



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

**Importancia biocultural y germinación *ex situ* de *Dasyllirion acrotrichum* (Schiede) Zucc.
(Nolinaceae) en la comunidad de Cieneguilla, Tierra
Blanca, Guanajuato**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

PRESENTA:

RAMÍREZ GONZÁLEZ FERNANDO

DIRECTOR: DR. JORGE ALBERTO GUTIÉRREZ GALLEGOS

CIUDAD DE MÉXICO, 2022



**Proyecto financiado por la Dirección General de Investigación y
Posgrado de la Universidad Autónoma Chapingo**

No. de proyecto 20245-C-83



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A mi padre por su apoyo inconmensurable y por su paciencia ya que nunca me dejó varado para poder continuar mis estudios, por todos tus consejos a pesar de los buenos y malos momentos, espero devolvarte el favor algún día.

A mi madre, que, si bien estábamos distanciados, siempre estabas dispuesta a escucharme para aconsejarme en cualquier problema o situación de mi vida.

A Naty que también me escucho en momentos difíciles y bien me aconsejo en cada situación complicada en la vida y la carrera.

A *You* que me ayudó a ver nuevas perspectivas de la realidad y formas de pensamiento.

Al Dr. Jorge Alberto Gutiérrez Gallegos que siempre estuvo pendiente, fue muy paciente, amable y atento para resolver cada duda sobre mi trabajo, además que me dio la oportunidad de conocer y practicar el dibujo científico. Muchas gracias doctor por todo su apoyo.

A mis sinodales que se dieron el tiempo de resolver y corregir la tesis.

A mis profesores que me apoyaron y motivaron más allá de su vocación de enseñar, en especial al profesor Lince †, al Dr. Arcadio y a la Dra. Esther.

A todos mis amigos de la facultad con quienes pase hermosos y geniales momentos juntos, formaron parte de lo que es hoy mi pensamiento y sentido de amistad.

Al grupo “Atomic Zar” porque me dio un nuevo panorama didáctico sobre la ciencia y la importancia de la divulgación científica, además de los buenos ratos y las interesantes personas que conocí ahí.

A mis amigos de Chapingo por los buenos momentos que pasamos juntos y las nuevas amistades que formamos.

A mis *roomies* quienes se volvieron mi segunda familia, quienes me vieron reír de alegría y llorar, siempre estábamos para escucharnos y apoyarnos en todas nuestras situaciones de la vida, donde vivimos pasé una de mis mejores etapas de la vida.

A ti Nadine *cacatúa* que, en esta etapa, bien o mal, fuiste un gran apoyo en todo momento, en las buenas y en las malas, por motivarme, me ayudaste a crecer y confiar, fuiste muy paciente. Siempre tendrás un lugar especial en mi corazón, agradezco profundamente guiarme hasta estar en el final de esto.

CONTENIDO

RESUMEN	5
I. INTRODUCCIÓN	6
II. ANTECEDENTES	7
2.1 Descripción morfológica.....	7
2.2 Distribución	9
2.3 Propagación de <i>Dasyilirion</i>	9
2.4 Uso de <i>Dasyilirion acrotrichum</i> en la comunidad de Cieneguilla.....	10
2.5 Sistema de mayordomía en Cieneguilla	10
2.6 Usos	12
2.7 Importancia	13
2.8 Cultura.....	13
2.9 Situación actual de conservación de <i>Dasyilirion acrotrichum</i> en México.....	13
2.10 Ubicación geográfica	14
2.11 Hidrología	16
2.12 Clima.....	16
2.13 Orografía	17
2.14 Fisiografía	17
2.15 Geología y Edafología.....	17
2.16 Vegetación.....	18
III. JUSTIFICACIÓN.....	19
IV. HIPÓTESIS	20
V. OBJETIVOS	20
5.1 General.....	20
5.2 Específicos	20
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
6.1 Entrevistas semiestructuradas	20
6.2 Observación participante	21
6.3 Evaluación de viabilidad de semillas con cloruro de tetrazólio (TTC).....	22
6.4 Morfología de las semillas.....	22
6.5 Tratamientos pregerminativos y germinación	23
VII. RESULTADOS	27

7.1	Entrevistas semiestructuradas	27
7.2	Preparación del Xúchil.....	33
7.3	Evaluación de viabilidad de semillas con cloruro de tetrazólio (TTC)	39
7.4	Caracterización de las semillas.....	41
7.5	Germinación de las semillas.....	47
VIII.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
IX.	CONCLUSIONES	64
X.	APENDICE 1	65
7.1	Guion de preguntas para entrevistas semiestructuradas para la mayordomía.....	65
7.2	Guion de preguntas para entrevistas semiestructuradas en las escuelas de la comunidad y público en general.....	66
XI.	LITERATURA CITADA.....	67

RESUMEN

En Cieneguilla, Guanajuato, se celebra cada año la fiesta patronal dedicada a la virgen de Guadalupe y San Ildefonso. En esta localidad se elabora el Xúchil como forma de devoción y agradecimiento. El Xúchil está elaborado con materiales diversos que se obtienen de los alrededores de la comunidad, entre estos destaca *Dasyilirion acrotrichum* (Schiede) Zucc., conocida como “sotol” o “cucharilla”. Sin embargo, el uso de una gran cantidad de individuos ha provocado que sus poblaciones se hayan reducido y afectado. Esta especie es endémica de México y crece en zonas áridas y semiáridas. Según la NOM-059-SEMARNAT-2010 ésta especie está catalogada como amenazada. Por medio de observación directa y entrevistas semiestructuradas se obtuvo información sobre su extracción, aprovechamiento, e importancia biocultural para los pobladores de la comunidad. Así mismo, se hicieron análisis germinativos y viabilidad usando cloruro de tetrazólio, análisis morfológicos, descripción de las semillas, así como el desarrollo postemergente donde se observaron y describieron las plántulas durante los primeros días el crecimiento. Los resultados obtenidos muestran que *Dasyilirion acrotrichum* es una especie que se restringe para uso ceremonial y decorativo, los habitantes de Cieneguilla en general reconocen la planta y su aprovechamiento. Sin embargo, hay un uso excesivo de la especie debido a que cada vez se recorren distancias más largas para su obtención. La viabilidad de las semillas es elevada, presentan una rápida emergencia. Desarrollan un haustorio que favorece la supervivencia de los individuos ante condiciones de sequía y sustratos pobres en nutrientes como ocurre en otras monocotiledóneas geófitas.

I. INTRODUCCIÓN

México cuenta con cerca de 51 % de plantas endémicas y gran parte de estas forman grupos monofiléticos (Sosa & De-Nova, 2012). La familia Asparagaceae es un grupo natural que se ha diversificado en el territorio nacional. *Dasyilirion* pertenece a la subfamilia Nolinoideae, Asparagaceae, y su centro de diversificación se encuentra en la República Mexicana. El nombre genérico significa lirio grueso; actualmente el género está conformado por 16 especies distribuidas principalmente en el desierto chihuahuense, pero con mayor riqueza en el norte del altiplano mexicano en los estados de Coahuila, Durango y Zacatecas (Reyes-Valdés *et al.*, 2013).

Reyes-Valdés *et al.* (2012) mencionan que *Dasyilirion* se distribuye desde el sur de los Estados Unidos hasta Oaxaca, en comunidades de matorral xerófilo y bosques templados. Sus especies están sujetas a diversos usos, entre estos destacan la elaboración de bebidas alcohólicas a través de la fermentación del tallo, proceso semejante a la elaboración del mezcal y tequila, como ocurre con *Dasyilirion cedrosanum* en los estados de Coahuila, Chihuahua y Durango; en estas entidades se ha obtenido la denominación de origen, conocida con el nombre de “soto” (Anónimo, 2012).

Dasyilirion acrotrichum es el taxón con mayor distribución geográfica y ecológica del género. Esta especie presenta diversos usos, entre los que destacan su utilización como planta ceremonial, elaboración de artesanías como canastos (Reyes-Silva *et al.*, 2013), bebidas alcohólicas y ornamental (Reyes-Valdés *et al.*, 2013). La especie también es valorada por sus bases foliares, estas presentan una textura y brillo porcelanizado y son de un color amarillo claro o blanco. Sus usos también incluyen la elaboración de adornos ceremoniales, donde destacan los arcos florales en fiestas patronales, ornamentos de altares religiosos, elementos decorativos y de construcción en viviendas, camellones y jardines como sucede en el estado de Guanajuato, Oaxaca y Veracruz (Reyes-Valdés *et al.*, 2013; Arias-Toledo *et al.*, 2000).

La base foliar posee una forma truncada y dilatada en la base (Bloguer, 1995), que asemeja a una “cuchara” aspecto que favorece nombrar a la planta con el nombre de “cucharilla, flor de cucharilla o tehuizotl”. El aprovechamiento de sus hojas es la causa que los individuos sean destruidos al dañar el tallo y en la mayoría de los casos que las plantas fenezcan (Mata-Lambrada, 2011). En algunos casos los tallos pueden regenerarse o bien propagarse vegetativamente, situación que permite cierta resiliencia de las poblaciones.

Durante muchos años, los pueblos indígenas han usado la flora y fauna para fabricar y obtener diversos productos en su vida cotidiana y religiosa. Estos bienes en muchos casos provienen de recursos vegetales no maderables y a través del tiempo se han convertido en insumos indispensables dentro de su cultura, otorgándoles identidad, tradición y hermandad entre la comunidad (Gual, 2018). Con base en lo anterior este estudio tiene la finalidad de evaluar la importancia de *Dasyilirion acrotrichum* en la comunidad de Cieneguilla, Tierra Blanca, Guanajuato; y proponer un método de germinación eficiente y de bajo costo que permita conservar este recurso vegetal.

II. ANTECEDENTES

2.1 Descripción morfológica

Dasyilirion acrotrichum (Schiele) Zucc. (Figura 1). Es una planta de 40 cm a 2 m de altura, tallo no ramificado, hojas de 30 a 60 (-75) cm de largo por 5 a 12 (-18) mm de ancho, algo flexibles, de color verde claro, con el ápice provisto de un mechón de fibras, margen aserrado y provisto de espinas recurvadas, a menudo estas últimas con tonos rojizos, vainas de 4 a 7 cm de longitud, blanco-amarillentas, amarillo-anaranjadas o de color café rojizo; inflorescencias de 2 a 6 m de longitud, pedicelos de 1.5 a 2 (-2.5) mm de longitud en fruto, bractéolas con márgenes denticulados; flores escarosas, blancas, blanco-amarillento o blanco-verdosas; segmentos del perianto con márgenes denticulados, los segmentos de la serie externa ovados u obovados, de 1.8 a 3 mm de largo por 1 a 1.5 (-2) mm de ancho,

obtusos, los de la serie interna ovado-oblongos, de 1.8 a 3.5 mm de longitud por 1 a 1.3 (-1.5) mm de ancho, obtusos; anteras oblongas u oblongo-ovadas, en las flores femeninas se presentan estaminodios; ovario obovoide, estilo de 0.3 a 0.4 mm de longitud, pistilo reducido en flores masculinas; cápsula de 6 a 7.5 mm de largo por 2 a 2.5 mm de diámetro, alas redondeadas con una muesca bien definida y por lo general más largas que el estilo, semillas obovoides de 3 a 3.5 mm de largo por 2 a 2.5 mm de diámetro, triquetras, de color café-rojizo (Galván, 2011).

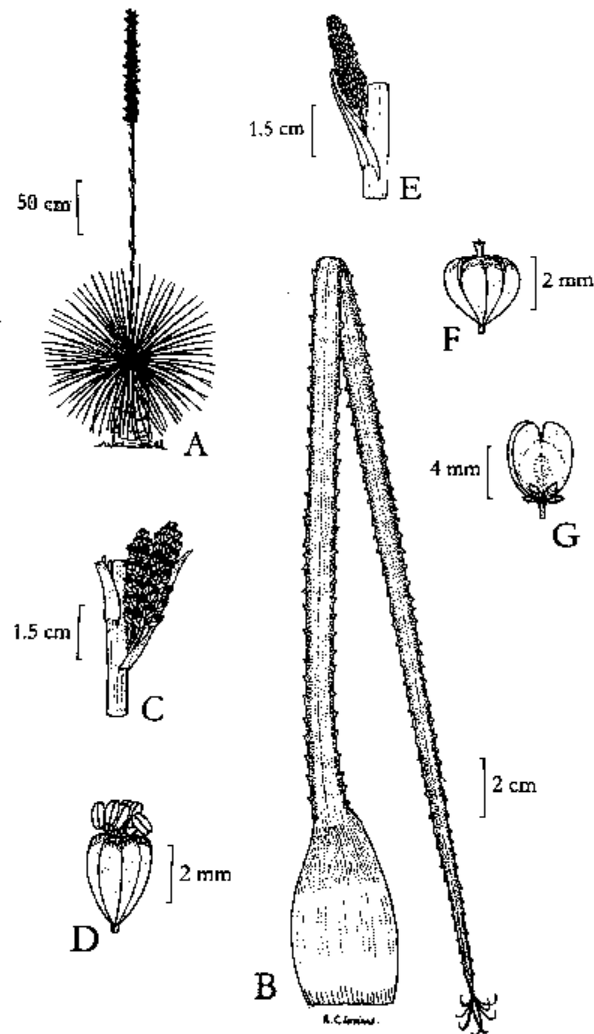


Figura 1. *Dasylyrion acrotrichum* (Schiede) Zucc. Tomada de Galván (2001): A. aspecto general de la planta; B. Hoja; C. Parte de la inflorescencia masculina; D. flor masculina; E. fragmento de inflorescencia femenina; F. Flor femenina; G. fruto.

2.2 Distribución

Dasyllirion acrotrichum se distribuye geográficamente en los estados de Aguascalientes, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Veracruz y Zacatecas, en ecosistemas con clima árido y semiárido. Crece en suelos leptosoles, regosoles y calcisoles, bien drenados en laderas de cerros y arroyos de matorrales xerófilos y submontanos, bosque de pino encino, encino, pino (Reyes-Valdés *et al.*, 2012), preferentemente en lomeríos de suelos someros y bien drenados. *Dasyllirion acrotrichum* (sotol) se distribuye en un rango de temperaturas medias que van desde los 17 a los 21 °C y con un rango de precipitación media anual de 150 a 400 mm (Cano-Pineda *et al.*, 2013).

Dasyllirion acrotrichum crece en zonas que se caracterizan por tener una muy baja humedad relativa, régimen pluvial irregular, lluvias escasas que generalmente coinciden con la estación más calurosa del año y alta oscilación térmica. Los suelos tienen diversos niveles de salinidad con un pH por lo general arriba de 7.0, pobres en materia orgánica, poca capacidad de retención de agua y baja disponibilidad de nutrientes, entre estos N, P, Fe, Mn, y otros minerales (Reyes-Valdés *et al.*, 2013).

2.3 Propagación de *Dasyllirion*

Existen diversos trabajos sobre la germinación *ex situ* o *in situ* en *Dasyllirion*. Por ejemplo, Cruz-López (2011) efectuó un estudio sobre la germinación de *Dasyllirion cedrosanum* en condiciones controladas. Al respecto, reporta que las semillas en condiciones de laboratorio presentan buen porcentaje y viabilidad, sin tratamientos especiales. Mientras que la velocidad de emergencia se favorece bajo la presencia de ácidos fúlvicos (4500 a 5500 ppm). Por otro lado, Reyes-Valdés (2012) menciona que las semillas de *Dasyllirion acrotrichum* maduran hacia fines del verano u otoño, característica que les es útil a la especie para que la germinación coincida con la temporada de lluvias del año siguiente.

2.4 Uso de *Dasyllirion acrotrichum* en la comunidad de Cieneguilla

Dasyllirion acrotrichum (chimal) es considerada una planta sagrada que se utiliza para la elaboración de ofrendas por parte de mayordomías indígenas de diversas regiones en el estado de Guanajuato; en el municipio de Tierra Blanca se encuentra la comunidad de Cieneguilla, población que la extrae para usarla durante las festividades religiosas celebradas en los meses de diciembre y enero cuando se festeja a la Virgen de Guadalupe y a San Ildefonso, respectivamente. Los mayordomos de la comunidad se organizan para construir ofrendas conocidas localmente como “Xúchil”. Estas ofrendas se elaboran con los tallos de *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham. (oyamel, guayamel), *Arundo donax* L. (carrizo), *Cupressus* sp. (cedros) y hojas de *Dasyllirion acrotrichum* (chimal). También, se incorporan diversos objetos relacionados con los oficios de las personas, materiales de limpieza en el hogar y alimentos (dulces y frutas). Estos objetos previamente son sahumados (actividad que consiste en impregnar con humo de copal los objetos). Esta actividad data de tiempos lejanos y no se conoce con exactitud su origen. Sin embargo, la tradición de efectuar el Xúchil se ha mantenido hasta el presente y les confiere un rasgo distintivo a sus fiestas patronales (Urbina-Villagómez, 2016).

2.5 Sistema de mayordomía en Cieneguilla

La mayordomía en México, también conocida como sistema de cargos y anteriormente como sistema de escalafón, ha sido estudiada desde los años treinta, sus orígenes parten de estudios realizados en Guatemala a partir de las investigaciones de “The Municipios of the Midwestern Highlands of Guatemala” escrito por Sol Tax en 1937; “The Social and Religious Life of a Guatemalan Village” por Charles Wagley en 1949 y “Chichicastenango: a Guatemalan Village” de Ruth Bunzel en 1952; posteriormente por diversos investigadores nacionales y extranjeros en comunidades originarias y no originarias, rurales y urbanas de diferentes estados del país, proporcionando diferentes definiciones a este sistema. Sin embargo, todavía no hay un consenso acerca de su significado (Ortega & Mora, 2014) ya que la función y el trasfondo de cada sistema varía con respecto a cada

autor, zona de estudio y enfoques teóricos, por lo tanto, el concepto de “sistema de cargos” no es homogéneo, no cumple un sistema de normas y organización estandarizado debido a que hay distinción de complejidad en sus estructuras y diferentes tipos de cargos que varían para cada comunidad. Portal (1996) define la mayordomía de diferentes maneras, entre estas las que más se ajustan a la comunidad de Cieneguilla son:

1. *“A través del sistema de cargos no sólo se organiza la vida festiva de la comunidad sino también se norma lo social, se califica a sus miembros y se gestan mecanismos de inclusión-exclusión. Es decir, marca fronteras de pertenencia.”*
2. *“Los cargos se estructuran de forma jerarquizada y piramidal, pero varía la manera en que se nombran cada cargo, las funciones centrales que cumplen y el prestigio que se le otorga a cada uno de ellos. Esto depende del grupo étnico y la comunidad de la que se trate. Sin embargo, en todos los casos se encuentra una constante: el cargo de mayordomo.”*

Las mayordomías se pueden definir como “las instituciones comunitarias administradas por los grupos encargados de las celebraciones rituales, ceremoniales y de las festividades religiosas y que, de alguna manera, se articulan con el control social de la comunidad. Constituyen un gobierno semiautónomo que no forma parte del sistema político estructurado alrededor del estado; aunque no por ello deja de tener relaciones con los políticos y la burocracia estatal. De hecho, las mayordomías se conforman y eligen, unánimemente, por consenso interno; siempre apegados a las tradiciones comunitarias” (Mancilla, 2000).

La comunidad de Cieneguilla es el poblado más urbanizado de la congregación de San Ildefonso, es también el centro religioso, en consecuencia, cuenta con su propia mayordomía. En este lugar, a un lado del jardín municipal se encuentra la iglesia, y a un costado de esta se ubica un espacio llamado “las cocinas”, lugar donde se llevan a cabo diversas prácticas ceremoniales, donde se preparan y ofrecen alimentos a los pobladores en los días de las fiestas patronales, entre otros. Cieneguilla es también la sede de los seis santos que son venerados en todas las

comunidades de la congregación: Santa Cecilia (festejo el 22 de noviembre), Virgen de Guadalupe (12 de diciembre), San Ildefonso y Virgen de Guadalupe (23 y 24 de enero), la Santa Cruz (3 de mayo) y el sagrado corazón de Jesús (19 de junio) donde la mayordomía funge una función administrativa y espiritual para llevar a cabo las ceremonias religiosas en las que podemos encontrar la utilización del chimal desde su recolección, que forma parte del ritual, hasta para el uso en el Xúchil. Cada santo cuenta con cuatro mayordomos, en cada una de las celebraciones las mayordomías deben presentarse juntas, 48 mayordomos en total, 24 parejas que portan todo el sistema ritual (Uzeta, 2002).

2.6 Usos

Entre los usos de *Dasyllirion acrotrichum* se encuentra que, en el estado de Puebla, las hojas se ocupan en amarres de techumbres en cabañas rústicas, mientras que el “mezote” (tallo) se utiliza como leña cuando una planta muere (Arias-Toledo *et al.*, 2000). También, tiene uso artesanal y cultural, ya que se elaboran adornos en fiestas religiosas con las bases de las hojas conocidas como “cucharillas”, se decoran calles, iglesias y capillas. Las flores, cuando están tiernas “mamachis” son cortadas y consumidas por los lugareños. Cuando hay poco forraje durante sequías prolongadas, el escapo floral se corta, se pica y se le da de comer al ganado caprino para complementar su dieta (Torres-Martínez, 2016). *Dasyllirion acrotrichum* tiene diferentes aplicaciones, entre estas: uso ornamental en la jardinería individual o como macizo, rocalla, alineación, bordura y barrera (del Rosario, 2014). Asimismo, los servicios ambientales que ofrece son: regulación y soporte ecológico, provisión de agua y microhábitat de especies. Dentro del aprovechamiento económico destaca la elaboración de artesanías y el destilado conocido como “sotol”. Como planta medicinal en el municipio de Nicolás Flores, Hidalgo, es empleada como antídoto contra el veneno de serpiente y la araña capulina (Sánchez-González *et al.*, 2008).

2.7 Importancia

La especie tiene importancia ecológica y cultural, al ser endémica de México contribuye a la biodiversidad nacional, y es un representante del paisaje en las comunidades del matorral xerófilo y en menor proporción de bosques de pino-encino y coníferas. Además, es un microhábitat para especies de insectos y vertebrados. Es usada también como planta decorativa en casas, parques, avenidas, y diversas zonas públicas, sin hacer de lado el uso ceremonial (Zamora-Martínez *et al.*, 2008; López-Gutiérrez, 2010; Urbina-Villagómez, 2016).

2.8 Cultura

Los individuos de esta especie tienen usos religiosos en las festividades de varias comunidades de diversos estados del país, entre estos destacan los estados de Guanajuato, San Luis Potosí y Veracruz. Las hojas son usadas para crear diversos tipos de arcos florales adornando las fachadas de las iglesias, y en las entradas de los pueblos (Torres-Martínez, 2016). En Cieneguilla la fecha principal donde se usa es el 12 de diciembre y el 24 de enero, durante las festividades de la virgen de Guadalupe y San Ildefonso (Urbina-Villagómez, 2016).

El trabajo ceremonial de la planta implica la entrega del “chimal” a los mayordomos y la preparación de las hojas para hacer los adornos en forma de rosetas, estrellas y bastones. Es una labor comunitaria que fortalece la cooperación, la distribución de tareas y la transmisión del conocimiento, entre otras (Romero-Ugalde, 2016). Esta actividad fortalece la relación entre las comunidades, permite el uso cultural de la especie e identidad social de los pueblos originarios.

2.9 Situación actual de conservación de *Dasyllirion acrotrichum* en México

Entre los principales factores que favorecen el saqueo de los individuos y deterioro de las poblaciones, es la utilización para elaborar ofrendas y danzas en celebraciones religiosas. La NOM-005-SEMARNAT-1997 estableció que *Dasyllirion* spp. Pueden ser aprovechados de manera completa, para ello, señala que el dueño o poseedor del predio deberá presentar una notificación por escrito ante la

Delegación Federal de la Secretaría en la entidad federativa correspondiente, misma que podrá ser anual o por un periodo máximo de 5 años. Asimismo, *Dasyilirion acrotrichum* al ser una especie con estatus de “amenazada”, el interesado en recolectar ejemplares deberá solicitar una autorización para su aprovechamiento, con base en lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás ordenamientos legales aplicables. La forma de aprovechamiento y transporte también están contenidos en esta ley. Actualmente existen nueve jardines botánicos en el país que mantienen registro en sus colecciones de *Dasyilirion acrotrichum*, entre estos se encuentra el jardín botánico de la Fundación Xochitla (JBFX) en Tepotzotlán, Estado de México (García-Flores *et al.*, 2012) y el jardín botánico “el charco del ingenio” en San Miguel de Allende, Guanajuato (Caballero, 2012).

2.10 Ubicación geográfica

La comunidad de Cieneguilla se encuentra en la zona centro norte del municipio de Tierra Blanca, Guanajuato. Ubicada entre un cañón formado por el sistema montañoso propio de la región. El municipio a la vez se encuentra en la zona noreste del estado de Guanajuato (Figura 2) entre los 100° 11' 59" de longitud norte y 21° 04' 51" de latitud oeste, con una altitud media de 1700 m. Esta región se caracteriza por presentar un relieve accidentado caracterizado por montañas y barrancas en los alrededores (Figura 3).

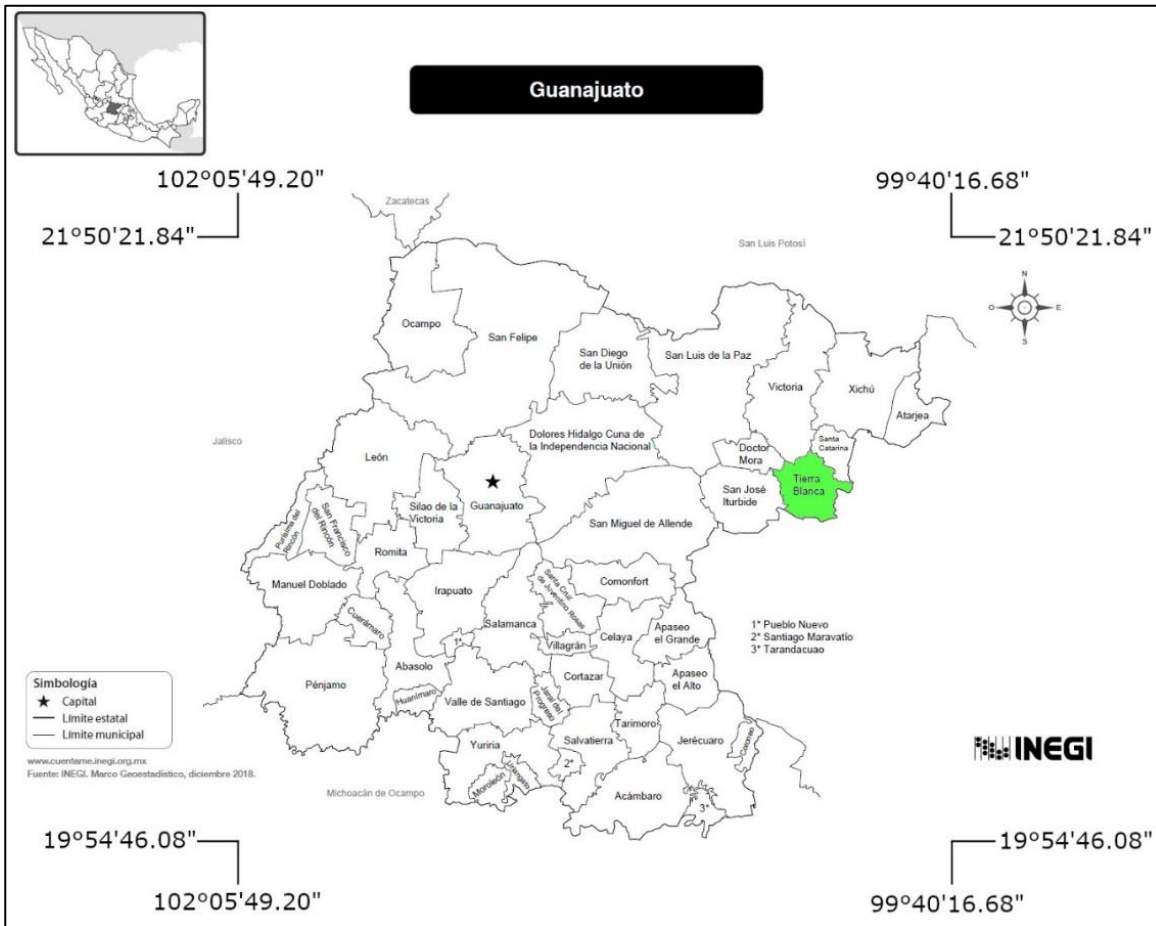


Figura 2. Ubicación del municipio de Tierra Blanca, Guanajuato. Modificado de INEGI, 2018.



Figura 3. Relieve accidentado y pedregoso con barrancas al norte de la cabecera municipal.

2.11 Hidrología

El municipio pertenece a la región hidrológica Pánuco, dentro de la cuenca del río Moctezuma, y subcuenca del río Extóraz con un 99.5 %. El resto de la superficie municipal un porcentaje mínimo (0.5 %) corresponde a la región hidrológica del sistema Lerma-Santiago. Las corrientes de agua intermitentes corresponden al Zamorano, Carbajal, Las Moras y Arroyo Peña Blanca (INEGI, 2009).

2.12 Clima

Dentro del municipio de Tierra Blanca el clima predominante es semiseco templado con una cobertura en la superficie municipal (51.2 %), seguido por un clima subhúmedo templado con lluvias en verano (24.1 %), semiseco cálido (17.7 %), el templado subhúmedo con lluvias en verano (5.6 %). El 1.4 % de la superficie municipal presenta clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Posee un rango de temperatura que oscila 10–20 °C, y un rango de precipitación de 500–800 mm (INEGI, 2009).

2.13 Orografía

En Tierra Blanca la mayor parte del territorio municipal se caracteriza por presentar una topografía accidentada debido a que el municipio está enclavado en un sistema montañoso conocido como Sierra Gorda de Guanajuato. Un área reducida en el norte y noreste del municipio presenta tierras planas, sus principales elevaciones son el Zamorano, la Concha, Cóconas, Garbanzo y cerro de los Caballos. La altura promedio de estas elevaciones es de 2,300 msnm (Secretaría de Seguridad Pública de Guanajuato, 2020).

2.14 Fisiografía

El municipio de Tierra Blanca se localiza dentro de un terreno tectonoestático conocido como “Faja imbrica mexicana”, donde se puede encontrar la presencia de rocas ígneas como un producto ígneo general en las zonas serranas y también como principal material erosionado en zonas bajas llamadas “Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato” (Secretaría de Seguridad Pública de Guanajuato, 2020).

2.15 Geología y Edafología

En el municipio de Tierra Blanca los periodos que dieron origen a las rocas corresponden al Neógeno con una superficie de 85.6 % del territorio, Terciario-Cuaternario con 11.4 % y Cuaternario con 2.7 %. Las rocas predominantes son ígneas extrusivas: riolita-toba ácida (61.6 %), toba ácida (17.4 %), basalto (6.4 %), andesita (5.9 %) y riolita (0.1 %). También, se encuentran rocas sedimentarias, entre estas arenisca-conglomerado (5.8 %), arenisca (0.7 %) y suelo aluvial (1.8 %) (INEGI, 2009).

Los suelos dominantes son Leptosoles con una cobertura de 52.9 %, estos son de escasa profundidad y poco agro-productivos, por lo tanto, no son recomendables para la agricultura convencional. Los Phaeozem son los segundos con mayor cobertura (35.1 %), son suelos ricos en materia orgánica y con gran actividad biológica. Con 2.1 % de cobertura se encuentra el Umbrisol, estos se caracterizan por ser suelos oscuros, ácidos y ricos en materia orgánica, y finalmente el Luvisol

con 0.3 % de la superficie municipal, se encuentran sobre una gran variedad de materiales no consolidados, terrazas aluviales o depósitos glaciales, eólicos, aluviales y coluviales (INEGI, 2009; IUSS Working Group WRB, 2015).

2.16 Vegetación

El municipio carece de un inventario florístico con excepción del proyecto Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes, que incluye todo el estado de Guanajuato, Querétaro y Norte de Michoacán. Sin embargo, se puede observar que el matorral xerófilo se distribuye en la porción norte, centro y suroeste de la entidad municipal. En sureste y oriente de la cabecera municipal sobresale la presencia de bosque de coníferas y *Quercus*, donde destaca el bosque de *Pinus cembroides* y en las zonas altas del cerro el Zamorano es común el bosque de *Abies religiosa* y bosque de *Quercus*. En términos generales el bosque de pino-encino y de coníferas ocupan el 73.7 % de la superficie municipal, los pastizales ocupan un 13.66 %, mientras que una proporción menor (7.3 %) corresponde al matorral xerófilo (INEGI, 2009).

III. JUSTIFICACIÓN

Dasyllirion acrotrichum es una especie con importancia biocultural. Para estados como Veracruz (Coatepec, Teocelo, Acajete, Tlalnelhuayocan y Xico) existen registros de que se utiliza para realizar arcos ornamentales con fines religiosos, y se elaboran un centenar por año aproximadamente (Torres-Martínez, 2016). Otro estado donde la planta es utilizada de manera significativa es Puebla, particularmente en los municipios de Acultzingo y Azumbilla (Mata-Labrada, 2013).

Dasyllirion acrotrichum es una especie que crece en zonas restringidas de México. Actualmente se encuentra amenazada dentro de la NOM-059-SEMARNAT 2010, debido al uso excesivo y la extracción dentro de su hábitat, disminuyendo el tamaño de sus poblaciones. La categoría en la que se encuentra *D. acrotrichum* es el estatus previo antes de ubicarse como especie en peligro de extinción en un periodo a corto o mediano plazo. Según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES) no incluye a ninguna especie del género *Dasyllirion* como especie protegida.

Las investigaciones alrededor de esta especie son escasas, por lo que no hay muchos estudios con respecto a su germinación y restablecimiento. La estabilidad y conservación de las poblaciones de esta especie dependen de la continuación de los factores que inciden negativamente en su supervivencia, entre estos, la extracción masiva de los individuos y deterioro o modificación de su hábitat (Torres-Martínez, 2016). Debido a ello, se considera importante conocer más sobre su ciclo de vida, así como entender los aspectos bioculturales.

IV. HIPÓTESIS

Dasyllirion acrotrichum es una especie de importancia biocultural en la comunidad de Cieneguilla, Tierra Blanca, Guanajuato y se usa con fines religiosos. Los individuos de esta especie desarrollan semillas ortodoxas y no presentan latencia que evite su propagación.

V. OBJETIVOS

5.1 General

Analizar la importancia biocultural de *Dasyllirion acrotrichum* en Cieneguilla, Tierra Blanca, Guanajuato y la germinación de sus semillas.

5.2 Específicos

1. Analizar el valor biocultural de *Dasyllirion acrotrichum*.
2. Evaluar la viabilidad y germinación de las semillas de *Dasyllirion acrotrichum*.
3. Caracterizar morfológicamente las semillas *Dasyllirion acrotrichum*.
4. Describir el desarrollo de las plántulas de *Dasyllirion acrotrichum*.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

Los métodos utilizados están divididos en cuatro fases, el primero es la importancia biocultural, la segunda viabilidad, la tercera germinación y el cuarto caracterización plantular.

6.1 Entrevistas semiestructuradas

Se aplicaron entrevistas semiestructuradas (apéndice 1) a los mayordomos y población estudiantil entre 7 años a 16 años y población general con edad de 17 años en adelante de la comunidad de Cieneguilla. Para este efecto, primero se hizo una visita de exploración en la comunidad, con la finalidad de conocer sus costumbres y ubicar a los potenciales informantes. Una vez que se estableció el

canal de comunicación se procedió a efectuar diálogos que permitieron generar confianza entre los pobladores, haciéndoles saber la intención del estudio y los alcances del mismo.

Se efectuaron tres tipos de entrevistas para cuatro grupos de personas de la localidad, las entrevistas fueron divididas una para los estudiantes de primaria y secundaria; la segunda entrevista para habitantes comunes (población no estudiantil) y la última para la mayordomía. Esto es debido a los diferentes cargos, usos y conocimientos sobre la planta que varían con respecto a estos sectores de la población. Además, de los diferentes rangos de edad. En cada entrevista (Apéndice 1) se mostraron diversas imágenes impresas de *Dasyllirion acrotrichum*, y se consideraron los nombres que le dan a *Dasyllirion*, si han llegado a ver ejemplares en la comunidad y sus alrededores, los usos que se le dan, las partes que se utilizan, las festividades donde se ocupa, el estado actual de la población y su importancia e interés que le dan sus habitantes.

Las entrevistas tuvieron la finalidad de conocer cómo funciona la organización de los mayordomos, una vez que son los responsables de la elaboración de los árboles (Xúchiles). Se incluyeron preguntas generales que permitieron conocer la elaboración del Xúchil, además del significado e importancia que tiene para la población. También, conocer si la tradición se ha modificado con el paso del tiempo. Se reunió información con base en las entrevistas sobre la cantidad de plantas utilizadas, métodos de extracción, manejo de la planta, valor económico, épocas de corte, elaboración y significado del chimal y estado de conservación de la planta en Cieneguilla.

6.2 Observación participante

Para poder recolectar información se hicieron observaciones asistiendo y participando en los días festivos patronales en que se utiliza el chimal para la elaboración de los “árboles” (Xúchil) y decorativos ceremoniales. Además, se convivió con sus habitantes para poder obtener datos acerca de la planta. Así mismo, se registraron los días de recolecta, criterio para la selección de la planta,

zona de extracción, método de recolecta y cantidad de ejemplares recolectados. Durante la elaboración de los arcos, se registraron las características físicas del “Xúchil”, método de elaboración, significados en su estructura, procesos rituales, tiempo de elaboración y participación e importancia para la comunidad.

6.3 Evaluación de viabilidad de semillas con cloruro de tetrazólio (TTC)

Para efectuar la prueba se usaron 100 semillas al azar de individuos de *Dasyilirion acrotrichum* procedentes del municipio vecino (San José Iturbide) de Tierra Blanca, se colocaron en un vaso de precipitado de 250 mL para su desinfestación con 100 mL de solución de hipoclorito de sodio comercial al 1 % y una gota de jabón líquido en agua corriente. Se agitó durante 10 min y posteriormente se hicieron lavados con agua destilada esterilizada hasta eliminar el exceso de hipoclorito de sodio y jabón. Después, se decantó el agua destilada y se realizaron tres enjuagues con agua esterilizada. Previamente las semillas se disectaron a la mitad longitudinalmente, se colocaron dentro de un frasco ámbar y se añadió la solución de TTC al 1 %, hasta cubrir la totalidad de las semillas. Posteriormente se tapó el frasco y se cubrió con papel aluminio, se almacenó a 34 °C durante 72 horas. Concluido el tiempo de incubación se decantó la solución de TTC y se lavó dos veces con agua destilada estéril. Se observaron las semillas bajo el estereoscopio y se hizo un conteo de aquellas que estuvieron teñidas de color rojo o naranja para obtener el porcentaje de viabilidad, mismo que se registró en una bitácora y se usó la siguiente fórmula:

$$\%Viabilidad = \frac{\text{número de semillas teñidas}}{\text{número de semillas totales}} \times 100$$

6.4 Morfología de las semillas

Se usaron 100 semillas de *Dasyilirion acrotrichum* para determinar la forma geométrica, largo y ancho, localización y disposición del embrión y peso. Para su medición se usó un vernier marca Truper®, se midieron el largo y diámetro de las semillas, posteriormente se pesaron en una báscula marca Rhino® modelo BABOL-

100G para estimar las semillas y frutos contenidos en un gramo. Cinco repeticiones fueron efectuadas para la longitud y diámetro en semillas y frutos, finalmente se observaron en el estereoscopio para la descripción de su exotesta.

6.5 Tratamientos pregerminativos y germinación

Un lote de 700 semillas fue dividido en cuatro grupos, tres de ellos de 200 semillas y uno de 100 que funcionó como testigo. Los lotes de 200 semillas se emplearon para evaluar los tratamientos pregerminativos de remojo en agua a 25 °C y 40 °C en tres, seis, y 12 horas respectivamente (Figura 4). Posteriormente se conformaron lotes de 100 semillas con cuatro repeticiones de 25 cada una, estas repeticiones permitieron evaluar la germinación que se efectuó a temperatura de 25 °C y humedad constante, en una cámara de germinación (Figura 4).

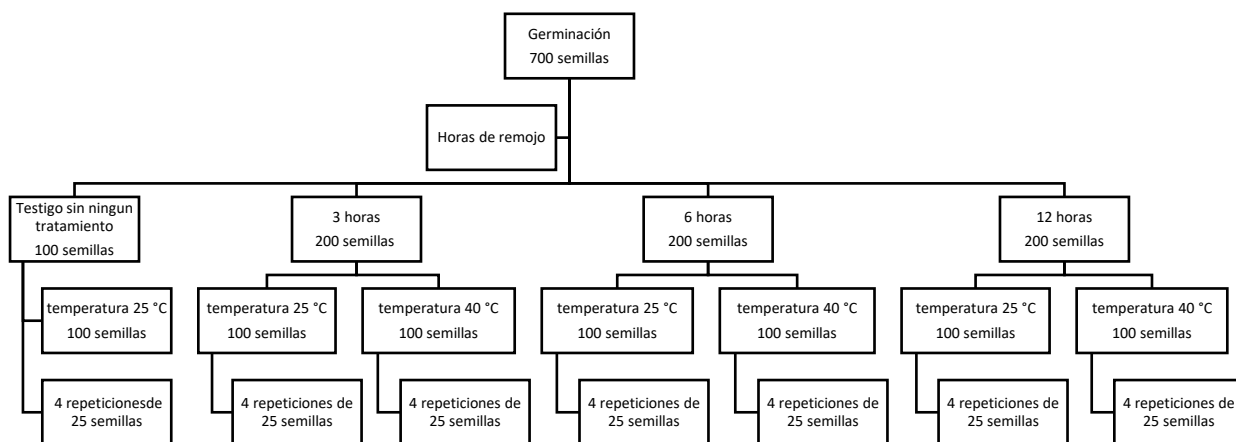


Figura 4. Diagrama que muestra el diseño experimental en número de semillas utilizadas para tratamientos pregerminativos y germinación.

Todas las semillas fueron previamente lavadas en una solución de agua y unas gotas de jabón líquido durante 15 minutos. Después, se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 1 %, durante diez minutos, para posteriormente ser lavadas con agua destilada hasta retirar el exceso de hipoclorito de sodio y detergente. En el interior de las cajas Petri se colocó papel filtro absorbente y se cubrieron en papel aluminio para su esterilización en autoclave. La esterilización se llevó a cabo durante 15 minutos a 15 libras de presión y 121 °C. Posteriormente

con la ayuda de mecheros se favoreció la esterilización del área para efectuar el sembrado, previamente la mesa de trabajo fue desinfectada en primera instancia con hipoclorito de sodio comercial y posteriormente con alcohol al 96 %, 25 semillas fueron sembradas en cada caja Petri, se agregó agua destilada esterilizada hasta humedecer el papel filtro y finalmente las cajas fueron selladas con Parafilm® para evitar la pérdida de humedad (Figura 5). Una vez preparadas las cajas Petri, estas se depositaron en una incubadora a 25 °C con 12 horas de luz y 12 de oscuridad durante 10 días.

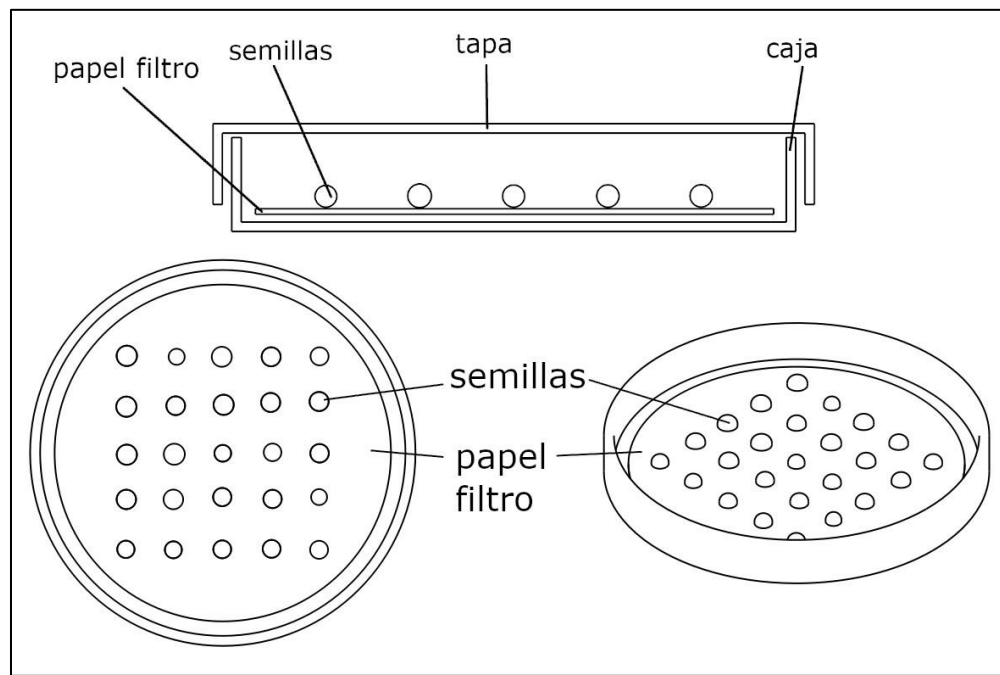


Figura 5. posición de las semillas y papel filtro en las cajas Petri.

El registro de las semillas germinadas se efectuó cada 24 horas. Con base en estos datos se elaboró una gráfica de germinación acumulada. Después de haber comenzado la germinación, tres semillas germinadas con incipiente desarrollo plantular fueron fijadas en formol alcohol y ácido acético (FAA), en intervalos de tres días hasta el doceavo día de desarrollo. Con ayuda de un estereoscopio marca Leica® EZ4 HD, se hicieron diagramas de la semilla y los diferentes estadios de desarrollo. En la evaluación de la germinación se utilizaron diferentes coeficientes e índices con base en González-Zertuche & Orozco-Segovia (1996).

Porcentaje de germinación: para este índice se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Germinación} = \frac{\text{numero de semillas germiandas}}{\text{numero de semillas totales}} \times 100$$

Coefficiente de velocidad (Kotowski, 1926). Este índice se basa en el número de semillas germinadas inversamente relacionado con el tiempo y el número de semillas germinadas por día.

$$CV = \frac{\sum n_i}{\sum (n_i t_i)} 100$$

donde CV = coeficiente de velocidad, n = número de semillas germinadas el día i, t = número de días desde la siembra.

Tiempo promedio de germinación (TPG) (Côme, 1968). Este cálculo es una medida del tiempo promedio de germinación que necesitan las semillas para germinar.

$$T = \frac{\sum (n_i t_i)}{\sum n_i}$$

Donde T = tiempo promedio de germinación, t = número de días después de la siembra, n = número de semillas germinadas el día i.

Índice de germinación (Scott et al., 1984) Utiliza la misma fórmula que Côme (1968), pero lo relaciona con el número de semillas sembradas.

$$IG = \frac{\sum (n_i t_i)}{N}$$

Donde IG = índice de germinación, n = número de semillas germinadas el día i, t = número de días después de la siembra. N = total de semillas sembradas.

Velocidad de germinación (Maguire, 1962). Relación del número de semillas germinadas con el tiempo de germinación.

$$M = \sum \left(\frac{n_i}{t} \right)$$

Donde M= velocidad de germinación, n= número de semillas germinadas el día i, t = tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla.

Análisis estadístico

Para hacer una comparación de las medias poblacionales de cada tratamiento se hizo un análisis de varianza (ANDEVA) germinación final, coeficiente de velocidad (CV), tiempo promedio de germinación (TPG) índice de germinación (IG), y velocidad de germinación (VG), usando un 95 % de confianza en cada prueba y aplicando una prueba de Tukey comparando los tratamientos en parejas para así determinar si hay diferencias significativas en cada una, se utilizó el paquete estadístico Minitab® para efectuar los análisis estadísticos correspondientes.

Desarrollo plantular post-emergente

A partir de las semillas germinadas se dividió en cinco fases el desarrollo plantular, abordado desde de la semilla sin germinar hasta la aparición del cotiledón. Cada etapa tuvo una duración de dos días describiendo e ilustrando las diferentes partes que se muestran en el desarrollo de la plántula como la semilla, raíz, pelos radicales, hipocótilo y hoja cotiledonar.

VII. RESULTADOS

7.1 Entrevistas semiestructuradas

En el primer grupo de personas correspondiente a los estudiantes, se entrevistaron a 205 alumnos de la primaria "Miguel Hidalgo No. 2" perteneciente a la comunidad de Cieneguilla. Los alumnos presentaron edades que van entre los 6-12 años. De esta población solo 112 (54.6 %) reconoce haber visto la planta del chimal en su comunidad y alrededores. También, 27 (13.1 %) alumnos conocen el nombre de la planta como "chimal". 109 (53.1 %) reconocieron la planta y que ésta, es usada en su comunidad principalmente para hacer el Xúchil, coronas y flores como elementos decorativos en jardines y calles, e incluso para fabricar canastos y sombreros. 167 (81 %) estudiantes han participado en el evento del Xúchil, 58 (28.2 %) reconocen que la parte que se utiliza de la planta es la estructura basal de las hojas, que conocen con el nombre de "blanco", "hoja blanca" y "palmita", finalmente se les preguntó si están interesados en aprender a cultivar la planta en sus hogares y escuela, del total 168 (81.9 %) mostró interés positivo (Figura 6).

Una segunda entrevista se efectuó a 593 alumnos de la Secundaria técnica No. 23, también perteneciente a Cieneguilla. Los encuestados presentaron edades de entre 12-16 años, las respuestas obtenidas fueron: 402 (67.7 %) alumnos han visto la planta alguna vez en la comunidad y alrededores, 127 (21.4 %) conoce la planta con el nombre de “chimal”, 384 (64.7 %) alumnos reconocen la planta y que ésta es usada en la comunidad para hacer el Xúchil, coronas y flores como elementos decorativos en jardines y calles, solo un alumno (0.16 %) mencionó que se usa para fabricar canastos y sombreros. 272 (45.8 %) estudiantes han participado en el evento del Xúchil, 253 (42.6 %) de los alumnos reconocen que la parte utilizada de la planta es la estructura basal de las hojas, conocida como “blanco”, “cucharita” “penca” “hoja blanca”, y finalmente 508 (85.6 %) de los alumnos desea aprender a cultivar el chimal en sus hogares y escuela (Figura 6).

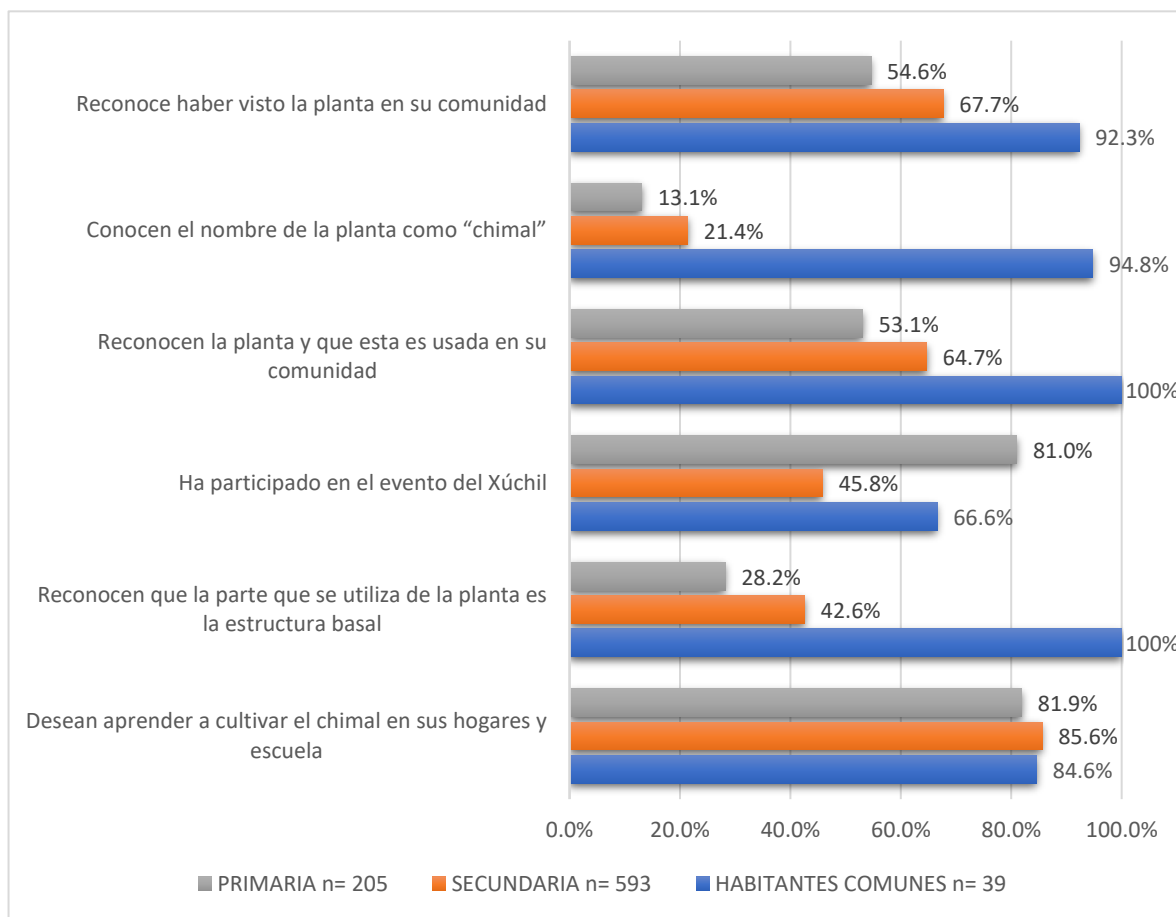


Figura 6. Porcentajes de respuestas a las preguntas efectuadas a los entrevistados.

En el tercer grupo que corresponde a los habitantes comunes, se entrevistaron a 39 personas que habitan en Cieneguilla con edades de 19 a 69 años. De todos los pobladores 36 (92.3 %) han visto la planta alguna vez en la comunidad y sus alrededores, 37 (94.8 %) conoce a la planta con el nombre de “chimal”, solo una persona (trabajador en el vivero) conoce la planta con el nombre de “*Dasyllirion*” y “cucharilla”, mientras que otro habitante conoce la planta con el nombre de “sotol”, 39 (100 %) habitantes reconocen la planta y refirieron que es usada en su comunidad principalmente para las festividades que involucran el Xúchil, coronas y flores como elementos decorativos en jardines y calles, así como para fabricar canastos y sombreros; y un tipo de bastón para uso ceremonial utilizado en el evento del Xúchil. Con respecto al bastón menciona que es utilizado por San Ildefonso, 26 (66.6 %) de estos pobladores ha participado en el evento del Xúchil, 39 (100 %) de los habitantes reconocen que la parte que se utiliza de la planta es la estructura basal de las hojas y la conocen como “blanco”, “cucharita”, “penca” y “hoja blanca”, 33 (84.6 %) de los habitantes están interesados en aprender a cultivar el chimal en sus hogares, 6 (15.3 %) habitantes han recolectado la planta para la elaboración del Xúchil, 36 (92.3 %) de los pobladores está interesado en saber más acerca de la planta y sus cuidados, y 29 (74.3 %) de los pobladores desea que se siga conservando la tradición del Xúchil. Finalmente se preguntó a los habitantes sobre la importancia de seguir conservando la tradición del Xúchil en su comunidad, usando una escala donde uno es nada importante a cinco muy importante. Al respecto se obtuvo que, solo una persona (2.5 %) considera que la tradición no es nada importante ya que no ejerce la religión católica, 2 (5.1 %) personas consideran que solo está bien y no importa si continúa o no la tradición, ocho habitantes (20.5 %) piensan que la tradición es importante y se debe conservar y, por último, veintiocho habitantes (71.1 %) consideraron muy importante que la tradición se siga conservando (Figura 7 y 8).

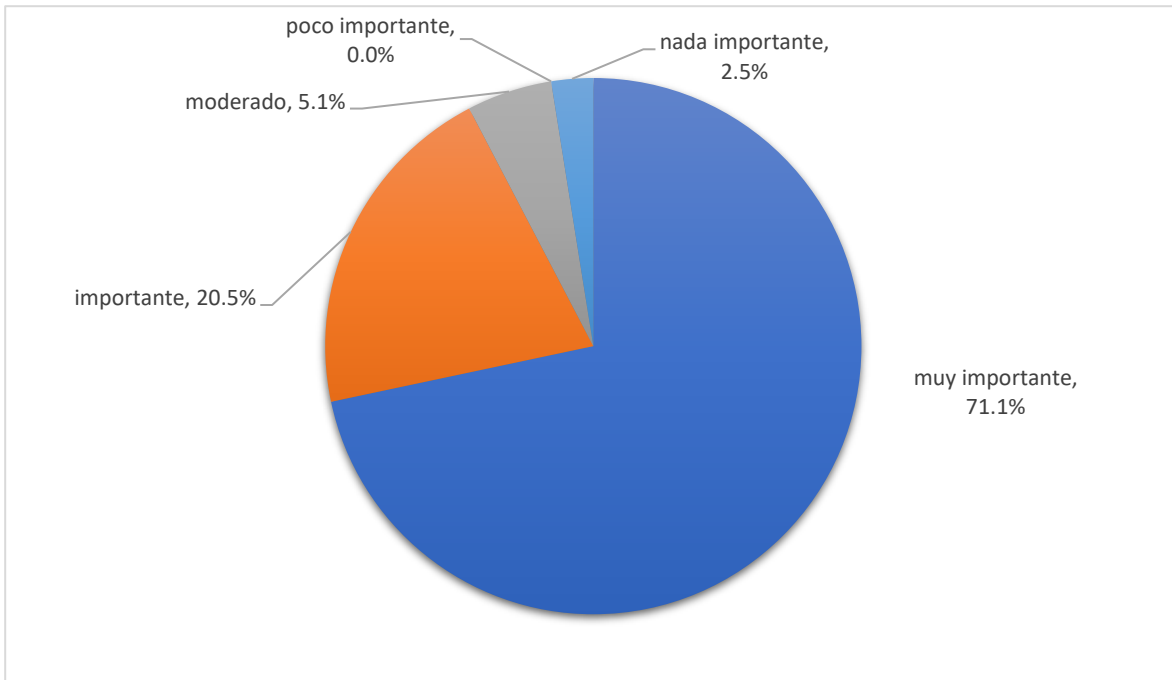


Figura 7. Escala medida en porcentaje que los habitantes dieron sobre la importancia de la tradición del Xúchil. n= 39.

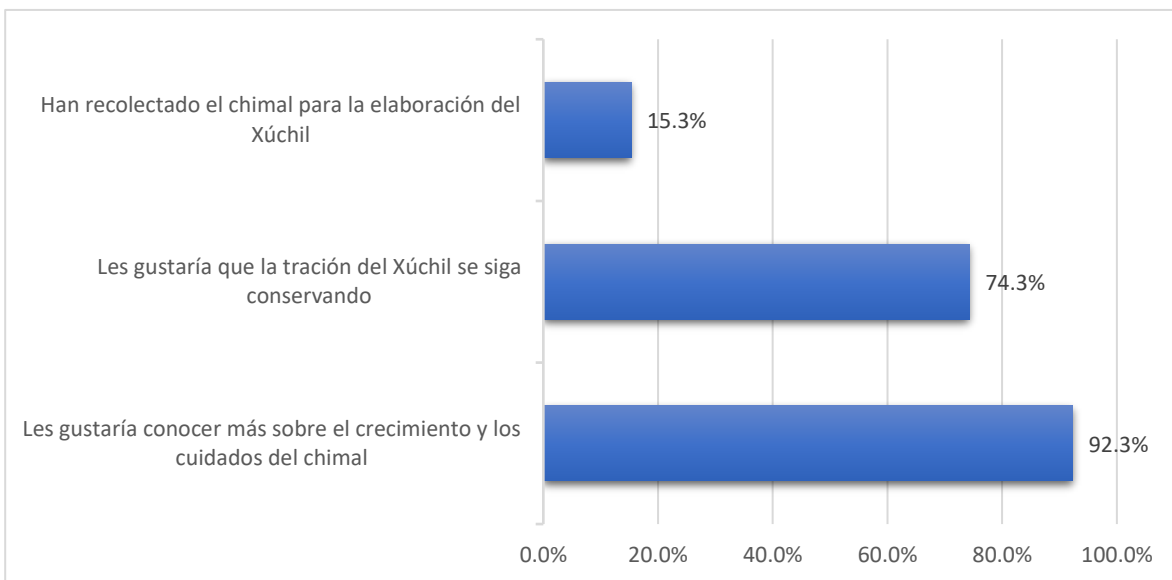


Figura 8. Interés de la población sobre la tradición del Xúchil. n= 39.

Finalmente se entrevistó a 12 mayordomos, cuyas edades fueron de 21 a 59 años, correspondiente a la entrevista del apéndice 1. De estas personas, siete (58.3 %) han vivido en la comunidad de Cieneguilla toda su vida. Todos mencionan que las principales festividades donde se usa el chimal son el de San Ildefonso y la Virgen de Guadalupe, también mencionan que las plantas utilizadas para la elaboración del Xúchil es *Abies religiosa* (guayamel), *Cupressus* sp. al que llaman “verde”, y la caña del “carrizo” *Arundo donax* y además del chimal *Dasyllirion acrotrichum*. En el marco de las festividades participan pobladores tanto masculinos como femeninos, solo cuatro (33.3 %) mayordomos mencionan que esta participación es principalmente realizada por hombres. Así mismo, el 100 % de los mayordomos conoce la planta como “sotol”, y es reconocida por la importancia en la tradición de las festividades. El uso conocido para la planta dentro de su comunidad es solamente ceremonial en las festividades y especialmente para la elaboración del Xúchil y por su uso principalmente para San Ildefonso y la virgen de Guadalupe. La planta es recolectada en el terreno de “Los Rubio” y en el Pinal del Zamorano. El 100 % de los mayordomos respondieron que cada vez se recorren distancias más largas para recolectar la planta, diez personas (83.3 %) mencionan que han notado una disminución de las poblaciones de sotol, todos los mayordomos mencionan que han intentado trasplantar los tallos de las plantas sobrantes de la festividad. Las principales fechas para la elaboración de los arcos o Xúchiles son el 23 de enero y 12 de diciembre. En los último diez años tres son los Xúchiles que se elaboran por año dentro de Cieneguilla. Los mayordomos también reconocieron que la cantidad de individuos de sotol que se utilizan para elaborar un Xúchil son de 22 a 26 individuos, en este sentido, la cantidad de individuos utilizados en la elaboración de los arreglos varía de 66 a 78 plantas por año dentro de la congregación; la estructura utilizada para hacer los arcos es la parte basal de la hoja que conocen como “cucharita” o “cucharilla”. En algún momento la mayordomía se organizó para usar flores de plástico y sustituir el sotol, sin embargo, esta no fue del agrado de los habitantes y volvieron a usar la cucharilla. Los terrenos donde se obtiene la planta son privados, en este caso se tiene que solicitar permiso a los dueños para que los recolectores puedan acceder a extraer el chimal. Además, todos los mayordomos

mencionan que en ningún momento han tenido algún tipo de problema para extraer la planta (Figura 9).

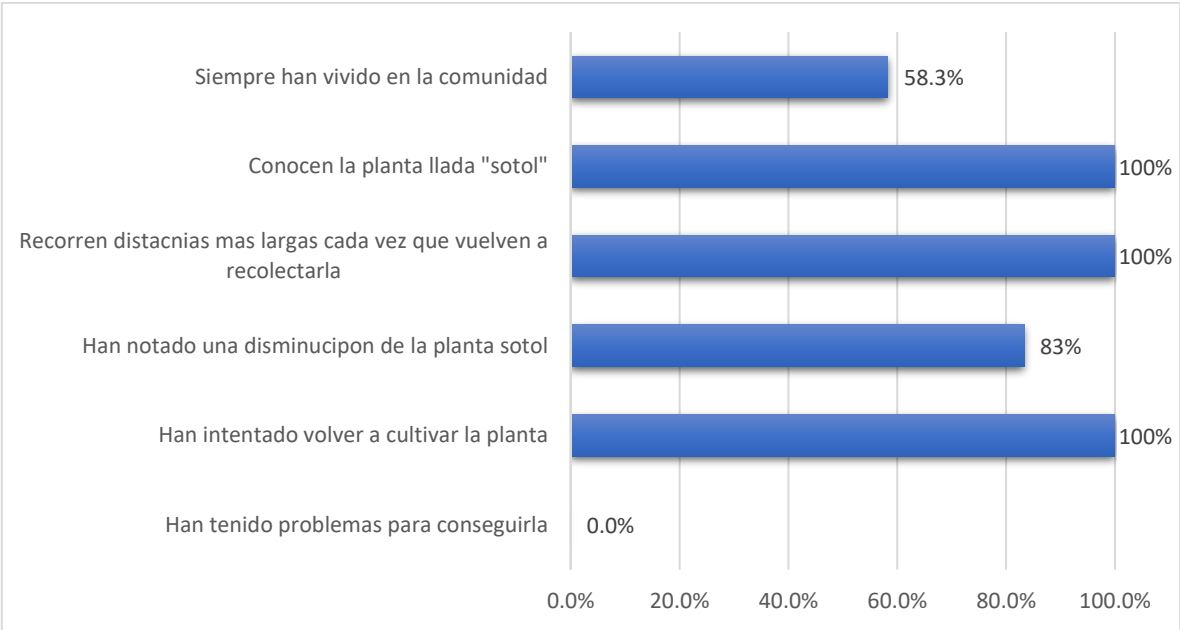


Figura 9. Apreciación de los mayordomos respecto a las poblaciones de sotol. n=12.

Resalta la existencia de otros usos para el chimal. Por ejemplo, se mencionó que la planta también es usada “para la limpieza de trastes como jabón y zacate”, también puede ser usada para la elaboración de sombreros y tapetes a partir de la hoja. Sin embargo, esto ha caído en desuso por la presencia de productos industrializados. Los entrevistados desconocieron el uso de la planta para la destilación de bebidas alcohólicas y mencionan que solo es usada con fines ceremoniales.

7.2 Preparación del Xúchil

Las celebraciones donde se realiza el Xúchil o árbol, comienzan con la festividad de la Virgen de Guadalupe el 12 de diciembre y la segunda es el 19 enero, fecha dónde se levantaron dos Xúchiles nuevamente a la Virgen de Guadalupe y San Ildefonso (Figura 12A), en total tres Xúchiles son elaborados en la iglesia de Cieneguilla. Los preparativos y toda la organización son llevadas a cabo por los mayordomos incluyendo la elaboración del árbol. Estos preparativos comienzan aproximadamente una semana antes de las festividades. La mayordomía se organiza de la siguiente manera: un mayordomo mayor se encarga del Xúchil de la Virgen de Guadalupe y otro a San Ildefonso y siete mayordomos son los encargados de recolectar la planta en los cerros aledaños, también puede participar gente del pueblo que esté interesada. Al día siguiente se prepara la estructura principal del Xúchil, que está elaborado con troncos de *Abies religiosa* “guayamel” y por enfrente de esta base se hace un armado secundario con *Arundo donax* “carrizo” que es cortado, armado y amarrado con sogas a los troncos (Figura 10A, B). Sobre esta superficie de carrizo se pondrán las bases de las hojas del chimal para su decoración posterior. Otro Xúchil más pequeño se coloca a las afueras de Cieneguilla dedicado la Virgen de Guadalupe, donde sus pobladores aseguran apareció una figura de ella (Figura 10D) efectuando una peregrinación y ofrenda.

Recolecta de *Dasyllirion acrotrichum*

La recolecta se lleva a cabo 3 a 5 días antes de la festividad, temprano por la mañana todos los recolectores participantes y mayordomos se citan en una casa de una persona previamente seleccionada por la mayordomía ese mismo año. En este punto de encuentro se hace una convivencia y se ofrece comida a los cargueros de la planta, una vez reunidas las personas citadas, en camionetas se toma camino rumbo hacia las tierras de los “Rubio”. Donde se aprovecha para llevar los tallos no utilizados en festividades anteriores para trasplantarlos. Sin embargo, en palabras de los recolectores solo la mitad llega a sobrevivir. Una vez en la población de sotol sólo se consideran los ejemplares más grandes, las hojas se sujetan con un mecate para evitar heridas en la piel y se procede a cortar desde la base con un machete.

Posteriormente los sotoles introducen en costales, para ser transportados (Figura 10C). Se regresa a la casa donde se desayunó en la madrugada para comer por la tarde. Los ejemplares de sotol obtenidos son bendecidos y posteriormente se llevan a la comunidad donde son resguardados en un almacén del atrio de la iglesia. Todas estas actividades son consideradas por la población como una manera de conexión con la planta. Cuando el chimal ha sido muy recolectado en alguna zona, se procede a recolectarla en otras aledañas al Pinal del Zamorano.

Armado del Xúchil

Una vez estructurado el Xúchil, se procede a hacer honores, rezos, danzas y ofrendas dirigidas a la Virgen de Guadalupe y San Ildefonso. Los pobladores decoran el Xúchil con frutas, semillas, galletas y otros alimentos no perecederos. Además, agregan objetos decorativos entre los que destacan palas, canastos, escobas, picos, telas bordadas, entre otras. Los cuales simbolizan los oficios a los que se dedican sus pobladores, esto con el fin de agradecer y ser bendecidos por el santo y la virgen ese mismo año. Desde temprana edad niños y jóvenes participan en las celebraciones, los estudiantes de la escuela primaria de la comunidad también participan en estas festividades realizando danzas y decoran el Xúchil con pañuelos bordados y colocan alimentos en él (Figura 11A, B). Al tercer día, se sacan los chimales guardados y se procede a cortarlos. Se forman grupos de personas y se dividen para llevar a cabo distintas actividades, los primeros se dedican a quitar las hojas del tallo o piña, después se eliminan los dientes de las hojas con cuchillos y navajas, Las hojas ya cortadas se apilan para luego ser tomadas por los *floristas*, quienes hacen diversos adornos en forma de flores y coronas con distintos tamaños para el chimal (Figura 10D, E). Los pobladores mencionan que hay dos tipos de chimal, *amarillos* y *blancos*, haciendo referencia al color de la parte basal de la hoja. De estos, el más valorado es el blanco por su brillo y tonalidad. Las hojas se entretejen entre el *Arundo donax* “carrizo” del Xúchil, hasta cubrirlo casi por completo. En el Xúchil de mayor tamaño se elabora una imagen de San Ildefonso y en el pequeño otra imagen de la virgen de Guadalupe. En esta actividad toda persona interesada participa (Figura 11C, D, E, F). Después de cubrir el Xúchil con

las hojas del chimal, se procede a decorarlo con hojas de *Cupressus macrocarpa* Hartw. ex Gordon para representar un árbol. Con anterioridad también es común el uso de *Abies religiosa*. Sin embargo, dejó de usarse por causas relacionadas a su conservación (Figura 11D, E).

Levantamiento del Xúchil y fiesta patronal

Cuando el Xúchil está completamente armado, y se han realizado las ceremonias correspondientes al mismo, se procede al “levantamiento del Xúchil”, el cual se realiza durante la noche, la gente de Cieneguilla se reúne en el atrio de la iglesia con alimentos, danzas y cantos religiosos, para así después con el uso de cuerdas, palos y con la ayuda de decenas de personas proceden a alzar las ofrendas (Figura 12A). Sin necesidad de usar maquinaria los pobladores consideran como un orgullo, acto de unión y fraternidad por hacer estas actividades de manera manual (Figura 12A). La festividad continúa con danza, música y fuegos artificiales. Si es el segundo año al cargo de la mayordomía, se procede a transferir la responsabilidad a la nueva generación de mayordomos. Se vuelve a ofrecer comida gratuita a la gente que asiste. En términos generales se considera que esta fiesta es la más grande de la comunidad, acudiendo la mayoría de sus pobladores y de comunidades aledañas (Figura 12A, B)



Figura 10. A) Preparación basal para el Xúchil; B) Estructura base del Xúchil; C) Recolecta de chimal; D) Xúchil a las afueras de Cieneguilla dedicado a la Virgen de Guadalupe; E) Xúchil dedicado a la Virgen de Guadalupe en Cieneguilla.



figura 11. A y B) Participación de los infantes de Cieneguilla; C) Parte de chimal utilizados para para replantar; D) Florista realizando corona para decorar el Xúchil; E) Entretejido de chimal en el Xúchil; F) Amarrado de las ofrendas colocadas.

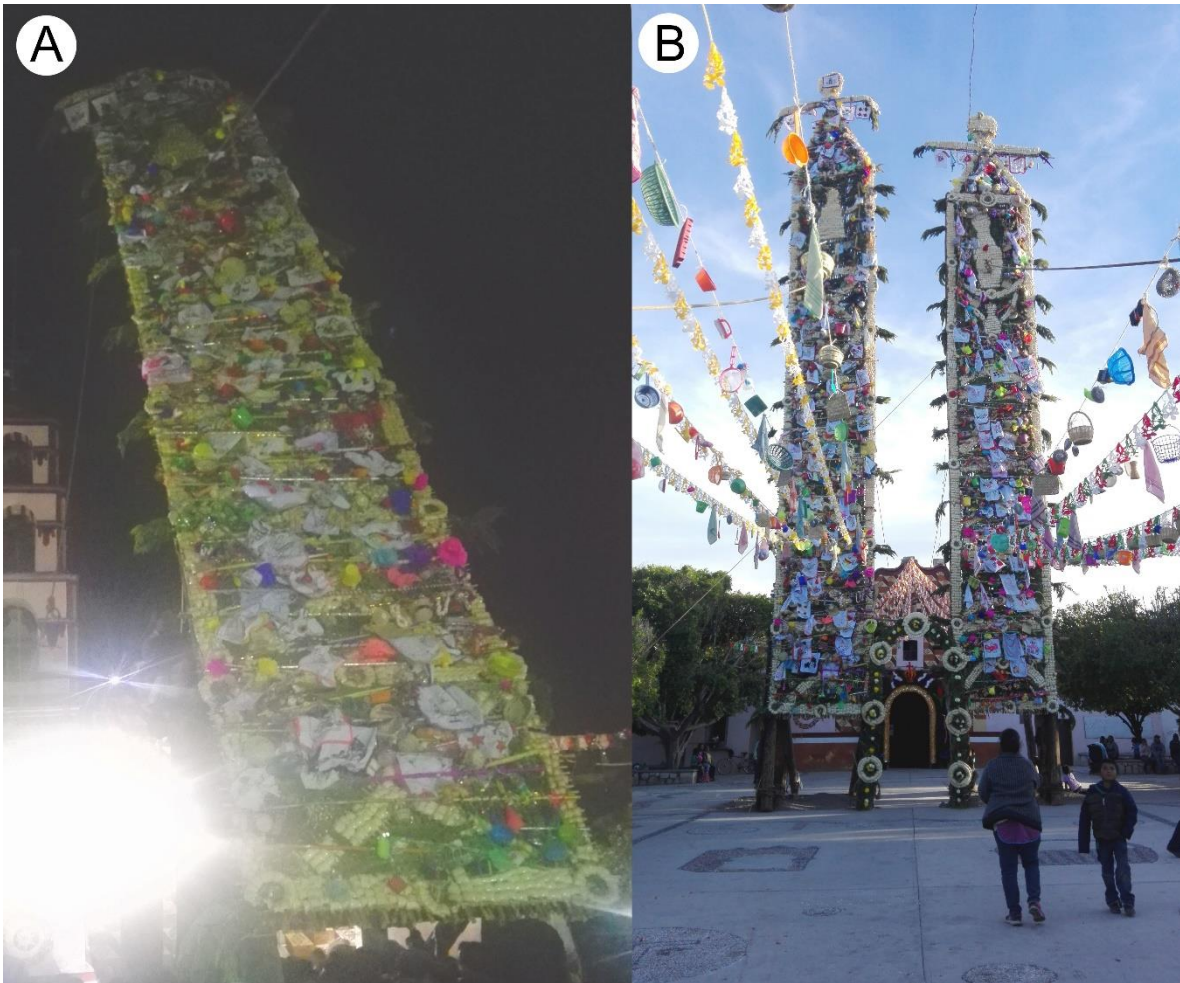


Figura 12. A) Levantamiento del Xúchil; B) Xúchiles finalizados en el atrio de la iglesia durante el mes de marzo.

VIABILIDAD, CARACTERIZACIÓN DE LAS SEMILLAS, GERMINACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS PLÁNTULAS DE *Dasyliirion acrotrichum*

7.3 Evaluación de viabilidad de semillas con cloruro de tetrazólio (TTC)

De las 100 semillas utilizadas para determinar la viabilidad con cloruro de trifenil-tetrazólio (TTC), se obtuvieron 51 % de semillas con 100 % de tinción, 36 % con una tinción mayor al 50 %, 5 % con alrededor del 20 al 50 % de tinción y un 8 % con embriones inviables con muy poca tinción o ausencia de esta. En total se consideró la viabilidad de las semillas en 92 % (Cuadro 1).

Cuadro 1. Patrones de tinción en las semillas *Dasyliirion acrotrichum* con cloruro de trifenil-tetrazólio (TTC).

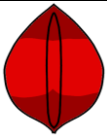
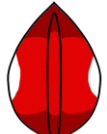

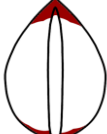
Coloración con TTC	Descripción de coloración de los embriones	% de semillas teñidas	viabilidad
	100 % con manchas de rojo a carmín intenso en los extremos.	51 %	VIABLE
	Mayor al 50 % con tonos rojizos carmín a tonos más oscuros en los extremos, sin tinción o con poco color en las aristas.	36 %	VIABLE
	alrededor del 50 % sin teñir partes del centro de la semilla.	5 %	VIABLE
	Menor al 20 % con poca tinción en los extremos o sin ninguna coloración.	8 %	NO VIABLE



Figura 13. Semillas teñidas con TTC con el embrión expuesto vistas bajo el estereoscopio 2x.

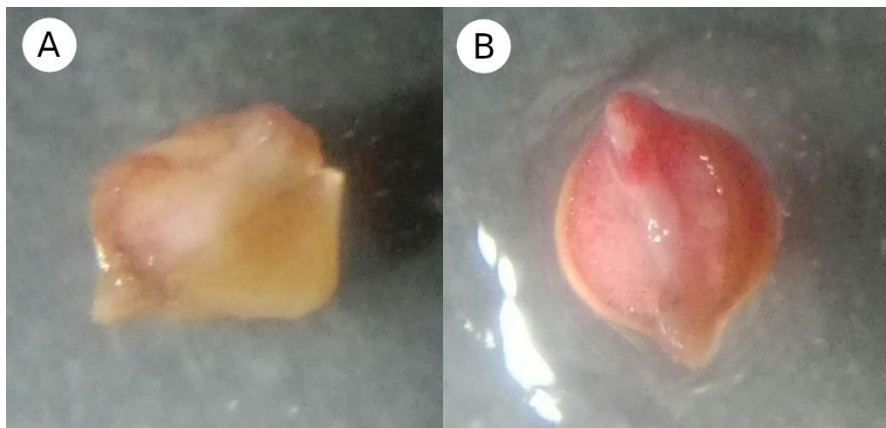


Figura 14. Semillas de *Dasylium acrotrichum* 2x. A) Sin embrión y tejido teñido, no viable; B) Semilla con embrión y endospermo teñido, viable.

7.4 Caracterización de las semillas

Los tamaños obtenidos después de medir 100 semillas al azar fueron en promedio de 3.25 mm de largo y 2.20 mm de diámetro (Figura 15A, 16A y 19A, B, C, D).

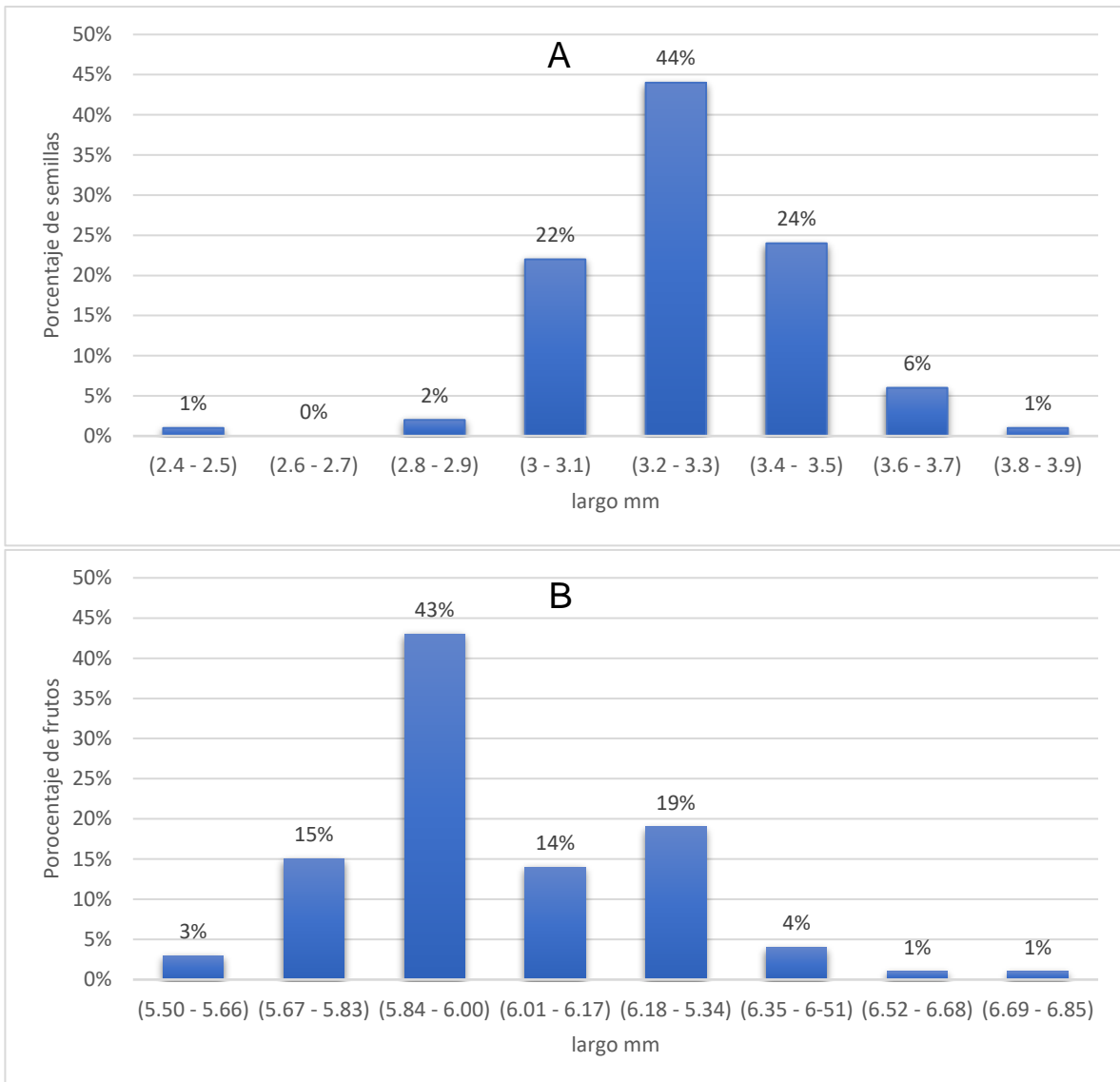


Figura 15. Longitud de las semillas (A) y frutos (B) expresados en milímetros. n=100

De igual manera se tomó una muestra de 100 frutos maduros, los resultados obtenidos mostraron un promedio para el largo de 6.04 mm y un diámetro promedio de 3.71 mm (Figura 15B, 16B, 18).

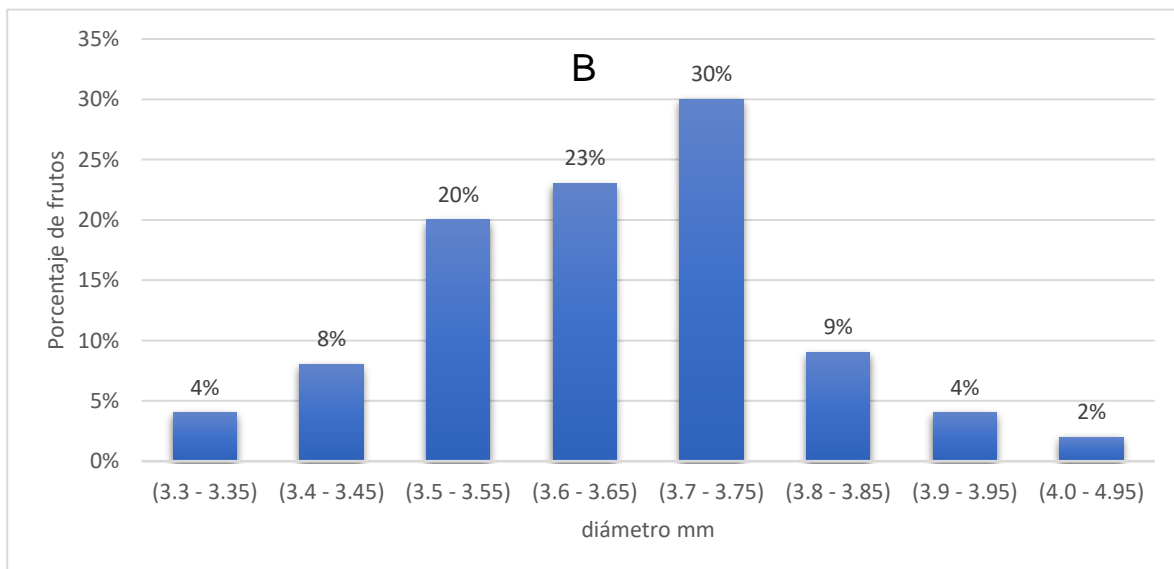
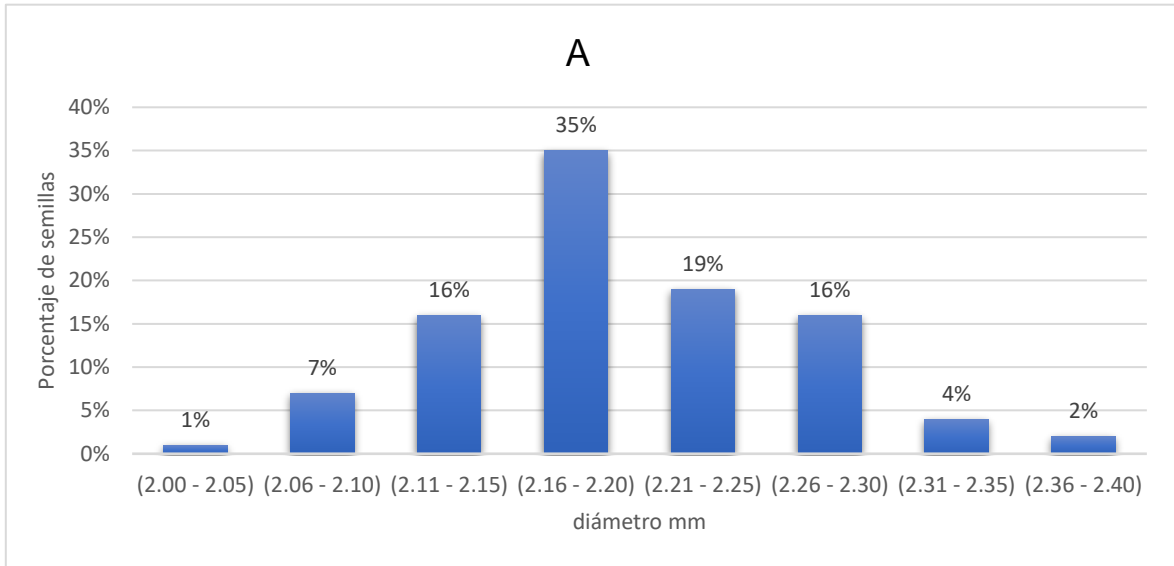


Figura 16. Diámetro y largo de las semillas (A) y frutos (B) expresados en milímetros. n=100

La cantidad de semillas por gramo fueron de 148, 144, 147, 146, 145 unidades. El promedio fue de 146 semillas. Esto significa que un kilogramo podemos encontrar 146,000 semillas aproximadamente, el peso promedio por cada semilla fue de 0.0068 g (Figura 17A).

En el mismo sentido la cantidad de frutos por gramo fue de 69, 69, 71, 71, 69 unidades en cada repetición en el peso, dando un promedio de 69.8 frutos. Por kilogramo se pueden contabilizar alrededor de 69,800 frutos, el peso de cada fruto tiene un promedio de 0.0143 g (Figura 17B).

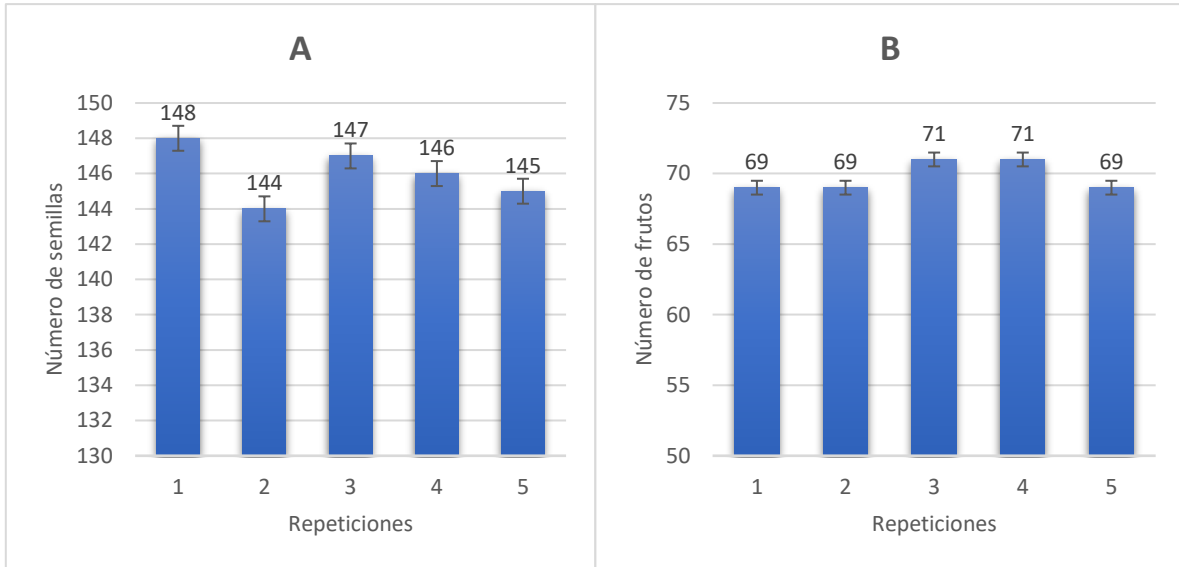


Figura 17. Cantidad de semillas (A) y frutos (B) en un gramo.

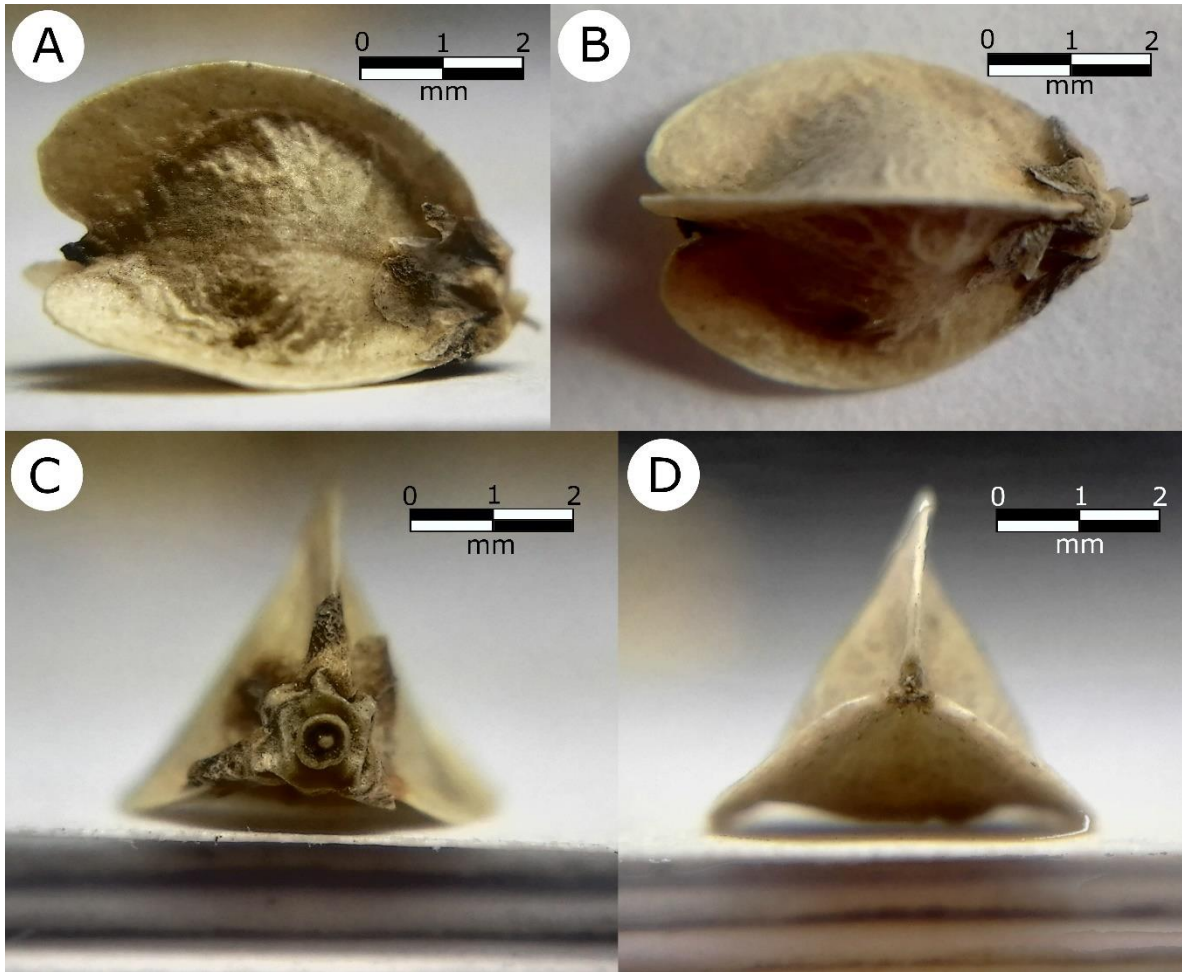


Figura 18. Fruto de *Dasyllirion acrotrichum*. A y B) Vista longitudinal; C) Vista basal donde se aprecian restos del perigonio y pedicelo; D) Vista apical, donde se muestra la forma triquetra y restos del estilo.

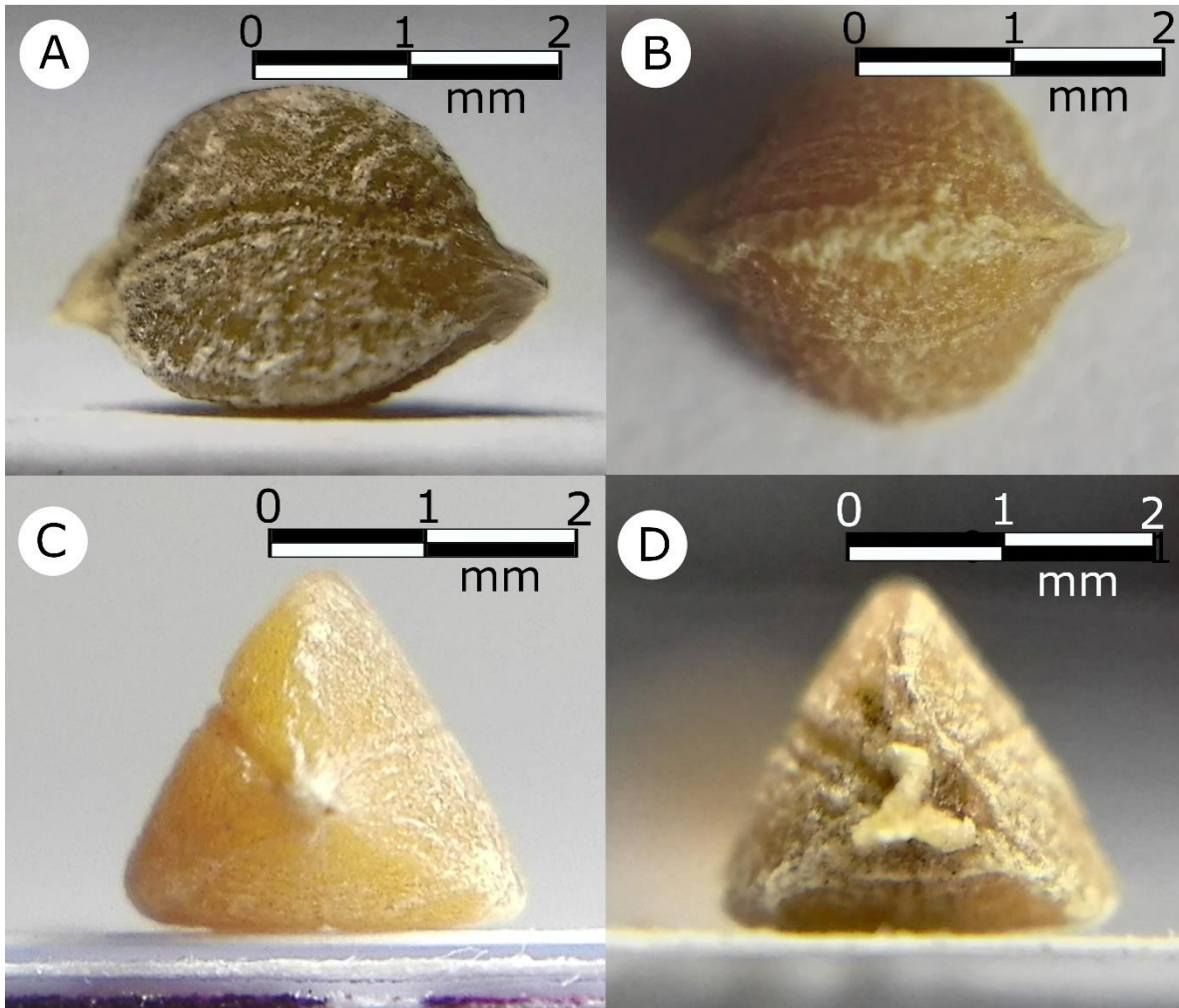


Figura 19. Semilla de *Dasyilirion. acrotrichum*. A y B) Vista longitudinal; C) Vista apical correspondiente al micropilo; D) Vista basal.

Los frutos son cápsulas indehiscentes, trialadas de coloración pardo claro o pardo moreno, con dispersión anemócora, frutos monospermos. Las semillas presentan una forma triquetra (Figura 20a-c). Cuando son jóvenes exhiben una textura lisa a rugosa de color ocre claro, después de algunas semanas presentan una textura rugosa color marrón dorado o pardo oscuro posiblemente como resultado de la deshidratación (Figura 19). Tres lados uniformes en tamaño, cada lado revela líneas longitudinales del ápice a base de la semilla (Figura 20b-c). El embrión se ubica en el eje de la semilla, presenta forma linear (Figura 20d-i), el micropilo es cónico agudo a redondo de coloración clara.

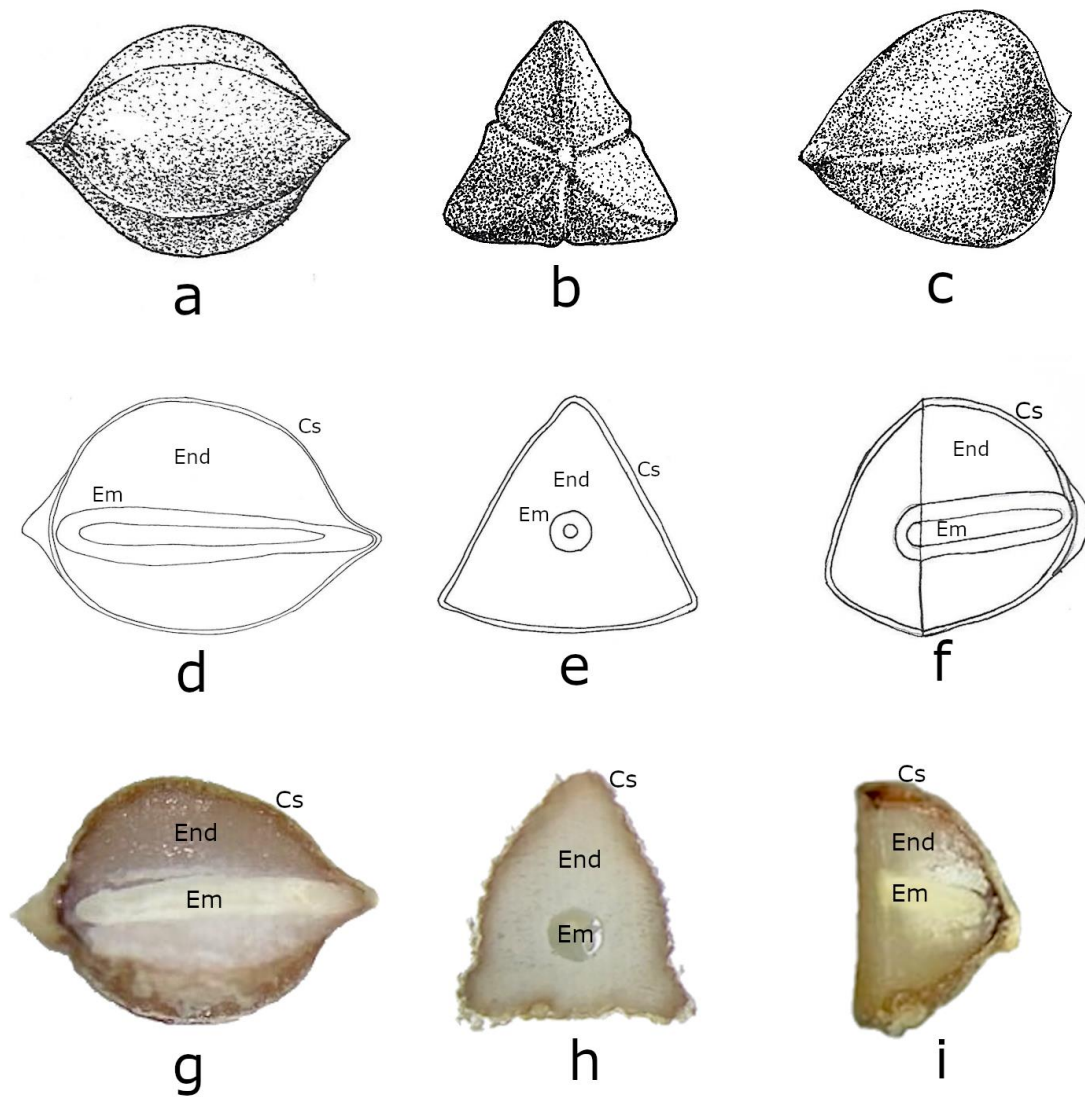


Figura 20. Semilla de *Dasyilirion acrotrichum* en diferentes ángulos. a) Vista en forma longitudinal; b) Transversal; c) Vista isométrica; d) Corte longitudinal donde se aprecia en el centro el cotiledón, y dentro de éste el embrión; e) Esquema transversal donde se aprecia el embrión en el centro; f) Vista isométrica, el embrión es largo; g) Corte longitudinal; h) Corte transversal; i) Vista isométrica. **End:** endospermo, **Em:** embrión, **Cs:** cubierta seminal.

7.5 Germinación de las semillas

Porcentaje de germinación

Para esta variable se observó en todos los tratamientos un alto porcentaje de germinación durante los diez días de incubación a 25 °C. La germinación comenzó el cuarto día después de la siembra y reveló un comportamiento logístico. El día 13 después de la siembra se alcanzó el máximo número de semillas germinadas. En el primer tratamiento con remojo a 25 °C durante tres tiempos diferentes, tres, seis y 12 h (Figura 4). Las semillas expuestas a tres horas de remojo respondieron con un 96 % de germinación, seis horas en remojo 100 % y 12 horas de remojo se obtuvo un porcentaje de germinación de 97 % (Figura 21). El segundo tratamiento a 40 °C a tres horas en remojo resultó con el 100 % de semillas germinadas. A seis horas de remojo la germinación alcanzó un porcentaje del 86 % y a 12 horas germinó el 98 %. El testigo en las cuatro repeticiones resultó con un porcentaje del 94 % (Figura 22).

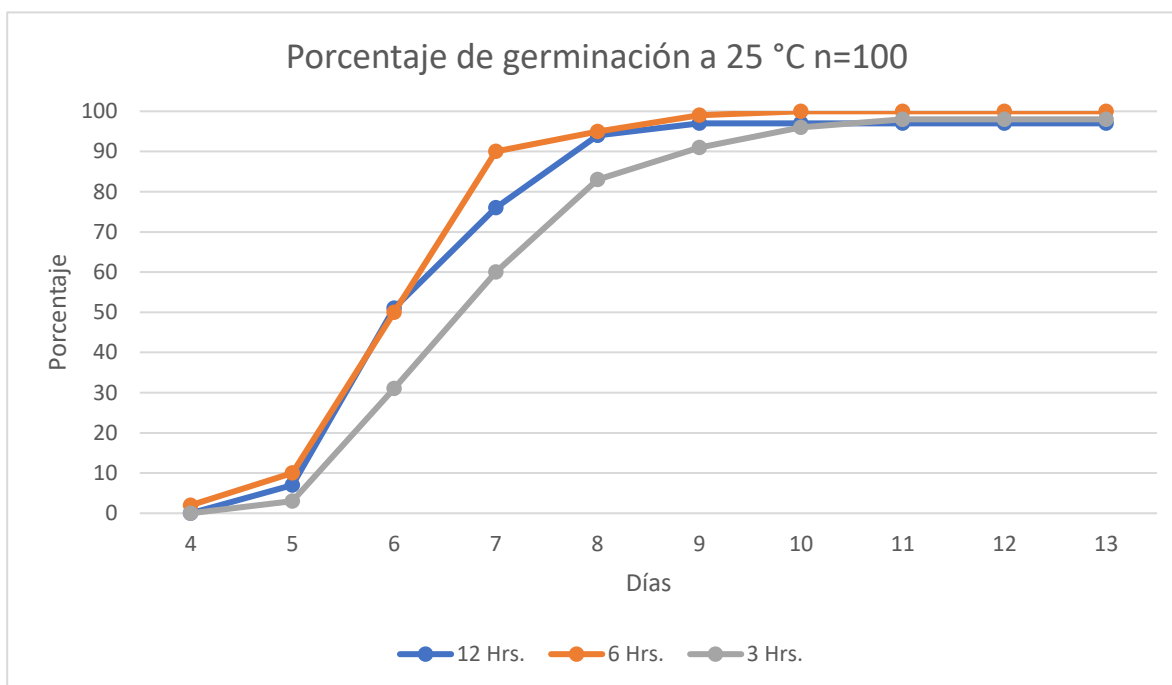


Figura 21. Porcentaje de germinación a 25 °C con diferentes horas de remojo.

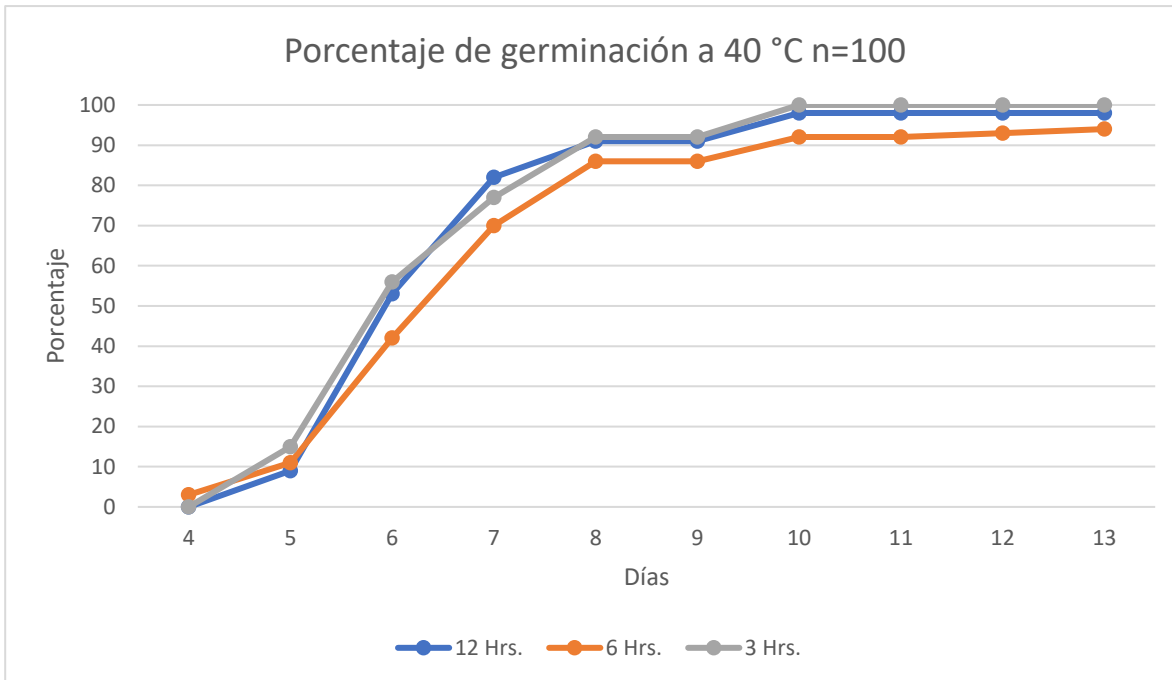


Figura 22. Porcentaje de germinación a 40 °C con diferentes horas de remojo.

Porcentaje de germinación final

Los porcentajes de germinación obtenidos muestran que el valor más alto fue del 100 % de semillas germinadas para el tratamiento de 40 °C con 3 h de remojo, seguido de un porcentaje de 99 % para 25 °C a 6 h, 97 % para 25 °C a 12 h, 96 % de 25 °C a 3 h, 94 % en 40 °C a 6 h, mismo porcentaje de 94 % para el testigo. El valor más bajo correspondió a 89 % para el tratamiento de 40 °C a 12 h de remojo. Estos valores expresan la cantidad de semillas germinadas desde la siembra hasta el final del tiempo de conteo, que correspondió a diez días.

La prueba de ANDEVA determinó con un 95 % de confianza que no hay diferencias significativas para cada tratamiento ($P < 0.504$, Tukey). En este sentido las semillas presentaron un porcentaje final de germinación semejante ($F = 0.91$ $P \leq 0.504$) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de germinación final ($F=0.91$, $p<0.05$, Tukey). N= repeticiones con 25 semillas.

Factor	N	Media	Desv. Est.
25 °C 3 h	4	24.00	2.00
25 °C 6 h	4	24.750	0.500
25 °C 12 h	4	24.250	0.957
40 °C 3 h	4	25.00	0.00
40 °C 6 h	4	23.500	1.291
40 °C 12 h	4	22.25	4.27
TESTIGO	4	23.500	1.000

Coefficiente de velocidad (CV) (Kotowski 1926)

Para el coeficiente de velocidad de Kotowski se obtuvo valores que van desde 13.7 a 15.3. Los resultados de este coeficiente son 13.63 para el testigo, 13.77 para 25 °C con 3h de remojo, 14.52 en 40 °C 6h de remojo, 15.03 para 25 °C 12h, 15.07 en 40 °C 3h, 15.10 para 40 °C 12h y finalmente 15.32 en el tratamiento de 25 °C en 3h. (Cuadro 3). Los resultados revelados por el ANDEVA indica que las medias no mostraron diferencias significativas.

Cuadro 3. Coeficiente de Velocidad de Kotowski (1926). Las medias con asterisco presentan diferencias ($p<0.05$, Tukey).

Factor	N	Media	Desv. Est.
25 °C 3 h	4	13.773	0.728
25 °C 6 h	4	15.329	0.881
25 °C 12 h	4	15.039	0.1885
40 °C 3 h	4	15.074	1.265
40 °C 6 h	4	14.528	0.389
40 °C 12 h	4	15.107	0.502
TESTIGO	4	13.636	0.765

Tiempo promedio de germinación (TPG) (Côme, 1968)

El valor más alto obtenido para esta variable fue de 7.35 para el testigo, seguido de 7.27 para el tratamiento de 25 °C con 3 h de remojo, después 6.89 para 40 °C con 6 h de remojo, 6.67 en 40 °C y 3 h de remojo, luego de 5.80 para 40 °C y 12 h, 6.47 en 25 °C y 6 h, finalmente 6.45 para 25 °C 12 h, este último resultó el valor más bajo. El análisis de varianza reveló que no hay diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tiempo promedio de germinación (Côme, 1968) ($p < 0.05$, Tukey).

Factor	N	Media	Desv. Est.
25 °C 3 h	4	7.276	0.859
25 °C 6 h	4	6.470	0.287
25 °C 12 h	4	6.450	0.245
40 °C 3 h	4	6.670	0.574
40 °C 6 h	4	6.890	0.304
40 °C 12 h	4	6.625	1.126
TESTIGO	4	7.350	0.404

Índice de germinación (Scott et al., 1984)

En este índice al valor más alto fue de 7.00 para 25 °C 3 h de remojo, seguido de 6.92 para el testigo, 6.67 para los tratamientos 40 °C 3 h de remojo, 6.47 en 25 °C 6 h de remojo al igual que 40 °C 6 h de remojo, 6.45 en 25 °C 12 h de remojo, y finalmente le valor más bajo fue de 5.80 para 40 °C y 12 h de remojo. El análisis de varianza reveló que no hay diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento (Cuadro 5).

Cuadro 5. Índice de germinación (IG) ($p < 0.05$, Tukey)

Factor	N	Media	Desv. Est.
25 °C 3 h	4	7.000	0.859
25 °C 6 h	4	6.470	0.287
25 °C 12 h	4	6.450	0.245
40 °C 3 h	4	6.670	0.574
40 °C 6 h	4	6.470	0.304
40 °C 12 h	4	5.800	1.126
TESTIGO	4	6.920	0.641

Velocidad de germinación (Maguire, 1962)

Los valores obtenidos más altos correspondieron a 25 °C 6 h de remojo y 40 °C 3 h de remojo con 3.8. Seguido de 25 °C con 12 h de remojo con una media de 3.7. El tratamiento de 40 °C con seis horas mostró una media de 3.5. Finalmente, los tratamientos de 25 °C 3 h, 40 °C con 12 h mostraron ser los más bajos al igual que el testigo. El análisis de varianza realizado con un 95 % de confianza demostró que no hay diferencias significativas entre las medias poblacionales de cada tratamiento (Cuadro 6).

Cuadro 6. Valores de Germinación Tukey (VG) ($p < 0.05$, Tukey).

Factor	N	Media	Desv. Est.
25 °C 3 h	4	3.3924	0.1923
25 °C 6 h	4	3.877	0.265
25 °C 12 h	4	3.7220	0.1595
40 °C 3 h	4	3.880	0.306
40 °C 6 h	4	3.569	0.237
40 °C 12 h	4	3.493	0.685
TESTIGO	4	3.2963	0.0398

Los resultados finales para cada variable se reflejan en el siguiente cuadro.

Cuadro 7. Datos con los resultados de cada variable. ($p < 0.05$, Tukey).

	Tiempo	PG	CV	TPG	IG	VG
	TESTIGO	94 %	13.63	7.35	6.92	3.29
25 °C	3 h	96 %	13.77	7.27	7	3.39
	6 h	99 %	15.32	6.47	6.47	3.87
	12 h	97 %	15.03	6.45	6.45	3.72
40 °C	3 h	100 %	15.07	6.67	6.67	3.88
	6 h	94 %	14.52	6.89	6.47	3.56
	12 h	98 %	15.10	6.62	5.80	3.49

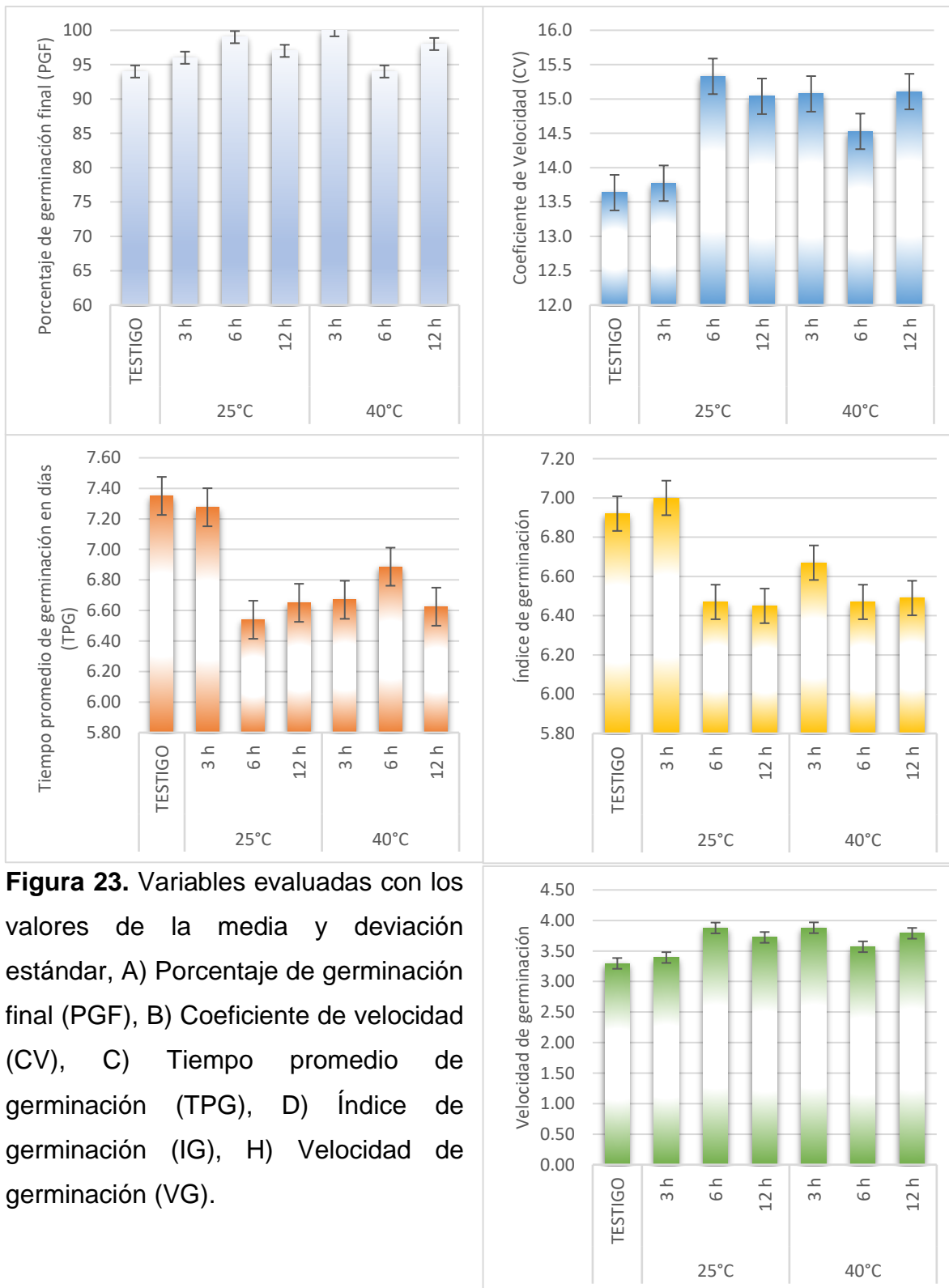


Figura 23. Variables evaluadas con los valores de la media y desviación estándar, A) Porcentaje de germinación final (PGF), B) Coeficiente de velocidad (CV), C) Tiempo promedio de germinación (TPG), D) Índice de germinación (IG), E) Velocidad de germinación (VG).

Desarrollo post - emergente

El proceso de germinación y las plántulas de *Dasyilirion acrotrichum* analizadas durante diez días después de iniciada la emergencia de la radícula, fueron divididas en cinco fases en el desarrollo de la plántula. El primer momento fue de siembra hasta el tercer día cuando estas germinaron (Figura 24a). La segunda etapa se aprecia un crecimiento linear de la radícula, se registró una longitud de hasta tres mm 24 h después de la emergencia (Figura 24b). Tercera fase, en esta etapa se comienzan a desarrollar los primeros pelos radiculares y el hipocótilo se hace presente, la radícula se elonga considerablemente (Figura 24c). Cuarta etapa, el hipocótilo comienza a engrosarse, se curva en forma de “u” invertida y la radícula continúa con su elongación (Figura 24d). Fase cinco, la radícula aumenta de longitud y la presencia de pelos radicales es abundante, el hipocótilo se dispone de forma erecta, la hoja cotiledónea se hace presente y el haustorio se mantiene protegido por la cubierta seminal (Figura 24e).

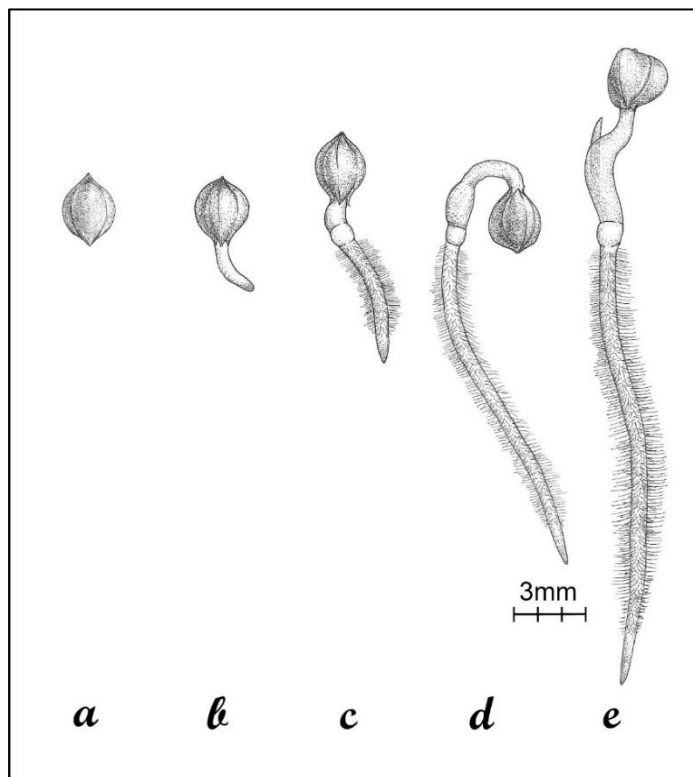


Figura 24. Se muestran diferentes estadios de *Dasyilirion acrotrichum* durante los diez días de germinación. a) semilla durante la siembra; b) cuarto día; c) 5-6 días; d) 7-8 días; e) 9-10 días de desarrollo.

VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Entrevistas semiestructuradas

Dasyilirion acrotrichum es una especie que se desarrolla principalmente en zonas áridas y semiáridas, en la congregación de Cieneguilla, Tierra Blanca. Es conocido como “sotol” “chimal” y “cucharilla”. La distribución ecológica concuerda con lo reportado por Galván (2011) y Hernández-Sandoval (2020).

Las entrevistas realizadas a los diferentes grupos de edad mostraron que el sector de mayor edad es el que conoce mejor la planta y su tradición, mientras que el grupo más joven tuvo un menor dominio sobre el conocimiento etnobotánico. Es común encontrar estos resultados en diversos grupos étnicos, en donde el conocimiento sobre sus recursos naturales es más abundante en las personas de mayor edad (Figura 6). Este patrón fue distinto respecto a su participación en la tradición del xúchil, el interés por aprender a cultivar el chimal y conocer más acerca de sus cuidados. Las personas jóvenes entrevistadas pertenecientes al nivel de primaria reflejaron que el 54 % conocen el sotol y manifestaron haberla visto dentro su comunidad, mientras que los alumnos de la secundaria revelaron con 67.7 % tener un conocimiento mayor de la especie. Por último, los habitantes adultos no estudiantes mostraron un mayor conocimiento sobre el sotol. En este sentido la mayor parte de la población ubica a *Dasyilirion acrotrichum* con el nombre de “sotol” pero este se hace más evidente con forme se incrementa la edad (Figura 6). El mismo caso ocurre con el uso de la planta o partes usadas de esta. El aumento del conocimiento con respecto al chimal sugiere que mientras los pobladores crecen y participan dentro de la comunidad en los eventos culturales, también aumenta su noción y familiarización con la planta, desde niños participan en los festivales religiosos del Xúchil con las danzas y ceremonias. Además, participan en la elaboración de pañuelos, poner alimentos para decorar y ofrecer al Xúchil. En este aspecto sobresale la participación de los padres y maestros que apoyan las actividades efectuadas por los escolares del nivel primaria por considerase

importante y favorecer el legado cultural al mantener la tradición más importante del pueblo.

Los alumnos de la secundaria no están conformados totalmente dentro de la congregación. En este sentido, solo el 45 % de los estudiantes de secundaria participan en los eventos ceremoniales. Sin embargo, resalta la apreciación de su entorno cultural y biológico, ya sea explorándolo por cuenta propia o en momentos de recreación en los alrededores o en las festividades. En comparación, los alumnos de primaria participan más activamente con un 36 % comparado con los de secundaria. Además, cabe mencionar que en la secundaria ya no se llevan a cabo las actividades relacionadas directamente con el chimal y el Xúchil. Es relevante señalar que en algunos casos los padres de los jóvenes de secundaria han participado como ayudantes en la tradición del Xúchil o incluso han sido mayordomos reforzando así el enlace cultural con la planta y sus usos. La población incluido el sector estudiantil y profesores, principalmente de la primaria muestran el interés por aprender a cultivar la planta, pero no existe un programa que favorezca la propagación de la especie.

Con respecto a la población adulta no escolar, el mayor porcentaje (70 %) consideran que esta actividad es importante para su comunidad y el menor porcentaje (5 % o menos) no les prestan importancia a las celebraciones. La recolecta del chimal se ve restringida a un menor número de personas (15 %) ya que requiere de buena condición física para poder cargarla y caminar entre las veredas. El 74 % considera que la tradición del Xúchil debe seguir conservándose al considerar que es parte de su legado y por el respeto que se le debe dar a los patronos de la congregación. El Xúchil en Cieneguilla es el retrato de la misma comunidad en el cual se teje con el esfuerzo y movimiento de sus habitantes, que va desde la preparación inicial para la ofrenda, la recolección de los sotoles y su bendición, la preparación de la comida para la fiesta con las “guzneras” y la construcción con el levantamiento de los “arbolitos” (Urbina-Villagómez, 2016). Resulta interesante que un sector menor de los pobladores no consideró necesario continuar con la tradición debido a que lo ven como un fanatismo religioso. Además

de que conocen que la planta de chimal se está reduciendo por la alta extracción de individuos para la elaboración del Xúchil y las poblaciones naturales están disminuyendo. En general los pobladores les gustaría conocer más acerca de la planta, su cultivo y sus cuidados porque son conscientes que las poblaciones son cada vez menores.

Los resultados obtenidos de las entrevistas indican que el grupo de los mayordomos fue el que aportó el mayor conocimiento etnobotánico, esto puede deberse a que son los principales responsables y organizadores de las festividades dentro de la comunidad. También se observó un amplio conocimiento en el grupo de edad de 40 a 69 años. Estos datos son similares a lo reportado por Escobar (2016) para la comunidad de Ecatlán, Puebla donde las personas que trabajan y recolectan ejemplares de la misma especie están vinculados con la organización social de la mayordomía y los "abuelos", quienes reconocen en su totalidad el uso y manejo de *Dasyilirion acrotrichum*.

Con base en los datos obtenidos la cantidad de sotoles utilizados en la elaboración del Xúchil en la congregación de Cieneguilla es menor que la cantidad utilizada en San Miguel Tolimán, Querétaro, donde se utilizan hasta 200 sotoles en distintas festividades (Morales, 2020). En tanto que en Xicochimalco, Veracruz, el número de individuos llega a 900, para construir aproximadamente 30 estructuras (arcos) por año en las que se utilizan cerca de 30 sotoles para cada una (Mata-Labrada, 2007). Por otro lado, Heackel (2008) reporta un crecimiento en la producción de arcos en cuatro municipios en el centro de Veracruz, llegando a 74 en el año 2006. Aunque estos datos son menores en Cieneguilla, existe un uso constante y creciente de la especie, razón por la cual se encuentra protegida por las autoridades. Por otro lado, González (2012) registró que, para la población de Sombrerete, Querétaro, también el sotol es utilizado para tejer adornos en las fiestas patronales. Sin embargo, sus poblaciones se han reducido debido a su uso en rituales y ceremonias. Además del aumento de estas ofrendas, muchos de los artesanos que las elaboran buscan hacerlas cada vez de mayor tamaño, "más grande es mejor" es la mentalidad que existe sobre todo en los artesanos más jóvenes (Haeckel, 2008). Por lo tanto, los

lugares donde se usa *Dasyilirion acrotrichum* y especies del mismo género, existe una tendencia a extraer de manera excesiva individuos para fines culturales, misma que se incrementa con los años, y a pesar de que hay una consciencia que esta especie se encuentra amenazada y protegida por las autoridades, aún no existen regulaciones adecuadas para su uso dentro de las mismas comunidades, debido a que no se ha tomado la debida atención para su reproducción y conocimiento de la especie desde una perspectiva ecológica.

El 100 % de los grupos no escolares han notado que cada vez se tienen que recorrer distancias más largas para obtener la planta, sin embargo, un menor porcentaje ha observado una disminución en la población del sotol. Por otra parte, en Tequila, Veracruz, se recorren varios kilómetros para llegar a Acultzingo, Veracruz, o a Azumbilla, Puebla, para recolectar la planta. Debido a que la distribución de esta especie es restringida y es de lento crecimiento, situación que provoca recorrer mayores distancias para obtenerla, además de que no existe un equilibrio entre el uso ceremonial y la restauración de estos ejemplares (Mata-Labrada 2013). Otros factores que afectan las poblaciones del sotol son el pastoreo, una vez que el ganado daña las plántulas por pisoteo o ramoneo, y herbivoría por roedores, acompañado de los regímenes pluviales cada vez más fluctuantes (Sierra-Tristán *et al.*, 2008).

Todos los mayordomos mencionaron que han intentado volver a cultivar la planta utilizando los tallos con hojas sobrantes cuando se realiza el Xúchil, ya sea en la recolecta de la planta o en otro momento. Sin embargo, indican que solo la mitad de los ejemplares vuelve a retoñar. Mientras que, en Coatepec, Veracruz estos tallos son desechados usando solo 60 % de la planta (Torres-Martínez, 2016). A pesar de ser importante para sus pobladores, aún desconocen los requerimientos necesarios para su reintroducción al hábitat de donde se extraen. El conocimiento científico relacionado con aspectos ecológicos de las poblaciones, comunidades, así como el medio físico donde crece es aún insuficiente, esto limita un diseño adecuado de programas para su manejo que promuevan la conservación de su diversidad genética y el incremento de la producción y productividad (Martínez,

2013). El uso de técnicas para establecer nuevas poblaciones sembrando bajo nodrizaje en temporadas con mayor precipitación favorecen a la reproducción *in situ* de *Dasyilirion acrotrichum* (Alonso-Anaya *et al.*, 2018).

Diferentes trabajos se han efectuado a partir del uso del *Dasyilirion acrotrichum* para conocer su uso ceremonial, entre estos la construcción de estructuras religiosas, conocidas como *Xúchil*, *Frontal* o *chimal* (Báez, *et al.*, 2018) para los pueblos originarios ubicados en Guanajuato. A esta estructura en algunos municipios de Veracruz se le conoce como *Arco floral* donde se le usa para la decoración de inmobiliarios, espacios urbanos, entre otros (Torres-Martínez, 2016).

La recolección del sotol involucra extraer toda la planta para poderla utilizar en la elaboración del *Xúchil*, se eligen siempre los sotoles que presenten la parte basal de la hoja con color blanco o beige, en cambio no se consideran las coloraciones amarillentas, si es así se desechan los restos de la planta sin intentar volver a sembrar los tallos sobrantes, aunque pueden ser utilizadas como leña. Es necesario trabajar con la mayordomía para aprovechar al máximo con el recurso para disminuir las cantidades que se extraen, las partes del tallo que sobran pueden ser aprovechadas para otras ofrendas menos importantes (Torres-Martínez, 2016).

En la recolecta se toman las plantas más grandes de las cuales en ocasiones son los individuos sexualmente maduros ya que poseen inflorescencias evitando así su reproducción, y por ende su disminución. Esto afecta a las plantas con edad para producir flores (con más de 12 años) ya que al ser cortadas no pueden producir semillas para que germinen nuevos individuos, aunque la especie produce hijuelos y los arqueros busquen las plantas grandes, la forma de recolecta podría disminuir la reproducción sexual (Torres-Martínez & Velázquez-Rosas, 2014). Si bien los pobladores son conscientes que su extracción es ilegal y está penado por la ley, optan por tomar el riesgo ya que para ellos su tradición no puede detenerse.

En Cieneguilla, sobresale la existencia de un vivero de nombre “Xuwita” ubicado en Juanica cerca de la comunidad, donde se producen plántulas para reforestar cada año en el sitio donde se hace la recolecta. Sin embargo, el programa de reforestación no es exitoso posiblemente por la falta de capacitación, interés,

diferencias entre los organizadores, los trabajadores del vivero. El conocimiento biológico de la especie por parte de los pobladores es insuficiente. Existen estudios de propagación *in vitro* con *Dasyilirion cedrosanum* por su uso comercial en la industria licorera, obteniendo buenos resultados y alto número de individuos (Villavicencio *et al.*, 2007; Cruz, 2017). Sin embargo, en el vivero de Xuwita no se tiene la capacitación y la infraestructura para llevar esta técnica.

En la comunidad de Cieneguilla el sotol está prácticamente restringido a su uso ceremonial, los resultados mostraron pocos usos. La entrevista realizada a los alumnos de primaria revela que menos del 1 % mencionó que se utiliza para hacer canastas y sombreros, mientras que una minoría de los mayordomos mencionó su uso para fines de limpieza, a diferencia de otros pueblos donde se ocupa para la elaboración de artesanías, canastos y alimento (utilizando las inflorescencias), o material para la construcción de vallas y cercas (Reyes-Valdés *et al.*, 2019) y remedio para las picaduras de serpiente (Sánchez-González *et al.*, 2008). En el ámbito alimentario, los datos obtenidos difieren de lo reportado para *Dasyilirion cedrosanum*, especie considerada como fuente de proteína y fibra (Orozco-Sifuentes *et al.*, 2019) que alguna vez formó parte de la dieta de los pobladores del norte de México quienes consumían su tallo y hojas (Reyes-Valdés *et al.*, 2013).

Los mayordomos recurren a terrenos privados para obtener los ejemplares de sotol, el más conocido de ellos es el terreno de “los Rubio” a los alrededores de Cieneguilla. Este dato es similar a lo reportado por Torres-Martínez (2016) quien menciona que, en Coatepec, Veracruz deben recurrir a terrenos privados con previo permiso del dueño para la obtención del chimal.

Germinación

Evaluación de viabilidad de semillas con cloruro de tetrazólio (TTC)

La cantidad de semillas viables en *Dasyilirion acrotrichum* fue alta con un 92 % comparada con *D. cedrosanum* con un tiempo de almacenamiento durante el mes de enero del 2010 (Cruz-López, 2011) con 85 %. Este resultado es semejante a un estudio en *Dasyilirion lucidum* donde se obtuvo una viabilidad del 94 % las cuales

fueron recolectadas desde el 2014 (Rodríguez-Trejo *et al.*, 2019) a pesar de que las semillas de *Dasyilirion* poseen una alta tasa de viabilidad. Sin embargo, esta característica disminuye con el tiempo (Cruz-López, 2011). Además, las semillas utilizadas para el trabajo aquí presentado fueron cosechadas un año anterior a su evaluación.

Comparado con otras especies de la familia Asparagaceae, particularmente con *Agave* se diferencia en los porcentajes de viabilidad, donde en *Dasyilirion acrotrichum* es mayor. Niño (2013) comparó la viabilidad y germinación de las especies *Agave mapisaga* vs *A. angustifolia subsp. tequilana*, la viabilidad obtenida fue del 68 % en *A. mapisaga*, mientras que *A. angustifolia subsp. tequilana* obtuvieron un 19 % de semillas viables por medio de la prueba de cloruro de tetrazólio, aunque en *A. angustifolia subsp. tequilana* se relacionó la baja viabilidad debido a incompatibilidad genética por endogamia y factores aberrantes en el desarrollo del gametofito femenino. En semillas de *Agave potatorum* se comparó la viabilidad en diferentes tiempos, a seis meses de almacenamiento donde mostraron una viabilidad de un 85 %, y a 12 meses presentaron 77 %, disminuyendo a 4 % después de 24 meses (Langlé *et al.*, 2017). En este sentido se muestra detrimento en la viabilidad con forme pasa el tiempo. El almacenamiento adecuado a través de condiciones controladas como la deshidratación, humedad y su enfriamiento pueden conservar viables las semillas ortodoxas por décadas o incluso siglos (Vázquez-Yanes & Toledo, 1989). Esto es importante para poder mantener germoplasma disponible en la conservación y producción de una especie (Rodríguez-Trejo *et al.*, 2019).

En un estudio realizado por Probert *et al.* (2009), se encontró que, en una muestra de 195 especies de 71 familias, las semillas de *Dasyilirion lucidum* y *Dasyilirion wheeleri* mostraron buena resistencia al envejecimiento por la aplicación de alta temperatura y humedad durante el almacenamiento.

Cabe destacar que las semillas con tonalidades oscuras o claras a la mayoría y que presentaron “deformidades”, no lograron una germinación satisfactoria. Esto

podría revelar un patrón que ayude para seleccionar los lotes de semillas de forma cualitativa previa a la germinación.

Descripción de las semillas

La relación del peso en gramos de los frutos maduros en *Dasyllirion acrotrichum* con respecto a las semillas es prácticamente el doble 2.09 (48 %), esta relación es mayor que en otras especies de *Dasyllirion*. Rodríguez-Trejo *et al.* (2019) en semillas de *Dasyllirion lucidum* obtuvieron por cada kilo 141 614.9 semillas y 91798 frutos respectivamente, con una relación de 1.5, equivalente al 65 % del peso de las semillas. En otras especies de sotol como *Dasyllirion leiophyllum* var. *glaucum* la relación fue de 1.26 veces, las alas representaron un 26 % del peso obteniendo en un kilogramo y sin brácteas 95,000 semillas con el 74 % de peso en los frutos cuyo tamaño fue de 4.2 a 4.5 mm de ancho y 6 a 6.5 mm de largo (Sierra-Tristán & Morales, 2002). Las variaciones en el tamaño y forma de semillas pueden afectar la germinación, la emergencia de la siembra profunda, tamaño de la plántula y rendimiento final (Harper & Obeid, 1967).

Germinación de las semillas

Durante los diez días de germinación, las semillas de *Dasyllirion acrotrichum* en los diferentes tratamientos mostraron porcentajes semejantes, el análisis de varianza no arrojó diferencias significativas para cada uno de los porcentajes finales de germinación con respecto al testigo, por lo tanto, para obtener la misma tasa de semillas germinadas no es necesario usar tratamientos pregerminativos.

El coeficiente de velocidad (CV) y el índice de germinación (IG), según el ANOVA, no mostró diferencias significativas entre los tratamientos. De igual forma el tiempo promedio de germinación (TPG) y la velocidad de germinación de Maguire (VG), tuvieron el mismo comportamiento.

Diversos tratamientos comprenden el remojo de las semillas, estos métodos en húmedo ablandan su cubierta y extraen por lixiviación los inhibidores químicos que provocan latencia, algunas semillas tienen poca resistencia a la germinación y pueden responder bien al ser remojadas durante 24 horas en agua a temperatura

ambiente (Willan,1991). Villavicencio *et al.* (2007) usó semillas de *Dasyilirion cedrosanum* y sembró bajo condiciones *in vitro*, en sus resultados obtuvieron una tasa de germinación arriba del 80 %. También, señalan que no requieren promotores de germinación para romper el posible letargo morfológico presente en las semillas. Por otra parte, Rodríguez *et al.* (2019) evaluaron semillas de *Dasyilirion lucidum* y *Beaucarnea gracilis*, especies emparentadas con *D. acrotrichum*. Sembraron en cámaras con ambiente controlado bajo temperaturas de 30 °C y 20-25 °C con fotoperiodos de 12 horas, utilizaron semillas jóvenes y viejas. Al respecto encontraron que la temperatura y edad no influyen en la capacidad germinativa de estas especies. Por otra parte, Cardel *et al.* (1997) al usar semillas de *Beaucarnea gracilis* y sumergirlas en agua durante 24 horas obtuvieron un 100 % de germinación. En el caso de *Nolina cespitifera* Juárez (2014), germinó semillas usando varios tratamientos para romper la latencia, entre estos, escarificación con lija, remojo en agua corriente por 48 horas, remojo en agua corriente a 60 °C por cinco minutos, remojo en KNO₃ al 0.2 % por 10 min, remojo en H₂SO₄ a 100 ppm por 10 minutos. Sus resultados revelaron que el remojo en agua corriente por 48 horas tuvo un mayor porcentaje de germinación (72 %), seguido de la escarificación con lija y remojo en agua a 60 °C por cinco minutos, ambos con 68 % de germinación. Esto sugiere que al parecer las semillas de las especies de Nolinoideae reaccionan mejor a los tratamientos de lixiviación y temperatura controlada para su germinación que pretratamientos germinativos químicos. En este sentido, Alonso-Anaya *et al.* (2018) efectuaron la germinación de *Dasyilirion acrotrichum* bajo condiciones *in situ*, donde evaluaron el nodrizaje y exclusión por granivoría. Al respecto obtuvieron una baja tasa germinación, debido a que los embriones no obtuvieron la suficiente humedad durante un periodo prolongado. Estos resultados sugieren que el potencial hídrico debe tener valores altos, de tal manera que las semillas de *Dasyilirion* con seguridad tienen mayor probabilidad de germinar cuando las lluvias están bien establecidas (Márquez-Guzmán *et al.*, 2012). Cabe resaltar que la persistencia del pericarpo tiene la capacidad de retardar por algunos meses la germinación (Vega-Cruz *et al.*, 2006; Sierra-Tristán *et al.*, 2008),

por lo tanto, es preferible germinar el sotol en ausencia de los carpelos, mismos que pueden favorecer el letargo de la semilla hasta por siete meses.

Desarrollo plantular

Las plántulas de *Dasyllirion acrotrichum* durante los primeros diez días de siembra, desarrollan una raíz primaria con pelos radiculares e hipocótilo, sin mostrar aún el desarrollo de nomófilos. En semillas germinadas bajo condiciones *in vitro* de *Dasyllirion cedrosanum* la radícula se registró desde los siete días después de iniciarse la siembra, presentando un hipocótilo pivotante fuerte y un epicótilo compuesto con hojas rudimentarias (Villavicencio *et al.*, 2007). La presencia de un cotiledón cilíndrico en las plántulas de *Dasyllirion* al parecer se relaciona con ambientes secos, como ocurre en *Asphodelus*. Esta adaptación le permite a la planta poder sobrevivir en condiciones xéricas, favorece el rápido desarrollo de un sistema radical que le permite el enraizamiento y asentamiento en el suelo, así como la presencia de un haustorio. El haustorio es la estructura encargada de la absorción de sustancias de reserva almacenadas en el endospermo, mismo que permanece dentro de la cubierta seminal (Díaz-Lifante, 2013). En *Dasyllirion* al parecer la presencia del haustorio se relaciona con la capacidad que tienen sus plántulas para sobrevivir y obtener nutrimentos hasta que se establezca en el sustrato. El haustorio es una estructura que se relaciona comúnmente con raíces modificadas de plantas parasitas (Montes-Hernández *et al.*, 2019). Sin embargo, en diversas monocotiledóneas perennes, esta estructura funciona como un órgano de absorción del eje plantular al endospermo, tal es el caso de especies en las familias Asparagaceae, Asphodelaceae, Arecaceae, Bromeliaceae, Colchicaceae, entre otras (Díaz-Lifante, 2013; González-Gutiérrez *et al.*, 2014; le Roux & Robbertse, 1994; Mazzottini-dos-Santos *et al.*, 2017; Scatena *et al.*, 2006; Serrano-Casas *et al.*, 2000). Desde la biología del desarrollo, estudiar la diversidad y función del haustorio en grupos de monocotiledóneas resulta interesante, con la finalidad de entender las estrategias adaptativas y la sobrevivencia de plántulas desde un punto de vista ecológico. Por otra parte, desde el punto de vista filogenético permitiría entender homologías y homoplasias dentro de Nolinoideae y en general en Asparagaceae.

IX. CONCLUSIONES

- El chimal es una planta de importancia biocultural que está ligada a los nativos Otomís de Cieneguilla desde el punto de vista religioso y les confiere identidad cultural a los pobladores que la utilizan, en este sentido es importante que se conserve la tradición y se generen estrategias de preservación de la especie en la comunidad.
- *Dasyllirion acrotrichum* es una especie que desarrolla semillas ortodoxas, presenta una alta viabilidad y responde de forma favorable a la germinación sin tratamientos pregerminativos cuando exista humedad y temperatura constante.
- La presencia de un cotiledón cilíndrico y un haustorio sugiere que las plántulas están adaptadas para tolerar condiciones ambientales xéricas y poca disponibilidad de nutrimentos en el sustrato.

X. APENDICE 1

7.1 Guion de preguntas para entrevistas semiestructuradas para la mayordomía

1. Edad _____ Género _____
2. ¿Siempre ha vivido en la comunidad?
3. Máximo grado de estudios: _____
4. Ocupación: _____
5. Religión _____
6. ¿En qué festividades utilizan plantas para adornar?
7. ¿Qué plantas utilizan para adornar?
8. ¿Quiénes participan, jóvenes, adultos etc.?
9. ¿La participación es principalmente por hombres o mujeres?
10. ¿Conoce la planta llamada sotol?
11. ¿Cómo la conoció? Por la tradición
12. ¿Qué usos le dan a la planta en su comunidad?
13. ¿Usted la ha utilizado, para qué?
14. ¿Sabe si ocupan el sotol en alguna festividad y cuáles serían estas?
15. ¿En qué lugar recolectan la planta?
16. ¿Recorren distancias más largas cada vez que vuelven a recolectarla?
17. ¿Ha notado una disminución de la planta de sotol?
18. ¿Han intentado volver a cultivar la planta?
19. ¿En qué fechas son las festividades en las cuales se realizan los arcos?
20. ¿Cuántos Arcos se realizan al año?
21. ¿Cuántos Sotoles utilizan para para la elaboración de un arco, dimensiones del arco u otra estructura?
22. ¿Qué partes de la planta se utilizan para elaborar los arcos?
23. ¿Sabe cuántos arcos se realizaban hace 5 y 10 años?
24. ¿Han pensado usar otro tipo de plantas o materiales como flores de plástico?
25. ¿Los terrenos de donde la obtienen son privados o ejidales?
26. ¿Han tenido problemas para conseguirla?

7.2 Guion de preguntas para entrevistas semiestructuradas en las escuelas de la comunidad y público en general

PRIMARIA Y SECUNDARIA

1. Rango de edad en el grupo _____
2. Número de alumnos _____
3. ¿Conoce la planta que se le muestra? Si / No
4. ¿Con qué nombre la conocen? _____
5. ¿Cuántos de ustedes saben si la utilizan en su comunidad?
6. ¿Para qué la utilizan?
7. ¿Ustedes han participado en la tradición del Xúchil?
8. ¿Qué partes de la planta son utilizadas?
9. ¿Les gustaría sembrar y cultivar el chimal en la comodidad de su casa?

PÚBLICO EN GENERAL

1. ¿Qué edad tiene? _____
2. Género _____
3. ¿Conoce la planta que se le muestra? Si / No
4. ¿Con qué nombre la conoce? _____
5. ¿Sabe si la utilizan en su comunidad?
6. ¿Para qué la utilizan?
7. ¿Usted han participado en la tradición del Xúchil?
8. ¿Qué partes de la planta son utilizadas?
9. ¿Le gustaría sembrar y cultivar el chimal en la comodidad de su casa?
10. ¿Ha recolectado chimal para la elaboración del Xúchil?
11. ¿Le gustaría que la tradición del Xúchil se siga conservando?
12. En una escala donde 1 es nada importante y 5 es muy importante, ¿Qué calificación le daría a la tradición?
13. ¿Le gustaría conocer más sobre el crecimiento y los cuidados del chimal?

XI. LITERATURA CITADA

Alonso-Anaya, I. C., Maruri-Aguilar, B., Sánchez-Martínez, E., Mandujano M, C. (2018). Factores ecológicos asociados al establecimiento de *Dasyilirion acrotrichum* (Schiede) Zucc. (Nolinaceae) en una población de Cadereyta de Montes, Querétaro, México. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 63(2), 36-55.

Arias-Toledo, A. A., Valverde-Valdés, M. T., Reyes-Santiago, J. (2000). *Las plantas de la región de Zapotitlán Salinas, Puebla*. México: Instituto Nacional de Ecología; Red para el Desarrollo Sostenible, A. C.; Universidad Nacional Autónoma de México.

Anónimo. (2012). De México para el mundo: El Sotol, una bebida muy coahuilense. *Vanguardia*. pp. 1-3.

Báez, C., Vidal, L. E. (2018). Entrevista por Boletín Informativo CONACYT: Al rescate de las costumbres y tradiciones del mundo ezar. <http://www.conacytprensa.mx/index.php/ciencia/humanidades/20122-costumbres-tradiciones-mundo-ezar>. Agencia Informativa CONACYT.

Bloguer, D. J. (1995). Systematics of *Dasyilirion*: Taxonomy and molecular phylogeny. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 56, 69-76.

Caballero, N. J. (2012). *Jardines botánicos: Contribución a la conservación vegetal de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Cano-Pineda, A., Martínez-Burciaga, O. U., Martínez-Salvador, M. (2013). Caracterización Ecológica y Socioeconómica del sotol (*Dasyilirion* spp). En: Ecología y usos de especies forestales de interés comercial de las zonas áridas de México. Primera edición ed. México: INIFAP, pp. 79-91.

Cardel, Y., Rico-Gray, V., García-Franco, J. J., Thien, L. B. (1997). Ecological status of *Beaucarnea gracilis*, an endemic species of the semiarid Tehuacán Valley, México. *Conservation Biology*, 11(2), 367-374.

Côme, D. (1968). Problèmes of terminologie posès par la germination et ses obstacles. *Bulletin Societè Française Physiologie Végétale*, 14, 3-9.

Cruz, C. J. (2017). *Germinación In Vitro y Micropropagación de Sotol (Dasylirion cedrosanum Trel.)*. [Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Saltillo, Coahuila, México.

Cruz-López, H. F. (2011). *Efecto en la capacidad fisiológica en las semillas de sotol (Dasylirion cedrosanum Trel.), con aplicación de biorreguladores*. [Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Saltillo, Coahuila, México.

del Rosario, L. T. (2014). Plantas silvestres en el paisaje urbano del municipio de León, Gto. León: IMPLAN.

Díaz-Lifante, Z. (2013). Desarrollo y morfología de las plántulas en el género *Asphodelus* L. (Asphodelaceae), *Webbia*, 49(1), 75-92.

Escobar, F. T. (2016). Importancia cultural y prácticas de manejo de las plantas asociadas a dos rituales totonacos en la sierra norte de Puebla [Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana]. Xalapa, Veracruz, México.

Galván, R. (2001). En: Rzedowski, G. C. d. & Rzedowski (comps). Flora Fanerogámica del Valle de México. 2 ed. México: Instituto de Ecología y CONABIO.

García-Flores, P. V., Martínez, G.H. L., Rodríguez, O. M., González, L. M., Ramírez, R. S. (2012). Contribución del Jardín Botánico de Fundación Xochitla a la Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal. En: Jardines Botánicos: contribución a la conservación vegetal de México. México: CONABIO, pp. 53-64.

González, A. M. A. (2012). Aquí no es allá. Migración y desplazamiento lingüístico entre la población Otomí del semidesierto Querétaro. [Tesis de pregrado. Universidad Autónoma de Querétaro]. Santiago de Querétaro, Querétaro. pp. 80.

González-Gutiérrez, A. G., Gutiérrez-Mora, A., Rodríguez-Garay, B. (2014). Embryo sac formation and early embryo development in *Agave tequilana* (Asparagaceae). *SpringerPlus*, 3, 575. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-575>

González-Zertuche, L., Orozco-Segovia, A. (1996). Método de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachya*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 58, 15-30.

Gual, D. M. (coord.). (2018). Taxonomía de los usos y manejo de la biodiversidad de México para la construcción de sistemas de información. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México.

Harper, J. L., Obeid, M. (1967). Influence of seed size and depth of sowing on the establishment and growth of varieties of fiber and oil seed flax. *Crop Sci.* 7, 527-532.

Haeckel, I. (2008). The "Arco Floral": Ethnobotany of *Tillandsia* and *Dasyllirion* spp. In a Mexican religious adornment. *Econ Bot.*, 62, 90-95.

Hernández-Sandoval, L. (2020). Nolinaceae. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fásiculo 213. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro Michoacán, México.

INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tierra Blanca, Guanajuato: INEGI.

INEGI. (2018). Mapa de Guanajuato – División Municipal con nombres [mapa]. Geoportal.

http://www.cuentame.inegi.org.mx/mapas/pdf/entidades/div_municipal/gtomprios.pdf

IUSS Working Group WRB. (2015). Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma.

Juárez, D. A. (2014). Eliminación de latencia en semilla de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.), bajo condiciones de laboratorio e invernadero, utilizando tratamientos físicos, químicos y mecánicos. [Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"]. Saltillo, Coahuila, México. 90pp.

Kotowski, F. (1927). Temperature alternation and germination of vegetable seed. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 5(1), 71-78.

Langlé, A. L. A., Gutiérrez-Hernández, G. F., Martínez-Gutiérrez, A. G. (2017). Efecto del tiempo de almacenamiento y procedencia de semillas de *Agave potatorum* Zucc. En la germinación y viabilidad. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*; Vol. IV, Núm. 2 (Suplemento 2); 30 de noviembre y 1 de diciembre; ISSN: 2007-9559.

le Roux, L. G., Robbertse, P. J. (1994). Tuber ontogeny, morphology and vegetative reproduction of *Gloriosa superba* L. *South African Journal of Botany*, 60(6), 321-324. [https://doi.org/10.1016/S0254-6299\(16\)30586-5](https://doi.org/10.1016/S0254-6299(16)30586-5)

López-Gutiérrez, B. N. (2010). Etnobotánica de *Dasyilirion acrotriche* (Schiede) Zucc. (Nolinaceae), en áreas del centro y sur del Estado de Hidalgo, México. [Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo]. Hidalgo.

Maguire, J. D. (1962). Speed of germination-aid in selection and evacuation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2, 176-177.

Mancilla, J. I. (coord.). (2000). Del Pedregal a Santo Domingo. Historia del proceso de regularización. México: Dirección General de Regulación Territorial del Gobierno del Distrito Federal.

Márquez-Guzmán, J., Collazo, M., Martínez, M., Orozco, A., Vázquez, S. (2012). Biología de angiospermas. Facultad de Ciencias, UNAM. D.F. México.

Martínez, M. (2013). Ecología y usos de especies forestales de interés comercial de las zonas áridas de México. Instituto de Investigaciones Forestales. Chihuahua. México.

Mata-Labrada, F. (2007). The peculiar use of the leaves of *Dasyilirion acrotriche* (Schiede) Zucc., in Central Veracruz. *Int. Cact. Adv.*, 75.

Mata-Labrada, F. (2011). Ecología y festividad relacionadas con la utilización de la flora en Tequila Veracruz: Un poblado entre el bosque de niebla. Ecología y festividad relacionadas a la utilización de la flora en Tequila. *Ulúa*, 18, 143-174.

Mata-Labrada, F. (2013). Etnografía y Ecología en Relación al Uso Ritual y Ceremonial de Tres Especies Botánicas: *Gaultheria Acuminata*, *Dasyilirion acrotrique* y *Tillandsia usneoides*. En *Naturaleza-Sociedad Reflexiones desde la Complejidad*, editado por F. A. Conde, P. A. Ortiz, A. Delgado, and F. Gómez, pp 151-158. Universidad Autónoma de Tlaxcala, México.

Mazzottini-dos-Santos, H. C., Monteiro, R. L, Trombert, O. D. M. (2017). Roles of the haustorium and endosperm during the development of seedlings of *Acrocomia aculeata* (Arecaceae): dynamics of reserve mobilization and accumulation. *Protoplasma*, 254, 1563–1578. <https://doi.org/10.1007/s00709-016-1048-x>

Montes-Hernández, E., Sandoval-Zapotitla, E., Bermúdez-Torres, K., Trejo-Espino, J. L., Trejo-Tapia, G. (2019). Hemiparasitic interaction between *Castilleja tenuiflora* (Orobanchaceae) and *Baccharis conferta* (Asteraceae): haustorium anatomy and C- and N-fluxes. *Bot. Sci.*, 97(2),192-201.

Morales, M. B. (2020). Efecto de la cosecha en poblaciones de *Dasyilirion Acrotrichum* (Schiede) Zucc., usada como ornamental en San Miguel Tolimán, Querétaro, México. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Autónoma de México]. México.

Niño, V. R. (2013). Germinación y viabilidad seminal de *Agave angustifolia subsp. tequilana* y *Agave mapisaga*. [Tesis de pregrado. Universidad Autónoma de San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez]. S.L.P.

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. Cd. Mx., México. Texto vigente.

NOM-005-SEMARNAT-1997. Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal. Texto vigente.

- Orozco-Sifuentes, M. M., García-Martínez, J. E., Arévalo-Sanmiguel, C. A., Ramírez-Godina, F., Reyes-Valdés, M. H. (2019). Nutritive Potential of Sotol (*Dasyilirion cedrosanum*) Seeds. *Rev. Fitotec. Mex.*, 42(4), 385 – 392.
- Ortega, O. M., Mora, R. F. (2014). Mayordomías y fiestas patronales en los pueblos originarios de Santa Ana Tlacotenco y Santiago Tzapotitlan, Nahuas del Distrito Federal, México. *Diálogo Andino*, (43), 51-63.
- Portal, M. A. (1996). Características generales del sistema de cargos en mayordomía urbana. *Revista Iztapalapa*, 39, 25-42.
- Probert, R. J., Daws, M. I., Hay, F. R. (2009). Ecological correlates of *ex situ* seed longevity: a comparative study on 195 species. *Ann. Bot.*, 104, 57-69.
- Reyes-Silva, A. I., Morales-Muñoz, C. F., Pérez-Reyes, M. E., Pérez-Molphe, B. E. (2013). Propagación in vitro de nolináceas mexicanas. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguas Calientes*, 58, 12-20.
- Reyes-Valdés, M. H., Benavides-Mendoza, A., Ramírez-Rodríguez, H., Villarreal-Quintanilla, J. Á. (2012). Biología e importancia del Sotol (*Dasyilirion* spp). parte I: Sistemática, genética y reproducción. *Planta*, 7(14), 11-13.
- Reyes-Valdés, M. H., Benavides-Mendoza, A., Ramírez-Rodríguez, H., Villarreal-Quintanilla, J. Á. (2013). Biología e importancia del Sotol, (*Dasyilirion* spp) parte II: Ecofisiología, usos e interrogantes. *Planta*, 16-20.
- Reyes-Valdés, H. M., Palacios, R., Rivas-Martínez, E. N., Robledo-Olivo, A., Antonio-Bautista, A., Valdés-Dávila, C. M., Villarreal-Quintanilla, J. A., Benavides-Mendoza, A. (2019). The sustainability of mexican traditional beverage sotol: ecological, historical, and technical issues. In: *Processing and Sustainability of Beverage*. A. M. Grumezescu and A. M. Holban (eds.). Woodhead Publishing. Duxford, UK. 103-112
- Rodríguez-Trejo, D. A., García-Pascual, E., Quiahua-Barrera, L., Reyes-Valdovinos, E. Y. (2019). Germinación de semillas de *Dasyilirion lucidum* Rose y *Beaucarnea*

gracilis Lemaire de matorral xerófilo. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 7(20), 1-12.

Romero-Ugalde, M. (2016). Caldos para el Xont'e: La territorialidad simbólica como reto legislativo en Guanajuato. *Acta Universitaria*, 26(2), 109-118.

Sánchez-González, A., Granados-Sánchez, D., Simón-Nabor, R. (2008). Uso medicinal de las plantas por los otomíes del municipio de Nicolás Flores, Hidalgo, México. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 14(3), 271-279.

Scatena, L. V., Sergecin, S., Ike, C. A. (2006). Seed morphology and post-seminal development of *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) from the "Campos Gerais", Paraná, Southern Brazil. *Biological and Applied Sciences. Braz. arch. biol. technol.*, 49(6), 945-951. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132006000700012>

Scott, S. J., Jones, R. A., Williams, W. A. (1984). Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science*, 24, 1129-1199.

Serrano-Casas, H., Solano, C. E., Ocampo-López, A. (2000). Morfología de semillas, germinación, y desarrollo postemergente de tres especies de semillas del género *Polianthes* L. (Agavaceae). *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 66, 55-65.

Sierra-Tristán, J. S., Morales, N. C. (2002). Características físicas y de germinación en la semilla de sotol (*Dasyllirion leiophyllum*). Memorias XXXVIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. INIFAP, Puebla, México.

Sierra-Tristán, J. S., Lara Macías, C. R., Carrillo-Romo, R., Melgoza-Castillo, A., Morales-Nieto, C., Royo-Vázquez, M. H. (2008). Los sotoles (*Dasyllirion* spp.) de Chihuahua. Folleto Técnico 20 INIFAP-CIRNOC. México.

Sosa, V., De-Nova, J. A. (2012). Endemic angiosperm lineages in Mexico: Hotspots for conservation. *Act. Bot. Mex.*, 100, 293-325.

Secretaría de Seguridad Pública de Guanajuato. (2020). Atlas de Municipal de Riesgos Tierra Blanca, Fenómeno Geológico [atlas en línea] Guanajuato. [consulta: 29 de octubre 2020] Disponible en: <https://servicios->

ssp.guanajuato.gob.mx/atlas/2020/Municipios/Tierra%20Blanca/Geolog%C3%ADa/ge_TierraBlanca.pdf

Torres-Martínez, G., Velázquez-Rosas, N. (2014). Sin cucharilla no hay arco. Universidad Veracruzana. Dirección de Comunicación de la Ciencia. <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/sincucharillanoarcos/>

Torres-Martínez, G. (2016). Manejo tradicional de *Dasyllirion acrotrichum* (Schiede) Zucc (Asparagaceae) para la elaboración de arcos florales en el centro de Veracruz y la evaluación del impacto en sus poblaciones naturales. [tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México]. México.

Urbina-Villagómez, M. L. (2016). Urdir comunidad en tierra yerma: Reconstitución/desestructuración en la Congregación otomí de San Ildefonso de Cieneguilla, Tierra Blanca, Guanajuato. [tesis de Doctorado. El colegio de San Luis] San Luis Potosí, S.L.P.

Uzeta, I. J. (2002). El camino de los santos. Historia y lógica cultural Otomí en la sierra gorda Guanajuatense. [tesis de doctorado. Colegio de Michoacán]. A. C. Zamora, Michoacán.

Vázquez-Yanes, C., Toledo, J. R. (1989). El almacenamiento de semillas en la conservación de especies vegetales. Problemas y aplicaciones. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 49, 61-69. México.

Vega-Cruz, J., Melgoza-Castillo, A., Sierra-Tristán, J. S. (2006). Caracterización del crecimiento de dos especies de sotol (*Dasyllirion leiophyllum* Engelm. ex Trelease y *D. sereke* Bogler) fertilizadas con nitrógeno y fosforo. *Ciencia Forestal en México* 31(99), 55-71.

Villavicencio, G. E., Cano, P. A., Juárez, S. A. (2007). Guía para la micropropagación y producción in vitro de plantas de sotol (*Dasyllirion cedrosanum* Trel.). INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 37 Coahuila, México. 29 p.

Willan, R. L. (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales: con especial referencia a los trópicos. [En línea] Roma: FAO. [Estudio FAO Montes 20/2] 502 p. ISBN 92-5-302291-4. [Consultado: 13/08/2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/ad232s/ad232s00.htm#TOC>

Zamora-Martínez, M. C., Velasco-Bautista, E., Arellano-Rivas, A. (2008). Manual que establece los Criterios Técnicos para el Aprovechamiento Sustentable de Recursos Forestales no Maderables de Clima Templado-Frío. México DF, México: Subsecretaria de Fomento y Normatividad Ambiental-Dirección General del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/Manual_Clima_arido.pdf