

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN.

T E S I S

Que para obtener el título de:

B I O L O G O

P R E S E N T A:

Marycarmen Jiménez de Loera

Director de Tesis: Dra. Alicia Enriqueta Brechú Franco

México, D.F.

Junio del 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Datos del Jurado

1.-Datos del alumno

Jiménez
De Loera
Marycarmen
01 442 713 22 25
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
405015397

2.-Datos del tutor:

Dra.
Alicia Enriqueta
Brechú
Franco

3.-Datos del Sinodal 1

M. en C.
Ramiro
Cruz
Durán.

4.-Datos del sinodal 2

Dr.
Ángel
Villegas
Monter.

5.- Datos del sinodal 3

M. en C.
Ela
Alcantára
Flores.

6.- Datos del sinodal 4

Biól.
Yolanda de Jesús
Hornelas
Orozco

7.-Datos del trabajo escrito

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU
PROPAGACIÓN.
126 p.
2012.

DEDICATORIA

Primeramente a mis padres: Teresa de Loera Piña y Fidel Jiménez Pineda, por darme libertad en las tomas de decisiones de mi vida, brindarme apoyo, tanto económico como emocional y desde luego, su total amor incondicional. Los quiero, desde mi muy particular forma de ser y los admiro.

A mi hermano, Fidel Jiménez de Loera, por ser un acompañante de aventuras y peleas.

A Joshua I. Dávila Rivera, por compartir dificultades de vida, en las buenas y en las malas, en las impresiones, descomposturas de computadoras, en las interminables horas de entretenimiento digital japonés. Y en un interminable etcétera.

A mi queridísima Mariana de Alba Alvarado, a quien pronto llamaré colega.

A mi asesora de tesis Alicia Enriqueta Brechú por su paciencia, cariño y dedicación.

Y por último, a mi pequeño genio Linus Dávila Jiménez que es detonante de creatividad.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos y cada uno de los integrantes del Laboratorio de Estructura y Fisiología de Plantas de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Primeramente darme la oportunidad, y recibirme con los brazos abiertos, destinándome su confianza y cariño. Y en segundo lugar, por permitirme lograr una meta en mi vida.

Dr. Laguna Hernández Guillermo, le agradezco de todo corazón el defenderme en mi derecho a la estancia en el taller de plantas medicinales, asesorarme lúcidamente y con absoluto profesionalismo en el análisis de la anatomía de *J. mexicana*. ¡Gracias! Por acompañarme a las sesiones de microscopía de barrido y estar presente en cada paso del proceso de la edición de imágenes, así como participar ávidamente en las correcciones pertinentes.

Dra. Osuna Fernández Helia Reyna, le agradezco manifestarme su compañerismo, afecto y confianza.

Dra. Alicia Enriqueta Brechú Franco especialmente agradezco el brindarme su asesoría, que conllevó una guía, excepcional, tanto en el terreno académico como en el trato personal, su cariño, y calor humano me permitieron alcanzar mis metas en este trabajo.
¡Muchas gracias Alicia!

Dr. Gómez Campos Armando del Laboratorio de Etnobotánica, por ayudar en la interminable colecta del material, así como en el contacto con los pobladores de Xochipala Guerrero.

Dr. Ángel Villegas Monter, por los consejos de reproducción, cuidado y germinación de la planta.

Dra. Ma. del Pilar Ortega Larrocea, a cargo del Laboratorio de Microcosmos Bioedáfico del Departamento de Edafología Instituto de Geología, UNAM

M. en C. Mónica Rangel Villafranco, quién me brindó cariñosamente sus consejos, y conocimiento en el Invernadero del Instituto de Geología de la UNAM y quien me entusiasmó ávidamente en el estudio de *Jacaratia mexicana*.

M. en C. Laura Patricia Olguín Santos encargada del invernadero de la Facultad de ciencias de la UNAM, por permitir el crecimiento de las plantas germinadas de *J. mexicana*.

M en C. Benjamín Leal Acevedo y al Físico Francisco García Flores, responsables de la Unidad de Irradiación y Seguridad Radiológica Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, por ayudarnos con el tratamiento y la esterilización de sustrato con radiaciones que nos permitieron un trasplante de plantas libres de nemátodos.

Bióloga Yolanda Hornelas Orozco, del Instituto de Ciencias del mar y Limnología, por generar las mejores microfotografías de barrido obtenidas para este trabajo.

A Don Gabriel Heredia, a la Sra. Juanita Bello, y al Sr. Fidel Heredia, habitantes de Xochipala, Guerrero, por recibirme en su casa, y enseñarme el hábitat natural del bonete, así como su relación con el entorno, entre la selva baja y las ruinas antropológicas de nuestros antepasados.

M. en B. María Eugenia Muñiz Díaz de León, Técnico Académico, por el apoyo brindado en el Taller de Biología de Plantas I y II. Facultad de Ciencias, UNAM.

Al M. en C. Ramiro Cruz Durán, Dr. Angel Villegas Monter, Biol. Yolanda de Jesús Hornelas Orozco y a la M. en C. Ela Alcántara Flores, por la revisión exhaustiva y precisa del manuscrito de tesis cuyos comentarios enriquecieron el trabajo.

A la M. en C. María del Rocío Ruenes-Morales. Profesora Investigadora, (UADY), por la amabilidad de compartir su conocimiento, de etnobotánica, sobre los huerto familiares y *J. mexicana*.

AGRADECIMIENTOS

Páginas

ÍNDICE.....	VI
Índice de cuadros.....	VIII
Índice de Figuras.....	IX
RESUMEN.....	X
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
2.1 Justificación.....	6
2.2 Objetivos.....	7
3. MARCO DE REFERENCIA.....	8
3.1 <i>Jacaratia mexicana</i> . Un árbol característico de la Selva baja caducifolia en México. Ecología y Distribución.....	8
• Ubicación Taxonómica	11
3.2 Descripción botánica de la planta.....	13
• Forma del árbol.....	14
• Madera.....	16
• Hojas.....	18
• Flores.....	21
• Frutos.....	29
• Semillas.....	33
• Análisis de los datos de la descripción botánica.....	35
4. MARCO HISTÓRICO.....	36
4.1 Importancia Etnobotánica del Bonete:.....	36
• Taxonomía prehispánica.....	39
• Una planta medicinal de la selva baja.....	40
• Planta comestible.....	43
• Estudios contemporáneos	47
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	49
5.1 Observaciones frutos y semillas.....	49
• Sitios y colectas.....	49
• Sitios de trabajo.....	50
• Observación de Frutos y semillas 2007.....	50
• Observación de Semillas del 2009.....	51
5.2 Estudio anatómico e histoquímico de semilla.....	51
• Técnicas histoquímicas.....	51

• Microscopía de Barrido.....	53
• Procesamiento digital de imágenes.....	54
5.3 Estudios de propagación de <i>J. mexicana</i>	56
• Experimento 1: Viabilidad de las semillas.....	56
• Experimento 2: Imbibición de Semillas.....	58
• Experimento3: Emergencia de plántulas.....	60
6. RESULTADOS.....	61
• Observación de frutos 2007.....	61
• Observación de frutos 2009.....	63
• Morfología de semillas del 2009.....	67
• Estudio anatómico e histoquímico de semilla.....	70
• Viabilidad e imbibición de las semillas y emergencia de plántulas de <i>J. mexicana</i>	89
7. DISCUSIÓN.....	93
• Descripción anatómica de las semillas.....	96
• Viabilidad, Imbibición y Emergencia de <i>J. mexicana</i>	97
8. PROTOCOLO de reproducción de <i>Jacaratia mexicana</i>	98
9. CONCLUSIONES.....	105
10. BIBLIOGRAFIA CITADA.....	106
11. APÉNDICE ANEXOS.....	112

Índice de cuadros

	Página
Cuadro 1. Diferentes sistemas de clasificación para <i>J. mexicana</i>	12
Cuadro 2. Cronología de las sinonimias de <i>J. mexicana</i>	12
Cuadro 3. Comparación de la forma del árbol de <i>J. mexicana</i> .	15
Cuadro 4. Descripción anatómica de la madera de <i>J. mexicana</i> (Zuleta, 2003).	17
Cuadro 5. Comparación de la descripción de las hojas de <i>J. mexicana</i>	19
Cuadro 6. Comparación de la descripción de la flor masculina de <i>J. mexicana</i>	23
Cuadro 7. Comparación de la descripción de la flor femenina de <i>J. mexicana</i>	27
Cuadro 8. Fenotipos del fruto de <i>J. mexicana</i> definidos por Olivares (2003)	30
Cuadro 9. Comparación de la descripción del fruto de <i>J. mexicana</i> .	31
Cuadro 10. Comparación de la descripción de la semilla de <i>J. mexicana</i> .	33
Cuadro 11. Principales autores que describen morfológicamente <i>J. mexicana</i>	35
Cuadro 12. Distribución Geográfica de los nombres de <i>Jacaratia mexicana</i>	40
Cuadro 13. Usos medicinales de <i>Jacaratia mexicana</i>	42
Cuadro 14. Cronología de estudios de la actividad enzimática de <i>J. mexicana</i>	47
Cuadro 15. Resultados esperados con la técnica Cuádruple de Johansen	52
Cuadro 16. Diferentes Tipos de fruto colectados en 2007	61
Cuadro 17. Diferentes parámetros de los Tipos de fruto colectados en 2009	63
Cuadro 18. Mediciones de semillas frescas y secas provenientes de los frutos Tipo 1, 2 y 3.	68
Cuadro 19. Radios mayores de las crestas de las semillas de <i>J. mexicana</i> (μm)	69
Cuadro 20. Características morfológicas de los Tipos 1, 2, 3 de semillas de <i>J. mexicana</i>	69
Cuadro 21. Mezclas de sustratos empleadas en pruebas de germinación de <i>J. mexicana</i>	101

Índice de Figuras

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN.

	Página.
Figura 1. Factores causantes de la desaparición de <i>J. mexicana</i>	6
Figura 2. Mapa de distribución geográfica de <i>J. mexicana</i> .	9
Figura 3. Perfil climático y potencial distribución de <i>J. mexicana</i> en el estado de Veracruz.	11
Figura 4. Árbol de <i>J. mexicana</i> .	15
Figura 5. Madera de <i>J. mexicana</i>	17
Figura 6. Hojas de <i>J. mexicana</i> .	20
Figura 7. Flores sexualmente variables de <i>J. mexicana</i>	21
Figura 8. Flor masculina de <i>J. mexicana</i>	25
Figura 9. Flor femenina de <i>J. mexicana</i>	26
Figura 10. Fruto de <i>J. mexicana</i> .	30
Figura 11. Esquema de fruto, placentación y semilla	34
Figura 12. Venta de semillas en el día de Tianguis (Mercado de Iguala)	45
Figura 13. Mapas de sitios de colecta, Años 2007 y 2009.	50
Figura 14. Metodología del análisis anatómico e histoquímico en semillas de <i>J. mexicana</i> .	55
Figura 15. Prueba de viabilidad en semillas de <i>J. mexicana</i>	57
Figura 16. Tipos de fruto, año 2007.	62
Figura 17. Diferentes frutos año 2009	63
Figura 18. Fruto Tipo 1 de <i>J. mexicana</i> .	64
Figura 19. Fruto Tipo 2 de <i>J. mexicana</i> .	65
Figura 20. Fruto Tipo 3 de <i>J. mexicana</i>	66
Figura 21. Morfología de la semilla de <i>J. mexicana</i>	67
Figura 22. Comparación morfológica de semillas de los frutos Tipo 1, 2 y 3. de <i>J. mexicana</i>	70
Figura 23. Ilustración de las capas que constituyen a la semilla madura de <i>J. mexicana</i>	71
Figura 24. Diagrama de las capas embrionarias de la semilla madura de <i>J. mexicana</i>	72
Figura 25. Sarcotesta de <i>J. mexicana</i>	73
Figura 27. Sarcotesta Interna de <i>J. mexicana</i>	74
Figura 28. Mesotesta de <i>J. mexicana</i> .	75
Figura 29. Endotesta con cristales de <i>J. mexicana</i>	76
Figura 30. Exotegmen de <i>J. mexicana</i>	77
Figura 31. Mesotegmen de la semilla de <i>J. mexicana</i> .	78
Figura 32. Tegmen de la semilla de <i>J. mexicana</i>	79
Figura 33. Cutícula nucelar de <i>J. mexicana</i> .	80
Figura 34. Embrión de <i>J. mexicana</i>	81
Figura 35. Radícula de semilla de <i>J. mexicana</i>	83
Figura 36. Cotiledones de semilla en <i>J. mexicana</i> ,	85
Figura 37. Endospermo en la semilla de <i>J. mexicana</i>	86
Figura 38. Prueba de tinción. Sudan IV	87
Figura 39. Viabilidad de semillas de <i>J. mexicana</i> , colectadas en los años 2007 y 2009	88
Figura 40. Prueba de imbibición en semillas de <i>J. mexicana</i> .	90
Figura 41. Emergencia de plántulas, de <i>J. mexicana</i> .	91
Figura 42. Emergencia máxima de plántulas de <i>J. mexicana</i> .	91
Figura 43. Recolección de frutos de <i>J. mexicana</i> .	92
Figura 44. Extracción de semillas del Fruto de <i>J. mexicana</i> .	99
Figura 45. Remoción mecánica de la sarcotesta de semillas de <i>J. mexicana</i>	100
Figura 46. Desinfección del sustrato por medio de hipoclorito de sodio	102

RESUMEN

La selva baja caducifolia (SBC), cuenta con más 20 millones de hectáreas en la República Mexicana, desde Sonora hasta Chiapas, y desde el sur de Tamaulipas al norte de Yucatán, así como 56 mil hectáreas aproximadamente ubicadas en porciones de Puebla, Hidalgo, Oaxaca y Morelos (Zulueta *et al.*, 2006). Sin embargo estas masas arboladas sufren uno de los índices más altos de deforestación en el mundo (estimado en 2.02% por WWF)¹, que conduce a la transformación del paisaje, erosión del suelo, alteraciones en el ciclo hidrológico del país y por consecuencia la pérdida de más especies animales y plantas; ello repercute en la respuesta agroproductiva de los campesinos, lo que conduce al paulatino deterioro de los recursos naturales de nuestro país.

Jacaratia mexicana A. DC (Caricaceae) es una especie de la SBC, endémica de México, y altamente vulnerable a la desaparición por la acelerada destrucción de su hábitat, imperceptible regeneración natural y consumo irracional. El Bonete, nombre común de la especie, tiene importancia etnobotánica por su uso medicinal, su consumo alimenticio y forrajero y su actual uso en la bioquímica contemporánea para extraer la mexicaína, enzima proteasa que se utiliza en diversos procesos industriales, principalmente en la tecnología de alimentos y como medicamento. (Zulueta, 2003).

En el estado de Guerrero, los pobladores de la comunidad de Xochipala, municipio de Eduardo Neri, señalan la escasez de árboles de esta especie, antes abundante y apreciada por sus diferentes usos, lo que motivó el interés por recopilar el conocimiento empírico y ensayos científicos de la propagación natural y artificial de esta planta, y por describir la estructura y composición química de la semilla, que es la materia prima principal para proponer un protocolo de propagación para reforestación en su hábitat.

Se inició con el estudio de la morfología de frutos y semillas, y se describió la anatomía e histoquímica de la semilla al microscopio óptico, complementando con observaciones al Microscopio Electrónico de Barrido (MEB). Enseguida se estableció la viabilidad de las

¹ *Devastación de casi 300 mil hectáreas por año, que supera hasta en tres veces la ocurrida en los bosques de coníferas, y en una vez y media la de las selvas tropicales húmedas, lo que coloca a las selvas secas del suroeste de México entre las diez ecorregiones más amenazadas del mundo, según la Wild World Foundation (Zulueta et al., 2006).*

semillas y el porcentaje de emergencia de plántulas, dependiente del tiempo de imbibición de semillas.

De la descripción completa de cada capa de la semilla destacan: la sarcotesta, altamente hidrofílica, de consistencia mucilaginosa, citada como causante de la latencia en la semilla por la presencia de inhibidor (Lange, 1961; Ortíz, 1974); la endotesta, el exotegmen, y el mesotegmen, que aportan alta resistencia a la cubierta de la semilla, lo que permite su permanencia en los ambientes de sequía y alta temperatura de la SBC. Se reveló que la principal reserva nutritiva del endospermo y embrión son proteínas y en segundo lugar aceites.

Los ensayos de propagación permiten delimitar algunas condiciones idóneas para futuros cultivos y prever el rendimiento de plántulas. La viabilidad de las semillas fue de 52% a 68%, la emergencia de plántulas por arriba del 60% con periodos de imbibición menores a 8hr. Los estudios estructurales y fisiológicos de la especie en este trabajo, sientan las bases para generar un protocolo de propagación a bajo costo, con un potencial económico que induce al manejo adecuado de los recursos naturales por los pobladores de Xochipala y comunidades aledañas. Ello permitirá incorporar a la especie en un proceso de reforestación que contribuya al uso responsable de la selva baja.

1. INTRODUCCIÓN

México es un país multicultural, producto de un territorio que se extiende sobre 1,958,200 km², el cual se encuentra surcado por cadenas montañosas que corren de norte a sur y que terminan convergiendo en el extremo meridional formando nudos montañosos notables. El relieve en su mayor parte es de origen volcánico, lo cual revela intenso dinamismo de vientos y de la humedad oceánica. Ello explica la enorme diversidad de condiciones ambientales existentes en valles, cañadas, en los numerosos gradientes desde el nivel del mar hasta más allá de los 5.600 metros de altitud, en las lagunas costeras, marismas, bosques y selvas profusamente distribuidas por doquier (Guevara, 1999).

Cada uno de los sitios es peculiar, desde el punto de vista de sus características físicas y de la flora y fauna de extraordinaria riqueza, proveniente del sur y del norte del continente, que ha encontrado afinidades tropicales y templadas en los innumerables hábitats, los cuales por su aislamiento entre sí, han favorecido el mantenimiento y aumento de la diversidad biológica (Guevara, 1999).

La diversidad de climas en el país se refleja en los numerosos tipos de vegetación con los que cuenta y a esto se suma la abundancia de grupos étnicos que han habitado a lo largo del tiempo en estas tierras. La riqueza multicultural ha dejado evidencias en los actuales usos de la flora regional, tanto en la medicina, como en la alimentación y el uso ornamental de las plantas, demostrando la particular interacción que ha existido entre el ser humano y su entorno biológico.

La selva baja caducifolia (SBC), también llamada selva seca o bosque tropical caducifolio (BTC), cuenta con más 20 millones de hectáreas en la República Mexicana en las que predomina la selva seca, desde Sonora hasta Chiapas, y desde el sur de Tamaulipas al norte de Yucatán, sin contar las aproximadamente 56 mil hectáreas ubicadas en pequeñas porciones de Puebla, Hidalgo, Oaxaca y Morelos (Zulueta *et al.*, 2006).

De entre la riqueza perteneciente a este tipo de vegetación destaca el bonete, nombre común de la especie *Jacaratia mexicana* A. DC. (Caricaceae), que se encuentra coligada al paisaje. Esta especie tiene importancia etnobotánica, por su uso como un antihelmíntico,

desparasitante, desinflamante de aftas y alguno que otro malestar estomacal. El consumo de sus frutos y semillas con alto contenido de látex provee de propiedades medicinales a la planta. Su actual uso es de consumo alimenticio entre los pobladores de la región, aprovechando principalmente el fruto y la semilla, así, como el potencial uso forrajero de ramas y troncos. Aunado a ello está la posibilidad del comercio a partir de sus propiedades enzimáticas, dada la extracción a niveles industriales de la mexicaína, para su uso como ablandador de carne (Bautista, 2000; Ayala, 2003; Zuleta, 2003; Olivares, 2003).

Sin embargo, las masas arboladas del trópico seco mexicano no sólo sufren uno de los índices más altos de deforestación (estimado en 2.02% por WWF)² y de pérdida del total de especies (de 90 a 95%), sino que la transformación del paisaje y la erosión del suelo provocan alteraciones en el ciclo hidrológico, lo que limita el crecimiento de las plantas, repercute en la respuesta agroproductiva esperada y conduce al paulatino deterioro de los recursos naturales de una región. El riesgo de desaparición, depende del desmonte que la agricultura demanda para el establecimiento de cultivos de riego; de las prácticas tradicionales de roza, tumba y quema; de la ganadería extensiva (pastoreo de vacas y cabras). Actividades que persiste en distintas zonas rurales del país (Zulueta *et al.*, 2006),

Esta pérdida de nuestra diversidad esta ligada de manera paralela, en el contexto del discurso de la globalización (económica, cultural y científica) donde se corre el riesgo de acentuar la homogeneización cultural, que significa la pérdida de una riqueza incalculable.

Los esfuerzos mundiales para encontrar una forma más equilibrada en la deteriorada relación hombre con su entorno natural, con lleva una serie de acciones para que se revierta el proceso de deterioro ambiental en el que está el ser humano moderno. Una de las premisas para la conservación de la diversidad biológica es conocer los recursos naturales que tenemos, la forma de utilizarlos, aprovecharlos y sobretodo rescatar el conocimiento de aquellas culturas que siempre han considerado al hombre como parte de la naturaleza (Didier, 1995).

² *Devastación de casi 300 mil hectáreas por año, que supera hasta en tres veces la ocurrida en los bosques de coníferas, y en una vez y media la de las selvas tropicales húmedas, lo que coloca a las selvas secas del suroeste de México entre las diez ecorregiones más amenazadas del mundo, según la Wild World Foundation (Zulueta et al., 2006).*

Es importante hablar de la flora del país, el recurso vegetal al alcance de los mexicanos, ya que la única manera de detener ese proceso de deterioro es recuperando la diversidad cultural de nuestro país, no solamente porque representa posibilidades de mejorar la calidad de vida de la población, y un fructífero campo para generar información científica propia, sino como una parte fundamental de nuestro patrimonio cultural, que significa, entre otras cosas, un sentido de identidad y pertenencia a una comunidad nacional (Didier, 1995).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Jacaratia mexicana A. DC., es una especie endémica de México que presenta una amplia distribución en la selva baja caducifolia (SBC) del país. Particularmente, en el estado de Guerrero, los pobladores de la comunidad de Xochipala señalan su importancia medicinal al consumir el látex de frutos y corteza, o las semillas. Se reporta como fruto comestible, para humanos y su uso forrajero, empleando troncos y ramas para alimentar ganado en época de sequía.

La explotación irracional de los mismos pobladores de Xochipala, junto con otros factores de manejo, han provocado una merma de individuos y la escasez de árboles se ha tornado en una preocupación.

J. mexicana es una especie vulnerable a la desaparición, debido a la acelerada destrucción de su hábitat e imperceptible regeneración natural, que restringe su ámbito de distribución y por ello se encuentra al borde de la extinción (Zulueta, 2003).

Existen factores específicos que intervienen en la merma de los árboles de esta especie, que se pueden clasificar en tres grandes rubros: factores ambientales, factores antropogénicos y factores biológicos (Figura 1).

Factores Antropogénicos El principal factor antropogénico es la alarmante tasa de deforestación e indiscriminado cambio de uso del suelo, que determina la fragmentación y el

destino final de SBC; esto se da por la obtención de leña, fuegos intencionales y apertura de áreas destinadas para la ganadería y la agricultura (Zulueta, 2003).

Un segundo factor antropogénico es la explotación del árbol al coleccionar sus frutos para uso tradicional: medicinal, alimenticio, forrajero. Los árboles de *J. mexicana* son muy altos, los frutos se encuentran en la punta de las ramas y maduran en semanas o meses, durante la temporada de secas. No cambian totalmente el color verde al madurar, sino sólo se crean manchas de color amarillas rojizas; los frutos no se caen hasta que empiezan a descomponerse (Noguera *et al.*, 2002).

Debido a estas características, para obtener los frutos se emplea una técnica de colecta agresiva, que consiste en subirse al árbol, provocando desgarre en la corteza, y ruptura de ramas laterales, dejándolo susceptible a infecciones, que acarrearán la muerte del mismo.

Un tercer factor es el desconocimiento tanto empírico y científico de la propagación natural y artificial de esta planta. Como no se conoce su reproducción, no existe la posibilidad de iniciar una reforestación en su hábitat.

Factores Ambientales. El cambio climático global modifica los ciclos hidrológicos, lo que deriva en un bajo establecimiento de plántulas y un lento crecimiento de las plantas adultas en la SBC (Zulueta, 2006).

Factores Biológicos: *J. mexicana* es una planta polígamodioica (Font Quer, 1965), en la que las flores hermafroditas, masculinas y femeninas se distribuyen en dos tipos de individuos: masculinos y femeninos. Este es un fenómeno ampliamente presente en especies tropicales, que puede abarcar del 10% al 30% de las especies en algunos sitios.

La separación de las estructuras reproductivas trae como consecuencia la erosión genética de ésta especie, ya que la fecundidad en *J. mexicana* no depende tanto de su tamaño, sino más bien de su éxito en la polinización y acumulación de nutrimentos. *J. mexicana* necesita varias polinizaciones para lograr la producción máxima de semillas, lo cual frecuentemente no sucede, ya que si hay una baja densidad de individuos dioicos en un fragmento de selva, como a menudo ocurre con esta especie, hay una probabilidad alta que la polinización no se lleve a cabo. (Bullock, 1981; Nieves, 1995; Mack, 1997; en Zulueta, 2003).

La polinización se logra por mimetismo visual y de olor. Las flores femeninas carecen de

recompensa para los polinizadores, pero tienen olor parecido al de las masculinas, las cuales producen un poco de néctar (ca. 1.9 ml) con un alto contenido de aminoácidos (8.7 en la escala de 10). Se ha observado que mariposas nocturnas (*Sphingidae*) visitan a ambos sexos; abejas nocturnas (*Megalopta sp*, *Haictiae*) visitan al menos las flores masculinas, pero son difíciles de observar. La flor masculina dura 1 o 2 noches y la femenina parece durar dos a tres veces más (faltan datos experimentales) (Baker and Baker, 1973; Bawa, 1980; en Noguera *et al.*, 2002).

Complementando los problemas generados por la separación de los sexos y de la polinización, Aguirre *et al.*, (2007) en su estudio, revela que hay diferencias, entre la germinación y la sobrevivencia de las semillas, que provienen de individuos machos, y hembras; “*la producción de estructuras femeninas en individuos machos, los que comúnmente se denominan machos fructíferos... resultados muestran que las semillas provenientes de machos fructíferos germinan y sobreviven con una probabilidad tres veces menor que las semillas provenientes de árboles hembra*”

A esto se le suma la herbivoría durante la fase inicial de establecimiento de sus plántulas, así como bajos porcentajes de enraizamiento a través de la reproducción vegetativa

La Figura 1 engloba los tres principales factores que inducen la pérdida de poblaciones de *J. mexicana*



Figura 1. Factores causantes de la desaparición de *J. mexicana* (Noguera *et al.*, 2002, Zulueta, 2003; Aguirre *et al.*, 2007; Aguirre *et al.*, 2008;).

2.1 Justificación

Jacaratia mexicana es considerada como recurso forestal no maderable de la SBC con notable importancia utilitaria, que data desde la época prehispánica, como planta medicinal, y alimenticia, hasta nuestros días, con el uso biotecnológico en la producción de enzimas.

La desaparición de esta especie, su importancia cultural, y sociológica, nos deriva en el planteamiento de generar conocimiento que permita el restablecimiento de ésta, de manera natural o artificial, buscando alternativas al uso actual, así como su conservación *in situ* y *ex situ*.

Este trabajo permite generar una propuesta para la propagación de esta planta, de bajo costo, que induce al manejo adecuado de los recursos naturales de los mismo pobladores de la región de Xochipala que permitirá incorporarla al proceso de reforestación de las zonas aledañas a sus comunidades, contribuyendo al manejo responsable de la SBC del Sur del País y con esto al resguardo del conocimiento tradicional que es heredado de nuestros antepasados, mismo que nos genera sentido de pertenencia a una comunidad nacional que en estos momentos necesita enfocarse hacia propuestas útiles dentro del actual entorno de inestabilidad del país.

Hasta el presente año sólo existe un folleto técnico “¿Cómo propagar árboles que se usan en medicina tradicional?” (Brechú Franco, 2009), donde se incluye la descripción las experiencias y recomendaciones para la producción de plantas de *J. mexicana*. Sin embargo, no hay una publicación científica formal que contribuya al conocimiento biológico de la reproducción sexual y vegetal de la planta, lo que limita el conocimiento de esta especie.

De esta forma, en el presente trabajo se ha generado conocimiento básico acerca de la estructura de la semilla y su propagación, lo que permite en primera instancia contar con una base para futuros estudios en el área de anatomía y fisiología vegetal, que permitan establecer metodologías prácticas, de bajo costo de la especie *J. mexicana*.

2.2 Objetivos

Objetivo General

Describir la anatomía e histoquímica de las principales estructuras que constituyen la semilla de *Jacaratia mexicana* y sentar las bases para elaborar un esquema que permita la propagación de la especie en el estado de Guerrero.

Objetivos específicos

- Describir la morfología de frutos y semillas de *Jacaratia mexicana*
- Estudiar la anatomía e histoquímica de la semilla de *Jacaratia mexicana*.

- Establecer la capacidad de imbibición y viabilidad de las semillas de *J. mexicana*.
- Establecer el porcentaje de emergencia de plántulas, dependiente del tiempo de imbibición, de *J. mexicana*.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 *Jacaratia mexicana*. Árbol característico de la selva baja caducifolia en México. Ecología y Distribución.

Ortiz Ramírez (1974) hace una compilación describiendo el tipo de vegetación en que se distribuye *J. mexicana* basada en las observaciones personales de profesores del Departamento de Botánica de la ENCB, especialmente del Biólogo Roberto Cruz C. Se presenta a continuación:

“J. mexicana vive en la zona denominada bosque tropical deciduo y subdeciduo en las regiones cálidas de la República Mexicana, como se indica en el mapa adjunto.

En estado silvestre se encuentra ampliamente distribuido, pero en muy baja densidad, prefiere terrenos inclinados entre 10 y 30 ° de pendiente en suelos inmaduros, muy bajos en contenido de nutrientes, someros y de textura arenosa. Prefiere sustratos geológicos de naturaleza ígnea o metamórfica aunque puede soportar influencia de sustratos calizos. Habita en altitudes que van desde el nivel del mar hasta 1350 m, sin embargo, la mayoría de las plantas observadas se encuentran por debajo de los 500 m. La amplitud de los límites altitudinales en que crece el “cuaguayote”, están en función directa de las condiciones ecológicas, en particulares, la circulación local de los vientos y la temperatura”

La descripción de Ortiz Ramírez (1974) es complementada por Zulueta *et al.* (2006) quien hace un estudio bibliográfico comparativo de la distribución de la especie, señalando los estados de la República donde se ha colectado o llevado un registro de su presencia:

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

“*J. mexicana* (Caricaceae) es una especie arbórea nativa del neotrópico) y originaria de México (Zulueta, 2003) considerada como un componente particular y distintivo de la SBC que puede estar presente en Selva Mediana Subperennifolia y Subcaducifolia (perturbadas) y/o formar parte de las asociaciones transicionales, en los puntos de contacto de la vegetación templada y tropical de SBC, y del bosque de coníferas y encino (Zulueta, 2003) (Figura 2)

Mapa de distribución geográfica

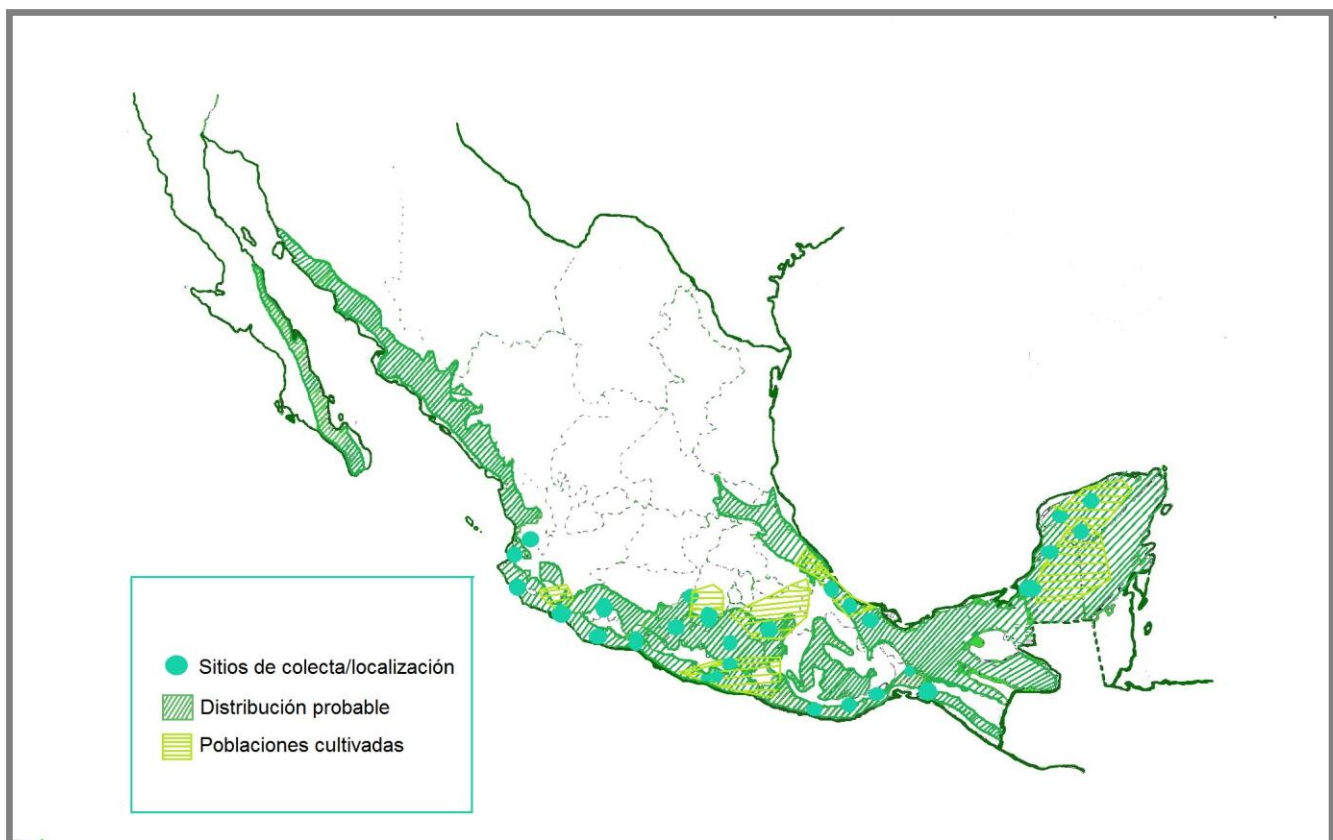


Figura 2: Mapa de distribución geográfica de *J. mexicana*. Los puntos son los sitios de colecta de especímenes. El entramado horizontal representa las poblaciones cultivadas y el entramado en diagonal sugiere una posible distribución. Este mapa es adaptado de Ortiz Ramírez (1974), empleando datos de colecta de Gómez (2000), así como de Arias *et al.*, (2010).

En cuanto a la distribución geográfica, esta formación es particularmente característica de la vertiente del Pacífico mexicano, pudiéndose encontrar en el extremo sur de Baja California y desde el sur de Sonora y suroeste de Chihuahua hasta Chiapas, así como en el Istmo de Tehuantepec y gran parte de la Depresión Central de Chiapas; mientras que en la vertiente

del Atlántico se localizan tres manchones aislados (Rzedowski, 1998):

1. En el sur de Tamaulipas, sureste de San Luis Potosí, extremo norte de Veracruz y noreste de Querétaro.
2. En el centro de Veracruz (entre Nautla, Alvarado, Xalapa y Tierra Blanca, incluyendo las inmediaciones del puerto de Veracruz).
3. En la parte norte de la Península de Yucatán, donde ocupa la mayor parte del estado de Yucatán y una fracción de Campeche.

También se reporta para la cuenca del Balsas, Morelos y Puebla (Pennington y Sarukhán, 1998), además de numerosos y casi imperceptibles enclaves que se intercalan en la zona de matorrales xerófilos localizados en Hidalgo, Querétaro, Guanajuato y San Luis Potosí (Rzedowski, 1998).” (Figura 2)

Existen varios reportes de estudios sobre distribución de la especie por estados, impulsados por las Universidades o por los gobiernos locales, entre los cuales están Jalisco, Michoacán, Guerrero, Morelos, Yucatán y Veracruz. En ellos, *J. mexicana* aparece sólo en listados florísticos. El instituto de Ecología, en el estado de Veracruz realizó un estudio bioclimático de su flora en el fascículo dedicado a la familia Caricaceae (Gómez, 2000), donde se destacan los rangos climáticos de temperatura, humedad, suelo, precipitación, que ejercen un control en el desarrollo y la distribución de las plantas. Se elabora un perfil climático de *J. mexicana* con base en sitios de colecta del estado y define una distribución potencial de la misma (Figura 3).

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

Perfil Climático y potencial distribución de *Jacaratia mexicana*.

Perfil climático obtenido con base en los sitios de colecta de *Jacaratia mexicana* A. DC.

PARÁMETRO	INTERVALO GENERAL CLIMÁTICO	INTERVALO MÁS FRECUENTE
*Climas	Aw ₁ , Aw ₀	Aw ₁
*Altitud	1 a 500 m	1 a 200 m
*Promedio anual de temperatura media	23 a 26 °C	24 a 26 °C
*Promedio anual de temperatura máxima extrema	33 a >35 °C	>35 °C
*Promedio anual de temperatura mínima extrema	14 a 16 °C	15 a 16 °C
Promedio anual de temperatura mínima extrema media	8 a 12 °C	8 a 10 °C
*Precipitación total anual	800 a 1200 mm	800 a 1000 mm
Promedio anual de lluvia máxima en 24 horas	20 a 40 mm	20 a 30 mm
Lluvia máxima en 24 horas (<i>maximum maximorum</i>)	100 a 300 mm	100 a 200 mm
Número de días con precipitación apreciable	<80 a 100	<80
*Número de días con precipitación inapreciable	<10 a >40	<10
Número de días con tempestad	<10 a 20	<10
*Número de días con helada	1 ó más en 10 años	1 en 10 años
Número de días con granizo	0	0
*Número de días nublados	50 a 100	100 a 150

*Datos considerados para la distribución potencial.

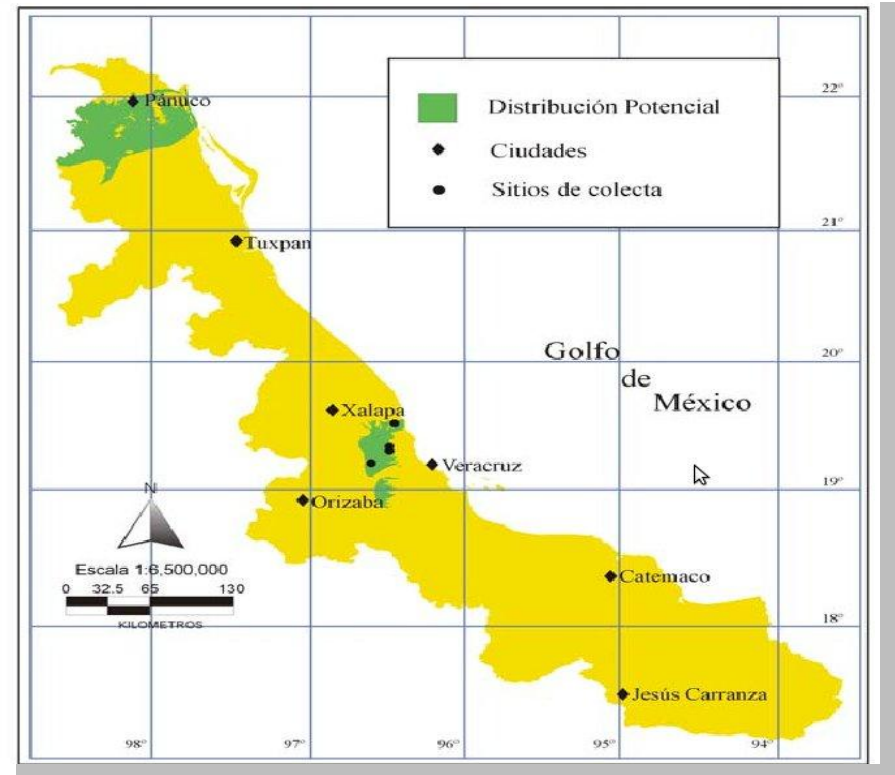


Figura 3: Perfil climático y potencial distribución de *J. mexicana* en el estado de Veracruz. . (Gómez, 2000).

Ubicación Taxonómica

Dentro de la familia *Caricaceae* se localiza el género *Jacaratia*, que cuenta con siete especies de las cuales dos han sido reportadas en nuestro país: *Jacaratia mexicana* y *Jacaratia dolichaula*.

Cuadro 1: Diferentes sistemas de clasificación para *J. mexicana*

Cronquist (1981)	APGIII (2009)
<p>División: Magnoliophyta</p> <p>Clase: Magnoliopsida</p> <p>Subclase: Dillenidae</p> <p>Orden: Violales</p> <p>Familia: Caricaceae</p> <p>Género <i>Jacaratia</i></p> <p>Especie. <i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.</p>	<p>Clado Angiospermas Angiospermae Lindley [P.D. Cantino & M.J. Donoghue]</p> <p>Clado Eudicotiledóneas <i>Eudicotyledoneae</i> M.J. Donoghue, J.A. Doyle & P.D. Cantino</p> <p>Clado Rosidae Rosidae Takhtajan [W.S. Judd, P.D. Cantino, D.E. Soltis & P.S. Soltis]</p> <p>Clado Málvidas <i>Malvidae</i> W.S. Judd, D.E. Soltis & P.S. Soltis</p> <p>Orden: Brassicales Bromhead</p> <p>Familia: Caricaceae Dumort</p> <p>Especie. <i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.</p>

J. mexicana A. DC tiene numerosas sinonimias en la taxonomía prehispánica como en la nomenclatura científica, cuya secuencia cronológica se compila a continuación (Cuadro 2). Además, se realizó un apartado para la taxonomía prehispánica (ver marco histórico).

Cuadro 2. Cronología de las sinonimias de *J. mexicana*

Año	Nombre	Referencia
1864	<i>Jacaratia mexicana</i>	<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC, Prodr, 15(1): 420. 1864. Tipo dibujo Mociño, Fototipo (F!) En Moreno (1980)
1883.	<i>Jacaratia cónica</i>	<i>Jacaratia cónica</i> Kerber, Jahrb. Konigl. Bot. Gart. Berlin 2: 282. 1883. México: Colima; sin localidad, S.C., s.n., s.f. (holotipo, BHUPM probablemente destruido).
1887.	<i>Carica heptaphylla</i>	<i>Carica heptaphylla</i> Sessé & Moa, Pl. Nov. Hisp. p. 160. 1887.

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

1901	<i>Pileus heptaphyüus</i>	<i>Pileus heptaphyüus</i> (Sessé & Moc.) Ramírez, Anales Inst. Méd. Nac. México 5(1): 28. 1901. Tipo: México:FI. Mex. 436.
1919	<i>Pileus pentaphyllus</i>	<i>Pileus pentaphyllus</i> Becerra, Mem. Acad. Nac. Ci. Antonio Álzate. México 37; 359. 1919. México: Chiapas; Río de Chiapa de Corzo, M.E. Becerra 182, s.f. (holotipo, MEXU!).
1924.	<i>Pileus mexicanus</i>	<i>Pileus mexicanus</i> (A. DC.) I.M. Johnston, Contr. Gray Herb. n.s- 70: 79. 1924.
1924.	<i>Leucopremna mexicana</i>	<i>Leucopremna mexicana</i> (A. DC.) Standl., Contr. U.S. Nati. Herb. 23: 850. 1924.
1961.	<i>Carica mexicana</i>	<i>Carica mexicana</i> (A. DC.) L.O. Williams, Fieldiana Bot. 29(6): 368. 1961. México: Icón. Inéd. Mex. t. 1163 (holotipo, probablemente Turner Collection, Hunt Institute, Center for the History of Botany, Pennsylvania, U.S.A.; copias MEXU! ex G).

Dada la extensa sinonimia de la especie, se considera válido el uso de *Jacaratia mexicana* A. DC. de acuerdo a los siguientes autores:

- ✦ Moreno, N. P. 1980. Caricaceae. Fl. Veracruz 10: 1–17.
- ✦ Stevens, W. D., C. Ulloa U., A. Pool & O. M. Montiel 2001. Flora de Nicaragua. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 85: i–xlii, 1–2666.
- ✦ Badillo, V. M. 1971. Monografía de la familia Caricaceae. Asoc. Prof. Univ. Central (Venezuela) 1–221.
- ✦ Linares, J. L. 2003 [2005]. Listado comentado de los árboles nativos y cultivados en la república de El Salvador. Ceiba 44(2): 105–268.
- ✦ Lomelí-Sención, J.A. 1998. FLORA DEL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN Fascículo 21. CARICACEAE Dumort. CONABIO-UNAM. México D.F.
- ✦ McVaugh, R. 2001. Ochnaceae to Loasaceae. Fl. Novo-Galiciana 3: 9–751.

3.2 Descripción Botánica de la planta

Desde 1562 y hasta la última década, *J. mexicana* ha sido descrita y analizada en múltiples ocasiones, partiendo de varios puntos de vista e intereses en el enfoque taxonómico.

A continuación se presenta la información ordenada de manera sistemática, que incluye descripciones, cuadros comparativos e imágenes obtenida de la investigación bibliográfica a partir de las publicaciones de mediados del siglo XX en adelante.

La forma del árbol.

Con la información proporcionada por: Martínez (1959); Ortíz Ramírez (1974); Moreno (1980); Lomelí-Sención (1998) y Pennington y Sarukhán (1998), la descripción del árbol de *J. mexicana* es la siguiente:

Árbol monopódico, de 3 a 18 metros de altura. El tallo o tronco, es inerme, es decir, que no tiene agujas o espinas. Puede medir hasta 80.0 cm de diámetro, siendo cónico, es decir, un cilindro grueso en la base y delgado en la punta. En ocasiones llega a presentar pequeños contrafuertes. En árboles jóvenes, da la impresión de ser un poste enterrado en el suelo, ya que varía poco en diámetro en su base. Copa relativamente pequeña, y poco densa, se le describen pocas ramas ascendentes u horizontales, frecuentemente en verticilos de 3 ó 4 (ramillas de cuarto orden) con un grosor aproximado de 5.0-7.0 mm diámetro. Corteza externa lisa, ligeramente rugosa, que se desprende en pequeñas escamas rectangulares cerca de la base del tronco, con anillos horizontales cada 10 a 20 cm. Cicatrices foliares semicirculares transversales 4.0 milímetros de diámetro, de color gris plomizo, gris-verdoso, a café claro o pardusco.(Figura 4) Pliegues transversales y surcos longitudinales apenas insinuados; con abundantes lenticelas de 2 a 3 mm y a veces organizadas en hileras longitudinales o dispersas. Con 8 a 10 mm de grosor total. La corteza interna de color crema, fibrosa, con grandes expansiones de parénquima, sin exudado. Grosor total de la corteza de 1.5 a 2 cm (Cuadro 3).

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

Cuadro 3: Comparación de la forma del árbol de *J. mexicana*

FORMA DEL ÁRBOL				
Autores				
Martínez (1959)	Ortíz (1974)	Moreno (1980)	Lomelí-senci6n (1980)	Pennington y Sarukhán (1998)
Árbol grande de tierra caliente, de 5 a 12 m. de altura y de un tallo muy grueso en la base.	Arboles de 3 a 18 m de altura o más, con tronco grueso en la base y delgado hacia arriba; dividido en pocas ramas, de madera muy suave con corteza lisa o ligeramente rugosa, de color gris-verdoso.	Árbol, hasta de 10m de altura; tallo grueso; corteza gris, lisa; a menudo caducifolio en floraci6n.	Árboles hasta 15.0(-20.0) m alto, dioicos, a veces monoicos o poligamodioicos. Tallos inermes, hasta 80.0 cm diámetro; corteza parda; ramillas de cuarto orden 5.0-7.0 mm diámetro, cicatrices foliares semicirculares transversales ca. 4.0 mm. Diámetro.	Árbol monop6dico de hasta 15 m y de hasta 1 m y tronco c6nico cilíndrico, con pocas ramas ascendentes u horizontales, frecuentemente en verticilos de 3 o 4 y copa relativamente pequeña y poco densa. En arboles jóvenes, el tronco da la impresi6n de ser un poste enterrado en el suelo, ya que varía muy poco en diámetro en su base, a veces con pequeños contrafuertes. CORTEZA. Externa lisa, de color gris plumizo, que se desprende a veces en pequeñas escamas rectangulares cerca de la base del tronco, con anillos horizontales cada 10 a 20 cm. Interna de color crema, fibrosa, con grandes expansiones de parénquima, sin exudado. Grosor total de la corteza de 1.5 a 2 cm.



Figura 4: Árbol de *J. mexicana*, a) Detalles del tronco y ramas. b) Copa del árbol en temporada de follaje. c) Árbol sin hojas y con frutos maduros d) Árbol al pie de la carretera. Imágenes obtenidas en las colectas de frutos durante los años 2007 y 2009, Guerrero.

Madera.

Barajas-Morales y León, (1989). Realizaron estudios descriptivos de la histología de árboles provenientes de la SBC, se refiriéndose a *J. mexicana* con las siguientes características (Cuadro 4):

“Características Macroscópicas: Recién cortada se aprecia como un tejido blanquecino exageradamente frágil y acuoso que al secarse prácticamente desaparece, no existiendo madera como tal.

Características microscópicas:(figura 5)

Vasos: porosidad difusa, con poros circulares, solitarios y en grupos radiales de 2 a 3, muy escasos, 2/mm² y algo grandes con diámetros tangenciales de 230µm en promedio. Los elementos de vasos son cortos con longitud promedio de 254µm (188-329µm), platina de perforación simple y transversal, puntuaciones intervasculares opuestas o alternas, muy grandes, con promedio de 18µm de diámetro y algunas muy alargadas de hasta 75µm, formando un retículo.

Parénquima axial: Este es el elemento más abundante de todo el tallo aunque se distinguen como paratraqueal vasicéntrico y apotraqueal en bandas uniseriadas debido a un menor tamaño de sus células; con series de 2 a 3 células.

Paréquima radial: Los radios son poco abundantes, 27mm, homogéneos, multiseriados de 10 o más series, formados de células procumbentes. Son muy altos, con altura promedio de 3,330 µm; difíciles de distinguir en la cara tangencial ya que se confunden con el parénquima axial.

Fibra: No se presentan fibras, motivo principal al que se debe la fragilidad del tallo.

Otras características: La ausencia de fibras en el xilema secundario parece ser compensada por abundantes paquetes de fibras en la corteza, que además es gruesa por lo que seguramente contribuye a la función de sostén del tronco.”

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

Características macroscópicas de la madera de *Jacaratia mexicana*.

Color de la albura	Color del duramen	Lustre	Textura	Grano	Dureza	Otros	Gravedad específica
Tejido blanquecino	---	---	---	---	Muy blanda y acuosa	Prácticamente no hay madera	---

Fuente: Barajas-Morales y León (1989)

Cuadro 4: Descripción anatómica de la madera de *Jacaratia mexicana* (Zuleta, 2003).

Características microscópicas[†] de la madera de *Jacaratia mexicana*

Porosidad	Vasos		Parénquima axial	
	Diámetro(μm)	Agrupación	Tipo	Distribución
Difusa	230	1, 2 y 3	Paratraqueal, apotraqueal	Vasocéntrico, bandas uniseriadas

Características microscópicas... (continuación)

Radios		Otros
Tipo	Series	
Homocelulares	10 a +	Sin fibras, parénquima axial

Fuente: Barajas-Morales y León (1989).

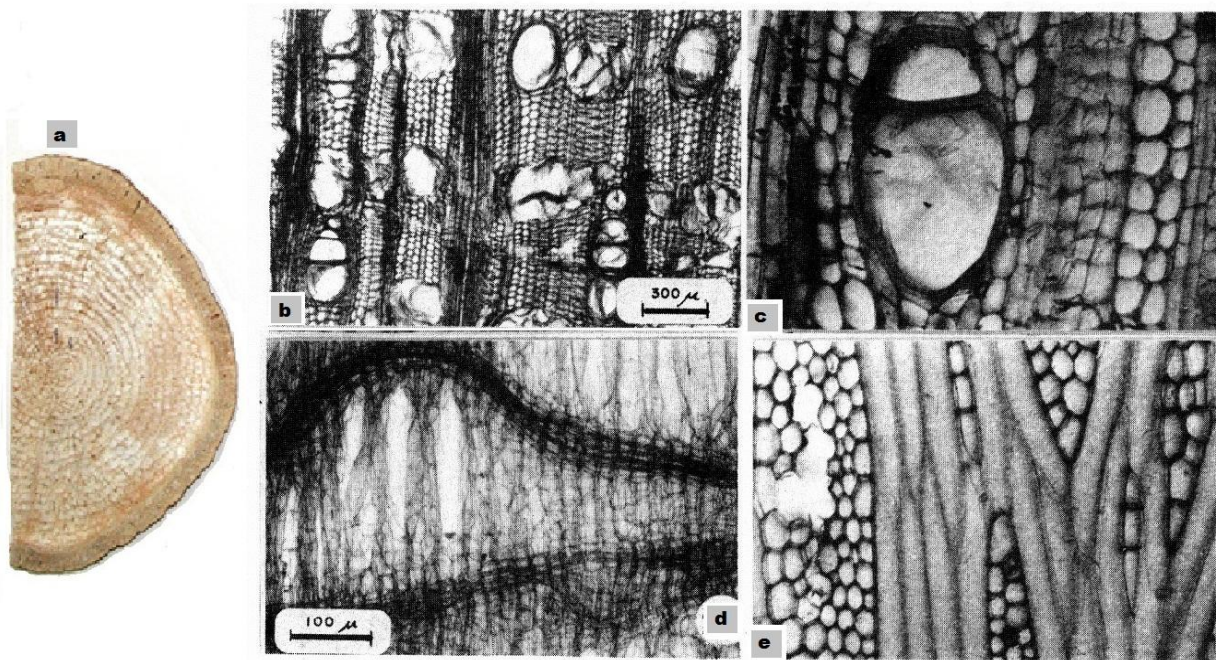


Figura 5: Madera de *J. mexicana* **a)** Detalle de tronco mostrando las características macroscópicas de la madera. Ejemplar de herbario. Chamela, Jal. Colección Stephen Holmes. (SHB 1087) Foto de Enrique Ramírez García. **b)** y **c)** Microfotografías de corte transversal, mostrando los elementos del Vaso. **d)** Microfotografía de corte radial, se observa el parénquima radial con altura promedio de 3,330 μm **e)** Microfotografía de corte tangencial que no presenta fibras, motivo principal al que se debe la fragilidad del tallo.

Hojas

Martínez (1956); Martínez (1959); Ortíz Ramírez (1974); Moreno (1980); Lomelí-Sención (1998) y Pennington y Sarukhán (1998) hacen referencia a las características de las hojas de *J. mexicana* que se presentan a continuación:

En las plántulas las hojas son enteras y con numerosos epinervios en el envés, en su desarrollo poco a poco aparecen las hojas trilobadas, al respecto, Noguera *et al.* (2002), señalan que después de los cotiledones enteros, ovalados, hay una secuencia de hojas enteras ovadas de tamaño cada vez mayor; luego hojas compuestas trifoliadas y las adultas, digitadas con cinco folíolos ovados acuminados, siempre glabras (Figura 6)

En los árboles adultos, las yemas son desnudas, pequeñas, glabras y estípulas ausentes.

Las hojas se localizan en las ramillas de cuarto orden, aglomeradas en las puntas de las ramas de manera apical. Sus hojas son alternas; dispuestas en espiral y, digitado-compuestas, de 20 a 30 cm de largo incluyendo el pecíolo.

Una hoja digitado-compuesta tiene de 4 a 7 folíolos, pudiendo medir de 5 cm x 3cm a 14cm x 6 cm, lo que los sitúa en rangos de: 4 a 8 cm de largo y de 2 a 4 cm ancho. Tienen forma elíptica pasando por forma abovada, hasta cúspida-acuminadas, enteros con nervación pinada, peciolulados o sésiles. (Figura 6a y 6b)

Se registran pecíolos hasta 20 cm de longitud; sin embargo en promedio un pecíolo mide de 3.0-15.0 cm largo, 1.0-1.5 mm de diámetro; son glabros, ligeramente pulvinados en la base.

Los peciólulos son obovados, base cuneada, ápice acuminado o apiculado, margen entero, glabros, a veces con una pequeña glándula entre la base de cada peciólulo en el envés. Llegan a medir de 1.0-3.0 mm largo el terminal de 1-2cm de longitud, los laterales y/o basales más cortos.

En general se puede decir que el haz es de color verde claro, glabro, con pequeños tubérculos epinervios. Mientras que el envés de la hoja es glabro, color verde pálido opaco; con escasas y pequeñas glándulas estipitadas en los nervios, llamadas tubérculos alargados, cuyos epinervios, algunas veces cuentan con pelos cortos. La nervación de las hojas suele ser pinnada, irregular con 6-8 pares de nervios, la nervadura principal y las secundarias, sobresalen en el envés (Figura 6c). En época seca se pierden las hojas de *J. mexicana*.

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL

Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

Cuadro 5 Comparación de la descripción de las hojas de *J. mexicana*, de acuerdo a los autores: Martínez (1956); Martínez (1959); Ortiz Ramírez (1974); Moreno (1980); Lomelí-Sención (1998) y Pennington y Sarukhán (1998).

Hojas A

Autores						
Características	Martínez (1956)	Martínez (1959)	Ortiz (1974)	Moreno, (1980)	Pennington y Sarukhán (1998)	Lomelí-Sención (1998)
Estadio Juvenil	X	X	Hojas enteras en las plántulas	Algunas veces las hojas juveniles 3 lobadas, epinervios especialmente en las hojas jóvenes.	X	X
Tipo de Hoja	Alternas	Alternas, pecioladas, digitadas, compuestas.	Deciduas	Palmeadamente compuestas	Digitado-compuestas	Apicales
Yemas	X	X	X	X	Desnudas, pequeñas, glabras, estípulas ausentes	x
Localización en el árbol	X	X	Formando racimos en los extremos de las ramas	X	Hojas dispuestas en espiral y aglomeradas en las puntas de las ramas	Apicales en las ramillas de cuarto orden
Tamaño	10 cm	X	X	X	De 20 a 30 cm de largo incluyendo el peciolo	x
Número y tamaño de los folíolos	Con 7-7 hojuelas	Siete folíolos, el central es mayor que los otros, midiendo 10 cm de largo por 6 cm de ancho	5 ó 7	3-7 El folíolo central generalmente más grande de 9-17cm de largo y de 4.9.5cm de ancho. Los folíolos laterales y basales de 5.5-13cm de largo, 2-7cm de ancho	4-6, de 5x3 a 14x9cm	(4-)5(-7) 4.0-8.0 cm de largo, ca., 3.7cm ancho
Forma de los folíolos	Obovados y agudos	Acuminados	Obovados, cúspido-acuminados, enteros peciolulados o sésiles	Elípticos o obovados, algunas veces muy asimétricos, los folíolos basales a menudo lobados.	Elípticos a obovados	Obovados
Haz	X	X	X	Glabro, con pequeños tubérculos epinervios, con numerosas glándulas en la epidermis	Verde claro	X

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

Continuación Cuadro A

Características	Autores					
	Martínez (1956)	Martínez (1959)	Ortiz (1974)	Moreno(1980)	Pennington y Sarukhán (1998)	Lomelí-Sención (1998)
Envés	X	X	glabro	Numerosos tubérculos alargados epinervios, algunas veces con pelos cortos	Color verde opaco, glabras, con escasas y pequeñas glándulas estipitadas en los nervios. A veces con una pequeña glándula entre la base de cada peciólulo.	x
Peciolo	X	X	X	Hasta 20 cm de longitud; peciólulos cortos, el terminal de 1-2 cm de longitud, los laterales y/o basales más cortos o los folíolos sésiles.	Peciolos de 4 a 15cm de largo, glabros ligeramente pulvinados en la base; peciólulos de 1 a 2 cm de largo, glabros.	De 3.0-7.0 largo, 1.0-1.5mm de diámetro ;peciólulos 1.3-3.0mm e largo
Nervadura	X	X	Pinnada	Pinnada irregular con 6-8 pares de nervios, la nervadura principal y secundarias sobresalen en el envés.	X	X
Margen	X	X	X	Entero u ondulado	Entero u ondulado	Entero
Ápice	X	X	X	Agudo o acuminado	Acuminado	Acuminado o apiculado
Base	X	X	X	Cuneada	Atenuada	Cuneada

Figura 6: Hojas de *J. mexicana* **a**) Ejemplar de herbario. Chamela, Jal. Colección Stephen Holmes. (SHB 1087) Foto de Enrique Ramírez García. **b**) Rama con hojas (Lomelí-Sención, 1998); ilustrado por López Villegas. **c**) Detalle del folíolo y **d**) Envés del folíolo con tubérculos epinervios (Moreno, 1980) ilustrados por Elvia Esparza.



Flores

La mayor parte de los autores clasifican a las flores de *J. mexicana* en 3 tipos: flores hermafroditas, masculinas y femeninas (Martínez, 1959; Ortiz Ramírez, 1974; Moreno, 1980; Pennington y Sarukhán, 1998; Lomelí-Senci6n, 1998). Sin embargo, Aguirre (2008) señaala que las plantas masculinas son sexualmente variables y pueden tener tres tipos de flores: pistiladas, estaminadas, y perfectas. (Figura 7)

- Las flores pistiladas de 6rboles masculinos llevan 6vulos sanos y son morfol6gicamente similares aunque m6s pequeas que las flores pistiladas sobre plantas femeninas.
- Las flores estaminadas tienen un pistilo rudimentario no funcional y son las 6nicas flores capaces de producir n6ctar.
- Las flores perfectas producen 6vulos y polen sanos, pero tienen ovarios m6s pequeos que las flores pistiladas y menos anteras que las flores estaminadas; y no producen n6ctar.

El autor relaciona las caracteristicas con la v6a evolutiva de ancestros hermafroditas hacia la v6a dioica. De acuerdo a las caracteristicas descritas, se puede designar como pol6gamodioica a *J. mexicana* (Fornt Quer, 1965).

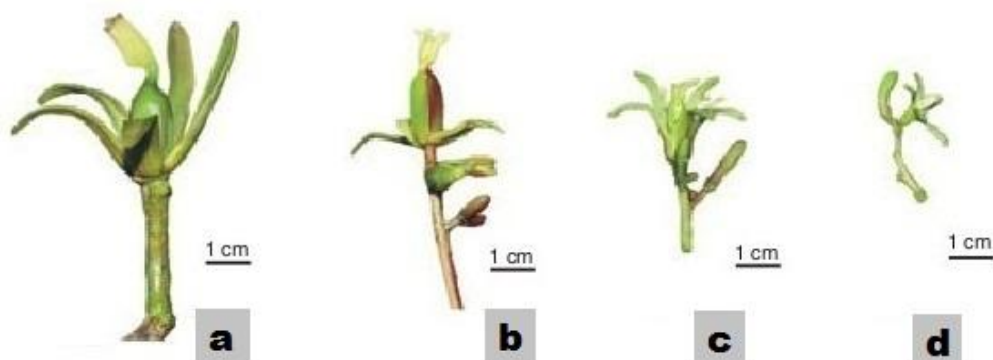


Figura 7: Flores de *J. mexicana* sexualmente variables: **a)** Flores pistiladas de 6rboles femeninos, **b)** Flores pistiladas de 6rboles masculinos, **c)** Flor hermafrodita, **d)** Flor masculina (Aguirre et al., 2008).

Inflorescencias masculinas

Las Inflorescencias masculinas son tirsoideas (número de ramitos laterales del eje común indefinido), constituidas por al menos 50 flores, agrupadas en panículas terminales, glabras de hasta 10 cm de largo, dispuestas en las ramas laterales. (Figura 8)

Las flores masculinas miden en promedio 1.5 cm de diámetro, y de largo van de 1.3-1.6 cm hasta 2 cm. De color amarillo - pálidas, y en ocasiones blancas o verdosas. Son actinomorfas (que tiene al menos dos planos de simetría).

Las flores masculinas cuentan con brácteas triangulares, inconspicuas.

El pedúnculo y raquis de 2.5cm -16cm de largo, éste último a menudo pubescente cerca del ápice. El pedicelo de 1mm hasta de 2 mm de longitud, a menudo pubescente.

Son flores diclamídeas (que tiene doble cubierta y se aplica a la flor de perianto doble), ya que cuentan con cáliz y corola:

- El cáliz pequeño y campanulado, los lóbulos ovados o triangulares, de aproximadamente 0.75-1mm de largo por 1mm de ancho, pubescentes, agudos, el tubo de alrededor de 0.75mm de largo.
- La corola tiene pétalos de color verde en la cara exterior, verde cremosos pálido en la interior, contortos, 5, ca. 7 mm de largo, oblongos, recurvados, unidos en la parte inferior en un tubo de 1 a 1.2 cm de largo. Se dice por lo tanto que la corola es infundibuliforme, tubular; los lóbulos largamente triangulares, algunas veces un poco pubescentes y /o claramente ciliados, de aproximadamente 3.5-5cm de largo, de ápice redondeado, torcido en prefloración.

El androceo tiene diez estambres libres, escasamente unidos en la base, de color amarillo pálido, inserto en 2 series en el cuello de la corola formando un tubo unido al mismo, esta serie da origen a:

- Los estambres superiores, opuestos a los lóbulos de la corola, con filamentos ca. 2.0 mm largo, pubescentes, y de anteras basifijas, angostamente oblongas, de 2-3mm de largo con el conectivo ampliamente triangular, agudo, más o menos igualando a la antera, la glándula apical incurvada, inconspicua.
- Los estambres inferiores, casi sésiles, con anteras dorsifijas, sublineares, de 4mm de largo.

El gineceo cuenta con un ovario rudimentario. (Ver Cuadro 6)

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

Cuadro 6. Comparación de la descripción de la flor masculina de *J. mexicana*: Martínez (1959); Martínez (1979); Moreno (1980); Lomelí-Sención (1998) y Pennington y Sarukhán (1998).

Flor Masculina (A)

	Martínez (1959)	Martínez (1979)	Moreno (1980)	Pennington y Sarukhán (1998)	Lomelí-Sención (1998)
Características	Planta dioica	Flores unisexuales	Flores ♀ en inflorescencia	Especie dioica	X
Tipo de inflorescencia	En racimos compuestos, axilares y terminales	En panículas	Tirsoides, las flores dispuestas en las ramas laterales.	En panículas glabras de hasta 10 cm de largo, aglomeradas en las puntas de las ramitas.	X
Diámetro (cm)	X	X	X	X	X
Largo (cm)	X	X	X	ca. 1.5 cm	1.3-1.6 cm
Color	X	Amarillo-pálida	Amarillo -pálida	Pétalos de color verde en la cara exterior. Verde cremosos pálido en la interior.	Blancas o verdosas
Forma de la flor	X	X	X	Actinomorfas	Tubo 0.8-0.9 mm largo, 1.5-3.0 mm diámetro, lóbulos oblongos, ápice redondeado, 5.0-7.0 mm largo, 2.0-2.5 mm ancho
Brácteas	X	X	Brácteas triangulares, inconspicuas	X	X
Pedúnculo	X	X	Pedúnculo y raquis de 2.5cm -16cm de largo	X	X
Raquis	X	X	A menudo pubescente cerca del ápice	X	X
Pedicelo	X	X	Hasta 1mm de longitud, a menudo pubescente	De 2 mm de largo	X

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

Flor Masculina (Continuación)

	Martínez (1959)	Martínez (1979)	Moreno (1980)	Pennington y Sarukhán (1998)	Lomelí-Sención (1998)
Características					
Cáliz	Pequeño, pubescente y con cinco divisiones	X	Campanulado, lóbulos ovados o triangulares, de aprox. 0.75-1mm largo x 1mm ancho, pubescentes, agudos, tubo de aprox. 0.75mm largo	Sépalos 5, ca. 0.5 mm de largo, ovados, con pelos diminutos.	X
Corola medidas	Mide 22 mm de largo y es de color amarillo pálido y presenta cinco divisiones	2cm	El tubo de aprox. misma long. que lóbulos de 6-8mm largo por 2mm diámetro, pubescente por dentro, los lóbulos oblongos, de 5-7mm de largo, obtusos, torcidos en prefloración	Pétalos contortos, 5, ca. 7mm de largo oblongos, recurvados, unidos en la parte inferior en un tubo de 1 a 1.2 cm de largo.	X
Tipo de corola	X	X	salveforme a infundibuliforme	X	X
Androceo	X	X	Estambres escasamente unidos en la base formando un tubo unido al tubo de la corola	Estambres 10, de color amarillo pálido, insertos en 2 series en el cuello de la corola	X
Estambres superiores	X	Opuestos a los lóbulos de la corola, filamentos ca. 2.0 mm largo, pilosos	De anteras dorsifijas, sublineares, de 4mm de largo	X	X

Flor Masculina (Continuación)

	Martínez (1959)	Martínez (1979)	Moreno (1980)	Pennington y Sarukhán (1998)	Lomelí- Senci3n (1998)
Características					
Estambres inferiores	X	Casi sésiles, anteras ca. 2.0 mm largo	De anteras basifijas, angostamente oblongas, de aprox. 2mm Long., pubescentes, angostamente oblongas, de 2-3mm de largo con el conectivo ampliamente triangular, agudo, más o menos igualando a la antera, la glándula apical incurvada, inconspicua, los filamentos superiores de aproximadamente 2mm de longitud, pubescentes	X	X
Gineceo	X	X	X	ovario rudimentario	X
Estilo y estigma	X	X	X	X	X
Floración	X	X	X	X	X

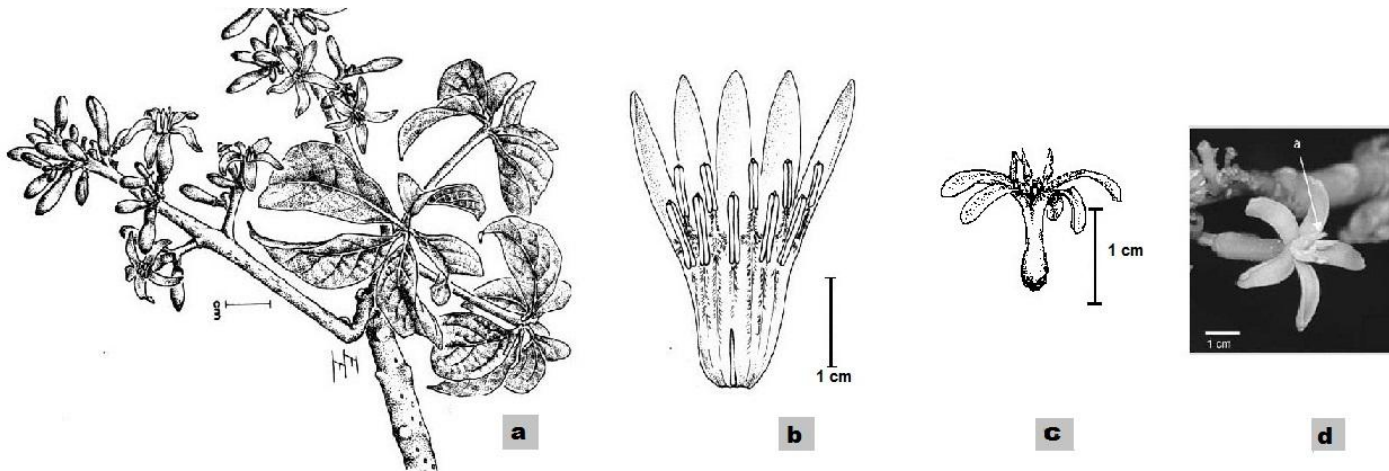


Figura 8: Flor masculina.
a) Rama con inflorescencias masculinas (Moreno, 1980).
b) Corola de flor masculina abierta con estambres y pistilodio (Moreno, 1980).
c) Flores estaminadas (Lomelí-Senci3n, 1998).
d) Flor masculina (Aguirre et al., 2007).

Flores femeninas

Son flores terminales y más grandes que las masculinas, generalmente solitarias.

El pedúnculo 2.7-6.0 cm largo. El pedicelo hasta 2 mm de longitud, frecuentemente pubescente. Son flores diclamídeas, ya que cuentan con cáliz y corola:

- En las flores femeninas su cáliz es rotado acampanulado, profundamente lobulado, los lóbulos son triangulares, de 1.5-2mm de largo, a menudo pubescentes, agudos, unidos en la base formando un tubo de 1mm de longitud.
- La corola tiene 5 pétalos libres, gruesos, de color: verde o verde-amarillento, lineares de aproximadamente 4 cm de longitud, de 3 a 3.5 cm de largo y de hasta 4.5 cm. Los lóbulos son largamente triangulares, algunas veces un poco pubescentes y /o claramente ciliados, aproximadamente miden 1.8 -5cm de largo, y de 3.0-6.0 mm ancho, de ápice redondeado, torcido en prefloración.

El androceo en flores más viejas, estambres ausentes.

Gineceo: ovario súpero, verde, hinchado, de aproximadamente 1- 3.5 cm de largo, cónico, formado de 5 carpelos unidos (pentalocular), cada carpelo con muchos óvulos, espurio, con placentas parietales, elipsoide, 5-angulado, lageniforme, (en forma de botella), acostillado, base truncada.(Figura 9)

Estilo grueso, corto, de 2mm hasta 5 mm de largo, estilo 0.3-1.0 cm largo con 5 estigmas, libres o fusionados, de color verde pálido, 0.7-2cm de largo, torcidos en espiral, lanudosos, erectos, enteros o ramificados.

Florece de noviembre a febrero

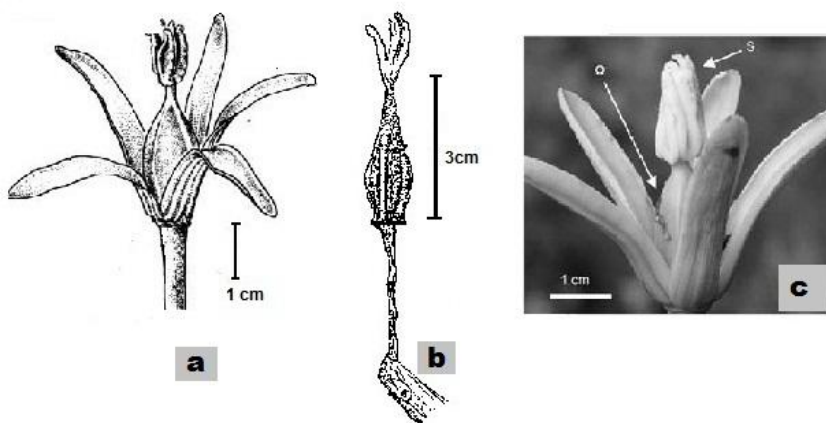


Figura 9: Flor femenina.

- a) Flor femenina (Moreno, 1980).
- b) Detalle de ápice, mostrando pedúnculo y el gineceo (Lomelí-Sención, 1998).
- c) Flor femenina, sólo registrada en árboles femeninos (Aguirre et al., 2007).

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

Cuadro 7. Comparación de la descripción de la flor femenina de *J. mexicana*, de acuerdo a los autores: Martínez (1959); Martínez (1979); Moreno (1980); Lomelí-Sención (1998) y Pennington y Sarukhán (1998).

Flor femenina

	Martínez (1959)	Martínez (1979)	Moreno (1980)	Pennington y Sarukhán (1998)	Lomelí-Sención (1998)
Características	X	X	Generalmente solitarias	Solitaria y fragantes	X
Flor	Las flores son terminales y más grandes que las masculinas	X	X	X	X
Diámetro (cm)	X	X	X	X	X
Largo (cm)	X	4cm	X	X	X
Color	X	Verdosas	Amarillo-pálida	color verde pálido	Verde o verde-amarillenta
Forma de la flor	X	X	X	X	X
Brácteas	X	X	X	X	X
Pedúnculo	X	Largamente pedunculadas	Hasta 2mm de longitud, frecuentemente pubescente	X	Pedúnculo 2.7-6.0 cm largo
Raquis	X	X	X	X	X
Pedicelo	X	X	X	De 2.5 cm de largo, gruesos	X
Tipo de flor	X	X	X	X	X
Cáliz	X	X	Rotado a campanulado, los lóbulos triangulares, de 1.5-2mm de largo , a menudo pubescentes, agudos, unidos en la base formando un tubo de 1mm de longitud	Pétalos libres, gruesos, de 3 a 3.5 cm de largo y de hasta 4.5 cm en flores más viejas	X

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

Flor femenina (continuación)

	Martínez (1959)	Martínez (1979)	Moreno (1980)	Pennington y Sarukhán (1998)	Lomelí-Sención (1998)
Características					
Corola medidas	Cinco pétalos verdosos	X	Lóbulos largamente triangulares, algunas veces un poco pubescentes y/o claramente ciliados, de aprox. 3.5-5cm de largo, ápice redondeado, torcido en prefloración	X	Lóbulos 1.8-5.0 cm largo, 3.0-6.0 mm ancho, triangulares
Tipo de corola	X	X	X	X	X
Androceo	X	X	X	Estambres ausentes	X
Estambres superiores	X	X	X	Ausentes	X
Estambres inferiores	X	X	X		X
Gineceo	X	X	Ovario 5-ocular, elipsoide, 5-angulado, de aproximadamente 1-3.5cm de largo	Ovario súpero, verde, hinchado, de hasta 2 cm de largo, formado de 5 carpelos unidos, cada carpelo con muchos óvulos	Ovario ca. 1.4-2.6 mm largo, lageniforme, acostillado, base truncada
Estilo y estigma	X	X	Estilo ausente o hasta de aprox. 2mm de largo, el estigma de 0.7-2cm de largo	Estilo grueso, de hasta 5 mm de largo, con 5 estigmas de color verde pálido, ca. 1 cm de largo, torcidos en espiral	Estilo 0.3-1.0 cm largo, estigmas 1.0-1.4 cm largo, libres o fusionados, glandulosos, erectos, enteros o ramificados
Floración	En enero	X	X	De noviembre a febrero	X

Fruto

Considerando las descripciones del fruto de *J. mexicana*, hechas por los autores Martínez (1959); Martínez (1979); Ortíz Ramírez (1974); Moreno (1980); Lomelí-Sención (1998); Pennington y Sarukhán (1998); Rojas (1999) y Villanueva-Arce (2006) se presenta la siguiente compilación.

APARIENCIA EXTERIOR

Baya péndula, cónica u ovoide, oblonga, y en ocasiones angostamente elipsoide; Pedúnculo 3-13 cm de largo, 13 cm diámetro; Base cóncava o truncada, penta-angulada con cinco lóbulos alados en la base; Ápice atenuado, agudo, o acuminado.

Se diferencian los frutos de manera característica: con cinco “alas” o costillas o bordes longitudinales comprimidos y adelgazados. En ocasiones las costillas paralelas, y en otros ligeramente contortas. Unos frutos poseen costillas rectas y otras poseen costillas curvas de 10 a 30 cm de largo o aún más, las 5 costillas varían de tamaño hasta de 4 cm de alto, generalmente proyectadas desde la base 1.3-4.0 cm.

Dichas costillas le han dado el nombre tradicional de bonete, por su parecido a los gorros eclesiásticos (Figura 10)

Tamaño del fruto varía de 13 hasta 30 cm de longitud por 10 o 13 cm de diámetro.

Cuando joven, la epidermis (pericarpo) del fruto es de color verde, al madurar el color verdoso pasa a amarillo ocre o con manchas rojizas. De acuerdo a Martínez (1959) y Pennington y Sarukhán (1998), el fruto madura en primavera antes de que se renueven las hojas, encontrándose en los meses de enero a abril para su consumo. Sin embargo, Noriega (2002) precisa que la maduración ocurre en semanas o meses durante la temporada de lluvias, no cambiando su color verde ni cayendo del árbol hasta descomponerse.

Haciendo referencia a Castañeda-Agulló *et al.*, (1948), define cuatro fenotipos de acuerdo a las características de tamaño y forma de las costillas, Olivares (2003) sólo caracteriza a dos “fenotipos” (Cuadro 8).

Cuadro 8. Fenotipos del fruto de *J. mexicana* definidos por Olivares (2003)

Número, color y peso de semillas de Bonete de los fenotipos		
	FENOTIPO 1	FENOTIPO 2
Color de semillas (secas)	Café	Café
Peso semilla (g)	103.24	120.96
# semillas	778.8	741.4
Peso por Semilla (g)	0.1322	0.163

*Los resultados están expresados como el promedio de 5 frutos de cada uno de los fenotipos

APARIENCIA INTERIOR

Es un fruto carnososo, numerosas semillas con sarcotesta, llenan la única celda central o cavidad falsamente pentaseptada; La pulpa es pastosa y comestible, aunque menos agradable que la papaya, cuando está verde produce látex. Su sabor: brevas, calabaza.

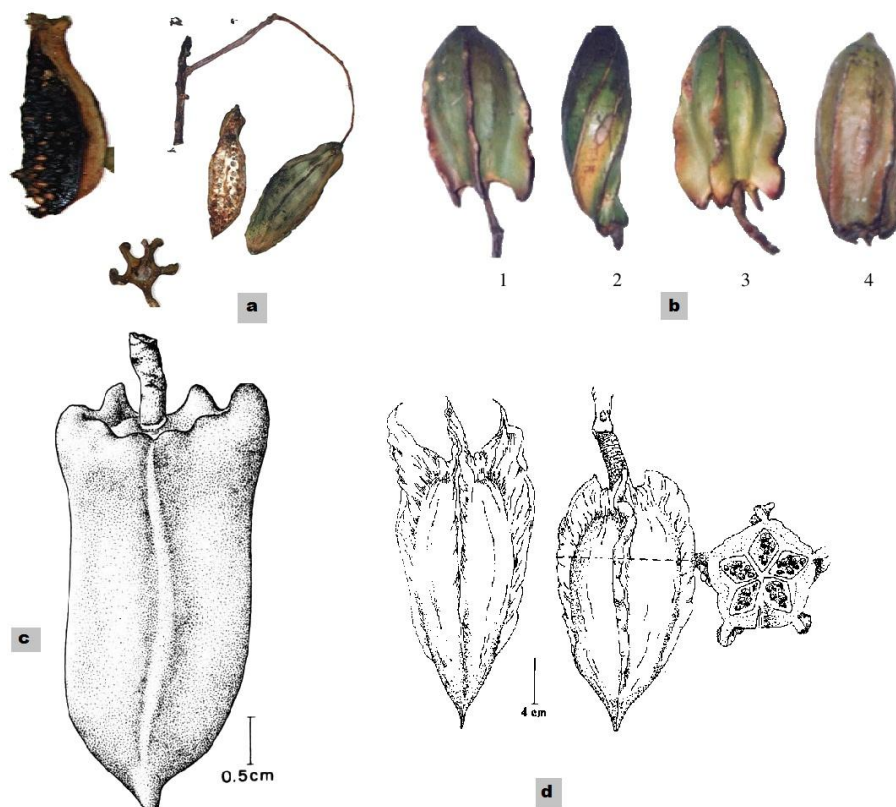


Figura 10: Fruto de *J. mexicana*. **a)** Ejemplar de herbario. Chamela Jal. Colección Stephen Holmes. (SHB 1087) Foto de Enrique Ramírez García. **b)** Cuatro fenotipos (Olivares, 2003). **c)** Fruto ilustrado por Elvia Esparza (Moreno, 1980). **d)** Detalle de la baya y corte transversal de la misma (Lomelí-Senci6n, 1998).

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

Cuadro 9. Comparación de la descripción del fruto de *J. mexicana*, de acuerdo a los autores: Martínez (1959); Ortíz Ramírez (1974), Martínez (1979); Moreno (1980); Lomelí-Senci3n (1998), Pennington y Sarukh3n (1998), Rojas (1999), Noguera (2002) y Villanueva-Arce (2006).

Frutos
Frutos B

Autores	Martínez (1959)	Ortiz (1974)	Martínez (1979)	Moreno (1980)	Pennington y Sarukh3n (1998)	Lomelí-Senci3n (1998)	Rojas (1999)	Villanueva-Arce(2006)
Características								
Pulpa	X	Carnosa	x	Pulposa	Pastosa y comestible, aunque menos agradable que la de la papaya, y cuando est3 verde produce látex. Se utiliza para hacer dulces y conservas.	X	Carnosa	14-16% de contenidos solubles, sabor parecido al fruto de papaya.
Presencia de alas o costillas	Con 5 costillas	Algunas veces con cinco "alas" o costillas	X	5-angulado alado en la base	Con cinco costillas	5 costillas	5 ángulos o alas laterales	X
Forma y tamaño de las costillas	Se proyectan 13-40mm en la base,	Las costillas paralelas , y en otros ligeramente contortas; de 10 a 30 cm de largo o aun más producido en protuberancias cónicas	X	A menudo penta-lobado	Unos frutos poseen costillas rectas y otras poseen costillas curvas. Las costillas llevan en la base otros tantos apéndices, por cuya particularidad se le ha dado el nombre de bonete	Hasta de 4 cm de alto, proyectadas en la base 1.3-4 cm;	Al cortarse las alas producen abundante exudado cremoso y pegajoso. Las costillas son delgadas y en forma hacia arriba.	X
ápice	agudo o acuminado	X	X	Atenuado	X	Agudo o acuminado	Agudo	X
base	c3ncava o truncada	X	X	X	X	C3ncava o truncada	Truncada	X
Semillas	X	Numerosas	X	X	X	X	X	X
Cavidad	X	Única celda central o cavidad falsamente pentaseptada	X	X	X	X	X	X

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

Autores	Martínez (1959)	Ortiz (1974)	Martínez (1979)	Moreno (1980)	Pennington y Sarukhán (1998)	Lomelí-Sención (1998)	Rojas (1999)	Villanueva-Arce(2006)
Características								
Época de maduración	En primavera antes de que se renueven las hojas	X	X		En primavera antes de que se renueven las hojas	X	De Enero a abril	Climatéricos, Maduran después de la cosecha.
Tipo	Es un fruto péndulo	X	X	Baya	Es una baya	Baya	Baya, péndula	X
Tamaño	Hasta de 30 cm de longitud y 13 cm de diámetro	15 cm o más	De unos 15cm	De 13-18cm de largo por 4-6 cm de ancho	De 15 a 20 centímetros de largo por 10 ó 12cm de ancho	Hasta 30 cm de largo, 13.0 cm de diámetro	De hasta 15 x 7cm	X
Forma	Ovoide o cónico	cónico u ovoide oblongo	Oblongo, Anguloso	Ovoide a angostamente elipsoide	Oblongo o cónica	Pendulares, ovoides o cónicos	Sus características, lo hace semejar a un bonete, termino del cual procede el nombre vernáculo del árbol	X
Pedúnculo	De 3-13 cm de largo, ca.. 1.3cm de diámetro	Presente	X		X	3.0-13.0de lago, ca. 1.3m de diámetro	x	X
Color	El pericarpo verde, verde-rojizo o amarillo cuando maduro.	Con epitelio color verdoso a amarillo ocre o rojizo cuando maduro.	Verde-amarillo		Verde con manchas rojizas	Pericarpo verde-rojizo o amarillo en la madurez	Verde	X

Semilla

Seis autores describen brevemente las características de la semilla de *J. mexicana*, se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 10: Comparación de la descripción de la semilla de *J. mexicana* de acuerdo a: Martínez (1959), Ortiz (1974), Moreno (1980), Lomelí-Sención (1998), Zuleta (2003), Olivares (2003) y Villanueva-Arce (2006).

Semilla							
Autores	Martínez (1959)	Ortiz (1974)	Moreno (1980)	Lomelí-Sención (1998)	Zuleta 2003	Villanueva-Arce(2006)	Olivares (2003)
Características							
Forma	X	X	Ovoides	Ovoides y subglobosas	X	X	X
Tamaño	X	X	De 6 a 7mm de largo por 4 a 5 mm de ancho (en estado seco)	4-8mm de largo y de 2-5mm de diámetro	X	X	X
Color y forma de la sarcotesta	Esclerotesta lisa o rugosa	Semilla con sarcotesta	Esclerotesta Morena clara, lisa	Color pardo claro, Esclerotesta lisa o rugosa	X	Rugosas con capa mucilaginoso similar a la papaya, color amarillo	Semillas negras
Numero	X	X	numerosas		En promedio 500 semillas	X	X
Contenido	X	Contenido de proteínas es de 25%, 33.8% de grasas y 9.2% de carbohidratos	X	X	X	Proteína 25%; lípidos 33.8%; minerales 8.3%; fibra 12.8% y carbohidratos solubles 20.1%.	X

Del cuadro comparativo resalta una descripción general de la apariencia superficial de la semilla, dando rangos amplios de la forma de la sarcotesta que van de lisa a rugosa y del color moreno claro, a negro pasando por el amarillo, sin hacer referencia a las capas internas de la semilla.

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

Se reportan los análisis bromatológicos de Ortiz Ramírez (1974) y Villanueva-Arce (2006),

- La semilla: humedad 6.7% y en base seca; proteína 25%; lípidos 33.8%; minerales 8.3%; fibra 12.8% y carbohidratos solubles 20.1%. Estos datos muestran que la semilla presenta mayor cantidad de proteína en comparativa con la pulpa del fruto (Villanueva-Arce, 2006).
- El contenido de proteínas de la semilla es de 25%, 33.8% de grasas y 9.2% de carbohidratos (Ortiz Ramírez, 1974).

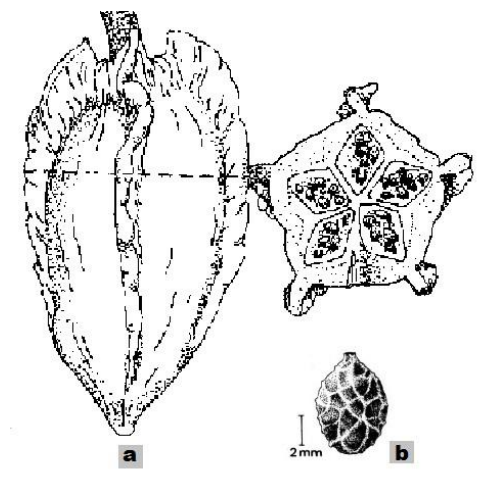


Figura 11: Esquema de fruto, placentación y semilla, **a)** Placentación de la semilla en fruto de *J. mexicana* mostrando la cavidad falsamente pentaseptada (Lomelí-Sención, 1998). **b)** Semilla detalle de sarcotesta, ilustrada por Elvia Esparza. (Moreno, 1980).

Análisis de los datos de la descripción botánica de la planta

Los cuadros comparativos presentados a manera de compilación en orden cronológico, permiten mostrar que existe una serie de descripciones que identifican a *Jacaratia mexicana*, que incluyen: las características generales del árbol, madera, hojas, flores, frutos y semillas.

En el siguiente cuadro se enlistan los principales autores que describen a *J. mexicana*, de los que destacan los trabajos de Moreno, (1980) y Lomelí-Senci3n, (1998) con la descripci3n de una mayor cantidad de caracteres de la planta, siendo los m1s com3nmente citados por autores como Olivares (2003), Zuleta (2003), Pennington y Sarukh1n (1998).

Cuadro 11: Principales autores que describen morfol3gicamente *J. mexicana*:

Autores
Mart3nez, Maximino 1956,1959
Ort3z Ram3rez N. Evangelina. 1974
Mart3nez, Maximino 1979.
Moreno, N.P.1980.
Barajas-Morales, J. y Le3n, G. C. 1989
Lomel3-Senci3n, A. J, 1998
Pennington, T.D. y Sarukh1n, J. 1998.
Olivares S.E, 2003
Villanueva-Arce R. et al, 2006

Con respecto a las estructuras reproductivas de *J. mexicana*, es hasta los a1os 2007 y 2008 que se estudia la fenolog3a de la floraci3n de *Jacaratia mexicana*, as3 como sus flores fuertemente dim3rficas de las que han derivado las publicaciones de Aguirre, *et al.*, (2007), y Aguirre *et al.*, (2008). En ambos estudios queda demostrada la diferencia de las estructuras reproductivas de la especie, tanto en organismos masculinos como femeninos, es decir, que es pol3gamodioica.

El an1lisis comparativo de los datos compilado en los cuadros, muestra una mayor informaci3n de las estructuras vegetativas y en su caso de las estructuras reproductivas de la flor, pero generales en lo que se refiere a la semilla.

Al observar el cuadro 10, nos revela la escasez de estudios morfoanatómicos y sólo se encuentra un estudio más profundo en los trabajos bromatológicos de Ortíz Ramírez (1974) y Villanueva-Arce (2006) que describen su composición química.

Esta falta de información se vuelve una justificación pertinente para adentrarse en el estudio de la anatomía y la histoquímica de la semilla, que permita al mismo tiempo aportar información taxonómica y revelar la estructura interna, base de su función reproductiva.

4. MARCO HISTORICO

4.1 Importancia etnobotánica.

Los campesinos e indígenas de Mesoamérica forman agrupaciones de tipo familiar y comunitario que interactúan con la naturaleza a través de una estrategia no especializada de producción caracterizada por el uso múltiple de los recursos (Toledo y Argueta, 1994 en Monroy 2004)

Las unidades sociales de apropiación, son denominadas: cultivos de traspatio, solares o huertas familiares, espacios cultivados que rodean a los hogares de las comunidades.

Estos cultivos satisfacen las necesidades importantes del hogar. Son los lugares donde juegan los niños, y donde los jóvenes y adultos descansan y charlan, ya que son la sombra de los árboles refrescantes al final de la tarde. Es el lugar donde los niños aprenden a correr y trepar a los árboles, donde se lava y se seca la ropa y también son zonas importantes para el consumo, la producción familiar y el bienestar económico. (Cuanalao y Guerra, 2008) (González y Ruenes en prensa 2012).

En concreto contribuyen de manera multifactorial a (Cuanalao y Guerra, 2008):

- La nutrición y la seguridad alimentaria.
- Los ingresos familiares.
- La construcción, la obtención de madera
- La preservación de recursos fitogenéticos, ya que los huertos son fuente importante de biodiversidad de plantas.

- Uso medicinal.

Esta estrategia de cultivo se fundamenta en el conocimiento tradicional, el cual a pesar de carecer de instrumentos de registro de información y de metodología que permita comparar y analizar los resultados con fines predictivos, cuenta con mecanismos que dan origen, conservan y transmiten de generación en generación, asegurando su continuidad a través del tiempo (Hernández-X., 1985). Este tipo de conocimiento es una de las manifestaciones de la diversidad cultural de México, misma que es considerada en los espacios de decisión, nacional e internacional, de relevancia para la conservación ambiental.

La diversidad florística de México acompañada de la diversidad cultural entrelazan el conocimiento en la etnobotánica, una disciplina científica que analiza el papel de las plantas dentro de los sistemas de conocimiento tradicional, como los complejos procesos de coevolución entre la especie humana y las especies vegetales con las que interactúa, en términos de uso y manejo.

Sin embargo, estandarizar y sistematizar el conocimiento tradicional relacionado con plantas útiles requiere el uso de algunos parámetros de ecología para su evaluación cuantitativa, relacionando riqueza, dominancia cultural y frecuencia de uso de las familias, géneros y especies útiles, así como de los tipos de usos dominantes culturalmente.

Un esfuerzo de evaluación de la importancia de *J. mexicana* se realizó en el estado de Morelos donde se estableció su **dominancia cultural**, parámetro utilizado para expresar el grado en que una especie acapara el espacio de crecimiento en una comunidad (Krebs, 1985 en Monroy-Ortiz 2004). Monroy-Ortiz (2004) señala que *J. mexicana* nace y crece de manera silvestre (en zonas conservadas) pero los pobladores favorecen su crecimiento con cuidados y esta se distribuye desde México a Panamá asignándole 15.38% de dominancia cultural haciendo posible este dato de evaluación comparativa de los recursos vegetales usados en Morelos.

Un estudio más reciente de la especie en el estado de Yucatán, resalta nuevamente la importancia que tiene *J. mexicana* en solares (González y Ruenes en prensa 2012).

1. Contribuye al ingreso económico familiar a través de la venta de los frutos y su derivado (bebida), de igual manera, proporciona un ahorro para la familia, ya que los animales de traspatio se alimentan de ella.
- Proporciona identidad tradicional al solar (pese a que se encuentra muy cerca de la ciudad) por ser una de las especies de importancia en los solares mayas prehispánicos, de igual manera los miembros de la familia demuestran orgullo de poseer gran cantidad de individuos del k'ummche' (*J. mexicana*) en su solar, puesto que consideran que están contribuyendo a la conservación de la planta usando su conocimiento fenológico (empírico y basado en la experiencia y observación) para el manejo, y obtención de una buena producción, lo que dará ingresos económicos.

Ambos ejemplos, en los estados de Morelos y Yucatán muestran que *Jacaratia mexicana* (Caricaceae) es una planta representativa en la cultura mexicana, sumado a estos estudios Arias *et al.*, (2010) haciendo uso de la información genética de poblaciones silvestres y cultivadas (solares y huertas familiares) realizan un mapa genético que expresa la distribución de *J. mexicana* en la república mexicana, esta información de la diversidad genética y su variación en dichas poblaciones, sugieren que existe y existió una domesticación, ya que se reporta reducción genética en los cultivos domésticos, contra una mayor diversidad genética en poblaciones silvestres. Por lo tanto innegable que la selección artificial a lo largo de su domesticación queda registrada en las plantas. Proceso que remarca la relación entre los hombres y las plantas, de tal forma que para exponer la información recabada se hace una compilación bibliográfica en los siguientes aspectos:

- Taxonomía prehispánica y tradicional.
- Planta medicinal de la selva baja.
- Planta comestible.
- Las investigaciones contemporáneas.

Taxonomía prehispánica y tradicional.

La relación de *J. mexicana*. Intrínseca entre, los antiguos pobladores mexicanos queda plasmada de la siguiente manera con una adivinanza en náhuatl de la región central de Guerrero (Amith, 1997):

Am Se: tosa:sa:ne:l, se: tosa:sa:ne:l
kuhtipan jarri:toh
..... **bone:teh**

Una adivinanza, una adivinanza.
En los árboles hay un jarrito
.....**es el bonete.**

Se puede afirmar que *J. mexicana*. Tiene huella en la cultura prehispánica, ya que tiene un nombre designado específicamente, tanto en la taxonomía nahua (Cumplido, 1843) como en la maya, la clasificación coincide y se le denomina de la siguiente manera:

El nombre nahua (Pérez-Bouza, 1994):

cuayote (**ecuahuit** 'árboi' + **ayut** 'calabaza'). Árbol de calabaza.
cuauhayotli, (**ayotl** es calabaza + **cuahuitl** es árbol)

El nombre maya de *J. mexicana* es (Barrera, 1979):

Kúumche´ (**ché**=árbol + **Kúum**= es calabaza) árbol-de-calabazas

En ambos casos hay una equivalencia lingüística para denominar la especie, teniendo en común un binomio compuesto con el nombre del género (un sustantivo) y el nombre de la especie (un adjetivo) (Llorente, 2003).

La clasificación empleada, nos habla de la taxonomía prehispánica basada en su forma integrada de concebir el Universo, misma que nos lleva a inferir que el uso de la planta tiene varios siglos en este pueblo y que con el paso del tiempo a permeado hasta nuestros días. A continuación se presenta en el cuadro 12, de la distribución de la planta, que a partir de los nombres comunes actuales, nos muestra el conocimiento amplio y antiguo de los mexicanos del sur del país.

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

Distribución geográfica de los nombres de <i>Jacaratia mexicana</i>		
	Nombre	Entidad
Nombres Nahuas	Cuaguayote	Morelos
	Coahuayote	Colima
	Coalsuayote	Guerrero
	Cuanejuete, Cuayote	No determinado
Nombres Mayas	Cunche, cumche, K'umch'ee, Kunche, K'umche', K'uumche, Kuu'um che', Puut ch'iich', Cho'ich puut, chíich', puut, puut ch'iichi	Yucatán y en algunas localidades de la región sur del país
Nombres Tradicionales	Bonete , bonete orejón, papaya orejona, Papaya de monte, Papaya silvestre, jacoretia	En la mayor parte de su área de distribución (Jalisco, Michoacán, Morelos, Veracruz, Puebla, Estado de México, Tabasco, etc.)
	Papaya de montaña, papaya orejona, y pongolote de leche	Chiapas
	Papayón, papaya orejona	Oaxaca
	Pongolote	Tabasco
	Guarumbo	Veracruz

Cuadro 12: Distribución geográfica de los nombres de *Jacaratia mexicana*, datos obtenidos con base en: (Cumplido, 1843; Ortiz Ramírez, 1974; Lomelí-Sención, 1997; Pennington, Y Sarukhán, 1998; Ayala , 2003; Olivares, 2003; Arellano, Flores y Tun, 2003)

Jacaratia mexicana como planta medicinal

La información sobre *J. mexicana* datan desde la época de la conquista donde se hace la primera referencia disponible, al uso prehispánico de la especie, como aparece en:

“*Diligencias hechas por el provincial Fray Diego de Landa (1562 y 1563)*”, en el Capítulo XLIX dedicado a la Flora de Yucatán. Se hace la siguiente cita:

▲ “*Hay un árbol fofo y feo aunque grande, que lleva cierta manera de fruta llena de tripas amarillas muy sabrosas y cosquezue*”

Barrera-Vázquez (1999) en su artículo “*Las fuentes para el estudio de la medicina nativa de Yucatán.*” Y García de Miguel (2000), en su Tesis Doctoral sobre “*Etnobotánica Maya: Origen y evolución de los Huertos Familiares de la Península de Yucatán, México*”, incluyen un

listado de plantas usadas por los mayas prehispánicos, recopilado a partir de los conquistadores Landa, Real. y Marcus en el siglo XVI. En estos se menciona que *J. mexicana* tiene uso medicinal y comestible.

Nuevamente en el estado de Yucatán Arellano, Flores, y Tun. (2003) reportan que *J. mexicana*:

- ✦ es un “árbol conocido como *kum’che’* y *cho’ich puut* ; que su látex se utiliza para tratar abscesos, biliosidades, bubones, principios de ictericia, pus en la orina, enfermedades de la piel (Roys 1931); postemas y fuegos (Anon 1949, Martínez 1969, Osado 1834), ronchas y tuberculosis pulmonar (Osado 1834).”

Esta serie de documentos revela que después de la conquista, durante un periodo importante de la colonia española, y tiempo después, durante los siglos XVIII y XIX el conocimiento de la etnoflora yucatanense siguió en uso a través de sus pobladores, y queda constatado en *The Ethno-Botany of the Maya* escrita por Ralph Roys (1931)

El Siglo XX no es la excepción en lo que concierne al reporte de una planta medicinal a *J. mexicana*. Es por ello que se presenta un cuadro con los padecimientos en los que se le emplea (cuadro 13)

Cuadro 13: Usos medicinales de *Jacaratia mexicana*

Usos medicinales de <i>Jacaratia mexicana</i>.			
Referencia	Padecimientos	Parte de la planta empleada:	Modo de Uso.
(López y Xolalpa, 1997). (Martínez, 1959). (1)	Tratamiento de fuegos en boca (herpes labial). Desinflamante en lesiones ocasionadas por fuego bucal	Látex (de la planta y del fruto verde)	No Reportado
(Martínez, 1959) (1) (Ruiz-Terán <i>et al.</i> , 2008)	Ulceraciones de la mucosa bucal, evitar la acumulación de la pus, Calor estomacal (V. mal de boca y aftas) y apostemas.	Látex (de la planta y del fruto verde)	No Reportado
(Suarez, 2010.)	Para el dolor de muelas y para facilitar su extracción	Látex	El látex se aplica mediante un hisopo a las muelas picadas.
(López y Xolalpa, 1997).	Erupciones cutáneas en la piel	No reportado	No Reportado
(1)	Desinflamante en otros padecimientos	Las semillas(no especificado)	No Reportado
(Guizar y Sanchez, 1991) en (Arias <i>et al.</i> , 2010)	Supresor del apetito	semillas	Consumo
(1) (Ruiz-Terán <i>et al.</i> , 2008)	Problemas digestivos	frutos inmaduros, semillas y el látex	Consumo de frutos inmaduros, semillas y el látex
(Bolívar-Fernández, 2010)	Parásitos intestinales; remedio para las lombrices	Semillas o la resina	Masticar las semillas para matar parásitos en general, o la resina de la planta como remedio para las lombrices.
(Bolívar-Fernández, 2010)	Laxante	No reportado	No reportado

1.- Catálogo de Plantas Medicinales del Jardín Botánico de Cuernavaca INA, México 2004, versión electrónica <http://www.desarrollo-integral.org/JardinBotanicoCuernavaca.pdf>

Jacaratia como planta comestible

Se reporta la frugivoría de *J. mexicana* por aves, réptiles, murciélagos y tejones (Bruno et al., 2010) (González y Ruenes, en prensa 2012) por lo que se puede asumir un uso agroecológico, aunque no existen investigaciones específicas al respecto.

Sin embargo el uso de *J. mexicana* es reportado como alimento altamente nutritivo para animales domésticos (forraje) en diferentes estados del país como Yucatán y Michoacán, dado su contenido de proteína cruda:

- ▲ “...las hojas y los frutos son utilizadas en Tierra Caliente del estado de Michoacán como forraje, con un contenido en proteína cruda 27.21%, materia orgánica 85.6%, fibras FDN 29.5%, FDA 17.1%, de calcio de 3.1% y fósforo 0.2% (González et al. 2007)”
- “Nombre de origen maya (Yucatán) Puut ch'iich (Jacaratia mexicana) es un árbol, el cual se consume la hoja, fruto, y el tallo reportado como alimentación de ganado equino, bovino y porcino. En el caso de la producción porcina, se considera una de las especies arbóreas de uso potencial para la cría de cerdos (Flores y Bautista, 2005).

En el consumo en los humanos:

De manera tradicional se da el consumo de la planta en tres formas: el fruto, la semilla y el tallo:

Fruto.

Se recolectan los frutos en forma eventual por las familias de las comunidades, principalmente por mujeres y niños, la extracción es selectiva y en una sola temporada al año: de Invierno a primavera en los meses de febrero a abril, para los frutos inmaduros, y para los frutos maduros en la época de primavera inicio el verano, mayo, junio y julio antes de la época de lluvia (González y. Rosa Rojas, 2006)

Los frutos *J. mexicana* han sido blanco de la selección humana durante el proceso de domesticación, aun que se considera dentro de las primeras etapas del proceso, donde

varias características han sido modificadas por la cosecha; un aumento en tamaño de la inflorescencia y del fruto, con semillas grandes, frutas dulces más grandes, etc. Se reporta el caso en algunas comunidades indígenas de Michoacán y Guerrero, en el centro de México, la selección de algunos rasgos morfológicos de frutos silvestres en huertos familiares. (Arias *et al.*, 2010) Se señala una reducción de la diversidad genética de la especie derivada de la selección humana, siendo ésta la evidencia en su domesticación incipiente, la duda y las discusiones sobre si esta domesticación fue provocada en unos siglos o como lo sugiere el autor en un proceso gradual a lo largo de miles de años.

Desde el siglo XVI (Landa, 1565) se le reporta al fruto de *J. mexicana* como comestible, valorándolo como alimento complementario en los mercados tradicionales en México, (Anales del museo Nacional de México. El Museo.1905. pag 455.) “El fruto bien conocido, es muy grande y sabrosos, viene a los mercados de esta capital procedente de los estados de Morelos, Guerrero y Puebla.” Se cultiva y vende sólo a escala local.

No ha desaparecido la costumbre de consumir el fruto de múltiples maneras:

- ✦ El fruto verde produce látex. Utilizándose en la medicina tradicional.
- ✦ Los frutos inmaduros se consumen en sopas o guisos combinándose con otros ingredientes. En Michoacán, Guerrero y Puebla el fruto tierno se come en sopa, en el Municipio de Nocupétaro, Michoacán aún lo consumen como ensalada (Olivares, 2003)(Opciones alimenticias de Puebla 2005 – 2011)
- ✦ Bien maduro el fruto se come como fruta fresca, en ensaladas, y con la pulpa fresca se elaboran aguas.
- ✦ Cuando éste fruto se encuentra maduro antes de perderse lo preparan en conserva, o como dulce tradicional cristalizándolo. En la región de Tzitzio (Mich) se produce café con la pulpa deshidratada.

Semillas

Las semillas de *J. mexicana* son abundantes y en algunas regiones del país se consumen e incluso se llegan a vender en el mercado (figura 12). En Guerrero principalmente en Tierra Caliente, se consumen las semillas del bonete luego de haberlas secado o tostado o directamente en brazas; en algunas ocasiones se les enjuaga posterior al secado de tal manera que se le desprenda la testa y se les coloca sal tostándolas nuevamente. La semilla se come tostada como botana y se agrega a tacos y salsas, las personas que las utilizan, bien rostizadas o en atoles, indican que en ambas formas su sabor es agradable, su consumo se remonta a las épocas prehispánicas por lo que suponemos que aparentemente no ocasiona ningún trastorno. (Ortíz ,1974; Opciones alimenticias de Puebla 2005 – 2011; Olivares, 2003).



Figura 12: Venta de semillas en el día de Tianguis (Mercado de Iguala)

Jiménez-Aguirre *et al.*, (2011) realizaron la caracterización física y química de las semillas del “cuaguayote” y encontraron que poseen alto contenido en fibra, proteínas, carbohidratos y grasas, El objetivo de esta investigación fue analizar la composición para difundir su

importancia alimenticia. Experiencias docentes en el IPN por el profesor Ramón Villanueva Arce formularon una botana que pudiera ser una opción para complementar la dieta de la población de escasos recursos. “La cantidad de fibra la hizo una opción para elaborar botanas que mejoren la función gastrointestinal y complementen una alimentación sana”, además indicó que para la elaboración de la botana, las alumnas extrajeron las semillas de los frutos, las lavaron, secaron al sol, calentaron, eliminaron el mucílago (capa protectora) por frotación, acondicionaron con una solución de sal y/o chile y limón, y envasaron en bolsas de celofán. La botana desarrollada presentó un sabor y apariencia agradable al paladar y a la vista. (Villanueva-Arce, 2011) difusión interna IPN “noticias del Politécnico” Fecha de consulta: 3/06/2011)

Tallo

Los antiguos mayas consumían el tallo rayado con el maíz, al igual que actuales pobladores de algunas comunidades en el estado de Colima, que para la fabricación de tortillas, continúan mezclando la harina del tallo con maíz (Moreno, 1980 en Díaz-Luna y Lomelí-Sención, 1997).

González y Ruenes (en prensa 2012) señalan:

- ✦ *“A pesar de que no se encontraron leyendas o creencias sobre esta planta, se pudo obtener una breve historia narrada por el señor Genriomar Hau Montejo, dueño del agroecosistema solar: “¡Me contaron mis abuelos que en una época en que escaseo el maíz, no recuerdo muy bien si fue por plagas de langostas o sequías! ¡no se, no me acuerdo! bueno, en ese tiempo que la gente no tenía que comer, se usaba la mata de k.ummche para dar de comer a la gente, me decían mis abuelos que tumbaban la mata, le abrían el tronco (porque ya ves que muy suave como la papaya) y el “meollo” (el centro del troco) lo sacaban para hacer masa, a veces se revolvía con un poco de maíz y se hacían tortillas, esos fueron tiempos muy duros me decían mis abuelos porque tuvieron que cortar muchas matas k.ummche !”*

Villanueva-Arce et al., (2006) publica: “Importancia y usos de una especie poco estudiada”

en el cual analiza la parte central o 'médula' del tronco del 'cuahuayote' para obtener harina encontraron: "La harina contiene elevadas cantidades de fibra (24-27%) y cenizas (15-17%) aunque hacen falta más pruebas que confirmen su uso potencial en la elaboración de tortillas, las pruebas preliminares realizadas son prometedoras."

Estudios contemporáneos:

Desde los años 40's, se iniciaron los estudios bioquímicos y enzimáticos sobre *J. mexicana*. El Dr. Manuel Castañeda Agulló, republicano exiliado español quien llegó a México en 1939, inicio la cascada de estudios enzimáticos sobre *J. mexicana*. En 1940 estuvo en la Escuela de Ciencias Biológicas donde conoció a un grupo de antropólogos quienes le mostraron un códice donde se explicaba que los tlahuicas y los olmecas utilizaban las hojas del cuaguayote o bonete (árbol endémico de México) para envolver la carne de los animales que cazaban, a fin de ablandar, procedimiento utilizado por los totonacas en Veracruz. El efecto de ablandamiento de las carnes, como ahora sabemos, era causado por las enzima proteolítica mexicana, contenida en el látex del *J. mexicana*, pero es un desarrollo empírico del México prehispánico. (Briones y Cortes, 1994 ; Pérez-Sabino, 2002)

A manera de homenaje colocaremos una tabla en orden cronológico con algunas investigaciones pertinentes:

Cuadro 14: Cronología de estudios de la actividad enzimática de *J. mexicana*

AÑO	PUBLICACION
1942	Castañeda Agulló M., Gavarrón F.F., Balcazar M.R. (1942). On a new protease from <i>Pileus mexicanus</i> . Science, 96:365.
1945	Castañeda-Agulló, M., Hernandez, A., Loeza, F. y Salazar V. 1945. Crystallization of mexicanin. Journal of Biological Chemistry. 159: 751.
1966	Ortega, M.L. y Del Castillo, L.M. 1966. Actividad de la mexicana en presencia de altas concentraciones de urea. Ciencia Mex., 24/5-6: 247-251.
1973	Bustamante-Diez, Y. 1973. Obtención y caracterización de la mexicana, enzima proteolítica del látex de <i>Pileus mexicanus</i> . Tesis de doctorado. ENCB del Instituto Politécnico Nacional. México, D.F.
1974.	Cruz, M.T., M. del C. Oliver, L.M. del Castillo y M. Castañeda-Agulló. 1974. Proteinases de plantas mexicanas. Determinación de pesos moleculares de proteínasas cisteínicas por concentración de grupos tioles. Revista Latinoamericana de Química. 5: 18-25.
1975	Soriano, M., Cruz, M.T., Bustamante, Y., del Castillo, L.M., y Castañeda-Agulló, M. (1975). Proteinases de plantas mexicanas: III. Mexicana, preparación y caracterización. Revista Latinoamericana de Química, 6, 143-151

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

1976	Inei-Shizukawa, G., Oliver, M.C., Cruz, M.T., del Castillo, L.M., y Castañeda-Agulló, M. (1976). Proteinases de plantas mexicanas: V. Investigaciones acerca de la actividad de la mexicaína y la hemisfericina. <i>Revista Latinoamericana de Química</i> , 7, 131-136.
1994	Briones, M. R. Cruz, M. T., Cortes V. M. I. Oliver, S. M. C. (1994) Preparaciones enzimáticas de interés industrial con proteínas de plantas mexicanas. <i>Información tecnológica</i> . 5(1), 57-62 (Chile).
1996	Briones, M. R. (1996) Proteasas de plantas mexicanas potencialmente útiles en la industria alimentaria. <i>Hidrólisis de proteínas vegetales</i> . Tesis de Maestría. ENCB-IPN. México.
1999	Oliver-Salvador, M. C. 1999. Purificación, caracterización y cristalización de la proteasa cisteínica del látex de <i>Pileus mexicanus</i> : mexicaína. Tesis de doctorado, ENCB, Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.
2002	Badillo C., J.A.; Cruz M. A.; Garibay O. C; Oliver S. M.C. (2002). Enzimas proteolíticas de cultivo de callos de <i>Jacaratia mexicana</i> . III Encuentro Internacional de Biotecnología. Querétaro, Qro., del 6 al 9 de noviembre. pp. 118-121.
2004	Oliver-Salvador, M. C., González-Ramírez L. A., Gavira, J. A., Soriano-García, M. y García-Ruiz, J. M. 2004. Purification, crystallization and preliminary X-ray analysis of mexicain. <i>Biological Crystallography</i> . 60: 2058-2060.
2004	Barrera Badillo G. y Oliver Salvador (2004). Establecimiento de un cultivo de células en suspensión de <i>Jacaratia mexicana</i> para la producción de proteasas. III Congreso Internacional y XIV Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica. Veracruz, Ver., del 31 de marzo al 2 de abril.
2005	Oliver-Salvador M.C., Barrera-Badillo G., Martínez- Guillen J.B., Briones- Martínez R., and Cortes-Vázquez M.I. (2005). Proteases from cell culture of <i>Jacaratia mexicana</i> . 30TH FEBS Congress and 9Th IUBMB Conference, Budapest, 2-7 july. Cartel B1-024P, pg. 145.
2006	Martínez, G. J., (2006) Síntesis de proteasas por cultivos celulares de <i>Jacaratia mexicana</i> en biorreactor airlift de 2 L. Tesis de Licenciatura. UPIBI-IPN. México.
2007	Gavira, J. A., Gonzalez-Ramirez L. A., Oliver-Salvador, M. C., Soriano-García, M. Y García-Ruiz, J. M. 2007. Structure of the mexicain- E-64 complex and comparison with other cysteine proteases of the papain family. <i>Biological Crystallography</i> . D63: 555-563.
2007	Barrera-Martínez I,C. 2007. Cultivo de células de <i>Jacaratia mexicana</i> en un biorreactor airlift: efecto de un inductor y un elicitor en la producción de enzimas proteolíticas. Tesis Maestría en ciencias, ENCB, Unidad profesional interdisciplinaria de Biotecnología, Instituto Politécnico Nacional, México, D.F. 91pp
2008	Briones-Martínez, R., Cortés-Vázquez, M.I. 2008. Sustainable agroindustrialization of mexican plants. En: Book of Abstracts (ISBN: 978-84-692-4948-2): Third International Meeting of Environmental Biotechnology and Engineering 3IMEBE. Ed: Isabel Sastre Conde, Hervé Macarie, Gerardo López López, Ana Ma Ibáñez Burgos, Carme Garau, Joana María Luna, Joan March, Antoni Martorell, Margalida Colombas, Jaume Vadell, Jeroni Vera, JoseLuis Sanz. P. 323.

En suma, todos los estudios revelan que *J. mexicana*, planta mexicanas productora de mexicaína, tengan un interés económico-industrial, ya que mayoritariamente se propone la conservación y aprovechamiento sostenible de esos recursos florísticos. Ya que con la agroindustrialización de *J. mexicana* en la obtención de enzimas proteolíticas y otros subproductos, podrían producirse varios beneficios, entre ellos: la diversificación de la producción agrícola para obtener productos bioquímicos de alto valor, en beneficio de los productores primarios: los campesinos. La eventual reducción de nuestra dependencia como

país de preparaciones enzimáticas esenciales para diversas industrias (la alimenticia sobre todo); y, en consecuencia, coadyuvar en alguna medida a estimular el crecimiento económico regional y nacional.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con los objetivos planteados la investigación se dividió en fases:

- ♣ La primera, permite conocer la estructura del fruto y la semilla de *J. mexicana*.
- ♣ La última, revela información fisiológica de la germinación de esta planta en condiciones controladas.

Ambas con la finalidad de obtener un protocolo de propagación, accesible y económico de *J. mexicana*.

Observaciones frutos y semillas

Sitios y colectas

En Xochipala, Guerrero las poblaciones de *J. mexicana* han ido disminuyendo y las áreas donde aun se encuentran son principalmente huertos familiares, sitios cercanos a zonas urbanas como carreteras, caseríos, árboles como linderos, las cuales corresponden a vegetación manipulada.

Con base en lo anterior se realizó una colecta el 2 de junio 2007, en un árbol ubicado al borde de la carretera Iguala-Chilpancingo, Guerrero, pasando la caseta de cobro, en las coordenadas: N18° 19' 786" W99° 30' 480" y en el paraje "El Campamento" en el huerto familiar de la Sra. María Sánchez, entre los kilómetros 12 y 13 de Casahuatlan, Morelos, en las coordenadas N18° 35' 468" W99° 22' 580", donde existían dos árboles, cuyos frutos mostraban características morfológicas diferentes.(Figura 13)

A través de los recorridos de investigación del grupo de trabajo enfocado a plantas medicinales del estado de Guerrero se observaron diferentes tipos de frutos de *J. mexicana* en la ruta de Iguala a Ayutla, por lo que se retomó el estudio morfológico comparativo de los mismos.

Así en la salida de campo del 8 de mayo 2009, se recolectaron frutos en tres localidades:

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL

Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

Sitio 1: N 17° 01' 333" W 99° 28' 155" Fruto Tipo 1

Sitio 2: N 17° 04' 388" W 99° 30' 306" Fruto Tipo 2

Sitio 3: N 18° 27' 640" W 99° 25' 841" Fruto Tipo 3

Los árboles reconocidos o elegidos al borde de la carretera corresponden nuevamente a un área de vegetación perturbada, en donde la gente realiza un manejo de la especie, favoreciendo en algunos casos el crecimiento de nuevos individuos o en otros provocando su pérdida por el tipo de colecta. (Figura 13)

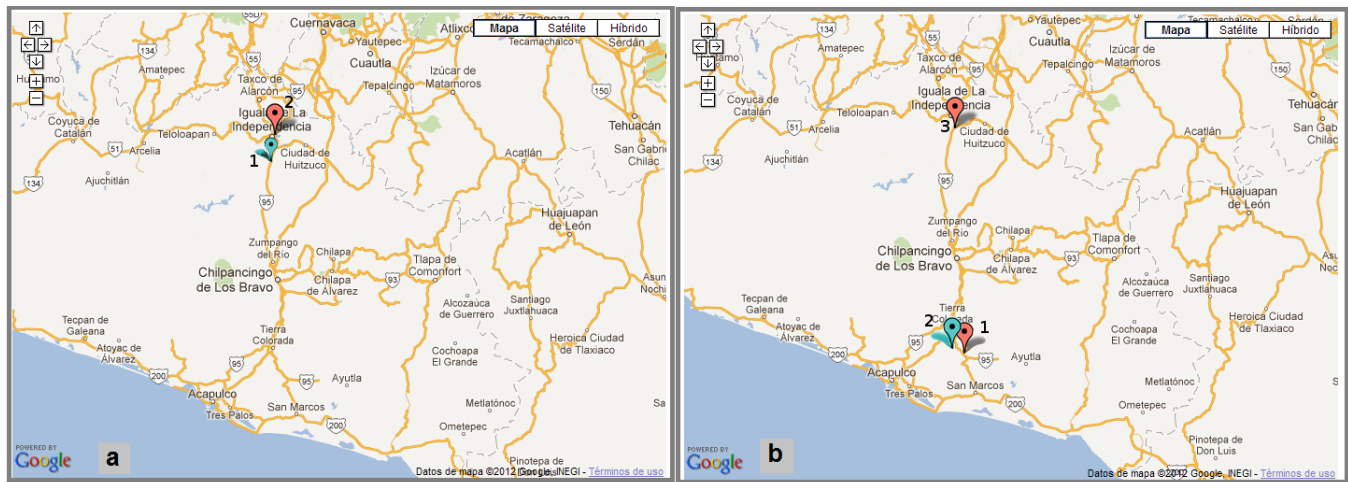


Figura 13. Mapas de sitios de colecta, **a)** Año 2007 Sitio 1: N18° 19' 786" W99° 30' 480" Frutos Espoletas y Alargado, y Sitio 2: N18° 35' 468" W99° 22' 580". Fruto Espoletas. **b)** Año 2009 Sitio 1: N 17° 01' 333" W 99° 28' 155" Fruto Tipo 1, Sitio 2: N 17° 04' 388" W 99° 30' 306" Fruto Tipo 2 y Sitio 3: N 18° 27' 640" W 99° 25' 841" Fruto Tipo 3

Sitios de trabajo

Los experimentos y observaciones se realizaron en el laboratorio de Fisiología y Estructura de Plantas de la Facultad de Ciencias, UNAM. En el Laboratorio de Cultivo *in vitro*, Programa Fruticultura, PREGEP-Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, Estado de México.

Observación de frutos y semillas 2007

Frutos

El 2 de junio del 2007 se reconocieron dos formas características de frutos agrupándolos en A y B. Se hizo el registro de la longitud y el ancho de los frutos de cada grupo.

Semillas

Se extrajeron las semillas de cada fruto por separado y se sometieron a lavado, lo que permitió eliminar la sarcotesta (ver protocolo de germinación). Una vez limpias y secas, se pesaron y contaron para por tipo de fruto.

Observación de Semillas del 2009

Frutos

Los frutos colectados en mayo del 2009 presentaron tres formas características, por lo que se agruparon de acuerdo a las características de tamaño y forma, asignándoles los números: 1, 2 y 3. Los frutos se midieron.

Semillas

Utilizando un microscopio estereoscopio, con la Cámara Canon® acoplada al sistema Axió Vision de Karl zeiss® versión 4.7., se obtuvieron imágenes digitales con escala, que sirvieron de base para calcular en cada grupo (fruto 1, 2, o 3), ancho y largo de las semillas, así como la medición de crestas de sarcotesta. El posterior procesamiento digital de imágenes fue gracias al programa de manipulación de imágenes de GNU, GIMP 2.6.11 y los datos analizados con Microsoft Excel Starter®. Y la medición se llevó a cabo en semillas frescas y secas.

5.2 Estudio anatómico e histoquímico de semilla.

Técnicas histoquímicas

Procesamiento de las muestras.

Las semillas de *Jacaratia mexicana* se fijaron en Formol-Ácido Acético-Etanol-Agua (FAA) 1:0.5:3.5:5 por 72 horas, se lavaron repetidamente con agua corriente para quitar el exceso de fijador. Se deshidrataron en una serie de alcoholes graduales (etanol al: 30%, 50%, 70%, 85%, 96% y, absoluto) durante 2 horas cada uno, y se hicieron dos pasos en Xileno de 1 hora cada uno. En estufa a 57°C, se expusieron a una mezcla de Xilol – Paraplast® durante 24 horas y con Paraplast® puro por 48 horas. (López Curto *et al*, 2005). (Figura 14)

Se hicieron los bloques de Paraplast® orientando las porciones de semillas para su corte transversal y tangencial. Se montaron en trozos de madera eliminando el exceso alrededor de la muestra, en forma piramidal, para hacer cortes de 8 µm de grosor en Microtomo de Rotación AO 820 American Optical®. Las laminillas se desparafinaron con Xileno y se rehidrataron con alcoholes graduales. y se tiñeron con la tinción Cuádruple de Johansen y las técnicas histoquímicas de Rojo “O” de Aceite, y Schiff-Azul Negro de Naftol. (López Curto *et al*, 2005), seleccionando dos laminillas para cada reactivo. (Figura 14)

Tinción cuádruple de Johansen

López Curto *et al* (2005) señalan como resultados en la tinción el siguiente cuadro:

Cuadro 15: Resultados esperados con la técnica Cuadruple de Johansen.

Estructura identificada	Color esperado
Cromatina en división	Rojo
Cromatina en reposo	Púrpura
Nucléolo	Rojo(ocasionalmente violeta)
Nucleoplasma	Incoloro o verde
Paredes celulares lignificadas	Rojo brillante
Paredes celulares cutinizadas	Rojo-purpura
Paredes celulares de celulosa	Verde-naranja
Paredes suberizadas	Rojo
Citoplasma	Naranja brillante
Lámina media	Verde
Gránulos de almidón	Púrpura con halos verdes o naranja, que en algunos materiales pronto son remplazados por purpura
Plástidos	Purpura a verde
Banda de Caspary	Rojo y el resto de la pared celular de la endodermis amarilla

Azul negro de Naftol- Ácido Peryódico-Reactivo de Schiff (APS)

Los carbohidratos se tiñen de color rosa o magenta. Las proteínas en azul, debe tenerse presente el sitio en el que se encuentra el colorante porque puede teñir la vacuola (Sandoval 2005) La técnica permite la identificación de proteínas y polisacáridos insolubles. El almidón y algunos polisacáridos de la pared celular se tiñen de rojo o magenta, algunos fenoles de

rojo y la calosa y celulosa no se tiñen con el ácido peryódico-reactivo de Schiff (López *et al* 2005)

Rojo “O” de aceite

Recomendada para (reserva lipídicas, cutina y suberina). La técnica muestra estructuras lipídicas color naranja-rojizo (López *et al* 2005). Sandoval (2005) también afirma que: “*La cutícula y las grasas se tiñen de rojo*”.

Sudán III.

Es un método de tinción para demostrar la presencia de triglicéridos, reservas lipídicas y cutículas en color naranja. Esta tinción se aplicó en semillas fijadas en FAA, sin el procesamiento seguido para las tinciones anteriores, cuya deshidratación y paso por Xileno eliminan a los lípidos solubles. La coloración es temporal.

Obtención de imágenes digitales

Empleo del microscopio óptico Axiostar plus de Carl Zeiss® para obtener imágenes de cada una de las técnicas histoquímicas con la Cámara Canon® acoplada al Sistema Axióon Visión de Karl zeiss ® versión 4.7

Microscopía de Barrido (MEB)

Las semillas frescas y sin pulpa, obtenidas de los frutos de los morfotipos 1, 2 y 3 del año 2009, se fijaron inmediatamente en solución amortiguadora de cacodilato de sodio 0.1M con acroleína 3%/ glutaraldehído 1.5%. Se utilizaron semillas enteras y cortadas de manera longitudinal de acuerdo al morfotipo, se hicieron 2 lavados con buffer de fosfatos 0.1M, pH7, cada 10 minutos. Se dejó reposar por 24 horas y se deshidrataron por medio de una serie de alcoholes (30%, 50%, 70%, 85%, 90%, 95% y absoluto). (Figura 14)

Las muestras se procesaron en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM en C.U., en el Servicio Académico de Microscopía Electrónica de Barrido a cargo de la Técnico Bióloga Yolanda Hornelas Orozco. Las semillas se desecaron con CO₂ hasta punto crítico, se montaron en un portamuestras, se cubrieron de plata en la ionizadora y se observaron al MEB. Con la finalidad de mejorar las observaciones, las muestras se recubrieron en oro.

Las observaciones y las imágenes se obtuvieron con el MEB modelo JEOL JSM 6360 LV

que cuenta con mecanismos de control computarizado y de adquisición de imágenes digitales propias de la marca.

Procesamiento digital de imágenes

Mediciones

Empleando el procesamiento digital de imágenes aplicadas a la biología, entendemos que una imagen obtenida por el MEB o por las cámaras acopladas a los microscopios ópticos y estereoscópicos, son una serie de superficies planas (dos dimensiones) que agruparon la información tridimensional de los objetos. Dicho plano se encuentra cuadrículado en pixeles, lo que nos permite realizar equivalencias entre las unidades medidas con las reglillas propias de los aparatos ya mencionados (reglillas dadas en mm, μm , micras, cm, etc.).

Haciendo líneas imaginarias en los diámetros, anchos, grosores o cualquier característica deseable a medir en las imágenes obtenidas se puede hacer dicha conversión siempre y cuando: a) se conozcan los pixeles iniciales y finales de nuestra cuadrícula, b) la posición inicial y final de la línea que se traza para medir la región específica, c) la reglilla bien calibrada dada en alguna unidad del sistema métrico. d) emplear el teorema de Pitágoras para obtener las mediciones de las superficies a calcular (aunque éstas sean solo de un pixel de grosor).

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

Estudio Anatómico e histoquímico
de la Semilla de *Jacaratia mexicana*

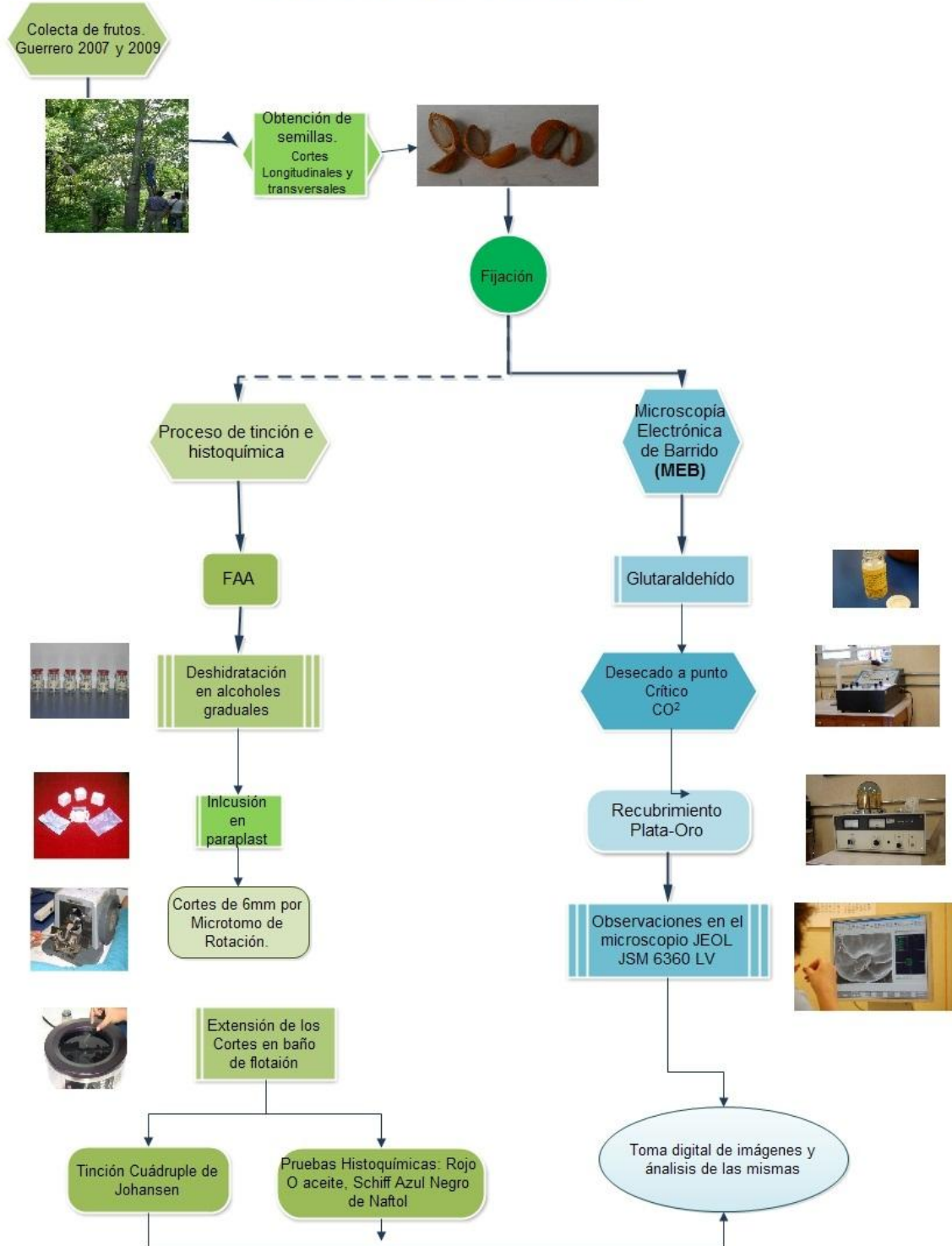


Figura 14. Resumen metodológico del análisis anatómico e histoquímico en semillas de *Jacaratia mexicana*.

5.3 Estudios de propagación de *J. mexicana*

Se eligió la reproducción sexual sobre la vegetativa, por la abundancia de semillas en los frutos, la facilidad de obtenerlas en colectas y la accesibilidad de su manejo. Aunado a ello se cuenta con la referencia de algunas personas de la región de Guerrero, quienes mencionan que es difícil la reproducción por fragmentos de la planta, porque cuando se cortan, se pudren con facilidad y la planta madre inicia una infección que se extiende al resto del organismo.

De acuerdo a lo anterior se evaluó la viabilidad y emergencia de plántulas influenciada por el tiempo de imbibición, para conocer las condiciones que permitan un mejor resultado.

Estudios de viabilidad y emergencia

Experimento 1: Viabilidad de las semillas.

Con el fin de evaluar el porcentaje de semillas viables de *J. mexicana*, se aplicó la prueba de viabilidad con tetrazolio (cloruro de 2,3,5-trifenil tetrazolio, Sigma[®]), para los lotes de semillas colectadas en 2007 y 2009

Diseño experimental

La prueba de Lakon (Ortíz Ramírez, 1974) el uso de tetrazolio, es una prueba bioquímica que mide la actividad metabólica de las semillas. El indicador químico es embebido por las enzimas como una sustancia incolora, y este es reducido por las enzimas del embrión viable a una sustancia estable, no difundible, de color rojo: formazano. Sí la semilla presenta tejidos muertos, al haber nula actividad enzimática no se colorean, permitiendo observar las áreas de distribución de tejidos vivos y muertos dentro del embrión.

El diseño experimental fue completamente al azar, con cinco repeticiones de diez embriones cada una, provenientes de semillas de frutos alargados, colectados en 2007. Las semillas tenían 17 días de colectadas.

En junio de 2009 se evaluó la viabilidad de las semillas provenientes de frutos Tipo 1, 2 y 3 del 2009 con diferente morfología y con 15 días de colecta.

Variables evaluadas

Se cuantificaron como viables aquellos embriones teñidos de rojo.

Conducción del experimento

Aislamiento de embriones. Habiendo transcurrido 5 días desde la colecta de los frutos, las semillas se colocaron en agua a temperatura ambiente durante 3 horas, con el fin de lograr su imbibición y el reblandecimiento de sus capas. Entonces se abrieron por la mitad por medio de un corte periférico y aplicando un poco de presión, logrando liberar el embrión central aplanado que estaba protegido por el endospermo. (Figura 15c)

Se colocaron diez embriones aislados en un recipiente opaco con solución de tetrazolio al 1%, durante 12 horas a temperatura ambiente. Se hicieron 5 repeticiones. Se registró el número de embriones teñidos de rojo en cada repetición



Figura 15: Prueba de viabilidad en semillas de *J. mexicana*, **a)** semillas en remojo, para activar la germinación, **b)** aislamiento de embrión, bajo el estereoscopio con ayuda de pinzas **c)** embrión aislado bajo estereoscopio, sin daño en el proceso de aislamiento, **d)** Embrión sumergido en tetrazolio, dentro de frascos oscuros que impiden la entrada de luz, mientras la reacción química, se lleva a cabo, después de la reacción se observan las áreas coloreadas, positivas y negativas, esto para el análisis el resultado posterior.

Análisis de datos.

Se determinó el porcentaje de viabilidad a partir de los embriones teñidos de rojo en cada repetición. Los resultados se expresaron gráficamente en porcentajes

Imbibición de semillas

Experimento 2: Imbibición de semillas.

Dado que la imbibición es la etapa inicial requerida en el proceso de germinación, se evaluó el efecto del tiempo de imbibición de las semillas.

Con base en los resultados de los ensayos de germinación con semillas de *Carica papaya* en los que se señala que la presencia de sarcotesta reduce el porcentaje de germinación (Lange, 1961). Y las múltiples pruebas de germinación de Ortiz Ramírez (1974) donde evalúa condiciones extremas de temperatura, luz y oscuridad, remojos en tiurea y ácido giberelico, para la semilla de *J. mexicana*. Sus resultados indican que la sarcotesta inhibe el porcentaje de germinación, de tal forma se procedió a eliminar esta capa carnosa y mucilaginoso.

Diseño experimental

Registro del peso, por absorción de agua, de semillas de *J. mexicana* embebidas por 8 tiempos. Experimento bifactorial.

El diseño experimental fue completamente al azar con 5 repeticiones de 10 semillas y los tratamientos empleados fueron 8 tiempos de imbibición (400 semillas).

Combinación de factores de variación y tratamientos. Unidad experimental.

Primer factor: Imbibición de 5 repeticiones de lotes con 10 semillas cada uno.

Segundo factor: Tiempo de imbibición con 8 niveles: testigo o tiempo cero, 1, 2, 4, 8, 16, 24 y 30 horas; 5 repeticiones de 10 semillas para cada uno de los tratamientos.

Semillas: $8 \times 10 \times 5 = 400$ semillas.

Unidad experimental: recipientes de vidrio con capacidad de 100 ml con 30 ml de agua y 10 semillas.

Variables evaluadas

Diferencia entre el peso inicial y peso final de las semillas al término de cada tiempo de imbibición: cero, 1, 2, 4, 8, 16, 24 y 30 horas.

Conducción del experimento

Se trabajó con semillas de fruto alargado de 2007.

El 11 de junio de 2007 se extrajeron y limpiaron las semillas de los frutos de la siguiente manera: Los frutos se lavaron con detergente y se enjuagaron al chorro de agua. En seguida se les enjuagó con una solución de cloro al 2%. Los frutos se abrieron con un cuchillo desinfectado con cloro comercial (hipoclorito de sodio) y se extrajeron las semillas de cada uno. Se procedió a eliminar la capa carnosa y mucilaginosa, llamada sarcotesta. Las semillas se lavaron con agua corriente, frotándolas vigorosa y constantemente entre telas de malla de plástico; las semillas limpias se dejaron secar por dos días, a temperatura del laboratorio (20°-23°C).

Imbibición de semillas

El 19 de junio de 2007, con las semillas limpias y secas provenientes del fruto que tenía dos semanas de colecta, se prepararon 8 lotes de 50 semillas, para tener 5 repeticiones de 10 semillas cada uno; se obtuvo el peso seco inicial de los lotes. Enseguida los lotes se sometieron a imbibición por: 0, 1, 2, 4, 8, 16, 24 y 30 horas en recipientes de vidrio con capacidad de 100 ml con 30 ml de agua y 10 semillas por repetición. Se obtuvo el peso inicial y final de las semillas de cada lote, en una balanza analítica.

A partir de lotes de 4 horas de imbibición en adelante, se cambió el agua cada 4 horas. Se calculó el tiempo necesario de imbibición para obtener el 21 de junio de 2007, el peso alcanzado en cada lote.

Análisis de datos.

Se analizó por medio de ANOVA, la existencia de diferencias significativas entre semillas secas y embebidas por diferentes tiempos. Se reconocieron los tratamientos que mostraban diferencias por medio del Análisis de Rango Múltiple (Tukey). Los resultados se representaron en grafica de barras.

Emergencia de plántulas

Experimento 3: Emergencia de plántulas a partir de semillas con diferentes tiempos de imbibición.

Diseño experimental

Emergencia de plántulas a través del tiempo, de semillas embebidas por 8 tiempos. Experimento trifactorial. completamente al azar con 5 repeticiones de 10 semillas y los tratamientos, siembra de semillas con 8 tiempos de imbibición (400 semillas).

Combinación de factores de variación y tratamientos. Unidad experimental.

Primer factor: Siembra de semillas con diferentes tiempos de imbibición. 8 niveles: testigo o tiempo cero, 1, 2, 4, 8, 16, 24 y 30 hrs.; 5 repeticiones de 10 semillas para cada uno de los tratamientos.

Segundo factor: tiempo de emergencia con 10 revisiones.

Semillas: $8 \times 10 \times 5 = 400$ semillas.

Unidad experimental: recipientes de plástico transparente tipo panera con suelo (tierra de monte y peat moss 1:1(v/v), con 10 semillas.

Variables evaluadas

Emergencia de plántulas a través del tiempo, de semillas con 8 tiempos de imbibición.

Conducción del Experimento

Se trabajó con las semillas de bonete del 2007 del Experimento 1, sometidas a imbibición por diferentes tiempos.

Dado que se había calculado el tiempo necesario de imbibición para obtener el peso alcanzado en cada lote, el 21 de junio de 2007, se procedió a la siembra en ese mismo día.

Siembra.

Se realizó la siembra de 5 lotes de 10 semillas cada uno, por cada tratamiento correspondiente a los diferentes tiempos de imbibición. Las semillas embebidas se sembraron en recipientes de plástico transparente tipo panera, con tierra de monte y peatmoss 1:1. Los recipientes etiquetados se mantuvieron en condiciones de laboratorio para registrar la emergencia de plántulas.

Las plántulas mayores a 10 cm, se trasplantaron a bolsas negras de plástico de 22 x 10 cm, conteniendo tierra de monte, agrolita, tezontle y peatmoss 1:1:1:2. Las plántulas en invernadero, perdieron sus hojas en invierno y rebrotaron en mayo.

Análisis de datos

Se obtuvo el porcentaje de emergencia a partir del número de plántulas emergidas por tratamiento a través del tiempo; se hizo el registro gráfico de los porcentajes alcanzados. Se hizo ANOVA (Statgraphics plus) con los porcentajes transformados para determinar si hubo diferencias significativas entre tratamientos. Se reconocieron los tratamientos que mostraban diferencias por medio del Análisis de Rango Múltiple (Tukey).

6 RESULTADOS

Observación de Frutos 2007

El 2 de junio del 2007 se reconocieron dos Tipos de frutos que se clasificaron como Espiral o Alargado denominado en la presente tesis como "Alargado" y el segundo como "Espoletas". Con los datos recabados de cada Tipo se obtuvieron los promedios que se muestran a continuación:

Cuadro 16. Diferentes Tipos de fruto colectados en 2007

Tipo de Fruto	Largo Promedio	Ancho Promedio	Largo / Ancho	Nº Semillas Promedio	Peso promedio Semillas
Alargado	26.27 cm	6.72 cm	3.9	518.8	0.0642 g
Espoletas	21.23 cm	8 cm	2.3	342	0.0551 g



Figura 16 : Tipos de fruto Alargado y Espoletas colectados en Guerrero, año 2007.

El fruto Alargado mostró una relación largo/ancho en promedio de 3.9, la cual fue mayor a la relación de 2.3 del fruto Espoletas ($F= 5.94$, $P= 0.0288$) reflejando una diferencia en su proporción.

Se observó una mayor cantidad de semillas por fruto en el Tipo Alargado con un promedio de 518 respecto a 342 del tipo Espoletas, así como un mayor peso de las semillas en el Tipo Alargado.

El hallazgo de dos Tipos de frutos coincide con el amplio rango de variación de formas descrita por los autores y compilada en el Cuadro 9, donde se presenta desde ovoide, cónico oblongo anguloso, angostamente elipsode, etc.

Observación de frutos 2009

Las colectas de frutos de 2009, nuevamente mostraron variaciones en las formas y tamaños de los mismos, éstos se clasificaron en tres Tipos: 1, 2 y 3, midiendo el largo, el ancho, así como la longitud y forma de las costillas o alas que le han dado el nombre tradicional de bonete.

Cuadro 17: Diferentes parámetros de los Tipos de fruto 1, 2 y 3 colectados en 2009: largo de fruto, ancho de fruto, relación largo/ancho de fruto.

Tipo de fruto	Largo	Ancho	Largo / Ancho	Forma
1	13 cm	10 cm	0.77	Ovoide
2	14.7cm	9cm	1.47	Ahusado
3	26 cm	8 cm	3.25	Cilíndrico



Figura 17: Diferentes frutos de *J. mexicana* colectados en Guerrero, año 2009: a) Fruto Tipo 1, b) Fruto Tipo 2, c) Fruto tipo 3

Como se observa en las imágenes (Figura 17), la epidermis (pericarpo) del fruto es de color verde, con manchas amarillo ocre o rojizas, siendo ésta una de las características invariables en los tres Tipos de frutos, así como la presencia de 5 costillas. La forma del fruto varía de ovoide hasta cilíndrica, pasando por un fenotipo intermedio que calificamos de ahusado.

Tipo 1

La forma de este fruto es ovoide de color verde y manchas amarillas-naranja en los costados de las costillas, con 13 cm de largo y 10 cm de ancho promedio. Este tipo de fruto presenta cinco costillas rectas, con 3.5 cm de altura desde la base del fruto, medida que va disminuyendo paulatinamente al acercarse al ápice, donde apenas se elevan 1.5 cm (Figura 18).



Figura 18. Fruto Tipo 1 de *J. mexicana*. **a)** Fruto completo, posición vertical mostrando las costillas y el margen **b)** inserción del pedúnculo. **c)** Fruto en posición horizontal, **d)** corte longitudinal que muestra las semillas y la placentación parietal.

Tipo 2

El fruto es de forma ahusada, de color verde, con el ápice del fruto ligeramente amarillo; presentó 14.7 cm de largo y 9 cm de ancho en promedio; las cinco costillas se curvan en sí mismas antes de llegar al pedúnculo, sin desviar su posición inicial, es decir que permanecen rectas, con 2.5 cm de grosor en la zona inmediata al pedúnculo, disminuyendo su altura hacia la zona apical.

Existe un borde a manera de margen entre cada costilla (Figura 19)

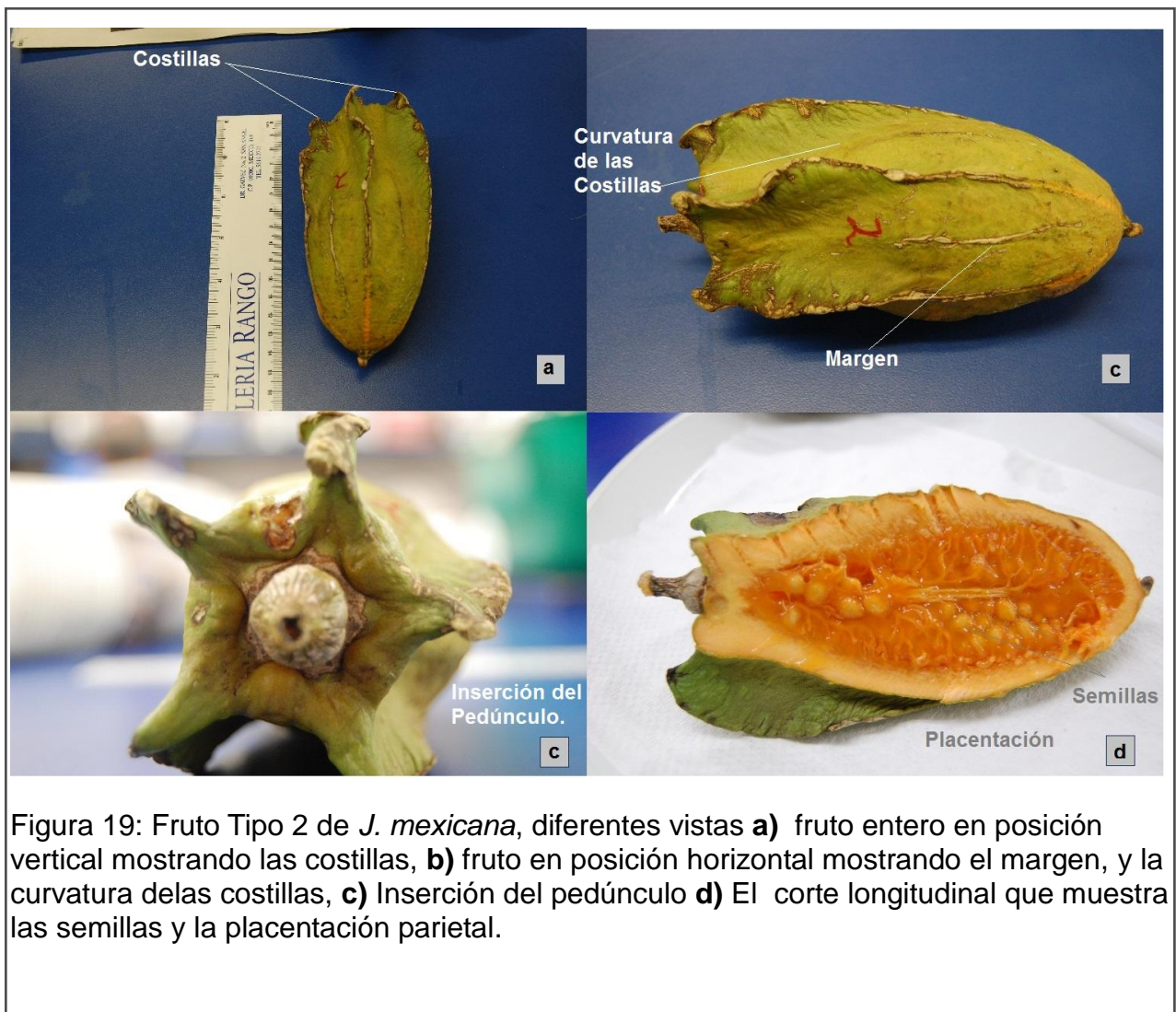


Figura 19: Fruto Tipo 2 de *J. mexicana*, diferentes vistas **a)** fruto entero en posición vertical mostrando las costillas, **b)** fruto en posición horizontal mostrando el margen, y la curvatura de las costillas, **c)** Inserción del pedúnculo **d)** El corte longitudinal que muestra las semillas y la placentación parietal.

Tipo 3

De forma cilíndrica, es el más alargado de los tres tipos con 26 cm de largo y de apenas 8 cm de grosor en la zona media. Sus cinco costillas con 2 cm en promedio de altura desde la base del fruto hasta la zona apical. Estas costillas modifican su recorrido ya que presentan una curvatura alrededor del fruto dando una apariencia torcida. (Figura 20)

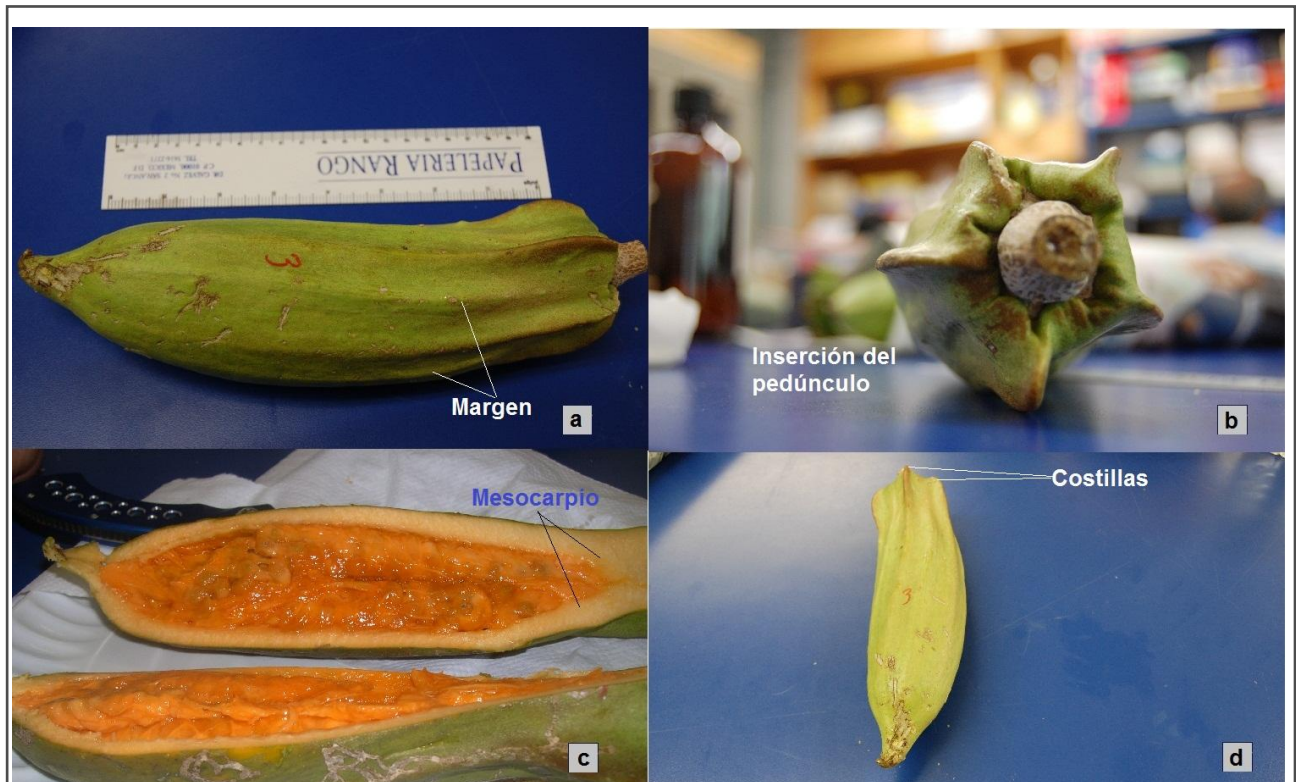


Figura 20. Fruto Tipo 3 de *J. mexicana* diferentes vistas **a)** fruto completo, posición horizontal, los márgenes entre las costillas son abultados, cercanos al grosor en las costillas del fruto, **b)** inserción del pedúnculo, **c)** El corte longitudinal muestra las semillas y la placentación parietal, así como el grosor del mesocarpio del fruto, **d)** vista vertical del fruto mostrándolas costillas.

Morfología de semillas del 2009

La semilla madura de *J. mexicana* es ovoide y elipsoide. Recorriendo su borde puede notarse: el hilo y la rafe. (Figura 21a). La rafe se aprecia como una delgada línea que sobresale de la superficie. Su micrópilo es próximo al hilo, siendo éste conspicuo y de forma redondeada (Figura 21c).

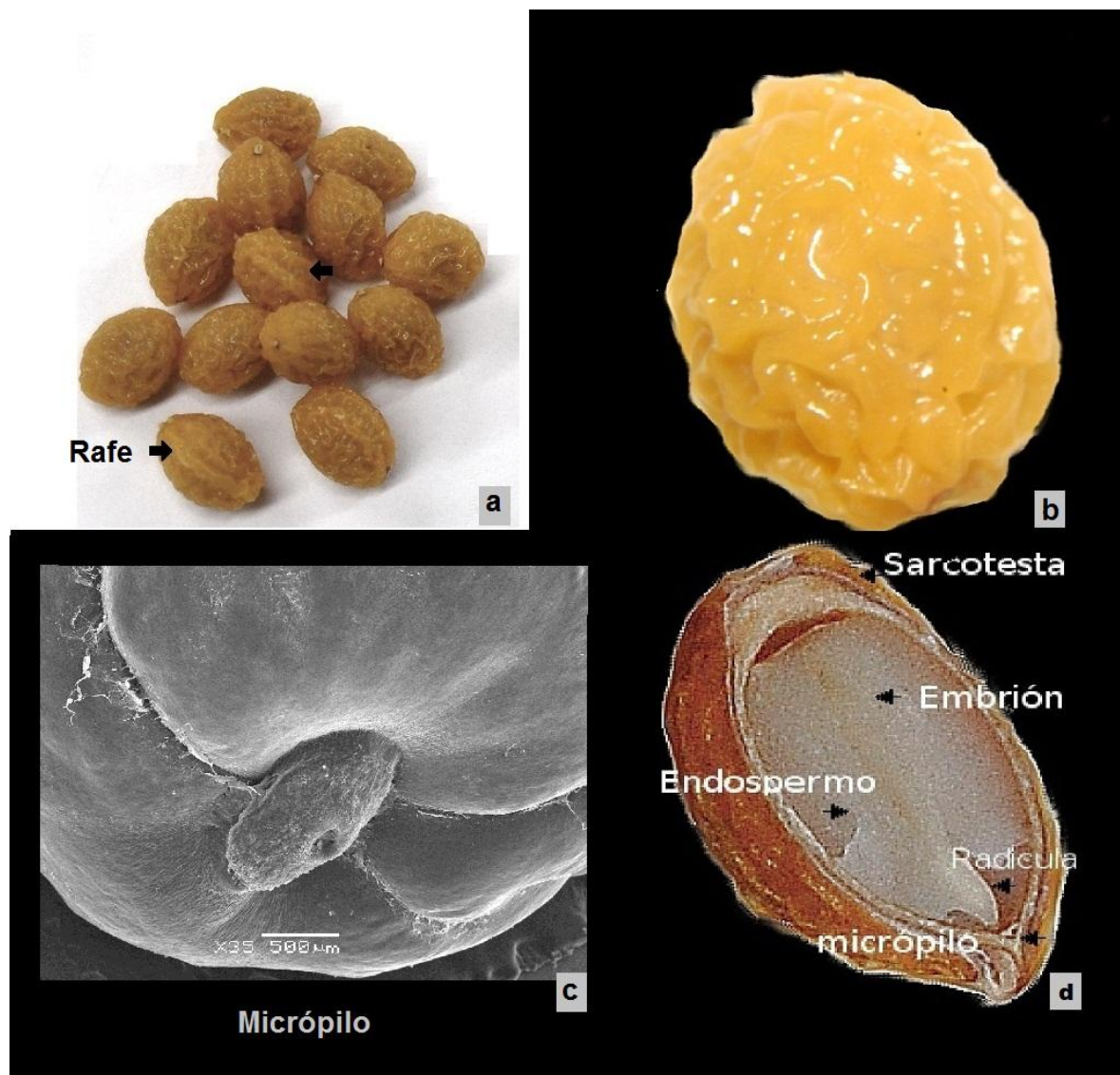


Figura 21: Morfología de la semilla de *J. mexicana*, **a)** conjunto de semillas frescas mostrando su rafe, **b)** Semilla fresca mostrando su sarcotesta mucilaginosa en color naranja, **c)** MEB, enfoque a micrópilo, **d)** Corte longitudinal

de semilla mostrando su estructura interna.

En su forma fresca la semilla es exarilada y de color amarillo-anaranjado; el color es propio de la sarcotesta, una membrana gelatinosa que al ser removida manualmente produce inmediatamente grandes cantidades de mucilago. Dicha membrana presenta pliegues o crestas en su superficie (Figura 21b), sin embargo las características de tamaño y forma son variables dependiendo del fruto que se proceda (Figura 22)

Caracterización de las semillas

Tamaño.

El tamaño de las semillas fluctuó dependiendo del Tipo de fruto que procedieran (fruto Tipo 1, 2 ó 3). A simple vista se observaron diferencias de coloración y tamaño que permiten caracterizar cada una de ellas por lo que se hizo la medición del ancho y el largo de la semilla, tanto en fresco como ya secas.

Cuadro 18. Mediciones de semillas frescas y secas provenientes de los frutos Tipo 1, 2 y 3

Tipo de frutos	Semillas frescas		Semillas secas	
	Largo (Promedio)	Ancho (Promedio)	Largo (Promedio)	Ancho(Promedio)
Tipo 1	7.86 mm	5.87 mm	7.5 mm	4.7 mm
Tipo2	6.65 mm	4.96 mm	5.8 mm	4.6 mm
Tipo 3	8.284 mm	6.08 mm	8.3 mm	5.0 mm

Las semillas provenientes del fruto Tipo 2 mostraron ser las de menor tamaño respecto a aquellas de los frutos Tipo 1 y 3 ($F= 94.42$, $P= 0.0001$), siendo a su vez las del Tipo 3 diferentes y mayores a las del Tipo 2

Crestas

Las semillas cuentan con una sarcotesta rugosa formada por valles y crestas. La rugosidad de las mismas varía dependiendo del Tipo de fruto al que pertenezcan. Las mediciones del radio mayor de las crestas permitieron hacer una comparación

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

de topografía de la superficie de las semillas provenientes de los tres Tipos de frutos.

Cuadro 19. Radios mayores de las crestas de las semillas de *J. mexicana* (μm)

Crestas de semillas (radios mayores)	Tipo de fruto		
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Promedio	1080.11	672.14	733.72
Desviación estándar	84.37	103.21	89.64
Varianza	7117.52	10652.40	8034.56

El ANOVA mostró que existen diferencias significativas en la longitud del radio mayor de las crestas de las semillas pertenecientes a los Tipos de frutos 1, 2 y 3 ($F= 30.2$, $P = 0.0001$). (Figura 22) El Análisis de Rango Múltiple señaló a las crestas de las semillas del fruto Tipo 1, como las de mayor longitud de radio, superior y diferente a las de las semillas de los frutos Tipo 2 y Tipo 3. Las crestas de las semillas de los frutos Tipo 2 y Tipo 3 no mostraron diferencias significativas entre sí; sin embargo, se observa una tendencia a presentar crestas más delgadas, con valles poco perceptibles y crestas muy finas, en las semillas de frutos Tipo 2.

Cuadro 20: Características morfológicas de los Tipos 1,2,3 de semillas de *J. mexicana*

Características	Tipo de Semillas		
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Tamaño (largo y ancho)	La semilla mide 7.8 mm de largo, 5.8 mm de ancho.	La semilla mide 6.6 mm de largo y 4.9 mm de ancho .	La semilla mide de largo 8.2 mm, y 6.3 mm de ancho
coloración	Coloración amarillo ocre.	Coloración es anaranjado intenso	Su coloración es anaranjado pardo
crestas	La sarcotesta presenta pliegues, estos son gruesos, creando valles y crestas con longitudes prominentes	La sarcotesta si bien presenta pliegues, son apenas visibles sus valles y crestas son muy finos	Las crestas de la sarcotesta son delgadas con valles en forma de surcos que recorren a lo largo la semilla.
otros	La superficie de esta semilla corresponde a la característica rugosa, empleada por Moreno (1980)		

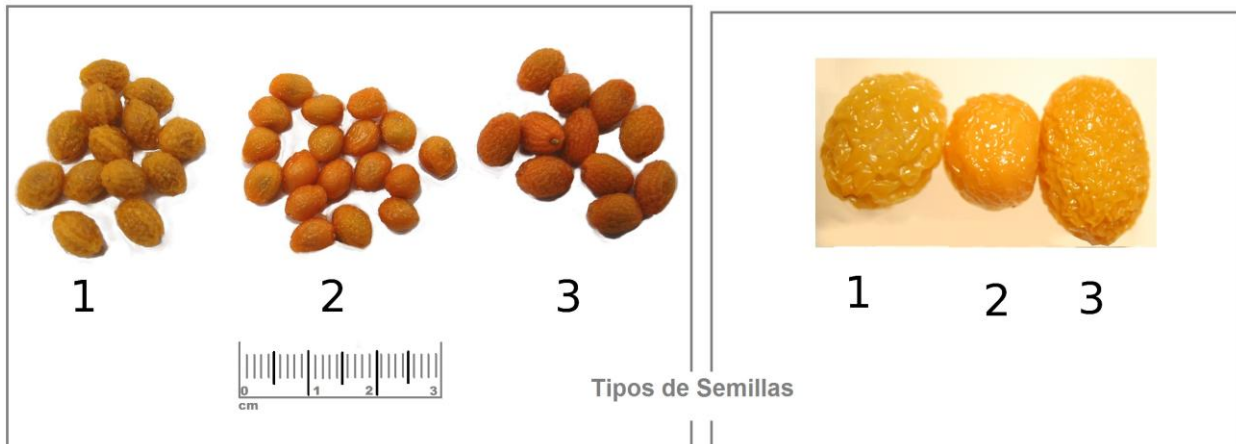


Figura 22. Comparación de la morfología de las semillas de los frutos Tipo 1, 2 3. de *J. mexicana*

Estudio anatómico e histoquímico de semilla.

Técnicas histoquímicas

Anatomía

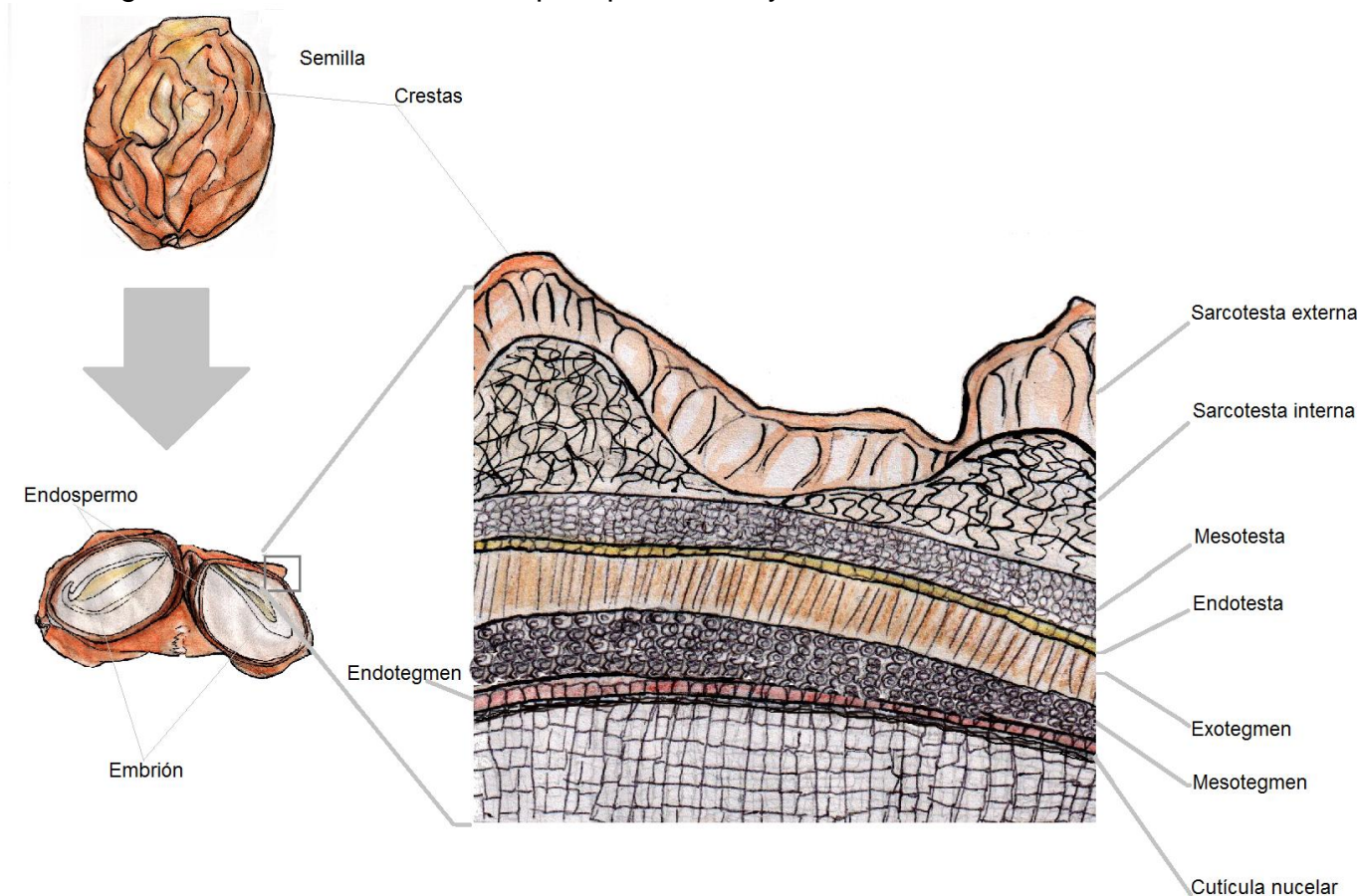
En una vista de corte transversal de la semilla madura de *Jacaratia mexicana* se diferencian claramente tres zonas de tejidos: la cubierta seminal, el endospermo y el embrión (Figura 21 d). Esta observación corresponde con las características de la semilla de *Jacaratia spinosa* descritas por Sartori y Nereu (1989)

La semilla de *J. mexicana* deriva de un óvulo bitégmico, característico de la familia Caricaceae, a la que pertenece la especie. Los tejidos derivados del tegumento externo constituyen la testa diferenciada y los derivados del tegumento interno, conforman el tegmen. (Sartori y Nereu, 1989; Gil y Miranda. 2008)

La testa está constituida por tres partes principales: exotesta, mesotesta y endotesta, al igual que el tegmen, que se distingue en exotegmen, mesotegmen y endotegmen (Figura 23) (Figura 24).

Estructuras de la semilla madura de *J. mexicana*

Figura 23. Ilustración de las capas que constituyen a la semilla madura de *J.*



mexicana

Abreviaturas

Emb=Embrión

End=Endospermo

Cot=Cotiledones

E. emb=Eje
embriionario

Tst=Testa

S. ext=Sarcotesta
externa

S. int=Sarcotesta
interna

Mst=Mesotesta

Edt=Endotesta

Teg=Tegmen

Exg=Exotegmen

Msg=Mesotegmen

Edg=Endotegmen

Cut. nut=Cutícula
nucelar

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

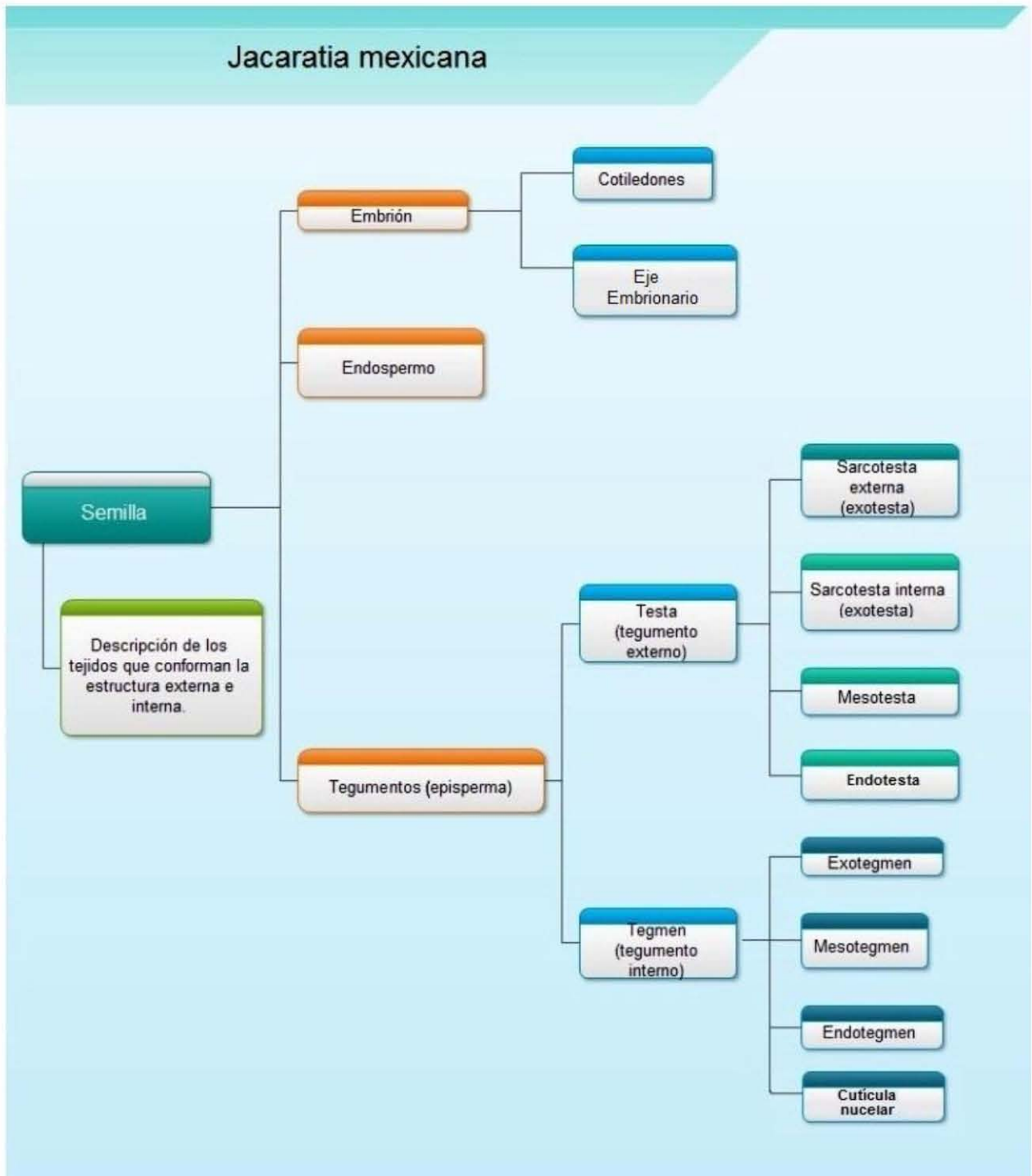


Figura 24. Diagrama de las capas embrionarias que componen la semilla madura de *J. mexicana*

LA CUBIERTA SEMINAL.

Exotesta (Sarcotesta)

La sarcotesta integra un tejido que forma crestas y depresiones.

Está constituida por exotesta externa y exotesta interna:

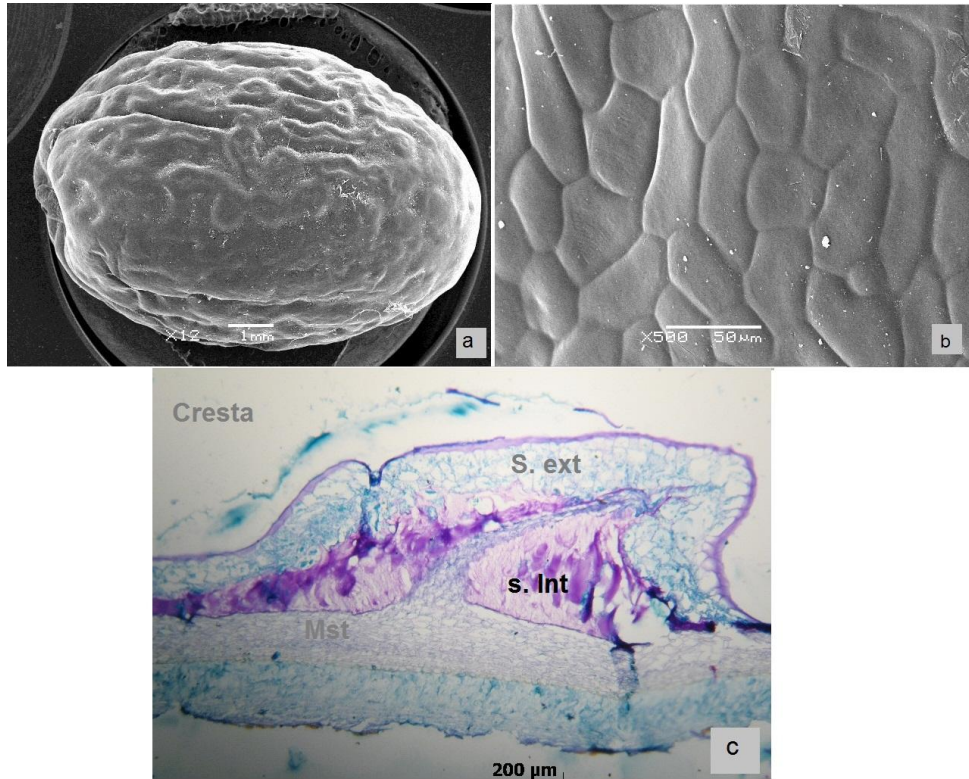
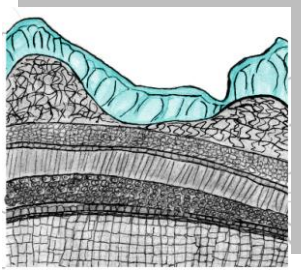


Figura 25: Sarcotesta de *J. mexicana*. MEB a y b. **a)** Vista superficial de la semilla de *J. mexicana*. Crestas **b)** Detalle de las células de la sarcotesta. Células de forma irregular, alargadas y algunas hexagonales **c)** 10x Técnica Schiff-Azul Negro de Nafтол. Cresta.

Sarcotesta externa

Ubicación: Sarcotesta Ext.



La capa más externa de la sarcotesta son células grandes, con poco contenido celular y grandes vacuolas, su pared celular externa es gruesa con alto contenido de celulosa y hemicelulosa, proteínas y lípidos, que pueden ser glucoproteínas y lipoproteínas, con una fuerte reacción, con las técnicas azul negro de naftol, cuádruple de Johansen y Rojo "O" de Aceite. (Figura 26 a y b) y (Figura 25 c) Con MEB aparecen de forma irregular, alargadas y algunas hexagonales (Figura 25 b)

Está compuesta por células elongadas radialmente, vistas en los cortes transversales al microscopio óptico, con el citoplasma de forma irregular y con amplios espacios correspondientes a las vacuolas. El tejido da positivo a la tinción doble de Schiff-Azul Negro de Naftol, con la que se determinó la presencia de polisacáridos insolubles, (Figura 25 c).

Esta capa también pueden denominarse **exotesta o sarcotesta externa**, que es la parte jugosa que recubre a las semillas de *J. mexicana* cuando están hidratadas o corresponden al mucílago (Figura 26 a y b).

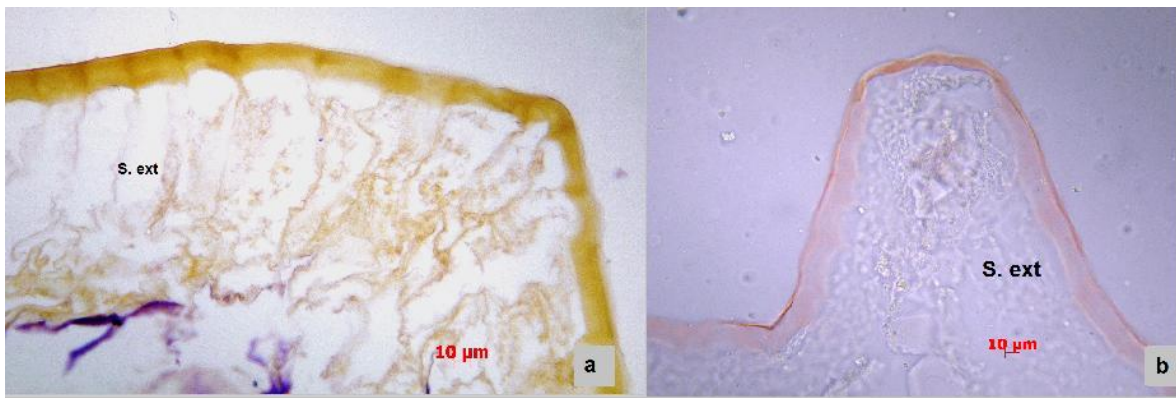
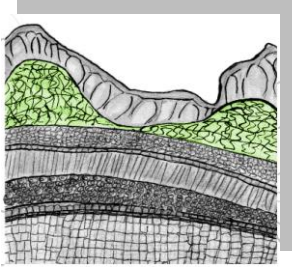


Figura 26: Sarcotesta externa de *J. mexicana*. **a)** 40X Cuádruple de Johansen, **b)** 40X Rojo "O" de Aceite.

Sarcotesta interna

Ubicación: Sarcotesta Interna.



En la sarcotesta interna se ve una serie de capas formando un parénquima secretor que tiñe fuertemente de púrpura con la técnica Schiff-Azul Negro de Naftol, lo que indica abundancia de polisacáridos correspondientes al mucílago (Figura 27).

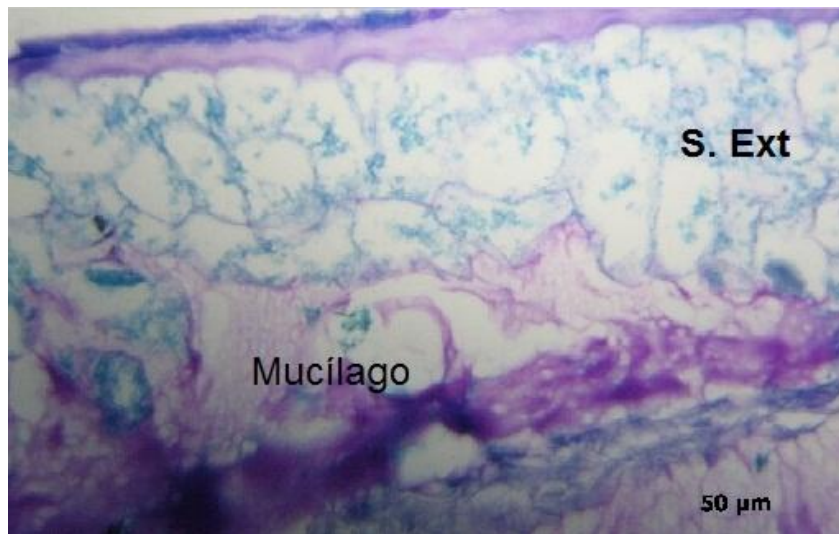
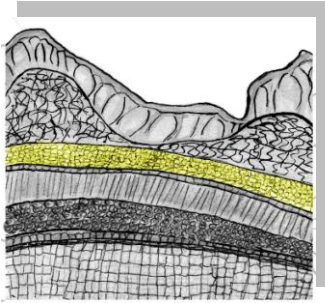


Figura 27. Sarcotesta Interna de *J. mexicana*. con tinción positiva a polisacáridos. Schiff-Azul Negro de Naftol 40X. Reacción positiva para identificar carbohidratos del mucílago.

Ubicación: Mesotesta



Mesotesta.

Está formada por células muertas, irregulares, con lúmenes grandes, paredes celulares gruesas, que al unirse dejan pequeños espacios entre sí, dando la apariencia esponjosa. Se tiñen de color rojo con la técnica cuádruple de Johansen, por lo que pueden estar lignificadas, (Figura 28 a) aunque también presentan reacción positiva con la tinción doble de Schiff-Azul Negro de Naftol, lo que denota que las paredes celulares contienen proteína, del tipo glicoproteína (Figura 28 b).

La mesotesta presenta proyecciones que constituyen parte del cuerpo de las crestas. (Figura 25 c)

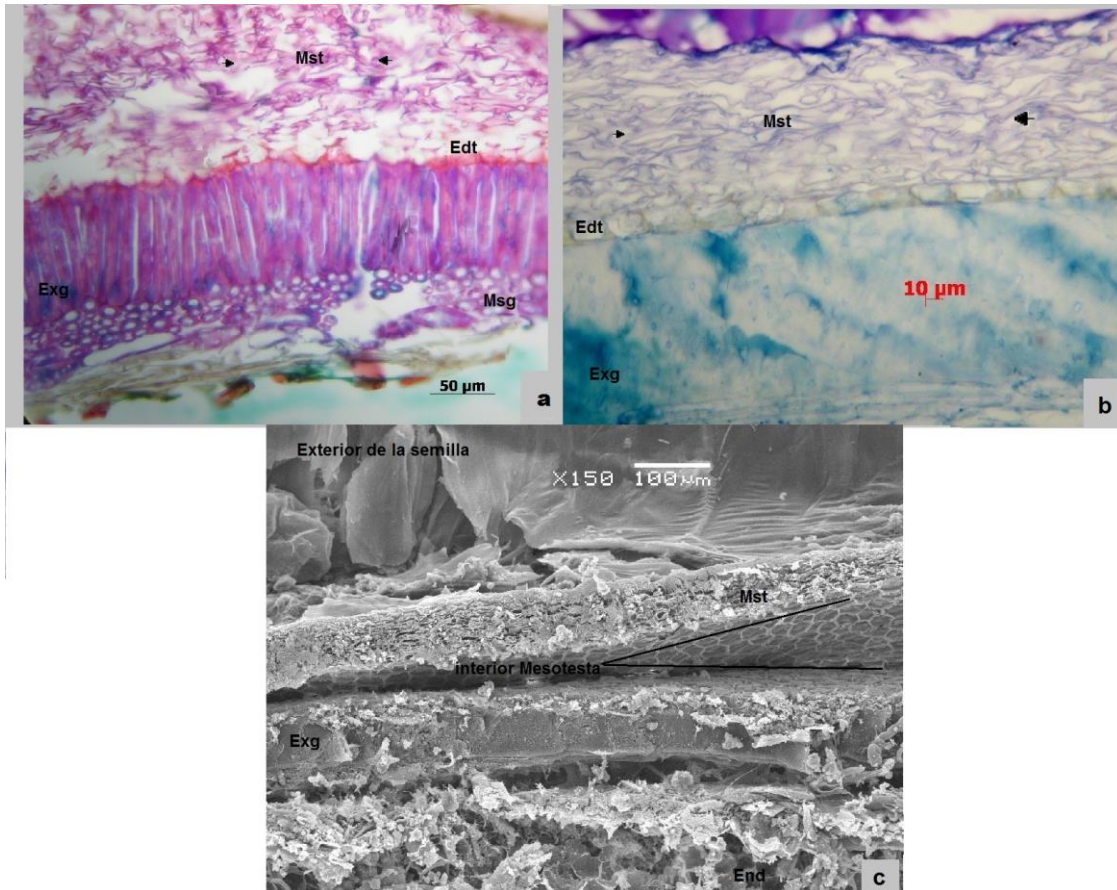
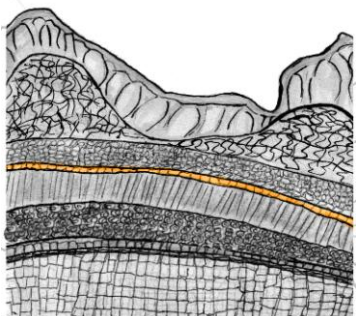


Figura 28. Mesotesta de *J. mexicana*. a) Cuádruple de Johansen 40X, b) Schiff-Azul Negro de Naftol 40X c) MEB mesotesta con la superficie reticular.

Ubicación: Endotesta



refringencia (Figura 29)

Endotesta

Está constituida por una capa de células cúbicas pequeñas, con paredes delgadas, ocupadas completamente por cristales de oxalato de calcio de forma cuboidal. No se tiñe con ninguna de las técnicas utilizadas. Con MEB destaca la forma regular de los cristales y con contraste de fases destacan por su

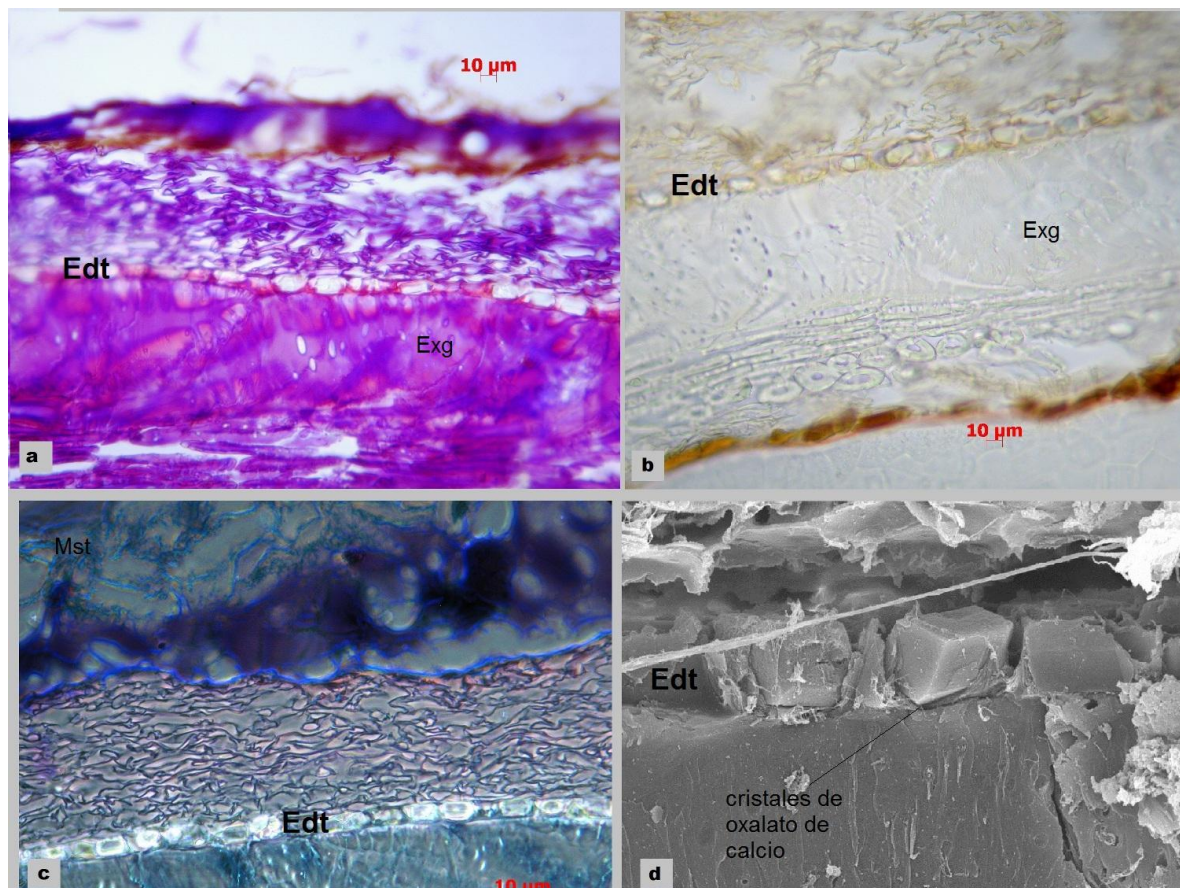
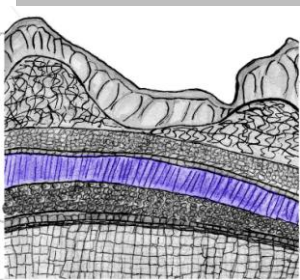


Figura 29. Endotesta con cristales de *J. mexicana* a) cuádruple de Johansen 40X, b) Rojo "O" de Aceite 40X c) Azul negro de naftol, contraste de fases 40X d) MEB cristales de oxalato de calcio

Exotegmen.

Ubicación: Exotegmen



Es la capa más gruesa de la semilla constituida por esclereidas en empalizada (células muertas) cuyas paredes gruesas se observan en rojo, al ser teñidas con la cuádruple de Johansen, dando positivo a lignina y evidenciando numerosas punteaduras, en tonos que van del rosa al púrpura (Figura 30 a). Con la tinción doble Schiff-Azul Negro de Naftol (Figura 30 c) se tiñen de azul, también en el interior de las células, presentan proteínas como restos de citoplasma.

La microfotografía de barrido revela células grandes, la capa de aspecto liso, en color gris oscuro muestra la capa más densa de la semilla, los lúmenes y punteaduras se observan claramente (Figura 30 d).

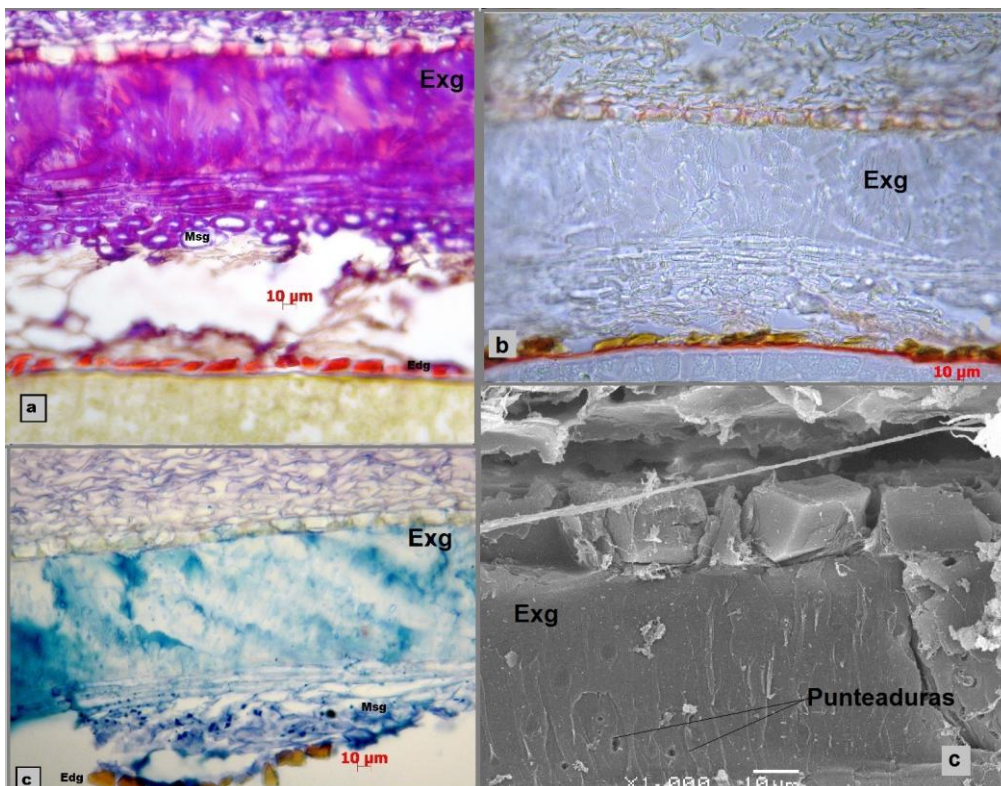
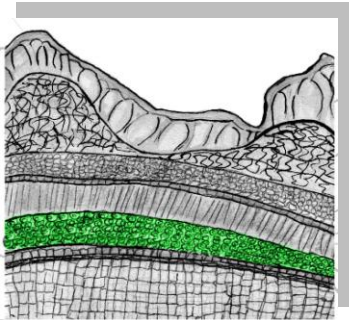


Figura 30: Exotegmen de *J. mexicana*; **a)** Cuádruple de Johansen 40x punteaduras del rosa al púrpura, **b)** Rojo "O" 40x **c)** Schiff-Azul Negro de Naftol 40X, **d)** MEB, macroesclereias en empalizadas mostrando lúmenes y punteaduras.

Mesotegmen

Ubicación: Mesotegmen



Por debajo del Exotegmen se ven varias capas de macroesclereidas, en los cortes transversales, vistas de forma redondeadas, hasta seis capas de células en la región de la calaza, con lúmenes amplios, dispuestas radialmente a las esclereidas del exotegmen y con la misma reacción a los colorantes que éstas, revelando una composición rica en lignina en las paredes (Figura

31)

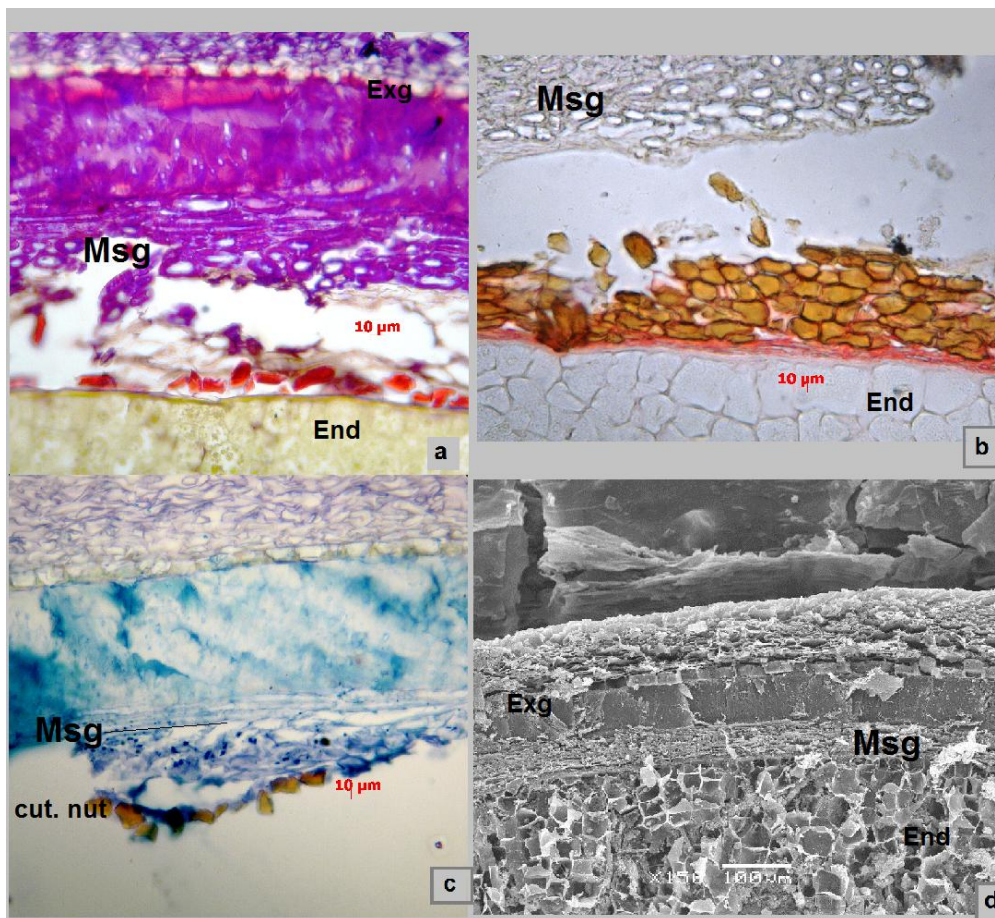
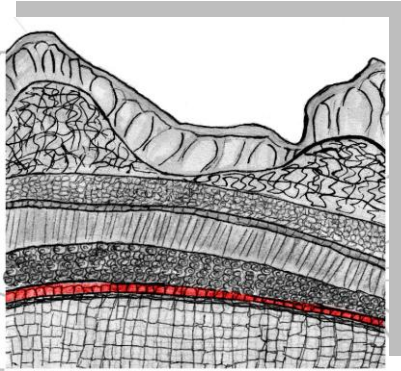


Figura 31: Mesotegmen de la semilla de *J. mexicana*. a) Cuadruple de Johansen 40X, b) Rojo "O" de Aceite 40X, c) Azul negro de Naftol 40X, d) MEB. Msg= mesotegmen.

Ubicación: Endotegmen



Endotegmen.

Es la capa más interna de la cubierta seminal, con células en forma rectangular irregular o cúbicas llenas de taninos cristalizados. En las regiones de la calaza y micrópilo llegan hasta 6 capas. Con la Tinción Cuádruple de Johansen, las células se observan en un color rojo brillante. Con las demás técnicas no hay reacción (Figura 32)

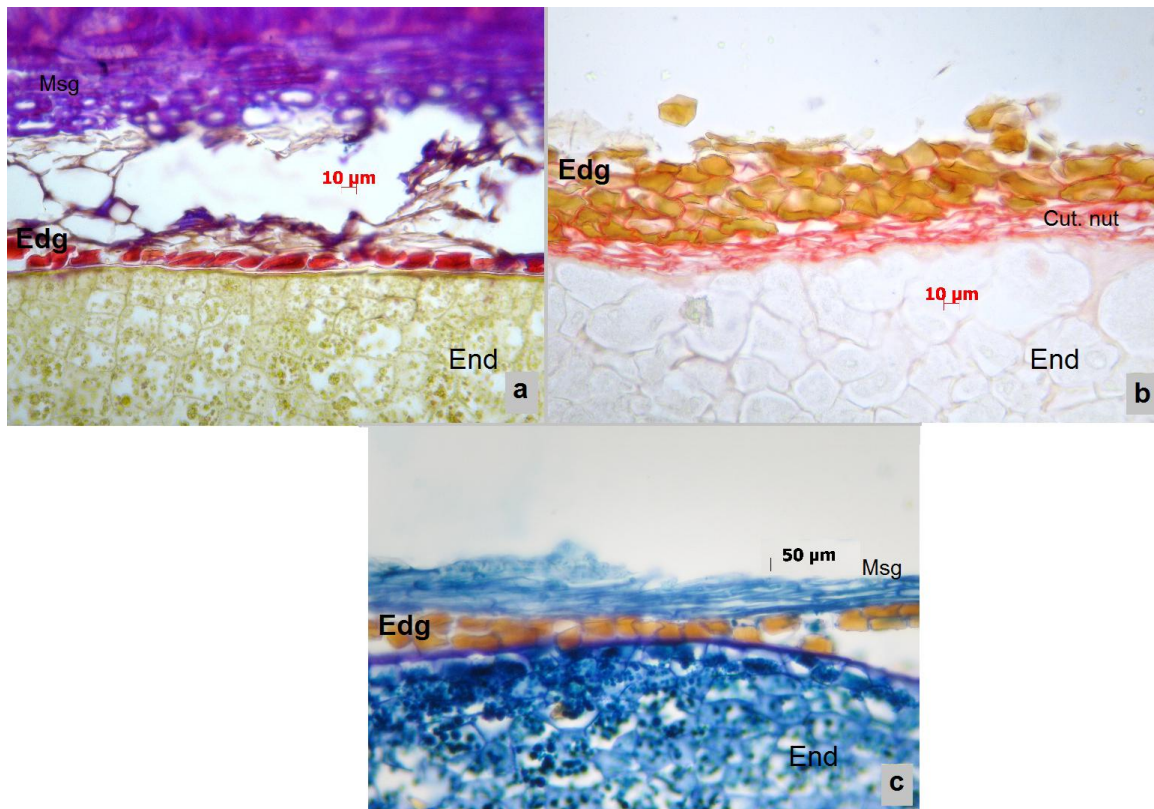
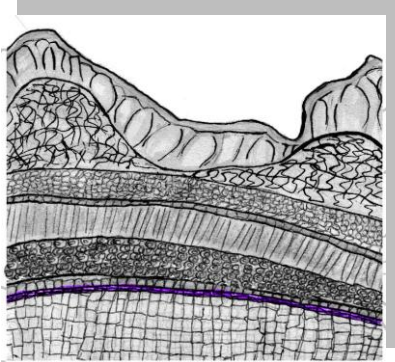


Figura 32: Tegmen de la semilla de *J. mexicana*.. a) Cuádruple de Johansen 40X, b) Rojo "O" de Aceite 40X, c) Azul negro de Naftol 40X, d) MEB. Exg= Exotegmen, Msg= Mesotegmen y Edg=Endotegmen.

Cutícula nucelar

Ubicación: Cutícula nucelar



Limitando el endotegmen y el endospermo se observa una capa delgada que consiste en restos celulares, que son revelados por la tinción Rojo "O" de aceite, pues las paredes gruesas se tiñen de rojo intenso, dando positivo para cutina; Se observan los lúmenes compactados, de las células que la conformaron (Figura 33).

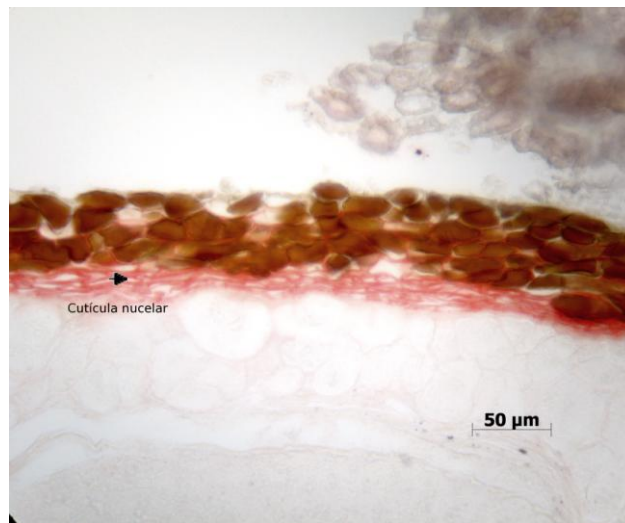


Figura 33: Cutícula nucelar de *J. mexicana*. Tinción Rojo "O" de aceite 40X.

Embrión

El embrión es grande, recto, plano y del mismo tamaño de la semilla. Cuenta con un eje hipocótilo-raíz, cilíndrico. (Figura 34 a) El punto donde se fijan los cotiledones al eje, se designa como nodo cotiledonar por donde corre el haz vascular y el cual se ramifica en los cotiledones. (Figura 32c) El nodo cotiledonar divide al eje en dos regiones: la basal o hipocótilo que termina en raíz embrionaria o radícula, y la región superior o epicótilo, donde se observa el meristemo apical del brote como un pequeño domo rodeado por protodermis (Figura 32 d). Éste está compuesto tanto por células en división con diferentes figuras mitóticas, cuya cromatina se tiñe de rojo con la técnica cuádruple de Johansen, así como por células con grandes núcleos que tiñen de color púrpura con la misma técnica, denotando células en reposo y que contienen algunos granos de proteínas como reserva (Figura 32 d).

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

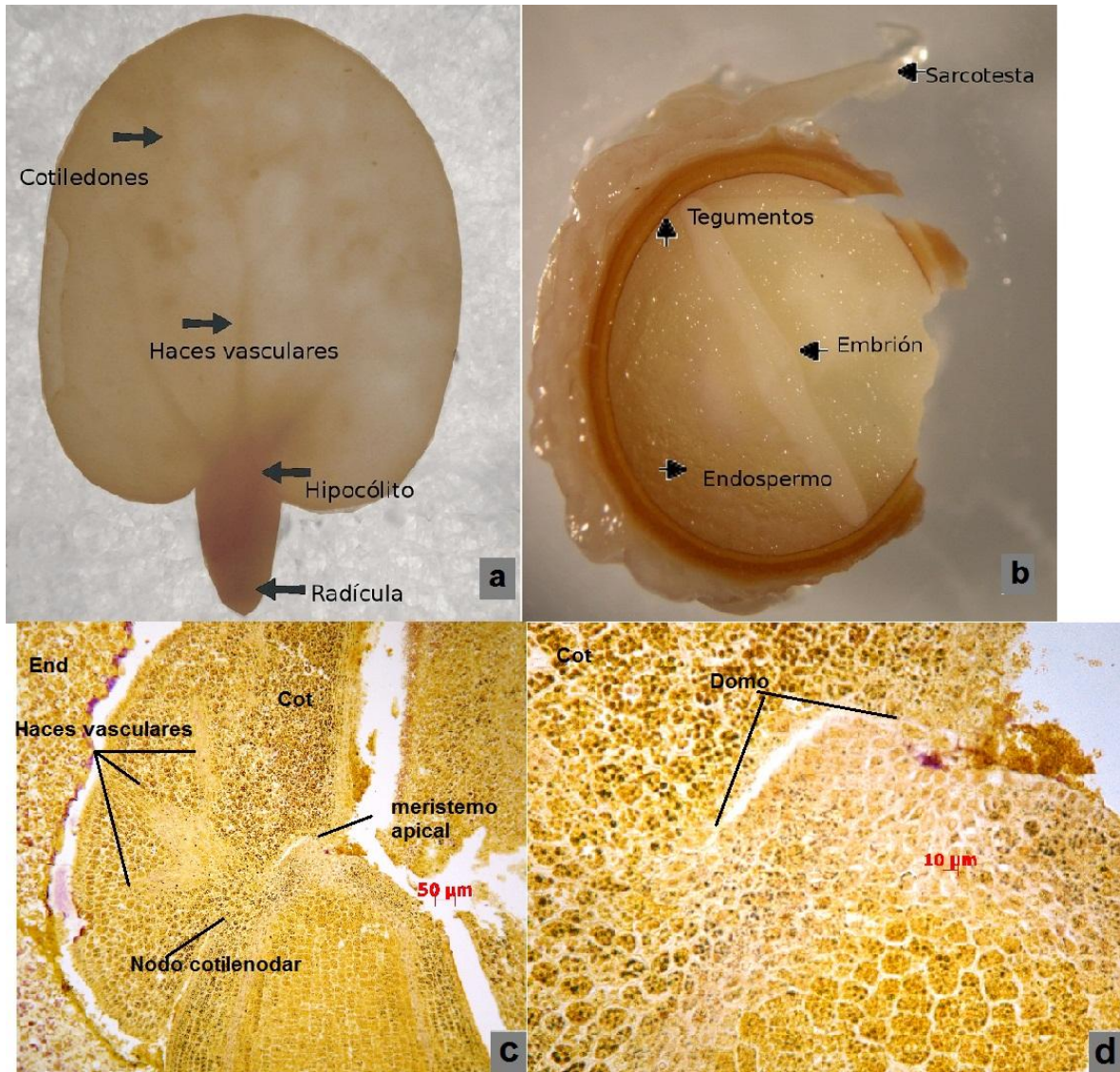


Figura 34. Embrión de *J. mexicana* **a)** Embrión aislado, los cotiledones muestran los haces vasculares, en la región del hipocótilo se aprecia la radícula en la zona apical, **b)** Corte transversal de semilla, donde se aprecia el tamaño del embrión respecto a la semilla, así como la cantidad abundante de endospermo **c)** Corte longitudinal de embrión, tinción cuádruple de Johansen 10x, haces vasculares ramificados, y el nodo cotilodolar, **d)** Misma técnica de tinción que la imagen anterior, aumento a 40X Se observa ápice embrionario cubierto por los cotiledones.

Radícula (Ápice de la raíz)

La capa más externa de la radícula o ápice de la raíz, consiste en una protodermis en este estado de madurez, ya que no se observó cofia rodeando a la misma. La protodermis está formada por una capa de células cúbicas, unidas de manera estrecha, que al ser teñidas con Cuádruple de Johansen se evidencian en un verde más intenso que el resto de las capas celulares, reflejando esto, un mayor contenido de celulosa en las paredes (Figura 35). Las siguientes capas más internas, en su mayoría de forma redondeada, sin espacio intercelular, también se colorearon en verde y su contenido granular o corpuscular, que se tiñe fuertemente de azul con el Azul Negro de Naftol, por lo que corresponde a gránulos de proteína (Figura 36 b)

No se observó un ápice de crecimiento típico, como un corpus, sino que existen varios puntos de crecimiento que constituyen una caperuza, conformada por tejido meristemático. En el cuerpo del eje se distinguen células rectangulares que forman columnas vistas en un corte longitudinal, y que constituyen el cilindro vascular. Se tiñen de verde-claro, con la tinción Cuádruple de Johansen (Figura 35 a). Éste cilindro contiene el tejido procambial que se distribuye hasta los cotiledones y en la periferia, limitando con la región central de la radícula, se presentan células en división periclinal (Figura 35 a)

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

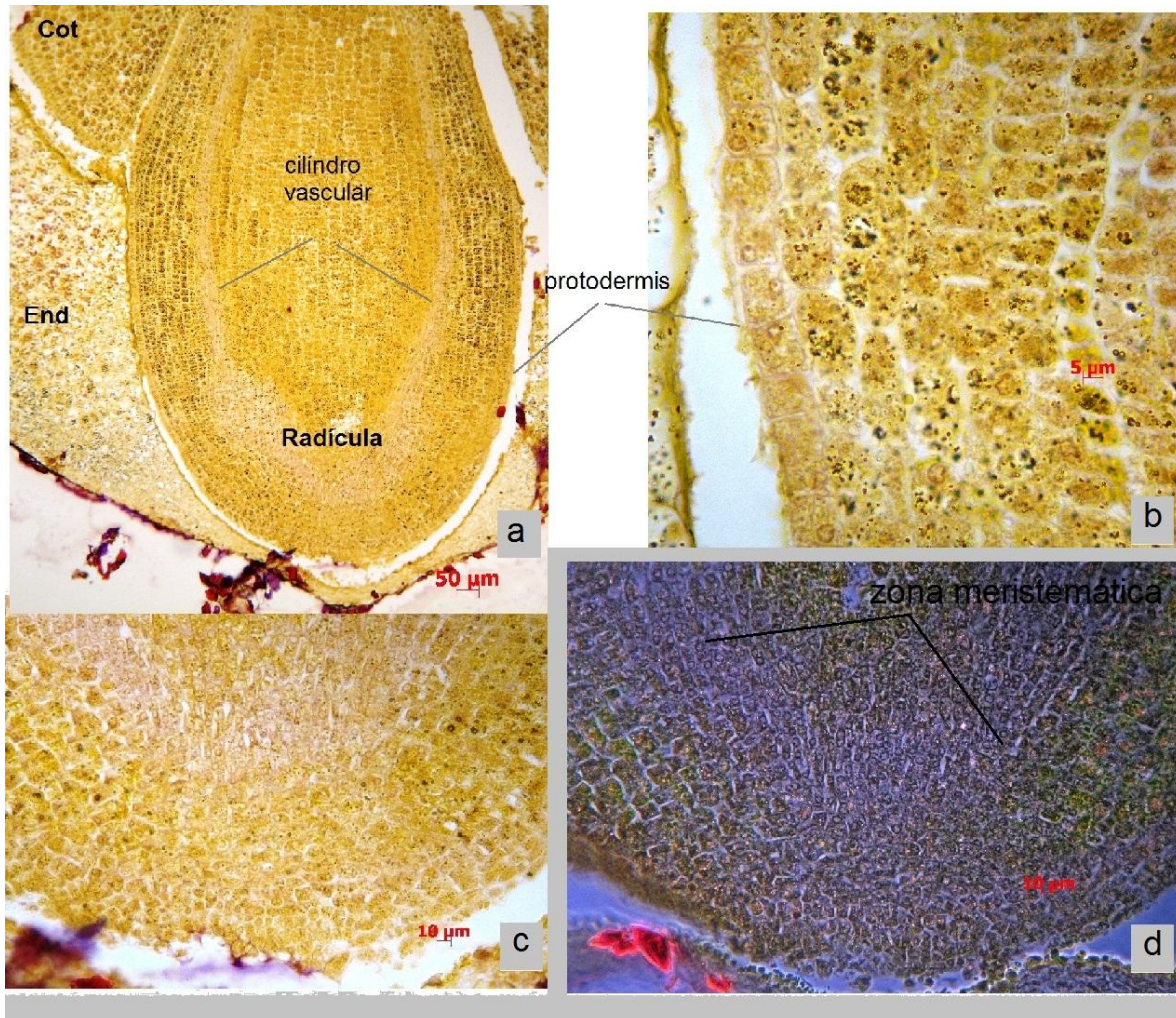


Figura 35: Radícula de semilla de *J. mexicana*. Técnica Cuádruple de Johansen, **a)** 10X, corte longitudinal, **b)** 100x, protodermis, **c)** 40x ápice radicular, **d)** 40x ápice radicular en contraste de fases, mostrando el tejido procambial, compuesto por células alargadas, contrastando con la presencia de tejido parenquimático, de células cúbicas que presenta mayor contenido de reservas nutritivas.

Cotiledones

Los dos cotiledones son planos, con base cordada, y oblonga corta (Benson 1979) (Figura 34 a).

En corte transversal, se observa que los cotiledones están cubiertos por una protodermis, que protege a un mesófilo con células cúbicas y rectangulares grandes; las cúbicas originarán un parénquima esponjoso, hacia una de las caras, vecina al endospermo, seguramente la que corresponderá a la cara abaxial en la plántula. Las células rectangulares inician la formación de un parénquima en empalizada en la cara interna del cotiledón, la que corresponderá a la cara adaxial, de la plántula. Las células del mesófilo presentan gran cantidad de proteínas de coloración azul intensa con la técnica doble de Schiff-Azul Negro de Naftol. Se distinguen entre el mesófilo zonas de células alargadas que inician la formación de haces vasculares que tiñen de azul-claro débil por su bajo contenido de proteínas con la misma técnica (Figura 36).

Con la tinción Cuádruple de Johansen las paredes de todas las células, se tiñen verde-naranja por su contenido de celulosa.

En corte longitudinal es evidente la presencia de 3 ó 4 haces vasculares, provenientes del cilindro procambial, que es el nodo cotiledonar (figura 34c).

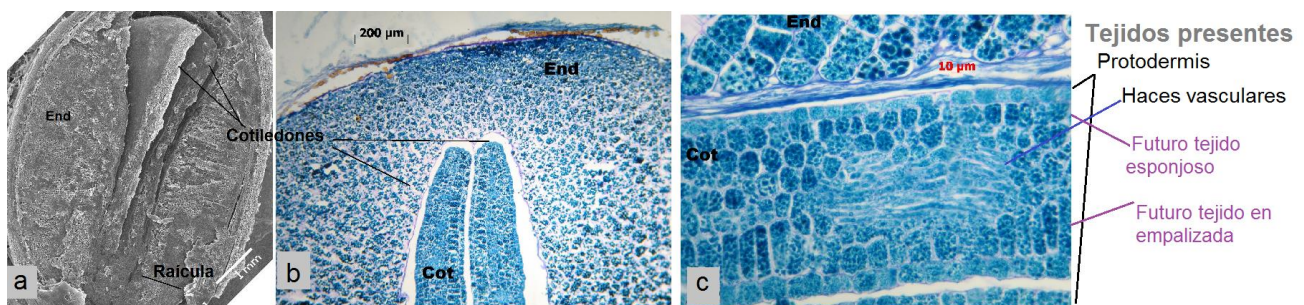


Figura 36: Cotiledones de semilla en *J. mexicana*, **a)** MEB corte transversal, **b)** y **c)** tinción Schiff-Azul Negro de Naftol 10x y 40x. Se observa la protodermis, el mesófilo próximo a diferenciarse y los haces vasculares.

ENDOSPERMO

El endospermo es abundante, de consistencia carnosa y suave. Las células de las capas externas son de forma rectangular, con paredes celulares delgadas, mientras que las capas internas están constituidas por células isodiamétricas-cúbicas, que están arregladas radialmente alrededor del embrión (Figura 37 b)

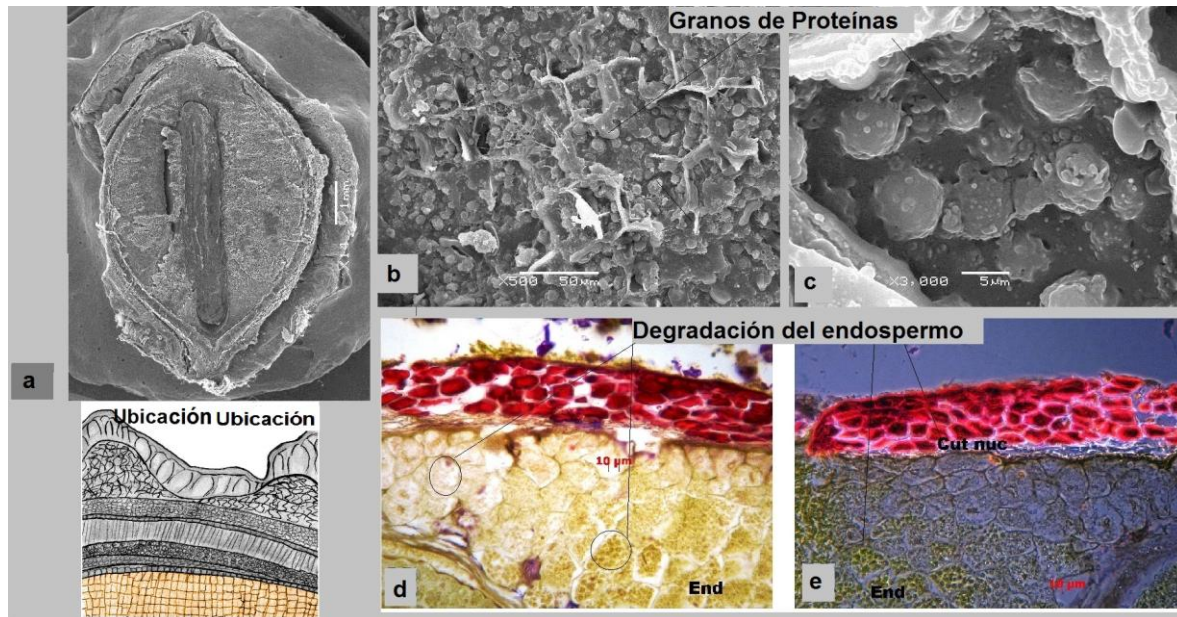


Figura 37: Endospermo en la semilla de *J. mexicana*, a) MEB contraste entre la cantidad de endospermo que ocupa el embrión y el endospermo b) y c) MEB reservas nutritivas, cuerpos porotécicos endospermo, d),e), Cuádruple de Johansen, degradación del endospermo por activación del embrión, contraste de fases, pone en evidencia la falta de reservas nutritivas.

El endospermo contiene al embrión y constituye aproximadamente dos terceras partes de la semilla (Figura 37 a)

Las proteínas son las sustancias de reserva almacenadas en el endospermo de la semilla. Las proteínas almacenadas en pequeñas estructuras llamadas cuerpos proteicos, representaron las sustancias de reserva más abundantes en *J. mexicana*, que se identificaron con la tinción doble de Schiff- Azul Negro de Naftol. (Figura 37 b y c) Las células del endospermo con gran cantidad de cuerpos proteicos, van perdiendo su contenido celular a medida que se acercan a la

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

periferia, donde se observan células degradadas y en proceso de pérdida de su contenido celular (Figura d y e) Los lípidos no se observaron con la técnica Rojo “O” de aceite, (por el proceso pero en corte en fresco, de semillas fijadas en FAA y teñidos con Sudan IV se observó gran contenido de aceites en el endospermo y menos en los cotiledones.

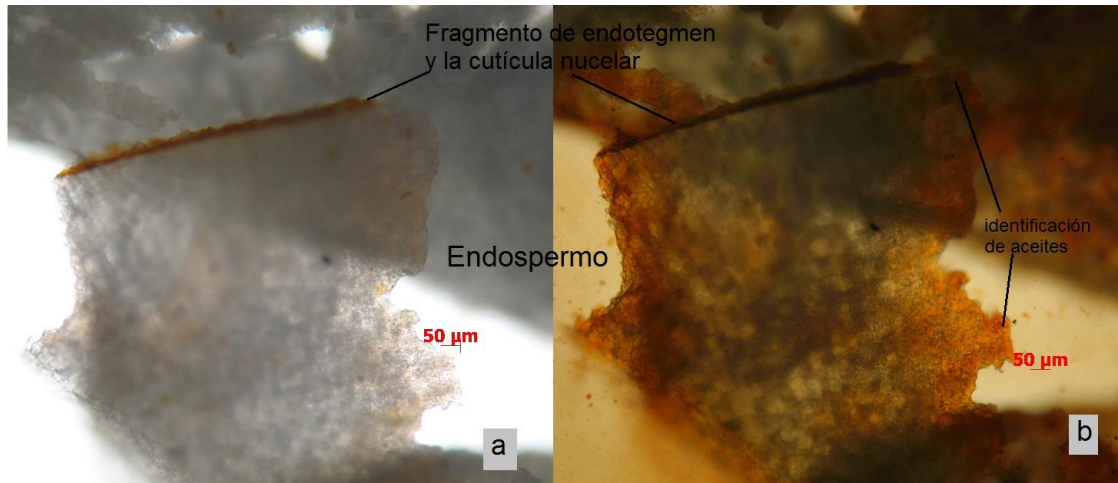


Figura 38: Prueba de tinción. Sudan IV, a) Corte en fresco, endospermo sin teñir, b) Tejido teñido, revelando presencia de aceites. Microgotas sobre los cuerpos proteicos observados.

Así, la principal reserva de la semilla de *J. mexicana* fueron las proteínas reveladas por la tinción de Azul Negro de Naftol. Con MEB se observaron pequeños cuerpos en forma de microgotas sobre los cuerpos proteicos, que podrían corresponder a las vesículas con contenido protéico que se van fusionando, o a gotas de aceites o ácidos grasos. (Figura 37 c).

Resultados de Viabilidad e imbibición de las semillas y emergencia de plántulas de *J. mexicana*.

Experimento 1: Viabilidad de las semillas.

Viabilidad semillas del 2007

La prueba de viabilidad con tetrazolio al 0.5% aplicada a 5 lotes de 10 semillas cada uno, de frutos colectados en 2007, reveló un 68% promedio de viabilidad (Figura X) sin diferencias significativas entre las repeticiones ($F= 0.26$, $P= 0.8999$)

El porcentaje de viabilidad concuerda con los porcentajes de emergencia de los tratamientos relacionados con las primeras horas de imbibición, los cuales van desde 64% a 60%, siendo estos últimos ligeramente inferiores. (Figura 39)

De acuerdo a lo anterior, en estos ensayos la prueba de viabilidad representó una buena referencia para predecir el porcentaje de germinación esperado del lote de semillas.

Viabilidad semillas del 2009

El ANOVA relativo a la prueba de viabilidad con tetrazolio al 0.5%, mostró que existen diferencias significativas entre los resultados de las semillas provenientes de los tres Tipos de frutos ($F= 30.62$, $P= 0.0001$). El Análisis de Rango Múltiple permitió distinguir que las semillas del fruto Tipo 1 son las que presentaron el mayor porcentaje de viabilidad, con 64%, el cual fue superior y diferente al de las semillas del fruto Tipo 2, con 52%; a su vez, el porcentaje de viabilidad de las semillas del fruto Tipo 3 con 66% fue el menor de los tres evaluados (Figura 39).

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

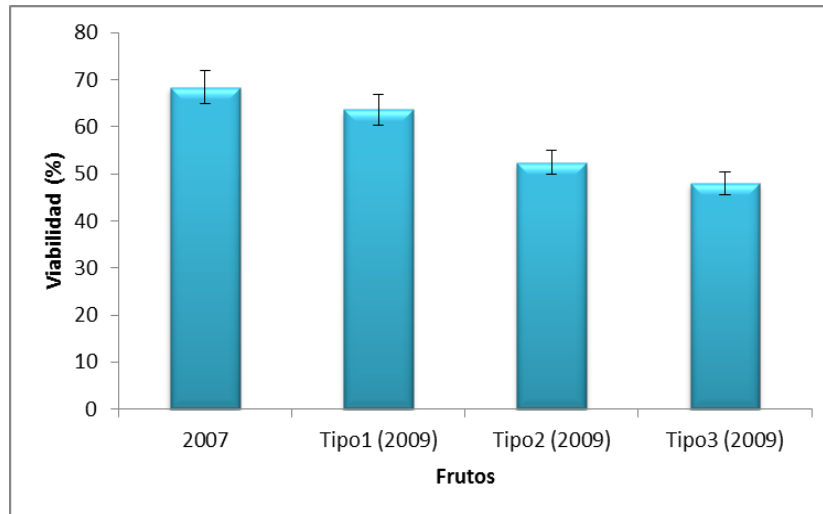


Figura 39. Viabilidad de semillas de *J. mexicana* colectadas en los años 2007 y 2009, en éste ultimo año comparativa de las semillas obtenidas de los frutos Tipo 1, 2 y 3.

Experimento 2: Imbibición de semillas.

El ANOVA sobre el seguimiento del incremento del peso de las semillas, mostró que existen diferencias significativas en el peso alcanzado por los tratamientos de semillas sujetos a diferentes tiempos de imbibición ($F= 550.17$, $P= 0.0001$). El Análisis de Rango Múltiple reveló diferencias entre todos los tratamientos, con un incremento progresivo, a excepción de los tratamientos de 8 y 16 horas de imbibición, en los que el análisis no detectó diferencias significativas.

Se pueden observar dos etapas de imbibición en las semillas de *J. mexicana*: la inicial con un incremento en el peso de las semillas por imbibición hasta las 8 horas, que se mantiene hasta las 16 horas de imbibición probadas, y una segunda etapa en la que las semillas nuevamente absorben agua de manera creciente, revelado por los tratamientos de 24 y 30 horas.

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

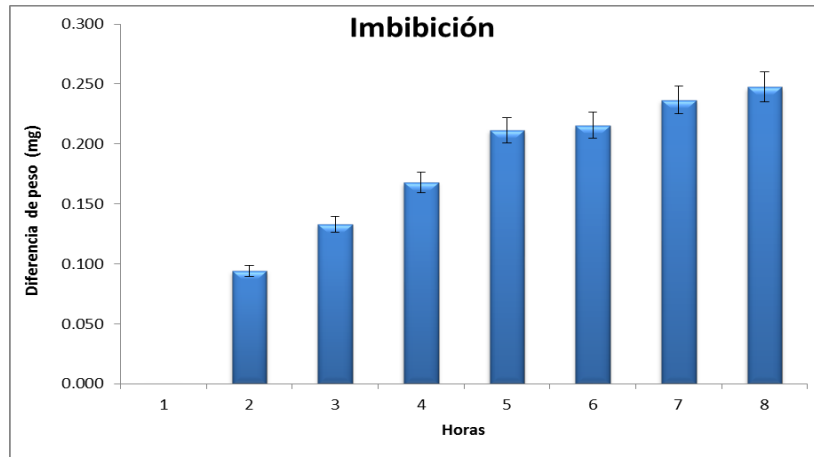


Figura 40. Incremento en la diferencia de peso de las semillas sujetas a diferentes tiempos de imbibición.

Experimento 3: Emergencia de plántulas a partir de semillas con diferentes tiempos de imbibición.

Considerando la dinámica de emergencia a través del tiempo, se observó que existen diferencias significativas entre los días de registro de plántulas emergidas ($F= 36.93$, $P=0001$). El Análisis de Rango Múltiple mostró que entre los días 12 y 16 después de siembra hay un incremento progresivo en el número de plántulas emergidas de todos los tratamientos, con una tendencia a decrecer en sus porcentajes a partir de los 19 días, lo que lleva a una meseta en la gráfica correspondiente (Figura 41).

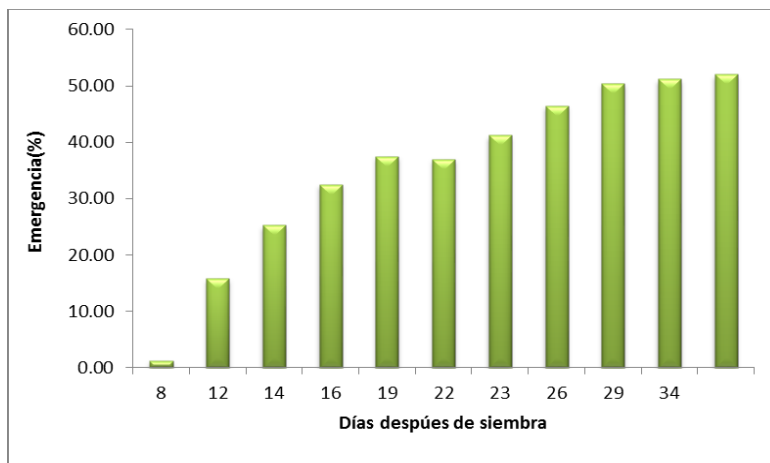


Figura 41. Dinámica de emergencia de plántulas, a través de los tiempos de evaluación, del conjunto de semillas expuestas a diferentes tiempos de imbibición.

Emergencia máxima de plántulas

Al evaluar la emergencia máxima de plántulas alcanzada, el ANOVA mostró que existen diferencias significativas entre los porcentajes alcanzados a partir de semillas embebidas por diferentes tiempos ($F= 8.52$, $P= 0.0065$). El Análisis de Rango Múltiple mostró que los tratamientos desde cero a 4 horas de imbibición alcanzaron los mayores porcentajes de emergencia, los cuales fueron diferentes y superiores a los tratamientos de 24 y 30 horas de imbibición, cuyos valores fueron los más bajos. Se observa una etapa de transición que refleja una tendencia al decremento de la respuesta de emergencia entre las semillas expuestas a 8 y 16 horas de imbibición.

Se observa que los porcentajes de emergencia más elevados se obtuvieron de cero a 4 horas, pero a partir de 8 horas de imbibición se aprecia una tendencia a disminuir la respuesta de emergencia.

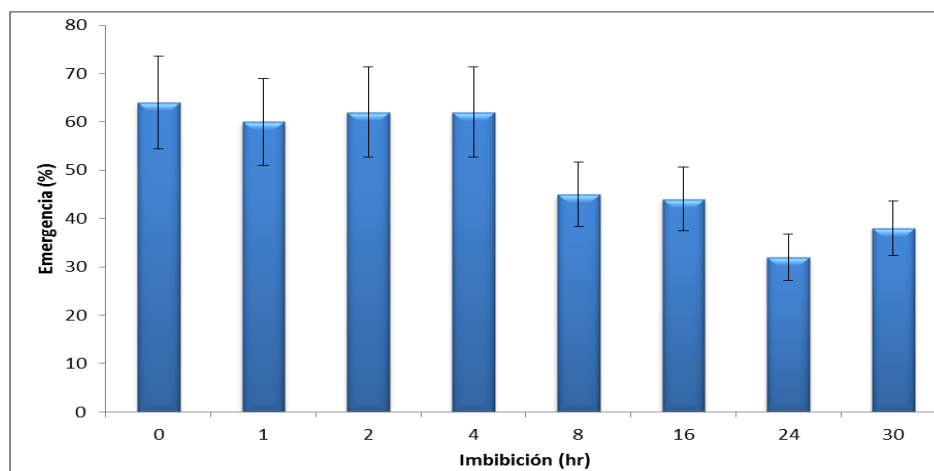


Figura 42. Emergencia máxima de plántulas a partir de semillas previamente expuestas a diferentes tiempos de imbibición.

7. DISCUSIÓN

De *Jacaratia mexicana* y su reproducción.

La reproducción vegetativa de *J. mexicana*.

Algunas personas de la región de Guerrero mencionan de manera anecdótica que no hay reproducción por fragmentos de la planta, porque se pudre con facilidad. Al provocar una herida en cualquier zona de la planta madre se inicia una infección que se extiende al resto del organismo, así como al fragmento de ésta.

Al respecto de las características de la madera, se encontró que: “No se presentan fibras, motivo principal al que se debe la fragilidad del tallo; ... dicha ausencia de fibras en el xilema secundario parece ser compensada por abundantes paquetes de fibras en la corteza, que además es gruesa por lo que seguramente contribuye a la función de sostén del tronco.” (Barajas-Morales y León, 1989). Estas características motivaron a descartar la posibilidad de hacer pruebas de reproducción vegetal.

Aunque existen reportes de propagación vegetativa para *Carica papaya*, éstos no se practican en las plantaciones comerciales, por la dificultad que representa y los bajos niveles de enraizamiento. Al respecto otro estudio mostró resultados desfavorables para la reproducción vegetativa a través de estacado en *Vasconcellea quercifolia* A.St. Hill (Caricaceae), donde, de 37 estacas se enraizaron sólo 5, correspondientes al 13%. De éstas sin embargo el estacado en campo fue exitoso al obtener 100% de enraizamiento (Ferreira Kinupp, 2007).

Se sugiere para estudios futuros evaluar la capacidad reproductiva de fragmentos de tallo, ya que con uso correcto de fitohormonas en un ambiente controlado, libre de patógenos y rico en nutrientes, la planta tendría condiciones favorables que le permitieran tal propagación.

Sin embargo para los fines de ésta tesis, que fue: Obtener un método sencillo,

económico y eficiente de propagación de la misma, por los pobladores de la región de Xochipala Guerrero, se descartó la posibilidad del estacado debido al alto costo, el cual no solo hace referencia a los materiales fitoquímicos, sino también a incluir la capacitación pertinente y un lugar apropiado dentro de la comunidad.

La reproducción sexual de *J. mexicana*.

La manera más sencillas y económica de propagación de esta especie es el uso de las semillas, primero por el bajo costo que implica la germinación de la misma y en segundo por el alto número de ellas por fruto, como se ve en el cuadro 16, donde hay un máximo de hasta 741 en el fruto Tipo Alargado y un mínimo de 218 en el fruto tipo Espoletas en la colecta del 2007.

Reforzando lo anterior, Zulueta (2003), menciona al respecto: *“Los conteos realizados durante los primeros cuatro años de esta investigación, permiten inferir que cada fruto llega a producir en promedio 500 semillas, las cuales muestran una viabilidad muy alta, cercana al 98%, aún después de seis meses de haber sido separadas de la pulpa y sarcotesta, oreadas en sombra, y mantenidas en oscuridad a 20°C”*.

A partir de la elección de la propagación sexual se requería conocer la estructura de las semillas que son la fuente para la propagación. De esta forma se realizaron dos colectas de *J. mexicana*, una en 2007 y otra en 2009, que de entrada arrojaron diferencias entre la forma y tamaño de los frutos. Ello condujo a un análisis de las características estructurales que se discuten a continuación.

Descripción de Fruto.

El hallazgo de distintos Tipos de frutos, en las colectas de 2007 y 2009 (Cuadros 16 y 17) coincide con el amplio rango de variación de formas descrita por los autores y compilada en el Cuadro 9, donde se presenta desde ovoide, cónico oblongo anguloso, angostamente elipsoide, etc.

En el 2007 solo se observaron 2 Tipos de fruto: Alargado y Espoletas, mientras que en el 2009 se reconocieron tres Tipos; 1, 2 y 3.(Figura 17) Esto es semejante a lo reportado por Olivares (2003) que reconoce diferentes Tipos de fruto(cuadro 8): el Tipo 2 guarda semejanza con los Fenotipos 1 y 3, mientras que el Tipo 3 del presente trabajo, es semejante a los Fenotipos 2 y 4 tanto en la forma como en las dimensiones.

Con los datos recabados en la presente tesis no se pueden definir Fenotipos ya que se carece de un análisis genético, así como un estudio estadístico representativo en las poblaciones del país. No obstante, es perceptible la plasticidad fenotípica de la especie, que se define como: la capacidad de un organismo de producir fenotipos diferentes en respuesta a cambios en el ambiente (Gianoli y Palacio-López, 2004). Resulta de interés hacer un estudio posterior donde se describa el desarrollo embrionario de la especie y se relacionen los diferentes tipos de estructuras florales, con los variados morfotipos de los frutos y sus semillas, para sopesar el valor adaptativo potencial de dichos cambios morfológicos.

Descripción morfológica de las semillas

La variación en el rango de tamaños de las semillas de los Tipos 1 a 3, que va de 6.6 mm a 8.2 mm de largo y 4.9 mm a 6.3 mm de ancho (Cuadro 20) (Figura 22), puede ser una estrategia que le ha permitido adecuarse lo mejor posible a las características de un medio ambiente cambiante como lo es la SBC. Como menciona Vázquez –Yanes (1997), *“algunas especies forman dos o más tipos diferentes de semillas que pueden variar en su forma, tamaño, estructura interna o respuesta fisiológica. Esta capacidad incrementa la flexibilidad de adaptación de una especie a un entorno muy cambiante. Las diferencias en forma y tamaño de las semillas también significan diferencias en su respuesta.”*

Descripción anatómica de las semillas

El análisis histoquímico de los constituyentes de la semilla abre una mejor perspectiva para la interpretación de la respuesta fisiológica.

La semilla de *J. mexicana* está cubierta por una capa denominada sarcotesta, altamente hidrofílica, de consistencia mucilaginoso, que Sartori y Nereu (1989) en *Jacaratia spinosa* y Lange (1961) en *Carica papaya*, señalan como la causante de la latencia en la semilla por la presencia de un inhibidor. En los cortes histológicos se reveló su composición química evidenciando la presencia de proteínas y polisacáridos insolubles, datos que coinciden con lo reportado en *Jacaratia spinosa*. (Sartori y Nereu, 1989)

La mesotesta *J. mexicana* se observa un tejido homogéneo en el que no se distingue una capa interna y de una externa como lo mencionan Sartori y Nereu (1989) en *J. spinosa* y Gil y Miranda (2008.) en *C. papaya*.

Respecto a la endotesta, tampoco hay diferencia con las dos especies referidas, ya que está constituida por una capa de células con cristales cúbicos, de oxalato de calcio.

Otra diferencia respecto a estos autores es el grosor de la capa del exotegmen, siendo considerablemente mayor en *J. mexicana*

Los cristales de la endotesta, el esclerénquima en empalizada del exotegmen, así como las macroesclereidas del mesotegmen, son elementos que aportan resistencia a la cubierta de la semilla, lo que permite su permanencia en los ambientes de sequía y alta temperatura de la SBC.

Los resultados histoquímicos de Schiff- Azul Negro de Naftol y la tinción cuádruple de Johansen ayudaron a definir los componentes internos de la semilla, específicamente en embrión y endospermo, donde se presenta una reserva

nutritiva constituida por proteínas principalmente, observados como cuerpos irregulares con MEB, lo cual coincide con los análisis bromatológicos de la semilla donde se afirma que presenta un alto contenido de proteína (25% del total) (Villanueva-Arce 2006; Ortíz Ramírez 1974).

El uso de Rojo O de Aceite deleva la presencia de lípidos insolubles como lo son las ceras, cutina y suberina, la misma técnica imposibilita la observación de otro tipo de lípidos, ya que se eliminan con el alcohol y el xilol utilizados en la técnica de deshidratación de los tejidos. La técnica Sudan IV, al ser aplicada en fresco y sin la serie de alcoholes para su fijación, reveló el contenido de aceites, en forma abundante, otra sustancia de reserva presente en el endospermo, lo que coincide con el reporte en *C. papaya* de Gil y Miranda (2008).

Viabilidad, Imbibición y Emergencia de *J. mexicana*.

La viabilidad de las Semillas de *J. mexicana* de los años 2007 y 2009 tuvo un rango del 52 al 68%. Los resultados de viabilidad fueron menores al 80% reportado por Ortíz Ramírez (1974).

Con la información obtenida es factible calcular el rendimiento de plántulas y prever el número final de árboles a obtener en una plantación en la comunidad de Xochipala.

La imbibición de las semillas por más de 8 hrs provocó un decremento en el porcentaje de emergencia de plántulas, recomendando no rebasar éste límite.

Los resultados de emergencia de plántulas de éste trabajo se encuentran por arriba del 60%, lo cual coincide con los resultados de germinación de semillas provenientes de flores femeninas reportado por Aguirre *et al* (2007) para la misma especie.

Por último: los estudios estructurales y fisiológicos de la especie en este trabajo,

sientan las bases para generar una propuesta de propagación a bajo costo, con un potencial económico que induce al manejo adecuado de los recursos naturales por los mismo pobladores de la región de Xochipala. Ello permitirá incorporar a la especie en un proceso de reforestación que abarque las comunidades aledañas a Xochipala, contribuyendo al manejo responsable de la selva baja caducifolia.

8. Protocolo de reproducción de *Jacaratia mexicana*.

Obtención y selección de los frutos

La selección de los frutos con fines de propagación debe de realizarse al final de la Primavera, entre los meses de Mayo y Junio, antes de que las hojas se renueven y cuando el fruto presente vetas de color rojo-anaranjado. De manera tradicional las personas acostumbran cortar frutos verdes para su consumo, en algunos estados de la república. Los frutos pueden madurar una vez cosechados (fruto climatérico), pero es probable que la calidad y cantidad de semillas, difiera con respecto a los frutos maduros.

Los frutos de mayor tamaño, como en el caso del fruto Tipo “Alargado” de 2007 y el fruto Tipo 3 de 2009 en ésta tesis, presentan la mayor cantidad de semillas con mayor tamaño, así como un mayor porcentaje de germinación.

Los frutos de *J. mexicana*, rara vez logran caerse del árbol, a menos de que estén en estado de pudrición. La técnica de colecta sugerida requiere de una escalera y un cortador de ramas altas, de ésta forma el árbol y la persona quedan libres de posibles accidentes. La estructura de la madera del bonete, no cuenta con fibras en su interior, por lo que las ramas son frágiles. Un corte contundente al pedúnculo, evitará una infección por ruptura o desgarre de ramas y daños secundarios a la corteza que es altamente susceptible a contaminación.



Figura 43: Recolección de frutos de *J. mexicana*. a) Corte de frutos con ayuda de podadora de ramas altas. b) Frutos recolectados.

Selección de semillas

Para obtener las semillas es necesario abrir los frutos de *J. mexicana* y en el interior se observa una pulpa anaranjada-pastosa, que debe ser removida con agua corriente. Limpias de la pulpa, las semillas se seleccionan: deberán eliminarse aquellas de color blanco por ser inmaduras o de color negro por presentar infección por hongos; también deberán desecharse aquellas semillas deformes y de menor tamaño. La técnica de flotación, en donde las semillas que flotan deben de ser eliminadas, no aplica para *J. mexicana* debido a que al realizar esta prueba, se encontró como resultado germinación incluso después de varios años. Cada fruto contiene alrededor de 300 a 500 semillas.



Figura 44: Extracción de semillas del Fruto de *J. mexicana*. a) Fruto abierto longitudinalmente y b) Semillas extraídas del fruto aun con sarcotesta.

Limpieza de las semillas

Se debe extraer la capa mucilaginosa de las semillas, pues ésta inhibe la capacidad de germinación. Tratamientos previos sin rigor estadístico y no presentados en la tesis, han dado resultados desfavorables al uso de químicos como, la cal, con la que la sarcotesta se ha eliminado, pero se ha causado daño al embrión.

Por lo anterior, se recomienda desprender mecánicamente el mucílago, a base de frotar la superficie de las semillas con una malla de plástico y manteniéndolas sumergidas en agua. Remover la sarcotesta es un proceso tardado, ya que la secreción de mucilago es pegajosa y dificulta la limpieza. El uso de malla de plástico, para la extracción mecánica de la sarcotesta, dio como resultado niveles superiores al 60% de germinación.



Figura 45: Remoción mecánica de la sarcotesta de semillas de *J. mexicana*, con malla de plástico y sumergidas en agua.

Imbibición.

Remojar las semillas en agua sin sarcotesta, en un rango de 4-8 horas, ayuda a mejorar el porcentaje final de plantas emergidas, resultado de ésta tesis.

El poder germinativo de las semillas puede conservarse, si al terminar de desinfectar las semillas sin sarcotesta, se ponen a secar por dos días sobre papel absorbente, y si se guardan en envases herméticamente cerrados en

refrigeración a 4°C. Varios años pueden conservarse (al menos comprobables 6: de 2007 a 2012).

Preparación del sustrato

Los medios o sustratos para la siembra de las semillas son muy variantes, las mezclas dependen de las condiciones específicas de las especies, la facilidad para conseguir los materiales, así como el costo total.

Las condiciones que debe cubrir un sustrato para la siembra de *J. mexicana* son las siguientes:

Desinfección, buen drenaje, o mayor aireación y firmeza para sostener la planta. Todo esto para que las raíces se extiendan sin dificultad, se conserve agua sin estancamiento y se aporten nutrientes.

Cuadro 21. Mezclas de sustratos empleadas en pruebas de germinación de <i>J. mexicana</i>				
(Zulueta, 2003)	(Ortíz Ramírez, 1974)	Sustratos empleados en las pruebas de esta investigación.		
Sustrato de suelo y arena 1:1(v/v)	Arena de sílice	Perlita (agrolita) y solución nutritiva completa triple 17 (N.K.P.)	Peat moss y tierra de monte 1:1(v/v)	Peat moss, tierra de monte, tezontle y agrolita 1:1:1:1(v/v/v/v)

Desinfección de sustrato.

Es importante someter al sustrato a un tratamiento de desinfección, por ejemplo:

- Empleo de sustancias químicas, como el Bromuro de metilo, (50g/m²) es una práctica cara y debe de realizarse con precaución por la alta toxicidad. El sustrato a desinfectar debe de aislarse muy bien, en contenedores impermeables si es poca cantidad. Para grandes volúmenes de material, puede colocarse en un túnel de polietileno sellado; elimina nematodos, hongos patógenos y semillas de malezas.
- Pasteurizado mediante vapor (2 días x 1 hora a 90° C) y aireado durante dos semanas para reducir cualquier tipo de fitotoxicidad derivada de su

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

calentamiento.

- Pasterurizado en olla de presión, llenar latas metálicas, de desecho como de frijoles o chiles, con sustrato a seleccionarse y humedeciéndolas con agua, durante 25 minutos, dejar enfriar por al menos un día antes de la siembra.
- Pasterurizado con horno de microondas, colocar en recipiente de **plástico resistente a microondas** el sustrato húmedo, por al menos 5 minutos, dependiendo del volumen de éste.
- Energía solar: colocar el sustrato húmedo en bolsas negras exponiéndolas al Sol de manera horizontal por una semana, tratando que el sustrato quede lo más extendido posible; rotar la bolsa cada 12 horas.

- Desinfección por solución en Hipoclorito de sodio al 25% durante un día, aplicable únicamente a sustrato poroso como es el caso de grava o tezontle. En una tina o recipiente amplio se coloca un volumen considerable de sustrato. Cubrir con la solución y remover constantemente a lo largo del día. Enjuagar en múltiples ocasiones hasta eliminar el olor característico; poner a secar al sol.

- El uso de radiación, aunque es una práctica complicada, es útil



Figura 46: Desinfección del sustrato por medio de hipoclorito de soldio

Siembra de las semillas

Las semillas y los sustratos deben de colocarse en un recipiente. Existen varias posibilidades en su elección:

1. Contenedores especiales de 48.5 x 35 x 13.5 cm de polietileno de alta

densidad y con perforaciones de 3/8 en la base para drenaje y aireación; se venden en los centros agroquímicos.

2. Almacigos improvisados, contenedores de plástico transparentes llamados comúnmente “paneras” de venta en las casas de materia prima, varios tamaños, alturas, etc. muy comunes en los locales de comida para llevar.

Cualquier recipiente a emplearse debe de pasar por las prácticas culturales sugeridas. Si se emplean los primeros, hay que tomar en cuenta la cantidad de agua diaria a emplearse, ya que pierden agua con mucha facilidad, pero al crecer la planta ayudan a la obtención de los individuos ya que las raíces forman una estructura sólida del tamaño de las celdas, permitiendo que cada plántula salga lista para el trasplante. Con los segundos, solo es necesario humedecer el sustrato a la hora de colocar las semillas en su interior, pues mantienen la humedad lo que puede fomentar el crecimiento de patógenos, y acostumbrar a las plántulas a la alta humedad relativa del ambiente. Se dificulta en mayor grado el trasplante, ya que las raíces de éstas se extienden y se enredan. Se propone la perforación paulatina de las paneras a medida que se acerque el primer trasplante, disminuyendo a su vez la humedad, provocando stress moderado por falta de humedad y no drástico en el trasplante (ejemplo: interior de la panera en donde la humedad relativa es al 90-100%, y la maceta individual es de apenas 30 o 40%).

Lista la selección del recipiente, y con la mezcla seleccionada, se procede a rellenar los recipientes y humedecerlos en su totalidad. La colocación de la semilla debe ser aproximadamente de un cm, cubrirla con un poco más de la mezcla y cerrar el recipiente.

Prácticas Culturales.

Las prácticas culturales son acciones que permiten eliminar o disminuir el número de patógenos, a lo largo del proceso de germinación, obtención de plántulas, trasplantes y aclimatización, durante la propagación de plantas. La prevención de plagas y enfermedades en las plantas, puede darse a través hábitos de limpieza y

desinfección. *J. mexicana* es altamente susceptible a pudriciones e infecciones por hongos, tanto en raíz como en hojas. Durante el crecimiento en invernadero puede sufrir infestaciones por insectos tisanópteros, áfidos, así como de nemátodos.

Eventos significativos para aplicar las prácticas culturales en *J. mexicana*:

- Al extraer las semillas del fruto, eliminar por completo la pulpa y la sarcotesta, se evita la infección por hongos; pueden desinfectarse con cloro comercial (hipoclorito de sodio), lavar y enjuagar. Poner a secar al sol.
- Lavar con una solución de hipoclorito de sodio al 10% semilleros, macetas, así como cualquier herramienta que participe en la manipulación del sustrato, las semillas o las plantas
- Desinfectar o esterilizar el sustrato o las mezclas para la germinación y los primeros trasplantes
- En invernaderos evitar altas temperaturas y ambientes con exceso de humedad, exceso riego. En casas de malla-sombra evitar periodos largos de sequía. Recomendaciones para no estresar a las plántulas y así provocar infecciones.
- Limpieza en el invernadero, eliminación de hojas muertas y e individuos infectados, revisión constante de las plantas.
- Utilizar cuarentena y evitar la introducción de plantas infectadas en las casas de malla-sombra, sobre todo cuando se comparte el espacio con otros cultivos.

9. CONCLUSIONES

Morfología

El estudio morfológico de frutos y semillas reveló la plasticidad fenotípica de la especie en éstas estructuras derivadas, posiblemente en respuesta al ambiente contrastante de la SBC. Se describieron diferentes de Tipos de frutos: alargado, espoletas y 1,2,3, tanto. Los frutos Tipo 3 son los mejores para utilizarlos en la propagación por semilla, por la dimensión de sus semillas así como por el porcentaje de germinación y emergencia.

Anatomía de la semilla

Las técnicas histoquímicas y el estudio con MEB, permitieron describir la estructura interna de las capas de la semilla y su composición química. Se ilustran, y se describen cada una de las capas que conforman la semilla de *J. mexicana* (Figura 23 y 24) Se aportan datos anatómicos a la descripción de la especie.

La sarcotesta es una capa mucilaginoso, con poco contenido celular y grandes vacuolas, su pared celular externa es gruesa con alto contenido de celulosa y hemicelulosa, proteínas y lípidos, que pueden ser glucoproteínas y lipoproteínas La sarcotesta es la responsable de inhibir la germinación de *J. mexicana*, es necesaria eliminarla para lograr altos porcentajes de germinación

Las capas: Endotesta (cristales de calcio; exotegmen (macroescleréidas en empalizada); y mesotegmen (escleréidas), son las capas que le dan resistencia a la semilla, dado el tipo de células que las conforman, así como por su grosor y contenido intercelular. Se logra caracterizar las sustancias de reserva del endospermo, proteínas principalmente, pero también sustancias aceitosas.

Viabilidad, Imbibición y Emergencia.

La viabilidad de las Semillas de *J. mexicana* de los años 2007 y 2009 tuvo un rango del 52 al 68%. Los resultados de emergencia de plántulas de éste trabajo se encuentran por arriba del 60%. La semilla de *J. mexicana* permite la imbibición, y éste proceso es favorable la emergencia de plántulas cuando no rebasa las 8hr.

Toda la información pertinente logró la obtención de un protocolo de propagación, en donde el conocimiento investigado y experimentado, se pone disponible para la propagación por semillas de la especie *Jacaratia mexicana*

BIBLIOGRAFIA CITADA

Referencias bibliográficas:(Se cuenta con la mayor parte de las citas impresas y en aquellas digitalizadas se muestra la pagina electrónica donde se puede encontrar)

Aguirre A, Vallejo-Marín M, Salazar-Gorozieta L, Arias D M, Dirzo R 2007. Variation in sexual expression in *Jacaratia mexicana* (CARICACEAE) in Southern México: Frequency and relative seed performance of fruit-producing males. *Biotrópica*. 39(1):79–86.

Aguirre, A., AU Vallejo-Marín, M- Piedra-Malagón, E. M - Cruz-Ortega, RAU - Dirzo. 2008. MORPHOLOGICAL VARIATION IN THE FLOWERS OF *JACARATIA MEXICANA* A. DC. (Caricaceae), a subdioecious tree. *Plant Biology* Vol. 11 - Blackwell Publishing Ltd SN - 1438-8677 P: 417- 424

Amith D. J. 1997 Tan ancha como tu abuela; Adivinanzas en Náhuatl del Guerrero Central. En Tlalocan. Revista de Fuentes para el Conocimiento de las Culturas de México No. 12. p. 18 www.balsas-nahuatl.org/electronic-docs/tanancha.pdf

Anales del museo Nacional de México. El Museo.1905. pag. 455

APG III. 2009. Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society Garden*

Arellano, R. A.J, J S. G. Flores, y J. G. Tun. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península En: *Etnoflora yucatanense Fascículo 20*. UADY 815pp Pag 105-106

Arias D., Peñalosa-Ramírez J., Dorado O., Cuevas-Reyes P., Leyva E., Albarrán-Lara A.L. y Rangel-Altamirano G. 2010. Phylogeographic patterns and possible incipient domestication of *Jacaratia mexicana* A. DC. (Caricaceae)in Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* 57: 1227–1238.

Ayala J R. M, 2003. Contribución al conocimiento de las condiciones edafológicas y climáticas de ilama (*Annona diversifolia* Saff.) nanche (*Brysonima crassifolia* (L) HBK.) bonete (*Jacaratia mexicana* D.C.) y ciruela mexicana. (*Spondias purpurea* L). Tesis Licenciatura UNAM. ENEP Iztacala.

Badillo, V.M. 1971. Monografía de la familia Caricaceae. *Asoc. Prof. Univ. Central (Venezuela)* 1-221.

Barrera, A. 1979. La taxonomía Botánica Maya. *Anales de la Sociedad Mexicana de Historia de la ciencia y de la Tecnología*. Vol.5 pp 21-34.

Barrera-Vázquez (1999) Las fuentes para el estudio de la medicina nativa de Yucatán. *Rev. Biomed.* Vol. 10 pp. 253-261.

Barajas-Morales, J. y León, G. C. 1989. Anatomía de Maderas de México: Especies de una Selva Baja Caducifolia. *Publicaciones Especiales del Instituto de Biología no. 1*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 126 p

Bautista R. A, 2000. Contribución al conocimiento de las plagas que atacan a la ilama (*Annona diversifolia* Saff.), nanche (*Brysonima crassifolia* (L) HBK.), bonete (*Jacaratia mexicana* D.C.) y

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN
ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.). Tesis Licenciatura. UNAM. ENEP Iztacala.

Benson, L. 1979. Plant Classification D. C. Heath and Co. Lexington, Massachusetts. Páginas 41-42.

Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (atlas de plantas de la medicina tradicional mexicana) <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Bonete&id=7259>

Bolívar Fernández, N. 2010 Estudio de caso: enzimas extraídas de frutos nativos UAC.pp 448-490 en: Villalobos-Zapata, G. J., y J. Mendoza Vega (Coord.), 2010. La Biodiversidad en Campeche: Estudio de estado. Conabi), Gobierno del estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México. 730 p.

Brechú Franco, A.E. 2009. “¿Cómo propagar árboles que se usan en medicina tradicional?” Reporte Técnico de 2006 a 2009. Proyecto CONACYT-CONAFOR 41828. Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica y Forestal. UNAM y Colegio de Posgraduados

Briones, M. R. Cruz, M. T., Cortes V. M. I. Oliver, S. M. C. (1994) Preparaciones enzimáticas de interés industrial con proteínas de plantas mexicanas. Información tecnológica. 5(1), 57-62 (Chile).

Bruno S., Ochoa M., F. Gioanetto, M. Equihua, L.E, Márquez, M. Espinosa, F.Ortiz, J.T. Díaz 2010. Árboles y arbustos con usos forrajeros de clima caliente/tropical y frío de Michoacán. LA TUZA GOLOSA Número 18. enero-marzo 2010 pag 67,68
www.metrocert.com/files/Revista_tuza_golosa_No._18.pdf

Catálogo de Plantas Medicinales del Jardín Botánico de Cuernavaca INA, México 2004, versión electrónica <http://www.desarrollo-integral.org/JardinBotanicoCuernavaca.pdf>

Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Copyright © 1981 Columbia University Press.

Cuanalo, C.H. E. & Guerra, MR.R. 2008. Homegarden Production and Productivity in a Mayan Community of Yucatan. Hum Ecol Vol:3 Pag. 423–433

Cumplido Ignacio. 1843. El Museo Mexicano. Miscelánea de Amenidades Curiosas e Instructivas. Volumen 2.

Didier, B.H. 1995. La Colección De Plantas Medicinales más Importantes de América Latina. Revista Ciencias, UNAM (39) Pag:46-47 Issn: 0187-6376

Dorado, O. Y R. de la Maza (coordinadores). 1998. Documento técnico justificativo para la creación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla-Cerro Frío. CEAMISH e INECOL, UAEM, México 70 pp + anexos

Ferreira Kinupp, V. 2007. Plantas alimentícias nao – convencionais de regio metropolitana de Port Alegre, RS. Capítulo 6 de la Tesis de Doctorado en Fitotecnia, Area de Concentracao, Horticultura. Universidad Federal de Río Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. Programa de Pos-Graduacao em Fitotecnia. Porto Alegre, Brasil.

Font-Quer, P. 1965. Diccionario de Botánica. Editorial Labor, Barcelona. 1244 p.

Flores, V.O., P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

uso del suelo. 2ª edición. CONABIO-UNAM. México. 439 pp.

Flores, S., y F. Bautista, 2005. Inventario de plantas forrajeras utilizadas por los mayas en los paisajes geomorfológicos de la península de Yucatán, p 209-219. En F. Bautista y G. Palacio(EDS) Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán: implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad de Campeche, Universidad de Yucatán. 252p.
www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/462/inventario.pdf

García, de Miguel .J. 2000. Etnobotánica Maya: Origen y Evolución de los Huertos Familiares de la Península de Yucatán, México. Tesis Doctoral Universidad De Córdoba Escuela Técnica Superior De Ingenieros Agrónomos y de Montes. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (ISEC) 285 p

Gianoli, E. y Palacio-López, K. 2009. Phenotypic integration may constrain phenotypic plasticity in plants. *Oikos* 118:1924-1928.

Gil A.I y D. Miranda. 2008. Aspectos Anatómicos de la Semilla de Papaya. REV.COLOMB. CIENC. HORTIC. Vol. 2-No.2-2008 pp 145-156.

Gómez M.C. 2000 Bioclimatología de flora de Veracruz. Fascículo 22. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México.

González, M. F. 2003. Las Comunidades Vegetales De México. Ine-Semarnat, México.

González F. M E y M.E. Rosa Rojas 2006 Rescate Cultural De Las Plantas Alimenticias En La Región Indígena De Cuautitlán De García Barragán, Jalisco. Publicación por parte del Gobierno del Estado, CONACULTA (culturas populares e indígenas), PACMYC Jalisco
http://www.indeso.com.mx/docs/publicaciones/10_plantas_alimenticias_2006/rescate_plantas_alimenticias_10-06.pdf

González B. R. y R. Ruenes (en prensa). Etnobotánica e interacciones de *Jacaratia mexicana* (A.DC) (K'uum ché) en un agroecosistema en Yucatán, México. Memorias in extenso. Ponencia presentada en el Congreso Internacional "Culturas Americanas y su Ambiente: Perspectivas desde la Zoaarqueología, Paleobotánica y Etnobiología". 01-05 de noviembre de 2010.Mérida, Yucatán.

González, J.C.; Ayala, A. y Gutiérrez, 2007. Composición química de especies arbóreas con potencial forrajero de la Región de Tierra Caliente, Michoacán, México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* [en línea] 2007, vol. 41 [citado 2011-10-18]. Disponible en Internet: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=193017666015>. ISSN 0034-7485.

Guevara S.S. 1999. Aspectos Medioambientales y de diversidad biológica en México. Cuadernos de Biodiversidad. Del Centro Iberoamericano De La Biodiversidad. N° 2 (dic. 1999), pp. 5-8

Jiménez-Aguirre C.E, V. Melo-Ruiz, H.D. Jiménez-Aguirre, S. S. Santos-Montesinos, J. Martínez-Rivero. El Bonete (*Jacaratia mexicana*) como alternativa alimenticia de la población mexicana *Rev. Latinoamer. Quim.* 2011, 38 (Suplemento Especial) Ed. Navarrete, A. Editada por Laboratorios Mixim, Mexico pp 89.

Jiménez Ramírez J., M Martínez G, S Valencia A , R Cruz D, JL Contreras S J ,E Moreno GJ Calónico. 2003 Estudio florístico del Municipio Eduardo Neri, Guerrero. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 74(1): 79-142.
www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_118.pd

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

Landa, Fray Diego de. 1559 Relación de las cosas de Yucatán. XLIX De la parte medicinal/etnobotánica. Edición Electrónica por Christian Prager. Siguiendo al texto de la *Editorial Porrúa*, Mexico D.F, 1959 File size: 502 KB www.wayeb.org/download/resources/landa.pdf

Lange, A.H. 1961. Effect of the sarcotesta on germination of *Carica papaya*. *Botanical Gazette* 122(4):305-311.

Linares, J. L. 2003 [2005]. Listado comentado de los árboles nativos y cultivados en la república de El Salvador. *Ceiba* 44(2): 105–268.

Lomelí-Senci6n, J.A. 1998 Flora del Valle de Tehuac6n-Cuicatl6n. Fasc6culo 21. Dumort. J. CONABIO-UNAM. M6xico D.F.

L6pez V., Ma. E Xolalpa-Molina, S. (1997). *A males... remedios; padecimientos y plantas medicinales*. En: F.M. Aranda T. (Ed.). Gu6a n6mero 34 de M6xico desconocido (pp. 19-70). M6xico: Editorial Jilguero

L6pez C. Ma. L., G. J. M6rquez, G. S. Murgu6a. 2005. T6cnicas para el estudio del desarrollo en angiospermas 2da edici6n. Facultad de ciencias, UNAM. ISBN: 970-32-2748-1. Hecho en M6xico, D.F. pag. 121-126

Llorente B. J. 2003. La b6squeda del m6todo natural. *La Ciencia para Todos/95*. SEP/Fondo de cultura econ6mica. Pp

McVaugh, R. 2001. Ochnaceae to Loasaceae. *Fl. Novo-Galiciana* 3:9–751.

Mart6nez, M. 1959. Plantas 6tiles de la Flora Mexicana. Ediciones Botas, M6xico, D.F. en Fernando Reynoso Pohlenz 1987. An6lisis de la actividad del material enzim6tico extra6do del fruto del Cuaguayote. Tesis de licenciatura UAM Iztapalapa 51 p.

Mart6nez, Maximino 1979.

Monroy-Ort6z, C. y Monroy, R. 2004. An6lisis preliminar de la dominancia cultural de las plantas 6tiles en el estado de Morelos. *Bol.Soc.Bot.M6x.* Vol 74: pag:77-95

Monroy-Ortiz, C. 2010. Conocimiento Ecol6gico Tradicional Para la gesti6n sostenible de especies forestales no maderables. Tesis Doctoral. Colegio de posgraduados. 132 p.

Moreno, N.P.1980. Flora de Veracruz. Caricaceae. Fasc6culo 10 INIREB Xalapa Veracruz. ISBN 84-8960 pag. 16-17

Moreno M. E. 1996. An6lisis f6sico y biol6gico de semillas agr6colas. Tercera Edici6n UNAM. M6xico D.F. 191-255

Noguera, F.A., J.H. Vega Rivera, A.N. Garc6a Aldrete, y M. Quesada Avenda6o (Editores). 2002. *Historia Natural de Chamela*. Instituto de Biolog6a, UNAM. M6xico. p 155-157.

Oliver, M.C., 1999. "Purificaci6n, Caracterizaci6n y Cristalizaci6n de la Proteasa ciste6nica del l6tex de *Pileus mexicanus*: Mexica6na". Tesis de Doctorado. ENCB,

Olivares S.E, 2003 Evaluaci6n de la calidad del fruto de *Jacaratia mexicana* A. DC (Bonete). Tesis

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

Licenciatura. UNAM ENEP Iztacala

Opciones alimenticias de Puebla. 2005 a 2011. Secretaría de desarrollo agrpecuario. Gobierno del estado de Puebla,

Ortíz Ramírez N. E. 1974. La germinación de *Carica mexicana* y Análisis Bromatológico de su fruto y semilla. Tesis de Licenciatura Q.F.I. IPN. 43 p.

Pennington, T.D. y Sarukhán, J. 1998. Árboles tropicales de México; Manual para la identificación de las principales especies. (2ª ed.) México: UNAM/FCE. 521 p.

Pérez Bouza J. A. 1994 Influencias nahuas en el español de el salvador. Algunas importantes ausencias en el DRAE. Sintagma Vol. 6, pag. 77-97

Pérez-Sabino S.P. 2002 Una charla con... Roberto Briones Martínez. Timbirichi y Cuaguayote: Plantas milenarias en extinción. Hypatia Revista de divulgación Científico-Tecnológica del Gobierno del estado de Morelos N° 4 Año 1 Enero-Marzo 2002. consulta electrónica (<http://hypatia.morelos.gob.mx/no4/004.htm>)

Rojas W., A.J. (1999). Jardines naturales: Flora silvestre del estado de México. México: Instituto Mexiquense de Cultura. 121 p. en Zuleta, 2003.

Ruiz-Terán F., A. Medrano-Martínez and A. Navarro-Ocaña. 2008. Antioxidant and free radical scavenging activities of plant extracts used in traditional medicine in Mexico. African Journal of Biotechnology Vol. 7 (12), pp. 1886-1893, at <http://www.academicjournals.org/AJB> ISSN 1684–5315 © 2008

Rzedowski, J. 1998. Vegetación de México. México: LIMUSA. Identificación de las principales especies. (2ª ed.). México: UNAM/FCE. 521 p

Rzedowski, J. 2006. Vegetación De México. 1ra. Edición Digital, Comisión Nacional Para El Conocimiento Y Uso De La Biodiversidad, México, 504 P.

Sartori P. A.A. y Nereu P.S. 1989. Morphology and anatomy of *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A.DC (CARICACEAE) seeds. Arq. Biol. Tecnol. N°32 Vol 4. Pag. 733-751.

Sandoval, Z. E. 2005. Técnicas aplicadas al estudio de la anatomía vegetal. Cuadernos 38. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México México, D. F. 278 p.

Stevens, W. D., C. Ulloa U., A. Pool & O. M. Montiel 2001. Flora de Nicaragua. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 85: i–xlii, 1–2666.

Suarez C.G. 2010. Árboles de importancia Etnobotánica del Ejido Puerto de Timbuscatío Municipio de Juárez estado de Michoacán México. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. 65 P

Vázquez Y, C., M.Rojas, M,E Sánchez, y Cervantes V. 1997. La Reproducción de las plantas: Semillas y Meristemas CFE Colección la ciencia para todos N°157

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

Villanueva-Arce R. , S. Bautista-Baños y R. Nava-Juárez. 2006 *Jacaratia mexicana* A. DC.: Importancia y Usos de Una Especie Poco Estudiada IPN. México, D. F. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Yautepec, Mor. México. 52^{da} Reunión Anual de la Sociedad Interamericana de Horticultura Tropical Resumen en:108-109pag.

Villanueva-Arce, 2011. Difusión interna IPN “noticias del Politécnico” Fecha de consulta: 3/06/2011)

Zulueta, R.R. 2003. Eficiencia de morfoespecies de hongos formadores de micorriza arbuscular en la rizósfera de *Jacaratia mexicana* A.DC. para promover la absorción de fósforo. Tesis de Doctorado. Universidad de Colima. Área Biotecnológica. 232 P

Zulueta, R. R., Trejo, A. D., Lara, C. L., López, M. H. y Moreira, A.C. 2006. ¿Es útil la flora de la Selva Baja Caducifolia de México? La Ciencia y el Hombre. Pub: Enero-Abril. XIX (1) Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana. Enero-Abril 2006 Vol. XIX N°1.

11. APÉNDICE ANEXOS

Técnicas de Tinción e histoquímicas

Tinción cuadruple de johansen

- 1.-Hidratar hasta alcohol 70%
- 2.-Teñir en un solución de safranina en alcohol 50% en metil celosolve durante 24h. No es posible sobreteñir.
- 3.-Lavar con agua.
- 4.-Teñir en violeta de metilo 2B 1% en solución acuosa por 10-25 min.
- 5.-Lavar con agua.
- 6.-Lavar por 15 segundos en una mezcla a partes iguales de alcohol 95% -metil celosolve-alcohol terbutílico.
- 7.-Sumergir 10-15 min en verde rápido preparado en solución FCF (el tiempo debe ser ajustado de acuerdo al tejido y al fijador empleado)
- 8.-Lavar ampliamente en una mezcla de partes iguales de alcohol 95% y alcohol terbutílico más 0.5% de ácido acético glacial.
- 9.-Sumergir durante 3min en la siguiente solución de Orange G.
- 10.-Enjuague en una solución a partes iguales de aceite de clavo-metil celosolve- alcohol 95%
- 11.-Lave en una solución de partes iguales de aceite de clavo-alcohol absoluto- xilol.
- 12.-Enguaje en 2 cambios de xilol. Monte en resina

Ácido Peryódico-Reactivo de Schiff (APS) (polisacáridos insolubles)

- 1.-Desparafinar hasta agua.
- 2.-Aplicar ácido peryódico durante 15min.
- 3.-Lavar con agua.
- 4.-Aplicar reactivo de Schiff durante 15min.
- 5.-Lavar con agua.
- 6.-Lavar con ácido acético al 2% durante 1 minuto para evitar la formación de cristales.
- 7.-Enjuagar con agua.
- 8.-Deshidratar hasta xilol.
- 9.- Montar en bálsamo de Canadá

Azul negro de Naftol-APS (proteínas-polisacáridos insolubles)

Seguir la técnica de ácido peryódico reactivo de Schiff, hasta el punto No. 7

- 1.-Deshidratar hasta etanol 50%
- 2.-Aplicar unas gotas de azul negro naftol durante 5 min.
- 3.-Enjuagar con butanol
- 4.-Pasar a xilol durante 3 min.
- 5.-Montar en bálsamo de Canadá.

Rojo "O" de aceite ((reserva lipídicas, cutina y suberina)

- 1.-Desparafinar
- 2.-Hidratar hasta alcohol 50%
- 3.-Aplicar

- rojo "O" de aceite durante 25 min
4.-Enjuagar con alcohol 50%
5.-Enjuagar con alcohol 30%
6.-Enjuagar con agua.
7.-Montar en jalea glicerinada, previamente en baño María

Sudan IV

Se monta directamente el colorante sobre el tejido a teñir
Preparación temporal: Lípidos y cutículas en color naranja.

Recetario:

Recetas saladas

Guisado de Bonetes

Ingredientes:

- ⤴ Bonetes
- ⤴ Aceite
- ⤴ Huevo
- ⤴ Cebolla
- ⤴ Jitomate
- ⤴ Chile
- ⤴ Sal
- ⤴ Puré de tomate

Preparación:

Se cuecen los bonetes, quitándoles las sierrita, enseguida se pican. Se guisan en aceite el jitomate, la cebolla, y el chile picado. Se agrega el huevo y se revuelve.

Por ultimo se agregan los bonetes picados y la sal al gusto.

Existe otra manera de prepararlos:

Colocar el aceite en la cazuela, freír la cebolla y el jitomate previamente picados, agregando el bonete lavado, escurrido y picado, se le suma el huevo directamente en la cacerola, se revuelve todos los ingredientes y se sirve.

Por Teresa Contreras de la Cruz y Zenaida Ciprian Flores. comunidad de Ayotitlán Jalisco

Torta de Bonetes

Ingredientes:

- Bonetes
- Cebolla

Preparación:

Los bonetes se cuecen primero, se lavan y se les quita la sierrita, se parten para quitar la

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

jitomate semilla y luego se pican.
Chile de teñir
Ajo Se quema el aceite y se guisan los bonetes,
Pimienta se baten huevos previamente y se agrega a
Clavo los bonetes, se le agrega la cebolla, el
jitomate picado, el chile de teñir, y se deja
sazonar durante unos minutos.
Por: Salvador Jacobo Filomena comunidad
de Ayotitlán Jalisco

Tortitas de Bonetes

Ingredientes:

Ajo
huevo
Cebolla
Jitomate
Bonetes

Preparación:

Se cuecen los bonetes, cocidos se les quita la sierrita y se muelen formando un puré, se mezcla con el huevo, se forman las tortitas y se fríen en aceite.

Para el puré, se muele el jitomate con ajos y cebolla, se fríe en un poco de aceite y se agregan las tortitas, dejándolas sazonar. Por. Elías Flores Gabriela comunidad de Ayotitlán Jalisco

Bonetes con Huevo

Ingredientes:

Bonetes
Jitomate
Masa
sal
Huevo
Ajos
Orégano
Comino
Pimienta

Preparación:

El bonete se cuece, se le quita la sierrita y se pica en trocitos.

Se guisan los bonetes y se le agrega el huevo previamente batido así como la salsa compuesta por el jitomate, el orégano, el comino, la pimienta y el ajo, se le pone sal al gusto y se deja vaporizar media hora.
Por: Prudencio Michel Josefina. Comunidad Cerro Prieto Jalisco

Receta Dulce

Conserva de Bonete.

Historia:

En los días de Semana Santa la conserva (fruta en azúcar o piloncillo) es un alimento, un antojito que se adquiere y consume en cantidades muy importantes, no comparadas a las de

MORFOANATOMÍA DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE MEDICINAL
Jacaratia mexicana (CARICACEAE) Y SU PROPAGACIÓN

otras épocas del año. Al oriente del estado de Michoacán, son cuatro poblaciones que comercian con éxito la conserva del Bonete; Tlalpujahua, Cd. Hidalgo, Tuxpan y Zitácuaro se encargan de prodigarles a los turistas, en forma abundante, este rico dulce.

La conserva inicio con el bonete, fruta silvestre, de diferentes formas, parecida a la papaya, que se produce en tierra caliente y se cuece con piloncillo o azúcar. Recuerda el Sr. Librado que en 1935, año que llegó a esta población, el bonete lo vendían por manos (cinco por 3 centavos) los tierracalienteños en las calles céntricas de la ciudad (Zitácuaro, Michoacán). Se consumía en tortas y lo transportaban en botes alcohólicos o cajas y por separado la miel con la que se cocía. El mismo Sr. Librado nos menciona que, en aquellos tiempos, a esta fruta se le llamaba cola, debido a que una figura del bonete se parece a la cola del macho, que tiene una forma alargada y torcida. Con esta denominación se le llamó a la conserva, posteriormente, en la región.

Preparación:

El bonete se preparaba y se prepara poniéndolo en un bote con agua para que hierva, se le menea hasta que se pueda pelar, se saca y raspa cuando está caliente, posteriormente se abre por mitad a lo largo y se le quita con un cuchillo las semillas; después se pasa a una tina con agua para desflemlarlo; se deja cubierto con agua una noche, se saca y se limpia nuevamente. La preparación del bonete prosigue; para tal fin es necesario utilizar un caso de cobre, al que se le cubre el asiento con pedazos de tejamanil para que no se pegue o se queme. La fruta debe colocarse en una capa hacia arriba y otra hacia abajo, se le pone agua limpia y se deja hervir por 40 minutos, inmediatamente, poco a poco, se le pone el piloncillo o azúcar; para que el dulce (piloncillo o azúcar) se le penetre; debe permanecer hirviendo mínimo 12 horas.

Fuentes:

1. Recetas dulce:

<http://www.zitacuaro.gob.mx/?sec=nuestromunicipio/culturalocal/gastronomia1>

Crónica de la calle del hambre(5 de mayo)

2. Recetas saladas:

Rescate cultural de las plantas alimenticias en la región indígena de Cuautitlan de García Barragán, Jalisco Coordinación: M.E. Fabián Gonzáles y M.E. Rosas rojas. Publicación del Gobierno del estado de jalisco en colaboración con Conaculta y PACMYC Jalisco.