

37

2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

LA GERMINACION DEL MACPALXOCHIL O FLOR DE MANITA (Chiranthodendron pentadactylon Larr.), UNA PLANTA MEDICINAL DE RECOLECCION.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: INGENIERA AGRICOLA PRESENTA: ROSA PELAEZ RODRIGUEZ

ASESOR: M.C.M. OFELIA GRAJALES MUNIZ.

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

1998.

260715

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. S.
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA F.E.S.-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Q. María del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S.-C

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el : trabajo de tesis

"La germinación del Macpalxóchitl o Flor de Manita

(Chiranthodendron pentadactylon Larr.), una planta medicinal de recolección".

que presenta la pasante: Rosa Peláez Rodríguez
con número de cuenta: 8202489 - 3 para obtener el TITULO de:
Ingeniera Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E.
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de México, a 11 de marzo de 199 8

PRESIDENTE	<u>M. en C. M.M. Ofelia Grajales Muñoz</u>	
VOCAL	<u>Biol. Elva Martínez Holguín</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. Francisco Cruz Pizarro</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>M. en C. Rocío Azcarraga Rosete</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Javier Vega Martínez</u>	

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por darme la oportunidad de formar parte de ella.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, a la Carrera de Ingeniería Agrícola y a los profesores que forman parte de ella.

A todos aquellos que contribuyeron con su granito de arena para mi formación profesional.

A los miembros del jurado porque ustedes como profesionales les es difícil errar, teniendo grandes responsabilidades, el poder entender a las nuevas generaciones, darles oportunidades y encausarlas en bien común, son facultades, son principios, es comprensión pero sobre todo, es el gran valor que la vida les ha dado.

DEDICATORIAS

Al ser que me dio la existencia y que por el estoy aquí y que me ha permitido concluir una etapa más de mi vida, gracias Señor Dios.

A ti que me has dado tu apoyo en todos los sentidos, tú inagotable fe y tú comprensión la cual ha permitido lograr este anhelo en la incipiente vida que tu me diste, por esto y más te doy mi agradecimiento, sincero y honesto que mereces, gracias mamá.

A mis hermanos José Luis, Silvia, Mary, Lulú, Ernesto, Maty, Angeles, Carlos, Lolita, Luisa y Lupita que me dieron algo de sí mismos y contribuyeron en mi formación profesional gracias.

A mis cuñados y cuñadas, les doy mis más sinceros agradecimientos por formar parte de esta familia, gracias.

A mis sobrinos y sobrinas, que la culminación de este trabajo sea un estímulo para seguir adelante.

A mi esposo, la vida nos puso en el camino, Dios nos unió y ahora la emprendemos juntos, nuestra felicidad es Alma Betzabeth que junto con ella formamos una familia. La finalización de este trabajo es un esfuerzo de los tres, gracias Oscar por confiar en mi.

Hija, le doy gracias a Dios que estas con nosotros, eres y serás lo más valioso en nuestras vidas, tú amor y paciencia ha permitido que concluya mi carrera profesional, gracias Alma Betzabeth.

A toda la familia de mi esposo por su apoyo y entusiasmo para la finalización de este trabajo, gracias.

A mi hermana Lulú le agradezco todo el apoyo brindado para la realización de este trabajo, mil gracias

A mis amigos de la Décima generación, mil gracias por permitirme conocerlos.

A Ignacio, Gerardo, Nieves, Eustacio, Roberto, Gullermina y Pedro por ser mis amigos durante mi vida profesional, los recordaré siempre en dondequiera que se encuentren.

"Sembrar semillas de conciencia para
crear nuevas sociedades"

Ingeniería Agrícola
FES - C

INDICE GENERAL

LISTA DE CUADROS	III
LISTA DE FIGURAS	IV
LISTA DE ESQUEMAS Y GRAFICAS	IV
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	3
II. OBJETIVO	5
2.1 Hipótesis	5
III. REVISION DE LITERATURA	6
3.1 Antecedentes históricos	6
3.2 Distribución Geográfica	9
3.3. Clasificación Botánica	12
3.4. Descripción Botánica	12
3.5. Importancia y Usos	15
3.5.1. Historia Etnobotánica	15
3.5.2. Uso medicinal y Recomendaciones	15
3.5.3. Otros usos	16
3.6. Química de las flores	17
3.7. Farmacología	17
3.8. Propagación	18
3.8.1. Partes de la semilla	18
3.8.2. Viabilidad de la semilla	19
3.8.3. Clasificación de las semillas	20
3.9. Germinación	21
3.9.1. Concepto	21
3.9.2. Fases de la germinación	22
3.9.2.1. Imbibición	22

3.9.2.2. Reactivación del metabolismo celular	24
3.9.2.3. Morfogénesis de la radícula	31
3.10. Latencia	31
3.10.1. Físicolatencia	33
3.10.2. Mecanolatencia	34
3.10.3. Químicolatencia	35
3.10.4. Hormolatencia	35
3.10.5. Fotolatencia	36
3.11. Tratamientos para romper latencia	36
3.11.1. Escarificación	37
3.11.2. Estratificación	38
3.11.3. Alternancia de temperaturas	39
IV. MATERIALES Y METODOS	40
4.1. Localización del experimento	40
4.2. Material Biológico	40
4.3. Método de desinfección del material vegetal	41
4.4. Esterilización del material de laboratorio	42
4.5. Diseño Experimental	42
4.6. Tratamientos	43
4.7. Prueba de Viabilidad	46
4.8. Bioensayo	47
4.9. Obtención de resultados	48
V. RESULTADOS Y DISCUSION	49
5.1. Porcentaje de germinación	49
5.2. Velocidad de germinación	57
VI. CONCLUSIONES	62
VII. RECOMENDACIONES	63
VIII. BIBLIOGRAFIA	64
ANEXOS	71

LISTA DE CUADROS

Páginas

CUADRO 1.	Catabolismo del almidón	26
CUADRO 2.	Catabolismo de los lípidos	28
CUADRO 3.	Biosíntesis de proteínas	30
CUADRO 4.	Tratamientos pregerminativos para romper latencia	39
CUADRO 5.	Porcentaje de germinación de <i>C. pentadactylon</i> (Colecta 1994)	49
CUADRO 6.	Porcentaje de germinación de <i>C. pentadactylon</i> (Colecta 1997)	53
CUADRO 7.	Velocidad de germinación de semillas de <i>C. pentadactylon</i> bajo los tratamientos pregerminativos (Colecta 1994).	57
CUADRO 8.	Velocidad de germinación de semillas de <i>C. pentadactylon</i> bajo los tratamientos pregerminativos (Colecta 1997).	57
CUADRO 9.	Análisis de varianza experimento 1 (Colecta 1994)	72
CUADRO 10.	Comparación de medias para el experimento 1	72
CUADRO 11.	Análisis de varianza experimento 2 (Colecta 1997)	73
CUADRO 12.	Comparación de medias para el experimento 2.	73

LISTA DE FIGURAS

	Página
MAPA	Distribución geográfica de <i>Chiranthodendron pentadactylon</i> Larr. 11
FOTOGRAFIA 1.	La planta del macpalxóchitl 13
FOTOGRAFIA 2.	La semilla del macpalxóchitl 14
FOTOGRAFIA 3.	Colecta de <i>Chiranthodendron pentadactylon</i> realizada en mayo de 1997. 41
FOTOGRAFIA 4.	Diseño completamente al azar con semillas de <i>Chiranthodendron pentadactylon</i> colectadas en 1994. 45
FOTOGRAFIA 5.	Diseño completamente al azar con semillas de <i>Chiranthodendron pentadactylon</i> colectadas en 1997. 46

LISTA DE ESQUEMAS Y GRAFICAS

ESQUEMA 1.	Fases de la imbibición que demuestran el incremento del agua en la semilla 23
ESQUEMA 2.	Representación gráfica de la latencia en semillas 32
GRAFICA 1.	Porcentaje de germinación de semillas de <i>C. pentadactylon</i> Larr. en el experimento 1. (Colecta 1994) 50
GRAFICA 2.	Porcentaje de germinación de semillas de <i>C. pentadactylon</i> Larr. en el experimento 2. (Colecta 1997) 54
GRAFICA 3.	Velocidad de germinación (Colecta 1994). 60
GRAFICA 4.	Velocidad de germinación (Colecta 1997). 60

RESUMEN

Con la finalidad de conocer la forma de interrumpir la latencia de semillas de *Chiranthodendron pentadactylon* Larr., se realizó el presente trabajo en el Laboratorio de Fisiología Vegetal como parte de la Cátedra "Metabolismo Fisiológico de las Plantas", bajo la dirección de la M.C. Ofelia Grajales Muñiz.

Se hizo un experimento bajo un diseño completamente al azar con 7 tratamientos de escarificación y 5 repeticiones con 10 semillas cada uno, haciendo un total de 350 semillas de Macpalxóchitl colectadas en 1994.

Los tratamientos consistieron en la escarificación de la semilla de *Chiranthodendron pentadactylon* Larr., en sus diferentes modalidades a saber: escarificación mecánica (manual); física (remojo y secado) y química (con ácido sulfúrico), incluyendo el testigo.

El tratamiento que dio mejores resultados fue la escarificación manual con un 26% de germinación. Dado que el porcentaje de germinación fue muy bajo, se pensó que la viabilidad de la semilla no fuese aceptable, ya que el experimento se llevó a cabo en 1997 y la semilla había sido colectada en 1994, por lo que se hizo una prueba de viabilidad con cloruro de tetrazolio al 1%, encontrándose que las semillas presentaron un 72 % de viabilidad, lo cuál se considera bueno. Esto podría indicar que la semilla tuviese otro factor de latencia o bien que estuviera presente un factor contaminante que redujera el porcentaje de germinación. Por ello, se decidió realizar un segundo experimento, aunque se presentó el contratiempo de que la semilla colectada en 1994 ya no era suficiente, por lo que se decidió repetir el experimento con semilla colectada en 1997, modificándose esta vez el tiempo de escarificación a 30 minutos, en virtud de los resultados anteriores y de referencias bibliográficas (Hartman y Kester, 1995; Teketay 1996; Hatterman, 1996; Prasad, 1996).

Bajo estas condiciones el mejor tratamiento resultó ser la escarificación química con un porcentaje de germinación mayor (38%) vs (26%), aunque esta diferencia del resultado se adjudica al tiempo de exposición de la semilla al ácido sulfúrico y no a la fecha de colecta. Esto es confirmado por el hecho de que el porcentaje de viabilidad de las semillas colectadas en 1997 fue del 80%, un porcentaje que no es significativamente diferente a las que se colectaron en 1994.

Adicionalmente se realizó un bioensayo para detectar la presencia de inhibidores solubles en la cubierta de la semilla, encontrándose que la semilla no tiene presente estos inhibidores, descartando la manifestación de una latencia química en esta especie.

1. INTRODUCCIÓN

México es reconocido como uno de los países con mayor diversidad florística en el mundo, con una estimación de más de 30,000 especies de plantas (Rzedowski y Equihua, 1987), citado por Bye 1992). En base al análisis realizado por Bye, el número total de plantas medicinales en México es de 3352 especies, de las cuales un buen número de ellas se considera son de recolección, lo que hace importante tomar medidas para su preservación, estudiando y propagando de manera que puedan someterse a un sistema de cultivo (Estrada 1987).

En este contexto el macpaxochil o flor de manita *Chiranthodendron pentadactylon* Larr. ha sido identificada como una planta con propiedades medicinales, sin embargo en la actualidad se encuentra en proceso de extinción ya que la parte que más se utiliza es la flor, lo que imposibilita una regeneración natural de la especie, esto nos lleva a orientar esfuerzos de trabajo que revaloren todos los aspectos de esta planta y contribuya a lo que actualmente conocemos como medicina tradicional.

La flor de manita es originaria de México y se encuentra distribuida en forma silvestre en los Estados de Guerrero, Chiapas y Oaxaca; en forma cultivada en el Estado de México, D.F. ; y como ejemplar de Jardín Botánico en Morelos, Michoacán, Puebla, Veracruz y otros países (Barrera 1976; Equihua 1987; Linares 1990; Arqueta 1994, Vázquez, 1994, Colecta del herbario del IPN, 1994). El mapixochil es una planta de recolección y es utilizada para problemas del corazón, epilepsia, nervios, presión entre otros (Martínez 1959,1965, Díaz 1976, Linares et al 1990 Arqueta 1994). Esta planta medicinal, a pesar de que tiene una gran historia y de que es el Emblema de la Sociedad Botánica de

México, ha sido poco estudiada, principalmente en términos de su propagación, haciendo de gran interés su estudio.

Por otra parte existen algunas investigaciones que hablan de esta especie, sin embargo son pocos los estudios realizados sobre la germinación de sus semillas, en este contexto se encuentra la investigación que realizaron García y Perales en 1990, en donde concluyen que la viabilidad de estas semillas se pierde muy rápido (dos meses); mientras que Osuna R. en 1994, en su investigación nos dice que las semillas de flor de manita se clasifican como ortodoxas, porque mantienen su viabilidad por más de seis meses. Esto permite plantear la presente investigación, en donde se realiza la evaluación de la germinación , su viabilidad y su latencia, con el fin de poder propagarla en un futuro y poder someterla a un sistema de cultivo.

II. OBJETIVO

- EVALUAR EL TRATAMIENTO PREGERMINATIVO QUE DE MEJORES RESULTADOS PARA INTERRUMPIR LA LATENCIA DE LAS SEMILLAS DE *Chiranthodendron pentadactylon* Larr.

2.1. HIPOTESIS

- SI LA LATENCIA QUE PRESENTA LA SEMILLA DE *Chiranthodendron pentadactylon* Larr. ES DE TIPO MECANICO O FISICO, ENTONCES AL UTILIZAR ALGUN TRATAMIENTO DE ESCARIFICACION, EL PORCENTAJE DE GERMINACION SE INCREMENTARA.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Hernández (1576), habla del Macpalxochil o flor de mano y nos dice "Es un árbol grande que da flores con forma de mano de color escarlata por dentro y amarillo con rojo por fuera ; hojas como la higuera pero menores, y fruto duro y leñoso algo parecido en la forma a la flor de azucena. Florece al comenzar el invierno y tiene follaje todo el año". El Códice Badiano, ubica al árbol de las manitas como vegetal componente del remedio para la curación de la región pública. Fr. Bernardino de Sahagún (1569), en su libro Historia General de las cosas de la Nueva España menciona "Existen árboles en las florestas que se llaman Mapilxóchil, en donde se observan las flores a manera de mano con sus dedos, hojas gruesas y muy ásperas, también este árbol se llama Macpalxóchitl, porque sus flores son como la palma de la mano con sus dedos".

Fco. Javier Clavijero (1767), en su obra Historia Antigua de México menciona "El macpalxóchitl es una flor del Valle de Toluca, que tiene la forma casi de tulipán pero su pistilo es como pie de ave con seis dedos y otras tantas uñas".

Una expedición botánica dirigida por D. Martín Seseé en (1787), observaron al árbol de las manitas y siendo un ejemplar tan raro por la disposición de sus estambres, se dedicaron a su estudio, el cual fue reconocido y se le dio el nombre de Chiranthodendron, que significa "árbol cuya flor se asemeja a una mano"; y Larreategui (1795) menciona que al árbol de las manitas le pusieron el nombre de Chiranthodendron por el término compuesto de las tres voces griegas Xeir-Anthos-Dendron, equivalente a las tres voces mexicanas Macpalli - Xochitl - Quahuit, que ambos idiomas significan por el mismo orden mano-flor-árbol, de donde se originaron las denominaciones de :

Chiranthodendron , que forma el nombre genérico; macpalxochitlquahitl, sinónimo utilizado por el Dr. Francisco Hernández (1572) y ; árbol de las manitas, que es el nombre vulgar con el que se le conoce hoy en día.

El nombre específico se le aplica del trivial **pentadactylon** que significa cinco dedos, quedando denominada esta especie como **Chiranthodendron pentadactylon** o árbol con flores en figura de mano de cinco dedos. Sin embargo Bonpland y Humboldt (1808), proponen el cambio de nombre de **Chiranthodendron** a **Cheirostemon** pero no fue aceptado, quedando como nombre oficial del árbol de las manitas **Chiranthodendron pentadactylon** Larr. 1795.

Javier Romero Quiroz (1973), habla del árbol de las manitas en su obra La ciudad de Toluca y menciona " los ejemplares que se localizaban en el Convento de Nuestra Señora del Carmen de Toluca, fueron los antecesores de los Jardines Botánicos que fundaron los Tenochcas". (citado por Vázquez 1994).

Erick Estrada (1987), dice: "Otro de los lugares que cuenta con ejemplares de macpalxóchicuahuítl es la Universidad Autónoma de Chapingo, teniendo cinco ejemplares donados por Miguel Angel de Quevedo en la década de los cuarentas"

En la década de los noventas en donde ha tomado auge el estudio de las plantas medicinales , se han realizado investigaciones de diferente índole sobre esta especie, entre ellos encontramos el de Toledo (1975), el cual nos describe la biología floral y la polinización por aves percheras en **Chiranthodendron pentadactylon** ; Galindo (1975), hace un estudio farmacológico de varias plantas medicinales que se reportan como tratamiento de padecimientos cardiovasculares, entre ellas se encuentra **Chiranthodendron pentadactylon** , y concluye respecto a esta planta que existe un efecto de tipo cardiotónico (aumento del tono vascular), una acción constrictora en músculo liso vascular y en aorta de rata se produce un efecto de contracción inmediata debido a un glucosido cardíaco y a la concentración de iones de calcio que actúan exitando el proceso de contractilidad cardíaca; Estrada (1987),realiza una colecta del macpalxóchitl en la Sierra de

Miahuatlán, en donde evaluó la forma del fruto, el número de semillas por fruto e identificó dos plagas que afectan al árbol de las manitas: (Coleoptera:Bruchidae) Acanthocelides obtectus Say y 4 especímenes de Anobiidae del genero Callosobruchus sp; Rogel (1982), realiza un análisis de la anatomía de 7 árboles tropicales, una de estas especies es Chiranthodendron pentadactylon, mencionando sus usos potenciales de la madera; Mc Clintock (1988), describe al árbol de las manitas como una especie exótica en el parque Golden Gate en San Francisco California; Johnson (1990), encuentra seis nuevas especies de Acanthocelides en México y Guatemala, mencionando que Acanthocelides guatemala se presenta como plaga de Chiranthodendron pentadactylon; García y Perales (1990), estudian la propagación y pérdida de viabilidad de las semillas de macpalóchitl, probando el porcentaje de germinación en función del sustrato, la velocidad de germinación y la viabilidad de las semillas en función del tiempo de almacenamiento, concluyendo que la propagación de C. pentadactylon por semilla puede realizarse con relativa facilidad, teniendo en cuenta la rapidez con que pierden su viabilidad; Henrickson (1991), realiza una hibridación intergenérica con C. pentadactylon, Chiranthofremontia y Frenontodendron; Osuna (1994), estudia el efecto de la temperatura y luz en la germinación de semillas de flor de manita, concluyendo que las semillas presentan una latencia impuesta por cubiertas impermeables, ya que al escarificarlas mecánicamente alcanzaron porcentajes de germinación del 50 al 60 %. En semillas no escarificadas la latencia no se rompió ni con estratificación ni con fluctuación de temperaturas, y encontró que las semillas almacenadas a 5° C pueden permanecer viables por más de seis meses y en cuanto al efecto de la luz menciona que estas semillas fueron indiferentes a la presencia de luz, pero sensibles a la calidad de la misma, al ser inhibida la germinación por el rojo lejano; Perusquia et al (1994), estudia los efectos vasoactivos de 5 plantas medicinales entre ellas encontramos a C. pentadactylon, trabajó con aorta de rata en donde nos muestra que los extractos acuosos de estas especies son farmacológicamente activos en el musculo liso vascular, haciendo posible su efectividad para el tratamiento de hipertensión y otras enfermedades cardiovasculares; Serrano et al (1996), hace mención de la

actividad biológica de varias especies utilizadas en la medicina tradicional de España y Guatemala, estudiando los efectos farmacológicos de dichas especies en la cual mencionan a C. pentadactylon ; Abad M.J. (1997) descubre un efecto antiviral en esta especie.

3.2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.

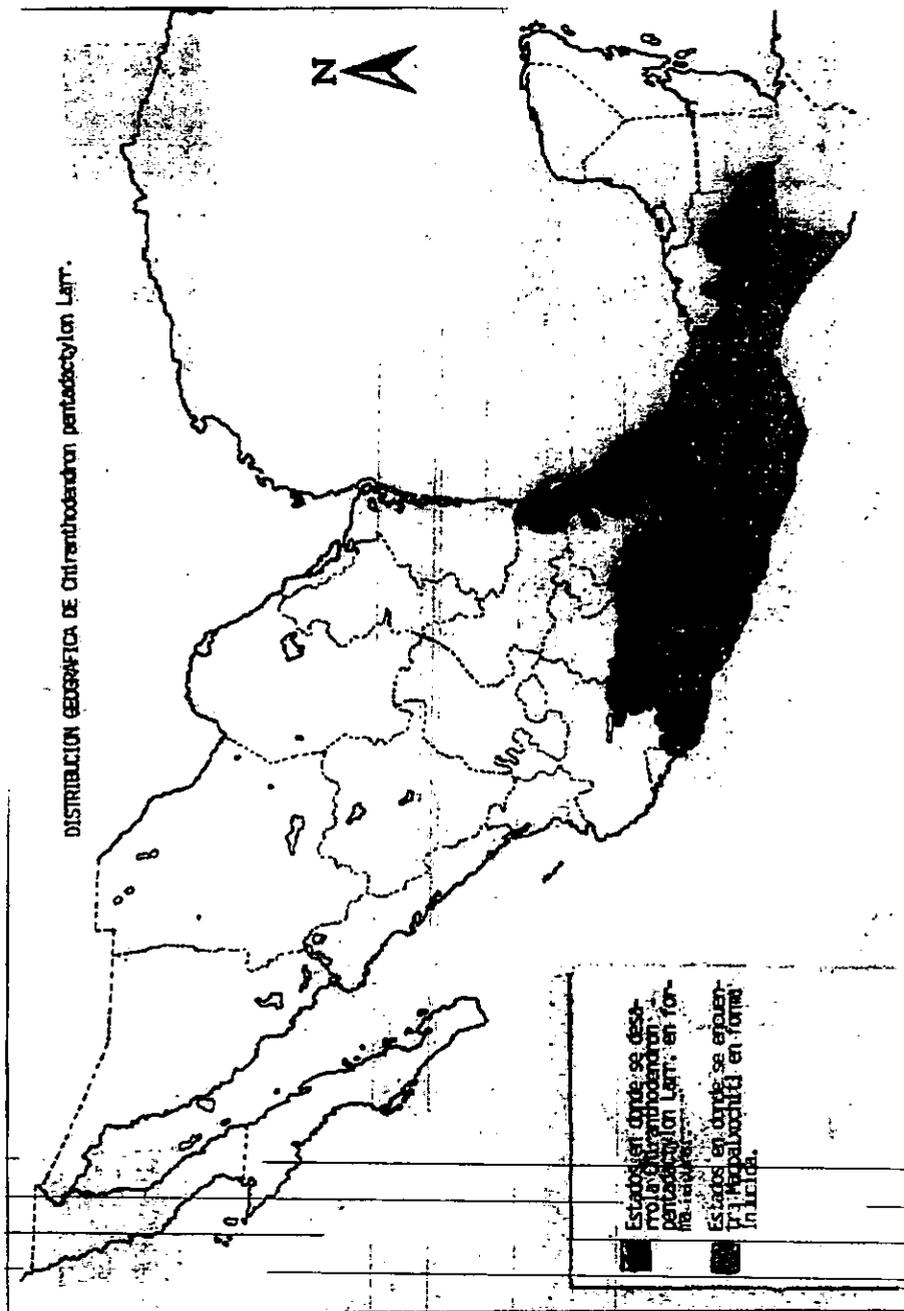
El árbol de las manitas es originario de México, habita en climas cálido Aw^o (w)ig ; semicálido A(c)m(w^o)ig y Am(w^o)ig ; y templado C(w²)(w)bi, C(w⁰)(w)bi^o, C(w⁰)(w)bi)g y C(w²)(w)big . Se desarrolla en el bosque mesófilo de montaña y bosque de pino - encino, reportándose a una altura que va desde los 1700 m a los 2600 msnm (Martínez 1959, 1965; Barrera 1976, García, 1981, Rzedowski 1986 , Arqueta 1994).

Chiranthodendron pentadactylon se encuentra formando parte de la vegetación natural en el Estado de Chiapas a lo largo de la Sierra Madre Oriental y en el Macizo de San Cristóbal, en donde alcanzan su mejor desarrollo en las laderas del Tacaná, camino a Talquián- Tacaná Municipio Unión Juárez, se encuentra creciendo en el bosque mesófilo de montaña a una altitud de aproximadamente 2300-2500 msnm. También se encuentra en la localidad de Rancho Nuevo a 11 Km. De la Cd. de San Cristóbal de las Casas (Miranda 1952, Rzedowski, 1986, García y Perales 1990 y ejemplares del herbario IPN 1994).

En el Estado de Guerrero, ubican al árbol de las manitas en la Sierra del Edo. de Guerrero al SW de Filo de Caballo, camino a Puerto del Gallo, al Sur de Filo de Caballo rumbo a la brecha asoladeros Municipio de Chichihualco, al W de Camotla 5 Km, cerca del poblado de Carrizal de Bravos y en Omiltemi , Guerrero (Toledo 1975, Rogel 1982, Camacho 1993, Alarcon 1994 y Osuna 1994). En Oaxaca, lo reportan en el Municipio de Santa Lucía a 32 Km al sur de Miahuatán, camino a Pochutla, en Puertecillo de Lachao, Municipio de Juquila Km 180 carretera Oaxaca - Puerto Escondido, en San José del Pacífico Km 127 carretera Oaxaca - Puerto Angel y el Manzanal a 7 Km al SE de San José del Pacífico a una altura de 2000- 2650 msnm (según Estrada 1978 ejemplares del herbario de IPN 1994, Gutiérrez 1994) .

Por otro lado también se encuentra de manera inducida en el Estado de México y se localizan cerca del poblado de San Miguel Tlaixpan y en Toluca (estados que lo tienen como cultivo comercial, siendo este estado el principal proveedor de la venta de flor en los mercados) y en la Universidad Autónoma de Chapingo (Estrada, 1987, Vázquez 1994). En los Estados de Michoacán, Veracruz, Morelos, Puebla y D. F. se encuentran como colección de jardines botánicos, así como en otros países de San Francisco, Londres y París (Mc Clintock 1988; Johnson 1990; Vázquez 1991; Serrano et al 1996).

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE Citranthodendron pentadactylon Lam.



3.3. CLASIFICACION BOTANICA.

La clasificación botánica para el árbol de las manitas es la siguiente (según Scagel et al 1977 ; Henrickson 1991).

Reino Vegetal
División Antophyta
Clase Angiospermae
Subclase Dicotiledonea
Orden Malvales
Familia Sterculiaceae
Género Chiranthodendron
Especie C. pentadactylon

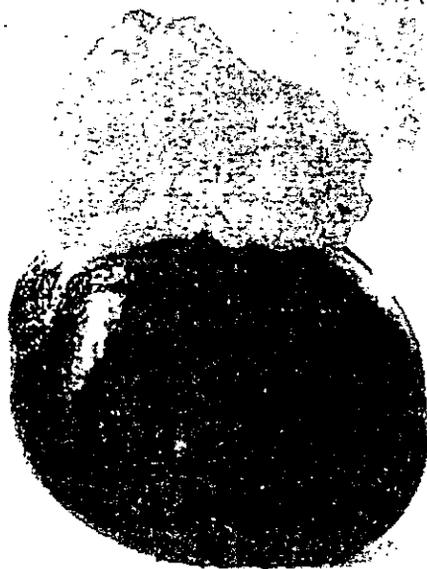
3.4. DESCRIPCION BOTANICA

Árbol grande, 12-30 m de alto, los troncos frecuentemente de 1 a 2 metros de diámetro ; hojas pecioladas, estipuladas y tomentosas con 5 a 8 lobulos , más o menos redondo - ovadas en los contornos de 12-30 cm de largo, subagudos a acuminados, profunda y angostamente cordada hacia la base; superficialmente lobadas o suberectas, verde obscuras y glabras por el haz, escasamente café tometosas por el envés, pedúnculos más cortos que el cáliz ; flores con cáliz 3.5- 5 cm de largo, café tormentosos hacia fuera, glabros hacia dentro y rojo oscuro, con un nectario grande y profundo por dentro de la base de cada lóbulo, estambres en una columna de igual tamaño que el cáliz, el ápice con 5 ramificaciones curvas, los cuales se prolongan hacia dentro muy delgadas y disminuyendo hacia la punta.



Fotografía 1. La planta del Macpalxochitl (Tomado de Atlas cultural de México 1987).

Fruto es una cápsula oblongo- elipsoide, muy dura y leñosa, 10 -15 cm de largo, con 5 lóbulos muy marcados, los ángulos angostos y sin puntas en los bordes, contiene aproximadamente 64 semillas por fruto, semillas negras cerosas de aproximadamente 1mm de largo, con árilo anaranjado (Lozoya 1982, Martínez 1969, 1990 Niembro 1989, Estrada 1987)



Fotografía 2. La semilla del Macpalxóchitl (Tomada de la colecta Peláez, 1997)

3.5. IMPORTANCIA Y USOS

3.5.1. Historia Etnobotánica

En el siglo XVI, Martín de la Cruz califica como analgésico. El Códice Florentino relata "Sirve para el que escupe sangre, al igual que para los que tienen cerrada la cámara (estreñimiento)". En el mismo siglo, Francisco Hernández describe "la planta es de naturaleza fría y húmeda, su corteza machacada y untada con agua resuelve los tumores".

A finales del siglo XVIII, Vicente Cervantes, refiere: "los indios de Toluca usaban la infusión de las flores para mitigar las inflamaciones de los ojos y aliviar el dolor de las almorranas".

Casi a finales del siglo XIX, la Sociedad Mexicana de Historia Natural reporta los siguientes usos: como antiodontálgico, astringente, catártico, emoliente; para curar las enfermedades de los ojos, y analgésico. El Instituto Médico Nacional Natural, agregando su uso como antiinflamatorio y para curar los tumores.

Finalmente, en el siglo XX Maximino Martínez menciona " las flores se venden en los mercados frescas o secas, recomendando el cocimiento de ellas para problemas del corazón y contra la epilepsia. Las hojas hervidas se usan como cataplasmas".

3.5.2. Uso medicinal y Recomendaciones

Es utilizada para calmar los nervios, preparando una infusión, junto con hojas de yoloxóchitl Talauma mexicana, magnolia Magnolia sp), los tres toronjiles: el

blanco y morado Agastache mexicana y azul o chino Dracocephalum moldavica y flores de azahar Citrus spp.; o mezclada con tila Trenstroemia spp., azahar de naranjo Citrus spp., los tres toronjiles, hinojo Foeniculum vulgare y menta Menta piperita, el té se toma cuando sea necesario, así lo recomiendan en el D.F. Otra forma de prepararlo es poner a hervir la flor de manita Chiranthodendron pentadactylon con floricuerno Aporocactus flagelliformis L, damiana californica Turnera diffusa Will., pasiflorina y flores de azahar Citrus spp., infusión de la que se bebe una taza en la mañana y otra en la noche, como lo hacen en Michoacán y se emplea para curar el corazón.

En Guanajuato, con este propósito se ingiere la infusión de la flor, a la que se agrega flor de tila, magnolia y yoloxóchitl. En Hidalgo, además de ser usada para curar los males del corazón, se le ocupa para regular la presión. Se hace mención de su uso medicinal en ataques de: dolor de cabeza, mareos, postparto y para evitar que el niño suspire (solloce) demasiado, inflamaciones de los ojos y para calmar los dolores de las almorranas (Martínez 1969, 1990, Díaz 1976, Argueta 1994).

3.5.3. Otros usos

Rogel, 1989, menciona que de acuerdo a las características maderables que presenta el árbol de las manitas, se puede utilizar para elaborar muebles infantiles, decoración de interiores (chapas, lambrín, canceles y plafones), entrepaños de closets, material didáctico, artículos torneados, juguetes y como aislante térmico.

Otro uso que se le puede dar al Macpalxochil es el ornamental, ya que son muy codiciados en Jardines Botánicos de México y el Mundo (Vázquez 1991).

3.6. QUIMICA DE LAS FLORES

Estudios químicos de esta planta, mencionan que contiene gran cantidad de mucílago (Ximenez, 1888). Otros estudios realizados con el pigmento rojo de la flor, han permitido identificar que se trata de un glucósido que está compuesto de una aglicona, C₁₅ H₁₁ O₄ Cl, mas tres moléculas de glucosa y tres de ácido gálico, y le asignaron el nombre químico de Trigaloglucosy- 5,7,4-cloro-1-benzopiroxona (Sodi, 1948). Se han separado los componentes de las flores por medio de diferentes extractos y se ha determinado la presencia en el extracto etanólico de un alcaloide y de un glúcosido con posible acción sobre el corazón (Domínguez, 1972 citado por Galindo, 1982).

3.7. FARMACOLOGIA

Galindo, 1982., realizo un estudio de extracto acuoso de las flores de *Chiranthodendron pentadactylon* Larr. observando una acción constrictora en músculo liso vascular. En aorta se produjo un efecto de contracción inmediata, en traquea y vejiga no se observa ningún cambio, en intestino y útero existió una contracción muscular y en ambos tejidos se produjo un aumento del tono. La acción sobre tejido cardíaco in vitro de rata se observa un aumento de la amplitud de la contracción y un considerable aumento de tono muscular. Dicho efecto que se ejerce en el tejido cardíaco puede ser debido a la presencia de un **glucósido cardíaco** y a la **concentración en iones calcio**, que actúan exitando el proceso de contractilidad cardíaca. Perusquia, et al 1995., demuestran que existen sustancias activas que permiten la contractilidad del músculo liso vascular, comprobando su efectividad en el tratamiento de disturbios clínicos donde la tensión alta del músculo liso es el síntoma principal.

3.8. PROPAGACION

La semilla, medio de reproducción sexual, se define como un óvulo fecundado, independiente de la planta madre, que ha madurado hasta adquirir la diferenciación y capacidad fisiológica para originar un nuevo vegetal (Fahn 1976, Camacho 1994, Ospina 1995, Teylor 1997, Bewley 1997).

3.8.1. PARTES DE LA SEMILLA

Una semilla usualmente consta de un embrión, tejidos nutritivos de almacenamiento y cubiertas (Fahn 1986, Azcon-Bieto 1993 ; Camacho 1994 ; Hartmann y Kester 1995).

El embrión es la parte de la semilla que da origen al nuevo vegetal. Su estructura básica consiste en un eje con puntos de crecimiento en cada extremo (Fahn 1986, Niembro 1985, Bradbeer 1992, Hartmann y Kester 1995).

Azcon -Bieto (1993) nos dice el embrión está constituido por un eje embrionario y uno o dos cotiledones. Este eje embrionario esta compuesto por la radícula, que es el meristemo radical, y el epicotilo , o plúmula que constituye el ápice del tallo.

Los tejidos nutritivos tienen la función de alimentar al embrión hasta que la fotosíntesis cubre las necesidades de la planta (Camacho 1994). Las semillas no endospermicas almacenan alimentos en los cotiledones, las cuales forman las partes dominantes de la semilla. En las endospermicas, el material de reserva se encuentra en el endospermo (Hartmann y Kester 1995).

Las cubiertas derivan de los tegumentos interno y externo del óvulo. La testa, suele ser un recubrimiento duro y consistente, presentando una gruesa cutícula

y en muchos casos una o varias capas de células protectoras con paredes celulares gruesas. Estas características le confieren un cierto grado de impermeabilidad al agua y a los gases, pudiendo ejercer, por tanto, una función reguladora en el metabolismo de los órganos y tejidos internos de la semilla (Azcon-Bieto 1993). Las cubiertas de la semilla proporcionan protección mecánica al embrión, haciendo posible manejar la semilla sin dañarla y permitiendo así su transporte a grandes distancias y el almacenamiento por largos períodos de tiempo (Hartmann y Kester 1995).

3.8.2. VIABILIDAD DE LA SEMILLA

La semilla que puede germinar usualmente se le denomina viable. Cualquiera que sea la semilla y cualesquiera que sean las condiciones de almacenamiento, se observa, comúnmente, que la viabilidad de las semillas, permanece estática por un tiempo y después comienza a declinar hasta que ninguna de las semillas germina. Los factores que determinan la viabilidad de las semillas son los siguientes: temperatura, contenido de humedad y disponibilidad de oxígeno. Mientras más bajo sea el valor de estos parámetros, las semillas permanecen viables por más tiempo. Se han encontrado que para semillas de trigo, cebada, chícharos y habas entre otros, el rango de temperatura se encuentra entre los 15 a 25° C y 11 a 23% de humedad (Duffus 1980).

García y Perales (1990), sugieren que las semillas de Macpalxochilt pierden su viabilidad rápidamente ya que al primer mes de ser colectadas las semillas presentaron un 10 y 12% de germinación en los tratamientos en frío y a temperatura ambiente, y a los dos meses de almacenamiento se logró una germinación solamente del 2% a 4° C y 4% a temperatura ambiente, y en las siembras posteriores no germinó ninguna, concluyendo que las semillas de flor de manita pierden su viabilidad a los dos meses de ser colectadas.

3.8.3. CLASIFICACION DE LAS SEMILLAS

Las semillas han sido clasificadas en ortodoxas y recalcitrantes de acuerdo con las posibilidades de preservar su viabilidad en condiciones de almacenamiento. Las semillas ortodoxas tienden a ser de talla pequeña, se desprenden de la planta madre con un contenido de humedad menor del 20% sobre el peso húmedo. Durante la maduración de estas semillas, la gradual deshidratación de sus células conduce un rearrreglo de la estructura macro-molecular de manera que se preserve la potencialidad de regeneración de la estructura terciaria de las proteínas cuando las células se hidratan nuevamente (Bewley 1979 ; Leopold 1986).

Cuando las semillas ortodoxas alcanzan bajos niveles de hidratación (menos del 5%), su resistencia a bajas temperaturas se incrementa, de manera que es posible prolongar la viabilidad en almacenamiento bajo cero grados centígrados.

En las semillas recalcitrantes los propágulos maduros generalmente tienden a ser grandes y son liberados con un alto contenido de humedad que representa más del 50% del peso húmedo de la semilla. Cuando se manejan con el fin de almacenarlas, es posible hacer descender el contenido de humedad por abajo del 20% sin causarles daños irreversibles. Estas semillas mantienen cierto grado de actividad metabólica, por lo que su requerimiento de oxígeno es elevado y mueren al carecer de ventilación adecuada (Vázquez , 1989). Normah (1997), estudia la sensibilidad de las semillas recalcitrantes en especies frutales y demuestra que estas no sobreviven a bajas temperaturas ni a bajos contenidos de humedad.

En las semillas de *Chiranthodendron pentadactylon*, Osuna (1994), las clasifica como ortodoxas y García y Perales (1990) como recalcitrantes; esta diferencia es importante lo que hace necesario realizar más estudios que se

relacionen con la germinación y viabilidad de la semilla, que permitan definir estos términos.

3.9. GERMINACION

3.9.1. Concepto

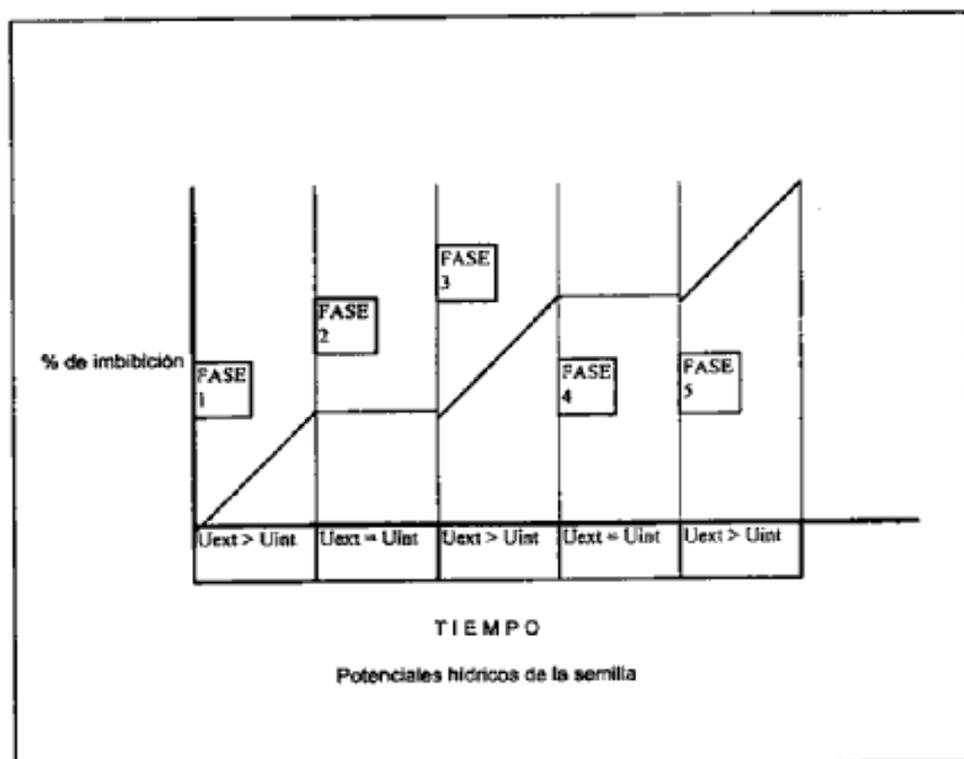
Generalmente durante la maduración de las semillas, el crecimiento del embrión se suspende y continúa detenido después de la dispersión, en vista de que el metabolismo fisiológico de la semilla disminuye notablemente, ya sea por falta de condiciones ambientales adecuadas para su reanudación o por un mecanismo fisiológico que lo impide (Baez 1986, Camacho 1994, Bewley 1997 Grajales 1997).

Cuando la semilla presenta esta situación, se dice que está latente ; por otra parte, la germinación es el reinicio de la vida activa por el embrión (Mayer y Shain 1980 citados por Alvarez 1986, Rojas 1987). Realmente la germinación implica la transformación de un embrión a una plántula, como resultado de la reactivación del metabolismo fisiológico de la semilla, el cual es promovido por la presencia de inductores y correpresores genéticos cuya producción es regulada por acción de factores exógenos, los factores implicados son el potencial hídrico, la temperatura, el oxígeno y la luz solo en semillas fotolaterentes ; además de la relación $ABA/GA < 1$ y un fotoequilibrio de fitocromo (Bradheer 1992, Azcon-Bieto 1993, Bewley 1997, Grajales 1997). En este contexto la germinación es una etapa del desarrollo de la planta que comprende una compleja secuencia de procesos metabólicos, celulares y fisiológicos, en los cuales puede reconocerse 3 fases a saber : La imbibición, la reactivación del metabolismo celular y la morfogénesis o desarrollo de la radícula (Besnier 1989, Hartman y Kester 1995, Bewley 1997, Grajales 1997).

3.9.2. FASES DE LA GERMINACIÓN

3.9.2.1. IMBIBICION

Esta fase comprende la entrada de agua a la semilla y está gobernada por la diferencia de potencial hídrico (potencial osmótico + potencial mátrico + potencial de turgencia), existente entre la semilla y el sustrato húmedo (Besnier, 1989), donde la semilla casi seca absorbe agua hidratando al embrión como al endospermo, lo que permite entrar en actividad enzimática (Rojas, 1987 Salisbury, 1994). Azcon - Bieto 1995, Hartman y Kester 1995, mencionan que la imbibición consta de 3 fases : dos de absorción de agua y una de reposo ; sin embargo Martínez (1982) y Quintana (1994), observaron que la imbibición en semillas de cactáceas comprenden 5 fases que son : 3 fases de incorporación de agua, alternados con 2 fases de reposo, tal como se muestra en el esquema.



Esquema 1. Fases de la imbibición que demuestran el incremento del agua en la semilla. Martínez (1983), Quintana (1994), Hartman y Kester (1995) y Grajales (1997).

La primera fase es de absorción rápida, debido a la diferencia de potenciales entre el exterior, y el interior de la semilla "seca". A medida de que se incorpora agua, conduce a un equilibrio entre los potenciales, cesando la incorporación de agua.

Durante la fase 2 que es de reposo, por existir un equilibrio de potenciales hídricos, se van reestructurando las biomembranas y reactivando el fitocromo, los RNAm y las hidrolasas preexistentes en la semilla, resultando en la reactivación de catabolismo celular, el cual conduce a un gradiente de potencial hídrico que favorece la segunda incorporación de agua. En la fase 3, hay una

segunda incorporación de agua, los potenciales hídricos entre la semilla y su ambiente son diferentes, pero a medida de que entra agua se llega al equilibrio, la semilla ha entrado en actividad enzimática y el metabolismo fisiológico del embrión se ha activado.

En la fase 4 se suspende la incorporación de agua, la semilla se mantiene en actividad enzimática en virtud de la inducción de la síntesis de novo de proteínas, y mayormente de hidrolasas, que permiten un incremento en la concentración de solutos, una disminución del potencial hídrico en la semilla con respecto a su exterior y como consecuencia una nueva incorporación de agua. En la fase 5, se presenta la tercera incorporación de agua, lo que permite que se genere un potencial de presión elevado en la semilla, impulsando la ruptura de la testa y la emergencia de la radícula.

Besnier 1989, Osuna 1994, mencionan que el proceso de imbibición es reversible durante la primera fase de absorción de agua y oxígeno. En esta fase la semilla embebida puede ser deshidratada y rehidratada, sin perder su viabilidad. Una vez que el crecimiento de la radícula y desarrollo de la plántula han comenzado, el proceso de germinación no puede revertirse por deshidratación sin provocar la muerte de la plántula. Meckers y Stinson (1980), citados por Alvarez (1986), observaron que las semillas en imbibición seguidas por deshidratación, eran capaces de mantener su viabilidad si el tratamiento de deshidratación se aplicaba antes de la emergencia de la radícula.

3.9.2.2. REACTIVACION DEL METABOLISMO CELULAR

Besnier (1989), menciona que los procesos metabólicos que se observan después de la imbibición, tienen lugar, en el eje embrionario, activándose para ello las enzimas y hormonas presentes en las reservas almacenadas; dichos procesos pertenecen al Anabolismo, no obstante Bewley (1997), Grajales

(1997), explican que previamente se activa el catabolismo en los tejidos de reserva de la semilla.

El metabolismo celular comprende 2 fases que corresponden al anabolismo y al catabolismo. El anabolismo incluye todas las reacciones bioquímicas celulares que se encargan de la biosíntesis de moléculas y macro moléculas, y el catabolismo abarca todas las reacciones bioquímicas celulares tendientes a la degradación de moléculas y macromoléculas celulares (Besnier 1989, Azcon-Bieto 1993, Bradbeer 1992, Bewley 1997, Grajales 1997).

Una vez que entra agua a la semilla, se activan las enzimas hidrolasas preexistentes y se acciona al catabolismo celular, el cual comprende al catabolismo del almidón, el catabolismo de las proteínas, el catabolismo de los lípidos y el catabolismo de la fitina, pues estos componentes constituyen las reservas de la semilla.

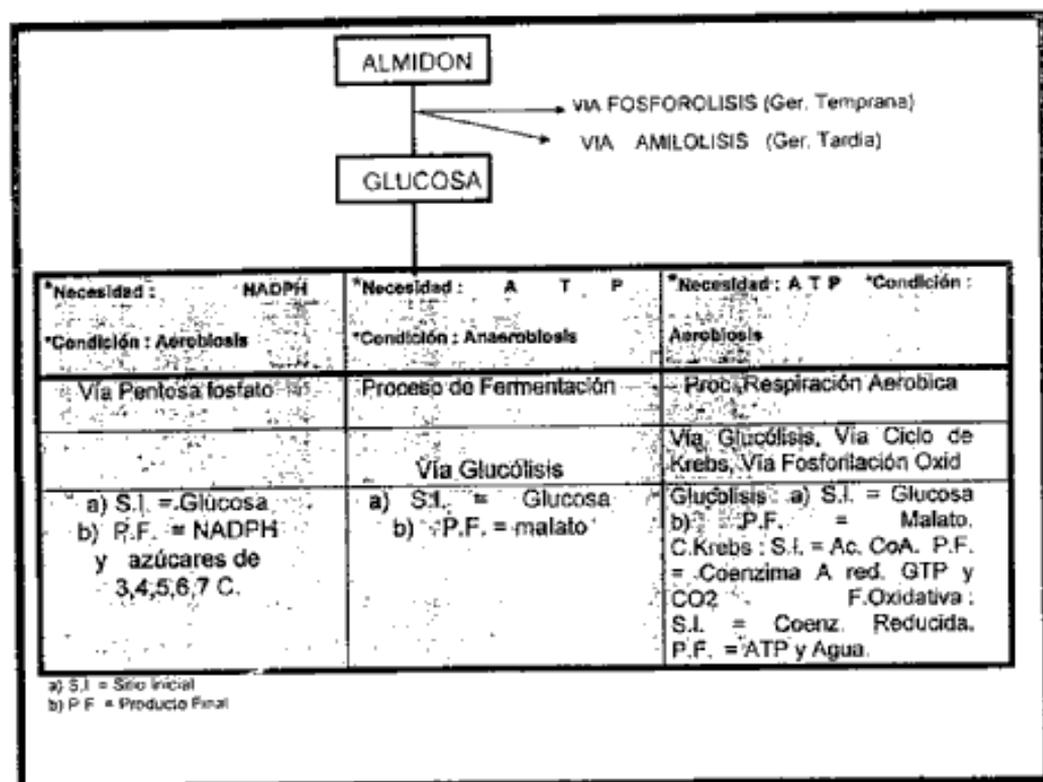
• Catabolismo de carbohidratos

Comprende 6 vías metabólicas encargadas de utilizar la energía almacenada de los carbohidratos de reserva. Grajales (1997), menciona que el almidón es el polisacárido de reserva que tiene mayor importancia en las semillas, aunque también se encuentran en menor proporción los fructosanos, la inulina y otros. La primera vía accionada es la fosforólisis, la cual es regulada por la glucosa fosforilasa y produce Glucosa - 6 - P., esta se acciona durante la primeras horas de la germinación, a continuación se inhibe la fosforólisis para dar paso a la amilólisis, lo cual involucra a la alfa - amilasa inducida por giberelinas.

También se requiere de la acción de la beta - amilasa, maltasa, enzima R y dextrinasas, todas ellas preexistentes en la semilla y activadas durante la hidratación, siendo la glucosa simple el producto final (Besnier 1989, Bradbeer 1992, Azcon-Bieto 1993, Bewley 1997, Grajales 1997).

Tanto la glucosa simple como la fosforilada producida en el endospermo es convertida comúnmente a sacarosa, la cual se transporta a través del tallo embrionario hacia las zonas de crecimiento del embrión. Un ejemplo de semillas que contienen hidratos de carbono (principalmente el almidón) son los cereales (Azcon - Bieto 1993).

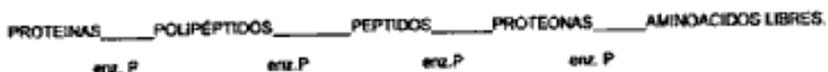
En las células meristemáticas, la sacarosa es convertida a glucosa para su oxidación subsiguiente, según las necesidades y las condiciones. (Véase Cuadro 1 en el que se resume el catabolismo del almidón).



Cuadro 1 El siguiente cuadro resume el Catabolismo del almidón

• Catabolismo de Proteínas

Las proteínas de reserva en los tejidos de la semilla, sirven como fuente de aminoácidos, así como de nitrógeno (Hartmann y Kester 1995); su degradación involucra la acción de enzimas proteolíticas o proteasas.



Las proteasas se presentan universalmente catalizando proteínas e hidrolizando péptidos; existen dos tipos de enzimas proteicas: las que hidrolizan a grandes moléculas proteicas conocidas como proteinasas, y las que actúan solamente sobre productos derivados de las moléculas proteicas llamadas peptidasas (Crocker y Barton, 1957, citados por Alvarez 1986, Besnier 1989, Bradbeer 1992).

• Catabolismo de Lípidos

Numerosas semillas, muchas de las cuales tienen importancia agrícola, almacenan lípidos (triglicéridos) como compuestos de reserva mayoritarios (Azcon-Bieto 1993). Los lípidos de reserva predominantes en las semillas son grasas neutras. Estos son ésteres de glicerol y ácidos monocarboxílicos de cadena larga que forman triglicéridos.

El catabolismo de los lípidos durante la germinación de la semilla involucra su conversión a carbohidratos, que se efectúa mediante las siguientes vías metabólicas (véase cuadro 2).

1. Lipólisis (en los liposomas)
2. Beta - oxidación (en los glioxisomas)

3. Ciclo del Glóxilato (en los glioxisomas)
4. Ciclo de Krebs (en la matriz mitocondrial)
5. Gluconeogénesis (en el citoplasma).

CATABOLISMO DE LÍPIDOS				
Lipólisis	Beta-oxidación	Ciclo del Glóxilato	Ciclo de Krebs	Gluconeogénesis
a) S.I. = Acilglicérols. b) P.F. = Ac Grasos	a) S.I. = Ac Grasos. b) P.F. = Ac Coenzima A	a) S.I. = Coenzima b) P.F. = succinatos	a) S.I. = Ac Coenzima b) P.F. = Coenzima	a) S.I. = Ac Oxalacético b) P.F. = Glucosa

Cuadro 2 Cuadro que resume las vías metabólicas del Catabolismo de los lípidos (Azcon - Biel 1993, Bewley 1997 Graales, 1997)

- **Catabolismo de Reservas Minerales**

La principal reserva de minerales es la "fitina" que se encuentra principalmente en la capa de aleurona (Besnier 1989), cuya hidrólisis depende de la acción de la fitasa, enzima inducida por GA. El producto de su acción libera iones fosfato, calcio y magnesio (Grajales 1990), mientras que Besnier 1993, también menciona al potasio y al calcio como elementos en menor proporción que son transportados a través del tallo embrionario para ser utilizados en las zonas de crecimiento del embrión. Otros compuestos que contienen fósforo son los fosfolípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos (Besnier 1989, Ospina 1995, Bewley 1997).

ANABOLISMO

Comprende las vías metabólicas que producen los carbohidratos, las proteínas, los lípidos y los ácidos nucleicos, y ocurren en las células meristemáticas del embrión, durante la interfase celular, que antecede a la división celular, proceso celular que está incluido en la morfogénesis de la radícula.

- **Biosíntesis de Carbohidratos**

La vía metabólica encargada para el anabolismo de la glucosa es la Gluconeogénesis, descrita anteriormente en el cuadro 3.

- **Biosíntesis de proteínas**

De una manera esquemática, se explica en el siguiente cuadro, la síntesis de proteínas, observándose la participación de 4 vías metabólicas.

BIOSÍNTESIS DE PROTEÍNAS

Transcripción	Post-Transcripción	Traducción	Post-Traducción
a) S.I. = Gen b) P.F. = RNAm RNAm, RNAm	a) S.I. = RNAm RNAm, RNAm b) P.F. = Aparato sintetizador de prot.	a) S.I. = Ap. Sintetizador de proteínas b) P.F. = Cadena polipeptídica	a) S.I. = Cad. Polipeptídica, b) P.F. = Proteína funcional

Cuadro 3. El siguiente cuadro resume las cuatro vías metabólicas de la Biosíntesis de proteínas (Grajales, 1997).

- **Biosíntesis de Lípidos**

El anabolismo de lípidos se circunscribe a la etapa de emergencia de la plántula, por lo que no se considera.

- **Biosíntesis de Ácidos nucleicos**

El anabolismo de ARN, se mencionó dentro de la síntesis de proteínas, mientras que la biosíntesis de ADN tiene lugar en la fase "S" de la interfase celular a través de la Replicación semi conservativa

3.9.2.3. MORFOGÉNESIS DE LA RADÍCULA

Por regulación de las citocininas, las células meristemáticas durante la interfase celular se preparan para la división celular; una vez en división celular, algunas células formadas entran al proceso de alargamiento celular regulado por las auxinas y giberelinas, para continuar con la morfogenésis de órganos, siendo el primero, la aparición de raíz (Besnier, 1989; Salisbury, 1994; Grajales, 1997).

3.10. LATENCIA

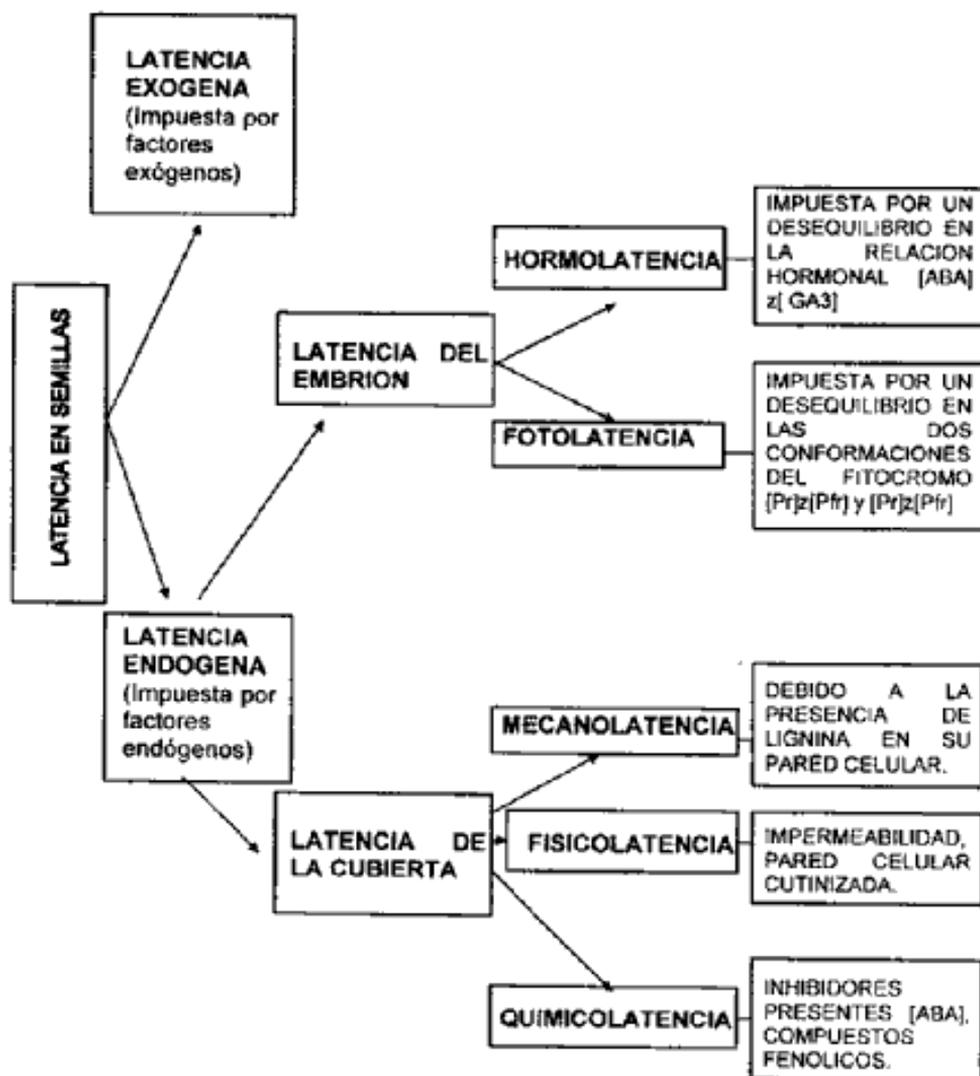
Existen diversos conceptos acerca de la latencia de las semillas. Por ejemplo Jann y Amen, (1977), definen a la latencia como la suspensión del crecimiento del embrión. Azcon - Bieto (1993), la define como la ausencia de germinación en condiciones ambientales que promueven la misma; sin embargo Salisbury y Ross (1994), la definen como la condición de una semilla que no puede germinar aún cuando disponga de una amplia humedad externa, esté expuesta a condiciones atmosféricas propias de suelos bien aireados y la temperatura este dentro del rango comúnmente asociado con la actividad fisiológica (digamos de 10 a 30° C).

En conclusión la latencia implica un metabolismo fisiológico muy bajo, y un crecimiento suspendido, pero de manera temporal. Por lo tanto un concepto integral de la latencia de la semilla puede ser el siguiente:

"Etapa de desarrollo de la planta caracterizado por un metabolismo fisiológico muy bajo".

Este bajo metabolismo fisiológico es consecuencia de la acción de factores exógenos como baja temperatura, bajo potencial hídrico, insuficientes niveles de oxígeno, y en el caso de semilla fotolaterentes, también la insuficiente calidad de

luz. Además factores endógenos como la relación ABA/GA3 y los niveles de fitocromo como se ejemplifica en el siguiente esquema.



Esquema 2. Representación gráfica de la latencia en semillas (Grajales 1997).

La latencia es una adaptación a condiciones estacionales no favorables. La latencia exhibida por las semillas durante su maduración en la planta madre se conoce como **latencia primaria**; ésta puede ser **latencia innata** (por 1.5 a 2 meses) y **latencia condicional primaria** (latencia forzada) Salami, et al 1995). La latencia condicional es una condición dinámica que regula la germinación de acuerdo a los requerimientos fisiológicos de las semillas en relación con los cambios del medio. Ocurren cambios bioquímicos que provocan que las semillas pasen de un estado de latencia innata a no latencia, estos cambios se conocen en conjunto como **postmaduración** (Baskin y Baskin, 1985 citado por Osuna, 1994 ; Salami, et al 1995 Bewley 1997 ; Grajales 1997).

En conclusión la latencia se presenta con mayor frecuencia en plantas silvestres que en la mayoría de sus formas cultivadas . La latencia permite distribuir la germinación en el tiempo a través de su rompimiento bajo ciertas condiciones ambientales, puede llevar también a una distribución de la germinación en el espacio. Semillas de muchas especies pueden entrar en un estado de latencia secundaria cuando las condiciones no son favorables para la germinación.

Aunque la latencia tiene una base genética, hay una gran plasticidad en la expresión genética determinada por efectos correlativos entre la planta y el medio. Las semillas pueden diferir en sus características de latencia dependiendo de su posición en la planta madre y del estado hormonal que se establece durante su desarrollo y maduración . (Bewley y Black, 1985, 1997).

3.10.1. Fisicولاتencia

Algunos autores citados por Camacho (1994), mencionan que en ciertas especies, el pericarpio puede ser la cubierta que impide la germinación de las semillas. Sin embargo, éstos autores, están de acuerdo con que la latencia física (fisicولاتencia), se debe a la presencia de una testa impermeable. La impermeabilidad de la testa puede o no estar combinada con otros

mecanismos de latencia, se piensa que involucra el depósito de sustancias impermeables incluyendo ceras, lignina, taninos suberina, pectinas y derivados de quinonas. Existe una relación entre el color de las cubiertas seminales y su permeabilidad al agua.

Este tipo de latencia es característica de un gran número de familias de plantas como *Leguminosae*, *Anarcadiaceae*, *Cannaceae*, *Chenopodiaceae*, *Convalariaceae*, *Geranaceae*, *Liliaceae*, etc, que presentan cubiertas impermeables al agua (Hartman y Kester 1995, Bewley 1997).

Osuna (1994) menciona que las semillas de *Chiranthodendron* presentan impermeabilidad de la testa, sin embargo no se conoce con exactitud si es el único factor que este inhibiendo la germinación ya que los porcentajes de germinación encontrados en esta especie son muy bajos.

La Fisicolatencia se pierde cuando el agua penetra en la semilla ; es decir debe desaparecer la impermeabilidad en algún sitio de la testa (Jann y Amen 1975).

Ahora bien, la dormición física puede perderse en la naturaleza debido a fluctuaciones de temperatura y humedad en el suelo, abrasión, ataque de microbios, congelamiento, el paso a través del tubo digestivo de algunos animales, y el calentamiento que sufren las semillas durante un incendio (Flores, 1984 ; Hartmann y Kester 1995).

3.10.2. Mecanolatencia

La dureza de la testa se debe a la presencia de lignina en las paredes celulares, las cubiertas de la semillas demasiado duras no permiten que el embrión se expanda durante la germinación. Este factor se combina con otros factores para retardar la germinación. Cualquiera de los efectos de las cubiertas mecánicamente resistentes pueden superarse con los tratamientos que se

aplican a cubiertas de semilla impermeables de plantas nativas o cultivadas (Paz 1989, Osuna 1994, Salami et al 1995, Hartman y Kester 1995).

Se ha demostrado que la fuerza de rotura para el embrión de *Junglans nigra* y *Carya spp* en semillas recién cosechadas es menor que la resistencia que oponen las cubiertas, y durante el almacenamiento dicha fuerza aumenta (Hartmann y Kester 1995). Prasad, (1996), observó que al escarificar semillas de *Bachinia racemosa* Lam., en forma mecánica, se obtienen porcentajes de germinación de 68 y 98 % respectivamente.

3.10.3. Quimicolatencia

Existen sustancias químicas que inhiben la germinación, algunas de ellas son diversos fenoles, cumarina y ácido abscísico, sin embargo, en muchos casos específicos que se presentan estos inhibidores, la germinación puede mejorarse o estimularse lixiviando con agua, removiendo la cubierta o aplicando ambos métodos. Un ejemplo son las semillas de un grupo de familias como *Cruciferae* (mostaza), *Linaceae* (Lino), *Violácea* (violeta), etc, tienen una cubierta delgada de las semillas con una capa interna mucilaginosa que contiene inhibidores (Hartmann y Kester 1995).

Una forma de eliminar la latencia química (quimicolatencia), es quitando las cubiertas que lo contienen. En *Acer tataricum* (Nikolaeva 1969), *Liriope muscari* y *Schinus molle* (Camacho 1994), se ha observado que al quitar dichas cubiertas se estimula al máximo la germinación.

3.10.4. Hormolatencia

Se debe a una mayor concentración de ABA que de GA₃, por lo la promoción celular del desarrollo del embrión no se completa y da lugar a embriones morfológicamente poco desarrollados o rudimentarios, que no completaron su

crecimiento en la época en que la semilla se dispersa o se recoge (Besnier 1989). La inmadurez morfológica del embrión, suele encontrarse en especies o géneros aislados de muy diversas familias y se presenta regularmente en *Palmaceas*, *Araliaceas*, *Magnoliaceas* y *Ranunculaceas* (Hartmann y Kester 1995, Besnier 1989).

3.10.5. Fotolatenia.

Este tipo de latencia indica que el embrión está totalmente desarrollado, la semilla se hidrata cuando se encuentra en sustrato húmedo, pero no germina a causa de desequilibrios fisiológicos o bioquímicos, entre los cuales el más importante es el desequilibrio entre las dos conformaciones fisiológicas del fitocromo, ya sea una mayor concentración del fitocromo rojo o viceversa.

Existen otros tipos de latencia (Besnier 1989), llamados mixtos, en donde se combinan dos o más tipos, tal es el caso de cubiertas impermeables, presencia de inhibidores, posible resistencia mecánica a la salida de la radícula, sensibilidad a la luz, etc. Otro tipo de letargo mixto es el que combina cierto grado de inmadurez morfológica del embrión con su inhibición fisiológica.

3.11. TRATAMIENTOS PARA ROMPER LATENCIA.

La latencia en semillas, no siempre es una desventaja para la propagación de las plantas, ya que por la presencia de esta, muchas semillas conservan su viabilidad al ser transportadas por animales, implementos y el mismo hombre (Hartmann y Kester, 1995). Existen diferentes tratamientos para romper la latencia, los cuales se mencionan a continuación.

3.11.1. Escarificación

Es el proceso por medio del cual se lesiona en forma química, mecánica o física la cubierta de la semilla, para facilitar la permeabilidad del agua y / o gases y liberar algún obstáculo mecánico. La escarificación puede ser parcial o completa y se elimina en forma manual o por medio de tratamientos químicos. Por ejemplo :

- La impactación, que consiste en sacudir vigorosamente a las semillas, para zafar el tapón del estrofiolo y así promover la permeabilidad (Gómez, 1982), siendo una escarificación parcial, liberando la Latencia física o Fisicولاتencia (Cuadro 4).
- Pinchaduras. Se realizan cuando las semillas son pocas y pequeñas provocando así la penetración del agua y consiste en una escarificación parcial, liberándose la Latencia física o Fisicولاتencia (Cuadro 4).
- El tratamiento químico se hace con dos propósitos ; para remover la capa cerosa y para ablandar o romper la cubierta dura. El ácido sulfúrico concentrado , es un agente escarificante que disuelve parcialmente la materia orgánica de la testa ; permitiendo el abastecimiento de agua a las reservas de la semilla y al igual que el agua oxigenada, resulta eficaz en el combate de hongos que se encuentren adheridos a las cubiertas de las semillas ; sin embargo también se han utilizado otros ácidos como el nítrico (Hartmann y Kester 1995). Cuando se ponen las semillas en ácido, la temperatura tiende a incrementarse, por lo que hay que cuidar que se encuentre entre los 15 y 26°C y no dejar que rebase los 30°C, ya que en el calentamiento puede matar a la semilla (Camacho 1994). Representa una escarificación total y libera la latencia física y química, esto es, la fisicولاتencia y mecanولاتencia (Ver Cuadro 4).
- Remojo en agua. Su propósito es modificar las cubiertas duras, remover inhibidores, ablandar las cubiertas de las semillas y reducir el tiempo de germinación. El remojar las semillas puede acortar el tiempo de emergencia si

las semillas germinan con lentitud. El uso del agua caliente por varios minutos es eficaz para ablandar la cubierta dura de las semillas (Camacho, 1994). Lo que implica una escarificación parcial y se libera la latencia física y química, es decir, la fisicolatencia y quimicolatencia (Cuadro 4).

3.11.2. Estratificación

Crocker (1957), citado por Camacho (1994), menciona que sometiendo a las semillas a bajas temperaturas en seco, se obtiene un porcentaje de germinación alto. Grajales (1997), explica que las bajas temperaturas intervienen en la relación ABA/GA₃ presentes en el embrión, favoreciendo la degradación del ABA, permitiendo que las giberelinas promuevan la germinación, con esto se libera la latencia hormonal, esto es, la Hormolatenencia (Cuadro 4). Bajo estas condiciones las semillas maduran ya que los embriones utilizan el fósforo en los nucleótidos y ácidos nucleicos, germinando inmediatamente al colocar las semillas a altas temperaturas

La temperatura óptima para que las semillas pierdan el letargo con el enfriamiento en húmedo, varía según la especie. En muchas coníferas, en el manzano, y el membrillo la temperatura es de 1 a 3°C. Se pueden realizar pequeñas variaciones de temperatura en un intervalo óptimo para la realización de enfriamiento en húmedo de 0 a 10°C, lo que permite acelerar la pérdida de letargo. La suspensión inoportuna del enfriamiento en húmedo con temperaturas mayores a 10°C induce dormición secundaria (Nikolaeva 1969 citado por Camacho 1994).

3.11.3. Alternancia de temperaturas

Este tratamiento varía con la madurez de la semilla al tiempo de la cosecha y con el estado de la misma. En cada tratamiento de alternancia de temperatura, las temperaturas extremas no deben diferir en más de diez a veinte grados centígrados; la latencia de algunas especies puede ser interrumpida por alternancia de congelación o deshielo, aunque esto puede ser dañino en otras especies. Se ha encontrado que una alternancia de temperaturas puede ser un sustituto de la luz, véase cuadro 4 (Crocker y Barton, 1957 citado por Paz 1987).

TRATAMIENTO	EFEECTO EN LA SEMILLA	LATENCIA LIBERADA
Escarificación Parcial modalidad impactación	Promueve la permeabilidad de la testa	Fisicolatencia
Escarificación Parcial modalidad pinchaduras	Promueve la permeabilidad de la testa	Fisicolatencia
Escarificación Parcial modalidad remojo	Ablanda la cubierta y remueve inhibidores	Fisicolatencia y Químicolatencia
Escarificación completa modalidad química	Disuelve la cubierta	Físico-Químico y Mecanolatencia
Escarificación completa modalidad mecánica	Quitar la cubierta	Fisicolatencia y Mecanolatencia
Estratificación	Alterar la relación ABA / GA ₃	Hormolatencia
Irradiación	Modificar la relación [Pr] = [Pfr]	Fotolatencia

CUADRO (4) . Resume los tratamientos pregerminativos para romper latencia. Paz 1989, Hartman y Kester 1995, Grajales 1997.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Localización del experimento.

El trabajo de investigación se realizó en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campus 4 perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicada en el Municipio de Cuautitlán Izcalli. Estado de México, en el laboratorio L-304 de Fisiología Vegetal, en la Cátedra del Metabolismo Fisiológico de las plantas.

4.2. Material Biológico.

El programa de investigación se realizó en dos etapas: En la primera se experimento con semillas de Flor de Manita (*Chiranthodendron pentadactylon Larr.*), colectadas en abril de 1994 en Miahuatlán Oaxaca, donadas por la UAEM al laboratorio de Fisiología Vegetal de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM en 1996.

En la segunda etapa se experimento con semillas de Flor de Manita, colectadas en mayo de 1997, en Carrizal de Bravo Guerrero. Al ser una época en donde el fruto ya se encuentra desprendido de la planta madre, se recolectaron algunos frutos que contenían semillas, otros todavía se encontraban en el árbol, que fué de donde se sustrajeron las semillas para el experimento, estos frutos que se encontraban en el árbol tenían un promedio de 20 a 60 semillas por fruto.



Fotografía 3. Colecta realizada en mayo de 1997.

4.3. Método de desinfección del material vegetal.

La desinfección de las semillas de los tratamientos se realizó con el siguiente procedimiento (según Pierik 1990, Gutierrez, M. 1994.).

- El Material Vegetal se lavó con agua limpia, antes de comenzar la esterilización, cambiando el agua en forma regular de 2 -3 veces .
- Se desecharon las semillas que flotaron y que estaban en mal estado .
- Se pusieron las semillas en alcohol al 70% durante 30 segundos.
- Se realizó un enjuague con agua destilada estéril .
- La desinfección química fue con hipoclorito de sodio (cloro comercial) al 2% por 30 minutos.

4.4. Esterilización del material de laboratorio

En la esterilización del material de laboratorio se utilizó la metodología de Rovalo y Rojas 1993., la cual consiste en desinfectar el material de cristalería y agua en autoclave a 15 libras de presión por 30 minutos. El material que se utilizó fueron cajas de petri, vasos de precipitado. matraces, pinzas, mecheros, termómetro, lija, papel filtro, insulex, etc.

Los reactivos usados fueron : ácido sulfúrico (H_2SO_4), cloruro de 2,3,5 - trifeniltetrazolio (TTC), alcohol del 96%, hipoclorito de sodio (comercial) al 2%, cupravit 1g/lt. y ridomil 1g/lt.

4.5. Diseño Experimental.

Se utilizó un diseño completamente al azar con 7 tratamientos de escarificación y 5 repeticiones cada uno, en donde se incluye el testigo. La unidad experimental utilizada fueron cajas de petri con 10 semillas por repetición y tratamiento, haciendo un total de 350 semillas de *Chiranthodendron pentadactylon* Larr.

Las variables de respuesta a evaluar fueron :

1o. Porcentaje de germinación ($\frac{\# \text{ semilla germinada}}{\# \text{ semilla total}} \times 100$)

2o. Velocidad de germinación (# de semillas germinadas en función del tiempo).

4.6. Tratamientos

Se manejaron 6 tratamientos de escarificación más un testigo, los cuales consisten en:

TRATAMIENTOS	DESCRIPCION
TRAT. 1	Testigo
TRAT. 2	Lijar la semilla y siembra
TRAT. 3	Sumersión en H_2SO_4 al 75% por 30 seg.
TRAT. 4	Sumersión en H_2SO_4 al 100% por 30 seg.
TRAT. 5	Remojo en agua caliente y secado (un período).
TRAT. 6	Remojo en agua caliente y secado (dos períodos).
TRAT. 7	Remojo en agua caliente y punción

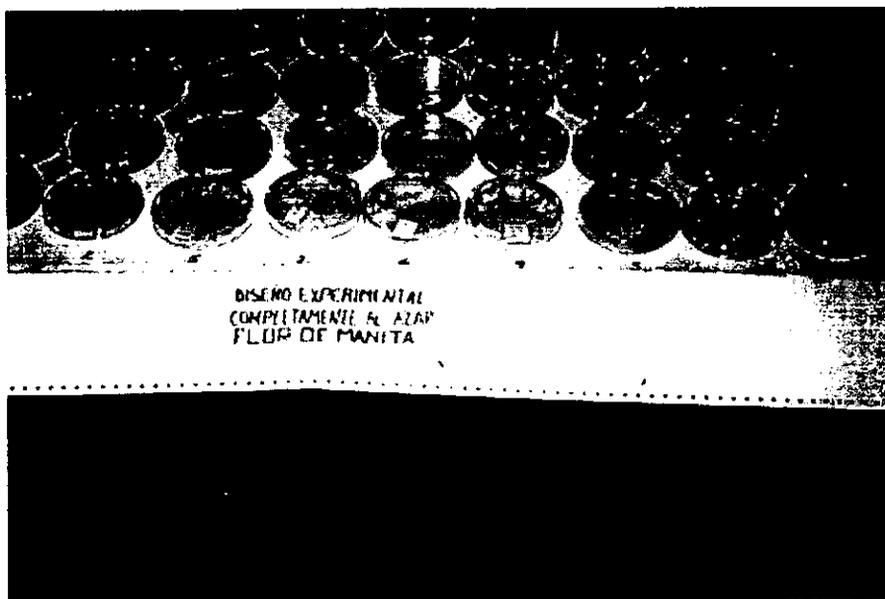
El testigo consistió en poner las semillas sin ningún tratamiento de escarificación, y sin ningún manejo adicional que no fuera la desinfección de la semilla con hipoclorito de sodio al 2% (cloro comercial).

El tratamiento 2, representa a la escarificación mecánica en su modalidad manual y consiste en el lijado de la semilla por la parte opuesta a donde se encontraba la caráncula, hasta adelgazar la cubierta que permitiera la entrada de agua.

Los tratamientos 3 y 4 representan a la escarificación mecánica en su modalidad química y consisten en la sumersión de las semillas en ácido sulfúrico al 75 y 100 % de concentración por 30 segundos y su posterior desinfección con cloro al 2%.

Para la escarificación física se utilizó el remojo en agua caliente con sus diferentes modalidades a saber: El tratamiento 5 solamente se le realizó un remojo y secado a las semillas; al tratamiento 6 se le aplicaron dos períodos de remojo y secado a las semillas y al tratamiento 7 se le hizo también el remojo y secado y su posterior punción con aguja de disección estéril.

Una vez que se establecieron los tratamientos, se procedió a realizar la primera etapa del experimento, con las semillas recolectadas en 1994.



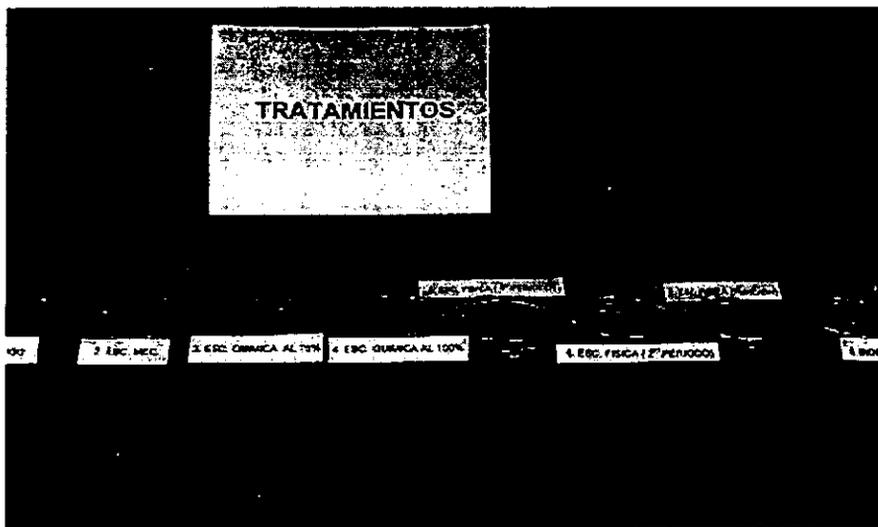
Fotografía 4. Diseño completamente al azar con semillas de Chiranthodendron pentadactylon Larr. colectadas en 1994

En la repetición del experimento se probaron las semillas colectadas en 1997, con los siguientes tratamientos de escarificación

TRATAMIENTOS	DESCRIPCION
TRAT. 1	Testigo
TRAT. 2	Lijar la semilla y siembra
TRAT. 3	Sumersión en H_2SO_4 al 75% por 30 minutos
TRAT. 4	Sumersión en H_2SO_4 al 100% por 30 minutos
TRAT 5	Remojo en agua caliente y secado (1 periodo)

TRAT. 6 Remojo en agua caliente y secado
(dos periodos).

TRAT. 7 Remojo en agua caliente y punción



Fotografía 5 Diseño completamente al azar con semillas de *Chiranthodendro pentadactylon* Larr. colectadas en 1997.

La descripción de los tratamientos es similar al primer experimento a diferencia de los tratamientos 3 y 4 que fueron los que cambiaron por el tiempo de exposición de 30 minutos al ácido sulfúrico.

4.7. Prueba de Viabilidad

Esta prueba se realizó con la finalidad de verificar la viabilidad de las semillas recolectadas en 1994 y saber si es un factor determinante en el porcentaje de germinación.

Para esta prueba de viabilidad se utilizará el método del Tetrazolio, que consiste en remojar las semillas (previamente se eliminan las cubiertas impermeables de las semillas, dejando al embrión al descubierto), en una solución de cloruro 2,3,5 trifeniltetrazolio (TTC), en donde los tejidos vivos cambian el TTC a un compuesto insoluble rojo y los no vivos permanecen incoloros (Hartman y Kester 1995).

Para fines de este trabajo la prueba se realizó de la siguiente manera:

- Se emplearon 50 semillas tomadas al azar que se colectaron en 1994.
- A la muestra de semillas se les realizó un lijado, después se les remojo en agua caliente, con el fin de eliminar la cubierta dura.
- A continuación se desinfectaron con alcohol al 70% durante 10 segundos y después con hipoclorito de sodio al 1% por 30 minutos.
- Se enjuagaron con agua estéril para eliminar residuos de cloro, luego se les quitó la cubierta, dejando al embrión al descubierto.
- Se colocaron en cajas de petri estériles y se le aplicó el tetrazolio al 1%.
- Se dejaron a temperatura ambiente por 24 horas para conocer el resultado.

Esta prueba se realizó de la misma forma con las semillas colectadas en 1997, para conocer el porcentaje de viabilidad que presentaban las recién cosechadas.

4.8. Bioensayo

Con el fin de comprobar la presencia de inhibidores en el agua de remojo en que previamente se habían mantenido las semillas de *Chiranthodendron pentadactylon* en los tratamientos de escarificación 5 y 6, tratando de examinar la presencia de posibles inhibidores.

Se emplearon semillas de *Raphanus* *stativus* L (rabanito variedad Crinsom Giant).

Estableciendo la prueba que consistió en colocar 10 semillas de rabanito por caja de petri con papel filtro y 5 repeticiones, haciendo un total de 50 semillas.

Las semillas se humedecieron con la solución de remojo de los tratamientos 5 y 6 según la necesidad de la semilla hasta que germinaron en su totalidad.

4.9. Obtención de resultados

En el primer experimento los datos se tomaron a partir del 17 de febrero que fue la fecha de siembra, realizando observaciones diarias hasta el 4 de marzo en donde se dejó de presentar germinación. Se consideró a una semilla germinada cuando la radícula había roto las cubiertas seminales. A partir de esta consideración se tomo el porcentaje de germinación y la velocidad.

En el segundo experimento se tomaron los datos a partir del 1º al 18 de octubre, fecha en que se consideró el porcentaje de germinación.

Para la obtención de resultados se empleó el análisis estadístico y la prueba de comparación de medias de Tukey .

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. PORCENTAJE DE GERMINACION

Los porcentajes de germinación de las semillas de Chiranthodendron pentadactylon Larr., que fueron escarificadas de 7 maneras diferentes, que se exponen en el cuadro siguiente:

Cuadro 5. Porcentaje de germinación de las semillas de C. pentadactylon Larr., previamente escarificadas.

TRATAMIENTOS	# DE SEMILLAS POR TRAT	# DE SEMILLAS GERM.	% DE GERMINACIÓN
I. TESTIGO -	50	1	2
II. ESC. MECANICA	50	13	26
III. ESC. QUIM.	50	0	0
IV. ESC. QUIM.	50	0	0
V. ESC. FISICA (1.)	50	9	18
VI. ESC. FISICA (2)	50	8	16
VII. ESC. FISICA (P)	50	4	8

GRAFICA 1. PORCENTAJE DE GERMINACION EXPERIMENTO 1



Gráfica 1. Porcentaje de germinación de *Chiranthodendron pentadactylon* Larr. escarificadas como sigue:

T1, testigo; T2 Esc. Manual; T3 Esc. Química con H₂SO₄ al 75%; T4 Esc. Química con H₂SO₄ al 100%; T5 Esc. Física, remojo y secado (1 período); T6 Esc. Física (2 períodos); y Esc. Física, remojo y punción.

Para la primera parte del experimento y como se puede observar en el cuadro 5 y gráfica 1, el mejor tratamiento de escarificación fue el mecánico, en donde se obtuvo el 26% de germinación, seguido de los tratamientos de remojo T5 y T6 con un 18 y 16 % respectivamente. Sin embargo el análisis estadístico muestra que no existe diferencia significativa entre ellos. Una explicación plausible es que la escarificación mecánica (T2), permite la entrada del agua a la semilla, induciendo la germinación, provocando aparentemente el mismo resultado que con los tratamientos (T5 y T6), los que consisten en periodos de remojo y secado, los cuales ablandan la cubierta y favorecen la entrada de agua a la semilla. Estos tratamientos (Esc. Mecánica T2 y de remojo y secado T5 y T6), son estadísticamente iguales pero diferentes al testigo y a los tratamientos con escarificación química (Cuadro 9 y 10). Los tratamientos de escarificación química

T3 y T4 son iguales con el testigo al no presentarse germinación, esto hace suponer que la concentración y el tiempo de exposición al ácido sulfúrico en las semillas de Chiranthodendron pentadactylon, no fue el adecuado, lo que imposibilitó que se ablandaran las cubiertas de la semillas y la impermeabilidad de la testa se mantuviera, además fue un medio propicio para que se desarrollaran contaminantes (Hartman y Kester 1995). El tratamiento 7, en donde se realizó el remojo de la semilla y la punción nos muestra que no fue de los mejores, aún cuando se remojó como los tratamientos 5 y 6, para ablandar la testa, lo que demuestra que el problema en este tratamiento fue la punción y que al realizarla posiblemente afectó al embrión o a los tejidos de reserva, resultando el bajo porcentaje de germinación obtenido.

Aun cuando el tratamiento de escarificación mecánica (T2) resultó significativamente diferente al testigo, mostrando que puede ser relativamente útil para interrumpir la latencia de las semillas de Macpalxóchitl, el porcentaje de germinación obtenido es muy bajo, lo que sugiere la posibilidad de que estén interviniendo otros factores como:

1. La viabilidad de la semilla no sea buena
2. Otro factor de latencia presente (como inhibidores químicos de la cubierta).
3. Alguna bacteria contaminante en la semilla o que en el interior de la misma se encontrara el coleóptero Acanthocelides obtectus como se ha observado por Estrada (1989).

Para ensayar si estas posibilidades eran reales, se determinó el porcentaje de viabilidad de las semillas, con la prueba del tetrazolio al 1%, resultando que las semillas de 1994 presentaron un 72% de viabilidad, lo cual se puede considerar como un porcentaje aceptable, lo que quiere decir que estas semillas eran viables y podrían germinar, por lo que la primera posibilidad sugerida se descarta, ensayando ahora con el segundo factor posible de latencia, como puede ser el ácido absísico (ABA), para ello se realizó un bioensayo para determinar si las cubiertas de la semilla de macpalxóchitl presentaban ABA. Para esto se utilizaron las semillas de rabanito, cuya capacidad germinativa y velocidad de germinación

naturalmente es elevada. El resultado del bioensayo mostró que estas semillas germinaron en un 100%, igual que el testigo, lo que indica que la cubierta de las semillas de *C. pentadactylon* no contienen ABA, ya que si hubiera estado presente, las semillas de rabanito no germinarían. Este resultado permitió descartar la segunda posibilidad planteada y los porcentajes de germinación continuaban siendo bajos comparados con los obtenidos por Osuna (1994), que alcanzó porcentajes de germinación de 50 - 60%, escarificando las semillas de flor de manita mecánicamente. Por tal motivo se pensó en evaluar la tercera posibilidad de que el problema del bajo porcentaje de germinación era un factor contaminante, dado que se observó la presencia de colonias de bacterias cuando la semilla comenzaba su germinación pero no la culminaban. Para probar esta posibilidad se hizo necesario repetir el experimento con muchos más cuidados de asepsia.

Sin embargo no se contaba con suficiente semilla que permitiera probar la última posibilidad descrita, por lo que se decidió coleccionar nueva semilla, teniendo presente que sería un factor adicional que intervendría en la respuesta germinativa, pero nuestro objetivo seguía siendo el de conocer el mejor tratamiento para interrumpir la latencia de las semillas.

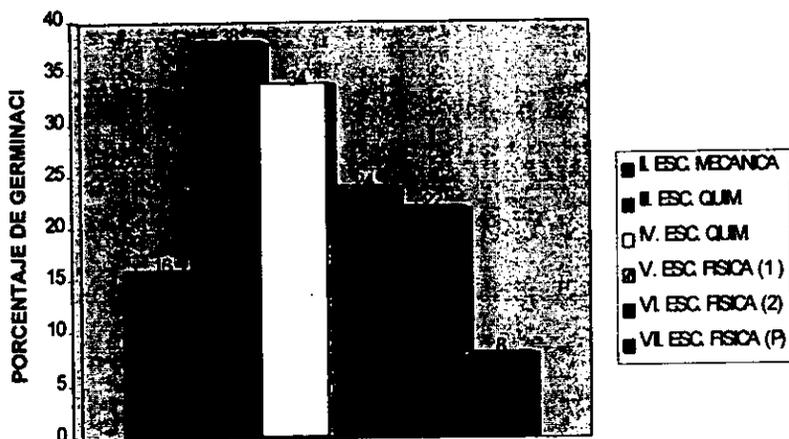
Al tener la nueva semilla coleccionada en mayo de 1997, se plantearon los mismos tratamientos de escarificación con 5 repeticiones cada uno, salvo en la escarificación química se cambió el tiempo de exposición del ácido sulfúrico a 30 minutos en virtud de los resultados obtenidos en el evento anterior, en el que no se presentó germinación y de referencias bibliográficas como ejemplo Hartman y Kester (1995), menciona que con tiempos de exposición de 15 hasta 30 minutos en ácido sulfúrico en diferentes semillas, se han alcanzado porcentajes de germinación elevados; Teketay (1996), encuentra en 20 especies de leguminosas que se escarificaron con ácido sulfúrico a intervalos de tiempo de 5 hasta 40 minutos en algunas especies y en otras hasta por 12 horas, alcanzando porcentajes de germinación del 90 - 100%; Kannan (1996), también realiza tratamientos pregerminativos en especies de *Albizia*, manejando escarificación química con ácido sulfúrico a intervalos de tiempo de 10 a 20 minutos, obteniendo

porcentajes de germinación altos en *Albizia procera*. Sin embargo, cuando se establecieron los tratamientos con la semilla colectada en 1997, se tenía presente que la respuesta germinativa de la semilla pudiera ser diferente porque era más joven, aún así el objetivo era romper la latencia, por lo que los resultados del segundo evento que se muestran en el cuadro 6 y su gráfica 2, donde los mejores tratamientos resultaron ser la escarificación química con ácido sulfúrico (T3 y T4) con un 38 y 34% de germinación.

TRATAMIENTOS	# DE SEMILLAS POR TRAT	# DE SEMILLAS GERM.	% DE GERMINACIÓN
I. TESTIGO	50	0	0
II. ESC. MECANICA	50	8	16
III. ESC. QUIM.	50	19	38
IV. ESC. QUIM.	50	17	34
V. ESC. FISICA (1)	50	12	24
VI. ESC. FISICA (2)	50	11	22
VII. ESC. FISICA (P)	50	4	8

Cuadro 6. Porcentajes de germinación de las semillas de *Chiranthodendron pentadactylon* del segundo experimento.

GRAFICA 2. PORCENTAJE DE GERMINACION (2 EXPERIMENTO)



Gráfica 2. Porcentaje de germinación de *Chiranthodendron pentadactylon* Larr, del segundo experimento.

Este resultado se comprueba estadísticamente al observar la prueba de Tukey con un nivel de significancia al 0.05 (Cuadro 11 y 12), el cual nos dice que los tratamientos de escarificación química T3 y T4 y el tratamiento de remojo y secado un periodo T5 son estadísticamente iguales entre si, pero muy diferentes al testigo y al tratamiento T7 de remojo y punción.

Los porcentajes de germinación alcanzados en los tratamientos de escarificación química (T3 y T4), se deben al tiempo de exposición al ácido sulfúrico a la cubierta de la semilla, haciendo que esta se ablandara eliminando así la impermeabilidad de la testa, permitiendo la imbibición de la semilla.

En los tratamientos de remojo (T5 y T6) y el de lijado (T2), estadísticamente (véase cuadro 11 y 12) no hay diferencia significativa entre ellos, puesto que el porcentaje de germinación obtenido fue de 24, 22 y 16% respectivamente; y al igual que el evento anterior, los tratamientos de remojo T5 y T6 son similares y se

mantienen como los mejores, y no así el tratamiento de escarificación manual (T2) que disminuyó el porcentaje de germinación de un 26% a un 16%, aunque se realizó la prueba de Student para comparar si existía alguna diferencia significativa entre estos tratamientos, la prueba resultó ser no significativa, lo que quiere decir que este tratamiento también se considera útil para interrumpir la latencia de las semillas de flor de manita. Esta diferencia en los porcentajes de germinación entre los tratamientos de escarificación mecánica del primer experimento con el segundo experimento posiblemente se debió a que el lijado de la semilla no fue homogéneo por lo pequeño de la misma y que al realizarlo se afectaron los tejidos de reserva de esta permitiendo la entrada de algún contaminante que disminuyera la germinación.

El tratamiento de remojo y punción (T7) con un porcentaje de germinación del 8%, este resultó ser diferente al testigo, pero también muy diferente a los tratamientos de escarificación química T3 y T4 y al de remojo y secado T5, ya que fue el porcentaje más bajo después del testigo, este resultado confirma que el tratamiento no es adecuado para romper la latencia de estas semillas.

Al observar el testigo (T1), nos muestra que no presenta germinación, siendo totalmente diferente a los demás tratamientos, lo que permite confirmar que las semillas de *Chiranthodendron pentadactylon* Larr., presentan latencia física o fisicolatencia y por lo tanto requieren para su germinación algún tratamiento de escarificación, ya que su cubierta impermeable no le permite la entrada de agua y / o gases.

Por otra parte, para ver si existía alguna relación entre el primer experimento y la repetición del mismo, se realizó una correlación este, pero los resultados muestran que no existe tal relación, esto se debe a que los factores que estuvieron implicados en cada evento no sean los mismos como por ejemplo, la edad de la semilla, el diferente tiempo a que se pusieron a germinar, entre otros. Sin embargo, se pudo detectar que el mejor tratamiento en el primer experimento fue la escarificación mecánica con un 26% de germinación y para la repetición del experimento fue la escarificación química con un 38% de germinación ; esto quiere decir que es posible eliminar la latencia con escarificación química probando otros

tiempos de exposición al ácido sulfúrico ; la escarificación mecánica, teniendo cuidado en el manejo a la semilla y la escarificación física de remojo y secado. Si comparamos los resultados obtenidos por Osuna (1994), que al escarificar mecánicamente obtuvo el 21% de germinación y del 50% con el mismo tratamiento pero con temperaturas fluctuantes con los obtenidos en este trabajo podemos decir que aun así los porcentajes presentados son bajos, esto confirma que existen otros factores que estén inhibiendo la germinación como puede ser una latencia mixta que se encuentre a nivel de embrión (fotolatenencia o termolatenencia) más la impermeabilidad de la cubierta, o bien que el factor contaminante se encuentre en la semilla por lo que no le permite completar la germinación, aspecto que fue observable durante el experimento.

Para completar los resultados de segundo experimento, también se realizó la prueba de viabilidad con cloruro de tetrazolio al 1%, en donde se obtuvo un 80% de viabilidad que también es un porcentaje bueno, lo que indica que tanto las semillas que se colectaron en 1994 y las que se colectaron en 1997 preservan su viabilidad concluyendo que se clasifican como ortodoxas y además confirmando la participación del factor contaminante ya mencionado.

5.2. VELOCIDAD DE GERMINACION

Los siguientes cuadros muestran la velocidad de germinación que tuvieron las semillas de *Macpalxochitl* en el primer experimento y la repetición de este.

TIEMPO (No días)	TRATAMIENTOS						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
DIA 17 FEBRERO (F.S.)	0	0	0	0	0	0	0
DIA 21 FEBRERO	0	2	0	0	1	0	0
DIA 25 FEBRERO	0	5	0	0	2	2	2
DIA 5 MARZO	0	3	0	0	4	5	1
DIA 1 MARZO	1	3	0	0	2	1	1
TOTAL DE SEM. GERMINADAS	1	13	0	0	9	8	4

Cuadro 7. Velocidad de germinación de las semillas de *C. pentadactylon* bajo los tratamientos pregerminativos utilizados en el primer experimento (Colecta 1994).

TIEMPO (No días)	TRATAMIENTOS						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
DIA 1 OCTUBRE (F.S.)	0	0	0	0	0	0	0
DIA 5 OCTUBRE	0	3	0	0	0	0	0
DIA 9 OCTUBRE	0	3	8	6	3	5	2
DIA 13 OCTUBRE	0	2	8	9	4	3	1
DIA 18 OCTUBRE	0	0	3	2	5	3	1
TOTAL DE SEM. GERMINADAS	0	8	19	17	12	11	4

Cuadro 8. Velocidad de germinación de las semillas de *C. pentadactylon* bajo los tratamientos pregerminativos utilizados en el segundo experimento (Colecta 1997).

En el primer experimento la fecha de siembra fue el día 17 de febrero y la germinación de las semillas de *Chiranthodendron pentadactylon*, comenzó a partir del día 21 de febrero con el tratamiento de escarificación mecánica, a partir de esta fecha las observaciones fueron diarias, pero se registraron los días cuando las semillas presentaban germinación. El día 25 de febrero germinaron 3 semillas más del tratamiento manual (T2) y en los tratamientos de remojo y secado (T5, T6 y T7) también germinaron 2 semillas por tratamiento. Para el día primero de marzo aumentó la germinación en

estos tratamientos y el día 5 de marzo se hizo un registro del total de semillas germinadas. Se hace mención que las semillas que primero germinaron, para esta fecha la plantula ya presentaba 5 cm de altura aproximadamente, por lo que para esta fecha se decidió cambiarlas de sustrato.

Para la repetición del experimento (Colecta 1997), la fecha de siembra fue el día primero de octubre de 1997, las observaciones se realizaron diarias solo registrándose el día en que la semilla germinaba. Para el día 5 de octubre el tratamiento de escarificación mecánica (T2) ya presentaban 3 semillas germinadas, el día 9 de octubre se registro un mayor número de semillas germinadas en los tratamientos con escarificación química, escarificación manual y el de remojo,

para el día 13 de octubre aun continuaban emergiendo, este día se realizo el cambio de sustrato (de papel filtro a insulex) porque comenzaban a presentarse brotes de bacterias, en este cambio se desinfectaron las semillas germinadas con cloro al 1% y el riego se realizaba con captan más ridomil. Al día 18 de octubre se registro el total de semillas germinadas.

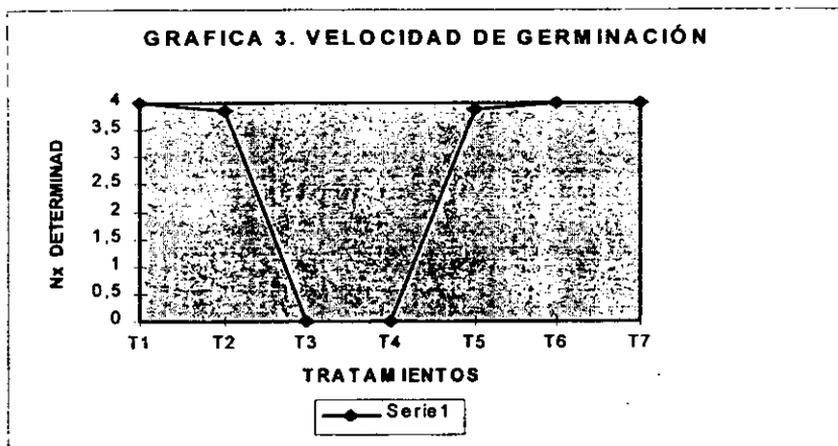
Para la determinación del tiempo de germinación (o número de días requeridos para que emerja la plúmula o la radícula) se utilizó la fórmula siguiente:

$$\text{Nx de días} = \frac{N1T1 + N2T2 + N3T3 + NxTx}{\text{No de semillas germinadas}}$$

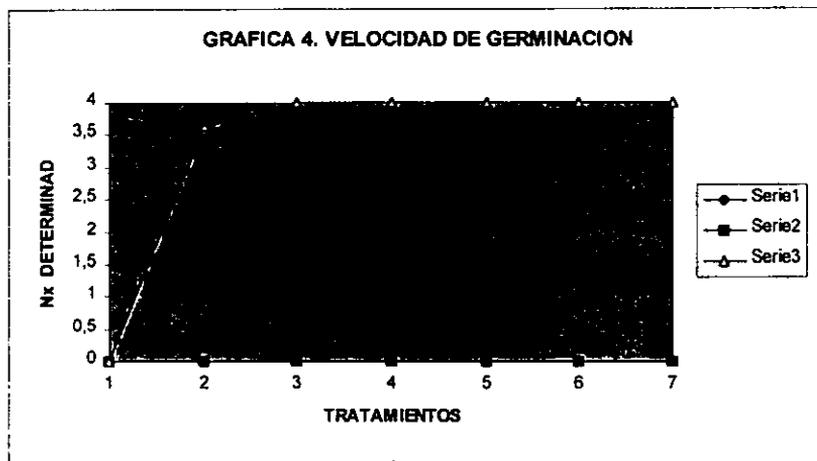
N = Número de semillas que germinaron dentro de los tiempos consecutivos, esto es, el número de semillas que germinaron en los intervalos de tiempo en que fueron tomados los datos de germinación.

T = Indican el tiempo transcurrido entre el inicio de la prueba y el fin del intervalo determinado de medición.

Esta fórmula expresa el vigor de la semilla, también es utilizada para la determinación del número de días requeridos para que emerja la radícula, que es el primer órgano vegetativo que indica la germinación de la semilla.



Las siguientes gráficas (3 y 4) muestran los resultados obtenidos con la fórmula anterior.



La velocidad de germinación en las semillas de flor de manita bajo los diferentes tratamientos de escarificación se muestran en las gráficas 3 y 4, observándose que en el experimento 1 (colecta 1994), el tratamiento de la

escarificación mecánica es el que mostró la mayor velocidad de germinación, esto es, es el tratamiento en el que las semillas empiezan a germinar más rápido. El mismo comportamiento se observa en el experimento 2 (colecta 1997); la mayor velocidad de germinación se obtuvo con semillas escarificadas mecánicamente, aunque como ya se describió, el mayor porcentaje de germinación se observó con la escarificación química, por lo que se puede confirmar que el factor determinante para que los porcentajes de germinación fueron bajos es el factor contaminante.

Además, cabe señalar que García y Perales (1990), observaron que la germinación de la semilla de *Chiranthodendron pentadactylon* fue hasta la cuarta semana, mientras que bajo las condiciones en las que se realizaron nuestros experimentos, la germinación fue observada desde el cuarto día, hecho que podemos explotar en futuros trabajos.

VI. CONCLUSIONES

1. Para incrementar el porcentaje de germinación, es necesario un tratamiento de escarificación a la semilla.
2. La germinación de semillas de Flor de Manita está regulada por la impermeabilidad de la testa, más no por el tiempo de colecta.
3. El mejor tratamiento de escarificación en el primer experimento fue el mecánico con un 26% de germinación seguido de los tratamientos de remojo y secado con un 18 y 16% de germinación que se mantuvieron entre los mejores. Para el segundo evento los mejores tratamientos resultaron ser los de escarificación química con un 38 y 34% de germinación, seguidos de los tratamientos de remojo y secado con un porcentaje de 24 y 22% de germinación.
4. Puesto que aun con los mejores tratamientos de escarificación encontrados en este trabajo, los porcentajes de germinación fueron bajos, es posible que estén implicados otros factores de los cuales el más determinante es el factor contaminante, aunque no se descarta la posibilidad de que presente una latencia mixta como por ejemplo fisiclatencia + termolatencia.
5. Los tratamientos de escarificación en la semilla de Macpalxóchiti, permitieron reducir el tiempo de germinación hasta en un 86.7% con respecto a lo reportado por García y Perales (1990) que la germinación se dio a partir de la cuarta semana.

1. VII. RECOMENDACIONES

- 1. Se recomienda investigar si la semillas de Chiranthodendron pentadactylon tiene algún contaminante y que tratamiento se le puede dar para eliminarlo.**
- 2. Una vez establecidos los tratamientos adecuados de escarificación, que alcancen buenos porcentajes de germinación, es importante continuar con trabajos de investigación enfocados al establecimiento de plántulas de esta especie.**
- 3. De la misma forma, trabajar con distintos tipos de sustrato, hasta encontrar el adecuado para el establecimiento de la semilla o plántula.**
- 4. Iniciar los trabajos de postgerminación (adaptación de plántulas al invernadero) con la finalidad de hacer intensiva la producción de este árbol y en un futuro la posible reforestación en los sitios de colecta así como la creación de plantaciones comerciales.**
- 5. Es importante considerar la variabilidad genética que existe en esta especie, para futuras investigaciones.**

BIBLIOGRAFIA

1. Alvarez, M. y González. 1986. Efecto de la imbibición de la germinación de cuatro especies frutales. Tesis - Ingeniero Agrícola. FES - C. Cuautitlán Izcalli. 120 p.
2. Argueta V. et al . 1994. Atlas de las plantas de la medicina Tradicional Mexicana. II. Instituto Nacional Indigenista. 644 - 645 p
3. Azcon - Bieto, T. 1993. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Edit. Iberoamericana. IMEGRAW - HILL. 850 pag.
4. Baez, V. H. 1986. Evaluación del porcentaje de germinación de una selección de capulín criollo (Prunus capuli Cav.) en la región de Ciudad Serdan Puebla. Tesis Ingeniero Agrícola. FES-C. UNAM México. 78p.
5. Bewley, D. et al. 1997. Seed Germination and Dormancy. Special Review Issue on Plant Vegetative Development. The Plant Cell. Vol 9 Num. 7 July 1055-1066 pag
6. Bradbeer, J. 1992. Seed Dormancy and Germination. Editorial Blackie Academic & profesional. Chapman & Hall. 146 p.
7. Besnier, R. 1989. Semillas, Biología y Tecnología. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid. 637 p.
8. Bye, R. Estrada, L. y Linares M. 1992. Recursos Genéticos en Plantas Medicinales de México. En Avances en el estudio de los Recursos

- Fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C.
México 341- 359 p.
9. Camacho, M. 1987. Mecanismos que inhiben la germinación del Capulín (Prunus serotina) y forma de contrarrestarlos. Tesis Ingeniero Agrícola. UNAM FES-C. México 75 p.
10. Camacho, M. 1997. Dormición de semillas, causas y tratamientos. Editorial Trillas, México, D.F. 117p.
11. Campos, V., et al. 1992. Plantas y flores de Oaxaca. Cuadernos 18. 1B.V. UNAM. Instituto de Biología México. 85 p.
12. Díaz, José L. 1976. Usos de las Plantas Medicinales de México. Monografía Científica II IMEPLAN Ed. México. 31-310 y 311 p.
13. Domínguez, X. 1972. Extractives from the flowers of Chiranthodendron pentadactylon Larr. Phytochemistry. Méx Vol.11 Num. 28 95 p.
14. Duffus, C., Slaughter, C. 1980. Las semillas y sus usos. A.G.T. Editor S.A : 253 pag.
15. Estrada, L.. 1987 El fruto del Macpalxochicahuatl Chiranthodendron pentadactylon Larr. : Tamaño, semillas, plagas, polinización manual. Resúmenes del X Congreso Mexicano de Botánica. Soc. Botánica de México. México Artículo # 514.
16. Estrada L. 1994. Cultivo de Plantas Medicinales, una urgencia Latinoamericana. Lecturas para el Diplomado Internacional. UACH. Departamento de Fitotecnia. Estado de México. 73 - 75 pag.
17. García, E. 1981. Modificaciones al sistema de Clasificación climática de Köppen. Indianapolis 30, México D.F. 243 pag.

18. García, F. y Perales R. 1990. Nota sobre la propagación y pérdida de viabilidad de semillas de *Chiranthodendron pentadactylon* Larr. (Sterculiaceas) Bol. Sociedad Botánica de México. 50 : 157 - 159p. CAB : of Forestry - Abstract 1993.054 - 00913 México.
19. Galindo, M. 1982. Estudio Farmacológico de algunas Plantas Medicinales reportadas popularmente por la población mexicana para el tratamiento de padecimientos cardiovasculares. Tesis - Biología. UNAM. México 51 p.
20. Graham, P. 1990. La reproducción sexual y los factores que afectan. Memorias de la Primera Semana de la Herbolaria en la UNAM. Cuadernos de Extensión Académica # 6. México D.F. 111 - 116 p.
21. Grajales, M. 1986. Manual de Fisiología Vegetal. FES - C. UNAM. 214 p.
22. Gutiérrez, M., et al , 1994. Propagación in vitro del árbol de las manitas *Chiranthodendron pentadactylon* Larr. La Biotecnología en la Horticultura Ornamental. U.A.E.M. México. 19-24 p.
23. Hartmann H. y Kester D. 1995. Propagación de plantas, principios y prácticas. Traducción Marino A. Cuarta reimpression. C.E.C.S.A. México D.F. 809 p.
24. Hatterman, V.; et al 1996. Physiological basis of seed dormancy in woolly cupgrass (*Eriochloa villosa* Kunth.) Weed - Science (USA). Jan - Mar 1996. V.44 (1) 87- 90 pag.
25. Henrickson, J. 1991. *Chiranthofremontia*, an intergeneric hybrid of *Chiranthodendron pentadactylon* and *Fremontodendron* "Pacific Sunset". California State University. Los Angeles C.A. USA v. 13 (1) 239-248 pag. Plant - Taxonomy - and geography.

26. Johnson, CD. 1992. Six new species of Acanthoscelides para North and Central America (Coleoptera : Bruchidae). Department of Biological Sciencies. Review of Agricultural Entomology 080 - 05495. Forestry - Abstracts 1992 053- 08 561. USA.
27. Linares, M. y Bye R. 1993. Jardines Botánicos dedicados a las plantas medicinales. La Investigación Científica de la Herbolaria Medicinal Mexicana. Secretaría de Salud, México. Edición Conmemorativa México D.F. 79 p.
28. Linares, M. Bye R. y Flores P. 1990. Tés curativos de México. Instituto de Biología. UNAM México. Cuaderno 7. México, D.F. 47 p
29. López H. 1994. Estrategias para la conservación de los Recursos Fitogenéticos. Plantas Medicinales de México. Lecturas para el Diplomado Internacional U .A .C .H . México. 49- 62 p.
30. Lozoya, L.X. 1982. Flora Medicinal de México. México. IMSS.
31. Martínez, H., et al 1983. Determinación de algunos parámetros ambientales que influyen en la latencia en semillas de S.griseus (Haw) burb. (Pitayo de mayo). Tesis profesional. ENEP Iztacala, UNAM, México 75 pag.
32. Martínez, M. 1990. Las plantas medicinales de México. Sexta Edición. Ediciones Botas, México, D.F. 657 p.
33. Mc Clintock, E. 1988. Trees of Golden Gate Park. 40 Chiranthodendron pentadactylon Larr. Pacific Horticultural Foundation USA . V.49 (4) 7-9 pag.
34. Niembro, R. 1989. Semillas de plantas leñosas, morfología comparada. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México D.F. 224 pag.
35. Osuna, F. , et al 1994. Efecto de la temperatura y luz , en la germinación de semillas de Flor de Manita (Chiranthodendron pentadactylon Larr.).

p.

36. Osuna, F. R. 1994. Efecto del ambiente hídrico y de la calidad de la luz durante el desarrollo y la deshidratación de semillas maduras de *Sicyos deppei* G. Don. (Cucurbitaceae), sobre la germinación. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM, México D.F. 95 p.
37. Ospina, M. et al 1995. Producción agrícola 1. Enciclopedia agrícola Terranova. Terranova Editores Tomo 1. Bogota, Colombia. 278 pag.
38. Paz, Z: M 1989. Estudio de germinación y Fenología de tres especies medicinales: *Datura innoxia* M., *D. stramonium* L. y *D. wrightii* D. Tesis Biología UNAM. México D.F. 78 p.
39. Perusquia, M. et al . 1995. Vasoactive effects of aqueous extracts from five Mexican medicinal plants on isolated rat aorta. Departamento de Biología Celular, Instituto de Investigaciones Biomedicas. UNAM México. Journal -of-Ethnopharmacology. 46 : 1, 63 - 69 p.
40. Pierik, R.L.M. 1990. Cultivo in vitro de las plantas Superiores. Editorial Mundi - Prensa. México D.F. 93 p.
41. Prasad, P ; Nautival, A. 1996. Physiology of germination in *Bauhinia* : involvement of seed coat in inhibition of germination in *B. racemosa* Lam. Seed. Seed Science and Technology (Switzerland) v.24 (2)
42. Quintana, S. 1994. Contribución al conocimiento de algunos factores que disparan la germinación de *Echinocactus platyacanthus* L.K.R.O. Tesis profesional ENEP Iztacala UNAM, México. 94 pag.

43. Rogel - Gómez, M.A. 1989. Wood anatomy of seven tropical species.
Forestry - Abstracts 050 - 01221.
44. Rovalos, M. y Rojas, G. 1993. Fisiología Vegetal Experimental. Prácticas de Laboratorio. Edit. Limusa. Grupo Noriega Editores México. 269 p.
45. Rojas, G. 1987. Control Hormonal del Desarrollo de las plantas. Fisiología - Tecnología - Experimentación. Noriega Editores. Méx. D.F. 234 p.
46. Rzedowski, J. 1986. Vegetación de México. Editorial Limusa. 324 p.
47. Rzedowski, J. y Equihua, M. 1987. Atlas Cultural de México. Flora. Instituto de Ecología, A.C. Editores SEP. INAH. PLANETA, Méx. D.F.
48. Salisbury, F. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana. Méx. D.F.
49. Salami, H ; Angadji, S; et al . 1995. Physiological basis of seed dormancy in Avena ludoviciana and effective factors in seed dormancy breaking.
Proceedings of the 12th Iranian- Plant Congress 2-7 September. 68 pag.
50. Serrano, C. y Ortega, T. et al .1996. Biological activity of traditional medicines from Spain and Guatemala. Naples, Italy, 9-14 June 1996.
Phytotherapy- Research 10 : Suplement 1, S118- s120 ; 13 ref.
51. Steel, R. y Torriell, J. 1986. Bioestadística Principios y procedimientos. De. McGraw- Hill. México D.F. Segunda Edición 622 p.
52. Teketay, L. 1996. Germination ecology of twelve indigenous and eight exotic multipurpose leguminous species from Ethiopia.
53. Toledo, V . 1975. Chiranthodendron pentadactylon Larreategui (Sterculiaceae) : una especie polinizada por aves percheras. Sociedad Botánica de México. México Vol. 35 : 59-67.

54. Forest Ecology and Management 80 (1996) 209-223, Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Forestry.Ethiopia.
55. Vázquez, G. 1991. El árbol de las manitas. Colección Historia / 11 U .A .E .M . México 55p.
56. Vázquez, Y. Toledo, J. 1989. El almacenamiento de semillas en la conservación de especies vegetales. Problemas y aplicaciones. Boletín de la Sociedad Botánica de México # 49 México D.F. 61 p.
57. Wayne, W. Daniel. 1983. Bioestadística: Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud. De. Limusa, México D.F. Cuarta reimpresión 485 p.

ANEXOS

Cuadro 9. Análisis de Varianza, resultados del Experimento 1.

<i>Factor de Variación</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.c.</i>	<i>F.t.</i>
TRATAMIENTOS	6	96.67	16.11	13.43	3.53
ERROR	28	33.58	1.20		
TOTAL	34	130.25			

C.V. 42.07%

Cuadro 10. Tabla de Comparación de Medias Experimento 1.

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>REPETICIONES</i>	<i>MEDIA</i>	
2	5	5.0940	A
5	5	4.1533	A
6	5	3.8651	AB
7	5	2.4845	BC
1	5	1.2138	CD
4	5	0.7071	D
3	5	0.7071	D

Prueba de Tukey-HDS. Nivel de Significancia 0.05

Cuadro 11. Análisis de Varianza experimento 2.

<i>Factor de Variación</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.c.</i>	<i>F.t.</i>
TRATAMIENTOS	6	111.115	18.52	19.92	
ERROR	28	26.024	0.93		
TOTAL	34	137.140			

C.V. 23.47%

Cuadro 12. Tabla de Comparación de Medias Experimento 2.

TRATAMIENTO	REPETICIONES	M E D I A	
3	5	6.1421	A
4	5	5.8087	AB
5	5	4.9257	ABC
6	5	4.6682	BC
2	5	4.0128	C
7	5	2.4845	D
1	5	0.7071	E

Prueba Tukey- HDS. Nivel de significancia

0.05

TRANSFORMACIONES

Ocasionalmente las suposiciones que fundamentan el análisis de varianza, no son satisfechas por los datos. Un procedimiento alternativo cuando sucede esto, es realizar una transformación de los datos de modo que se satisfagan las suposiciones con más aproximación. Por transformación se entiende un cambio en la escala de medición.

La transformación raíz cuadrada, se usa cuando los datos consisten en números pequeños. El análisis para tales datos enumerativos se logra mejor a menudo transformandolos sacando la raíz cuadrada de cada observación antes de proceder al análisis de varianza.

Cuando intervienen valores muy pequeños, la raíz cuadrada del valor tiende a corregir en exceso, así que el intervalo de los valores transformados que dan una media pequeña, puede ser mayor, por esta razón se recomienda a raíz cuadrada del valor más un medio