figura 2). Los valores de germinación obtenidos para las semillas de 0.584 mg son similares a los registrados por Loza-Cornejo *et al.*, (2008) en semillas de 0.66 mg; en otro trabajo se menciona que la capacidad germinativa de *E. chiotilla* depende del tiempo transcurrido a partir de la cosecha del fruto (Oaxaca-Villa, 2006), sin embargo los resultados no corroboran lo anterior.

Contenido de humedad

Las semillas de *E. chiotilla* presentaron un contenido de humedad similar: 8.13 % para semillas con peso de 0.584 mg y 8.16 % para semillas de 0.466 y 0.490 mg y la condición de almacenamiento en este trabajo fue de 8 %

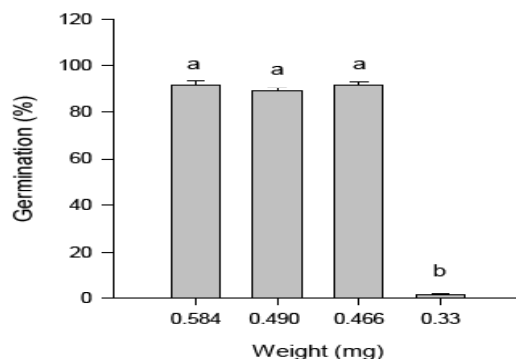


Figure 2. Accumulated germination of *E. chiotilla* seeds from different weights (0.584, 0.490, 0.466 and 0.33 mg) during 30 days in Petri dishes with hygrosopic agar at 1 %. Each column represents the average of 5 repetitions \pm standard error. Averages with the same letter in each column are equal in accordance to Tukey Test at $p \leq 0.05$.

Figura 2. Germinación acumulada de las semillas de *E. chiotilla* de diferentes pesos (0.584, 0.490, 0.466 y 0.33 mg) durante 30 días en cajas de Petri con agar higroscópico al 1 %. Cada columna representa el promedio de 5 repeticiones \pm error estándar. Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $p \leq 0.05$.

in this work was 8 % within the range (3 to 8 %) indicated by Rao *et al.*, (2007) for germplasm accessions that are used in the regeneration, multiplications, characterization and evaluation at short and medium term (active collections).

dentro del rango (3 a 8 %) indicado por Rao *et al.*, (2007) para accesiones de germoplasma que se utilizan en la regeneración, multiplicación, caracterización y evaluación a corto y mediano plazo (colecciones activas).

Germination of stored seeds

Analysis per year of germination showed a descendent tendency in the initial response, higher values were obtained in 2009 and lower values in the third year (2012) of the experiment (Table 2). It was also observed that seeds of higher weight (0.584 mg) presented differences ($p < 0.05$) since they keep a higher germination percentage in respect to those of 0.490 and 0.466 mg in the first year, therefore, it is proposed that seeds of higher weight are more adequate for their conservation. On the other hand, viability in the storage condition was higher at temperature 23.2 °C with respect to -20 °C for both evaluation years, especially the first year, where no interaction effect was observed, and showed difference for the third year (Table 2). Therefore, the analysis was aimed to the effect on storage levels of each weight (Table 3), which indicated differences in the condition of 23 ± 2 °C and weight of 0.584 with respect to those of 0.490 and 0.466 mg in the same condition, while at -20 °C no differences in any weight were presented.

The interaction effect of the weight in each storage form (Table 4) showed that all weight levels in the condition of 23 ± 2 °C was significant with respect to -20 °C.

It has been appointed that storage influences the viability and reduces vigor depending on time, storage condition

Germinación de las semillas almacenadas

El análisis por año de la germinación mostró una tendencia descendente en la respuesta de inicio, se obtuvieron valores mayores en el 2009 y más bajos en el año tres (2012) del experimento (Tabla 2). También se observó que las semillas de mayor peso (0.584 mg) presentaron diferencias ($p < 0.05$) ya que mantienen un mayor porcentaje de germinación respecto a las de 0.490 y 0.466 mg, en el primer año, por lo que se propone que las semillas de mayor peso son más adecuadas para su conservación. Por otra parte la viabilidad en la condición de almacenamiento fue mayor en la temperatura de 23.2 °C con respecto a -20 °C, para ambos años de evaluación, sobre todo el primer año, donde no se observó efecto de interacción, el cual mostro diferencias para el tercer año (Tabla 2). Por lo que el análisis se orientó al efecto de los niveles de almacenamiento en cada peso (Tabla 3), el cual indicó diferencias en la condición de 23 ± 2 °C y peso de 0.584 con respecto a los de 0.490 y 0.466 mg en la misma condición, mientras que en -20 °C no se presentaron diferencias en ningún peso.

El efecto de interacción del peso en cada forma de almacenamiento (Tabla 4), mostro que todos los niveles de peso en la condición de 23 ± 2 °C fue significativo con respecto a -20 °C.

Se ha señalado que el almacenamiento influye en la viabilidad y reduce el vigor, dependiendo del tiempo, la condición de

Table 2.
Comparison of means of germination of seeds of jiotilla per year and in each of the factors, and their interaction, n=5

Tabla 2.
Comparación de medias de la germinación de semillas de jiotilla por año y en cada uno de los factores, así como su interacción, n=5

Factors	Year of evaluation		
	2009 (Initial)	2010	2012
	Germination (%)		
Weight (mg)			
0.584	92.43 ^{az}	90.73 ^b	74.33 ^d
0.49	84.44 ^b	76.65 ^b	63.65 ^b
0.466	87.27 ^{ab}	77.07 ^b	63.43 ^b
Condition			
Environment	start	90.68 ^a	79.20 ^a
BANGEV	start	71.33 ^b	54.03 ^b
Interaction			
Weight * Condition		NS	*

^zAverages with the same letter within factor in each column are equal in accordance to Tukey Test at $\alpha \leq 0.05$.; NS: non-significant; * significant with $\alpha \leq 0.05$.

^zMedias con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $\alpha \leq 0.05$.; NS: no significativo; * significativa con $\alpha \leq 0.05$.

Table 3.

Comparison of averages in Germination of seeds of jiotilla in the interaction of storage condition with each weight in the year 2012, n=5

Tabla 3.

Comparación de medias de Germinación de las semillas de jiotilla en la interacción de la condición de almacenamiento con cada peso en el año 2012, n=5

Weight (mg)	Environment	
	Germination (%)	
0.584	89.63 ^a	55.04 ^a
0.490	73.31 ^b	53.39 ^a
0.466	72.67 ^b	53.66 ^a

^zAverages with the same letter within factor in each column are equal in accordance to Tukey Test at $p \leq 0.05$.

^zMedias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $p \leq 0.05$.

Table 4.

Comparison of averages in Germination of seeds of Jiotilla in the interaction of weight of the seed with each of the storage forms in the year 2012, n=5

Tabla 4.

Comparación de medias de Germinación de la semillas de Jiotilla en la interacción del peso de la semilla con cada una de las formas de almacenamiento en el año 2012, n=5

Condición	Weight of seed		
	0.584	0.490	0.466
Environment	89.63 ^a	73.31 ^a	72.67 ^a
BANGEV	55.04 ^b	53.39 ^b	53.66 ^b

^zAverages with the same letter within factor in each column are equal in accordance to Tukey Test at $p \leq 0.05$.

^zMedias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $p \leq 0.05$.

and humidity content of the seed due to chemical changes that occur during this condition (Moncaleano-Escandon *et al.*, 2013).

In this case, a decrease of 24.25 % in the germination of seeds conserved in the BANGEV at three years of storage was recorded, with respect to those conserved at room temperature (12.65 %), which indicates that this seed is sensible to this condition. Regarding longevity in cacti, without specifying storage condition, it is mentioned that the loss of viability is varied and found in species that keep their germination capacity from 1 to 10 years, and in others in which storage time favors the loss of latency (Rojas-Arechiga and Vázquez-Yanes, 2000). On the other hand, the presence of three patterns is also mentioned: seeds that lose viability at one year, those that keep their germination capacity up to two years and those that increase their germination by breaking the latency in seeds of 1 and 2 years of age

almacenamiento y el contenido de humedad de la semilla debido a los cambios químicos que ocurren durante esta condición (Moncaleano-Escandon *et al.*, 2013).

En este caso se registró una disminución del 24.25 % en la germinación de las semillas conservadas en el BANGEV a los 3 años de su almacenamiento con respecto a las conservadas a temperatura ambiente (12.65 %) lo que indica que esta semilla es sensible a esta condición. En cuanto a longevidad en cactáceas sin especificar la condición de almacenamiento, se menciona que la pérdida de viabilidad es muy variada y se encuentran especies que mantienen su capacidad de germinación desde 1 hasta 10 años y en otras en las que el tiempo de almacenamiento favorece la pérdida de latencia (Rojas-Arechiga y Vázquez-Yanes, 2000). Por otra parte, también se menciona la presencia de tres patrones de respuesta: semillas que pierden su viabilidad al año, las que mantienen su capacidad de germinación hasta dos años y las que incrementan su germinación al romperse la latencia en semillas de 1 y 2 años de edad (Flores y Jurado, 2011). Los

(Flores and Jurado, 2011). Results found so far for *E. chiotilla* indicate a decrease in the germination capacity of the seeds after three years of storage. It is important to consider that longevity in natural or controlled conditions depends on the type of seed, maturity state, viability, humidity content and temperature at storage time, and grade of infection for fungus or bacteria. In this work, a less vigor in the seedlings obtained from lower weight, and the development of fungi after germination was observed (data non-included), which altogether affected the survival of these.

Conclusions

Seeds with average weight of 0.584 mg presented higher germination capacity in environmental conditions (23 ± 2 °C) after three years of storage. The storage condition in the BANGEV (-20 °C) decreases viability of seeds from the three different weights (0.584, 490 and 0.466 mg). Time, storage condition and weight affected germination capacity of seeds of *E. chiotilla*.

Acknowledgements

Dr. Jesús Axayacatl Cuevas Sánchez, Curator of the National Bank of Vegetal Germplasm (UACH) and master Susana Gama Lopez, for their support in the making of this work.

References

- Arias, T.A.A., Valverde, V.M.T. and Reyes, S.J. 2001. Las plantas de la región de Zapotitlán Salinas, Puebla. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT y Universidad Nacional Autónoma de México, 2001. 28
- Ayala-Cordero, G., Terrazas, T., López-Mata, L. and Trejo, C. 2004. Variación en el tamaño y peso de la semilla y su relación con la germinación de una población de *Stenocereus beneckeii*. *Interciencia* 29(12): 692-697. http://www.scielo.org/ve/scielo.php?pid=S0378-18442004001200007&script=sci_abstract
- Barthlott, W. and Hunt, D. 2000. Seed –diversity in the Cactaceae subfam. Cactoideae. Inglaterra: Editor David Hunt, 173 pp. https://www.researchgate.net/publication/261903347_Seed-diversity_in_Cactaceae_subfam_Cactoideae
- Bravo-Hollis, H. and Sánchez-Mejorada, H. 1978. Las cactáceas de México. Vol. 1. México: UNAM.
- Casas, A., Valiente-Banuet, A., Viveros, J.L., Caballero, J., Cortés, L., Dávila P. *et al.* 2001. Plant Resources of the Tehuacán-Cuicatlán Valley México. *Economic Botany* 55: 129-166. <http://link.springer.com/article/10.1007/BF02864551>
- Casas, A., Otero-Araiz, A., Pérez-Negrón, E. and Valiente-Banuet, A. 2007. *In situ* management and domestication of plant in Mesoamerica. *Annals of Botany* 100: 1101–1115. <http://aob.oxfordjournals.org/content/100/5/1101.full.pdf+html>
- Cubero, J.I. 1990. Técnicas de conservación de recursos genéticos vegetales de interés económico con riesgo de extinción. En: Proceeding of the International Conference on Conservation Techniques in Botanic Gardens. Koeltz Scientific Books D-6240, Koenigstein/Germany, 17-26. <http://www.gbv.de/dms/bs/toc/016049705.pdf>
- Flores, J. and Jurado, E. 2011. Germinación de especies de cactáceas en categoría de riesgo del desierto chihuahuense. *Revista mexicana de ciencias forestales* 2(8): 59-70. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-11322011000600006&Ing=en&nrm=iso&tling=es

resultados hasta hora encontrados para *E. chiotilla* indican disminución en la capacidad de germinación de las semillas después de tres años de almacenamiento. Es importante considerar que la longevidad en condiciones naturales o controladas depende del tipo de semilla, estado de madurez, viabilidad, contenido de humedad y temperatura al ser almacenada y grado de infección por hongos y bacterias. En este trabajo se observó (datos no incluidos) un menor vigor en las plántulas obtenidas de semillas de menor peso, así como el desarrollo de hongos después de la germinación, lo que en conjunto afectó la sobrevivencia de éstas.

Conclusiones

Las semillas con peso promedio de 0.584 mg, presentaron la mayor capacidad germinativa en condiciones ambientales (23 ± 2 °C) después de tres años de almacenadas. La condición de almacenamiento en el BANGEV (-20 °C) disminuye la viabilidad de las semillas de los tres diferentes pesos (0.584, 490 y 0.466 mg). El tiempo, condición de almacenamiento y peso afectaron la capacidad germinativa de las semillas de *E. chiotilla*.

Agradecimientos

Dr. Jesús Axayacatl Cuevas Sánchez, Curador de Banco Nacional de Germoplasma Vegetal (UACH) y a la Maestra Susana Gama López, por su apoyo en la realización de este trabajo.

- Hong, T.D. and Ellis, R.H. 1996. A protocol to determine seed storage behaviour. Rome, Italy: International Plant Genetic Resources Institute. *Boletín técnico* 1: 62. http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/images/file/learning_space/technicalbulletin1.pdf
- Huerta, P.C. 1998. Crecimiento y análisis del fruto de *Escontria chiotilla* (Weber) Rose y *Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxbaum; en Venta Salada, Puebla. (Tesis de Licenciatura). Estado de México: Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
- Loza-Cornejo, S., López-Mata, L. and Terrazas, T. 2008. Morphological Seed Traits and Germination of Six Species of *Pachycereae* (Cactaceae). *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 10: 71-84. <http://www.jpacd.org/?modulo=JS&ID=11>
- Martínez, C.M.L., Cabrera, J.M.C., Carmona, A. and Varela, H.G.J. 2006. Promoción de la germinación de semillas de *Stenocereus griseus* (Haworth) Buxbaum y *Escontria chiotilla* (Weber) Rose. *Cactáceas y Suculentas de México* 51(4): 111-121. <http://biblat.unam.mx/en/revista/cactaceas-y-suculentas-mexicanas/articulo/promocion-de-la-germinacion-de-semillas-de-stenocereus-griseus-haworth-buxbaum-y-escontria-chiotilla-weber-rose>
- Moncaleano-Escandon, J., Silva, B.C.F., Silva, S.R.S., Granja, J.A.A., Alves, M.C.J.L. and Pompelli, F. 2013. Germination responses of *Jatropha curcas* L. seed storage and aging, *Industrial Crops and Products* 44: 684-690. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669012005092>
- Oaxaca-Villa, B., Casas, A. and Valiente-Banuet, A. 2006. Reproductive biology in wild and silvicultural managed populations of *Escontria chiotilla* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley, central Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* 53(2): 277-287. <http://link.springer.com/article/10.1007/s10722-004-6147-4>
- Rao, N.K., Hanson, J., Dulloo, M.E., Ghosh, K., Novell, D. and Larinde, M. 2007. Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. Manuales para bancos de germoplasma No. 8: Roma: Bioversity internacional 165. http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/Manual_para_el_manejo_de_semillas_en_bancos_de_germoplasma_1261_01.pdf
- Rojas-Arechiga, M. and Vázquez-Yanes, C. 2000. Cactus seed germination: a review. *Journal of arid environments* 44: 85-104. https://www.researchgate.net/publication/222679202_Cactus_seed_germination_A_review
- Sánchez-Salas, J., Flores, J. and Martínez-García, E. 2006. Efecto del tamaño de semilla en la germinación de *Astrophytum myriostigma* Lemaire (Cactaceae), especie amenazada de extinción. *Interciencia* 31(5): 371-375. <http://www.redalyc.org/pdf/339/33911610.pdf>
- Soriano-Santos, J., Franco-Zavaleta, M.E., Pelayo-Zaldivar, C., Armella-Villalpando, M.A., Yáñez-López, M.L. and Guerrero-Legarreta, I. 2007. Caracterización parcial del pigmento rojo del fruto de la "Jiotilla" (*Escontria chiotilla* [Weber] Britton & Rose). Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 6(1): 19-25. <http://www.redalyc.org/pdf/620/62060103.pdf>
- Vázquez-Yanes, C., Orozco, A., Rojas, M., Sánchez, M.E. and Cervantes, V. 1997. La reproducción de las plantas: Semillas y meristemas. La ciencia para todos /157. México: Fondo de Cultura Económica 167. <http://www.bibliosis.com.ar/Contenido/000/010/A%2039%20Libro%20LA%20REPRODUCCION%20DE%20LAS%20PLANTAS%20SEMILLAS%20Y%20MERISTEMOS.pdf>
- Yáñez, L.L., Armella, A.M., Pelayo, C., Soriano, J., Ramírez, G., Sánchez, M.D. et al. 2004. Jiotilla plant (*Escontria chiotilla* [Weber] Britt. & Rose) as a new resource native to south Mexico. *Acta Horticulture* 632: 69-74. http://www.ishs.org/ishs-article/632_8

Cite this paper/Como citar este artículo: Trujillo-Hernández, A., López-Herrera, A., Mandujano-Piña, M. (2017). Storage and germination of Seeds with different weight of Jiotilla. *Revista Bio Ciencias* 4(3): 153-163. <http://editorial.uan.edu.mx/BIOCIENCIAS/articulo/view/230/264>

