



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
BIOLOGÍA VEGETAL**

FACULTAD DE CIENCIAS

**ESTUDIO DE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Tecoma stans* (L.)
Juss. ex Kunth
EN DOS VARIETADES DEL CENTRO DE MÉXICO**

TESIS

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

PRESENTA

INÉS OLIVIA LEGORRETA ARELLANO

ASESORES:

DR. ROBERTH BYE BOETTLER

INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

M.C. VÍCTOR CORONA NAVA-ESPARZA

INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

Comité Tutorial:

DRA. ALMA DELFINA LUCÍA OROZCO SEGOVIA. INSTITUTO DE ECOLOGÍA

DR. MARIO LUNA CAVAZOS. COLEGIO DE POSGRADUADOS

DR. VÍCTOR MANUEL CHÁVEZ ÁVILA. INSTITUTO DE BIOLOGÍA

DRA. ALICIA ENRIQUETA BRECHU FRANCO. FACULTAD DE CIENCIAS

DRA. SOBEIDA SÁNCHEZ NIETO. FACULTAD DE QUÍMICA

Ciudad Universitaria, CD. MX. SEPTIEMBRE, 2016

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| Resumen..... | 4 |
| I. Introducción..... | 5 |
| Justificación..... | 6 |
| Antecedentes | |
| 1. Descripción botánica..... | 7 |
| 2. Taxonomía..... | 10 |
| 3. Distribución en México. Altitudinal, Edáfica, de Vegetación y Geográfica..... | 12 |
| 4. Factores ambientales y ecológicos que influyen en la germinación de las semillas..... | 17 |
| II. Etnobotánica y horticultura..... | 28 |
| III. Hipótesis y Objetivos..... | 38 |
| IV. Metodología..... | 39 |
| V. Resultados y Discusión | |
| 1. Efectos de los tratamientos de T/L/R en germinación de semillas frescas | |
| 1.1 Generalidades..... | 49 |
| 1.2 Comparación del efecto de los tratamientos y las variedades..... | 49 |
| 1.3 Discusión..... | 50 |
| 2. Efectos de los tratamientos con remojo y luz en semillas almacenadas | |
| 2.1 Generalidades..... | 56 |
| 2.2 Comparación del efecto de los tratamientos y las variedades..... | 56 |
| 2.3 Discusión..... | 56 |
| 3. Efectos de los tratamientos de densidad de siembra y sustratos | |
| 3.1 Generalidades..... | 58 |
| 3.2 Comparación del efecto de los tratamientos y las variedades..... | 58 |
| 3.3 Discusión..... | 58 |
| 4. Efecto de los tratamientos de profundidad de siembra y sustratos | |
| 4.1 Generalidades..... | 60 |
| 4.2 Discusión..... | 60 |
| VI. Conclusiones..... | 62 |
| VII. Anexo. Tablas de los análisis estadísticos de los resultados..... | 66 |
| VIII. Bibliografía..... | 75 |

INDICE DE FIGURAS, TABLAS Y GRÁFICAS.

FIGURAS

| | |
|---|----|
| 1. Arbusto de <i>Tecoma stans</i> | 7 |
| 2. Tejidos de <i>T. stans</i> | 8 |
| 3. Follaje de <i>T. stans</i> | 9 |
| 4. Inflorescencia de <i>T. stans</i> | 9 |
| 5. Flor de <i>T. stans</i> | 10 |
| 6. Frutos de <i>T. stans</i> | 10 |
| 7. Semillas de <i>T. stans</i> | 11 |
| 8. Mapas de la distribución de las variedades de <i>T. stans</i> (MEXU)..... | 13 |
| 9. Mapas de la distribución potencial de las variedades de <i>T. stans</i> por Nicho ecológico..... | 14 |
| 10. Mapas de la distribución de las variedades de <i>T. stans</i> | 15 |
| 11. Sitios de colecta de las variedades estudiadas..... | 39 |
| 12. Montaje de la prueba de semillas frescas..... | 42 |

TABLAS

| | |
|--|----|
| 1. Características distintivas de tres variedades de <i>T. stans</i> | 12 |
| 2. Usos medicinales de <i>T. stans</i> | 30 |
| 3. Grupos indígenas que utilizan a <i>T. stans</i> | 32 |
| 4. Nomenclatura “folk” de <i>T. stans</i> en México | 34 |
| 5. Usos no medicinales de <i>T. stans</i> | 36 |
| 6. Fenología de los ecotipos de <i>T. stans</i> estudiados..... | 39 |
| 7. Informes del Servicio Meteorológico Nacional sobre las localidades..... | 40 |
| 8. Variables independientes de los tratamientos de germinación de semillas frescas..... | 41 |
| 9. Tratamientos con semillas frescas de Temperatura/Luz/Remojo (T/L/R)..... | 43 |
| 10. Simbología de los factores y sus niveles en la prueba de semillas frescas..... | 44 |
| 11. Variables independientes de los tratamientos de germinación de semillas almacenadas..... | 45 |
| 12. Variables independientes de los tratamientos de la prueba de densidad | |

| | |
|---|-----------|
| de siembra en la germinación de semillas..... | 46 |
| 13. Número de semillas y moldes empleados en la prueba de densidad | |
| de siembra..... | 47 |
| 14. Variables independientes de los tratamientos de la prueba de profundidad | |
| de siembra en la germinación de las semillas..... | 48 |
| 15. Grupos homogéneos de los tratamientos T/L/R de semillas frescas..... | 51 |

GRÁFICAS

| | |
|---|-----------|
| 1. Porcentaje de germinación de los tratamientos de temperatura, luz | |
| y remojo (T/L/R) de semillas frescas de <i>T. stans</i>..... | 50 |
| 2. Tratamientos con los mayores porcentajes de germinación..... | 52 |
| 3. Interacción entre remojo y temperatura de semillas frescas de <i>T. stans</i>.. | 54 |
| 4. Interacción entre temperatura y remojo de semillas frescas de <i>T. stans</i>.. | 55 |
| 5. Efecto de Luz/Remojo para semillas almacenadas de <i>T. stans</i>..... | 57 |
| 6. Densidad de siembra y sustrato..... | 59 |
| 7. Profundidad de siembra y sustrato..... | 61 |

RESUMEN

Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth es una especie silvestre nativa de México, distribuida en América desde Florida y California hasta Argentina, de uso múltiple, el más relevante es el medicinal por su actividad hipoglucemiante, sufre riesgo de agotamiento. Es un árbol pionero con potencial ornamental. Propuse un método de propagación por semillas de dos variedades, las variedades *stans* y la var. *velutina*, con la finalidad de preservarlas, al integrarlas en programas de reforestación en la CDMX y áreas protegidas. Los estudios que realicé en laboratorio e invernadero muestran el efecto de factores que influyen en la germinación, con diferentes niveles de intensidad, son: temperatura, remojo, luz, almacenamiento, sustrato, densidad y profundidad de siembra. Los resultados mostraron un comportamiento similar entre las variedades. Las diferencias están correlacionadas con las condiciones ambientales de cada procedencia de origen. La var. *stans* con mayor porcentaje de germinación que la var. *velutina*. Resultaron fotoblásticas indiferentes. El remojo de 24 horas, eleva su germinación hasta 99 por ciento. La temperatura resulta homogénea para: 25 °C, 21 °C y 18 a 23 °C que alcanzan los mayores porcentajes de germinación. Los tratamientos con mayor germinación son diferentes en cada variedad. Un año de almacenamiento eleva la germinación arriba del 89 por ciento, donde ni el remojo, ni la luz son significativos en las variedades. La densidad no tuvo efecto en la germinación. El sustrato tierra/agrolita, alcanza 100 por ciento de germinación. La profundidad de siembra superficial con tierra es el mejor, para ambas variedades. Propuse métodos alternativos de propagación: a) Temperatura ambiente de 18 a 23 °C/24 horas de remojo, para la var. *velutina*, en charolas multicelda, tierra negra y siembra superficial. b) Semillas almacenadas un año e incubadas a 25/30 °C, en las dos variedades. c) En la var. *stans*: 25 °C/24 horas de remojo, aunque requiere control.

I. INTRODUCCIÓN

Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth es una especie silvestre nativa de México, su distribución en América va desde el sur de Estados Unidos (Florida y California) hasta Argentina (Gentry, 1992; Marroquín en Rzedowski y Rzedowski, 2001; Martínez y Ramos, 2012). Para el caso particular de México, tiene amplia distribución en las cinco zonas áridas y semiáridas con una enorme variedad de condiciones ambientales y biodiversidad¹.

El conocimiento cultural de *T. stans* está relacionado con su amplia distribución en México (Martínez, 1979 y Argueta *et al.*, 1994). Su principal uso es el medicinal especialmente contra la diabetes, gracias a su actividad hipoglucemiante (Reko 1921; Argueta *et al.*, 1994; Naranjo *et al.*, 2003; Andrade-Cetto and Heinrich, 2005; Aguilar-Santamaría *et al.*, 2009; Shuvasish *et al.*, 2011) (Tabla 2 en Cap. II). Está relacionada con 33 grupos indígenas (Tabla 3 en Cap. II) y entre la población rural del país le aplican 126 nombres comunes, (Tabla 4 en Cap. II). Se le han registrado 56 compuestos químicos con características terapéuticas.

En los principales mercados de plantas medicinales del centro y norte de México, *T. stans* se considera como parte del cuadro básico de plantas para tratamiento alternativo de la diabetes. De 125 plantas utilizadas para elaborar tratamientos para contrarrestar los efectos de la diabetes (tratamientos que se forman con 2 o hasta 25 plantas distintas, según la sintomatología que presente el enfermo de diabetes) *T. stans* es un constituyente del 67 % de estas mezclas terapéuticas, las estructuras de la planta que se utilizan para elaborar las infusiones terapéuticas son: la raíz, flor, hoja, corteza y tallo. Por lo que tiene alta demanda en dichos mercados, cabe mencionar que el uso que se le da a este recurso y a las partes que se utilizan de él es indiscriminado (Legorreta, 1989).

Tecoma stans tiene otros usos diversos, basados en el conocimiento tradicional y sirven para satisfacer algunas de las necesidades humanas (Tablas 5 en Cap. II). Entre otras cualidades a resaltar de este árbol pionero, es que promueve la retención del suelo en áreas perturbadas así como su potencial como planta ornamental.

¹ Plantas útiles e impacto humano en las zonas áridas y semiáridas de México. Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA, 1994) y Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Desertificación (1977) y La Desertificación en México (Medellín, Colombia, 1978). <http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/CAT.html>
http://www.scielo.org.mx/scielo.pho?script=sci_arttext&pid=S1405-04712009000300002&lng=pt&nrm=iso&tlng=es

JUSTIFICACIÓN

El uso continuo de *Tecoma stans* por parte del hombre, lleva a plantear el estudio de su propagación, con la finalidad de obtener elementos para desarrollar una metodología que permita su renovación continua, que de respuestas contra el impacto, que como recurso sufre a través de las perturbaciones inducidas por el hombre directa e indirectamente.

El conocimiento de la germinación de *Tecoma stans* es fundamental para realizar un aprovechamiento periódico, sostenido y racional de este recurso (Vásquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1998). Ante las grandes perturbaciones causadas por el hombre, se requiere el establecimiento de la cobertura vegetal en los bosques, el reto a superar, como mencionan Reis *et al.* (2014) es el escaso conocimiento sobre las condiciones necesarias para el éxito en la germinación y el establecimiento de plántulas de especies de árboles silvestres.

Tecoma stans presenta un crecimiento rápido, con alta resistencia a la sequía. Por su forma ornamental es muy apreciada como especie decorativa, tiene posibilidades de generar ingresos económicos² (Fig. 1). Vásquez-Yanez *et al.* (1999), consideran que es un árbol o arbusto nativo potencialmente valioso para la restauración ecológica y la reforestación en México.

Debido a su demanda en el Mercado Sonora, los vendedores la introdujeron en Xochimilco y en el Cerro de la Campana (inf. personal) . Actualmente el uso que se hace de *T. stans* no es sistemático ni se hace de forma sustentable, prueba de ello es su casi inexistente presencia en la cuenca lacustre del centro de México, pese a que se encuentra reportada como parte de está.

El presente estudio pretende generar un método de propagación por semilla de dos variedades de *Tecoma stans*, las variedades *velutina* y *stans*, como una aportación para la horticultura y conservación de esta especie de amplio uso.

Por lo que se estudió la germinación de las semillas *T. stans* tanto en laboratorio como en invernadero, para conocer sus respuestas ante diferentes factores: la temperatura, el remojo previo a la siembra y la luz. Las semillas almacenadas un año. La densidad de siembra, la profundidad de la siembra y el sustrato involucrado con estas variables. Todos éstos factores, que aseguran su germinación y el posible establecimiento de sus plántulas.

² http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/12-bigno8m;
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/español/metodoogias/censos/cepafof/defalutl.asp?c=545>
<http://www.semarnat.gob.mx/informaciónambiental/pages/sniarn.aspx>



Fig. 1. Arbusto de *Tecoma stans* (wildflower.org).

ANTECEDENTES

1. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE *Tecoma stans*.¹

Forma biológica: arbustos o árboles bajos, perennifolios de 3.0 m alto, tallo de 20 cm diámetro, (Fig.1). **Tallo** corteza dura acostillada, con ramas cilíndricas, teretiformes, pardas lepidotas e irregularmente puberulentas glandular, lenticilada. **Sexo** de la planta hermafrodita, monocino. **Duración** planta perenne, perennifolio. Su sistema radicular primario, puede estar bien desarrollado, alcanza 2.0 cm ancho, 15.0-25.0 cm longitud, numerosos pelos absorbentes, se filtra entre piedras de suelos rocosos. **Las hojas** son opuestas e imparipinadas, compuestas por 3-9 foliolos, aunque usualmente 7, las ramas jóvenes a veces con hojas simples o 1-folioladas, foliolos opuestos, el foliolo terminal es con frecuencia atenuado de 2.0-15 cm largo, 1.0-6.0 cm ancho; lámina lanceolada linear o ligeramente ovalada elíptica, ápice agudo, acuminado, cuneados hacia la base; la superficie de la lámina de glabra a pilosa en haz como en el envés; márgenes aserrados especialmente hacia el extremo apical; nervación simple, a lo largo de las nervaduras, en algunos casos en toda la superficie de la lámina, en ambas caras con pubérulos

¹Descripción basada en Gentry (1982), Niembro (1989), Orozco-Segovia (1991), y Marroquín en Rzedowski y Rzedowski (2001) y está complementada con observaciones personales.

lepidotas con tricomas simples en la nervadura principal, las nervaduras secundarias frecuentemente pubérulas en la base, a veces toda la superficie pubérula; el pecíolo 1.0-9.0 cm largo o ausentes y el raquis ausente cuando las hojas son trifoliadas, 8.0 cm largo, pecíolos de folíolos laterales hasta 2.0 mm largo o sésil (Figs. 2 y 3).

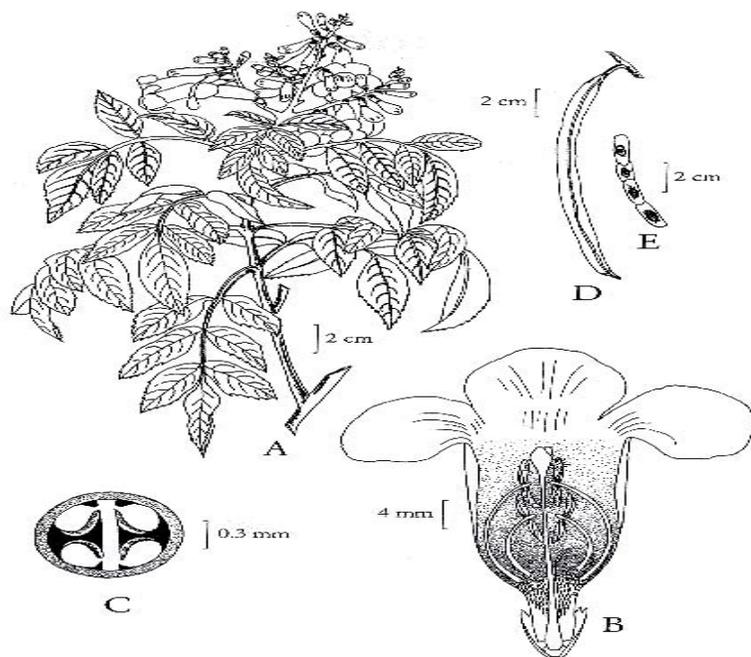


Fig. 2. Tejidos de *Tecoma stans*. A. rama con flores; B. flor desprovista de una parte de la corola; C. corte transversal del ovario; D. fruto. E. semillas. Tomada de Flora Fanerogámica del Valle de México (Marroquín en Rzedowski y Rzedowski, 2001).

Inflorescencia, dispuestas en racimo o panícula terminal o subterminal, de hasta 20 flores, pocas flores abren al mismo tiempo, eje principal y pedicelos lepidotos (Figs. 4 y 5). **Flor** perfecta, amarillas. **Cáliz** cupular, alargado, 5-dentado, dientes ca.1.0 mm largo, ligeramente lepidoto, ciliado en el borde, con glándulas submargiales, conspicuas, hundidas, 5-dentado, los dientes de 3-7 mm Largo, 3.0-4.0 mm ancho. **Corola** 3.5- 5.8 cm largo, 1.2-2.4 cm ancho en la boca; tubular campanulada, base estrecha, ca. 1.0 cm largo, dilatándose distalmente, lóbulos 1.0-1.6 cm largo, amarilla con 7 líneas rojizas en la garganta, 2 líneas rojas inconspicuas en la base de los 2 lóbulos superiores, glabra por fuera, pero glandular glabra por dentro, excepto por los tricomas glandulares al nivel de la inserción estaminal, con tricomas torcidos en los senos y en los pliegues de la garganta. **Androceo. Estambres** 4 insertos a 8.0-9.0 cm de la base del tubo, filamentos 1.5-2.4 cm largo **anteras** pubescentes, **tecas** 3.5 mm largo, divaricadas, pubescentes con tricomas torcidos simples, multicelulares, estaminodio 4.0-5.0 mm largo; disco nectarífero cupular pulviniforme, 1.0 mm ancho. **Gineceo** 3.1-3.4 cm largo. **Ovario** 3.0 mm largo, 1.0 mm

ancho angostamente cilíndrico, glandular-lepidoto, óvulos 2 series por lóculo de origen anátropo o hemítropo, súpero bicarpelar, **placentación** axilar, con un disco cupular-puviforme de 1.0 mm largo y 1.00 mm ancho (Figs. 2 y 5). **Estigma** bilobulado, a menudo papuloso. **Estilo** delgado, aproximadamente del largo de los estambres. **Receptáculo** cubierto con el cáliz. **Pedicelo** de 5 mm. (Figs. 4 y 5). **Floración** de julio a noviembre, en ocasiones hasta abril, dependiendo de la región donde se encuentre esta especie. **Fruto** seco cápsula 7.0-21.0 cm largo, 5.0-7 mm ancho lineares, ahusada hacia los extremos, teretiformes cuando inmaduros, similar a vaina dehiscente, de color café cuando maduro, superficie lenticelada, casi glabra o ligeramente lepidota, **pedicelo** 1.0 cm largo, entre 40 y 45 semillas (Figs. 6). **Semillas** 3.0-5 mm largo, 2.4 a 2.7 cm ancho aplanadas o comprimidas, alas hialino-membranosas plateada lustrosa, con hilo basal o lateral oblongo; frágiles dispersión anemócora, semillas ortodoxas de climas tropicales-secos y zonas templadas (Fig. 7). **Embrión** recto, central y espatulado. Endospermo con tejido de reserva como 2 cotiledones planos, carnosos, bilobulados redondos en la zona lateral, radícula recta dirigida al hilo con 5.0-7.0 mm. Ancho, 2.4 a 2.7 mm. grosor. **Tipo de germinación** epígea, el hipocótilo se alarga y eleva los cotiledones arriba de la superficie del suelo. Número cromosómico $n = 18$.



Fig. 3. Follaje de *Tecoma stans* (Tomado por Bye de las plantas obtenidas en el presente trabajo).



Fig. 4. Inflorescencia de *Tecoma stans* (wildflower.org.)



Fig. 5. Flor de *Tecoma stans* (flores.by.org.)



Fig. 6. Frutos de *Tecoma stans* (cloudbridge.org.)

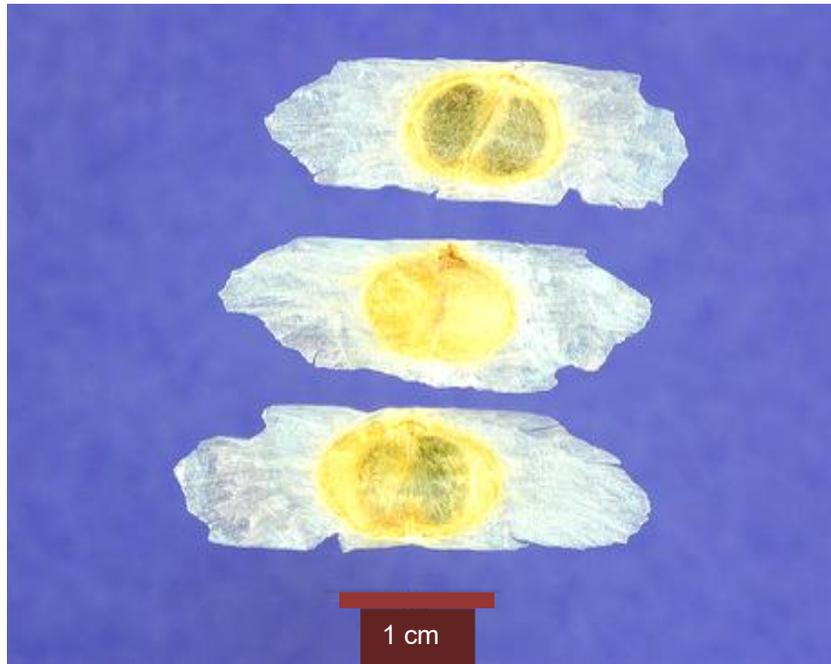
2. TAXONOMÍA

Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth es una especie que pertenece a la División Magnoliophyta (angiospermas), Clase Magnoliatae (dicotiledóneas), Subclase: Magnoliidae, Orden: Lamiales, Familia Bignoniaceae, Tribu Tecomae. El género cuenta con 14 especies, 12 en América y dos en Sudáfrica (Fischer *et al.*, 2004), con dos especies en México con 3 variedades (CONABIO, 1991).

A lo largo del tiempo los taxónomos han intentado describir criterios de clasificación de *T. stans* considerando los numerosos especímenes disponibles, ha resultado muy difícil encontrar características confiables que determinen las especies, como se puede corroborar con las catorce sinonimias adjudicadas a la especie. A lo largo de su historia evolutiva *T. stans* se logró adaptar a diferentes tipos de vegetación con diversas condiciones ambientales, con gran variedad de microclimas y un amplio gradiente altitudinal; está presente en casi todos los tipos de suelos. Además es una especie ruderal, aparece de manera continua cerca de poblaciones humanas, en áreas alteradas, ya que presenta características propias de una especie pionera con gran capacidad de sobrevivencia, en lo cual probablemente influyó la forma de sus semillas

con gran capacidad de dispersión anemócora, esta especie presenta una graduación en sus formas (Standley, 1979).

Fig. 7. Semillas de *Tecoma stans* (plantas.usda.org).



Tecoma stans var. *stans* tiene las hojas usualmente glabras; *T. stans* var. *velutina* posee las hojas pubescentes o tomentosas, ésta característica ha sido una distinción entre estas variedades, aunque existe la posibilidad de encontrar especímenes que presentan variación entre las formas con hojas glabras y tomentosas. *Tecoma stans* var. *angustata*, es común en el norte de México y la región adyacente de Estados Unidos, presenta hojas usualmente estrechas y marcadamente aserradas, pero sin pubescencia alguna (Standley, 1979).

Las variaciones que presentan las especies les permite a sus poblaciones se adapten al ambiente, mediante la selección natural; esto es importante en la formación de ecotipos. La diversificación entre los individuos se da en distintos niveles: regional, local e intraespecífico. La diversidad regional representa las diferencias fenotípicas entre organismos nativos que crecen en localidades distintas del área de distribución (Cervantes, 1986) como es el caso de *T. stans*.

Gentry (1982) y Standley (1979) han considerado la existencia de tres variedades de *T. stans* en México (Tabla 1) que se diferencian por la forma y pubescencia de las hojas; las variedades son:

T. stans var. *stans*, *T. stans* var. *velutina* y *T. stans* var. *augustata*. Las variedades estudiadas en el presente trabajo son *T. stans* var. *stans* y *T. stans* var. *velutina*.

La clave para separar las variedades de este estudio fue:

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. Tallos y hojas glabras o pubérulas. | <i>T. stans</i> var. <i>stans</i> |
| 2. Tallos pubérulos y hojas velutinas en el envés | <i>T. stans</i> var. <i>velutina</i> |

Tabla 1. Características distintivas de tres variedades de *T. stans*. *Considerando los ejemplares que se encuentran en la colección de plantas del Herbario Nacional del Instituto de Biología de la UNAM (MEXU).

| CARACTERÍSTICAS | | <i>Tecoma stans</i> | | |
|---------------------------------|--|---|---|---|
| | | <i>var. stans</i> | <i>var. velutina</i> | <i>var. augustata</i> |
| Hojas | | Usualmente glabras, sésiles, lanceoladas, acuminadas, aserradas, el follaje en general, luce rizado. | Desde ligeramente tomentosas, hasta pubescentes por el haz y el envés, o sólo por las nervaduras e incluso en toda la superficie de la lámina, más largas, menos aserradas y de color verde oscuro. | Estrechas y marcadamente aserradas, generalmente glabras. |
| Flores | | Fragantes, de color amarillo más intenso. | Tamaño pequeño y sin fragancia y el color amarillo de las flores mucho más tenue. | |
| Anteras | | Pubescentes | | |
| Distribución en México * | | Guerrero de manera abundante, Chihuahua, Baja California, Hidalgo, Chiapas, Veracruz, Sinaloa, Nayarit, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Puebla y Sonora. | Morelos, Oaxaca, Hidalgo, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Querétaro, Zacatecas y México, D.F. | Es muy común en el norte de México y la región adyacente de Estados Unidos, Durango, Coahuila, Chihuahua, Sinaloa, Sonora y Nuevo León. |
| Ataque por hongos | | Frecuente | | |
| Observaciones | | Se considera más fácil para cultivar que la var. <i>velutina</i> y crece más rápido. | | Florece en invernaderos (en invierno) y se cultiva bien en recipientes. |

3. DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO.

3.1 DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL.

Tecoma stans se presenta ampliamente en un gradiente altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 2,400 m snm en ciertos casos, pero con un mayor rango de incidencia entre el nivel del mar y los 1000 m snm, según datos de Vázquez-Yanes *et al.* (1999).

3.2 DISTRIBUCIÓN EDÁFICA.

Esta especie suele aparecer en casi todos los tipos de suelo, aunque crecen muy bien en arenas y calizas, incluyendo zonas pedregosas siempre y cuando estos suelos estén bien drenados, se puede encontrar creciendo muy bien en las partes altas de laderas de los ríos (Gutiérrez y Cisneros, 1990; INEGI y SEMARNAT, 1994).

3.3 DISTRIBUCIÓN DE VEGETACIÓN.

En México, *Tecoma stans* se localiza en la selva baja caducifolia. Gentry (1982) menciona que se encuentra de manera abundante en el ecotono entre la selva baja caducifolia y bosque de encinos, por su parte Castillo y Moreno-Cassasola (1996) la reportan en dunas costeras. *T. stans* es una especie de amplia distribución en América tropical y prospera principalmente en bosques tropicales, encinares, matorral xerófilo y aún en zonas perturbadas. Suele crecer cerca de poblaciones humanas, en áreas alteradas como vegetación secundaria, por ejemplo, a orilla de carreteras; igualmente se la encuentra en suelos bien drenados sobre faldas de serranías, barrancas y sitios pedregosos, que en matorrales y pastizales (Marroquin en Rzedowski y Rzedowski, 2001). Con gran capacidad para sobrevivir a distintos medios ambientes con gran variedad de microclimas (Smith, 2002). Pero principalmente en los ecotonos, como observación personal, en las localidades del presente trabajo.

3.4 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.

La distribución de las variedades de *T. stans*, *var. stans* y *var. velutina* en México, considerando los registros del MEXU, se pueden observar en la Fig. 8, donde cada punto muestra las coordenadas geográficas reportadas por diferentes colectores.

Con los puntos de colecta y utilizando un modelo de nicho ecológico, por medio de los algoritmos, los datos se procesaron usando Maxent, se generó un mapa de distribución potencial (Fig. 9).

El color rojo indica una mayor probabilidad de encontrar a *T. stans* de la variedad específica. La *var. stans* tiene una distribución más amplia y dirigida hacia el norte de México. El color azul indica los espacios donde no hay probabilidad de encontrarla en determinada región. La *var. velutina* está distribuida hacia el centro y sur del país, hacia la costa del Pacífico. En el centro del país, coincide la distribución de ambos taxa.

Fig. 8. Mapas de Distribución de las variedades de *T. stans*, elaborados con muestras localizadas en el Herbario (MEXU).

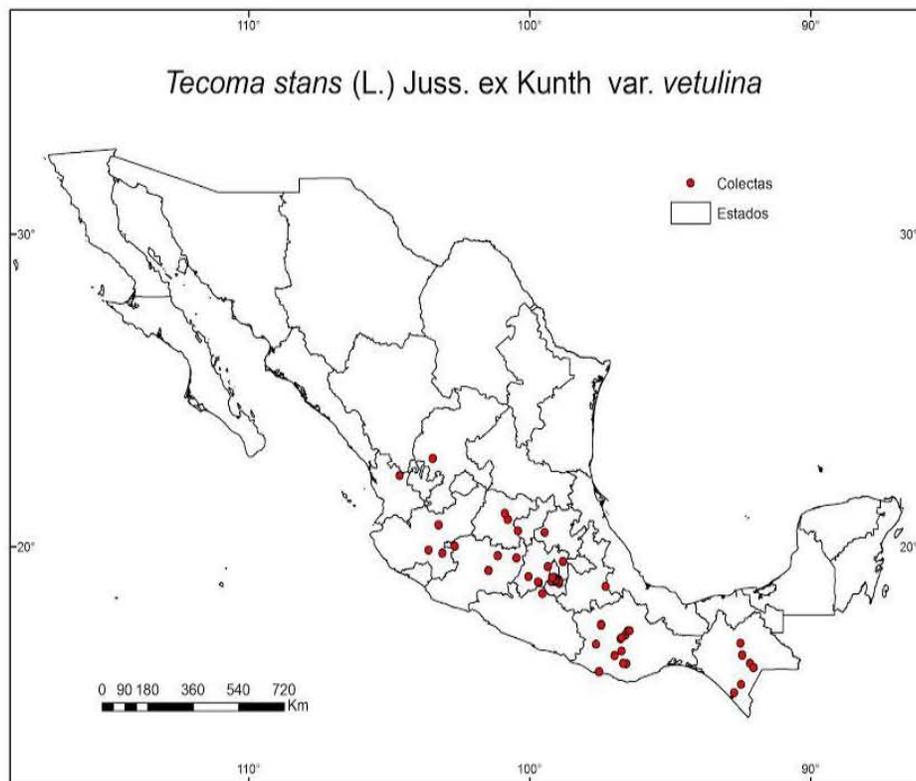
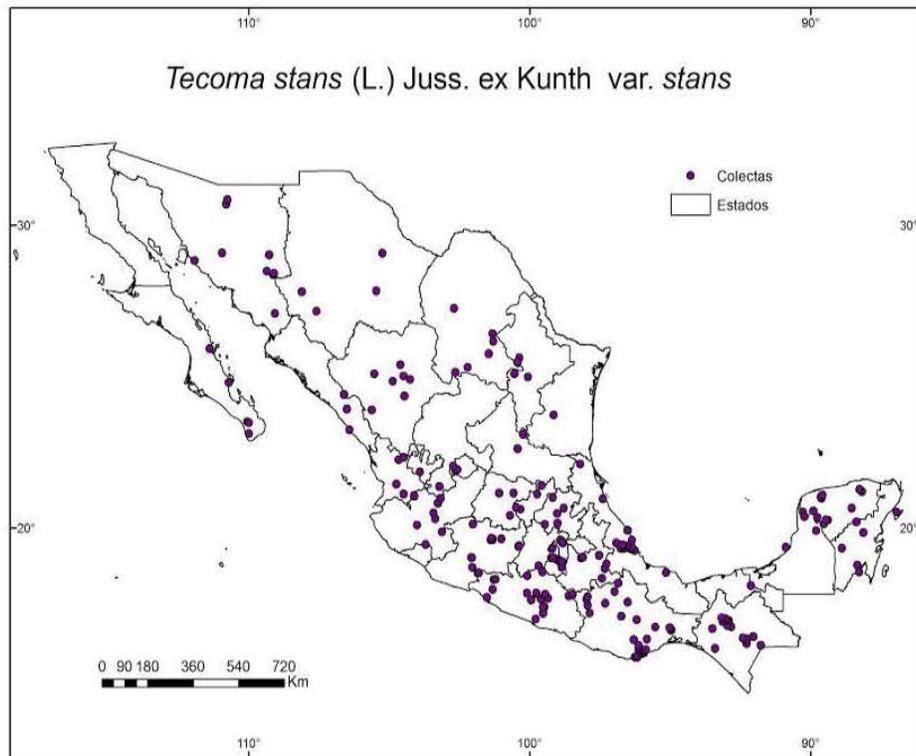


Fig. 9. Mapas de Distribución potencial de las variedades de *T. stans*, según el Nicho ecológico.

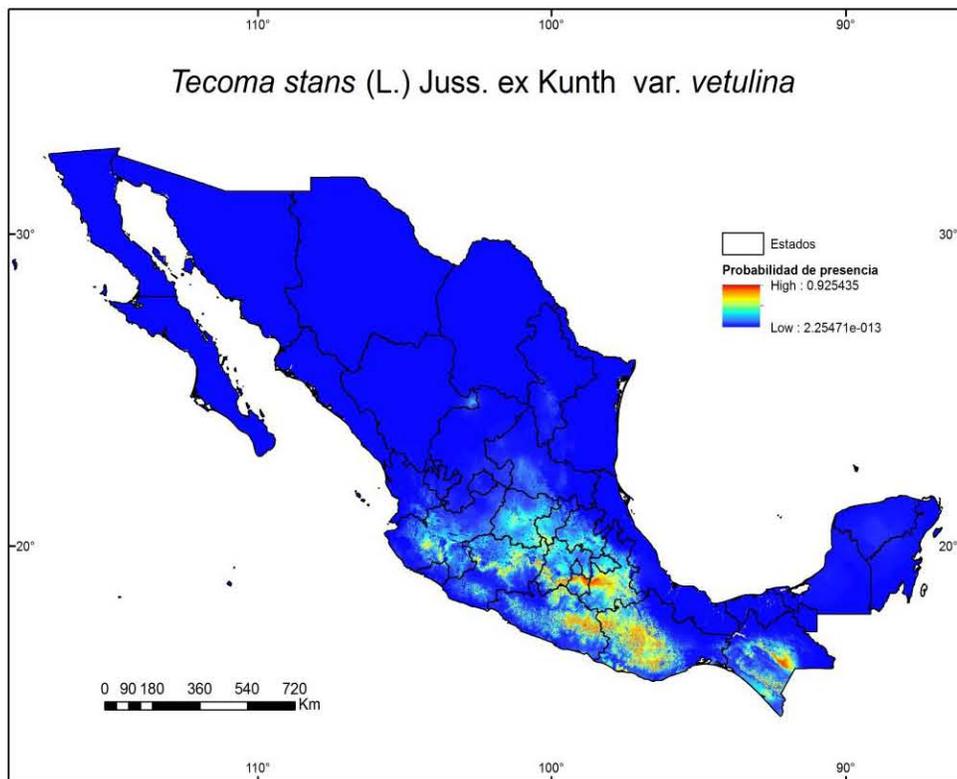
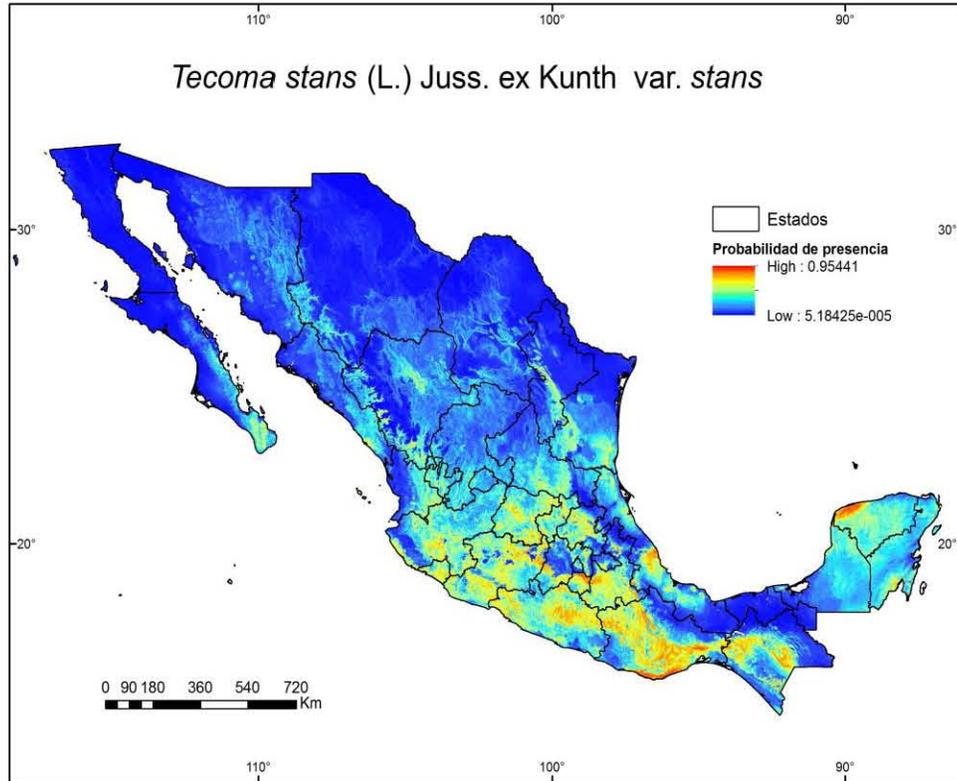
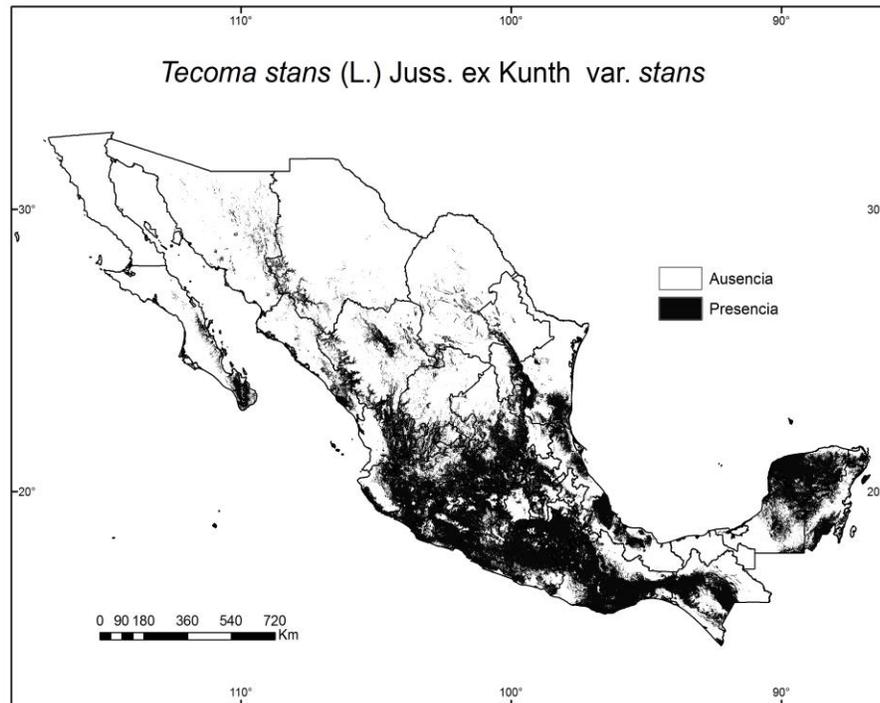
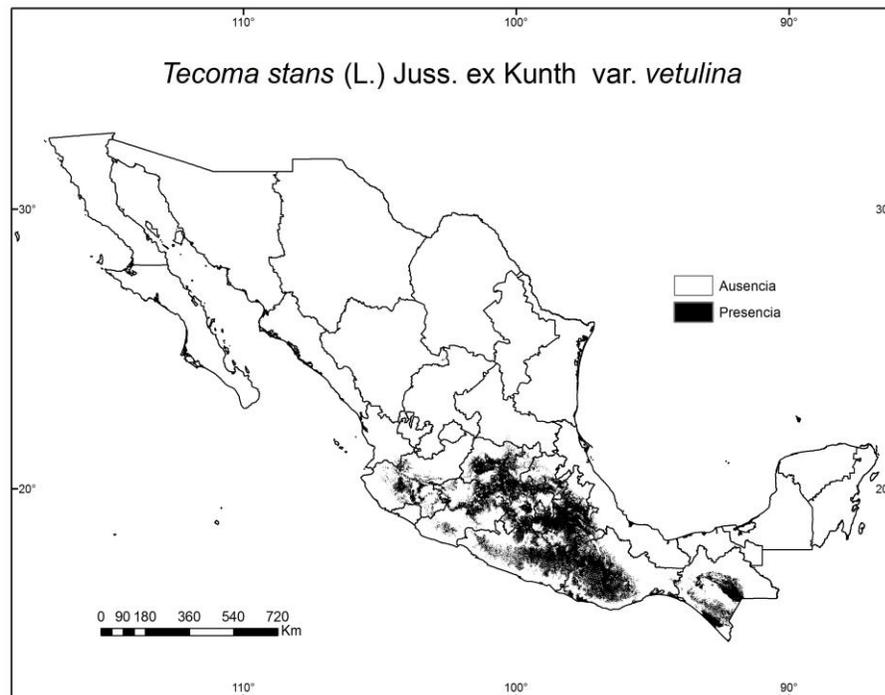


Fig. 10. Mapas de la Distribución de las variedades de *T. stans*, según la distribución potencial.



El último mapa, basado en el Modelo de distribución potencial indica la presencia o ausencia de cada uno de las variedades de *T. stans* en un área determinada (Fig. 10).



4. FACTORES AMBIENTALES Y ECOLÓGICOS QUE INFLUYEN EN LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS.

GERMINACIÓN

El ciclo de vida de las plantas superiores comienza con germinación de una semilla y termina con la formación y maduración de otra semilla (Corona Nava-Esparza, 2006). Una semilla inicia en la fecundación, continua su desarrollo en la planta madre y concluye hasta su germinación, durante su vida se impacta por factores ambientales como: humedad, temperatura, luz, etc., que rodean a la planta madre y con los que prevalecen después de la dispersión (González-Zertuche *et al.*, 2005). La germinación de una semilla es el proceso de tres etapas principales para reactivar la maquinaria metabólica de la semilla para formar una plántula. Durante este proceso, al inicio de la vida de una planta, dichos factores, son fundamentales para determinar el éxito en sus interacciones ecológicas con su hábitat (Hartmann y Kester, 1990).

Etapas 1. Activación. Imbibición de agua. Para que inicie el embrión debe estar vivo, las condiciones ambientales e internas ser adecuadas, la semilla debe tener contacto con agua para rehidratarse y se genere un medio acuoso donde los procesos enzimáticos se lleven a cabo y por la permeabilidad de las cubiertas de las semillas (Dominguez *et al.*, 2016).

Aumento en la actividad metabólica. Se inicia la reparación de material genético, mitocondrias y membranas. Se activan enzimas almacenadas en el desarrollo del embrión, que sintetiza ácido indolacético para diferenciar el tejido vascular y transportar reservas y ácido giberélico que indica la degradación de reservas y de paredes celulares, se sintetizan proteínas específicas y se produce ATP (Moreno-Casasola, 1996).

Elongación de las células y emergencia de la radícula. Es el primer signo de la germinación, puede ocurrir en horas o días después de la siembra, el tiempo más prolongado son 30 días en algunas especies (Hartmann y Kester, 1990). Se da como resultado de la acumulación y generación de solutos en las células embrionarias, lo cual que produce un decremento en el potencial hídrico del embrión que favorece la entrada de agua (Dominguez *et al.*, 2016).

Etapas 2. Digestión y traslocación. Las reservas del embrión se almacenan en el endospermo, los cotiledones y en el perispermo según la especie. Las proteínas almacenadas son fuente de nitrógeno y aminoácidos para la plántula, junto con los lípidos dan mayor valor energético y son

fuentes de los carbohidratos para iniciar el metabolismo. Las hormonas regulan la activación de enzimas en la secuencia adecuada (Moreno-Casasola, 1996).

Etapas 3. Crecimiento de la plántula. La división celular se da en las zonas de crecimiento de la plántula, crece el eje embrionario, incrementa el peso fresco y seco de la plántula y disminuyen las reservas; en plantas con germinación epigea, los cotiledones salen a la superficie del suelo y comienzan a fotosintetizar (Moreno-Casasola, 1996).

HUMEDAD

El agua es determinante para que se dé el proceso de la germinación. El contenido de agua en las semillas difiere entre las especies, algunas necesitan del 40-60 % de humedad para desencadenar la germinación. El estrés hídrico durante el desarrollo y maduración de las semillas en la planta madre y antes de que salga la radícula, altera los porcentajes de germinación y la permeabilidad de sus cubiertas (Hartmann y Kester, 1990), tal es el caso de *Amaranthus retroflexus* que en presencia de agua germina y en períodos de sequía entra en latencia (Baskin y Baskin, 1998).

La posición que tenga la semilla en el fruto de la planta o en la infrutescencia, durante su desarrollo determina su hidratación, la cantidad de nutrimentos y las hormonas presentes en su desarrollo y germinación. Algunas semillas presentan cubiertas impermeables, o se impregnan con sustancias hidrofóbicas como suberina, cutina, lignina, fenoles etc., evitando la entrada de agua al interior de ellas para evitar germinar si no están presentes todos sus requerimientos ambientales e internos (Baskin y Baskin, 1998).

Las relaciones hídricas entre la semilla y el suelo en la imbibición, dependen del potencial hídrico Ψ de ambos, de la capacidad de retención de agua de los tejidos de la semilla como de los componentes del suelo. La mejor condición para la germinación es que el suelo se encuentre a capacidad de campo, cuando ya no puede retener más agua. Si el agua se excede, entonces se percola o acumula en capas más profundas o superficiales del tipo de suelo, cuando se acumula el suelo se satura y puede contener sales en solución, donde es propicia la germinación. Si la concentración de solutos en el agua es menor a -100 MPa, se consideran suelos salinos, que generalmente bajan los porcentajes de germinación de muchas especies (Dominguez *et al.*, 2016). Aún especies tolerantes a la salinidad como *Halocnemum strobilaveum*, entran en latencia (Xiao-Xia *et al.*, 2006, citado en Baskin y Baskin, 1998).

En las condiciones naturales, la lluvia lixivia los inhibidores de la germinación presentes en los frutos y en las testas de las semillas. El remojo de las semillas en laboratorio, antes de la siembra, tiene el mismo efecto, los tiempos de exposición varían, en plantas leñosas pueden ser largos sin causarle daño al embrión (Hartmann y Kester, 1990; Moreno-Casasola, 1996; Corona Nava-Esparza, 2006).

La latencia exógena química, se puede romper con horas de remojo que lixivian los inhibidores de la germinación presentes en las cubiertas de las semillas, como fenoles, cumarina y ácido abscísico, cuando la resistencia a la germinación es poca el remojo puede ser de 2 a 24 horas, acelera la germinación en *Acacia meamsii*, *A. melanoxylon*, *A. nilotica*, *Grevillea robusta* y *Trewia nudiflora* (Pattanath 1982). El remojo de 48 horas funciona bien en *Pinus caribaea* (<http://www.fao.org/docrep/006/AD232S/ad232s10.htm>; Perozo-Castro et al., 2003). La lixiviación también se puede hacer con otros disolventes como el etanol, acetona y cloroformo (Bilbao, 2010). (<http://www.fao.org/docrep/006/AD232S/ad232s10.htm>; <http://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/2269/577286.pdf?sequence=1&isAllowed=y>).

Los inhibidores de la germinación y su acción dependen de las condiciones ambientales en que se encuentren las plantas, las cactáceas tienen inhibidores hasta que la lluvia los lixivia. Mientras la temperatura es baja los inhibidores se encuentran en las semillas, las altas temperaturas pueden descomponerlos, cuando ésta se eleva, se producen en la planta promotores de crecimiento en cantidad suficiente para contrarrestar su acción (Weaver, 1976).

La Selva Baja Caducifolia presenta una estación seca que puede durar de 7 a 8 meses y causa un déficit hídrico y de nutrientes disponibles para la vegetación, la temporalidad de las precipitaciones es determinante y está sincronizada con el crecimiento, la germinación y el establecimiento de las plántulas. En Cuernavaca, Mor., Gutiérrez y Cisneros (1990) germinaron *T. stans* en el campo, indican que la especie requiere de suelo sin exceso de agua o inundación, con buen drenaje, coleccionar sus semillas en primavera y sembrarse en verano, estación climática que aumenta su germinación. El estrés hídrico inhibe y/o retrasa la germinación en *T. stans* pero cuando llega la humedad adecuada, se desencadena la germinación alcanzando 93 y 96.8 % y como consecuencia el establecimiento de sus plántulas (Cordero y Stefan, 1991).

TEMPERATURA

La temperatura es un factor que puede alterar la germinación de las semillas, marca las condiciones ambientales que imperan en determinado espacio en el tiempo, depende de la distribución de las plantas y las condiciones del hábitat que ocupan, en los ecosistemas la cobertura vegetal, la humedad y materia orgánica del suelo, mitigan la temperatura bajo el dosel, a diferencia de los lugares donde la radiación solar es directa (Orozco-Segovia, 2016).

El intervalo o ventana térmica de germinación difiere entre las especies, por los cambios que origina el termo periodo que impera en cada localidad, según las estaciones, si tienen días largos y cortos. Algunas semillas requieren para su germinación temperaturas continuas y otras las alternantes, depende de la adaptación a la fluctuación termal del hábitat (Borges y Reno, 1993; Copeland y McDonald, 1995 en Godoi y Takaki, 2004; Orozco-Segovia et al., 2016). Existe una pérdida de sensibilidad a la temperatura conforme las semillas tienen mayor tiempo de haber sido recolectadas (Moreno, 1996).

Temperatura cardinal es un parámetro, el valor por encima o debajo del cual se detiene la germinación. Es específica para cada especie, varía según el estado de maduración del embrión y está relacionada con el tipo de hábitat (Hartmann y Kester, 1990).

Temperatura mínima y máxima de germinación son las temperaturas más altas y la más baja en las que se produce germinación, sus límites superiores pueden determinarse por el límite letal o por efectos de inducción a latencia (Moreno-Casasola, 1996), esas temperaturas ya no cubren los requerimientos para la germinación (Orozco-Segovia et al., 2016).

Temperatura óptima de germinación es aquella bajo la cual se obtiene el porcentaje más alto de germinación en el menor tiempo, es específica, en la mayoría de las especies está entre 25-30 °C. En las zonas templadas las especies presentan amplia gama de temperaturas desde 4.5 °C hasta el límite letal entre 30-40 °C (Hartmann y Kester, 1990).

La temperatura indica a las semillas si hay condiciones favorables para la germinación. En el bosque templado, la temperatura superficial del suelo se mantiene relativamente constante durante el día y la noche, pero en lugares abiertos fluctúa, hasta más de 10 °C en el día (Moreno-Casasola, 1996). Vázquez-Yanes y Orozco Segovia (1985) indican que esta diferencia de temperatura del suelo en los claros en el bosque, disminuye desde el centro hasta el borde, mientras que bajo el dosel, la temperatura es casi constante.

En especies sometidas a incrementos de temperatura, la energía cinética del agua se eleva facilitando la imbibición de la semilla que activa el metabolismo y la germinación, por cada 10 °C de temperatura que aumente, la velocidad de reacción bioquímica se duplica (Silva *et al.*, 2007).

En el Bosque Templado existen dos posibilidades para germinar: 1. Cuando las especies fructifican y diseminan sus semillas en otoño, las cuales sobreviven en el suelo hasta la primavera siguiente, madurando a baja temperatura para germinar cuando las condiciones son adecuadas. 2. Cuando los frutos maduran en invierno las semillas se diseminan en primavera o al principio del verano y germinan de manera inmediata, en la estación de crecimiento (http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_5.htm).

El intervalo de temperatura de *T. stans* de un ecotipo de San Paulo, Brasil, de 10-45 °C con intervalos de 5 °C, la temperatura mínima fue 10 °C, la máxima de 45 °C; la temperatura óptima es 25 °C, sin embargo la germinación se presenta en distintas temperaturas. Socolowski *et al.*, (2008) mencionan que este amplio rango de temperaturas, tiene relación con la amplia distribución de la especie, indican que sus semillas presentan heterogeneidad fisiológica y que forman parte del banco de semillas (Garwood, 1989 en Socolowski, 2008). Germinaron semillas de *T. stans* en condiciones naturales, al exponerlas a la luz solar directa donde la temperatura máxima diaria era 16 °C, germinaron 86.1 % y bajo el dosel, donde la temperatura más alta fue de 6 °C, germinó el 69 % de las semillas.

Dos Santos *et al.* en Socolowski *et al.* (2008); Medina Sotomayor *et al.* (2014) indican que la temperatura óptima para la germinación de *T. stans* está en el intervalo de 26.4-37.5 °C. La temperatura óptima de semillas de *Tabebuia chrysotricha*, *T. serratifolia* y *T. roseo-alba* (Bignoniaceae) es un rango de sincronización de 30 °C bajo la luz y a 25 °C en la oscuridad.

Jacaranda mimosifolia (Bignoniaceae) tiene temperatura óptima de 25 °C, con alta germinación en los claros y frontera del bosque donde la irradiación de luz es alta, pero también pueden germinar bajo el dosel (Socolowski *et al.*, 2004).

Diferentes especies de gramíneas forrajera, germinan con temperaturas alternantes como *Paspalum guenoarum* (Otegui, 2005), *Agropyron smithii* (Toole, 1972), *Paspalum plicatulum* (Fullbright & Flenniken, 1988), *Paspalum notatum* (Marousky & West, 1988) y *Paspalum dilatatum* (Schrauf *et al.*, 1995). Las semillas que germinan mejor con temperaturas alternantes pueden presentar mecanismos enzimáticos que funcionan a diferentes temperaturas (Vázquez-

Yanes y Orozco-Segovia, 1987). En contraste otras especies como *Guazuma ulmifolia* tiene dos temperaturas fijas de 25 y 30 °C como óptimas para la germinación (Araujo *et al.*, 2002).

LUZ

La luz altera la germinación de diferentes formas, cada especie requiere cierta cantidad y calidad de luz para que sus semillas germinen, la luz varía a lo largo del día, del año, entre lugares. La sensibilidad de las semillas a la luz se debe al fitocromo, pigmento vegetal, con dos formas interconvertibles por el contacto a diferentes calidades de luz (Orozco-Segovia *et al.*, 2016).

En la forma activa Pfr por exposición a luz roja lejana (RL, 725-735 nm), el fitocromo estimula la germinación. Este se puede convertir en Pr por exposición a la luz roja (R, entre 655 y 665 nm) que inhibe la germinación (Vázquez-Yanes *et al.*, 1983). La relación y las variaciones entre (R/RL) indican a la semilla, si hay luz o no en la naturaleza, percibe la oscuridad, y muy bajos flujos fotónicos a milímetros de la superficie del suelo (moles de fotones por unidad de tiempo que llegan por debajo de algunos milímetros de suelo, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). En el interior del bosque, bajo el dosel la luz es rica en RL y pobre en R, el ($R/RL < 1$), en los claros la luz es rica en R y baja en RL la relación $R/RL \geq 1$. Los fitocromos activan la germinación cuando la cantidad Frl alcanza el umbral crítico específico y permanece el tiempo requerido. (Orozco-Segovia *et al.*, 2016).

Las semillas que germinan indistintamente en la oscuridad como en la luz son indiferentes al calor R/RL como *Jacaranda copaia*, adaptada a diferentes ambientes lumínicos, es una especie nómada (Piedrahita, 2011), y *Mimosa tenuiflora*, al ser indiferente a la luz y oscuridad, amplía sus posibilidades de germinación en sitios diversos (Camargo-Ricalde *et al.*, 1998). Las semillas que germinan en oscuridad son fotoblásticas negativas como *Sabal mexicana* y en especies de amaranto *Amaranthus* sp. la luz inhibe su germinación (Moreno-Casasola, 1996). Las semillas fotoblásticas positivas son heliófitas germinan en lugares soleados y son intolerantes a la sombra, colonizadoras de claros, pioneras y de sitios deforestados, como *Cecropia obtusifolia* (Vázquez-Yanes *et al.*, 1983). Las semillas que germinan en el sotobosque, crecen en la sombra, como *Piper hispidum*, son especies de árboles de la selva madura, como *Omphalea oleifera*, pueden germinar en luz, con muy baja relación R/FR (Orozco-Segovia *et al.*, 2016).

Algunas especies responden al fotoperiodo como el abedul *Betula pendula* que germina en días largos y bajas temperaturas (Moreno-Casasola, 1996). Fulbright y Flenniken, (1988 en Otegui,

2005) indican que el fotoperíodo depende de la procedencia geográfica de las semillas un ejemplo es *Paspalum sp.* La latencia de una especie puede romperse por temperaturas alternantes y por la luz, en *Nicotiana tabacum* (Moreno-Casasola, 1996). Socolowski *et al.* (2008) mencionan que en pruebas de laboratorio la luz no tiene efecto sobre la germinación de semillas de *T. stans*, en el campo la germinación bajo luz solar directa, es de 86 % y bajo el dosel es de 69 %.

Smith (1976) demostró que las semillas de *Lactuca sativa* no fotoblásticas a bajas temperaturas, se transforman en fotoblásticas positiva en el rango de 20-30 °C. Chacur y Takaki (1996) confirmaron la interacción de la integridad de cubierta de la semilla y el fitocromo en las semillas fotoblástica negativos de *Cucumis anguria*. La sensibilidad a la luz de las semillas depende de la temperatura de incubación, como lo demuestra Kendrick (1976 en Takaki, 2004).

TIPO DE SEMILLAS

Las semillas se clasifican en ortodoxas y recalcitrantes, por su longevidad durante el almacenamiento, en respuesta a la deshidratación y a la temperatura de almacenamiento. Las semillas ortodoxas se deshidratan y almacenan a bajas temperaturas. Al desprenderse de la planta madre tienen menos del 20% de humedad y resisten la deshidratación, debido a que sus macromoléculas están unidas al agua, por la naturaleza de los lípidos de sus membranas y por su contenido vacuolar, generalmente son de pequeño tamaño (Vázquez-Yanez y Toledo, 1989).

Las recalcitrantes del trópico carnosas no se pueden almacenar prolongadamente. Se liberan de la planta madre con más del 50 % de humedad, continúan con su metabolismo por lo que requieren de oxígeno. No resisten temperaturas cercanas a 0 °C, ni reactivan su metabolismo. Su latencia es efímera (Vázquez-Yanez y Orozco-Segovia, 1997).

Las especies pioneras de hábitats discontinuos con clima marcadamente estacional producen gran cantidad de semillas con bajo contenido de humedad, lo que incrementa por medios abióticos su dispersión a grandes distancias, pueden ser especies anuales, herbáceas, arvenses y leñosas, con períodos de sequía o frío, requieren de claros para germinar. Para sobrevivir en el medio natural requieren latencia. Por sus características y procedencia, se considera que las semillas *Tecoma stans* son ortodoxas (Vázquez-Yanez *et al.*, 1997).

En una familia pueden existir semillas ortodoxas y recalcitrantes como en la Fabaceae, géneros con semillas ortodoxas de vida corta son el maní (*Arachis hypogaea*) y la soya (*Glycine max*), el

frijol (*Phaseolus* spp), la arveja (*Pisum sativum*) tienen vida muy larga de 100 años o más en que se conservan a bajas temperaturas, la castaña (*Castanea sativa*) es recalcitrante; como *Quercus robur*, *Acer saccharinum* (www.fao.org/docrep/006/AD232S/ad232s08.htm).

Las semillas deben recolectarse maduras, para que conservan su viabilidad más tiempo, dando oportunidad a que los compuestos bioquímicos esenciales se formen en las fases finales de su maduración. En *Gingko biloba* o *Fraxinus excelsior* los embriones no están completamente desarrollados durante la dispersión seminal (www.fao.org/docrep/006/AD232S/ad232s08.htm).

ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS

Las condiciones de almacenamiento pueden causar pérdida de viabilidad de las semillas (Baskin y Baskin, 1998; Harmann y Kester, 1990). El eucalipto (*Eucalyptus* spp.) pierde su viabilidad después de un año de almacenamiento. El comportamiento de las semillas con el tiempo no es predecible ni las variaciones en su fisiología (Hartmann y Kester, 1990). Las semillas recalcitrantes no se pueden mantener viables más de un año, por los efectos deletéreos de los microorganismos y la alta tasa metabólica que presentan y que conducen a su deterioro. A diferencia las ortodoxas se pueden almacenar por años o siglos a bajas temperaturas, en contenedores cerrados, sin disminución en su viabilidad (Vázquez-Yanez y Toledo, 1989).

Las semillas de muchas especies de árboles y arbustos que maduran en otoño, requieren de enfriamiento de 0-10 °C para germinar (Hartmann y Kester, 1990). El tiempo con baja temperatura varía según la especie, puede ser de semanas, meses o más (Silva *et al.*, 2001).

Algunos embriones de climas templados requieren posmaduración de invierno, la cual reduce procesos metabólicos sin dañar al embrión. Cuando la humedad de la semilla es de 8-9% los insectos se reproducen y dañen a la semilla, con 18-20% los hongos tienen actividad (http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_5.htm).

El recipiente para almacenar semillas debe sellarse, la reducción de temperatura prolonga la vida de las semillas, por cada 5 °C duplica la vida de almacén (Hartmann y Kester, 1990). La calidad de las semillas recolectadas para germinar y almacenar depende de la forma de colectarlas, es importante tener cuidado al respecto, como el no tomarlas del suelo, ni de plantas enfermas, con exceso de parásitos, evitar las semillas vanas, inmaduras, deformes o dañadas (http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_5.htm).

Enríquez-Peña (2004) almacenó semillas de *Taxodium mucronatum* 21 meses a 4 °C, las cuales maduran de mayo a junio hasta octubre. Las semillas tienen viabilidad corta, no más de tres meses, después de 2 años de almacenamiento se reduce drásticamente su germinación. Araujo *et al.* (2002) almacenaron un año semillas de *Guazuma ulmifolia* especie arbórea de vegetación secundaria, después de lo cual, resultaron insensibles a la luz durante la germinación.

La latencia morfológica termina después de la diseminación, cuando el embrión termina de crecer, en el periodo de postmaduración, en el suelo o en un almacén de semillas artificial, como en el apio (*Apium graveolens*) y el dátil (*Phoenix dactylifera*) (Orozco-Segovia *et al.*, 2016).

SUSTRATO

En la absorción de agua son importantes la relación semilla-agua y semilla-sustrato; la estructura y tamaño de la cubierta de la semilla determinante, así como la estructura del sustrato, conforme aumenta el contacto semilla-suelo aumenta la velocidad de hidratación y germinación (Moreno-Casasola, 1996) y (<http://documents.mx/documents/germinacion-universidad-centroccidental-lisandro-alvarado-decanato-de-agronomia-departamento-de-ciencias-biologicas-fisiologia-vegetal-ingo-agromaria.html>).

El sustrato es simple o una mezcla de origen natural o mineral, alberga las raíces, da aireación, retención de agua, suministra oxígeno, requieren estar esterilizados o pasteurizados lo que minimiza la transmisión de patógenos. La tierra negra es rica en nitrógeno, fósforo, calcio, potasio, material orgánico descompuesto en partículas pequeñas, retiene agua, minerales y permite la circulación de aire (http://www.ehowenespanol.com/tierra-negra-sobre_337191/).

La argollita es un sustrato inerte, ligero, con espacios porosos, se combina con otro sustrato que retenga humedad ya que sólo provee aireación (<http://www.dicamex.com.mx/agrolita.htm>).

Los horticultores mencionan que el sustrato favorable para germinar *T. stans*, debe contener tierra de bosque, permitir el desarrollo del sistema radicular, delgado pero fuerte y denso, característico de la especie (Hartmann y Kester, 1990).

DENSIDAD DE SIEMBRA

Los inhibidores de germinación dependen de las condiciones ambientales, se desactivan cuando se incrementa la temperatura (Weaver, 1976). Los inhibidores presentes en la testa o en las alas

de las semillas pueden incrementar su concentración a mayor densidad de siembra, dependiendo del sustrato donde se encuentren (comunicación personal, M.C. Corona, 2010).

La densidad de siembra es el número de individuos sembrados por unidad de área (almacigo) es importante en la germinación, optimiza la productividad de un cultivo (http://www.agro-tecnologia-tropical.com/extensi_n_agr_cola.html) al desarrollarse un sistema radicular con posibilidad de adaptación (http://www.revista-mm.com/ediciones/rev86/forestal_trujillo.pdf).

La densidad óptima es específica en las especies; se sabe poco sobre especies silvestres. En general depende del tamaño y forma de las semillas, que puede variar en la misma especie, según su procedencia; en un fruto, como en la mazorca del maíz que tiene semillas de distintas formas y tamaños, igual que una vaina; la arquitectura y tamaño de la plántula condicionan el espacio que ocupará. (http://www.revista-mm.com/ediciones/rev86/forestal_trujillo.pdf).

Si una especie requiere una densidad alta o baja, presenta beneficios y contras que considerar para la planeación de la siembra (http://www.revista-mm.com/ediciones/rev86/forestal_trujillo.pdf). Una densidad baja con espacio entre semillas, incrementa la distancia entre plántulas en crecimiento, lo que evita limitaciones como falta de agua o nutrientes, sin embargo ese espacio puede ser ocupado por malezas que compite con el cultivo. Esto se evitaría con una densidad mayor, al ocupar el espacio disponible, no permite que la luz llegue al suelo, resulta un control natural para el desarrollo de malezas, el cultivo acapara la luz, agua y nutrientes, deja pocos recursos para la incidencia de malezas. Será conveniente evitar la competencia entre las plántulas del cultivo, por el espacio para desarrollar sus raíces. A mayor distancia entre semillas se reduce la transmisión de enfermedades y plagas (http://www.revista-mm.com/ediciones/rev86/forestal_trujillo.pdf).

En un estudio realizado para conocer la densidad de siembra en cebolla (*Allium cepa*), (Gómez y Oberpaur, 2007) indican que ni la densidad ni el tipo de almacigo influyeron significativamente en la supervivencia de las plantas. El crecimiento radical de las plántulas se afectó a medida que aumentó el tiempo de permanencia en bandejas y cajoneras, lo que fue especialmente evidente en plantas producidas con la mayor densidad y coincide con reportes previos (Wien, 1997 en Gómez y Oberpaur, 2007).

PROFUNDIDAD DE SIEMBRA

La profundidad de siembra tiene importancia ecológica y agronómica, la mayoría de las semillas fotoblásticas positivas emergen a profundidad de 1 cm. Altera la germinación ya que al aumentar la profundidad del suelo, la luz es fuertemente atenuada y la temperatura varía, cerca de la superficie es muy similar a la temperatura ambiental, pero después de 5 cm de profundidad ya no se percibe. En semillas enterradas en suelos perturbados, su germinación depende de condiciones ambientales favorables en ciertas épocas del año (Hartmann y Kester, 1990).

La lluvia, la irregularidad del suelo y la acción de numerosos organismos logran enterrar algunas semillas, que entran en latencia (Baskin y Baskin, 1998). Las semillas se entierran en el bosque a profundidades de 2 a 3 cm, 1 % llegan a más de 10 cm, las de mayor tamaño tienen mayor posibilidad de emerger a la superficie cuando se encuentran enterradas a más de 3 cm (Moreno-Casasola, 1996).

En suelos arenosos las semillas se colocan a mayor profundidad, la siembra superficial es mejor en suelos arcillosos. Se recomienda la profundidad equivalente a 2 ó 3 veces el diámetro de la semilla (Perozo-Castro *et al.*, 2003).

Las semillas requieren fuerza para alcanzar la superficie, lo que depende de su tamaño, de su viabilidad, del tipo de sustrato, de su peso y de su capacidad de retención de agua; una profundidad de siembra adecuada requiere humedad continua. Algunas semillas pueden emerger desde 5 cm de profundidad, la mejor profundidad de siembra está entre 2 y 4 cm (<http://wheatdoctor.org/es/profundidad-y-metodo-de-siembra>).

Plántulas de trigo de la misma edad obtenidas de semillas sembradas superficialmente, son más grandes que las que emergen desde una mayor profundidad, tienen más hojas más cortas y anchas y lo cual se reflejará en el mayor número de espigas (Centro del Mejoramiento del Maíz y el Trigo, wheatdoctor.org/es/profundidad-y-metodo-de-siembra).

Sotomayor *et al.* (2014) realizaron pruebas de profundidad de siembra en invernadero a *T. stans* con profundidades de: 0/2/4/8 cm, en un sustrato de 34 % arena, 13 % de limo y 53 % de arcilla, encontraron que no germinan ni en 4 ni en 8 cm. En la superficie germinaron con 72 % de emergencia y a 2 cm el 31 %. En un estudio preliminar a este trabajo, se encontró que una profundidad de siembra de 1.5 cm era favorable para *T. stans*.

II. ETNOBOTÁNICA Y HORTICULTURA.

Tecoma stans es una especie nativa de México, con amplia diversidad de usos, el principal es de tipo medicinal, especialmente contra la diabetes, por su actividad hipoglucemiante (Tabla 2), además de utilizarse para remedio de numerosos malestares en humanos.

El amplio uso de *T. stans* está relacionada con 33 grupos indígenas que se localizan en los diferentes estados de la República Mexicana (Tabla 3). Se conocen 126 nombres comunes de *T. stans* en México. Como parte de la nomenclatura “folk”, estos nombres resultan ser una mezcla entre nombres indígenas, españoles y un híbrido entre los dos anteriores (Tabla 4). Los usos no medicinales de esta especie se pueden encontrar en la Tabla 5.

Hoy día el cultivo de *T. stans* es importante para mejorar el ambiente. Sus cualidades morfológicas y fisiológicas la hacen propicia para formar parte de los programas de reforestación de las ciudades, de áreas protegidas, zonas conurbanas y en ámbitos suburbanos como rurales, para restauración de la vegetación. Son árboles de interés debido a su tamaño pequeño, su crecimiento rápido, su apariencia estética en estado vegetativo y en época de floración, su copa y follaje son maleables, se les pueden dar formas diversas por medio de podas constantes con facilidad. Sus flores nectaríferas atraen gran cantidad de mariposas, abejas y colibríes. Puede alcanzar hasta 10 o 12 m de alto con un diámetro angosto. Su floración aparece al primer año después de su germinación. Cada año un solo árbol produce tanta cantidad de semilla, que en los potreros y lotes abandonados se pueden formar bosques puros de esta especie. Se usa como barda verde y contra el ruido. Es una buena opción para aumentar la biomasa urbana de plantas contrarrestando los efectos de los altos niveles de contaminación. *Tecoma stans* tiene un amplio rango de tolerancia ecológica, suele aparecer aislada en áreas alteradas, a orilla de carreteras, sobre faldas de serranas, barrancas y sitios pedregosos. Se desarrolla en diferentes tipos de suelo. Su sistema de raíces robusto le permite un enraizamiento para crecer y vivir sobre las pendientes rocosas y áridas de los ríos. Tolera el estrés hídrico y la fuerte iluminación. Su corteza es muy áspera e irregular, ideal para adherir y cultivar plantas epífitas como guarías, otras orquídeas y helechos. Su madera es atractiva, fina y muy aromática y con ella se elaboran artesanías.³

³(catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lbi/.../capitulo1.pdf;
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/49-morac3m.pdf;
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/indice_especies.ht;
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/español/metodologias/censos/cepafof/defalutl.asp?c=5>;
<http://www.semarnat.gob.mx/informaciónambiental/pages/sniarn.aspx>)

La etnobotánica es el estudio interdisciplinario de las bases biológicas, ecológicas y culturales de las interacciones y relaciones entre plantas y hombre. En México existe la riqueza botánica, como cultural, representada por 21,600 especies de plantas vasculares (Bye *et al.*, 2000).

El hombre ha ejercido una presión selectiva en numerosas especies, a partir de recolectarlas, al favorecerlas, protegerlas y cultivarlas, las ha dirigido a la agroecología, ha modificado su composición genética, desde plantas silvestres hasta arvenses y domesticadas cuando contribuyen a su economía, (Bye *et al.*, 1998).

Esta coevolución hombre-planta, se ejemplifica con el caso de las especies de *Agave spp.*, Gentry (1982) menciona 136 especies de este género que han sido la base para la obtención de fibra, alimento y bebida desde hace 4,000 años. En esta relación, la planta depende de la intervención del hombre para mantenerse como especie, ya que al utilizarla se requiere cortar su meristemo apical. La relevancia de la etnobotánica hoy día estriba en retomar el conocimiento y uso tradicional de las plantas de manera sustentable, así como de los estudios científicos que se han realizado, ya que al unir estas dos fuentes de información se pueden aportar mejores oportunidades para su futura explotación sin olvidar su conservación (Bye *et al.*, 2000).

Shuvasish *et al.* (2011) menciona que diferentes especies de la familia Bignoniaceae, tienen ciertos metabolitos secundarios, utilizado en tratamientos como: actividad antioxidante, antitumoral, antimicrobial, con propiedades antivirales, antidisentéricos, antidiarreicos, antiplasmódicas, antiinflamatorios, antimicóticos, anti úlceras, hepatoprotectivo, actividad inmunomodulatoria y enfermedades nerviosas, estos compuestos se reportaron por diferentes autores. Los fitocompuestos bioactivos son derivados de flavonoides, saponinas, quininas, terpenos, esteroides, alcaloides, quinoides, fenilpropanoides, iridooides y compuestos fenólicos. La presencia de un amplio rango de fitoquímicos en esta familia abre un campo de descubrimiento de drogas para la cura y control de enfermedades.

En diferentes especies de *Tecoma sp.* se han encontrado compuestos fenólicos y alcaloides con actividad antioxidante, en estudios fotoquímicos y farmacológicos, que sustentan científicamente disminuyen la glucemia en roedores y perros (Corral, 2003; Naranjo *et al.*, 2003; Andrade-Cetto *et al.* 2005; Aguilar-Santamaría *et al.*, 2009; Alonso-Castro *et al.*, 2009, entre otros).

Tabla 2. Usos medicinales de *Tecoma stans* (Sánchez M., 1989).

| USOS | PARTE USADA | PREPARACIÓN | VÍA DE ADMINISTRACIÓN. |
|---|--|--|--|
| 1.- Analgésico | Tallo | | Oral |
| | Raíz | Zumo | Nasal, local |
| 2.- Dolor de espalda | Raíz, hoja | Cataplasma | Local |
| 3.- Dolor de muelas | Hoja | Cocimiento | |
| 4.- Dolores, calma los | Ramas | A .Cocimiento o infusión de 2 a 10g | Oral: una o varias tomas. b.40 gotas 6 veces al día; 30 gotas antes de cada alimento |
| | | B .Extracto fluido | |
| 5.- Antibacteriana | Hoja | -- | -- |
| 6.- Antipirético | Tallo | Infusión | Oral |
| | Ramas | a. Cocimiento o. | |
| | Hoja, raíz y tallo | B .Extracto fluido-- | |
| 7.- Calmante de la tos | | | |
| Aparato reproductor | | | |
| 8.- Corrige la menstruación | Hoja | Te | Oral |
| 9.- Limpia parturientas en el temazcal | Toda la planta | Infusión | Se inhala |
| 10.- Sífilis | Hoja. Raíz | Extracto fluido. Cocimiento de 2-10 g en 120 ml de agua. Cocimiento | Oral: A .25-50 gotas al día. B .una o varias tomas al día. |
| 11.- Calentura | -- | -- | -- |
| 12.- Depurativo | Raíz | -- | -- |
| 13.- Descomposturas de las manos | Raíz | Molida | Local |
| 14.- Diabetes | Hoja | Extracto fluido. Cocimiento o infusión. Cocimiento al 2%. | Oral. En ayunas y sin azúcar, una o varias tomas. Todo el tiempo. De dos a cuatro vasos al día. De 3 a 6 cucharadas al día. Dos cucharadas en un poco de agua natural de 2-4 veces a día. Una tasa en ayunas como agua de tiempo. Durante un mes. En el transcurso del día. Tres tasas al día. Como agua de tiempo. Durante 2 meses. Una taza sin endulzar después de cada alimento. Como agua de tiempo, cada vez que se tenga sed. En ayunas. |
| | Hoja y flor. | Jarabe al 10%. | |
| | Hoja, rama. Hoja, tallo y flor. | Tintura al 20%. Infusión medio puño de hojas junto con medio puño de hojas de Guarumbo. | |
| | Hoja, tallo y raíz. Raíz. Tallo y flor. | Infusión: combinada con huinare Sida rhombifolia (H). | |
| | Ramas. Vara. | Cocimiento. | |
| | Planta entera. | Extracto fluido. Cocimiento: 10g por litro de agua. Infusión al 10%. | |
| | | Cocimiento con: 2 ramas en un litro de agua Cocimiento.15g. en un litro dejar reposar. Infusión. Extracto fluidos. Se puede preparar con hoja de guarumbo, aceitilla, míspero. Combinada con otras. | |
| 15.- Enfermedades del | Flor. | Cocimiento. | Oral. |

| | | | |
|--|---------------------------------|--|---|
| corazón | Hoja seca. | Cocimiento: combinarla con tumba vaquero y flor de manita. Poner un puño en un litro de agua, dejar hervir. | Oral: tomar tres veces al día, principalmente antes de acostarse. |
| 16.- Enfermedades de la piel | | | |
| 17.- Llagas | Corteza y hoja. | Tostadas y molidas. | Local. |
| 18.- Salpullido | Hoja. | --- | --- |
| 19.- Sarna | Hoja tierna | Frotar en los brazos hasta deshacerlas, para que suelten la savia. | Local: durante horas, a intervalos de tiempo hasta sanar. |
| 20.- Enfermedades gastrointestinales: | | | |
| 21.- Afecciones del estómago. | Rama. | Cocimiento o infusión. Extracto fluido. | Oral los dos. |
| 22.- Anorexia | Raíz y tallo. Rama. Hoja | Cocimiento o infusión. Extracto fluido. Infusión: cuatro hojas en 500ml. de agua. | Oral. Sin azúcar, previa abstención de picantes y grasa. Diez gotas antes de cada alimento. |
| 23.- Antihelmíntico | ----- | Infusión | ----- |
| 24.- Apetito (lo estimula) | Hoja. Corteza, flor y hoja. | Extracto fluido. Cocimiento. Tintura. Jarabe. Extracto fluido. Cocimiento. | Oral ambos. |
| 25.- Ardor y plenitud estomacal (pirosis) | Rama. | Infusión o cocimiento: 2-10g. en 100-150ml de agua. Extracto fluido. | Oral: dos veces al día, después de los alimentos. 30 gotas antes de cada alimento. |
| 26.- Cólicos | Hoja. | ---- | ----- |
| 27.- Diarrea | Hoja y tallo. | Infusión. Cocimiento. Extracto fluido. Se muelen y se ponen tres dedos para una taza. | Oral: diez gotas, antes de cada alimento. Tomar a cualquier hora. |
| 28.- Digestivo (estomacal) | Flor. Hoja. Rama y corteza. | Cocimiento. Infusión o como extracto. | Oral. |
| 29.- Disentería | Hoja. Raíz. | Cocimiento. Infusión. | Oral: tomar durante nueve días, en ayunas. |
| 30.- Enetocatártico | Hoja. | En altas concentraciones. | Oral. |
| 31.- Empacho | Flor. | Infusión: medio puño de flores junto con medio puño de viuxito en 500 ml de agua. | Oral: una taza durante el tratamiento. |
| 32.- Enteritis aguda | Tallo. | Extracto fluido. | Oral: diez gotas, tres veces al día. |
| 33.- Eupéptico | Rama. Hoja. | Infusión o cocimiento, extracto fluido Tintura. Jarabe. | Oral. |
| 34.- Flatulencia | Hoja. | Infusión: cuatro hojas pequeñas en 500ml. de agua. | Oral: Sin azúcar. |
| 35.- Gastritis | Hoja. Flor Corteza. Rama. | Té.. Tintura. Jarabe. Infusión o cocimiento; extracto fluido. | Oral todos. . |
| 36.- Gastritis alcohólica | Tallo. Rama. Hoja. | Infusión o cocimiento; extracto fluido. Cocimiento: cinco hojas en un litro de agua. Tintura. Jarabe. Infusión | Oral. Oral. Oral: durante el día. Oral todas. |

| | | | |
|---|----------------------------------|---|------------------------------------|
| 37.- Llamar al hambre | Flor | Infusión: combinada con flor de tila. | Oral. |
| 38.- Tónico | Hoja, flor. Raíz. Corteza. | Extracto fluido. Cocimiento. Tintura. Jarabe. Infusión. | |
| 39.- Tónico para la atonía gastrointestinal | Rama. Hoja. | Infusión o cocimiento: dos a diez gramos. Tintura. Jarabe. | Oral. |
| 40.- Vermífugo | Raíz | ----- | Oral. |
| 41.- Enfermedades hepáticas: Padecimiento de hígado contra bilis | Raíz. Hoja. Tallo y flor. | Cocimiento. Infusión. Tintura. Jarabe. | Oral: en ayunas |
| 42.- Enfermedades respiratorias | | | |
| 43.- Para los nervios (quitan el mal humor) | Hoja seca. | Cocimiento. | Oral. Local: baños en temazcal. |
| 44.- Resfriado común | Flor. | Infusión o cocimiento. | Oral. |
| 45.- Enfermedades urinarias | | | |
| 46.- Diurético | Hoja. Raíz fresca. Corteza | Extracto fluido. Cocimiento: 30 g. en un litro de agua; hervir durante diez min. | Oral. |
| 47.- Hidropesía | Hoja y flor. Raíz. | Cocimiento. Infusión. | Oral. Local: en baños. |
| 48.- Afecciones renales | Raíz. | Combinada con matarique (Senecio peltiferus), raíz de capulín (Prunus seritona), raíz de tejocote (Crataegus spp) y raíz de cuasia (Quassia amara). | Oral. |
| 49.- Heridas internas | Raíz. | Zumo | Oral. |
| 50.- Incordios | Raíz. Hoja. | Cocimiento. | Oral: lavados. |

Tabla 3. Grupos indígenas que utilizan *T. stans* y la zona geográfica en donde se encuentran.

| GRUPO ÉTNICO | LOCALIZACIÓN |
|--------------|---|
| Amuzgo | Guerrero y Oaxaca |
| Cora | Nayarit |
| Cuicateco | Oaxaca |
| Chinameco | Veracruz |
| ‘Chol | Chiapas y Tabasco |
| Chontal | Tabasco |
| Huasteco | Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz |
| Huave | En el litoral del Golfo de Tehuantepec |
| Huichol | Durango, Jalisco, Nayarit y Zacatecas |
| Lacandón | Chiapas |

| | |
|-----------------------|---|
| Maya | Yucatán |
| Mayo | Sonora |
| Mazahua | Estado de México y Michoacán |
| Mazateco | Distrito Federal, Estado de México, Oaxaca, Puebla y Veracruz |
| Mixe | Guerrero, Oaxaca y Puebla |
| Mixteco | Guerrero, Oaxaca y Puebla |
| Nahua | Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí. |
| Otomí | Estado de México, Hidalgo y Puebla |
| Popolca | Puebla, Valle de Tehuacán, Oaxaca |
| Popolca | Veracruz y Tabasco |
| Purépecha Tarasco | Michoacán |
| Tarahumara | Chihuahua |
| Tequistlateco Chontal | Oaxaca |
| Tlapaneco | Guerrero y Morelos |
| Tojolabal | Chiapas |
| Totonaco | Puebla y Veracruz |
| Tzeltal y Tzotzil | Chiapas |
| Yaqui | Sonora |
| Zapoteco | Oaxaca |
| Zoque | Chiapas, Tabasco y Veracruz |

Tabla 4. Nomenclatura “folk” de *Tecoma stans*, con su distribución geográfica en México.*

| Nombre | L | Lugar | Nombre | L | Lugar |
|------------------------|---|-----------------------------------|---------------------------|---|------------------------------------|
| 1. Ahuitule | I | México | 37. Escandor | E | Tabasco |
| 2. Algodoncillo | E | Veracruz | 38. Esperanza | E | |
| 3. Ángel | E | | 39. Estamasuchil | I | Guerrero |
| 4. Árbol mozote | H | Guerrero | 40. Flor amarilla | E | Oaxaca, Veracruz y Yucatán |
| 5. Árbol San Pedro | E | Coahuila | 41. Flor de campanilla | E | Jalisco, Hidalgo y San Luis Potosí |
| 6. Argel | E | Veracruz | 42. Fresnillo | E | |
| 7. Azochil | I | | 43. Fresno | E | |
| 8. Barreto | E | Guerrero | 44. Gerocha/barocha | I | |
| 9. Batilini | I | Chiapas | 45. Gloria | E | Durango y Sinaloa |
| 10. Batilimi | I | | 46. Guachín | H | Veracruz |
| 11. Bejuco de sapo | E | Guerrero | 47. Guaran amarillo | H | |
| 12. Bignonia | E | México | 48. Guaran guaran | H | |
| 13. Borla de San Pedro | E | Chiapas, San Luis Potosí y México | 49. Guaranguey amarillo | H | |
| 14. Caballito | E | Sonora | 50. Guiabiche | I | Oaxaca |
| 15. Cameri | I | Michoacán | 51. Guie-bacana | I | |
| 16. Campanilla | E | Morelos | 52. Hierba de San Juan | E | |
| 17. Campusano | E | Guerrero | 53. Hierba de San Nicolás | E | Michoacán |
| 18. Canario | E | Veracruz | 54. Hierba de San Pedro | E | San Luis Potosí |
| 19. Candelillo | E | | 55. Hierba tronadora | E | Veracruz |
| 20. Candor | E | Chiapas, Oaxaca y Tabasco | 56. Hoja de baño | E | Guerrero |
| 21. Candox | H | Chiapas | 57. Hoja de San Pedro | E | |
| 22. Canlol | I | | 58. Huajillo | I | Durango |
| 23. Carboncillo | E | | 59. Huacacata | I | Sinaloa |
| 24. Capzaracua | I | Hidalgo y Michoacán | 60. Huaranhua | I | |
| 25. Catade | I | Hidalgo | 61. Huevo de iguana | E | |
| 26. Cazador | E | Chiapas | 62. Ixcullilli | I | |
| 27. Chacte | I | | 63. Ishcandol | I | |
| 28. Chilca | I | | 64. Istamasuchil | I | Michoacán |
| 29. Chirlan | E | | 65. Ixontile | I | Morelos y Puebla |
| 30. Chirlobirlos | H | Chiapas | 66. Kanlo | I | Yucatán y Quintana Roo |
| 31. Chocolatillo | H | Oaxaca | 67. K'anlol | I | Yucatán y Veracruz |
| 32. Chorlan | I | | 68. K'anlolche | I | Yucatán |
| 33. Cocopatli | I | | 69. Kusl-urakase | I | Chihuahua |
| 34. Copete | E | | 70. Lipa-gundoflei | I | Oaxaca-Chontal |
| 35. Copita | E | | 71. Listonillo | E | Puebla |
| 36. Cometa amarilla | E | Durango | 72. Lluvia de oro | E | Sinaloa y Sonora |

| Nombre | L | Lugar |
|---------------------|---|--|
| 73. Marchucha | E | Sinaloa y Sonora |
| 74. María Luisa | E | |
| 75. Matilice | I | Chiapas |
| 76. Mazorca | E | Veracruz |
| Nombre | L | Lugar |
| 77. Miñona | E | Nuevo León |
| 78. Mixtonze | I | Puebla |
| 79. Manch | I | Oaxaca |
| 80. Mixtealazo | I | Puebla |
| 81. Nixtanabuchil | I | Veracruz |
| 82. Nixteanaxochitl | I | Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero y México |
| 83. Nixtanazuchilto | I | Guerrero |
| 84. Palo de arco | E | Baja California Sur y San Luis Potosí |
| 85. Palo hueso | E | |
| 86. Pichiche | I | Chiapas |
| 87. Purandí | I | Oaxaca |
| 88. Retama (o) | E | Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Puebla, Guerrero, México y Durango |
| 89. Roble Amarillo | E | |
| 90. Ruibarba | E | |
| 91. San Andrés | E | |
| 92. San Francisco | E | Veracruz |
| 93. Sanguinaria | E | Hidalgo |
| 94. Sardinillo | E | |
| 95. San Pedro | E | Coahuila, México, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz y Durango |
| 96. Sauco | E | Veracruz |
| 97. Sauco amarillo | E | |
| 98. Schcuetl | I | |
| 99. Shkanlol | I | |

| Nombre | L | Lugar |
|-------------------------|---|---|
| 100. Sicinilbi | I | Veracruz |
| 101. Tamalasuchi | I | Michoacán |
| 102. Tecorasuchil | I | Tamaulipas |
| 103. Timboco | I | |
| Nombre | L | Lugar |
| 104. Timboqué | I | Tamaulipas |
| 105. Toco-toco | I | |
| 106. Toloache | I | Oaxaca |
| 107. Tolozuchil | I | |
| 108. Totopo | E | Tlaxcala |
| 109. Trompeta | E | Durango, Michoacán y Veracruz |
| 110. Trompetilla | E | Hidalgo |
| 111. Tronadora | E | Distrito Federal, Guanajuato, Morelos, Hidalgo, México, Michoacán, Jalisco, Oaxaca, Sinaloa, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas |
| 112. Tronadora delgada | E | Puebla |
| 113. Trovador | E | Oaxaca |
| 114. Tulasuchil | I | |
| 115. Vainilla | E | |
| 116. Vaquerillo | E | Jalisco |
| 117. Valilio | E | Guerrero |
| 118. Xk'anlol (maya) | I | Yucatán, Veracruz y Campeche |
| 119. Xkantol | I | Veracruz |
| 120. Xkantul | I | Yucatán |
| 121. Xochimitl | I | Puebla |
| 122. Yerba de baño | E | Guerrero |
| 123. Yerba de la vaina | E | Veracruz |
| 124. Yerba de san Pedro | E | |
| 125. Yergz bzud | I | Oaxaca |
| 126. Yuku-ñihi | I | Guerrero |

***(Basada en Martínez, 1888-1964, Argueta et al., 1994 y Sánchez M., 1989, ordenadas según Cook, 1995).**

Las letras de la segunda columna, indican el origen de nombre:

E= Español, H= Híbrido o I= Indígena.

Los espacios de los estados que no tienen nombre se debe a que son el mismo que el anterior.

Tabla 5. Usos no medicinales de *Tecoma stans*. (Basada en Martínez, 1888-1964, Argueta *et al.*, 1994 y Sánchez M., 1989, ordenada según la clasificación de Cook, 1995).

| USO DE LA PLANTA | PARTE DE LA PLANTA USADA | DATOS ADICIONALES |
|-----------------------------|---|--|
| 1.-Alimento de animales | Tallo, corteza, ramas y hojas, toda la planta | Forrajero, en el pastoreo de ganado bovino y caprino. |
| Planta-abeja | Flores | 2.-Alimento nectarífero a nivel entomófilo y ornitófilo. 3.-En apicultura por la cualidad nectarífera. |
| Materiales | Madera | 4.-Vigas y columnas para elaborar esculturas en la construcción rural, para sostener los muros de las casas rústicas. |
| | Madera | 5.- Elaboración de muebles, canoas y arcos. |
| | Ramas | 6.- Elaboración de cacaxtles (guacales). 7.-Elaboración de productos torneados y carpintería. |
| | Flor | 8. Elaboración de esculturas. |
| | Raíz | 9.- Aromatizador de jarabes. 10.- Industrial como sucedáneo del lúpulo en la fabricación de la cerveza. |
| Combustibles | Madera | 11.-Combustible. 12.-Leña. 13.-Carbón. |
| 14.-Uso social | Ramas | Religioso, hacen arcos para las ofrendas en tiempo de muertos. |
| 15.-Veneno de vertebrados | | Se menciona que en algunos casos causa envenenamiento en el ganado. |
| 16.-Veneno de invertebrados | Madera, hojas y semilla. | Insecticida contra el gusano cogollero del maíz (<i>Spodoptera frugiperda</i> , Lepidoptera: Noctuidae). |
| 17.-Medicinal veterinario | Hojas | Veterinario, para tratar la sarna sarcóptica (carate) en animales domésticos, en Nicaragua. Se prepara un remedio con 5 libras de hojas fracturadas en 20 l de agua y se aplica en la parte afectada hasta que cure. |
| Uso ambiental | Toda la planta | 18.-Control de erosión. 19.-Refugio de sombra. 20.-Efecto restaurador de vegetación. |

21.-Efecto de conservación del suelo.

22.-Ornamental. En diferentes Ciudades de las Bahamas, Argentina, Costa Rica, Puebla, Guanajuato, Querétaro, Ciudad de México.

23.-Límites. Cerca viva en agro hábitats de Yucatán y Chiapas.

24.-Barda verde contra el viento.

25.-Barda verde contra el ruido.

III. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

HIPÓTESIS

Si las variedades estudiadas provienen de regiones climáticas con tipos de vegetación distintos, cada una con adaptaciones específicas a su ambiente, entonces se espera encontrar diferencias en los porcentajes de germinación entre ellas.

Se espera que las semillas de *T. stans* var. *stans*, procedente del Bosque de Pino-Encino sembradas a mayor humedad, menor temperatura y en condiciones de oscuridad, tengan porcentajes de germinación mayores que *T. stans* var. *velutina* que proviene de una Selva Baja Caducifolia con condiciones ambientales distintas, esta última logrando mejores resultados de germinación a menor humedad, con mayor temperatura y en presencia de luz.

Si las condiciones de almacenamiento aminoran la longevidad de las semillas con el tiempo, entonces al mantenerla almacenadas un año, se esperan menores porcentajes de germinación.

Si una mayor densidad de siembra ocasiona la concentración en los inhibidores de la germinación en un sustrato no poroso, entonces se espera a mayor densidad en un sustrato no poroso, menor porcentajes de germinación.

Si semillas de *T. stans* germinan 72 % en la superficie con un sustrato de 34 % arena, 13 % de limo y 53 % de arcilla franco, se espera mayor germinación con una siembra superficial con tierra/agrolita, en proporción 1:1, por tener mayor porosidad.

OBJETIVO GENERAL

Determinar las condiciones de humedad, temperatura y luz, que favorezcan la germinación de semillas frescas y almacenadas, en las dos variedades de *T. stans* estudiadas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar las condiciones de temperatura, tiempo de remojo y de luz óptimas para la germinación de las dos variedades de semillas frescas de *T. stans*.
2. Evaluar el efecto de diferentes condiciones de luz y tiempos de remojo, en la germinación de semillas almacenadas por un año.
3. Determinar el efecto de tres niveles de densidad de siembra en dos sustratos.
4. Establecer el efecto de la profundidad de siembra en la germinación de las semillas.

IV. METODOLOGÍA

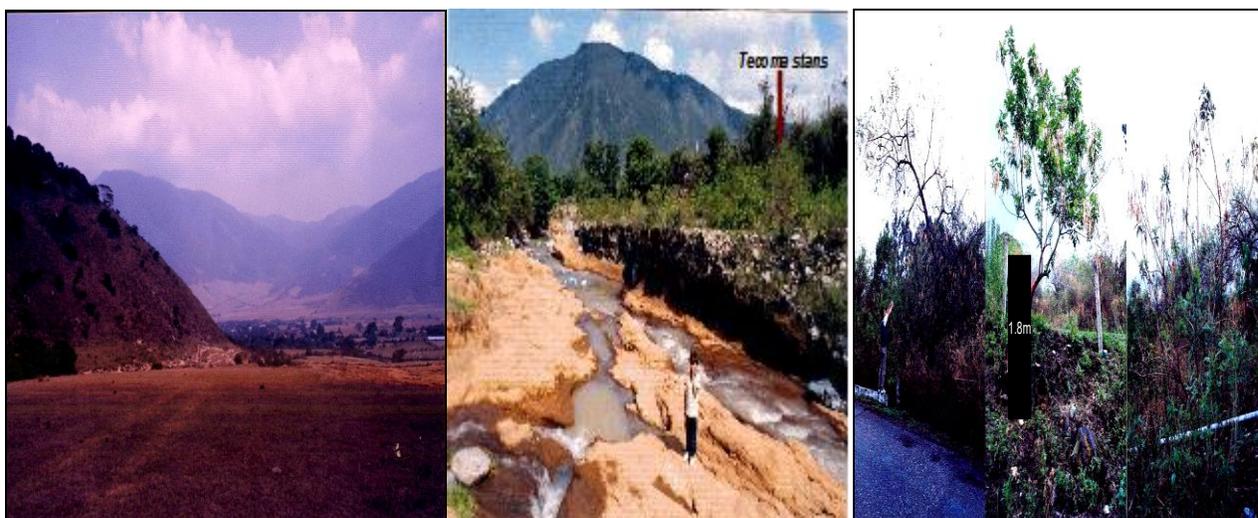
LOCALIZACIÓN DE LOS SITIOS DE COLECTA.

Las localidades de colecta de semillas se seleccionaron después de consultar los Herbarios MEXU, MORE y HUMO y encontrar poblaciones de las variedades de *Tecoma stans* en el campo, con ayuda de mapas de cada región, altímetro, brújula y binoculares (Fig.11).

1. *T. stans* var. *stans*, una población que se encontró en el Municipio de Maltrata, Veracruz. En las partes bajas de la Sierra de Maltrata a 20 km del poblado de Orizaba en los alrededores de solares de las casas más lejanas del poblado y a lo largo de la orilla del río.

2. *T. stans* var. *velutina*, una población que se localizó en el Municipio de Cuernavaca, Morelos. En las áreas protegidas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

Fig. 11. Sitios de colecta de las variedades estudiadas.



Maltrata, Veracruz

Cuernavaca, Mor. UAEM

Después de indagar sobre la fenología de ambas variedades a lo largo de un año en el campo (Tabla 6) y de obtener datos del Servicio Meteorológico Nacional sobre dichas localidades (Tabla 7) se recolectaron las semillas de las dos variedades en sus localidades correspondientes.

Tabla 6. Fenología de los ecotipos de *T. stans* estudiados, elaborada con datos de campo, recopilados a lo largo de un año.

| LOCALIDADES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Floración (FL) ■ | | | | | | | | | | | | |
| Fructificación (FR) ■ | F L | F R | F L | F R | F L | F R | F L | F R | F L | F R | F L | F R |
| Cuernavaca, Mor. | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Orizaba, Ver. | ■ | | ■ | ■ | ■ | | ■ | | ■ | ■ | ■ | ■ |

Cuernavaca, Mor. (*Tecoma stans* var. *stans*)

Orizaba, Ver. (*Tecoma stans* var. *velutina*)

Tabla 7. Informes meteorológicos para las localidades de las variedades. Servicio Meteorológico Nacional. Normales climatológicas 1971-2000. Estaciones: 17004 y 17052.

| ELEMENTOS | CUERNAVACA, MOR. | MALTRATA, VER. |
|-------------------------|------------------|----------------|
| ALTURA (m snm) | 1.560.00 | 1.797 |
| LATITUD | 18°56'54" N | 18°48'40" N |
| LONGITUD | 099°13'51" W | 097°16'20" W |
| TEMP. MAXIMA (°C) | 28.8 | 23.1 |
| TEMPERATURA MEDIA (°C) | 22.3 | 16.5 |
| TEMPERATURA MINIMA (°C) | 15.8 | 9.8 |
| PRECIPITACIÓN (mm) | 1.213.80 | 768 |
| EVAPORACION TOTAL | 2.209.00 | 1.616.10 |
| No. DE DIAS CON LLUVIA | 99.3 | 100.5 |
| NIEBLA | 20.9 | 190.7 |
| GRANIZO | 1 | 0.6 |
| TORRENTA E. | 55.4 | 11.7 |

GERMINACIÓN EN CONDICIONES DE LABORATORIO

1. GERMINACIÓN DE SEMILLAS FRESCAS.

Ubicación del experimento. Esta prueba se realizó en cámaras de incubación de las instalaciones del Laboratorio de Semillas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Coyoacán, en la Ciudad de México.

Recolecta de semillas y almacenamiento. Planta madre.

La recolección del material seminal, se eligieron los árboles que presentaran las mejores condiciones sanitarias, evitar tomar las semillas del suelo o de plantas enfermas, con exceso de parásitos, especialmente por hongos, evitar las semillas dañadas.

Cantidad de semillas recolectadas. Un total de 400-500 g sin cápsula, por procedencia. Una vez recolectadas las semillas, se almacenaron en sobres de papel manila etiquetados, los cuales se introdujeron en bolsas de plástico para evitar el posible contacto con el agua.

Determinación de las características generales de la semilla. Las semillas se agruparon en lotes constituidos por la mezcla de todas las semillas recolectadas para cada una de las variedades. En general se midió con un vernier: número de semillas en 100 g, largo, ancho y grosor de la semilla y semillas dañadas que se cuantificó con una separación por flotación de semillas de cada lote y una prueba de viabilidad con Cloruro de tetrazolio al 4 %, tomando una muestra al azar de 100 semillas, como indican Hartmann y Kester (1990).

Efecto del tiempo de remojo, luz y temperatura. Diseño experimental: dos variedades de semillas × 4 temperaturas × tres tiempos de remojo × dos condiciones de luz. Con cuatro repeticiones de semillas de 100 semillas cada uno, los niveles de cada tratamiento se muestran en la Tabla 8 y Fig. 12.

Se implementaron cuarenta y ocho tratamientos de germinación en total (Tabla 9).

Tabla 8. Variables independientes de los tratamientos de germinación de semillas frescas.

| TEMPERATURA (°C) | HUMEDAD (Remojo en horas) | LUZ (L/O) | VARIEDAD DE <i>Tecoma stans</i> | TRATAMIENTOS |
|------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------|
| 30 (T1) | R1 (0) R2 (24) R3 (48) | Con Luz (L) Sin Luz (O) | <i>velutina stans</i> | 12 |
| 25 (T2) | R 1 (0) R2 (24) R3 (48) | Con Luz (L) Sin Luz (O) | <i>velutina stans</i> | 12 |
| 21 (T3) | R1 (0) R2 (24) R3 (48) | Con Luz (L) Sin Luz (O) | <i>velutina stans</i> | 12 |
| 18 a 23 (T4) | R1 (0) R2 (24) R3 (48) | Con Luz (L) Sin Luz (O) | <i>velutina stans</i> | 12 |
| 4 | 3 | 2 | 2 | 48 totales |

Las semillas se colocaron sobre papel filtro húmedo en cajas de Petri.

Las variables independientes fueron:

A. Temperatura. La temperatura ambiente, se mantuvo fuera de las cámaras de incubación, con luz y humedad ambiental del laboratorio registrada entre 18 a 23 °C entre día y noche, con un termómetro de máximos y mínimos. Para medir las temperaturas constantes, se utilizaron cámaras de incubación (Lab-Line Instruments, Inc., 844, TL, EE.UU.) a temperaturas constantes de (21 °C, 25 °C y 30 °C) por un mes.

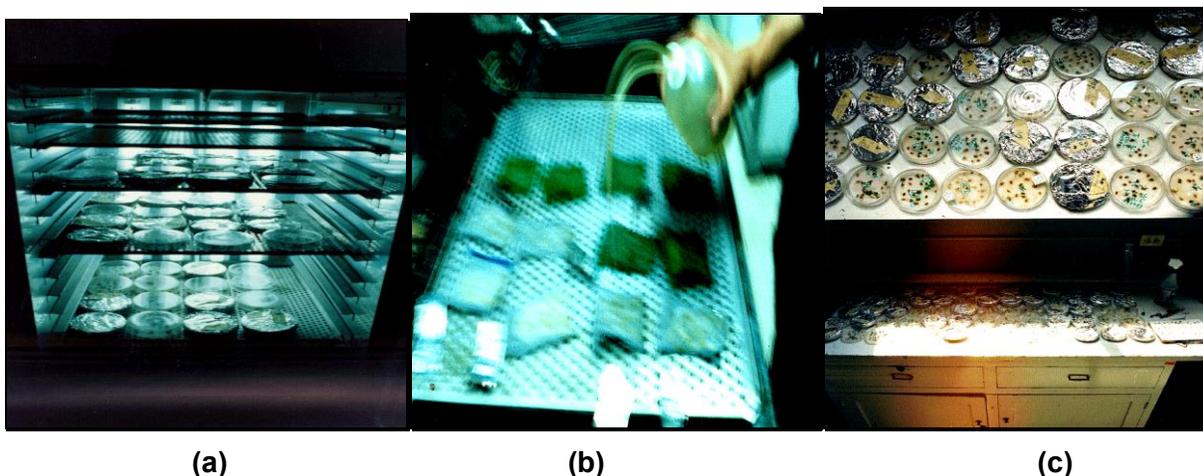
B. Tiempo de remojo. Las semillas se sumergieron en un recipiente de plástico con agua 3 litros de agua, que permitía se cubriera a todas las semillas y con una bomba de aire, para oxigenar el agua que las contenía. Las semillas se encontraban en grupos de 100, (con las semillas de todos los tratamientos) de 24 h y 48 h de remojo, por medio de costales hechos con malla de plástico, a través de los cuales pasaba el agua con facilidad.

Trascurrido el tiempo de remojo, se les aplicó el fungicida N-triclorometiltio-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida (Captán) en polvo que se lograba impregnar en las semillas mojadas. Se

sembraron inmediatamente, para evitar una posible reducción en la germinación, en cajas de Petri sobre papel filtro que se remojó previamente en agua con un aspersor hasta estar completamente húmedo. Los riegos se hicieron de manera consecutiva, al momento de hacer la cuantificación de semillas germinadas cada tercer día y las cajas de Petri se introdujeron en la cámara de incubación.

C. Luz. Para medir la influencia de la luz sobre la germinación, la mitad de los tratamientos se cubrieron con papel estaño para mantenerlos en oscuridad permanente por un mes. Y la otra mitad del lote se realizó sin papel estaño con la influencia de la luz continua (24 h). La luz de las lámparas de las cámaras de crecimiento fueron equipados con fluorescentes blancos fríos (F20T12 / CW, Sylvania, 20 W).

Fig. 12. Montaje de la prueba de semillas frescas: (a) Cajas Petri con las semillas en las cámaras de incubación. (b) Lavado de semillas en los costales de malla con placa metálica y remojo. (c) Cajas Petri con las semillas del control fuera de las cámaras de incubación, bajo condiciones del laboratorio.



La combinación de tratamientos por cada variedad, fue como se muestra en la Tabla 9.

Registro de datos.

La cuantificación de todas las semillas germinadas se realizó cada tercer día durante un mes, la lectura de germinación fue tomada en una habitación con luz verde con longitud de onda que no estimula la germinación de las semillas, para evitar los efectos de la luz blanca en la germinación.

Tabla 9. Tratamientos con semillas frescas de Temperatura/Luz/Remojo en horas (T/L/R).

| Tratamiento | <i>Tecoma stans</i> var. <i>stans</i> | Tratamiento | <i>Tecoma stans</i> var. <i>velutina</i> |
|--------------------|--|--------------------|---|
| 1 | 30 °C, sin luz y sin remojo | 25 | 30 °C, sin luz y sin remojo |
| 2 | 30 °C, sin luz y 24 h de remojo | 26 | 30 °C, sin luz y 24 h de remojo |
| 3 | 30 °C, sin luz y 48 h de remojo | 27 | 30 °C, sin luz y 48 h de remojo |
| 4 | 30 °C, con luz y sin remojo | 28 | 30 °C, con luz y sin remojo |
| 5 | 30 °C, con luz y 24 h de remojo | 29 | 30 °C, con luz y 24 h de remojo |
| 6 | 30 °C, con luz y 48 h de remojo | 30 | 30 °C, con luz y 48 h de remojo |
| 7 | 25 °C, sin luz y sin remojo | 31 | 25 °C, sin luz y sin remojo |
| 8 | 25 °C, sin luz y 24 h de remojo | 32 | 25 °C, sin luz y 24 h de remojo |
| 9 | 25 °C, sin luz y 48 h de remojo | 33 | 25 °C, sin luz y 48 h de remojo |
| 10 | 25 °C, con luz y sin remojo | 34 | 25 °C, con luz y sin remojo |
| 11 | 25 °C, con luz y 24 h de remojo | 35 | 25 °C, con luz y 24 h de remojo |
| 12 | 25 °C, con luz y 48 h de remojo | 36 | 25 °C, con luz y 48 h de remojo |
| 13 | 21 °C, sin luz y sin remojo | 37 | 21 °C, sin luz y sin remojo |
| 14 | 21 °C, sin luz y 24 h de remojo | 38 | 21 °C, sin luz y 24 h de remojo |
| 15 | 21 °C, sin luz y 48 h de remojo | 39 | 21 °C, sin luz y 48 h de remojo |
| 16 | 21 °C, con luz y sin remojo | 40 | 21 °C, con luz y sin remojo |
| 17 | 21 °C, con luz y 24 h de remojo | 41 | 21 °C, con luz y 24 h de remojo |
| 18 | 21 °C, con luz y 48 h de remojo | 42 | 21 °C, con luz y 48 h de remojo |
| 19 | 18 a 23 °C, sin luz y sin remojo | 43 | 18 a 23 °C, sin luz y sin remojo |
| 20 | 18 a 23 °C, sin luz y 24 h de remojo | 44 | 18 a 23 °C, sin luz y 24 h de remojo |
| 21 | 18 a 23 °C, sin luz y 48 h de remojo | 45 | 18 a 23 °C, sin luz y 48 h de remojo |
| 22 | 18 a 23 °C, con luz y sin remojo | 46 | 18 a 23 °C, con luz y sin remojo |
| 23 | 18 a 23 °C, con luz y 24 h de remojo | 47 | 18 a 23 °C, con luz y 24 h de remojo |
| 24 | 18 a 23 °C, con luz y 48 h de remojo | 48 | 18 a 23 °C, con luz y 48 h de remojo |

Se utilizó la siguiente simbología para facilitar la comprensión de los tratamientos y los resultados, correspondientes a tres factores aplicados: humedad, temperatura y luz (T/L/R), con diferentes niveles para cada factor (Tabla 10).

Tabla 10. Simbología de los factores y sus niveles, para la prueba de semillas frescas.

| Símbolos | Factores con sus distintos niveles |
|-----------------|---|
| R | Humedad como remojo. |
| • R1 | Sin remojo 0h |
| • R2 | Remojo de 24 h |
| • R3 | Remojo de 48 h |
| T | Temperatura |
| • T1 | 30 °C |
| • T2 | 25 °C |
| • T3 | 21 °C |
| • T4 | 18/23 °C |
| L | Luz |
| • O | Sin luz |
| • L | Con luz |

2. GERMINACIÓN DE SEMILLAS ALMACENADAS.

Instalaciones donde se realizó la prueba. Esta prueba se realizó en el Laboratorio de Ecología Fisiológica, en el Instituto de Ecología de Ciudad Universitaria de la UNAM.

Almacenamiento de semillas. Una vez caracterizados los lotes de semillas recolectadas en agosto de 2002, se les aplicó fungicida Captan seco posteriormente se almacenaron en frascos de vidrio, por un año, en la parte baja de un refrigerador a 4 °C aproximadamente. La prueba se realizó en agosto de 2003.

Diseño experimental: 2 variedades de semillas × 3 tiempos de remojo × 2 condiciones de luz. Se utilizó temperatura alternante de 25/30 °C, de 12 horas y luz continua en cámaras de incubación (Lab-Line Instruments, Inc., 844, TL, EE.UU.) a temperatura alternante de (25/30 °C) con fluorescentes blancos fríos (F20T12 / CW, Sylvania, 20 W) (Tabla 11).

Muestra. El experimento incluyó 7 repeticiones de 15 semillas cada una caja de Petri con diámetro de 7 cm. Se implementaron 12 tratamientos de germinación en total.

Tabla 11. Variables independientes de los tratamientos de germinación de semillas almacenadas.

| VARIABLES TRATAMIENTOS Y SEMILLAS | HUMEDAD (Remojo en horas) | LUZ (L/O) | VARIEDAD DE <i>Tecoma stans</i> | TRATAMIENTO | SEMILLAS |
|-----------------------------------|---------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|----------|
| | R1 (0) | Con Luz (L) | <i>velutina</i> | 6 | 600 |
| | R2 (24) | Sin Luz (O) | <i>stans</i> | 6 | 600 |
| | R3 (48) | | | | |
| TOTALES | 3 | 2 | 2 | 12 | 1200 |

3. PRUEBA DE DENSIDAD DE SIEMBRA.

Instalaciones y equipo. Esta prueba se realizó en el invernadero exterior del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), bajo condiciones semi-controladas, con una temperatura ambiental de 18 a 21 °C. El lugar de trabajo está equipado con camas de propagación de 1.5 m × 3.5 m.

Los Resultados de pruebas de germinación en laboratorio indicaron que la temperatura alternante del invernadero, evita la necesidad de remojo previo a la germinación para obtener resultados favorables.

El Diseño experimental: 2 variedades de semillas × 3 densidad de siembra × 2 tipos de sustrato, con cuatro repeticiones en total se utilizaron 400 semillas por densidad (Tabla 12).

Tabla 12. Variables Independientes y tratamientos de la prueba de Densidad de siembra.

| DENSIDAD No. DE SEMILLAS/ALMACIGO | SUSTRATO (1:1) | VARIEDAD DE <i>Tecoma stans</i> | TRATAMIENTOS | SEMILLAS |
|-----------------------------------|---|---------------------------------|--------------|------------|
| D1 (100) | (Tierra negra) T (Tierra/agrolita) T/A | <i>velutina stans</i> | 4 | 400 400 |
| D2 (50) | (Tierra negra) T (Tierra/agrolita) T/A | <i>velutina stans</i> | 4 | 400 400 |
| D3 (25) | (Tierra negra) T (Tierra/agrolita) T/A | <i>velutina stans</i> | 4 | 400 400 |
| 3 | 2 | 2 | 12 | 2400 |

Almácigo. Se usaron cajas de plástico transparente con tapa como almácigo. La superficie de esta caja (de 15 × 14.5 cm) fue el área para ubicar 100 semillas en la densidad máxima establecida (D1), una semilla junto a otra, de manera que cubrieron toda la superficie del almácigo, el tamaño del molde fue igual en todos los tratamientos. En la densidad intermedia (D2) se colocaron 50 semillas y en la menor densidad (D3) se colocaron 25 semillas, por lo que se usó diferente número de almácigos para cada tratamiento de densidad. Las semillas se sembraron en la superficie del sustrato (Tabla 13). Se le hicieron orificios al almacigo en la tapa para permitir la circulación de aire y en la base para eliminar el agua excedente del riego. Se colocaron sobre las camas de propagación en el invernadero.

Sustratos. Para cada densidad se usaron como sustratos, permeables al agua, que conservan la humedad y se mantienen aireados Tierra negra (T) y Agrolita/Tierra negra (A/T), en proporción 1:1. El sustrato se pasteurizó en una estufa a temperatura de 80 a 82.5 °C por 30 min.

Tabla 13. Número de semillas y moldes empleados en la prueba de densidad de siembra.

| DENSIDAD No. DE SEMILLAS/ALMACIGO | ALMACIGOS/DENSIDAD O REPETICIONES | ALMACIGOS USADOS/ DENSIDAD |
|--|--|-----------------------------------|
| D1 (100) | 4 con 100 semillas c/u | 16 (8 por cada variedad) |
| D2 (50) | 8 con 50 semillas | 32 (16 por cada variedad) |
| D3 (25) | 16 con 25 semillas | 64 (32 por cada variedad) |
| TOTAL | | 112 |

Siembra de semillas.

1. Las semillas se lavaron con agua corriente por 15 min.
2. Después se les aplicó fungicida (Captán), de igual manera que en las pruebas de laboratorio.
3. Las semillas se sembraron en los almácigos con ayuda de pinzas, se regaron cada tercer día con un foggit de 1 gpm, para dispersar el agua a manera de nube que evita lastimar a las semillas que son frágiles.

Datos del Observatorio Meteorológico de Ciudad Universitaria para Abril de 2003, cuando se realizó el experimento. **Temperatura:** Mínima (10.4 °C), Media (19.5 °C) y Máxima (27.7 °C).

Precipitación: Suma (25.8 mm), Promedio (0.9 mm) y Máxima (12.1mm). Desviación (2.5).

4. PRUEBA DE PROFUNDIDAD DE SIEMBRA.

Instalaciones y equipo. Esta prueba se realizó en el invernadero exterior del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), bajo las mismas condiciones que la prueba de densidad de siembra.

El Diseño experimental fue el siguiente: 2 variedades de semillas × 2 profundidades de siembra × 2 tipos de sustrato. La muestra fue de 200 semillas por tratamiento, con cuatro repeticiones de 50 semillas (Tabla 14).

Tabla 14. Variables independientes de la prueba de profundidad de siembra en la germinación.

| PROFUNDIDAD DE SIEMBRA | SUSTRATO (1:1) | VARIEDAD DE <i>Tecoma stans</i> | SEMILLAS | TRATAMIENTOS |
|------------------------------|---|---------------------------------|------------|--------------|
| Profundidad superficial (Ps) | Tierra negra (T) Tierra/agrolita (A/T) | <i>velutina stans</i> | 400 400 | 4 |
| Profundidad a un cm (P1) | Tierra negra (T) Tierra/agrolita (A/T) | <i>velutina stans</i> | 400 400 | 4 |
| 2 | 2 | 2 | 1600 | 8 |

Siembra de semillas:

1. Las semillas se lavaron con agua corriente por 15 min, se les aplicó el fungicida Captán.
2. Se sembraron en las charolas multicelda de unicel con celdillas cuadradas de 1.5 cm, una semilla por cada celdilla, en dos tipos de sustrato previamente pasteurizado (T y A/T).
3. Se regaron cada tercer día con un foggit, para dispersar el agua sin lastimar las semillas.
4. La profundidad de siembra se consideró a un cm y superficial, después de un estudio previo donde se sembraron a 1.5 cm (I. Legorreta, inf. personal), y se obtuvieron buenos resultados, y de forma horizontal, inclinada y vertical, por lo que se sembraron en forma horizontal.
5. En todos los casos se cuantificaron las semillas germinadas, cada tercer día por un mes, se consideró que las semillas germinan cuando la radícula alcance 1 cm de largo.

Datos del Observatorio Meteorológico de Ciudad Universitaria para Junio del 2003, cuando se realizó el experimento. **Temperatura:** Mínima (13.7 °C), Media (17.1 °C), Máxima (25.3 °C).

Precipitación: Suma (236 mm), Promedio (9.1 mm) y Máxima (42.8mm). Desviación (11.22).

Análisis estadístico. Se realizaron análisis de varianza multifactoriales para ver la diferencia entre tratamientos y cuando hubo significancia estadística se efectuó una prueba de comparación de medias LSD Fisher. Las tablas de los análisis de varianza y pruebas de F (Anexo 1). Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2008).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. EFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS DE TEMPERATURA, LUZ Y TIEMPO DE REMOJO (T/L/R) EN LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS FRESCAS DE LAS DOS VARIEDADES DE *Tecoma stans*.

1.1 Generalidades. El efecto de los tratamientos aplicados en las semillas en germinación, fue significativamente diferente para cada variedad ($p = 0.0001$). *T. stans* var. *stans* con un porcentaje de germinación más alto, en promedio (86.46 %) que la var. *velutina* (75.96 %), la diferencia es del 10.5%.

1.2 Comparación del efecto de los tratamientos y las variedades.

***Tecoma stans* var. *stans*.** El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0.0004$). Sin embargo de los 24 tratamientos aplicados, 18 produjeron altos porcentajes de germinación (del 83 al 99 %) sin diferencia significativa entre ellos. Los tratamientos heterogéneos fueron seis, con porcentajes de germinación entre 77 a 55 %, que resultó el más bajo para ésta variedad.

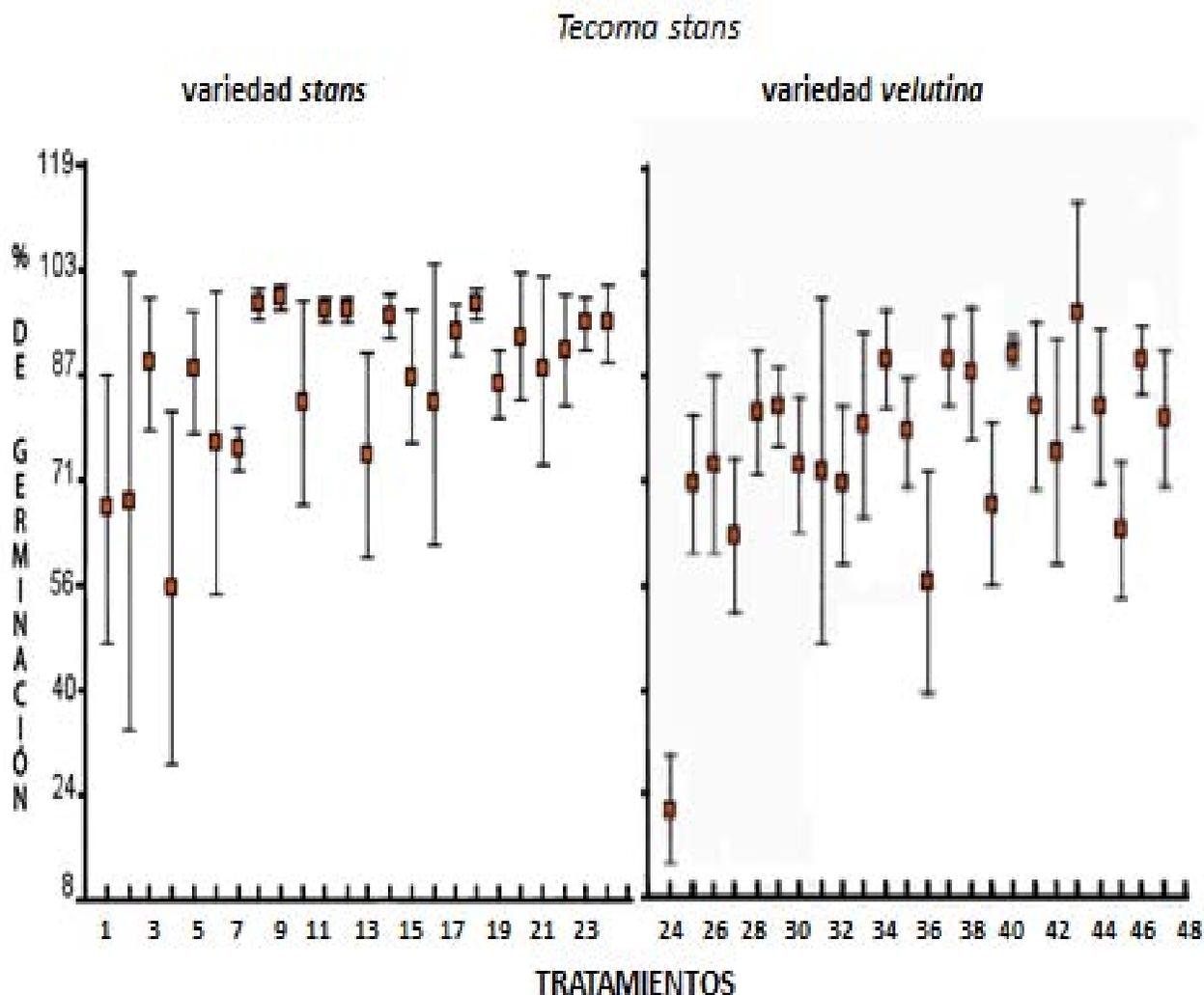
Los tratamientos que produjeron los mayores porcentajes de germinación, entre el 97 y el 99 % fueron cinco: 1) 25 °C y 48 h de remojo, con 99 % 2) 21 °C y 48 h de remojo y 3) 25 °C y 48 h de remojo (ambos con 98 %), así como 4) 25 °C y 24 h de remojo y 5) el de 25 °C y 48 h de remojo, con 97 % de germinación cada uno (Grafica 1 y Tabla 15).

Otros tratamientos homogéneos con porcentajes menores del 80 al 95 % fueron: el de 21 °C y 24 h de remojo (96 %), 18 a 23 °C y 48 h de remojo y 18 a 23 °C y 24 h de remojo con 95 %. Los tratamientos con temperatura de 30 °C y sin remojo, alcanzan los menores porcentajes de germinación de toda la prueba.

***Tecoma stans* var. *velutina*.** Se encontró diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0.0001$). Doce tratamientos homogéneos alcanzaron una germinación del 80 al 97 %. El tratamiento que produjo el mayor porcentaje de germinación es el de 18 a 23 °C y 24 h de remojo con 97 %. Otros tratamientos homogéneos que generaron altos porcentajes de germinación fueron: 1) 21 °C y 24 h de remojo, con 91 %, así como, 2) el de 21 °C y 24 h de remojo, 3) el 18 a 23 °C y 24 h de remojo y 4) el 25 °C y 24 h de remojo, todos con 90 %. Siete tratamientos entre 80 y 88% de germinación, como es el caso de 21 °C y 48 h de remojo.

Los tratamientos heterogéneos entre (56 al 79 %) y con el tratamiento de menor porcentaje que abate la germinación a 21 %, el de 30 °C, sin remojo, es el resultado más bajo de toda la prueba.

Gráfica 1. Porcentaje de germinación de los tratamientos de temperatura, luz y remojo (T/L/R) en semillas frescas de *T. stans*.



1.3 Discusión.

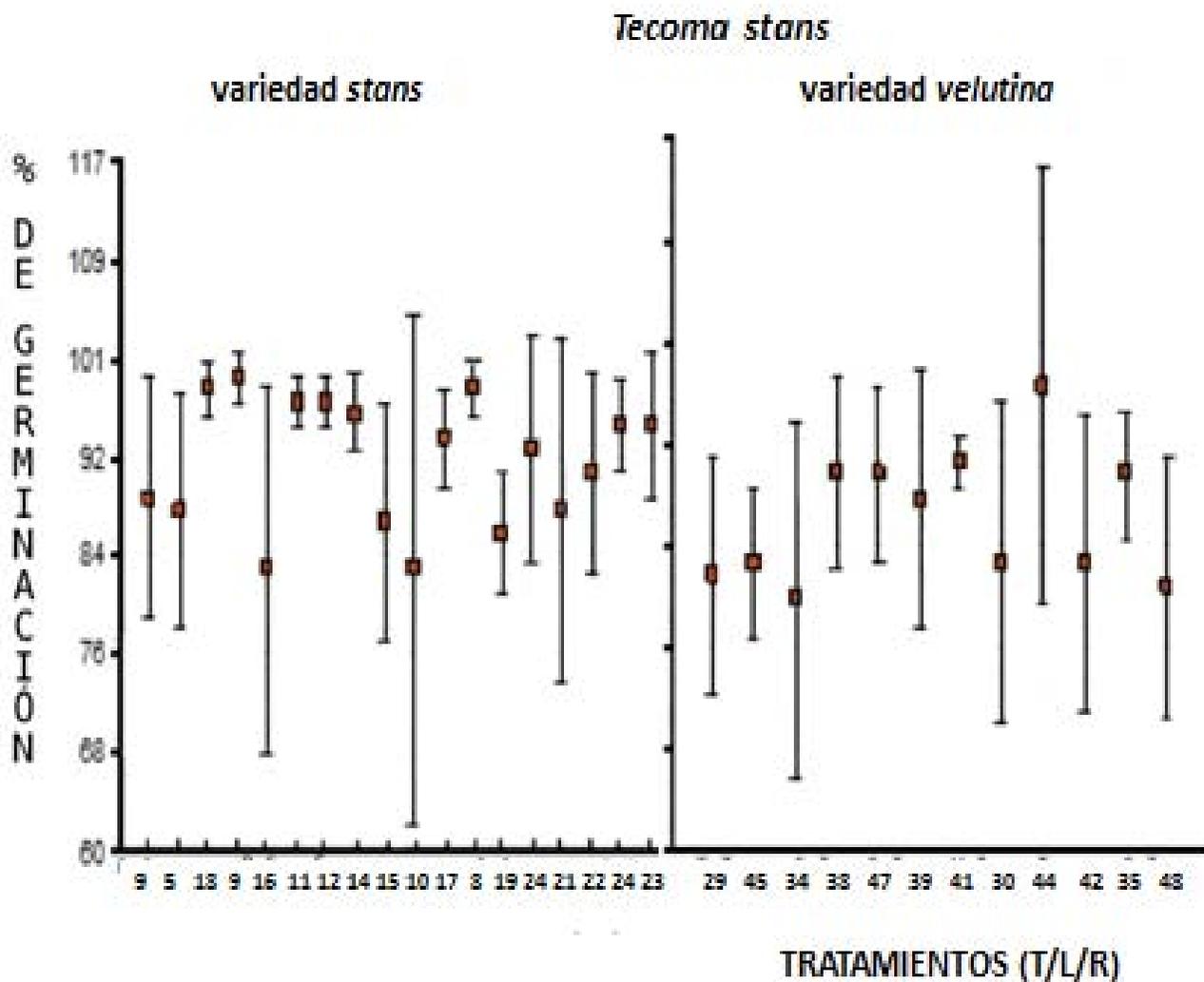
En las dos variedades, el remojo eleva los porcentajes de germinación. Se presentó una amplia gama de temperaturas para germinar. Y resultaron indiferentes a la luz. *Tecoma stans* es una especie pionera que germina en claros, como bajo el dosel, donde existen diferencias en la calidad e intensidad de la luz, en la temperatura y en la humedad (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1993), (Borges y Reno, 1993; Copeland y McDonald en Socolowski *et al.* (2008), (Godoi y Takaki, 2004) y (Orozco-Segovia *et al.*, 2006).

Tabla 15. Grupos homogéneos de semillas frescas de *Tecoma. stans* (el número de tratamiento se basa en la tabla 9). Las flechas rojas indica el límite entre grupos homogéneo en cada variedad.

| Número de Tratamientos | Tratamientos var. <i>stans</i> : | Porcentaje de germinación | Número de Tratamientos | Tratamientos var. <i>velutina</i> : | Porcentaje de germinación |
|------------------------|----------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| 9 | 25°C/O/48h | 99 % | 44 | 18-23°C/O/24h | 97 % |
| 18 | 21°C/L/48h | 98 % | | | |
| 8 | 25°C/O/24h | 98 % | | | |
| 11 | 25°C/L/24h | 97 % | | | |
| 12 | 25°C/L/48h | 97 % | | | |
| 14 | 21°C/O/24h | 96 % | 41 | 21°C/L/24h | 91% |
| 24 | 18-23°C/L/48h | 95 % | 38 | 21°C/O/24h | 90 % |
| 23 | 18-23°C/L/24h | | 47 | 18-23°C/L/24h | 90 % |
| | | | 35 | 25°C/L/24h | 90 % |
| 17 | 21°C/L/24h | 94 % | 39 | 21°C/O/48h | 88 % |
| 20 | 18-23°C/O/24h | 93 % | | | |
| 22 | 18-23°C/L/0h | 91 % | | | |
| 3 | 30°C/O/48h | 89 % | | | |
| 5 | 30°C/L/24h | 88 % | | | |
| 21 | 18-23°C/O/48h | 88 % | | | |
| 15 | 21°C/O/48h | 87 % | 30 | 30°C/L/48h | 83 % |
| | | | 42 | 21°C/L/48h | 83 % |
| | | | 45 | 18-23°C/O/48h | 83 % |
| | | | 29 | 30°C/L/24h | 82 % |
| 19 | 18-23°C/O/0h | 86 % | 48 | 18-23°C/L/48h | 81 % |
| 16 | 21°C/L/0h | 83 % | | | |
| 10 | 25°C/L/0h | 83 % | | | |
| 6 | 30°C/L/48h | 77 % | 34 | 25°C/L/0h | 80 % |
| 7 | 25°C/O/0h | 76 % | 36 | 25°C/L/48h | 79 % |
| | | | 43 | 18-23°C/O/0h | 76 % |
| | | | 31 | 25°C/O/0h | 74 % |
| | | | 27 | 30°C/O/48h | 74 % |
| 13 | 21°C/O/0h | 75 % | 32 | 25°C/O/24h | 73 % |
| 2 | 30°C/O/24h | 68 % | 26 | 30°C/O/24h | 71 % |
| | | | 33 | 25°C/O/48h | 71 % |
| 1 | 30°C/O/0h | 67 % | 40 | 21°C/L/0h | 68 % |
| 4 | 30°C/L/0h | 55 % | 46 | 18-23°C/L/0h | 64 % |
| | | | 28 | 30°C/L/0h | 63 % |
| | | | 37 | 21°C/O/0h | 56 % |
| | | | 25 | 30°C/O/0h | 21 % |

La respuesta de cada variedad está relacionada con las condiciones microclimáticas del hábitat de su localidad o región geográfica de origen, como mencionan (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1985) y (Sokolovski *et al.*, 2008).

Gráfica 2. Tratamientos con los mayores porcentajes de germinación. La var. *stans* con 18 tratamientos. La var. *velutina* con 12 tratamientos.



Aunque las variedades mostraron las mismas tendencias en su comportamiento, respecto a los tres factores tratados (T/L/R). Las diferencias en sus porcentajes de germinación, pueden reflejar adaptaciones diferentes a condiciones ambientales de cada localidad de origen, como menciona Cervantes (1986), la diversificación entre los individuos se da en distintos niveles: regional, local e intraespecífico. La diversidad regional representa las diferencias fenotípicas entre organismos nativos que crecen en localidades distintas del área de distribución, como es el caso de *T. stans*.

Las semillas de *T. stans* resultaron fotoblásticas indiferentes. Lo que se puede atribuir a su genética, a sus semillas anemócoras y a su amplia distribución geográfica. Esta especie presenta gran capacidad de sobrevivencia, como menciona Standley (1979) ya que se ha logrado adaptar a germinar en diversas condiciones de luz en cuanto a su calidad y cantidad o intensidad, como sugieren (Baskin y Baskin, 1998; Vázquez-Yanez *et al.*, 1993, 1997, 1998; Orozco-Segovia *et al.*, 2016). Otras especies como *Jacaranda mimosifolia* germina en claros, pero también puede germinar bajo el dosel, en presencia y en ausencia de luz (Socolowski *et al.*, 2004). *Jacaranda copaia* está adaptada a diferentes ambientes lumínicos, es una especie nómada, según Piedrahita (2011) y *Mimosa tenuiflora*, al ser indiferente, amplía sus posibilidades de germinación en sitios diversos (Camargo-Ricalde *et al.*, 1998).

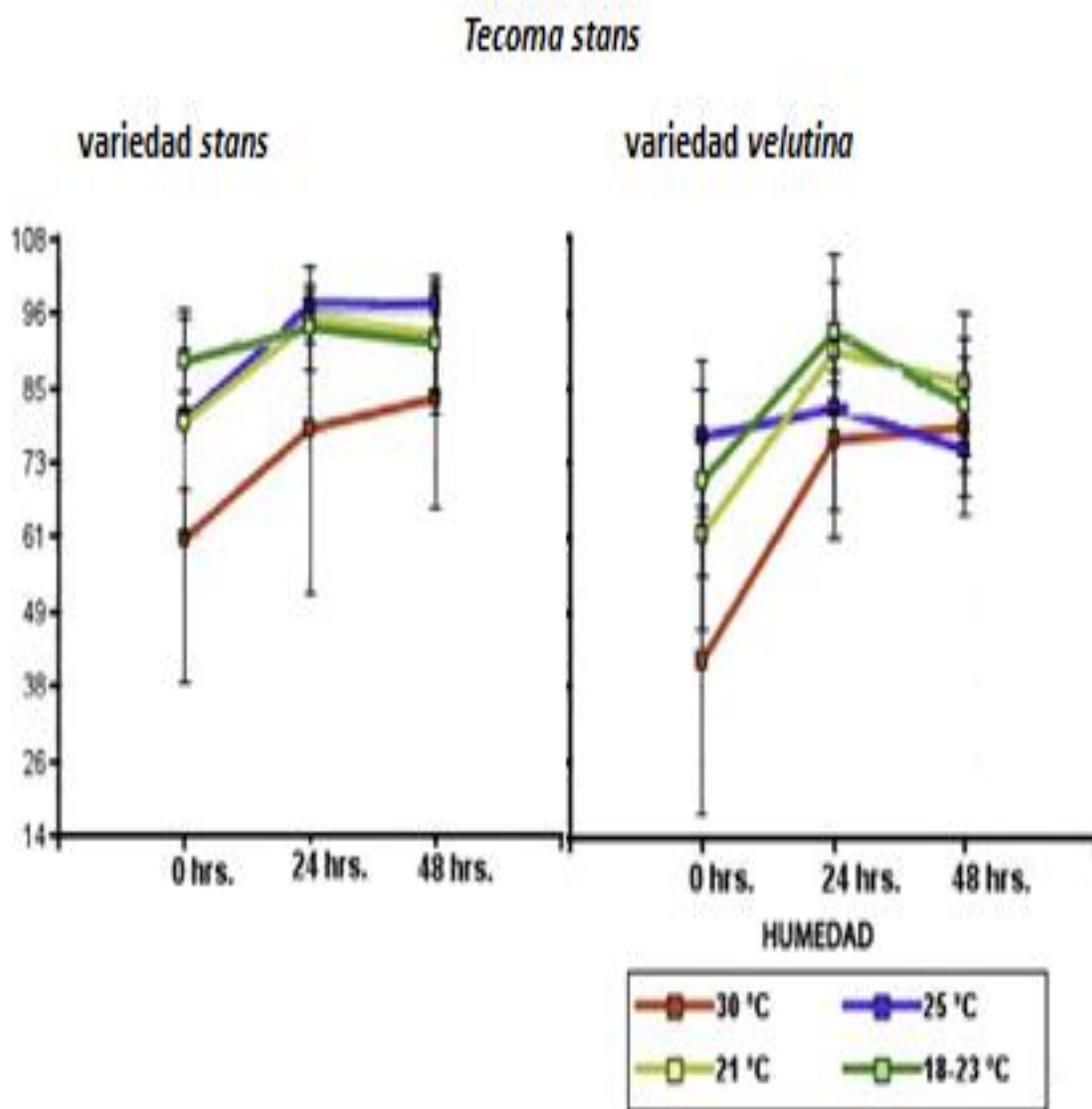
El remojo aumentó el porcentaje de germinación, en las dos variedades, lo que corrobora la importancia del agua para que se desencadene el proceso de germinación, como indican diversos autores como, Baskin y Baskin, (1998) mencionan que la temporalidad de las precipitaciones es determinante y está sincronizada con el crecimiento, la germinación y el establecimiento de las plántulas. Además los inhibidores de la germinación presentes en las testas de las semillas se lixivian cuando llega la lluvia, como indican Weaver (1976); Hartmann y Kester (1990); Moreno-Casasola (1996); Corona Nava-Esparza, (2006), mencionan que el remojo de las semillas antes de la siembra en laboratorio, tiene el mismo efecto que la lluvia.

Para *T. stans* var. *velutina*, 48 h de remojo bajó los porcentajes de la germinación, en todas las temperaturas aplicadas. Está adaptada a condiciones de mayor aridez que la var. *stans*. Sin embargo el remojo de 24 h., incrementó los porcentajes de germinación en las dos variedades, comparados con los tratamientos sin remojo. Por ejemplo en la var. *velutina* los tratamientos con temperatura de 18 a 23 °C, reflejan el efecto del remojo. Con 24 h de remojo alcanzó (97 %). Con 48 h de remojo (81 %). Y sin remojo (64 %). En cambio para la var. *stans*, los dos remojos tienen efectos similares (Gráfica 3).

En los tratamientos donde se obtuvo mayor porcentaje de germinación en la var. *stans*, la temperatura presente fue la de 25°C. Lo cual coincide con resultados obtenidos por Socolowski *et al.* (2008), quienes reportan un amplio gradiente de temperaturas de germinación para *T. stans* de un ecotipo de Brasil y sin embargo menciona que a 25 °C alcanza mayores porcentajes de germinación. Otras especies de la familia Bignoniacea presentan un intervalo amplio (Socolowski *et al.*, 2004) señalan que *Jacaranda mimosifolia* tiene una temperatura óptima de 25°C, pero que puede germinar bajo el dosel. Orozco-Segovia *et al.* (2016) mencionan que en las zonas

templadas las especies presentan amplia gama de temperaturas, como se puede constatar en el presente trabajo. La var. *velutina* tiene el más alto porcentaje de germinación con la temperatura ambiental de 18 a 23 °C y con remojo de 24 horas, que es más acorde con la temperatura local que marca el Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

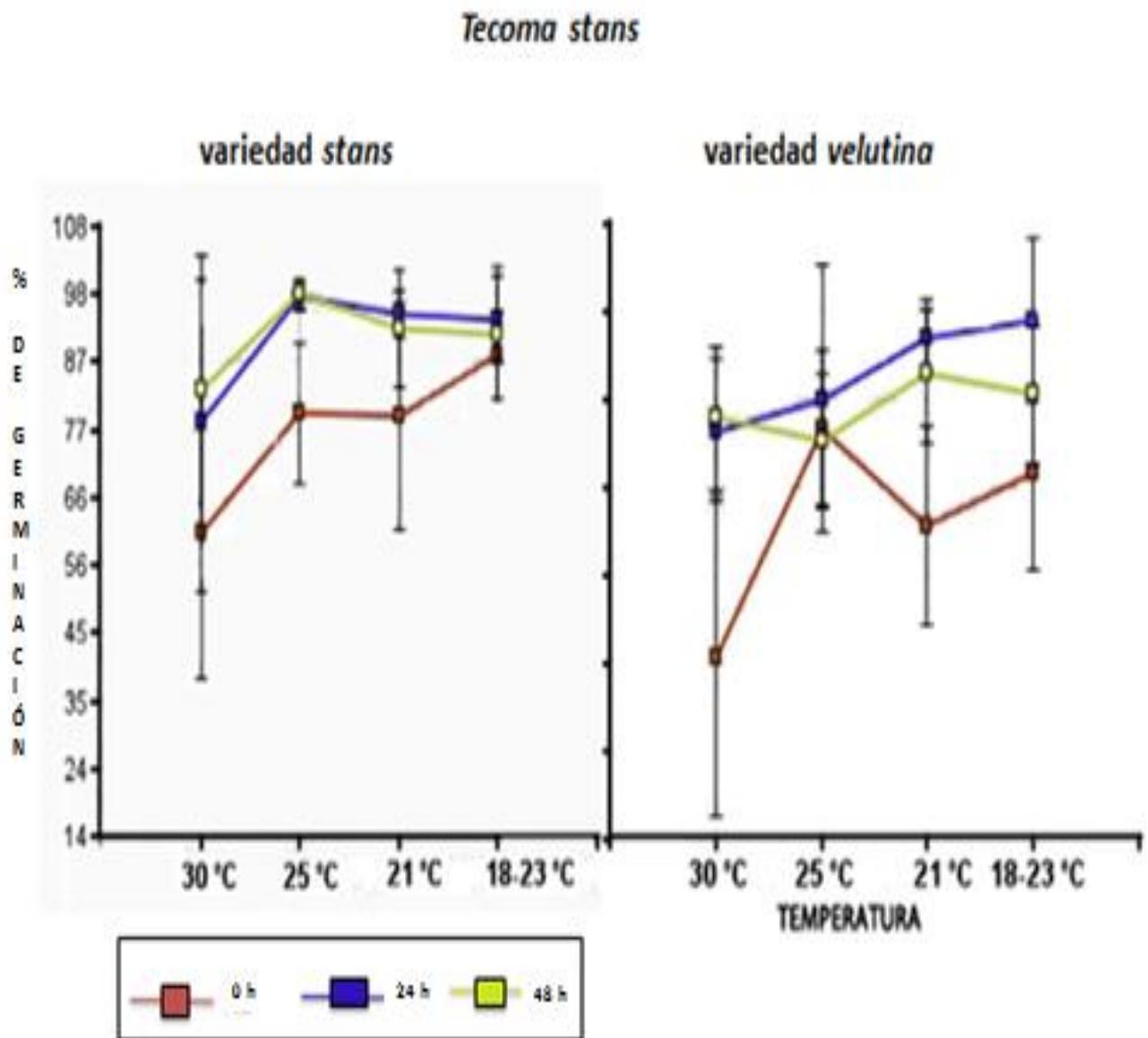
Gráfica 3. Interacción entre remojo en forma de humedad y temperatura para *Tecoma stans*.



T. stans var. *stans* originaria de Maltrata, Ver., habita en un Bosque de Pino-Encino cuyos datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) con respecto a la temperatura son: la media de 16.5, la mínima de 9.8 y la máxima es de 23.1°C. En esta variedad se esperaba encontrar un mayor porcentaje de germinación, a menor temperatura comparada con la var. *velutina* procedente de Cuernavaca, Mor. de Selva Baja Caducifolia, con datos del SMN: temperatura media de 22.3, la

mínima de 15.8 y la máxima es de 28.8 °C. Sin embargo la var. *stans* obtuvo mayores porcentajes de germinación con 25 °C, como ya se mencionó. Esto se puede explicar por las observaciones en el campo, en Maltrata, Ver. donde la var. *stans*, como especie pionera, habita en la parte baja de la Sierra, en los claros, donde se incrementa la temperatura en un 10 % a diferencia de la temperatura existente en el interior del bosque, como mencionan diferentes autores: (Moreno-Casasola, 1996; Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1993; Socolowski *et al.*, 2004 y 2008; Gentry, 1982) que menciona que la especie se encuentra de manera abundante en el ecotono entre la selva baja caducifolia y bosque de encinos.

Gráfica 4. Interacción entre temperatura y remojo para *Tecoma stans*.



De esta manera, la temperatura se puede incrementar 10 °C a las indicaciones del SMN. En contraste la var. *velutina*, habita bajo el dosel en Cuernavaca, Mor. por lo que no se incrementan los datos del SMN. En consecuencia, la temperatura de 30 °C sin remojo, puede abatir sus porcentajes de germinación. En contraste con la var. *stans*.

Socolowski *et al.* (2008) ratifican éstos resultados en un estudio de semillas de *Tecoma stans* que germinan en condiciones naturales obteniendo un 86.1 % de germinación en los claros con luz solar directa, donde la temperatura máxima diaria del sustrato fue de 16 °C; mientras que bajo el dosel, germinaron sólo el 69 % de las semillas y con temperatura de 6 °C.

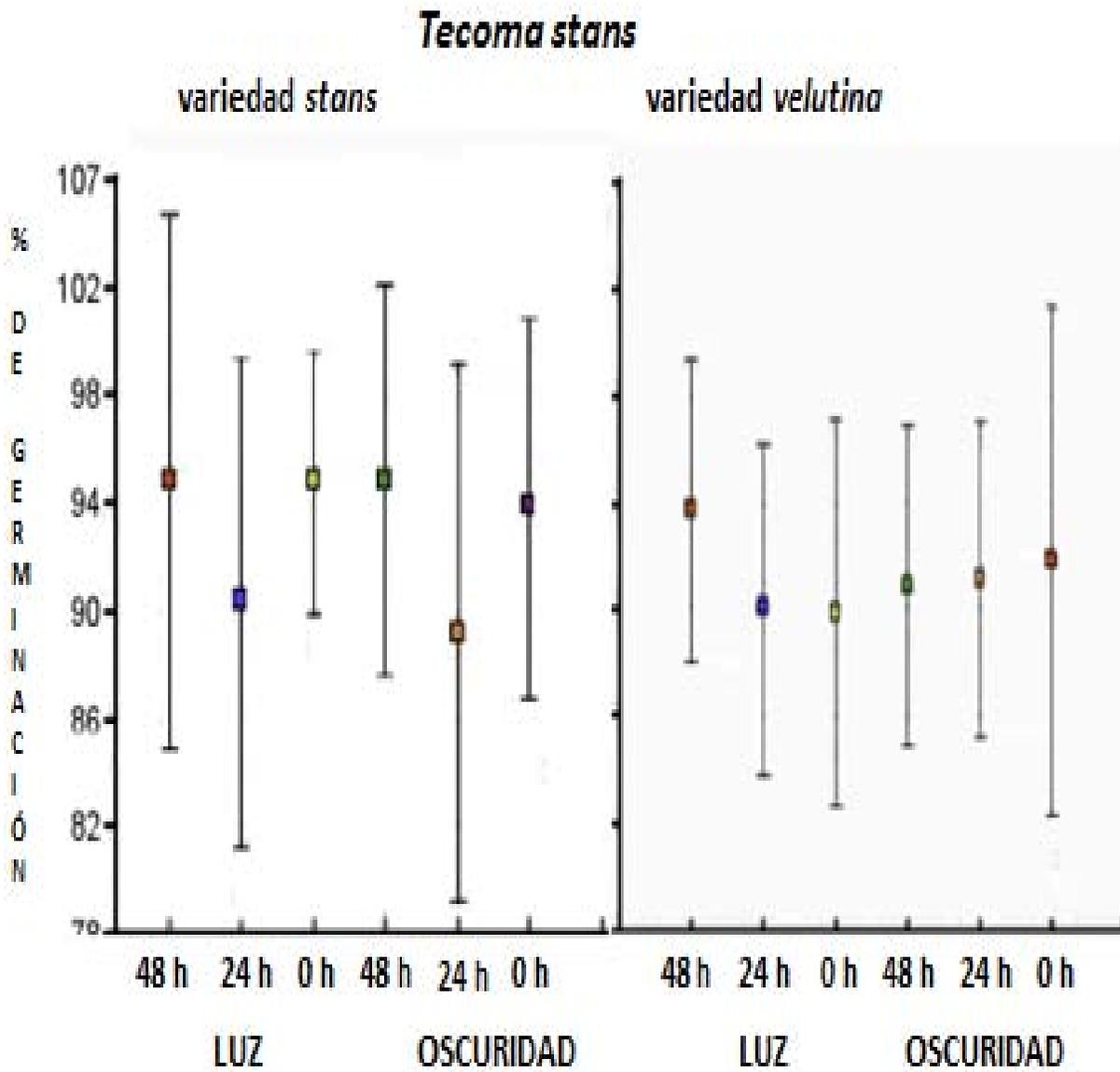
2. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON HUMEDAD Y LUZ EN SEMILLAS ALMACENADAS.

2.1 Generalidades. Después del almacenar las semillas por un año y al germinarlas a una temperatura alternante entre 25/30 °C se alcanzaron porcentajes de germinación (del 89 al 95 %) en todos los tratamientos aplicados. Hay diferencias notables con respecto a las semillas frescas, que sin remojo y sin luz, alcanzan porcentajes debajo del 75 %. Las semillas almacenadas, en cambio, logran porcentajes de germinación, arriba del 90 % (Gráfica 5).

2.1 La comparación del efecto de los tratamientos entre las variedades. No hay diferencias significativas de la germinación entre las variedades ($p = 0.3427$), la var. *stans* (93.26 % de germinación) y la var. *velutina* (92.69 %). Los tratamientos aplicados a cada variedad son homogéneos, en la var. *stans* ($p = 0.9809$) y en la var. *velutina* ($p = 0.6148$).

2.4 Discusión. Si los tratamientos de remojo y luz no causan los altos porcentajes de germinación obtenidos. La forma en que se almacenaron las semillas por un año, y/o a la temperatura alternante de 25/30 °C con que se germinaron, son determinantes para elevar los porcentajes de germinación. Por lo anterior se puede decir, que después de coleccionar semillas de *T. stans*, se deben almacenar por un año bajo a 4 °C en frascos de vidrio sellados con plástico, para que al siguiente año se hagan germinar, incluso en invernadero a temperatura oscilante entre 25/30°C, sin necesidad de aplicar remojo y en presencia o ausencia de luz, logrando porcentajes de germinación por arriba del 90 %.

Gráfica 5. Efecto de Luz/Humedad para semillas Almacenadas de *T. stans*.



La hipótesis de que el periodo de almacén reduce la germinación de las semillas de *T. stans* se descarta en este trabajo, en las condiciones mencionadas. Se infiere que las semillas *Tecoma stans*, cuando las condiciones ambientales no son favorables, forman parte del banco de semillas (Baskin y Baskin, 1989; Socolowski *et al.* 2008).

3. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE DENSIDAD DE SIEMBRA Y SUSTRATO EN LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS DE *T. stans*.

3.1 Generalidades.

Los tratamientos de densidad no tiene efecto en la germinación de ninguna de las variedades, ($p = 0.7434$), el sustrato sí ($p = 0.0035$).

3.2 La comparación del efecto de los tratamientos entre las variedades. Se encontró diferencia significativa ($p = 0.0173$).

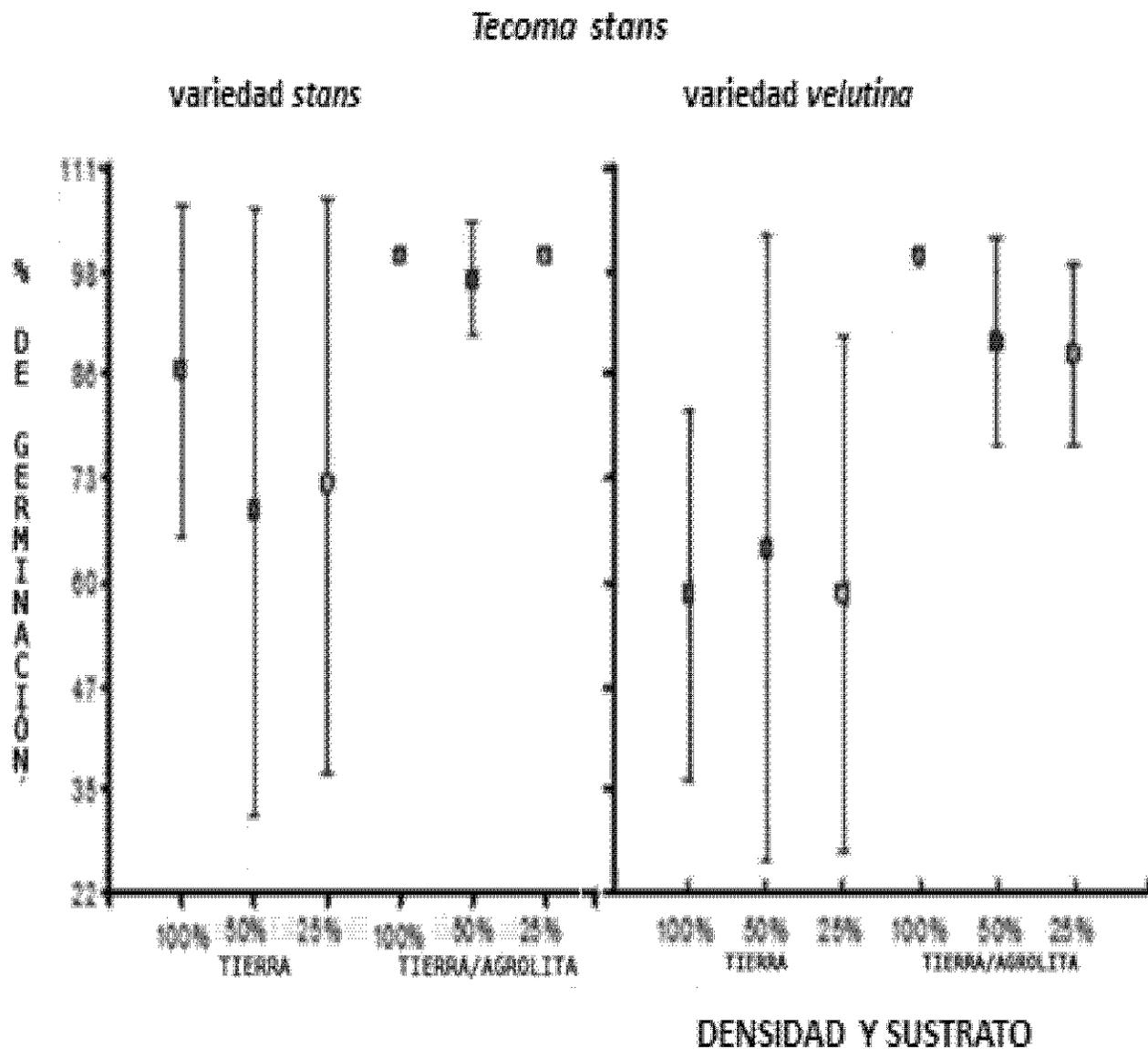
***T. stans* var. *stans*.** El tratamiento con tierra/argollita, de 100 semillas por almacigo generó 100 % de germinación, con 50 semillas (97 %) y con 25 semillas el 100 %. El tratamiento con tierra de 100 semillas (86 %), con 50 semillas (69 %) y con 25 semillas el 72 % (Gráfica 6).

***T. stans* var. *velutina*.** Los porcentajes de germinación con Tierra/agrolita de 100 semillas fue de 100%, con 50 semillas (89.5 %) y con 25 semillas el 88%. Con Tierra 100 semillas (58.5 %), 50 semillas (64.2 %) y de 25 semillas (58.5 %) de germinación.

3.3 Discusión. No hay presión ni competencia por espacio para germinar semillas de *T. stans*. Una mayor densidad de siembra no implica mayor concentración de inhibidores de la germinación, en las condiciones mencionadas. Se pueden sembrar en espacios reducidos, siempre y cuando el sustrato sea poroso, habrá que considera los tiempos de trasplante para evitar se dañen las raíces si se siembran una semilla pegada a otra (http://www.revista-mm.com/ediciones/rev86/forestal_trujillo.pdf).

En un estudio realizado para conocer la densidad de siembra en cebolla (*Allium cepa*), (Gómez y Oberpaur, 2007) indican que ni la densidad ni el tipo de almacigo influyeron significativamente. El crecimiento radical de las plántulas se afectó a medida que aumentó el tiempo de permanencia en bandejas y cajoneras, en plantas producidas con la mayor densidad y coincide con reportes previos (Wien, 1997 en Gómez y Oberpaur, 2007). Lo que coincide con el presente trabajo.

Grafica 6. Densidad de siembra y sustrato.



4. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE PROFUNDIDAD DE SIEMBRA Y SUSTRATO EN LAS SEMILLAS DE *T. stans*.

4.1 Generalidades. La profundidad de siembra y el sustrato tienen efecto en la germinación ($p = 0.0001$) de las dos variedades. La mejor combinación es siembra superficial-tierra, en la var. *stans* (97.5 %) y en la var. *velutina* con 97 % de germinación.

4.2 Discusión.

La tierra retiene la humedad necesaria para germinación en la superficie, como se esperaba, pero solamente en este sustrato. A 1 cm de profundidad con tierra, la var. *stans* germina (63.5 %) y la var. *velutina* 42.5 %. La plántula con semillas pequeñas tiene que emerger a través de las capas del sustrato y no logra llegar a la superficie al agotar sus reservas, sin poder iniciar la actividad fotosintética, como menciona (Perozo-Castro et al., 2003). En las semillas de *T. stans* var. *velutina* la humedad que retiene la tierra fue excesiva, consecuentemente algunas semillas se pudrieron enterradas después de germinar (Gráfica 7).

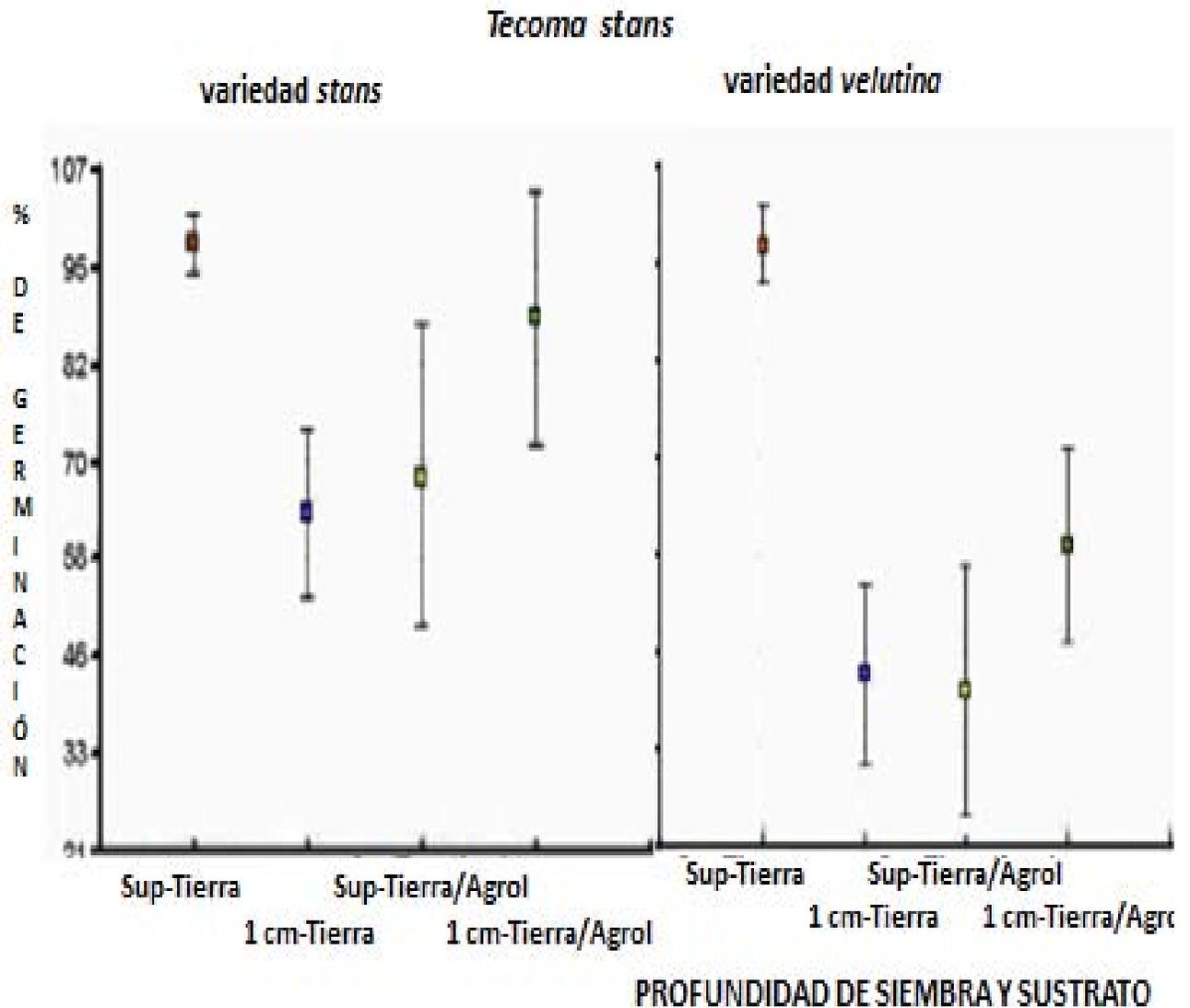
En el sustrato de tierra/agrolita a 1 cm de profundidad de siembra, retiene agua y al ser ligero, permite que las semillas emerjan a la superficie, a diferencia de la tierra sola a esa profundidad. La var. *stans* germina 88.25 % y la var. *velutina* 59 %. En la superficie en éste sustrato la humedad se percola o evapora, resultando insuficiente de manera en que la semillas sufren estrés hídrico para la germinación, lo cual le afecta de manera más determinante a la var. *stans* (68.25 %) y la var. *velutina*, la cual baja a 40.5 % su porcentaje de germinación.

El tamaño de las semillas de *T. stans*, no fue apropiado para una siembra profunda, ya requieren fuerza para alcanzar la superficie y un suelo que no se compacte (<http://wheatdoctor.org/es/profundidad-y-metodo-de-siembra>).

En un estudio preliminares a este trabajo, se encontró que una profundidad de siembra de 1.5 cm en posición horizontal es favorable para *T. stans* (I. Legorreta, observación personal), por lo que se puede decir que aunque germina a 1 cm y a 1.5, el trabajo de montaje se reduce, sembrando en la superficie, con tierra negra, como sustrato y de manera horizontal.

Un estudio de semillas de trigo sembradas superficialmente, indica que las plántulas crecen más grandes que las que emergen desde una mayor profundidad, tienen más hojas más cortas y anchas, lo cual se reflejará en el número de espigas y su rendimiento (Centro del Mejoramiento del Maíz y el Trigo, wheatdoctor.org/es/profundidad-y-método-de-siembra), en algunas especies es favorable la siembra superficial, como en *T. stans*.

Grafica 7. Profundidad de siembra y Sustrato.



En Sao Paulo Brasil Sotomayor *et al.*, (2014) realizaron pruebas de profundidad de siembra en invernadero a *T. stans* con profundidades de: 0/2/4/8 cm, en un sustrato de 34 % arena, 13 % de limo y 53 % de arcilla, encontraron que no germinan ni en 4 ni en 8 cm. En la superficie germinaron con 72 % de emergencia y a 2 cm el 31 %. En el presente trabajo, la siembra superficial con tierra se obtiene el 97 % de germinación, se encontró una profundidad óptima, pero depende del sustrato que se utilice, de su concapacidad de retención de humedad, que permita la imbibición en la germinación, como de su porosidad, como indican (Moreno-Casasola, 1996; Perozo-Castro *et al.*, 2003).

VI. CONCLUSIONES

1. Las dos variedades de *Tecoma stans* coincidieron en las respuestas de la germinación de sus semillas, ante los factores probados. Fueron diferentes en sus porcentajes de germinación, ante las condiciones específicas de cada localidad.
2. En las semillas frescas, la variedad *stans* presentó mayores porcentajes de germinación (86.46 %) que la var. *velutina* con 75.96 %.
3. La germinación no fue afectada por la luz, resultaron semillas fotoblásticas indiferentes.
4. El remojo de 24 h elevó los porcentajes de la germinación en las dos variedades. La var. *velutina*, necesitó menor remojo que la var. *stans*, 48 horas de remojo, bajan sus porcentajes de germinación.
5. Las temperaturas (25 °C, 21 °C y 18 a 23 °C) fueron homogéneas significativamente. Entre ellas con diferencias en los porcentajes de germinación (del 80 al 99%). *T. stans* presentó un intervalo amplio en la temperatura en la germinación de las variedades estudiadas. Así como diversas posibilidades de propagación.
6. La temperatura de 30 °C bajó los porcentajes de germinación de las dos variedades, la var. *velutina* fue más sensible a ésta.
7. La temperatura que produjo mayor porcentaje de germinación, es diferente para cada variedad, en la var. *stans* es 25 °C, en la var. *velutina* es entre 18 a 23 °C, en correlación con su localidad de origen.
8. Después de un año de almacenamiento en frío, la germinación incrementó sus porcentajes de germinación (del 89 al 95 %) en relación con las semillas frescas, en las dos variedades, sin ser afectada ni por la luz ni por el remojo.
9. La densidad de siembra no tuvo efecto en la germinación. Se puede sembrar en un espacio reducido, en almácigos con tapa, obteniendo 100 % de germinación con el sustrato tierra/agrolita en proporción 1:1, en las dos variedades.
10. La combinación profundidad de siembra superficial y tierra como sustrato, alcanzó 97 % de germinación, en las dos variedades. La profundidad de siembra influyó significativamente en la germinación, pero depende del sustrato utilizado.
11. Se logró definir eventos fenológicos en cada localidad de las dos variedades estudiadas de *T. stans*, para un año.

Se proponen diferentes metodologías para propagar *T. stans* var. *stans* y var. *velutina* por semillas, para cada variedad:

- a. En invernadero, sin remojo, con temperatura ambiental entre 18 a 23 °C, en charolas multicelda, con tierra negra como sustrato y siembra superficial, se obtienen porcentajes del 97 % para las dos variedades, con los menores recursos posibles. Preferentemente se pueden lavar las semillas por 15 minutos con agua corriente. En la Ciudad de México no se requiere control para germinar a las variedades de *T. stans*.
- b. En laboratorio, el remojo de las semillas durante 24 horas y con temperatura ambiente de 18 a 23 °C, en cajas de Petri, con papel filtro, es una metodología adecuada para obtener el 91 % de germinación de *Tecoma stans* var. *stans* y 90 % en la var. *velutina*. Sin remojo alcanzan el 91 y 74 % de germinación respectivamente.
- c. Con un año de almacenamiento, en frascos de vidrio tapados con plástico a 4 °C, y germinando en cámaras de incubación, con temperatura entre 25/30 °C, por 12 horas y sin remojo. Se lograr una germinación por arriba del 90 % para las dos variedades, aunque se requiere control.
- d. La germinación a 25° con remojo, produce porcentajes del 98 al 99%, en la var. *stans*, requiere un ambiente controlado.

En cualquier caso, es importante considerar los tratamientos con luz y con remojo de 24 horas, ya que implican mejor costo y mejor trabajo de montaje.

Las propagación de éstas variedades está sujeta a las condiciones con que se cuente para llevarla a cabo.

Implicaciones.

Contar con un método de propagación para dos variedades de *Tecoma stans*, pueden permitir su adopción como árbol nativo valioso para la reforestación, así como en su participación en el desarrollo de sistemas agrosilvopastoriles, como menciona Vázquez-Yanes (1996) y considerando sus cualidades, ser una especie disponible valiosa para la conservación de zonas restauradas, la cual puede ser valorada por la comunidad humana, por su utilidad para las poblaciones locales, como menciona Vázquez-Yanes (1996).

Se puede propagar de diversas formas, con diversas temperaturas incluso la ambiental de la ciudad de México, sin necesidad de control. Con remojo al germinar sus semillas y conseguir numerosos individuos. Otras ventajas para su propagación es que germina en espacios reducidos, con la facilidad de sembrarla a nivel superficial del suelo y que se almacena con facilidad, para germinar con menores requerimientos después de un año. Saber sobre su fenología permite que la recolección de sus semillas sea eficiente.

Se puede canalizar ésta información para seguir explorando, su potencial germinativo en otras poblaciones del país, por ejemplo, a través de los mapas de estas variedades, que dan información sobre la probabilidad en cuanto a su distribución en México. En los cuales, se aprecia que la distribución de poblaciones de la var. *velutina*, están ubicadas alrededor del eje Neo volcánico y hacia el sur en estados como Oaxaca, Guerrero y Chiapas. En contraste la var. *stans* que se distribuye del centro hacia el norte del país. Teniendo la posibilidad de informar sobre su existencia y los requerimientos de cada población en cuanto a su propagación. En el caso de pretender reintroducir la especie a una zona determinada. Lo que nos permite discernir cuál variedad sería la idónea en cada región. Se puede encontrar ecotipos, en áreas donde no han sido reportados.

Sería favorable indagar si después de almacenarla un año, incrementa sus porcentajes de su germinación, con la temperatura ambiental de la Cd. de México de 18 a 23 ° C.

El incluir árboles nativos como *Tecoma stans* en las áreas verdes de la Ciudad de México o en otras ciudades del país, puede proporcionar numerosos beneficios ambientales. Ya que como la mayoría de los árboles retienen contaminantes y partículas suspendidas, disminuyen la contaminación atmosférica, reducen el ruido, desvían la luz, dan sombra y calidad al paisaje urbano, moderan macro y microclimas locales. Pueden controlar las inundaciones y deslaves tan cotidianas en épocas de lluvia. Enriquecen la biodiversidad, considerando las pocas especies con

las que se realiza la reforestación hasta hoy día. Se puede propiciar el conocimiento de las especies nativas, preservar su utilidad, más aún siendo ésta especie de uso múltiple, para que sea protegida por la comunidad citadina. Puede evitar introducir especies que no son originarias, que incluso causan problemas como el romper el pavimento de las calles y riesgos de poder caerse, cuando han alcanzado alturas no consideradas al planear la refoestación de la ciudad. Atraen aves que forman sus nidos en ellos, además de uso recreativo y estético (Corona Nava-Esparza, 2010).

En cuanto a la difusión y educación ambiental, las semillas de esta especie resultan de fácil manejo, para trabajar en los laboratorios escolares, al germinarse a bajo costo y sin requerir de grandes instalaciones ni cuidados especiales. Se pueden emplear para ilustrar diferentes temas de Biología e implementar proyectos a corto y largo plazo, como reforestar los planteles escolares y áreas del entorno escolar, lo cual implica realizar cambios de hábitos y acciones por parte de la comunidad en general.

La información obtenida sobre *Tecoma stans* contribuye a un mayor conocimiento sobre su propagación, conservación y sienta las bases para el aprovechamiento sustentable de las variedades estudiadas de ésta especie.

VII. ANEXO 1. TABLAS DE LOS ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DEL TRABAJO.

Se incluyen las tablas de los análisis de varianza, pruebas de Fisher y las interacciones entre variables de cada prueba realizada.

1. ANOVA's de los tratamientos de temperatura, luz y humedad aplicados a semillas frescas de *T. stans*.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|-----|----------------|-------------------|-------|
| GERMINACIÓN | 192 | 0.08 | 0.08 | 21.45 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|----------|----------|-----|---------|-------|---------|
| Modelo. | 5292.00 | 1 | 5292.00 | 17.44 | <0.0001 |
| VARIEDAD | 5292.00 | 1 | 5292.00 | 17.44 | <0.0001 |
| Error | 57659.67 | 190 | 303.47 | | |
| Total | 62951.67 | 191 | | | |

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=4.95977

Error: 303.4719 gl: 190

| VARIEDAD | Medias | n | E.E. | |
|----------|--------|----|------|---|
| velutina | 75.96 | 96 | 1.78 | A |
| stans | 86.46 | 96 | 1.78 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

1ª. Análisis de varianza en la germinación de semillas var. *stans* bajo el factor: Humedad.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| GERMINACIÓN | 96 | 0.17 | 0.15 | 17.66 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---------|----------|----|---------|------|---------|
| Modelo. | 4294.33 | 2 | 2147.17 | 9.22 | 0.0002 |
| HUMEDAD | 4294.33 | 2 | 2147.17 | 9.22 | 0.0002 |
| Error | 21669.50 | 93 | 233.01 | | |
| Total | 25963.83 | 95 | | | |

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=7.57807

Error: 233.0054 gl: 93

| HUMEDAD | Medias | n | E.E. | |
|---------|--------|----|------|---|
| H1 | 77.00 | 32 | 2.70 | A |
| H2 | 91.13 | 32 | 2.70 | B |
| H3 | 91.25 | 32 | 2.70 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Donde:

H1 = Sin remojo

H2 = Remojo de 24 horas

H3 = Remojo de 48 horas

1b. Análisis de varianza en la germinación de semillas de var. *stans* bajo el factor: Temperatura.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| GERMINACIÓN | 96 | 0.20 | 0.17 | 17.43 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|----------|----|---------|------|---------|
| Modelo. | 5081.83 | 3 | 1693.94 | 7.46 | 0.0002 |
| TEMPERATURA | 5081.83 | 3 | 1693.94 | 7.46 | 0.0002 |
| Error | 20882.00 | 92 | 226.98 | | |
| Total | 25963.83 | 95 | | | |

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=8.63773

Error: 226.9783 gl: 92

| TEMPERATURA | Medias | n | E.E. | |
|-------------|--------|----|------|---|
| T1 | 74.00 | 24 | 3.08 | A |
| T3 | 88.83 | 24 | 3.08 | B |
| T4 | 91.33 | 24 | 3.08 | B |
| T2 | 91.67 | 24 | 3.08 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Donde: T1 = 30 °C T2 = 25 °C T3 = 21 °C T4 = 18 a 23 °C

1c. Análisis de varianza en la germinación de semillas de var. *stans* bajo el factor: Luz.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| GERMINACIÓN | 96 | 0.01 | 0.00 | 19.16 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---------|----------|----|--------|------|---------|
| Modelo. | 160.17 | 1 | 160.17 | 0.58 | 0.4469 |
| LUZ | 160.17 | 1 | 160.17 | 0.58 | 0.4469 |
| Error | 25803.67 | 94 | 274.51 | | |
| Total | 25963.83 | 95 | | | |

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=6.71500

Error: 274.5071 gl: 94

| LUZ | Medias | n | E.E. | |
|-----|--------|----|------|---|
| Lo | 85.17 | 48 | 2.39 | A |
| Lc | 87.75 | 48 | 2.39 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Donde: Lo = Con Luz Lc = Sin Luz

1d. ANOVA's de la germinación de semillas de var. *stans* bajo todos los factores: Humedad, Temperatura y Luz, muestra las diferencias entre tratamientos, considerar la comparación de cada uno de los tratamientos empleados.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| GERMINACIÓN | 96 | 0.47 | 0.31 | 15.93 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|----------|----|--------|------|---------|
| Modelo. | 12311.83 | 23 | 535.30 | 2.82 | 0.0004 |
| TRATAMIENTO | 12311.83 | 23 | 535.30 | 2.82 | 0.0004 |
| Error | 13652.00 | 72 | 189.61 | | |
| Total | 25963.83 | 95 | | | |

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=19.40998

Error: 189.6111 gl: 72

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | | | |
|-------------|--------|---|------|---|---|---|---|
| T1LcH1 s | 55.00 | 4 | 6.88 | A | | | |
| T1LoH1 s | 67.00 | 4 | 6.88 | A | B | | |
| T1LoH2 s | 68.00 | 4 | 6.88 | A | B | C | |
| T3LoH1 s | 75.00 | 4 | 6.88 | | B | C | D |

| | | | | | | | | | |
|----------|-------|---|------|---|---|---|---|---|---|
| T2LoH1 s | 76.00 | 4 | 6.88 | B | C | D | E | | |
| T1LcH3 s | 77.00 | 4 | 6.88 | B | C | D | E | F | |
| T2LcH1 s | 83.00 | 4 | 6.88 | B | C | D | E | F | G |
| T3LcH1 s | 83.00 | 4 | 6.88 | B | C | D | E | F | G |
| T4LoH1 s | 86.00 | 4 | 6.88 | B | C | D | E | F | G |
| T3LoH3 s | 87.00 | 4 | 6.88 | | C | D | E | F | G |
| T4LoH3 s | 88.00 | 4 | 6.88 | | | D | E | F | G |
| T1LcH2 s | 88.00 | 4 | 6.88 | | | D | E | F | G |
| T1LoH3 s | 89.00 | 4 | 6.88 | | | D | E | F | G |
| T4LcH1 s | 91.00 | 4 | 6.88 | | | D | E | F | G |
| T4LoH2 s | 93.00 | 4 | 6.88 | | | D | E | F | G |
| T3LcH2 s | 94.00 | 4 | 6.88 | | | D | E | F | G |
| T4LcH2 s | 95.00 | 4 | 6.88 | | | | E | F | G |
| T4LcH3 s | 95.00 | 4 | 6.88 | | | | E | F | G |
| T3LoH2 s | 96.00 | 4 | 6.88 | | | | | F | G |
| T2LcH3 s | 97.00 | 4 | 6.88 | | | | | | G |
| T2LcH2 s | 97.00 | 4 | 6.88 | | | | | | G |
| T2LoH2 s | 98.00 | 4 | 6.88 | | | | | | G |
| T3LcH3 s | 98.00 | 4 | 6.88 | | | | | | G |
| T2LoH3 s | 99.00 | 4 | 6.88 | | | | | | G |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

1aa. ANOVA's en la germinación de semillas var. *velutina* bajo el factor: Humedad.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| GERMINACIÓN | 96 | 0.27 | 0.26 | 20.69 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---------|----------|----|---------|-------|---------|
| Modelo. | 8716.33 | 2 | 4358.17 | 17.64 | <0.0001 |
| Humd_V | 8716.33 | 2 | 4358.17 | 17.64 | <0.0001 |
| Error | 22979.50 | 93 | 247.09 | | |
| Total | 31695.83 | 95 | | | |

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=7.80377

Error: 247.0914 gl: 93

| Humd_V | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|----|------|---|
| H1 | 62.75 | 32 | 2.78 | A |
| H3 | 80.25 | 32 | 2.78 | B |
| H2 | 84.88 | 32 | 2.78 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Donde: H1 = Sin remojo H2 = Remojo de 24 horas H3 = Remojo de 48 horas

1bb. ANOVA's en la germinación de semillas var. *velutina* bajo el factor: Temperatura.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| GERMINACIÓN | 96 | 0.11 | 0.08 | 23.04 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---------|----------|----|---------|------|---------|
| Modelo. | 3509.83 | 3 | 1169.94 | 3.82 | 0.0125 |
| Temp_V | 3509.83 | 3 | 1169.94 | 3.82 | 0.0125 |
| Error | 28186.00 | 92 | 306.37 | | |
| Total | 31695.83 | 95 | | | |

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=10.03530

Error: 306.3696 gl: 92

| Temp_V | Medias | n | E.E. | |
|--------|--------|----|------|---|
| T1 | 65.67 | 24 | 3.57 | A |
| T2 | 77.83 | 24 | 3.57 | B |

| | | | | |
|----|-------|----|------|---|
| T3 | 79.33 | 24 | 3.57 | B |
| T4 | 81.00 | 24 | 3.57 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Donde: T1 = 30 °C T2 = 25 °C T3 = 21 °C T4 = 18 a 23 °C

1cc. ANOVA's en la germinación de semillas de var. *velutina* bajo el factor: Luz.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| GERMINACIÓN | 96 | 0.04 | 0.03 | 23.71 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---------|----------|----|---------|------|---------|
| Modelo. | 1204.17 | 1 | 1204.17 | 3.71 | 0.0570 |
| Luz_V | 1204.17 | 1 | 1204.17 | 3.71 | 0.0570 |
| Error | 30491.67 | 94 | 324.38 | | |
| Total | 31695.83 | 95 | | | |

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=7.29955

Error: 324.3794 gl: 94

| Luz V | Medias | n | E.E. | |
|-------|--------|----|------|---|
| Lo | 72.42 | 48 | 2.60 | A |
| Lc | 79.50 | 48 | 2.60 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Donde: Lo = Con Luz Lc = Sin Luz

1dd. ANOVA's en la germinación de semillas de var. *velutina* bajo todos los factores: Humedad, Temperatura y Luz, muestra las diferencias entre tratamientos, considerar la comparación de cada uno de los tratamientos empleados.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| GERMINACIÓN | 96 | 0.67 | 0.56 | 16.27 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|----------|----|--------|------|---------|
| Modelo. | 21997.33 | 23 | 956.41 | 6.23 | <0.0001 |
| TRATAMIENTOS | 21997.33 | 23 | 956.41 | 6.23 | <0.0001 |
| Error | 11056.00 | 72 | 153.56 | | |
| Total | 33053.33 | 95 | | | |

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=17.46731

Error: 153.5556 gl: 72

| TRATAMIENTOS | Medias | n | E.E. | | | | | | | |
|--------------|--------|---|------|---|---|---|---|---|---|-----|
| T1LoH1 v | 21.00 | 4 | 6.20 | A | | | | | | |
| T3LoH1 v | 56.00 | 4 | 6.20 | | B | | | | | |
| T1LcH1 v | 63.00 | 4 | 6.20 | | B | C | | | | |
| T4LcH1 v | 64.00 | 4 | 6.20 | | B | C | D | | | |
| T3LcH1 v | 68.00 | 4 | 6.20 | | B | C | D | E | | |
| T2LoH3 v | 71.00 | 4 | 6.20 | | B | C | D | E | F | |
| T1LoH2 v | 71.00 | 4 | 6.20 | | B | C | D | E | F | |
| T2LoH2 v | 73.00 | 4 | 6.20 | | B | C | D | E | F | G |
| T1LoH3 v | 74.00 | 4 | 6.20 | | C | D | E | F | G | H |
| T2LoH1 v | 74.00 | 4 | 6.20 | | C | D | E | F | G | H |
| T4LoH1 v | 76.00 | 4 | 6.20 | | C | D | E | F | G | H |
| T2LcH3 v | 79.00 | 4 | 6.20 | | C | D | E | F | G | H |
| T2LcH1 v | 80.00 | 4 | 6.20 | | C | D | E | F | G | H I |
| T4LcH3 v | 81.00 | 4 | 6.20 | | | D | E | F | G | H I |
| T1LcH2 v | 82.00 | 4 | 6.20 | | | | E | F | G | H I |
| T4LoH3 v | 83.00 | 4 | 6.20 | | | | E | F | G | H I |
| T3LcH3 v | 83.00 | 4 | 6.20 | | | | E | F | G | H I |
| T1LcH3 v | 83.00 | 4 | 6.20 | | | | E | F | G | H I |
| T3LoH3 v | 88.00 | 4 | 6.20 | | | | | F | G | H I |
| T2LcH2 v | 90.00 | 4 | 6.20 | | | | | | G | H I |
| T4LcH2 v | 90.00 | 4 | 6.20 | | | | | | G | H I |
| T3LoH2 v | 90.00 | 4 | 6.20 | | | | | | G | H I |
| T3LcH2 v | 91.00 | 4 | 6.20 | | | | | | | H I |
| T4LoH2 v | 97.00 | 4 | 6.20 | | | | | | | I |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

1.2a Anova's de los tratamientos con mayor porcentaje de germinación de la var. stans.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|----|----------------|-------------------|------|
| GERMINACIÓN | 72 | 0.30 | 0.08 | 9.83 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|---------|----|--------|------|---------|
| Modelo. | 1899.78 | 17 | 111.75 | 1.37 | 0.1910 |
| TRATAMIENTO | 1899.78 | 17 | 111.75 | 1.37 | 0.1910 |
| Error | 4420.00 | 54 | 81.85 | | |
| Total | 6319.78 | 71 | | | |

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=12.82589

Error: 81.8519 gl: 54

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | | |
|-------------|--------|---|------|---|---|---|
| T3LcH1 s | 83.00 | 4 | 4.52 | A | | |
| T2LcH1 s | 83.00 | 4 | 4.52 | A | | |
| T4LoH1 s | 86.00 | 4 | 4.52 | A | B | |
| T3LoH3 s | 87.00 | 4 | 4.52 | A | B | C |
| T4LoH3 s | 88.00 | 4 | 4.52 | A | B | C |
| T1LcH2 s | 88.00 | 4 | 4.52 | A | B | C |
| T1LoH3 s | 89.00 | 4 | 4.52 | A | B | C |
| T4LcH1 s | 91.00 | 4 | 4.52 | A | B | C |
| T4LoH2 s | 93.00 | 4 | 4.52 | A | B | C |
| T3LcH2 s | 94.00 | 4 | 4.52 | A | B | C |
| T4LcH2 s | 95.00 | 4 | 4.52 | A | B | C |
| T4LcH3 s | 95.00 | 4 | 4.52 | A | B | C |
| T3LoH2 s | 96.00 | 4 | 4.52 | | B | C |
| T2LcH2 s | 97.00 | 4 | 4.52 | | B | C |
| T2LcH3 s | 97.00 | 4 | 4.52 | | B | C |
| T2LoH2 s | 98.00 | 4 | 4.52 | | B | C |
| T3LcH3 s | 98.00 | 4 | 4.52 | | B | C |
| T2LoH3 s | 99.00 | 4 | 4.52 | | | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

1.2aa Anova de los tratamientos con mayor porcentaje de germinación de la var. velutina.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| GERMINACIÓN | 48 | 0.24 | 2.1E-03 | 12.00 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|---------|----|--------|------|---------|
| Modelo. | 1196.00 | 11 | 108.73 | 1.01 | 0.4583 |
| TRATAMIENTOS | 1196.00 | 11 | 108.73 | 1.01 | 0.4583 |
| Error | 3880.00 | 36 | 107.78 | | |
| Total | 5076.00 | 47 | | | |

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=14.88805

Error: 107.7778 gl: 36

| TRATAMIENTOS | Medias | n | E.E. | | | |
|--------------|--------|---|------|---|---|--|
| T2LcH1 v | 80.00 | 4 | 5.19 | A | | |
| T4LcH3 v | 81.00 | 4 | 5.19 | A | | |
| T1LcH2 v | 82.00 | 4 | 5.19 | A | | |
| T4LoH3 v | 83.00 | 4 | 5.19 | A | B | |
| T3LcH3 v | 83.00 | 4 | 5.19 | A | B | |
| T1LcH3 v | 83.00 | 4 | 5.19 | A | B | |
| T3LoH3 v | 88.00 | 4 | 5.19 | A | B | |
| T2LcH2 v | 90.00 | 4 | 5.19 | A | B | |
| T4LcH2 v | 90.00 | 4 | 5.19 | A | B | |
| T3LoH2 v | 90.00 | 4 | 5.19 | A | B | |
| T3LcH2 v | 91.00 | 4 | 5.19 | A | B | |
| T4LoH2 v | 97.00 | 4 | 5.19 | | B | |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

2. ANOVA's de los tratamientos con luz y humedad en semillas almacenadas de dos variedades de *T. stans*. var. *stans* y var. *velutina*.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------|----|----------------|-------------------|------|
| GERMINACIÓN % | 84 | 0.01 | 0.00 | 8.16 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|----------|---------|----|-------|------|---------|
| Modelo. | 51.86 | 1 | 51.86 | 0.91 | 0.3427 |
| VARIEDAD | 51.86 | 1 | 51.86 | 0.91 | 0.3427 |
| Error | 4669.10 | 82 | 56.94 | | |
| Total | 4720.95 | 83 | | | |

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.27570

Error: 56.9402 gl: 82

| VARIEDAD | Medias | n | E.E. |
|----------|--------|----|--------|
| V | 91.69 | 42 | 1.16 A |
| S | 93.26 | 42 | 1.16 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

2.1a ANOVA de los tratamientos de humedad y luz para la var. *stans*.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------|----|----------------|-------------------|------|
| GERMINACIÓN % | 42 | 0.04 | 0.00 | 7.77 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|---------|----|-------|---------|---------|
| Modelo. | 75.83 | 5 | 15.17 | 0.30 | 0.9103 |
| HUMEDAD | 25.76 | 2 | 12.88 | 0.25 | 0.7772 |
| LUZ | 0.02 | 1 | 0.02 | 4.7E-04 | 0.9828 |
| HUMEDAD*LUZ | 50.05 | 2 | 25.02 | 0.49 | 0.6148 |
| Error | 1827.14 | 36 | 50.75 | | |
| Total | 1902.98 | 41 | | | |

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=6.17084

Error: 65.1520 gl: 39

| HUMEDAD | Medias | n | E.E. |
|---------|--------|----|--------|
| H2 | 90.00 | 14 | 2.16 A |
| H1 | 94.64 | 14 | 2.16 A |
| H3 | 95.14 | 14 | 2.16 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Donde H1 = Sin remojo H2 = Con remojo de 24 horas. H3 = Con remojo de 48 horas.

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=5.18170

Error: 69.0190 gl: 40

| LUZ | Medias | n | E.E. |
|-----|--------|----|--------|
| O | 92.90 | 21 | 1.81 A |
| L | 93.62 | 21 | 1.81 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Donde L = con luz O = sin luz

2.1b ANOVA de los tratamientos de humedad y luz para la var. *velutina*.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------|----|----------------|-------------------|------|
| GERMINACIÓN % | 42 | 0.08 | 0.00 | 8.99 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---------|--------|----|-------|------|---------|
| Modelo. | 233.26 | 5 | 46.65 | 0.66 | 0.6537 |

| | | | | | |
|-------------|---------|----|--------|------|--------|
| HUMEDAD | 225.19 | 2 | 112.60 | 1.60 | 0.2159 |
| LUZ | 5.36 | 1 | 5.36 | 0.08 | 0.7842 |
| HUMEDAD*LUZ | 2.71 | 2 | 1.36 | 0.02 | 0.9809 |
| Error | 2532.86 | 36 | 70.36 | | |
| Total | 2766.12 | 41 | | | |

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=5.30402

Error: 48.1337 gl: 39

| HUMEDAD | Medias | n | E.E. | |
|---------|--------|----|------|---|
| H2 | 91.00 | 14 | 1.85 | A |
| H1 | 91.29 | 14 | 1.85 | A |
| H3 | 92.79 | 14 | 1.85 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=4.30201

Error: 47.5738 gl: 40

| LUZ | Medias | n | E.E. | |
|-----|--------|----|------|---|
| L | 91.67 | 21 | 1.51 | A |
| O | 91.71 | 21 | 1.51 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

3. ANOVA's de los tratamientos de Densidad de siembra y Sustrato en semillas de *T. stans*. var. *stans*

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-----------|----|----------------|-------------------|-------|
| germinac% | 56 | 0.26 | 0.18 | 28.39 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------|----------|----|---------|------|---------|
| Modelo. | 10447.80 | 5 | 2089.56 | 3.49 | 0.0088 |
| DENSIDAD | 548.68 | 2 | 274.34 | 0.46 | 0.6349 |
| SUSTRATO | 5640.07 | 1 | 5640.07 | 9.43 | 0.0035 |
| DENSIDAD*SUSTRATO | 356.96 | 2 | 178.48 | 0.30 | 0.7434 |
| Error | 29919.75 | 50 | 598.40 | | |
| Total | 40367.55 | 55 | | | |

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=20.99476

Error: 751.2995 gl: 53

| DENSIDAD | Medias | n | E.E. | |
|----------|--------|----|------|---|
| D2 | 83.00 | 16 | 6.85 | A |
| D3 | 86.00 | 32 | 4.85 | A |
| D1 | 93.13 | 8 | 9.69 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=12.80211

Error: 570.8406 gl: 54

| SUSTRATO | Medias | n | E.E. | |
|----------|--------|----|------|---|
| T | 73.11 | 28 | 4.52 | A |
| TA | 99.21 | 28 | 4.52 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Donde: T = Tierra TA = Tierra/Agrolita

T. stans. var. *velutina*

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-----------|----|----------------|-------------------|-------|
| germinac% | 56 | 0.31 | 0.24 | 32.61 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|----------|----------|----|----------|-------|---------|
| Modelo. | 13254.36 | 5 | 2650.87 | 4.41 | 0.0021 |
| DENSIDAD | 297.61 | 2 | 148.80 | 0.25 | 0.7815 |
| SUSTRATO | 10587.50 | 1 | 10587.50 | 17.63 | 0.0001 |

| | | | | | |
|-------------------|----------|----|--------|------|--------|
| DENSIDAD*SUSTRATO | 356.75 | 2 | 178.38 | 0.30 | 0.7444 |
| Error | 30030.50 | 50 | 600.61 | | |
| Total | 43284.86 | 55 | | | |

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=21.81404

Error: 811.0802 gl: 53

| DENSIDAD | Medias | n | E.E. | |
|----------|--------|----|-------|---|
| D3 | 73.25 | 32 | 5.03 | A |
| D2 | 76.88 | 16 | 7.12 | A |
| D1 | 79.25 | 8 | 10.07 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=12.77290

Error: 568.2381 gl: 54

| SUSTRATO | Medias | n | E.E. | |
|----------|--------|----|------|---|
| T | 60.14 | 28 | 4.50 | A |
| TA | 90.14 | 28 | 4.50 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La comparación de efectos de los tratamientos de Densidad y Sustrato entre las variedades.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-----------|-----|----------------|-------------------|-------|
| germinac% | 112 | 0.30 | 0.26 | 29.89 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------|----------|-----|----------|-------|---------|
| Modelo. | 26028.80 | 6 | 4338.13 | 7.46 | <0.0001 |
| VARIEDAD | 3399.01 | 1 | 3399.01 | 5.85 | 0.0173 |
| DENSIDAD | 574.11 | 2 | 287.05 | 0.49 | 0.6116 |
| SUSTRATO | 15841.29 | 1 | 15841.29 | 27.26 | <0.0001 |
| DENSIDAD*SUSTRATO | 19.61 | 2 | 9.80 | 0.02 | 0.9833 |
| Error | 61022.62 | 105 | 581.17 | | |
| Total | 87051.42 | 111 | | | |

4. ANOVA's de los tratamientos de Profundidad de siembra y Sustrato en semillas de *T. stans*. var. *stans*.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| GERMINACIÓN | 32 | 0.55 | 0.50 | 17.15 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|----------------------|----------|----|---------|-------|---------|
| Modelo. | 6264.50 | 3 | 2088.17 | 11.27 | 0.0001 |
| PROFUNDIDAD | 392.00 | 1 | 392.00 | 2.12 | 0.1569 |
| SUSTRATO | 40.50 | 1 | 40.50 | 0.22 | 0.6437 |
| PROFUNDIDAD*SUSTRATO | 5832.00 | 1 | 5832.00 | 31.48 | <0.0001 |
| Error | 5187.00 | 28 | 185.25 | | |
| Total | 11451.50 | 31 | | | |

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=14.08218

Error: 380.3667 gl: 30

| SUSTRATO | Medias | n | E.E. | |
|----------|--------|----|------|---|
| Sta | 78.25 | 16 | 4.88 | A |
| St | 80.50 | 16 | 4.88 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

T. stans var. *velutina*.

| VARIEDAD | Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| velutina | GERMINACIÓN | 16 | 0.83 | 0.79 | 19.79 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|----------------------|---------|----|---------|-------|---------|
| Modelo. | 8225.00 | 3 | 2741.67 | 19.61 | 0.0001 |
| PROFUNDIDAD | 1296.00 | 1 | 1296.00 | 9.27 | 0.0102 |
| SUSTRATO | 1600.00 | 1 | 1600.00 | 11.44 | 0.0054 |
| PROFUNDIDAD*SUSTRATO | 5329.00 | 1 | 5329.00 | 38.11 | <0.0001 |
| Error | 1678.00 | 12 | 139.83 | | |
| Total | 9903.00 | 15 | | | |

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=26.58985

Error: 614.7857 gl: 14

| PROFUNDIDAD | Medias | n | E.E. | |
|-------------|--------|---|------|---|
| Pp | 50.75 | 8 | 8.77 | A |
| Ps | 68.75 | 8 | 8.77 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=26.11605

Error: 593.0714 gl: 14

| SUSTRATO | Medias | n | E.E. | |
|----------|--------|---|------|---|
| TA | 49.75 | 8 | 8.61 | A |
| T | 69.75 | 8 | 8.61 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La comparación de efectos de los tratamientos de Densidad y Sustrato entre las variedades.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| GERMINACIÓN | 48 | 0.51 | 0.48 | 23.03 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|----------------------|----------|----|----------|-------|---------|
| Modelo. | 13086.00 | 3 | 4362.00 | 15.51 | <0.0001 |
| PROFUNDIDAD | 1365.33 | 1 | 1365.33 | 4.85 | 0.0329 |
| SUSTRATO | 800.33 | 1 | 800.33 | 2.85 | 0.0987 |
| PROFUNDIDAD*SUSTRATO | 10920.33 | 1 | 10920.33 | 38.82 | <0.0001 |
| Error | 12376.67 | 44 | 281.29 | | |
| Total | 25462.67 | 47 | | | |

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Santamaría, G. Ramírez, P. Nicasio, C. Alegría-Reyes, A. Herrera-Arellano. 2009. Antidiabetic activities of *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth. *Journal of Ethnopharmacology* Volume 124, 2, 15, Pp. 284–288.
- Alvarado-López S., D. Soriano, N. Velázquez, A. Orozco-Segovia, A. Gamboa-de Buen. 2014. Priming effects on seed germination in *Tecoma stans* (Bignoniaceae) and *Cordia megalantha* (Boraginaceae), two tropical deciduous tree species. *Acta Oecologica* 61: 65-70.
- Alonso-Castro A. y Zapata R. 2009. The antidiabetic plants *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth (Bignoniaceae) and *Teucrium cubense* Jacq (Lamiaceae) induce the incorporation of glucose in insulin-sensitive and insulin-resistant murine and human adipocytes. *Journal of Ethnopharmacology* 127(1):1-6. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica.
- Andrade-Cetto A. and M. Heinrich. 2005. Mexican plants with hypoglycemic effect used in the treatment of diabetes. *Journal of Ethnopharmacology* 99: 325-348.
- Araujo N. Aguiar, V. Ferreira y Teresa Roberts. 2002. Las temperaturas cardinales y el efecto de la luz sobre *Guazuma ulmifolia* Lam. Germinación de las semillas *Rev. Agri. Ambiente*. vol.6 no.3 <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662002000300013>
- Argueta V., A., L. M. Cano Asseleih y M. E. Rodarte (coord.). 1994. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. Instituto Nacional Indigenista. México, DF. pp. 1365-1366.
- Ascougha J., J. Erwinb y V. Stadena, 2007. Temperature-dependent seed germination in *Watsonia* species related to geographic distribution. Research centre for plant growth and development. South Africa. *Plant Cell, Tissue y Organ Culture* 88:135-145.
- Baskin, J.M. and C. C. Baskin. 1998. *Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination*. San Diego, California. USA. Academic Press.
- Bilbao E. 2010. Estudio de tratamientos pregerminativos en semilla de *Fagus sylvatica*. <http://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/2269/577286.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bye R., A. y Lot y J. Fa. 1998. La intervención del hombre en la diversificación de las plantas en

- México, en T.P. Ramamoorthy (eds). Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución. pp. 689-713. México, DF. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bye R. and E. Linares. 2000. Relationships between mexican ethnobotanical diversity and indigenous peoples. En Biodiversity and Native America. pp. 44-72. University. of Oklahoma. Press, Norman U.S.A.
- Bye R., Linares E. and Estrada E. 2000. En Biological diversity of medical plants in México. Phitochemistry of medicinal plants. pp.65-82. Premium Press. New York and London.
- Castillo y Moreno-Casasola, 1998. Distribución vegetal. *Tecoma stans*. Germinación bajo condiciones de salinidad en tres poblaciones de Puebla, Méx. 2007. PDF. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lbi/goldsmith_o_f/capitulo1.pdf
- Cervantes Sánchez Martha Alicia. 1986. Variación morfológica en semillas, efecto de la temperatura en la germinación y crecimiento de plántulas de 6 procedencias de *Pinus tecunumanii* Egulus et Perry. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Centro de Botánica. Montecillos, Méx.
- Cook, Francis E. M. 1995. Economic botany data collection standard: prepared for the international working group on taxonomic databases for plant sciences (TDWG). Royal Botanic Gardens Kew. Gran Bretaña.146 p.
- Cordero, R. y J. F. Di Stefano. 1991. Efecto del estrés osmótico sobre la germinación de semillas de *Tecoma stans* (Bignoniaceae). Revista de Biología Tropical 39: 107-110.
- Corona Nava-Esparza Víctor. 2006. Plantas mexicanas con potencial ornamental. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Corona Nava-Esparza Víctor y A. Chacalo Hilu. 2009. Arboles y arbustos para ciudades. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Di Rienzo J.A., Casanovas F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

- Domínguez *et al.*, en Márquez-Guzmán J., M. Collazo-Martínez, M. Martínez-Gordillo, A. Orozco-Segovia, S. Vázquez-Santana. 2016. Biología de Angiospermas. UNAM.
- Dos Santos L., V. Sugahara y M. Takaki. 2007. Efectos of light and temperature on *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl., and *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand. Centro de Pesquisas Florestais.
- Naranjo J., Corral S. Rivero J., Fernández M. y Pérez S. 2003. Efecto hipoglucemiante del extracto fluido de *Tecoma stans* Linn en ratones con diabetes por alloxan. Hospital Luis Díaz Soto. Habana, Cuba. Rev Cub Med Mil v.8 n.1 Ciudad de la Habana. http://bvs.sld.cu/revistas/far/vol36_s_02/F%20Producciones%20Plantas%20y%20Prod.%20Natya.pdf
- Rincón E., Álvarez A., González D., Huante H. Instituto de Ecología. 2000. Restauración en selvas bajas caducifolias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Enríquez-Peña E., H. Suan y G. Malda-Barrera. 2004. Viabilidad y germinación de semillas de *Taxodium mucronatum* en Querétaro, México. Agrociencia. 38:375-381.
- Fischer, E. Theisen, I. & Lohmann, L.G. 2004. Bignoniaceae, in K. Kubitzki (ed.). The Families and Género of Vascular Plants, New York: Springer.7:9-38. *Tecoma* p. 22.
- Gentry, A. H. 1982. Bignoniaceae. Flora de Veracruz 24. Págs. 196-201. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gentry, A. H. 1992. Bignoniaceae. Flora Neotrópica. pt. 2, 370. pág. 88-89. N.Y. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Godoi Simone y Massanori Takaki. 2004. Effects of light and temperature on seed germination in *Cecropia hololeuca* Miq. (Cecropiaceae). Braz. arch. biol. technol.vol.47 no.2 <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132004000200004>
- González-Zertuche, L. 2005. Tratamientos de endurecimiento en semillas de *Buddleja cordata* (Loganiaceae) y *Wigandia Urens* (Hydrophyllaceae), dos especies útiles para reforestar o restaurar áreas perturbadas. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gómez Cesar y Christel Oberpaur. 2007. Efecto del sistema y densidad de la almaciguera en el cultivo de cebolla (*Allium cepa*). Cien. Inv. Agr. 34(3):205-214.

- Gutiérrez, D. M. y G. M. Cisneros. 1990. Estudio ecológico de la germinación en campo y laboratorio de *Tecoma stans* (L.) H.B.K. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Morelos. UAEM.
- Hartmann, H. y D. Kester. 1990. Propagación de plantas. CECSA. México, D. F. pp. 137-140, 144-179, 188-194. Ed.
- Kendrick, W. 1976. Photocontrol of seed germination. *Science Progress* 63: 347-367.
- Legorreta A., I. 1989. Estudio comparativo de plantas usadas para el tratamiento de la diabetes en algunos mercados de México. Tesis de licenciatura. UNAM, México. Facultad de Ciencias.
- Leopold, C. and P. Kriedemann. 1975. *Plant growth and development*. New York. Mc Graw Hill.
- López-Laredo, A. Sepúlveda-Jiménez, Trejo-Tapia, G. Ramírez-Flores, F. D. 2009. Comparison of metabolite levels in callus of *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth, cultured in photoperiod and darkness. *In Vitro Cellular and Developmental* 45: 550-558.
- Márquez-Guzmán J., M. Collazo-Martínez, M. Martínez-Gordillo, A. Orozco-Segovia, S. Vázquez-Santana. 2016. *Biología de Angiospermas*. UNAM.
- Marroquín, J. 2001. *Tecoma stans*, en G.C. de Rzedowski, J. Redowski et al., *Flora Fanerogámica del Valle de México*. 2da. Ed. Pátzcuaro, Michoacán. Instituto de Ecología, A.C. y CONABIO. Pp. 700-701.
- Martínez E. y C. Ramos. 2012. Juss. *Tecoma*. Juss. En *Blignoniaceae Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. México D.F. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. Fascículo 104: 51-56.
- Martínez, Maximino, 1979. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Moreno Casasola, P. 1996. *Vida y obra de granos de semillas. La ciencia desde México*. México D.F. Fondo de Cultura Económica.
- Moreno E., M., 1984. *Análisis físico y biológico de semillas agrícolas*. México, D. F. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. pp 96-119.

- Niembro R., A., 1989. Semillas de Plantas Leñosas. México. Limusa Noriega. pp 41-42.
- Olvera-Carillo Y., J. Márquez-Guzmán, L. Barradas, E. Sánchez-Coronado, A. Orozco-Segovia. 2002. Germination of the hard seed coated *Opuntia tomentosa* S.D. a cacti from the México Valley. *Journal of arid environments*. 55 pp.29-42.
- Orozco Segovia, A. 1984. Fisiología ecológica de las semillas de árboles de la selva tropical. *Ciencia*. 35, 191-201.
- Orozco Segovia, A. 1989. Fisiología y ecología del fitocromo: su función en las semillas. *Bol. Soc. Bot. México*. 49:71-84.
- Orozco Segovia, A. 1991. Latencia de las semillas. Una interpretación desde el punto de vista de la fisiología ecológica. *Macpalxochitl* 127, págs. año 24.
- Orozco Segovia, A. 1992. Los sentidos de las plantas. *Ciencia*. 43, 399-411.
- Orozco Segovia, A. 1996. Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda Brachystoachya*. *Bol. Soc. Bot. México*. 58:15-30.
- Orozco-Segovia, Gamboa de Buen y Barradas M. 2006. La diversidad funcional del ecosistema. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.
http://www.repsa.unam.mx/documentos/Orozco-Segovia_et_al_2009_Diversidad_funcional.pdf
- Ortega-Baes and Rojas-Areéhiga. 2007. Seed germination of *Trichocereys terscheckkii*: light, temperature and gibberellic acid effects. *J Arid Environ* 69: 169-176.
- Otegui M., Pérez y Souza M. 2005. Efecto de la temperatura y la luz en la germinación de semillas de *Paspalum guenoarum*. *Rev. bras. Sementes* 27 no.1
- Perozo-Castro, M. Ramírez-Villalobos, A. Ballesteros y G. Rivero. 2003. Tiempo de remojo y profundidad de siembra en semillas del patrón níspero Criollo (*Manilkara zapota* (Van Royen) (Jacq) Gill) Sapotaceae. *Rev: Fac. Agron.* 20: 10-20.
- Reis F., Medina-Sotomayor J., García D., Barroso A., Albretcht A. and Filho R. 2014. Germination and emergence of trumpet flower (*Tecoma stans*) under different environmental conditions. *Planta Daninha*. V. 32, n. 2. P. 283-290.

- Reko, 1921. Énfasis en alcaloides de *Tecoma*. Pharm Monatsh. 13(9): 198-199.
- Rzedowski J. y G. C. Rzedowski, 2001. Flora Fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío. CONABIO. Págs. 700-701.
- Sánchez M., I. 1989. Estudio bibliográfico y distribución de 10 plantas medicinales mexicanas. Su medio ecológico y cultural. Tesis de licenciatura. UNAM. ENEP-Zaragoza. pp. 182, 191-205.
- Silva M., A. Lobato, Oliveira N. and Laughinghouse. 2007. Effect of Temperature and water restriction on *Piper aduncum* L. Journal of Agronomy 6 (3): 472-275.
- Smith, H. 2000. Phytochrome and Light signal perception by plants an emerging synthesis. Nature 407: 585-591.
- Socolowski, F. and M. Takaki., 2004. Germination of *Jacaranda mimosifolia* D. Don. Bignoniaceae, seeds: effects of light, temperature and water stress. Brazilian Archives of Biology and Technology 47: 785-792.
- Socolowski F., D. Mascia Vieira and M. Takaki. 2008. Interaction of Temperature and Light on seed germination in *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth (Bignoniaceae). Brazilian Archives of Biology and Technology 51: 723-730.
- Socolowski, F. and S. M. Takaki. 2008. Embryo morphological characterization by x-ray image and relation with mass and physiological quality of seeds of *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth (Bignoniaceae). Revista Brasileira de Sementes 30: 200-208.
- Socolowski, F., Mascia Vieira, D. Cristine Takaki and M. 2011. Seed mass of *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth (Bignoniaceae): effects on emergence and seedling development under full sun and shade. Biota Neotropica 11: 171-178.
- Standley P. 1979. Árboles y arbustos de México (Bignoniaceae-Asteraceae). 1920-1926. 23: 1318-1319. Contributions United States National Herbarium.
- Shuvasish Ch., S. Datta, Anupam, D. Talukdar and Manabenra Choudhury. 2011. Phytochemistry of the Family Bignoniaceae. Assam University Journal of Science & Tecnology 7:145-150.
- Takaki, M. 2001. New proposal of classification of seed based on forms of phytochrome instead o photoblastism. Revista Brasileira de Fisiología Vegetal 13:103-107.

- Vázquez-Yanez C. y J. Toledo. 1989. El almacenamiento de semillas en la conservación de especies vegetales. Bol. Soc. Bot. México. 49:61-69.
- Vázquez-Yanez C. and A. Orozco-Segovia. 1993. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. Annual Review of Ecology and Systematics. Vol. 24 pp.69-87.
- Vázquez-Yanez C., A. Orozco-S., M. Rojas, M. Sánchez y V. Cervantes. 1997. La reproducción de las plantas: semillas y meristemos. La Ciencia para Todos 157. México. Fondo de Cultura Económica. pp. 25-92.
- Vázquez-Yanez C. y A. Orozco-Segovia. 1998. La destrucción de la naturaleza. Fondo de Cultura Económica. pp. 88-92.
- Vázquez-Yanez C., I. Batis Muñoz, M. Alcocer Silva, M Gual Díaz y Sánchez Dirzo. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO –Instituto de Ecología, UNAM.
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/49-morac3m.pdf
- Weaver, R., 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México, D. F. Ed. Trillas. pp. 91-113, 173- 190, 359-415.
- Camargo-Ricalde S. y R. Grether. 1998. Germinación, dispersión y establecimiento de plántulas de *Mimosa tenuiflora* (Leguminosae) en México. Rev. Biol. Trop San José. Vol.46n.3
- Piedrahita Edgar Cardona. 2011. Germinación de semillas de *Jacaranda copaia*, bajo condiciones contrastantes de luz. <http://www.colforest.com.co/vol12/Jacaranda.html>

Fuentes Digitales:

1. Plantas útiles e impacto humano en las zonas áridas y semiáridas de México. Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA 1994). (Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Desertificación, 1977). (La desertificación en México, 1978). <http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/CAT.html>
http://www.scielo.org.mx/scielo.pho?script=sci_arttext&pid=S1405-04712009000300002&Ing=pt&nrm=iso&tlng=es
2. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Rodríguez H., 1991. Nova Genera et Species Plantarum. 3:144. 1819. www.losmedicamentos.net/articulo/tecoma-stans
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/12-bigno8m;
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/indice_especies.ht
3. Elbert L., Wadsworh y J. Marrero, 1967. Lozoya, Meches y Mellado Campos, 1985. Ocampo R. 1994. CONABIO, INEGI, SNIF, SEMARNAT 1994.
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espa%ntol/metodoogias/censos/cepafop/defalutl.asp?c=545>
<http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/pages/sniarn.aspx>
4. Germinación. http://www.euita.upv.es/varios/biologia/temas/tema_17.htm#
5. Las semillas. http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_5.htm
6. Densidad de siembra. http://www.revista-mm.com/ediciones/rev86/forestal_trujillo.pdf
7. Densidad de siembra. http://www.agro-tecnologia-tropical.com/extensi_n_agr_cola.html
8. Sustrato. <http://www.dicamex.com.mx/agrolita.htm>
9. Sustrato. http://www.ehowenespanol.com/tierra-negra-sobre_337191/
10. Sustrato. <http://www.fao.org/docrep/006/AD232S/ad232s08.htm>
11. Sustrato. <http://documents.mx/documents/germinacion-universidad-centroccidental-lisandro-alvarado-decanato-de-agronomia-departamento-de-ciencias-biologicas-fisiologia-vegetal-ingo-agro-maria.html>
12. Profundidad de siembra. <http://wheatdoctor.org/es/profundidad-y-metodo-de-siembra>
13. Profundidad de siembra <http://www.fao.org/docrep/006/x8234s/x8234s09.htm>
14. <http://www.arbolesornamentales.es/plantasparaxerojardineria.htm>
15. Sistema nacional de información forestal (SNIF).
<http://www.nacionmulticultural.unam.mx/Portal/lzquierdo/BANCO/Mxmulticultural/pueblosindios-lenguas-indigenas-cdi.htm>
16. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana.
<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/atlas.php>
17. Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana. UNAM.
<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/pueblos.php?l=2&t=zapoteco&mo=&demanda=&orden=&v=>