

00361  
3  
25



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ESTUDIO ETNOBOTANICO, HISTORICO, DE MANEJO  
Y EXPLOTACION DE "ROSITA DE CACAO"  
*Quararibea funebris* (La Llave) Vischer, Bombacaceae,  
EN LOS VALLES CENTRALES DE OAXACA

## T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

(Biología)

P R E S E N T A

LUIS MANUEL CERVANTES SERVIN

DIRECTOR DE TESIS : DOCTOR ROBERT ARTHUR BYE BOETTNER

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

273A 58 1999



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**

**Tesis Digitales**

**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**

**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **Dedicatoria**

A mis padres.

Luz María

Jesús

A mis hijos

Violeta

Lorenzo

De manera muy especial a mi esposa

Virginia

## INDICE

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| Agradecimientos                                        | i   |
| Prólogo                                                | iii |
| Resumen                                                | 1   |
| Introducción                                           | 3   |
| Marco conceptual                                       | 5   |
| Objetos de estudio                                     | 10  |
| Objetivos de la investigación                          | 10  |
| Hipótesis                                              | 11  |
| Antecedentes                                           | 12  |
| Áreas de estudio                                       | 18  |
| Método                                                 | 21  |
| Temas botánicos                                        | 21  |
| Temas etnobotánicos                                    | 23  |
| Aspectos genéticos                                     | 24  |
| Aspectos morfológicos                                  | 25  |
| Análisis de resultados                                 | 29  |
| Resultados                                             | 31  |
| Aspectos botánicos                                     | 31  |
| Aspectos etnobotánicos                                 | 43  |
| Aspectos genéticos                                     | 54  |
| Aspectos morfológicos                                  | 65  |
| Discusión general                                      | 80  |
| Aspectos genéticos, morfológicos e hipótesis de origen | 80  |
| Aspectos morfológicos                                  | 87  |
| Aspectos etnobotánicos                                 | 89  |
| Perspectivas                                           | 94  |
| Conclusiones                                           | 96  |
| Bibliografía                                           | 98  |
| Apéndices                                              | 105 |

## AGRADECIMIENTOS

Manifiesto mi mayor agradecimiento al Doctor Robert Bye Boettler por haber estimulado mi interés para llevar a cabo el estudio sobre la rosita de cacao; pero particularmente, por su paciencia y valiosa amistad durante estos últimos cuatro años.

También expreso mi agradecimiento a las siguientes personas.

A los habitantes de Huayapan por permitirme entrar a sus huertos y compartir un momento de su vida diaria. De manera especial al Sr. Evaristo López Ruiz y a la Sra. Natividad García Rafael, su esposa, por abrirme su casa, su familia y amistad, desde el inicio de este trabajo.

Dr. Juan Nuñez Farfán por su invaluable apoyo en lo personal y en lo académico; y por la contribución de su equipo humano y de laboratorio para el desarrollo de los análisis genéticos, en el Instituto de Ecología de la UNAM..

Biól Oscar Soriano Silva, por su amistad incondicional y apoyo desinteresado a lo largo de un difícil trayecto de trabajo, particularmente durante las diversas actividades de campo que incluyeron el trabajo de la rosita de cacao.

A Jaime Calderón Patrón, pasante de la carrera de Biología del Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, por su colaboración durante el censo de rosita de cacao en Huayapan y de las tejateras en los mercados.

Sr Diego López Baños, por su apoyo, particularmente durante las prácticas de germinación de la rosita de cacao.

M C Beatriz Rendón por su ayuda en los análisis estadísticos y valiosos comentarios, pero de manera especial, por su amistad incondicional.

Biólogo Jesús García Vargas, quien brindó parte de su tiempo y conocimiento para las determinaciones genéticas

M.C. Edelmira Linares Mazari, Dr. Fernando Chiang Cabrera, M C Abisai García Mendoza y M.C. Armando Gómez Campos, por su generoso tiempo para revisar y comentar este trabajo.

Arq. Julio Gutierrez y familia, el haberme permitido trabajar con sus dos árboles de rosita de cacao presentes en el huerto de su casa en Huayapan.

M C. Alejandro de Avila por su comprensión, para contar con el tiempo necesario y poder culminar esta primera fase sobre el estudio de la rosita de cacao.

De manera especial agradezco a mi esposa e hijos su paciencia, estímulo y comprensión

Se contó con la aportación de recursos económicos para cubrir parte de la colecta en los árboles permanentes de observación, por parte de la ICBG "Bioactive Agents from Dryland Plants of Latin America" Grant UO1 TW 00316 del National Institutes of Health (NIH), National Science Foundation (NFS) y U.S. Agency for International Development (USAID).

## PROLOGO

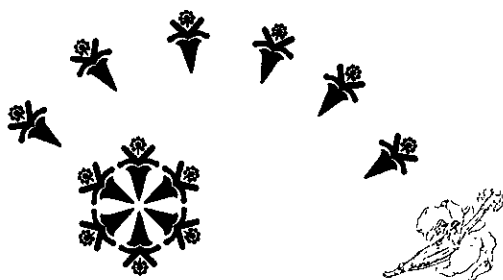
El estado de Oaxaca es considerado como el área en el país que contiene el mayor número de especies de plantas. También posee una gran diversidad de expresiones culturales que son aportadas por los numerosos grupos étnicos que lo habitan

Estas características de Oaxaca han sido motivo para que dentro del proyecto de rescate de uno de los monumentos más importantes del siglo XVI en México, el Ex-Convento de Santo Domingo de Guzmán en la Ciudad de Oaxaca, se promoviera, por parte de la sociedad civil e instituciones privadas y oficiales (\*), la creación del Jardín Histórico Etnobotánico del Centro Cultural Santo Domingo. Este jardín, ubicado en lo que se considera fue la antigua huerta del exconvento, se constituye como un Jardín Botánico de la flora oaxaqueña, con la tarea de cumplir los objetivos de conservación, investigación, difusión y enseñanza

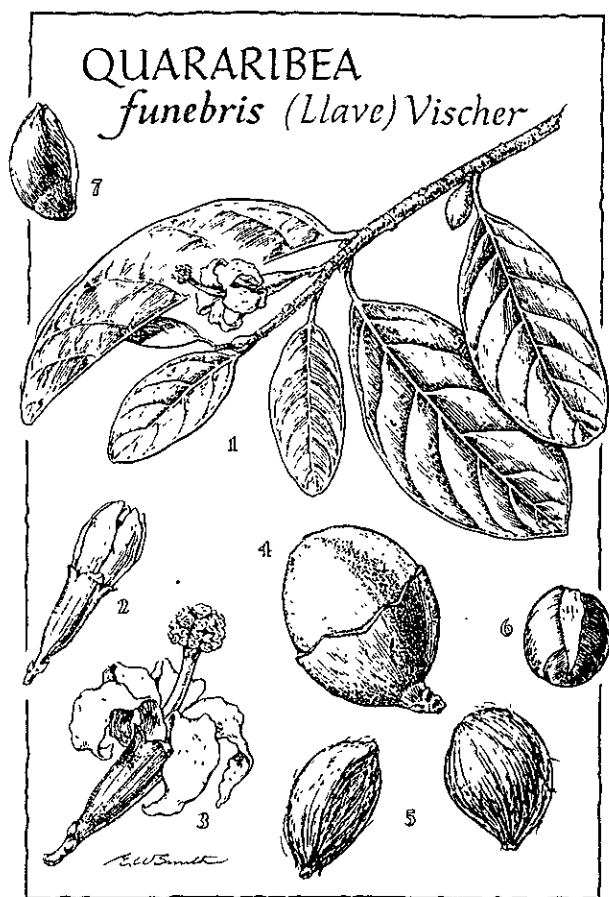
Lo formación de este Jardín, que inició sus primeros pasos a partir de 1994, ha sido una empresa que ha afrontado diferentes retos en lo biológico, académico, estético y aún en lo político. Sin embargo, el entusiasmo de quienes la patrocinan han mantenido el camino abierto para su consolidación, no sólo como un espacio demostrativo de la flora cultural y endémica de Oaxaca, sino también como una institución de interacción social.

La presente investigación sobre la rosita de cacao, es uno de los primeros trabajos académicos del Jardín. Agradezco a quienes han integrado e integran el Comité Técnico del Fideicomiso del Jardín Histórico Etnobotánico del Centro Cultural Santo Domingo, el haber confiado en esta investigación como aporte a la consolidación de esta institución naciente.

Precisamente, el estudio de esta planta fue motivo para el diseño del logotipo del Jardín, que es la representación de un conjunto de seis flores arregladas concéntricamente, de rosita de cacao. El diseño fue elaborado y donado al Jardín Botánico por el pintor Vicente Rojo



(\*) Patronato Pro Defensa de los Recursos Naturales y Culturales de Oaxaca, Banco Nacional de México, Gobierno del estado de Oaxaca e Instituto Nacional de Antropología e Historia.



ILUSTRACION DE ROSITA DE CACAO  
(Tomado de Rosengarten, 1977)

## RESUMEN

El presente trabajo comprende el estudio botánico, etnobotánico, genético y morfológico del árbol llamado en los Valles Centrales de Oaxaca "rosita de cacao", correspondiente a la especie *Quararibea funebris* (La Llave) Vischer, de la familia Bombacaceae.

Esta especie crece de manera natural en las selvas altas perennifolias de los estados de Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Quintana Roo y Tabasco. Sin embargo se encuentra presente en los huertos familiares tradicionales de la localidad de San Andrés Huayapan, en la Región de los Valles Centrales de Oaxaca, encontrándose estas plantas fuera y lejos de su hábitat silvestre

La planta tiene importancia histórica, cultural y económica. Registros posteriores a la llegada de los españoles hablan del uso de esta flor en tiempos prehispánicos, por lo que en los Valles de Oaxaca posiblemente haya sido introducida desde esa época. Actualmente la flor es empleada para la preparación de una bebida tradicional llamada "tejate", elaborada con maíz y cacao y que es típica de los Valles Centrales. Los propietarios de los árboles de rosita localizados en Huayapan tienen importantes ingresos económicos a través de la venta del tejate o de la venta directa de la flor seca, la cual es muy apreciada en diferentes poblaciones de los Valles donde el tejate es elaborado y consumido.

La flor se colecta a lo largo del año, presentando mayor producción los árboles durante los meses de marzo a mayo y de julio a septiembre. La planta requiere de gran humedad en el suelo, por lo que se riega frecuentemente. No hay un manejo de propagación intensivo. Los pobladores mencionan que hay individuos hasta de más de 150 años de edad que continúan siendo productivos.

Desde el punto de vista geográfico y considerando la zona más próxima a los Valles Centrales, se consideró que poblaciones silvestres de *Q. funebris* localizadas en la Chinantla Baja en el estado de Oaxaca, particularmente en la zona de San Felipe Usila, hacia la vertiente del Golfo de México, fueran las posibles poblaciones originarias de *Q. funebris* para Huayapan. Para verificar esta hipótesis se realizó un estudio genético comparativo interpoblacional de isoenzimas de la población de Huayapan con la población silvestre de la Vertiente del Golfo, recolectada en San Felipe Usila, así como de otra población en la misma vertiente, ubicada en Los Tuxtlas, Veracruz.

Los resultados de los análisis electroforéticos, en el que se precisaron seis enzimas con buena resolución de lectura, mostraron que la población de Huayapan no tiene afinidades genéticas estrechas con las dos poblaciones silvestres del Golfo, siendo menos similar con la población de Usila, por lo que no se corrobora la propuesta de que estas sean las poblaciones originales para la de los Valles Centrales. Las dos poblaciones silvestres a su vez presentan similitud genética hasta un 80 %. La población de Usila resultó ser la más diversa genéticamente.

Por medio del análisis de conglomerados y de componentes principales de 13 caracteres morfológicos, se obtuvo que la población de Huayapan está claramente separada de las dos poblaciones silvestres, principalmente por el tamaño del fruto, de la semilla y hojas. Pero en esa separación hay un individuo de Los Tuxtlas que comparte, en gran medida, características con los de Huayapan. Esto da lugar a pensar que la población original pudiera provenir de una población de la región de Los Tuxtlas, a través de la selección de un individuo o pequeño grupo de individuos con características fenotípicas particulares dentro de la población que fueron convenientes culturalmente. Se propone que por el proceso llamado “founder effect” (efecto fundador) se haya establecido este o estos individuos en San Andrés Huayapan y probablemente otras localidades de los Valles Centrales de Oaxaca. Se plantea otra posible área y ruta de origen, que sería del sur, en compañía de la difusión del cacao incorporado en bebidas de maíz por culturas prehispánicas.

Se demostró que los árboles de Huayapan pueden autofecundarse, pero también hay indicadores de polinización cruzada, por las características de la flor y los tipos de visitantes a las flores. Esta posibilidad de autofecundación puede haber contribuido a este proceso “founder effect” en su establecimiento.

Hay diferencias significativas en ciertas estructuras de la planta, entre las poblaciones silvestres con la de Huayapan. Los resultados mostraron que el fruto es significativamente mayor para Huayapan que en las poblaciones silvestres, la misma tendencia se dio en las semillas. Sin embargo, las flores de Usila fueron las más grandes en la dimensión de los pétalos que las flores de Huayapan y Los Tuxtlas, las que fueron más parecidas entre sí. A su vez las hojas de Usila resultaron ser significativamente más grandes.

Otros caracteres morfológicos, que diferencian a los árboles de rosita ubicados en Huayapan con las poblaciones silvestres, es el alto porcentaje de individuos con más de 2 ejes, que puede ser resultado de una actividad de poda de ramas y troncos. La relación diámetro de copa y altura del árbol también es menor en Huayapan, teniendo árboles de baja estatura pero de copa muy extendida, lo contrario se da en las poblaciones silvestres.

Se realizó un censo de las rositas presentes en 75 huertos familiares de Huayapan, registrándose 181 árboles, de los cuales el 83% fueron adultos.

En general, los resultados indican que deberá continuarse en estudios posteriores, la definición probable de las poblaciones originales y ruta de entrada de *Q. funebris* a los Valles, siendo quizás la ruta del sureste, a través de aquella que haya seguido la inmigración del cacao. Así, el estudio deberá reforzar los aspectos culturales, tradicionales y económicos del uso y manejo de rosita de cacao en Oaxaca.

## INTRODUCCION

A finales del presente siglo y milenio, la relación que la humanidad mantiene con la naturaleza se ha visto cada vez más en conflicto, debido en gran medida al uso indiscriminado de los recursos naturales. En la mitad del siglo XX, se ha perturbado o modificado drásticamente numerosos hábitats, comunidades o grandes regiones, teniendo como consecuencia un proceso que está conduciendo de manera acelerada a la reducción de la biodiversidad en el planeta. Así mismo, los problemas de contaminación, producto de una sociedad industrializada y en camino de su globalización, están alterando directa e indirectamente el equilibrio de la naturaleza, así como la conciencia, salud y conducta de la sociedad.

Los aspectos centrales que hoy en día han sido motor de esta relación tan desigual entre el hombre y la naturaleza son: 1) el impactante sistema del consumo y su aparato publicitario, 2) el estilo de vida de la inmediatez de la información de los hechos, no dando tiempo para la reflexión y 3) considerar que la naturaleza está para servir exclusivamente al hombre y que los recursos naturales, tanto biológicos como no biológicos, son inagotables. Estas situaciones están conduciendo a las nuevas generaciones hacia un desapego de las tradiciones y del conocimiento de la historia; así como la ausencia de momentos para un reposo introspectivo y de revaloración de la naturaleza propia y la que nos rodea.

México no ha estado exento de esta dinámica. A partir de la década de los noventa se ha ido acentuando más este proceso. El consumo y la publicidad están siendo herramientas de transformación para la sociedad, hacia una sociedad enajenada y alineada a patrones que retroalimentan una conducta irracional del consumo por el consumo y de la explotación masiva, no regulada de la naturaleza.

A pesar del embate que el consumismo tiene sobre la sociedad mexicana, aún quedan numerosos sectores que mantienen y preservan aquellas tradiciones que son esencia de su cultura, pero sin dejar de participar de aquellos nuevos elementos de aculturización que puedan tener un papel positivo dentro de sus procesos evolutivos como grupo social.

Uno de estos sectores sociales son los grupos indígenas que actualmente luchan por mantener su autenticidad y costumbres. En el territorio mexicano, las zonas centro, sureste y suroeste son las que tienen el mayor número de grupos indígenas, siendo los más importantes por su número: los mayas, náhuas, zapotecos y mixtecos.

En el estado de Oaxaca se concentra el mayor número de grupos étnicos del país, con un total de 16 etnias. Dentro de esos grupos destacan los zapotecos, localizados principalmente en las regiones de los Valles Centrales, Sierra Norte, Sierra Sur e Istmo. En la actualidad, diferentes grupos de estas etnias comienzan a revalorar y retomar sus principios esenciales como culturas a través del concepto de "usos y costumbres". A partir de este concepto se han mantenido formas de gobiernos muy antiguas, formas propias de participación social y un grado de cohesión dentro de cada grupo.

Pero también los usos y costumbres han sido un instrumento aplicado a la conservación de tradiciones, de prácticas de la vida diaria y de relación con la naturaleza, que han sido saludables, productivas y de respeto de esos grupos sociales hacia la naturaleza

Comprendidas en el conjunto de esas expresiones tradicionales de la vida rutinaria, están la elaboración de alimentos y bebidas con historia, preparadas con elementos de alto valor nutritivo y que no son industrializadas. Es importante promover en la sociedad el consumo, continuidad y propagación de este tipo de bebidas tradicionales, particularmente entre los niños y jóvenes, para contrarrestar el consumo de comidas (término diferente a alimento) de baja y dudosa calidad nutritiva, y que están enlatadas, empacadas en bolsas de plástico o con cubiertas de aluminio, que la publicidad seductora presenta a la sociedad para su consumo.

Dentro de las bebidas tradicionales e históricas con altos valores nutricionales elaboradas con maíz, ya sea fermentadas o no, hay una que es característica de los Valles Centrales de Oaxaca, una bebida que es vendida en los diversos mercados de los Valles de Oaxaca, conocida con el nombre de “tejate”. Esta bebida es preparada con elementos vegetales como son las semillas de maíz, cacao y mamey, así como la incorporación de una flor muy aromática llamada “rosita de cacao”, que le da sabor y aroma. Quienes la preparan dicen “si el tejate no tiene rosita de cacao, entonces no es tejate”. La anterior aseveración señala la importancia que tiene esta flor en la preparación del tejate, bebida que las personas que la preparan y/o toman saben que es muy nutritiva, reconfortante y fresca.

Sobre la base de la importancia que tiene esta flor, usada como ingrediente solamente en los Valles Centrales de Oaxaca, para la elaboración de una bebida tradicional, y el interés por promover la conservación de una costumbre saludable que es la preparación y consumo del tejate, en contra del consumo de refrescos y otras bebidas sintéticas publicitadas por el consumismo, el presente trabajo se enfocó a conocer los aspectos biológicos, históricos, etnobotánicos y económicos del árbol llamado “rosita de cacao”.

## MARCO CONCEPTUAL

Dependiendo del objeto de estudio y sus objetivos, dentro de las investigaciones etnobotánicas podemos tener dos grandes enfoques de estudio de la relación hombre-planta que corresponden a los siguientes

1) Los estudios dirigidos al inventario y caracterización general de un conjunto de plantas útiles que son empleadas para satisfacer diversas necesidades de un grupo social o grupo étnico específico, dentro de una región determinada

Algunos ejemplos son: el estudio de Soto (1987), sobre 336 plantas medicinales registradas en la Cuenca del río Balsas para 16 categorías de uso medicinal, con 85% de especies nativas, destacando las familias de las Fabaceae, Asteraceae y Lamiaceae, la investigación de López (1988), sobre 158 especies vegetales utilizadas como medicinales para atender 136 categorías de afecciones detectadas en dos grupos étnicos de Mecapalapa, Puebla, destacando las familias Fabaceae, Asteraceae y Solanaceae, el trabajo de Luna (1989), sobre 55 plantas empleadas para el temazcal en Morelos, destacando las familias Asteraceae, Lamiaceae y Solanaceae; el trabajo de Martínez *et al.* (1995), en la Sierra Norte de Puebla con 603 especies útiles distribuidas en 24 categorías antropocéntricas, correspondiendo el 75.4% a especies nativas, destacando las familias de las Asteraceae, Fabaceae y Solanaceae, el acopio y revisión bibliográfica de Mejía-Saulés y Dávila (1992), acerca de 564 especies de gramíneas útiles en México y ubicadas en 9 categorías antropocéntricas, siendo el uso forrajero el más importante con 532 especies, así como Chihuahua, Nayarit, Nuevo León, Veracruz, Coahuila, Chiapas y Oaxaca, los estados con el mayor número de especies útiles, el trabajo de Juárez *et al.* (1996), sobre 95 especies útiles registradas en el altiplano potosino-zacatecano, para 5 categorías antropocéntricas, sobresaliendo la medicinal, destacando las familias Asteraceae, Cactaceae y Fabaceae; el estudio de Cedillo y Estrada (1996), sobre 346 especies de plantas útiles en Tepoztlán, Morelos, definidas en 10 categorías antropocéntricas, sobresaliendo las medicinales con 152 especies, destacando las familias Asteraceae, Lamiaceae y Fabaceae

Podría continuarse con una amplia lista sobre este tipo de trabajos, pero los ejemplos anteriores nos dan idea de la importancia básica que tienen estos trabajos en la consolidación del conocimiento y comprensión de la relación hombre-planta en nuestro país. Toledo (1987) enfatiza que México es sin duda el país latinoamericano donde el conocimiento etnobotánico indígena está mejor documentado. Martínez (1994) menciona a México como uno de los países que más investigaciones etnobotánicas ha desarrollado en los últimos años, abarcando el 36% de los trabajos con respecto a las investigaciones etnobotánicas realizadas en Latinoamérica hasta esa fecha.

2) El otro enfoque alternativo de los estudios etnobotánicos está centrado en conocer los procesos de cambio a nivel biológico y cultural que tienen lugar en la relación establecida de un grupo social o manifestación cultural determinada con una especie botánica particular. Este tipo de trabajos aborda términos vinculados al manejo de los recursos vegetales, que conduce a la determinación de plantas domesticadas, cultivadas, protegidas, toleradas y silvestres

Bye (1998), partiendo sobre la base de un manejo incipiente de las actividades humanas, sobre comunidades naturales, caracteriza a estos tipos de plantas y los define de la siguiente manera.

- Planta tolerada: Plantas silvestres que no son eliminadas, permitiéndose su subsistencia y reproducción.
- Planta favorecida: “La gente hace esfuerzos para fomentar la dispersión, densidad y distribución de los propágulos sexuales o vegetativos tanto en el mismo sitio como en otros nuevos”
- Planta protegida “Las plantas resultan favorecidas por la eliminación de sus competidores, la dotación de soportes, la exclusión de depredadores u otros cuidados especiales”
- Cultivo: “Las acciones particulares de la gente modifican las condiciones ambientales fomentando así la producción y reproducción óptimas”
- Planta domesticada: “Las plantas domesticadas han sido alteradas genéticamente hasta el punto de que su sobrevivencia depende de la intervención directa y consciente del hombre”

Esta gama de conceptos brinda bases para entender en mayor extensión la relación que el hombre ha establecido históricamente con las plantas, permitiendo abordar casos particulares dentro de este marco de referencia.

Dentro de este segundo enfoque, numerosas especies particulares, desde aquellas con importancia económica a nivel mundial, hasta plantas con importancia económica y cultural a niveles regionales y locales, han sido estudiadas. Por citar algunos ejemplos de estos trabajos están: el estudio socioeconómico y biológico de la palma de la mixteca oaxaqueña “palma de soyate” *Brahea dulcis* L. (Velasco, 1994); el “ramón” o “capomo” *Brosimum alicastrum* Sw. (Pardo-Tejeda y Sánchez, 1980), los estudios etnobotánicos y morfométricos del “guaje” en Guerrero, *Leucaena esculenta* (Mociño et Sessé ex A. DC.) Benth. subsp. *esculenta* (Casas y Caballero, 1996) y de la “jamaica” *Hibiscus sabdariffa* L. (Rendón, 1992); las investigaciones sobre la etnobotánica y tendencias evolutivas del “amaranto” *Amaranthus* spp. (Mapes et al., 1998) y del “henequén” *Agave fourcroydes* Lem. (Colunga, 1998).

Considerando, a través del tiempo, la importancia a nivel mundial o regional que han adquirido diversas especies, el proceso de difusión de plantas, transcurrido en la historia biológica y cultural de estas plantas, ha jugado un papel significativo al quedar de manifiesto como plantas originarias de un continente distante han llegado a tener importancia económica y cultural en otros continentes. Es el caso de la cactácea *Opuntia ficus-indica* L., planta de origen americano de la familia Cactaceae, la cual después de su introducción a Europa durante el siglo XVI, tiene un papel importante como un recurso de subsistencia económico y alimentario en la isla de Sicilia, Italia, teniendo además una amplia adaptabilidad a los sistemas agrícolas intensivos y extensivos de esta región (Barbera *et al.*, 1992).

Mediante el proceso de domesticación y del interés psicosocial que puede despertar dentro de un grupo social una especie o variaciones de la misma, éstas han llegado a ser difundidas en el plano espacial o geográfico, así como en el plano temporal o histórico, llegando a tener importancia relevante en lo cultural y económico a nivel mundial. Un ejemplo de este proceso es el caso del género *Tagetes* de la familia Asteraceae. Actualmente 4 especies de *Tagetes* son cultivadas como ornamentales en el mundo, pero las fuentes de germoplasma inicial provinieron de parientes originales de México; destacando además, el hecho de que 2 de estas especies cultivadas difieren muy poco morfológicamente de los tipos silvestres (Neher, 1965).

El vínculo estrecho y continuo entre hombre y ambiente hace de la práctica de explotación de los recursos naturales un evento definido en lo histórico y biológico. Esto puede ejemplificarse en el caso de la domesticación de genotipos silvestres simpátricos de una planta usada por los indios Seris del norte de México correspondiente a la especie *Proboscidea parviflora* (Wooton) Wooton & Standley, de la familia Pedaliaceae (Martyniaceae), planta que ha sido seleccionada *in situ* dentro de otras especies y variedades asociadas del mismo género, y que desde tiempos muy antiguos el fruto ha sido utilizado para la elaboración de cestería (Nabhan y Rea, 1987).

Otro ejemplo importante del vínculo hombre-planta son los huertos familiares o solares, que se han caracterizado por ser sistemas complejos en su vegetación, manejo y significado cultural. La producción primaria en estas áreas es continua y los diversos elementos que lo conforman son destinados a usos múltiples, la fuerza de trabajo empleada se distribuye a lo largo de todo el año y su manejo depende de las necesidades de los productores (Lazos y Alvarez-Buylla, 1983; Sandoval y González-Romo, 1990). Los huertos han sido áreas de trabajo evolutivo, ya que en ellos se da el cultivo y selección de plantas, siendo además sitios de conservación de germoplasma, de obtención de conocimiento biológico de especies útiles e introducción de especies provenientes de otros sitios.

Los estudios de manejo y evolución de plantas introducidas a solares o campos agrícolas, actualmente comienzan a contemplar la evaluación de estas plantas en sus áreas de origen. Es importante reconocer las formas silvestres para precisar la distribución geográfica, los sistemas de reproducción, ciclos de vida y los diferentes usos tradicionales en sus áreas naturales o silvestres. Lo anterior puede dar bases para determinar que parámetros pueden

estar involucrados dentro de los procesos que dan lugar a modificaciones a nivel fenotípico y/o genotípico de las poblaciones manejadas *ex situ*

La selección a corto plazo dentro de gradientes ambientales como la humedad del suelo, diversidad de la competencia interespecífica y densidad intrapoblacional, pueden producir variación intrapoblacional. Es el caso mostrado en dos plantas anuales estudiadas por Zangerl y Bazzaz (1984), *Amaranthus retroflexus* L. y *Abutilon theophrasti* Medik, en donde registraron, después de 4 generaciones, manifestaciones divergentes en numerosas características fenológicas con respecto a las poblaciones originales, debido a esos gradientes ambientales. Sin embargo, diferentes prácticas de manejo aplicadas por largo tiempo sobre las plantas, también pueden conducir a cambios y gradientes ambientales.

Existen referencias acerca del manejo y explotación tradicional, desde épocas prehispánicas de numerosas plantas. Un ejemplo de ellas es la explotación de *Ferocactus hystrix* (De Candolle) Lindsay y *Echinocactus platyacanthus* Link et Otto en el centro de México (del Castillo y Trujillo, 1991). De igual manera, hay referencias sobre el uso en tiempos prehispánicos del árbol *Q. funebris*.

El aspecto etnobotánico de *Q. funebris* en los Valles Centrales de Oaxaca es un caso particularmente interesante, ya que se trata de una planta que ha sido mantenida y manejada fuera de su hábitat natural. Este caso particular puede involucrar procesos de difusión y domesticación; así mismo, podría ser un posible caso de transdomesticación.

La transdomesticación es referida como el proceso en el que una especie ha sido domesticada, intensiva o extensivamente fuera de su área o áreas de origen, donde están ubicadas sus poblaciones parentales. Harlan (1975) menciona algunos ejemplos importantes de este proceso, como el caso de la soya *Glycine max* (L.) Merrill, cuyo centro de origen es China, pero su mayor centro de diversificación es Estados Unidos, la papa *Solanum* spp., de origen suramericano, pero de mayor domesticación y cultivo en Europa; y el caso de los dos

eventos de transdomesticación del tomate *Lycopersicum esculentum* Miller, cuyas razas silvestres aparecen nativas en las costas de Perú y Ecuador, dándose una primera transdomesticación hacia el área mesoamericana en tiempos prehispánicos, y una segunda transdomesticación a partir del siglo XVI, al ser llevado a Europa, particularmente hacia Italia.

Otros casos que sugieren transdomesticación, aunque nos los define como tal sino como migraciones, son los registrados por Stone (1984), siendo algunos ejemplos: la piña *Ananas comosus* (L.) Merr., situado su centro de origen en Suramérica, pero localizándose sitios de cultivo antes del siglo XVI en la costa pacífica del Ecuador y Colombia, en la costa de las Guayanas y Venezuela, en la costa Atlántica de Panamá, Costa Rica y Honduras, y en la región de Veracruz en México; el cacao *Theobroma cacao* L., situándose su centro de origen al oeste del Amazonas, dándose una migración precolombina hacia Mesoamérica, donde alcanzó su mayor importancia como cultivo.

Puede darse el caso que las poblaciones domesticadas sean más diversas que la de los progenitores, debido a la diversidad morfológica de los cultivos a partir de las variedades que se generan y a la posible diversidad de ambientes en las que crecen. Esta situación puede detectarse a través de una comparación genética a nivel de aloenzimas entre accesiones silvestres y cultivadas, lo que también podría indicar sus requerimientos ecológicos, ambientales o agroecológicos (Blumler, 1992). Existen trabajos recientes que han abordado las variaciones morfológicas en ambientes controlados (invernadero), que permiten manifestar las variaciones genéticas interespecíficas e intraespecíficas, como resultado de un proceso coevolutivo con el hombre y ambiente, es el caso de los primeros estudios realizados en el género *Brugmansia* spp. (La Rotta, 1993)

Dentro de las plantas difundidas a nivel mundial, de gran valor cultural y económico, se encuentra el maíz. Antecedentes sobre las culturas mesoamericanas precisan, como una de sus varios usos, su utilización para la elaboración de una diversidad de bebidas fermentadas o no fermentadas, en las que destacan el atole (del náhuatl “atolli”), el tesguino o tejuino (del náhuatl “tecuin”, palpitar del corazón) y el posol, pozol o pozole (del náhuatl “pozolli”, espumoso) (Cruz y Ulloa, 1973)

Comprendida en ese conjunto de bebidas tradicionales de maíz está el tejate. Esta bebida tiene gran importancia en los Valles Centrales de Oaxaca, pues forma parte de los alimentos tradicionales. Se prepara familiarmente, pero también se vende y consume en diversos mercados, por lo que tiene importancia económica.

Para motivar el manejo de recursos tradicionales que signifiquen la utilización y conservación de estos recursos genéticos, deberá considerarse el diseño de la interacción estrecha de la etnobotánica, la agroecología, la agronomía y conservación, que implique una mayor interacción entre los recursos provenientes de productos genéticos de conservación y aquellos que buscan su aplicación económica dentro de un plan racional de administración en el uso del suelo (Cohen *et al.*, 1991). Este último punto descrito es fundamental, ya que puede ser un camino que permita vincular, de una manera equilibrada y justa, a la civilización y progreso con la naturaleza.

## OBJETOS DE ESTUDIO

Este trabajo tuvo como objetos de estudio los siguientes :

- 1) El árbol conocido, en la Región de los Valles Centrales de Oaxaca, con el nombre común de “Rosita de cacao”, de nombre científico *Quararibea funebris* (La Llave) Vischer, perteneciente a la familia Bombacaceae
- 2) El tejate, como manifestación de la relación hombre-planta establecida entre los pobladores de San Andrés Huayapan y *Q. funebris*

## IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION DE *Q. funebris* EN OAXACA

La importancia de esta investigación se presenta en los siguientes puntos.

- 1 El valor histórico que presenta esta planta desde tiempos prehispánicos.
2. La preservación del uso tradicional de la flor en la elaboración del tejate, bebida típica de los Valles Centrales de Oaxaca.
- 3 El interés biológico que presenta, ya que, como planta fuera de su hábitat silvestre, abre la pregunta de cómo se ha desarrollado y conservado en la población de San Andrés Huayapan en los Valles Centrales de Oaxaca.
- 4 La posibilidad de este recurso potencial para producción de sustancias saborizantes y aromáticas naturales
5. La Promoción de su permanencia y propagación en huertos familiares o viveros, ya que es un recurso con valor económico, por lo que es importante su continuidad para seguir redituando bienestar a los pobladores que la poseen.

## OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

### Objetivo General

Llevar a cabo el estudio etnobotánico, ecológico y genético comparativo del árbol llamado rosita de cacao (*Q. funebris* (La Llave) Vischer) cultivado en San Andrés Huayapan, en los Valles Centrales de Oaxaca, México, y su comparación con poblaciones silvestres de la misma especie que crecen en la vertiente del Golfo.

### Objetivos Particulares

1. Determinar el uso actual, valor económico, significado cultural y formas de manejo, de la rosita de cacao, en los Valles Centrales de Oaxaca.
- 2 Demostrar el papel económico y cultural del tejate en la relación hombre-rosita de cacao (*Q. funebris*).

- 3 Caracterizar la biología, morfología, genética y productividad floral de la población de árboles de *Q. funebris* localizada en San Andrés Huayapan
- 4 Comparar algunas características morfológicas y genéticas de la población de San Andrés Huayapan con poblaciones silvestres de *Q. funebris* localizadas en la vertiente del Golfo.

## HIPOTESIS

1. Dada la proximidad geográfica a los Valles Centrales de Oaxaca, de las poblaciones silvestres de *Q. funebris* de San Felipe Usila en la Vertiente del Golfo, se propone que la población cultivada de *Q. funebris* en San Andrés Huayapan, puede provenir de esa localidad.
- 2 Si la población de *Q. funebris* de Huayapan proviene de la población silvestre más cercana que es Usila, presentará características morfológicas cercanas a la de los árboles localizados en esa localidad.

## ANTECEDENTES

### 1. Taxonomía de *Q. funebris*

El género *Quararibea* es originario de América tropical con distribución en el sureste de México, América Central y América del Sur (Schultes, 1957). Alrededor de 29 especies pertenecen a este género, destacando algunas en México como: *Q. funebris*, *Q. fieldii* Millspaugh y *Q. verticillaris* (DC.) Vischer, siendo *Q. fieldii* la especie más relacionada a *Q. funebris*.

Taxonómicamente, la definición a nivel de género de esta planta tuvo sus controversias ya que originalmente se le asignó el nombre genérico de *Lexarza* pero finalmente quedó establecido el género *Quararibea* por Visser en 1919 (Bull. Soc. Bot. Genève II, 11: 295). Actualmente existen dos sinonimias reportadas, siendo las siguientes:

*Lexarza funebris* La Llave ex La Llave et Lexarza, Nov. Veg. Desc. de *Quararibea*.  
*funebris* (Schultes) 2: 12. 1825.

*Myrodia funebris* (La Llave) Benth. in Journ. Linn. Soc. 6: 115. 1862.

El ejemplar tipo fue colectado en Izúcar de Matamoros en el estado de Puebla, bajo la dirección del entonces presidente de México, Guadalupe Victoria.

El epíteto específico *funebris* fue dado por el botánico español, protomédico del virrey, Pablo de la Llave en 1825, cuando escuchó que los habitantes de la entonces Villa de Izúcar en el estado de Puebla lloraban a sus muertos bajo la sombra del follaje denso de este árbol (Rivera 1942).

### 2. Nombres Comunes de *Q. funebris*

Los nombres comunes para esta especie son: "rosa de cacao", "flor de cacao", "cacahoaxochitl" (Martínez, 1937), "molinillo", "palo de molinillo" y "flor de cacao" en Chiapas, "madre de cacao", "maricacao" en el norte de Puebla y Veracruz, "majáz" en Tzeltal, zona lacandona de Chiapas, "cacahoaxochitl" en náhuatl, "canela" en Veracruz y "palo copado" en Puebla (Pennington y Sarukhán, 1998); "rosita de cacao" en Oaxaca, "yieb-die" en Zapoteco (Rosengarten, 1977), "canela" en los Tuxtlas, Veracruz (Ibarra-Manríquez y Sinaca, 1995), "rosita de cacao", "rosital" en San Andrés Huayapam, Oaxaca, "huacanelo", "maha", "palo de canela", "rosacacao", "tepecacao", "coco-mama" (Tejeda y Ordoñez, 1979), "Amaletzei" en chinanteco de San Felipe Usila en Oaxaca (reg. pers.).

### 3. Caracterización Botánica

*Quararubea funebris* es un árbol perennifolio que llega a alcanzar hasta 25-30 m de altura, con las siguientes características generales descritas por Pennington y Sarukhán (1998)

Tallo de tronco recto con diámetro a la altura del pecho (d a p.) hasta 60 cm, copa irregular, ramas en verticilos horizontales y ramificados monopódicamente, corteza lisa en individuos jóvenes y escamosa en los adultos, madera de olor fragante especial; hojas simples, alternas o en espiral, peciolo hasta 2 cm de largo, pulvinus en la mitad cercana a la lámina, glabros, lámina de forma elíptica, oblonga u obovada con márgenes enteros, ápice agudo o acuminado, base obtusa a truncada o aguda, haz de color verde oscuro y envés de color verde pálido, pelos estrellados en las nervaduras de las axilas del envés, tres nervios principales saliendo desde la base, emiten un característico olor fragante; flores solitarias o en grupo opuestas a las hojas, pedúnculo de 1-2 cm, actinomorfas de 4-4.5 cm de largo, cáliz verde tubular de 1.5-2 cm de largo con 4-5 lóbulos triangulares, 5 pétalos blancos de 4 cm de longitud largamente espatulados o lineares, ápices redondeados, tubo estaminal de 3-3.5 cm de largo fusionado al estilo, dividido en el ápice en 5 ramas cortas cada una llevando un manojo de anteras grisáceas sésiles, tubo estaminal estrellado pubescente, ovario semiinfero, bilocular, lóculos biovulares, estilo más largo que el tubo estaminal muy delgado y expandido en el ápice, estrellado pubescente, terminado en un estigma truncado, flores muy fragantes, floración de agosto a octubre; fruto drupa fibrosa ovoide de 3-4 cm de largo y 3 cm de ancho, moreno oscuro, cáliz acrecente, 1-4 semillas, madura de septiembre a noviembre.

El árbol en Veracruz presenta la siguiente descripción (Ibarra-Manríquez y Sinaca, 1995)

*Q. funebris*, árbol de 8-25 m, ramas dispuestas en verticilos, hojas simples, alternas, fragantes al estrujar, con domacios en el envés, yema terminal 4-5 dividida, café pelosa, flor blanca, diclesio café, florece y fructifica de enero a diciembre.

### 4. Distribución Geográfica y Hábitat

El hábitat típico de *Q. funebris* son las selvas altas perennifolias (Rzedowski, 1979, Ibarra-Manríquez y Sinaca, 1995; Pennington y Sarukhán, 1998) y las selvas medianas perennifolias y subperennifolias, en zonas muy húmedas o en sitios de topografía muy irregular que dan lugar a una extensa umbría y humedad. Se desarrolla en suelos de materiales calizos o en los de origen volcánico (Pennington y Sarukhán, 1998).

Su distribución silvestre en México (figura 1a), es en los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche y Chiapas (Standley, 1920; Caballero *et al* 1978; Niembro, 1986; Pennington y Sarukhán, 1998). También se ha ubicado en el norte del estado de Puebla (Pennington y Sarukhán, 1998, Alfaro Martínez, com. pers.) y en los límites entre Oaxaca y Veracruz en la zona de la Chinantla Baja en el Distrito de Tuxtepec

Asociada a huertos familiares se localiza en la zona central de los Valles Centrales de Oaxaca, particularmente en los poblados de San Andrés Huayapan (Rosengarten, 1977) y Tlalixtac de Cabrera (obs. pers.) (Fig. 2b)

### 5. Usos Generales de *Q. funebris*.

Los usos actuales registrados son para leña en algunas localidades y para la manufactura de cajas y embalajes. Los verticilos, donde nacen las ramas juvenes, se emplean en ciertos sitios para la elaboración de molinillos para batir el chocolate. Las flores aromáticas son usadas para dar sabor y aroma a bebidas tradicionales como el pozonque o pozol (Pennington y Sarukhán, 1968; Niembro, 1986). También se usa como planta maderable y las hojas como condimento (Ibarra-Manríquez, 1995).

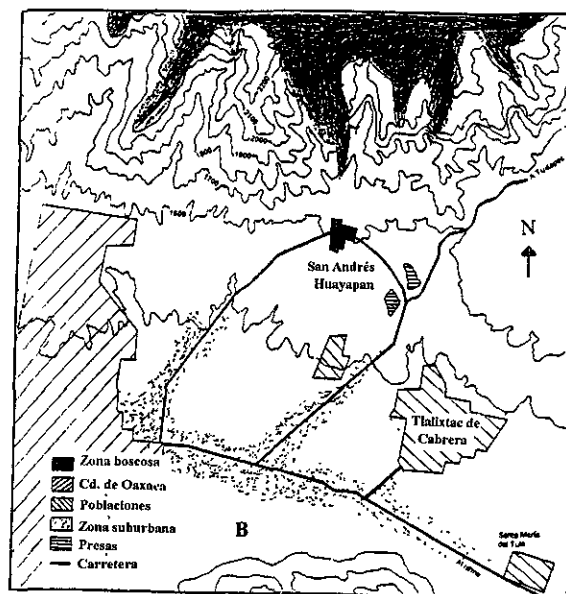
Tejeda y Ordoñez (1979), incluyen *Q. funebris* dentro de su lista de flores comestibles, usada en la preparación de una bebida de maíz y chocolate llamada "pozonque" y para aromatizar el chocolate. También las hojas se emplean en Veracruz para envolver tamales llamados de "capita", preparados con maíz, calabaza y frijol.

Rosengarten (1977) menciona que las flores son usadas para la elaboración de la bebida llamada "tejate". También anota que se ha reportado como planta medicinal, los frutos como antipiréticos y las flores para tratamientos psicológicos y reguladores de la menstruación.

### Antecedentes del Uso de *Q. funebris* en Oaxaca.

El trabajo de Rosengarten (1977) describe el uso de esta planta en Oaxaca y da una idea incipiente de su manejo.

Destaca que las flores son empleadas para preparar el "tejate", bebida tradicional, muy típica y de amplio consumo en la región Central del estado de Oaxaca. Menciona a la comunidad de San Andrés Huayapan como la más importante en el manejo de esta especie y en donde hay varios árboles cultivados fuera de su hábitat natural que son explotados para la comercialización de sus flores, que son vendidas en el mercado principal de la ciudad de Oaxaca; registra el precio local para el año de 1977 de 1.50 por libra de flores (aproximadamente \$ 18 por 450 grs de flores).



**Figura 1.** Distribución de *Quararibea funebris*. A) Distribución general de poblaciones silvestres en Selvas Altas Perennifolias, indicando los sitios de colecta de este estudio (tomado y modificado de Rosengarten, 1977). B) Distribución más importante en huertos familiares en los Valles Centrales

## 6. Antecedentes Fitoquímicos de *Q. funebris*.

El antecedente en este aspecto es el reportado por Raffauf y Zennie (1983) quienes hicieron estudios químicos en las flores. Determinaron una serie de lactonas que pueden tener una acción antipirética y alucinógena. También fue determinado un primer alcaloide para la familia Bombacaceae al que se le llamó “funebrina”. Entre los compuestos no nitrogenados se detectaron grandes cantidades de glucosa, fructuosa y sacarosa. Los autores sugieren que la presencia de estos carbohidratos pudieran explicar que las flores fueran usadas como endulzantes en la bebida de chocolate entre los Zapotecas.

## 7. Antecedentes Históricos de *Q. funebris*

Los registros más antiguos que existen sobre el uso de esta planta, es el anotado en la obra “Historia General de las Cosas de Nueva España” de Fray Bernadino de Sahagún, escrita en 1582. En esta misma obra, pero denominada Códice Florentino, se presenta la lámina LVII, de la ilustración CXIV (figura 2), donde está representado un árbol con numerosas flores y dos personas coléctándolas, el análisis de los especialistas en botánica no tienen duda de que se trata de *Q. funebris*. En esta obra de Sahagún, *Q. funebris* es llamada “cacahuaxochitl”, que en español significa “Flor de Cacao”, pero solamente hace mención acerca del olor fragante y penetrante de las flores.

Otro registro histórico es el de Francisco Ximenez escrito en 1614 y basado en la obra de Sahagún y Hernández, en su obra “Cuatro Libros de la Naturaleza y Virtudes Medicinales de las Plantas y Animales de la Nueva España”, aunque no menciona la flor como aromatizante del chocolate y hay duda acerca de la descripción botánica (Schultes, 1957).

Otra recopilación más reciente es la de Irene Rivera en 1942, donde aborda aspectos botánicos e históricos sobre *Q. funebris*.

Wasson (1980), en su obra “The Wondrous Mushroom, Mycolatry in Mesoamerica”, describe aspectos de interés sobre *Q. funebris*. Menciona que en los círculos aristocráticos prehispánicos el chocolate frío se tomaba mezclado con granos de maíz, hongos y la flor de *Q. funebris* llamada “poyomatli”. Sugiere que en la parte izquierda del torso de la escultura prehispánica de origen náhuatl, “Xochipilli” (dios de las flores), se encuentra esculpida la flor de “cacahuaxochitl”, con dos caracteres muy propios de la flor: el tubo estaminal y los pétalos retrorsos, dejando desnudo al tubo estaminal. En esta misma obra se menciona que en el náhuatl original la palabra “xochicacahuatl” significa “flores preciosas”, siendo asignada a los árboles de *Q. funebris* que crecen en el estado de Oaxaca, en los antiguos pueblos de Huayapan y Zaachila. Partiendo de algunos poemas nahuas, probablemente del rey Nezahualcōyōtl, cantados por María Sabina en las veladas o ceremonias con hongos, escritos en el llamado “amoxtili” o libro de canciones de tu corazón y principalmente al



**Figura 2.** Ilustración de “cacauaxochitl” en Párrafo 9 del Capítulo 7 del Libro II (fo 183v) del Códice Florentino “Historia de las Cosas de Nueva España” de Fray Bernardino de Sahagún. Se observa un árbol con flores de *Quararibea funebris* cosechadas por dos indígenas y alrededor del árbol dos posibles polinizadores.

analizar el poema Nahuatl l p 23, se considera que las flores de *Q. funebris* también eran utilizadas en bebidas alucinógenas y, principalmente, en la ingestión de hongos, por tal motivo a las flores se les consideraría como enteógenas

## AREAS DE ESTUDIO

Para la realización de la investigación, tres áreas de colecta y de registros, fueron seleccionadas (fig 1a), involucrando dos poblaciones silvestres y una cultivada, que fueron las siguientes: dos localidades hacia la vertiente del Golfo, donde crecen poblaciones silvestres de *Q. funebris* correspondientes a San Felipe Usila en la zona de la Chinantla Baja de Oaxaca (a 96 km de distancia de los Valles Centrales en línea recta), y La Estación de Biología los Tuxtlas y sus alrededores, en Veracruz (a 216 km de distancia de los Valles Centrales en línea recta), la tercera localidad, donde esta especie se encuentra fuera de su hábitat silvestre, fue San Andrés Huayapan en la región de los Valles Centrales de Oaxaca, y correspondiendo al área de registro etnobotánico central

### A) CARACTERIZACION DE LAS TRES AREAS DE ESTUDIO

#### a) Localización Geográfica

- La población de San Andrés Huayapan se encuentra ubicada a 10 km de la ciudad de Oaxaca, tomando la carretera Oaxaca-Guelatao-Tuxtepec; en el km 4 está la desviación hacia Huayapan. La población es cabecera del municipio del mismo nombre perteneciente al Distrito del Centro con las siguientes coordenadas. 17° 06' N, 96° 40' O, y una altitud de 1,710 m s n m
- La localidad de San Felipe Usila se encuentra ubicada a 50 km de Tuxtepec por la vía de Jalapa de Díaz. Tiene las siguientes coordenadas 17° 53' N, 96° 31' O, y una altitud de 100 m.s.n.m. Está ubicada en la Cuenca del río Papaloapam (RH28, INEGI, 1997)
- La Estación de Biología los Tuxtlas UNAM y sus alrededores está en la Región de San Andrés Tuxtlas, Veracruz, se encuentra localizada en la vertiente del Golfo, a una distancia en línea recta a la ciudad de Oaxaca de aproximadamente 216 kms Tiene las siguientes coordenadas: 95° 04' O, 18° 34-36' N, y una altitud de 150-700 m s n m

#### b) Clima

- La localidad de San Andrés Huayapan presenta el tipo de clima Acw correspondiente a un Semicálido subhúmedo con lluvias en verano (García, 1981). Los registros de la estación meteorológica más cercana está en la ciudad de Oaxaca (17° 03' N, 96° 43' O, altitud 1550 m.s.n.m.) y reporta los siguientes datos correspondientes al periodo 1986-1994: Precipitación pluvial promedio anual 735.5 mm, temperatura promedio 21.9°C, temperatura máxima 36.4°C y temperatura mínima 4°C

- La localidad de San Felipe Usila presenta el tipo de clima Am(w)(i)g (García, 1981) correspondiente a un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano con precipitación media anual de 4,000 mm y temperatura promedio anual de 25°C
- La localidad de la Estación de Biología Los Tuxtlas y sus alrededores, presentan un clima cálido-húmedo Af(m)w'(1)g (Soto, 1976, García, 1981) Acorde a la información de Ibarra-Manríquez y Sinaca (1987), reporta los siguientes datos Precipitación pluvial promedio anual de 4,725 mm y temperatura media anual de 23 2° C

### c) Vegetación

- *Q. funebris* crece cultivada en la localidad de Huayapan en los huertos familiares. A los alrededores de la población abunda la vegetación ruderal y arvense; sin embargo, hacia la zona norte del municipio y en las laderas bajas de la sierra de San Felipe se desarrolla vegetación de encinares (*Quercus* spp.) y de pinares (*Pinus* spp.) hacia las partes más altas
- Las localidades de San Felipe Usila y de la Estación de Biología Los Tuxtlas presentan Selvas Altas Perennifolias, encontrándose más conservada la selva en la primera localidad.

## B) CARACTERISTICAS DE SAN ANDRES HUAYAPAN

Puesto que esta localidad fue donde se centró el estudio sobre el manejo de *Q. funebris*, se describen los siguientes aspectos

**Toponimia:** El origen del nombre Huayapan proviene de dos vocablos náhuas Hueyatl=*mar* y pan=*sobre*. Dado que el municipio se encuentra muy alejado de la costa, el maestro lingüista José María Bradomin considera el nombre conmemorativo (Bradomin, 1955).

**Extensión:** 14.03 km<sup>2</sup>.

**Historia:** La población es de origen prehispánico, en las relaciones geográficas del siglo XVII se hace mención de la existencia de Huayapan. Los documentos o archivo histórico del lugar desaparecieron al ser quemados durante los años de la lucha cristera (1920-1925)

**Celebraciones:** El patrono de la población es San Andrés, que se celebra el 30 de noviembre. Sin embargo la fiesta más importante del pueblo es el martes de carnaval y miércoles de ceniza previos a Semana Santa; entonces hay feria y gran afluencia de visitantes de poblaciones vecinas y de familiares que vienen de la Ciudad de México y otros estados, así como de Estados Unidos

**Hidrología:** Tiene escorrentías de la Sierra de San Felipe. Cuenta con una presa pequeña al norte de la población (1 km de distancia)

**Suelo predominante:** Tipo vertisol-pélico de textura fina, apto para las actividades agrícolas.

**Condiciones Socio-económicas:** De acuerdo a la información del Anuario Estadístico 1997 del INEGI, Huayapan presenta las siguientes características:

- **Número de Habitantes:** 3,199, comprendiendo 1,504 hombres y 1,546 mujeres
- **Edades:** Población de 6-14 años 698, correspondiendo a 318 hombres y 376 mujeres, población de 15 años en adelante 2076 con 975 hombres y 1092 mujeres.
- **Número de viviendas:** 712, con 4.5 habitantes promedio/vivienda
- **Servicios:** 613 Casas con agua, 665 casas con luz, 264 casas con drenaje, 181 casas con fosa séptica, 226 casas sin drenaje.
- **Educación:** 2613 saben leer y escribir
- **Producción agrícola:** 156 productores
- **Trabajo de la tierra:** 212 17 has de labor y 167 50 has de pastizal.
- **Población económicamente activa:** 658 individuos
- **Población por sectores:** sector secundario 118 individuos, sector terciario 389
- **Actividades:** Empleado u obrero 377, jornalero o peón 15, por cuenta propia 193, quehaceres del hogar 496 No hay actividad manufacturera.

## METODO

Previo al inicio del trabajo, fue importante establecer comunicación con las autoridades municipales de Huayapan. Se presentó un documento expedido por el Jardín Histórico Etnobotánico de Santo Domingo, solicitando el permiso y apoyo de las autoridades para llevar a cabo este estudio. Al presentar este oficio a las autoridades se explicó en detalle el objetivo del trabajo, esto mismo se hizo con los dueños de los huertos que tenían rosita de cacao. Como respuesta, las autoridades expedieron un oficio solicitando la colaboración de la población para permitir la realización del estudio (apéndice 1).

El trabajo de campo y gabinete comprendió tres aspectos centrales, desarrollando métodos específicos para cada uno de ellos que correspondieron a: I) Aspectos botánicos y etnobotánicos, II) Aspectos genéticos y III) Aspectos morfológicos

**I. ASPECTOS BOTANICOS Y ETNOBOTANICOS.** Comprendió los siguientes puntos

### A. TEMAS BOTANICOS

#### 1. Revisión Bibliográfica

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica sobre la descripción anatómica, taxonómica e histórica de la planta

#### 2. Revisión de Herbario

Se revisaron colectas herborizadas de *Q. fumebris*. Se consultó en el Herbario Nacional de México (MEXU) y en el Herbario del CIIDIR, Oaxaca. Se elaboró un cuadro sintético con los datos técnicos de las fichas de los ejemplares revisados en MEXU.

#### 3. Germinación

Para la determinación del porcentaje de germinación y tiempo de viabilidad de la semilla se establecieron los siguientes lotes de observación:

a) Para determinar el porcentaje de germinación de semillas de *Q. fumebris*, se establecieron tres lotes con noventa y cinco semillas recién colectadas para cada lote. Las semillas provenieron de tres árboles de Huayapan. Se preparó el sustrato con 50% de tierra negra y 50% de yocuela (arena fina de río), se mezcló y esterilizó en horno de microondas por 20 mins. Las semillas fueron escarificadas mecánicamente, dejando una apertura en la testa dura; fueron lavadas y remojadas durante media hora en una solución de HCl al 10%. Las semillas tratadas se sembraron en charolas para germinación con divisiones individuales y cubiertas con un domo de plástico, siendo mantenidas en condiciones ambientales normales y regadas con agua embotellada con la frecuencia necesaria que mantuviera húmedo el sustrato.

22

b) Para determinar el tiempo de viabilidad se establecieron tres lotes de siembra con treinta semillas cada uno, programados con los siguientes intervalos de almacenamiento de las semillas de árboles de Huayapan: veinte, cuarenta y sesenta días posterior a su colecta, conservadas en el interior del fruto. El tratamiento, sustrato y mantenimiento de siembra fue similar al realizado para la prueba de germinación. Las semillas recolectadas y en espera de ser sembradas en lapsos diferentes, se mantuvieron en bolsas de papel bajo condiciones ambientales con un rango de temperatura entre 20-22°C y humedad de 15-20%.

#### **4. Aspectos Reproductivos**

Por la negativa de las personas oriundas del pueblo y propietarias de los árboles, para experimentar en sus ejemplares de rosita de cacao, sólo se pudo contar con dos árboles localizados en un mismo huerto, para realizar cosechas, observaciones permanentes y algunas manipulaciones, llevándose a cabo lo siguiente en ambos árboles:

1. Aislamiento de flores para detectar autopolinización. En los dos árboles se escogieron segmentos terminales de ramas de aproximadamente 80 cm de largo, tres segmentos en el árbol número uno y dos en el árbol número dos. Las cinco ramas seleccionadas fueron cubiertas con una jaula adaptada al tamaño y forma de la rama y elaborada con malla de mosquitero, con el fin de aislar las flores producidas en esos segmentos de ramas. Durante tres meses, se contabilizó el número de flores y botones producidos y si hubo producción de frutos.
2. Con un pincel fino se autopolinizaron diez flores por cada árbol, realizándolo momentos antes de la apertura de la flor y aislando inmediatamente con una jaula pequeña de malla de tela con trama similar a la del mosquitero y adaptada a cada flor, dejando un espacio libre entre la flor y la jaula para que la flor no sufriera maltrato.

#### **5. Producción de Flor**

Para tener una estimación de la producción floral, en peso y número de flores en los árboles de Huayapan, se realizó lo siguiente.

- 1) El seguimiento de la cosecha total de flor por árbol realizada en los dos árboles de cosecha permanente durante diez meses consecutivos, inició en enero de 1998. La cosecha se llevó a cabo de la manera en que es realizada por los cortadores de flor. Se determinó el peso seco constante por evento de cosecha de flor por árbol. El peso seco fue obtenido secando las colectas en horno a una temperatura de 70°C por 72 hrs y posteriormente pesadas en una balanza granataria.
- 2) En los mismos árboles se marcaron al azar ramas de observación permanente. Por cada árbol se tuvieron dos ramas para contabilizar la producción de flor por rama y por cada cosecha, durante los diez meses de registro. A su vez en cada rama se contabilizó el número de botones, hojas y frutos. Las ramas seleccionadas tuvieron un largo promedio de 2.5 m y diámetro promedio de 16 cm.

3) En la zona periférica externa al árbol donde estuvieron marcadas las ramas, se determinaron la temperatura y humedad atmosférica por medio de un higrómetro digital Extech Instruments Mod. HT02N. Cada día de cosecha, se tomaron las lecturas de estas variables tres veces durante el día: 8 a.m., 12 p.m. y 6 p.m., determinando los valores máximo, mínimo y promedio.

4) Para una determinación aproximada del número de flores por cosecha, se contó el número de flores de treinta submuestras para diferentes cosechas, determinando el peso seco de cada submuestra y extrapolando esta información al peso seco de cada muestra.

## **B. TEMAS ETNOBOTANICOS**

### **1. Manejo y Mantenimiento del Arbol**

A través de entrevistas y observaciones en el sitio, fueron registradas las actividades, materiales e insumos involucrados en el manejo y cuidados del árbol.

### **2. Cosecha de la Flor**

Para conocer la manera en que se recolecta la flor por los pobladores, se participó en tres cosechas consecutivas de flores en un mismo huerto de San Andrés Huayapan. La participación en la cosecha de tres árboles, fue con la finalidad de determinar los siguientes aspectos:

- Procedimiento usual y herramientas para la cosecha de la flor en el árbol, las medidas de precaución para con la flor, el árbol y la persona.
- Periodicidad de corte de la flor.
- Procesamiento de la flor después de la cosecha y almacenamiento hasta su uso o venta.

### **3. Usos**

Mediante entrevistas y observaciones se registraron los eventos y actividades en que es usada la flor.

### **4. Comercialización**

La comercialización de la flor se determinó en dos rubros: 1) la flor que se vende seca directamente para su posterior incorporación al tejate, actividad que se denominó “venta directa de flor”, y 2) la flor que es procesada e incluida en el tejate, y a la que se denominó “venta transformada de flor”.

#### **a) Venta Directa de Flor**

Se llevó a cabo un recorrido por los diversos mercados de la Ciudad de Oaxaca y otras localidades de los Valles, para determinar el rango de distribución y venta de la flor y la manera en que se vende. Se compraron veinte muestras de flor con diferentes vendedoras en el mercado, para determinar el precio promedio de su venta. A las muestras compradas se les determinó su peso seco constante, para posteriormente relacionarlo al peso constante por cosecha de árbol y así determinar una aproximación del beneficio económico que significa la comercialización de la flor.

### **b) Venta de Tejate**

En este rubro se realizaron recorridos por los mercados de la Ciudad de Oaxaca y otras localidades de los Valles, para determinar el número aproximado de personas que venden tejate, precisando quiénes vienen de Huayapan y tienen árbol propio y quiénes son de otros pueblos y tienen que comprar la flor.

Partiendo del costo de la bebida al consumidor, la cantidad que se elabora al día, el número de consumidores promedio al día, el número de días en que se vende y relacionando estos costos con el costo de la flor de rosita de cacao, de los ingredientes y otros gastos anexos, se estimó el costo-beneficio y el aporte de ganancia aproximado que provee la rosita de cacao a través del tejate por tejatera

**II. ASPECTOS GENÉTICOS.** Para determinar la variabilidad genética de las poblaciones silvestres y cultivada de *Q. funebris*, se desarrollaron los siguientes puntos.

#### **1. Colecta de Muestras**

Para el estudio de isoenzimas se llevó a cabo la recolecta durante el mes de noviembre de 1996, recolectándose de cuatro a cinco hojas jóvenes de árboles de *Q. funebris* en tres localidades: Huayapan, Usila y Los Tuxtlas

Por las condiciones climáticas presentes durante el mes de colecta en la localidad de San Felipe Usila, sólo fue posible recolectar muestras de catorce individuos. En la región de los Tuxtlas se recolectaron trece individuos, ya que otros individuos no presentaron hojas o los que tenían fueron hojas viejas. En Huayapan se recolectaron veinticinco individuos, cuatro de los árboles estaban en solares de la población en donde se permitió realizar esta recolecta

Las muestras de herbario recolectadas se encuentran en el Herbario del Jardín Etnobotánico del Centro Cultural Santo Domingo y en el Herbario Nacional de México (MEXU).

Mientras se realizaba la recolecta de hojas, éstas se guardaron en bolsas de plástico debidamente etiquetadas y mantenidas en hielo dentro de una hielera portátil. Las recolectas se trasladaron en un tanque con nitrógeno líquido hacia la Ciudad de México, al Laboratorio de Genética Ecológica y Evolución del Instituto de Ecología de la UNAM, donde fueron analizadas. En el laboratorio se conservaron en un ultracongelador a temperatura de -70°C

#### **2. Pruebas de Isoenzimas**

Utilizando la técnica de electroforesis horizontal en geles de almidón de papa hidrolizado (Murphy *et al.* 1990), se llevaron a cabo pruebas preliminares para determinar los sistemas enzimáticos que dieran buena actividad y patrones de bandeo con posibilidades de interpretación genética

### 3. Marchas de Electroforesis

Se siguieron los siguientes pasos

1. Preparación de muestra De las muestras congeladas se tomaron pequeños fragmentos que fueron molidos en un mortero de acrílico contenido en un recipiente con hielo y un molador de aluminio, utilizando 0.0025 ml del buffer de extracción correspondiente
2. Cada muestra molida se impregnó en un *wick* que consistió en un pequeño fragmento de papel absorbente especial para electroforesis con medidas de 0.15 mm x 1.5 cm.
3. Los *wicks* se regresaron al ultracongelador mientras se preparaba el sistema de electroforesis
4. Se prepararon en moldes los geles específicos para los buffers correspondientes.
5. Listos los geles se les colocaron el número de muestras de *wicks* de las tres poblaciones
6. Se montaron los geles en los sistemas de electroforesis y fuentes de poder, con las soluciones correspondientes al pH adecuado.
7. Se corrieron las muestras durante 6 hrs.
8. Durante el proceso se prepararon las enzimas y colorantes correspondientes
9. Terminado el corrimiento se sacaron los geles y se cortaron para sacar las muestras para teñir
10. Se teñieron, interpretaron y tomaron fotografías de los geles resultantes

### 4. Sistemas enzimáticos

Para la extracción de isoenzimas se empleó el sistema buffer de extracción para semillas de *Abies*, preparado con  $\frac{3}{4}$  de buffer Y0 y  $\frac{1}{4}$  de buffer VEG II. Para el corrimiento se utilizaron el sistema C de maíz para el buffer del gel y un buffer del electrodo pH 8.3 preparado con ácido bórico (apéndice 5). Los geles se corrieron a 30 y 60 volts por aproximadamente 6-8 horas

Se ensayaron 10 enzimas, siendo necesario incubar algunas de ellas en la oscuridad. Los sistemas probados fueron: F-EST, GOT, MDH, PGI, PGI, RUB, AcPH, SKD, ADH, APX, G-6-PD y LAP (apéndice 5), de los cuales 6 resultaron las mejores para su lectura.

## III. ASPECTOS MORFOLOGICOS

### 1. Características reproductivas

Para determinar las variaciones morfológicas de la flor entre las poblaciones silvestres y la cultivada, se recolectaron veintiocho flores por árbol. En Huayapan se recolectaron flores de quince árboles, en Usila de once árboles y en los Tuxtlas de siete árboles. La diferencia en el número de árboles se debió a: 1) la accesibilidad de los árboles silvestres, 2) la disponibilidad de los propietarios de los árboles en los huertos familiares y 3) la presencia de flores en las fechas de colecta

Para cada flor fue medido el pedúnculo floral, cáliz, pétalos y estructuras reproductoras, anotando las medidas en cuadros de registros específicos (apéndice 2)

Puesto que la flor es la parte vegetal con valor económico en los Valles Centrales, fue difícil la obtención de una donación masiva de la misma para su estudio, por lo que en varios casos fue necesario comprarla

En San Andrés Huayapan se recolectaron treinta muestras al azar de frutos y semillas por árbol por veinticinco árboles. De cada muestra se midió la longitud, ancho, grosor y peso seco, anotándose en los formatos correspondientes (apéndice 2). En el caso de los botones florales, las medidas fueron tomadas directamente del árbol, en ocasiones también fueron comprados al precio equivalente de flores abiertas

En las localidades de Usila y Los Tuxtlas, se recolectaron treinta frutos y semillas por individuo, siete árboles en Usila y once árboles en Los Tuxtlas. Se manejaron los mismos formatos de registro que los utilizados en Huayapan

Las medidas fueron tomadas con regla transparente graduada en milímetros y un vernier digital Mitutuyo modelo CD 56°C Digimatic solar.

## **2. Características vegetativas**

### **a) Recolecta en la población de Huayapan**

Se recolectaron treinta muestras al azar de hojas por árbol por veinticinco árboles. De cada muestra se midió su longitud, ancho y peso seco, anotándose en los formatos correspondientes (apéndice 2).

### **b) Recolecta en poblaciones naturales**

La finalidad de estas recolectas fue para su medición morfológica y determinar si existen diferencias fenotípicas a este nivel entre las poblaciones manejadas y las poblaciones silvestres.

En las localidades de Usila y Los Tuxtlas, se recolectaron treinta hojas por individuo, siete árboles en Usila y once árboles en Los Tuxtlas. Se utilizaron los mismos formatos de registro que los empleados en Huayapan.

Las medidas fueron tomadas con regla transparente graduada en milímetros

## **3. Censo de los Árboles de rosita de cacao localizados en los huertos familiares en San Andrés Huayapan**

En la localidad de San Andrés Huayapan se realizó el censo de los árboles de rosita de cacao ubicados en los huertos familiares de la población. El número total de huertos censados dependió de la accesibilidad de sus dueños o si las personas habitaban permanentemente en la localidad.

Los parámetros registrados en el censo fueron área basal, a través del perímetro a la altura del pecho (p.a.p.); altura del árbol; número de fustes, área de cobertura, obtenida por el radio promedio de proyección de copa hacia el suelo de los cuatro puntos cardinales, altura de la primera ramificación; proporción entre la altura de la copa y radio promedio de la misma; estado fenológico y estimación cualitativa de daño de hojas y del árbol en general. La información se capturó en un formato específico para el censo (apéndice 2)

El equipo empleado para el censo consistió en una cinta métrica de sastre para medir el p.a.p., cinta métrica de 30 m para medir la cobertura de la copa y un clinómetro Sunton para determinar la altura de los árboles.

En cada huerto censado se hizo un esquema aproximado del área del mismo, describiendo las características generales de la vegetación presente y la ubicación del árbol o árboles de rosita de cacao en el terreno

El censo incluyó individuos juveniles y adultos con un p.a.p. mínimo de 20 cm y altura mínima de 1.5 m. Al término del censo, se elaboró la distribución de áreas basales para detectar el estado de desarrollo de la población de *Q. funebris* en Huayapan.

Durante la ejecución del censo, por medio de entrevistas abiertas y con el registro en cintas magnetofónicas, se establecieron pláticas con los dueños o habitantes del solar, enfocando el tema sobre el manejo y cuidado de este árbol, su origen, la importancia económica para la familia y otros aspectos más que surgieran sobre la planta. A su vez, la plática se enfocó hacia otros aspectos relacionados a la vida misma de Huayapan, su historia, así como la presencia de otras plantas en los huertos de la comunidad.

Los huertos censados fueron ubicados en el plano de la población de Huayapan (Figura 3), carta topográfica E 14D48, elaborado para los Censos Económicos 1994 de la Dirección Regional Sur.

En otra localidad de los Valles Centrales, que correspondió a Tlalixtác de Cabrera, también se tomaron los mismos parámetros dendrométricos en árboles de rosita de cacao registrados en algunos huertos familiares. Asimismo, se detectó la presencia de otras rositas de cacao en huertos familiares de las localidades de Cuilapan y Teotitlán del Valle, en los Valles Centrales.

## **5. Medidas de los árboles silvestres**

En las comunidades naturales de *Q. funebris* se muestrearon veinticinco individuos en San Felipe Usila y veinticinco individuos en Los Tuxtlas. Para cada individuo se registraron el área basal, a través del p.a.p., altura del árbol; número de fustes; área de cobertura, obtenida por el radio promedio de proyección de copa hacia el suelo de los cuatro puntos cardinales, altura de la primera ramificación, proporción entre la altura de la copa y radio promedio de la misma

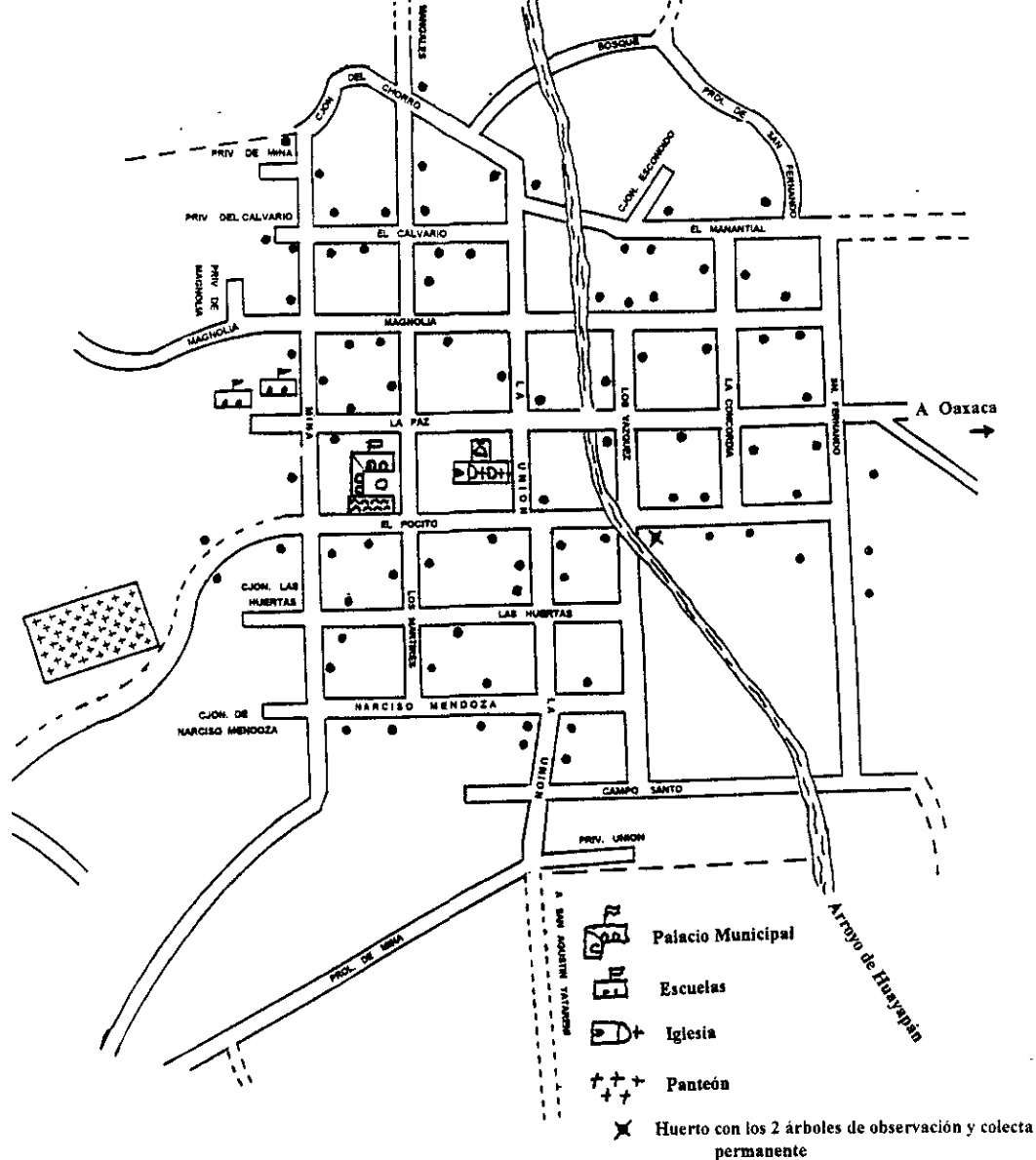


Figura 3. Plano de la población de San Andrés Huayapan, Oaxaca, donde se realizó el censo de los árboles de Rosita de cacao (*Quararibes funebris*) en huertos familiares.

● = huertos censados.

## Análisis de Resultados

Se graficaron los resultados obtenidos de las cosechas de flor en los dos árboles de cosecha permanente, así como las variables ambientales que fueron medidas alrededor de estos árboles

Los resultados de la electroforesis se procesaron en el programa Biosys-1 (Swafford y Selander, 1989), para la obtención de los siguientes descriptores de la variación genética intrapoblacional e interpoblacional:

### I. Descriptores básicos de la variación genética intrapoblacional :

**a) Número promedio de alelos por locus (A)**-Obtenido mediante el cociente entre el número total de alelos observados entre el número total de loci de una población. Es la medida básica de la variación genética (Eguiarte, 1990).

**b) Porcentaje de loci polimórficos (P)**-Un locus se denomina polimórfico cuando la frecuencia del alelo más común es menor o igual a 0.95 (Hedrick, 1983). Se obtiene mediante el cociente entre el número de loci polimórficos y el número total de loci analizados. Un valor de cero indica que los loci muestreados son monomórficos y por lo tanto no hay diversidad genética. Un valor de uno indica que todos los genes muestreados son polimórficos.

**c) Heterocigosis esperada**- Es la proporción estimada de genes que se espera sean heterocigotos de acuerdo a la ley de equilibrio Hardy-Weinberg, en un individuo promedio. Se obtiene mediante  $H = 1 - \sum p_i^2$ , donde  $p_i$  es cada una de las frecuencias alélicas por locus (Hedrick, 1983).

### II. Descriptores básicos de la variación genética interpoblacional :

Se evaluó la diferenciación poblacional a través de los estadísticos f-Wright (Rendón y Nuñez-Farfán, 1999)

**a) Índice de fijación de Wright (F)**: Se define como  $F=1-(H_o/H_e)$ , donde  $H_o$ =Heterocigosis observada y  $H_e$ =Heterocigosis esperada. Los valores de  $F$  igual a cero indican que la población está en equilibrio de Hardy-Weinberg. Considerando a la población con apareamientos al azar, un valor mayor a cero indican un exceso de homocigos, mientras que un valor menor a cero indica un exceso de heterocigos.

Este índice de fijación a su vez puede dividirse para obtener la varianza genética de sus componentes locales (subpoblacionales) y geográficos (la variación entre poblaciones), teniendo los siguientes estadísticos :

- **Variación dentro de subpoblaciones  $F_{is}$ :** Mide la reducción de la heterocigosis de un individuo debido a apareamientos no al azar, dentro de su subpoblación. Se calcula mediante  $F_{is} = (H_e - H_o) / H_e$ . Si se tienen valores positivos indica un exceso de homocigos, propiciados posiblemente por endogamia. Si los valores son negativos, indica que hay menos homocigos ya que posiblemente la selección favorece a los heterocigos.
- **Variación entre poblaciones  $F_{st}$ :** Mide el efecto de la subdivisión poblacional, determinando la reducción de heterocigotos por deriva génica o selección. También indica el grado de diferenciación entre poblaciones y es interpretado como la fracción de la varianza genética de la especie contenida en las diferencias poblacionales. Se obtiene por medio de  $F_{st} = (H_t - H_e) / H_t$ ,  $H_t$  representa la proporción promedio esperada de heterocigotos. Si  $F_{st}$  es igual a cero indica que todas las poblaciones son iguales y si el valor es uno significa que las poblaciones son distintas.
- **Variación total  $F_{it}$ :** Mide la reducción en la heterocigosis de un individuo con respecto a la población total, ya sea por endogamia o deriva génica, este índice toma valores entre -1 y +1. Se calcula con la siguiente función  $F_{it} = F_{is} + (1 - F_{is})F_{st}$

**b) Fenograma de similitud genética por medio del coeficiente incesgado de Nei** Por medio de la obtención de matrices de distancias genéticas se construyó el fenograma de similitud genética. Se utilizó el método de UPGMA.

Los valores promedio y error estándar de los estadísticos de Wright, se obtuvieron mediante un jackknife sobre todos los loci (Weir, 1990)

Los datos morfométricos se analizaron empleando el programa NTSYS-PC versión 1.8 (Rohlf 1993). Primeramente se transformaron los datos promedio de las medidas tomadas en hojas, flores, frutos y semillas. Con las variables morfométricas transformadas se realizó un análisis de componentes principales (PCA). Se obtuvo una matriz de correlación por medio del coeficiente de correlación de Pearson (Sneath y Sokal, 1973). Para la comparación de esas mismas variables morfométricas entre poblaciones, se aplicó una prueba de ANOVA de una vía y una prueba de Tukey, con el programa JMP versión 3.1 (Sall, 1995).

De los datos del censo se graficaron las frecuencias relativas de altura, cobertura y áreas basales. Así mismo se elaboraron las gráficas correspondientes a el número de ejes por árbol y la relación entre la altura y radio promedio de la copa, para cada población estudiada.

## RESULTADOS

### A. ASPECTOS BOTANICOS

#### 1. Revisión Bibliográfica

Algunas referencias históricas y botánicas sobre la rosita de cacao se han presentado en los antecedentes; sin embargo, los registros sobre su uso son muy escasos, así como los de su cultivo en San Andrés Huayapan.

En las Relaciones Geográficas de Oaxaca de los siglos XVI y XVII no se menciona antecedente alguno sobre el uso de la rosita de cacao y de la existencia del tejate

El Alemán Mühlenpfordt, en el capítulo "El Estado de Oaxaca", incluido en su obra "Ensayo de una Descripción Fiel de la República de Méjico", publicada en 1844, se refiere a Huayapan como sigue: "Guayapa o Huazapa. Un pequeño pueblo extraordinariamente frondoso y fértil con 200 familias. Se halla una legua y media al noreste de Oajaca, próximo al pie de la sierra septentrional. Una eterna primavera alegra este agradable pueblo. Durante todo el año se dan flores y frutas, el verdor más fresco y exuberante rodea siempre las chozas de sus habitantes. Estos son limpios, amables y hospitalarios. Crecen aquí toda clase de frutas tropicales, incluso algunos **árboles de cacao**. Un arroyo riega el pueblo".

Este párrafo que describe a Huayapan, por este arquitecto alemán durante su visita a Oaxaca entre 1828-29, menciona árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.). De acuerdo a los pobladores, en la localidad no ha habido antecedentes sobre el cultivo de cacao en la localidad, por lo que el autor pudo haber confundido a los árboles de *Q. funebris* por el de cacao; si esto fuera así, estaríamos hablando de la presencia de árboles de rosita de cacao desde hace 169 años.

#### 2. Revision de Herbario

A partir de la revisión en el herbario se precisó la siguiente información para poblaciones silvestres de *Q. funebris* (apéndice 3):

Los principales sitios con muestras de herbario corresponden a los siguientes estados, Chiapas (Municipio de Ocosingo), Oaxaca (una mención en el Municipio Santiago Lachiguiri en Tehuantepec, en los Valles Centrales en la localidad de Santiago Apóstol, Distrito de Ocotlán), Puebla (Municipio La Huerta), Quintana Roo (Municipio Felipe Carrillo Puerto), Tabasco (Municipio de Palenque), Veracruz (Región de Los Tuxtlas) y en la zona limítrofe entre Oaxaca y Veracruz en la región de Tuxtepec

De acuerdo a las fichas de herbario, las altitudes registradas donde se localizan poblaciones silvestres van de 120 a 900 m.s.n.m. Es importante destacar que las poblaciones cultivadas en Huayapan y en otras localidades de los Valles Centrales de Oaxaca, están en una

altitudes que oscilan entre 1,400 y 1,600 m s n m , por lo que se encuentran fuera del límite altitudinal de las colectas de poblaciones silvestres.

Para diferentes fechas de colecta a lo largo del año, hay muestras de herbario que presentan flores y/o frutos, lo que indica que no se presenta al año un periodo único de floración y fructificación en poblaciones silvestres. A través de comunicación personal con el Biólogo Guillermo Ibarra, comentó que durante el estudio florístico de cinco años que realizó en la estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz, *Q. funebris* no presentó una sola temporada de floración, sino diferentes momentos de floración durante el año, con aumento en los meses de lluvias

### 3. Germinación de semillas de *Q. funebris* de la población de Huayapan

La semilla tiene una testa muy dura. De acuerdo a las versiones de los pobladores, las semillas germinan durante la época de lluvias, dándose principalmente este proceso entre la hojarasca o basura orgánica en aquellos huertos donde es acumulada en algún sitio del terreno

El número promedio de semillas por fruto fue de 2.33 (D.E.=0.14, n=300), con un promedio de semillas atrofiadas por fruto de 1.75 (D.E.=0.66, n=130). De manera que en los frutos podemos encontrar de dos a tres semillas, y menos frecuentemente cuatro semillas que pueden estar bien desarrolladas. Hay una alta incidencia de frutos conteniendo dos semillas desarrolladas y de una a dos semillas que no se desarrollan (atrofiadas).

Se cosecharon frutos maduros directamente de las ramas de árboles de Huayapan, los que fueron puestos inmediatamente dentro de un frasco limpio, conteniendo algodón húmedo, mantenidos en ausencia de luz y cerrados con una tapa a la que se le hicieron perforaciones pequeñas. Dentro del recipiente se desarrollaron en el interior del fruto gran cantidad de larvas, que después de veinticinco a treinta días maduraron en pequeñas mosquitas (con un cuerpo de 4.5-5.5 mm de largo), identificadas como *Anastrepha* sp. de la familia Tephritidae (Diptera), que agrupa a las verdaderas moscas de la fruta. En la Estación de Biología Los Tuxtlas, la especie *A. creba*, ha sido reportada que consume la pulpa de los frutos de *Q. funebris*. (Hernández-Ortiz, 1997)

Los resultados y antecedentes anteriores indican que durante la formación del fruto en el árbol, es inoculado por este díptero. El desarrollo de estas larvas dentro de los frutos debe jugar un papel importante, ya que se alimentan del tejido fibroso muy grueso del pericarpo, lo que rápidamente va dejando expuesta a las semillas a las condiciones ambientales del suelo, sobre todo a la humedad, propiciando su hidratación que permite su germinación.

En varios huertos se colectaron frutos localizados en el suelo y recién caídos, el 80% de ellos, a pesar de presentar buena apariencia externa, al abrirlos contenían abundantes larvas del mismo díptero que fue cultivado en el frasco. La combinación de este insecto y la invasión de hongos observada en el interior de los mismos frutos, probablemente estimulen la liberación de las semillas al irse pudriendo el exocarpo del fruto, permitiendo que la germinación sea más rápida.

Otros organismos que fueron reportados por los pobladores y que se alimentan del tejido fibroso del fruto son los murciélagos. Este comentario fue constatado al coleccionar frutos con mordeduras, las que se identificaron hechas por murciélagos. Se observó que a la hora de la puesta del sol en Huayapan, los árboles eran visitados por numerosos murciélagos. El mismo comentario sobre la relación de los murciélagos con la rosita fue registrado en Usila, por lo que estos animales han de tener una participación importante en la liberación de las semillas del fruto y en la dispersión de la rosita.

#### **a) Tasas de germinación**

Los tres lotes para la prueba de tasas de germinación dieron los siguientes resultados: un promedio del 81.5% (D.E.=2.2) de germinación, en un tiempo aproximado de cuarenta días, presentando las plántulas una radícula bien desarrollada. Estos resultados indican que las semillas de los árboles de Huayapan tienen altas tasas de germinación.

Sin embargo, se registró durante el desarrollo de las plántulas obtenidas, bajo las mismas condiciones climáticas y de suelo, un promedio del 37.5% (D.E.=2.3) de plántulas que desarrollaron vigorosamente en buenas condiciones de sanidad, y un promedio de 43.9% (D.E.=1.3) de plántulas con un crecimiento reducido y con síntomas de deficiencias y ataque de enfermedades (probablemente por hongos). Lo anterior indica que a pesar de la alta tasa de germinación, no todas las plántulas se desarrollarán adecuadamente hasta el estado adulto.

A mediados de la temporada de lluvias, en algunos solares se detectaron por abajo de la copa y los alrededores de los árboles de rosita, bancos de numerosas plántulas, las que posteriormente, en la mayoría de los casos fueron retiradas por los propietarios, sin aprovecharlas.

#### **b) Viabilidad de semillas**

Respecto al tiempo de viabilidad de las semillas, los resultados preliminares indicaron una respuesta de germinación que fue decayendo a medida que las semillas estuvieron almacenadas más tiempo. El lote de semillas de veinte días dio 56% de germinación, el de cuarenta días 27% y el de sesenta días 6%. A pesar de estar localizada la población en un ambiente cálido-templado, estos resultados indicarían que las semillas estarían comportándose dentro de la categoría de semillas recalcitrantes, típicas de especies localizadas en selvas húmedas. Uno de los aspectos observado durante su almacenamiento, es que los frutos fueron perdiendo humedad rápidamente, de manera que los cotiledones de semillas con 60 días posterior a su colecta, se encontraban prácticamente deshidratados.

Estos resultados sugieren la necesidad de realizar pruebas experimentales más completas y bajo diferentes condiciones de almacenamiento para las semillas.

#### 4. Aspectos Reproductivos de las Flores de Huayapan

##### a) Posibles polinizadores

Se observaron en las flores la visita frecuente de abejas melíferas (Hymenoptera-Apidae), avispas (Hymenoptera-Vespidae), trigonas (Hymenoptera-Trigoniidae), mariposas (Lepidoptera) y colibríes (Trochilidae). Algunos de los insectos se colectaron, pero aún no se han determinado taxonómicamente. Estos animales se encontraron tomando el néctar de las flores, detectándose en algunas abejas y mariposas la presencia de polen de *Q. funebris*.

Por las características de la flor: aroma fuerte, altos contenidos de néctar, forma radial abierta, color blanco brillante, su apertura durante el día y los órganos reproductores totalmente expuestos, sugiere un síndrome que promueve la polinización cruzada mediante diferentes organismos. Esta posibilidad se observa en la ilustración de Sahagún (figura 2), donde se ilustran algunas mariposas y un colibrí alrededor del árbol.

##### b) Sistema de reproducción

Los resultados de las cinco ramas aisladas de polinizadores mostraron que del total de veinte flores que se produjeron en su interior, un 60% de ellas desarrollaron frutos. Por otro lado, de las veinte flores autopolinizadas manualmente, catorce de ellas (70%) produjeron frutos, de los cuales diez (50%) llegaron a su desarrollo final, lo que tomó alrededor de dos meses y medio, que sería el tiempo aproximado de maduración de los frutos.

Los resultados anteriores indican la capacidad de autopolinización que presenta la población de *Q. funebris* en Huayapan, lo que podría suceder también en las poblaciones silvestres, lo que habría que investigar cuidadosamente en esas poblaciones.

#### 5. Producción de flor.

##### a) Cosecha de flor

Los árboles de cosecha permanente presentaron las siguientes características.

árbol uno: altura de 6.5 m, p. a. p. de 170 cm, cobertura de 6.7 m de diámetro y 2 ejes  
árbol dos: altura de 6.0 m, p. a. p. de 155 cm, cobertura de 6.0 m de diámetro y 1 eje

La cosecha en los dos árboles de observación permanente en Huayapan, efectuada cada dos días, durante cuarenta y dos semanas en el transcurso de diez meses, a partir de enero de 1998, presenta los siguientes resultados.

La producción de flor no se detuvo durante todos los meses de cosecha en los 2 árboles. El tiempo aproximado de maduración de la flor, a partir de botón joven y hasta su apertura, fue alrededor de 60 días.

En el caso de la producción mensual de flor seca por árbol (figura 4) se presentaron dos picos: 1) un primer pico, el más alto, durante los meses de marzo y abril, y 2) un segundo pico, menos alto que el primero, durante los meses de agosto y septiembre. La diferencia promedio entre ambos picos para los dos árboles fue del 21%. El mes con más baja

producción de flor correspondió a junio, la diferencia de este punto más bajo con el pico más alto fue del 86%, y con el pico menos alto del 82%, siendo el promedio del 84% (1,644 grs).

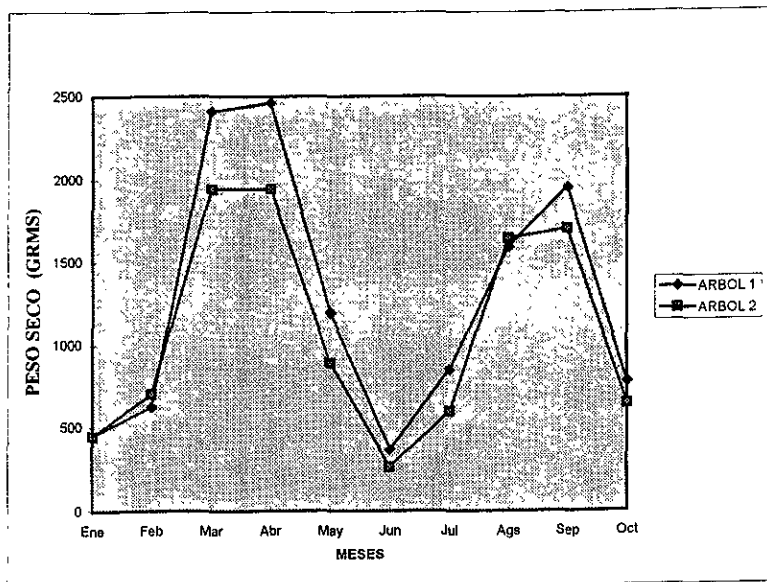
Este patrón de producción en los dos árboles es muy similar, aunque en el árbol número uno (orientado al SW) la producción fue más alta que la del árbol número dos (orientado al NE); sobre todo, la diferencia se acentúa más en los meses de marzo, abril y septiembre. Esto indica que aunque se estimule la producción de flor bajo condiciones adecuadas, habrá ciertas diferencias cuantitativas en la producción floral entre los árboles.

Tomando en cuenta la relación de este patrón de producción con dos variables ambientales que fueron la temperatura y humedad atmosférica mensual (figura 5). El primer periodo de mayor producción de flor se dio en los meses con mayor temperatura y la más baja humedad atmosférica, el segundo periodo coincidió en los meses con más baja temperaturas y mayor humedad atmosférica.

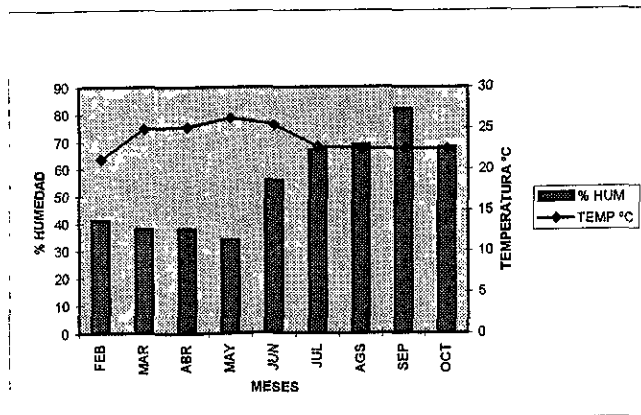
Lo interesante de esta relación ambiental, es que en el transcurso de los 10 meses se dieron condiciones diversas y contrastantes en las que los árboles produjeron flores. Es importante resaltar que al inicio de las cosechas, también se inició el riego de los dos árboles, realizándose cada viernes, con la cantidad de agua suficiente que cubrió (hasta anegar) los arriates que los contenían. Por la respuesta de los 2 árboles, el riego seguramente disparó la floración a niveles altos durante los meses de sequía; sin embargo, este riego semanal fue interrumpido por tres semanas por parte del dueño y por circunstancias ajenas al estudio, continuándose posteriormente.

En la marcha de la producción semanal (figura 6), el patrón no es tan regular como en el mensual. En este caso se dan seis picos bien definidos de producción. Hay un pico pequeño entre junio y julio no observado dentro de la gráfica de producción mensual. La renovación del riego, posterior a las tres semanas en que se había dejado de regar, tuvo efecto en la producción de flor, aspecto que fue detectado en el patrón obtenido en la producción semanal de flor (figura 6).

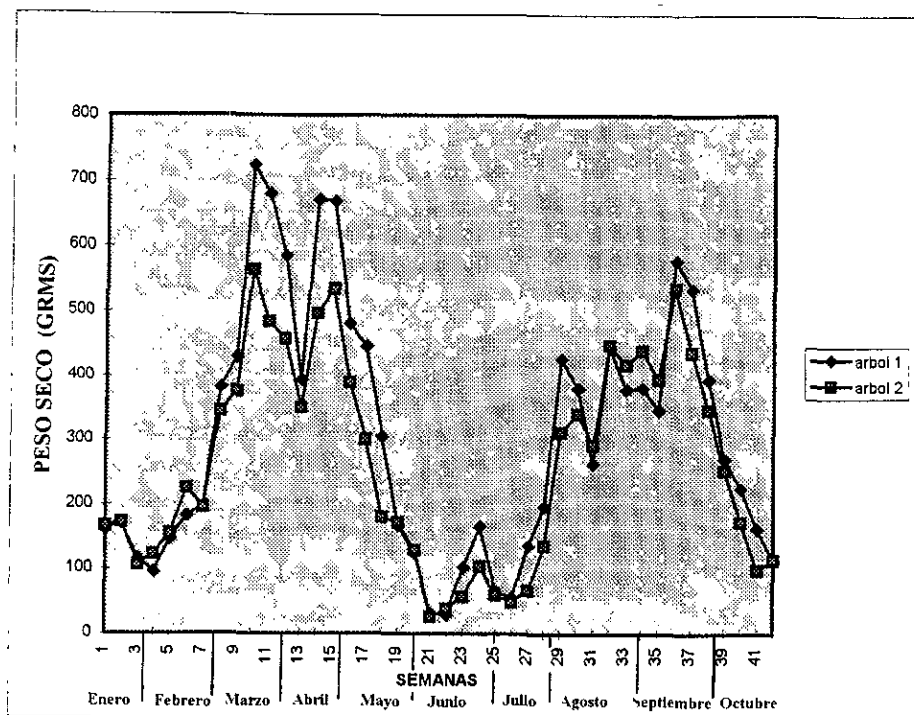
Entre el pico 1 y 2 (entre marzo y abril) se dio una caída importante del 84% en la producción de flor (semanas 10, 11, 12 y 13), que no se registra en el esquema de producción mensual. Esta caída se atribuye a la suspensión de riego a los árboles, que sucedió durante tres semanas del 20 de marzo al 3 de abril (semanas 10, 11 y 12), abarcando tres viernes sin riego (figura 6). Se observó que a las dos semanas de haber suspendido el riego, los árboles mostraron los siguientes síntomas por la falta de agua: las hojas perdieron turgencia, la floración disminuyó notablemente y se inició la proliferación de una enfermedad en las hojas (probablemente por hongos). Además, esta suspensión coincidió con las semanas de más baja humedad atmosférica y las más altas temperaturas durante el periodo de cosecha, como lo muestran los registros semanales de temperatura y humedad atmosférica para los dos árboles (figuras 7a y 7b).



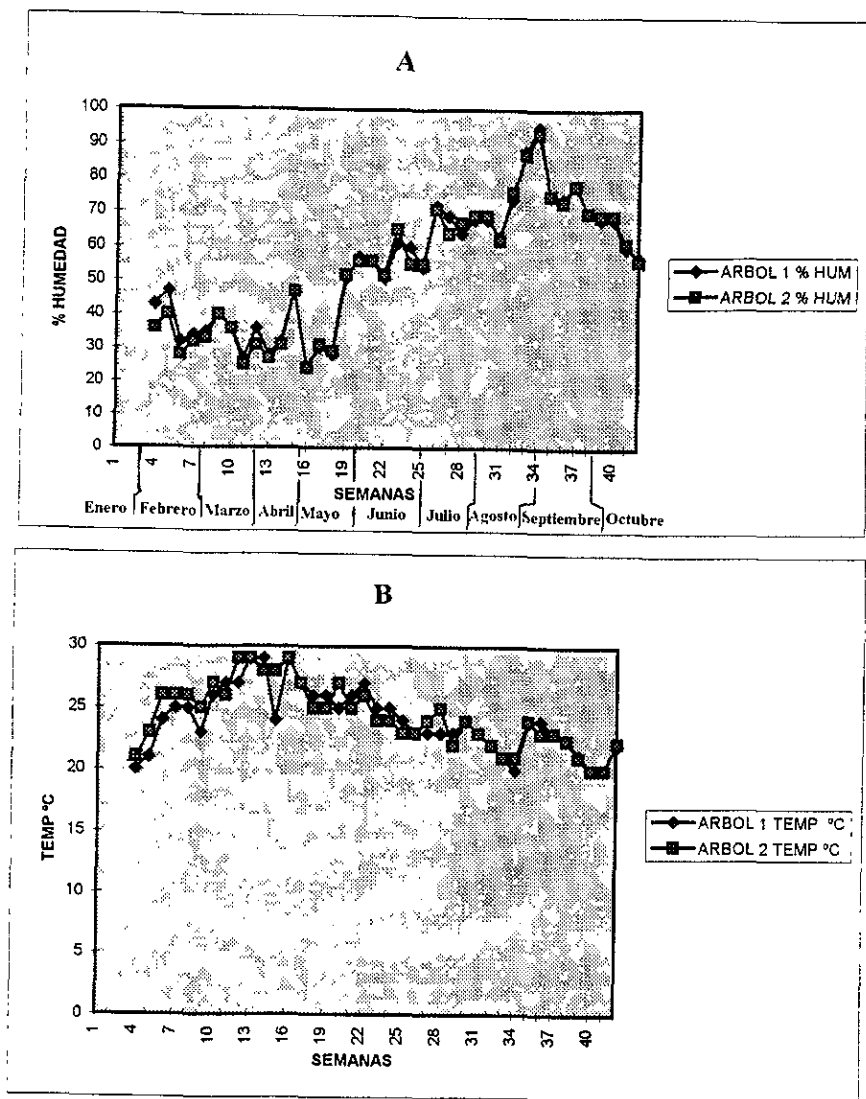
**Figura 4.** Producción mensual de flor (peso seco constante) de *Quararibea funebris*, durante los meses de cosecha en 1998, en los dos árboles de cosecha permanente en San Andrés Huayapan, Oaxaca



**Figura 5.** Promedio mensual de temperatura y humedad atmosférica registradas en los meses de cosecha durante 1998, alrededor de los dos árboles de cosecha permanente en San Andrés Huayapan, Oaxaca



**Figura 6.** Producción semanal de flor (peso seco constante) de *Quararibea funebris*, durante los meses de cosecha en 1998, en los dos árboles de registros permanentes en San Andres Huayapan, Oaxaca



Por las condiciones que presentaron los árboles después de suspendido el riego, se reinició este riego semanal con la misma cantidad de agua que se había empleado anteriormente (arriate anegado) para cada árbol, a partir del 10 de abril (semana 13). El resultado fue un nuevo incremento en la producción de flor en las semanas 14 y 15 (figura 6), así como un mejoramiento de las condiciones físicas de los árboles.

Lo anterior sugiere la importancia del agua presente en el suelo a través del riego. Los propietarios de la rosita de cacao la consideran como una planta que requiere de mucha agua para mantenerla en buen estado y lograr una buena producción de flor

Sin embargo, a partir de mayo y los meses siguientes, junio y julio (semanas de la 16 a la 26), *aún estando presente el riego, se dio un descenso notable en la producción de flor*, lo que puede significar una respuesta estacional natural de la especie; aunque, se registró un pequeño pico de producción durante este intervalo, que pudo haber sido resultado del mantenimiento del riego semanal constante.

El riego se suspendió al inicio de las lluvias, a partir de julio. En esta temporada se incrementó la humedad relativa y se tuvo un aumento gradual en la producción de flor durante los tres meses siguientes hasta mediados de septiembre. A partir de esa fecha la producción descendiendo notablemente durante el mes de octubre. En los meses de lluvia, la *aportación de humedad al suelo es dependiente de las lluvias, por lo que el descenso de producción de flor durante octubre*, en que las lluvias ya no fueron constantes, puede ser una respuesta normal en la fenología de la especie. Habría que experimentar, volviendo a regar los árboles constantemente, para ver si incrementan su producción floral, como sucedió en el intervalo comprendido entre las semanas de la 10 a la 15.

Las gráficas de temperatura y humedad atmosférica semanales para ambos árboles, presentan un patrón similar al mensual, aunque destacan con más precisión los valores de temperatura más altos (29°C) y los más bajos de humedad relativa (24%), para los meses de abril y mayo.

El total de producción de flor por árbol en los árboles de observación permanente, durante los 10 meses fue: árbol número uno 12,651.3 grs, árbol número dos 10,738.8 grs, teniendo un promedio entre los dos árboles de 11,694.5 grs (D.E.=1,352).

Los pesos calculados por flor individual presentaron los siguientes resultados: el peso promedio por flor fresca fue de 1.57 grs (D.E.=0.024, n=30), el peso seco promedio por flor (después de haber estado en el horno a temperatura constante por 72 hrs) fue de 0.298 gr (D.E.=0.020, n=30). La diferencia entre ambos pesos dio una pérdida de peso, por deshidratación, del 81.6%.

Para las submuestras de diez flores colectadas en diferentes eventos de cosecha (n=30), el *peso fresco promedio para el conjunto de diez flores fue de 15.77 grs* (D.E.=0.24) y el peso seco de 3.05 grs (D.E.=0.35). Dividiendo el peso seco entre las diez flores, da un valor de 0.305, muy cercano al valor determinado por flor individual.

Tomando el valor promedio de 3.05 grs de peso seco aportado por diez flores, en 100 grs de peso seco de cosecha de flor, contendría 327 88 flores. Sobre la base de este dato, esperaríamos que la cosecha total durante los diez meses para los árboles de observación sería. 41,479 67 flores para el árbol número uno y 35,209 18 flores para el árbol número dos

#### **b) Producción en ramas**

Los datos promedios de las tres ramas permanentes de observación en cada uno de los dos árboles presentaron, las siguientes resultados

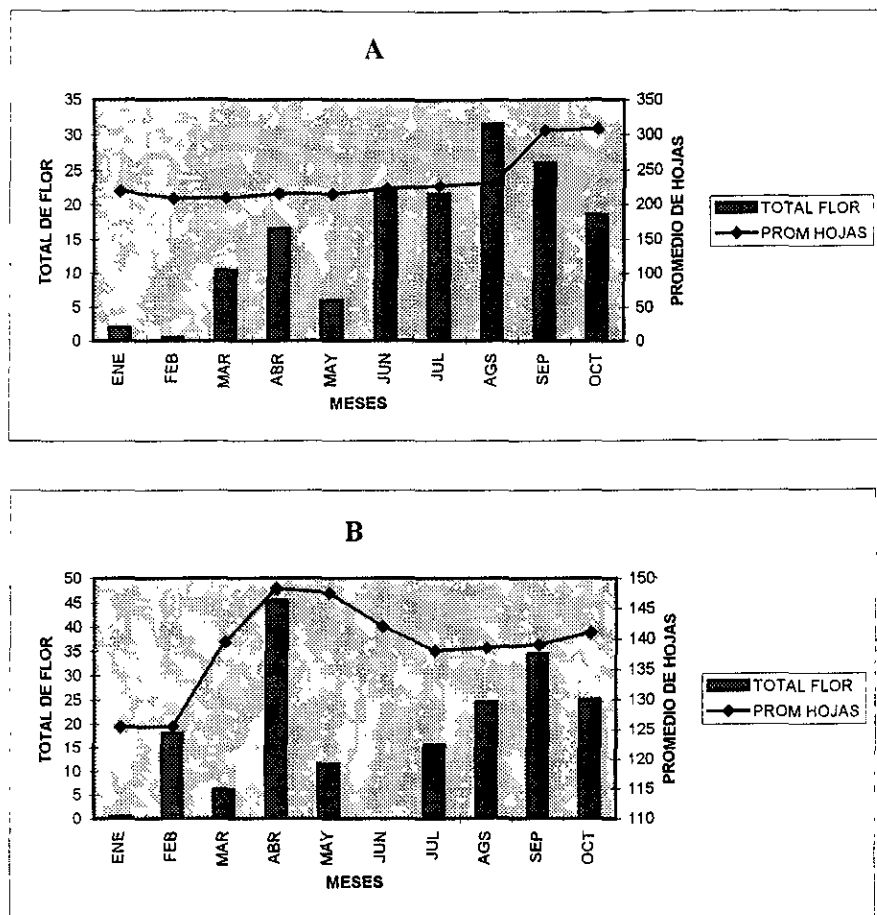
Las ramas de cosecha de los dos árboles mostraron un patrón cercano al de la producción mensual, con un incremento en los meses secos y durante la época de lluvias (figuras 8a y 8b). Las ramas del árbol número uno (figura 8a) aportaron un total de 155 flores por rama durante los diez meses, el mes de febrero fue el menos productivo y el de agosto el de mayor producción. Sin embargo, los meses de junio y julio dieron buena cosecha, probablemente favorecida por el riego. Las ramas del árbol número dos (figura 8b) aportaron un total de 181 flores por rama, siendo el mes de abril el de mayor producción, seguido del mes de septiembre, durante junio no hubo cosecha. En los primeros meses de la época de sequía (febrero-mayo) el árbol número dos, por su ubicación, tuvo más insolación, este hecho apoyado por el riego y altas temperaturas, pudo haber promovido la mayor producción de flores en este árbol durante el mes de abril.

La producción promedio de hojas por rama, de enero a octubre en los dos árboles fue: en el árbol número uno, de 220 hojas a 308 hojas (40% de incremento); en el árbol número dos, de 126 hojas a 141 hojas (12% de incremento). Estos datos indican que la tasa de producción de hojas puede diferir ampliamente de un árbol a otro, aún estando bajo las mismas condiciones de suelo, clima y humedad del suelo. Sin embargo, el árbol número uno presentó mayor insolación durante la época de lluvias, coincidiendo con el incremento de hojas, lo mismo sucede con el árbol número dos, cuyo incremento en el número de hojas sucedió durante la época seca, período en que también recibió mayor insolación.

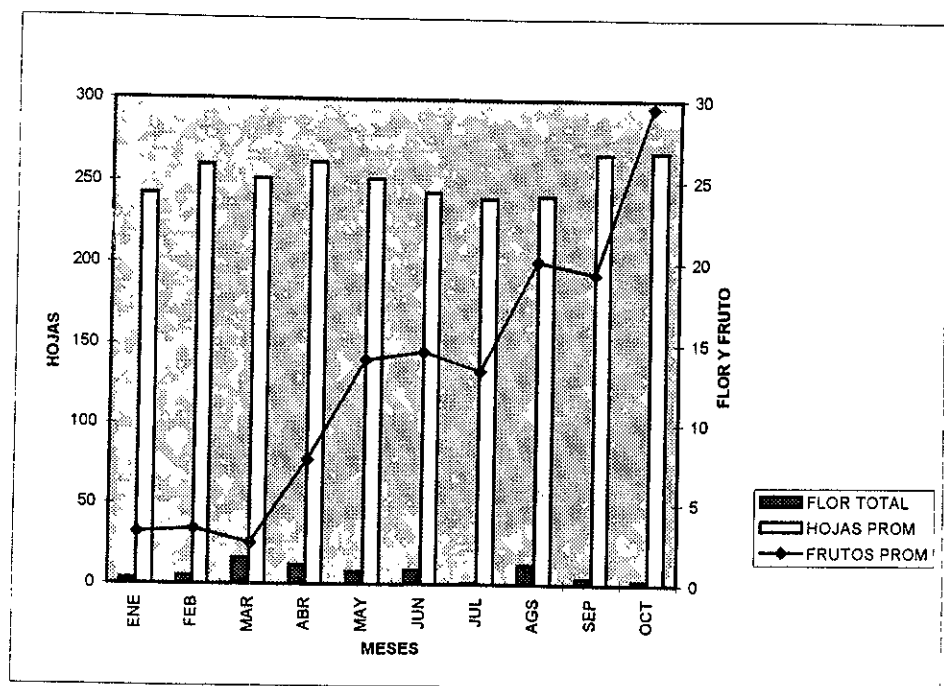
Es posible que el papel de las horas de sol que reciba la copa de los árboles tenga algún papel en aumentar la producción de hojas y probablemente de flores.

En las ramas en que no se cosecharon las flores y se dejó el desarrollo de frutos, se tuvieron los siguientes resultados promedio (figura 9): 1) una baja producción de flores, 2) un ligero incremento en el número de hojas de 242 a 268 (10.7% de incremento), 3) el desarrollo de frutos, a partir de tres frutos iniciales en el mes de enero, hasta llegar a treinta frutos en octubre (900% de incremento).

Las ramas cosechadas de flores sirvieron como testigo, para comparar los resultados de producción de flor y hojas de las ramas sin cosechar. En ambos casos la respuesta de producción fue similar.



**Figura 8.** Producción mensual, durante los meses de cosecha en 1998 de flores (número) y de hojas (promedio) en las ramas marcadas para cada uno de los dos árboles de registros permanentes en San Andrés Huayapan, Oaxaca. A) Arbol 1, B) Arbol 2



**Figura 9.** Producción mensual, durante los meses de cosecha en 1998, de flores (Número) y de frutos y hojas (promedios), producidos en las ramas en que no se cosechó la flor en los dos árboles de registros permanentes en San Andrés Huayapan, Oaxaca

Considerando dos meses y medio observados para la maduración de frutos, probablemente se dieron alrededor de cuatro ciclos de producción de los mismos, lo que pudieran dar una mayor producción de frutos. Algunos frutos se perdieron debido a la actividad de animales, por la acción mecánica de la lluvia al golpear las ramas y por el movimiento de las personas al subir sobre las ramas para cortar la flor; también se detectaron frutos que al inicio o durante sus primeras fases fueron abortados de manera natural.

Los resultados anteriores indican que no es acertada la creencia que tienen las personas acerca de que al no cortar las flores y dejar el desarrollo de los frutos en las ramas, trae como consecuencia la muerte de las mismas. En estas ramas marcadas, en las que no se cortó la flor durante 10 meses, no sólo mantuvieron sus hojas, sino que además, aunque en baja cantidad, incrementaron su número.

Otras características evaluadas a grandes rasgos de los árboles de Hauyapan fueron el número promedio de botones producidos a lo largo de los 10 meses, en ramas de diferentes árboles, con longitud entre 15-20 cms fue de 4.89 (D.E.=1.48, n=20). En ramas equivalentes en tamaño a las de Huayapan, pero en árboles silvestres (Usila n=3 y Tuxtla n=4) y para una sola fecha de muestreo (noviembre 1996), el número de botones promedio fue similar 4.90 (D.E.=1.41).

En las mismas ramas contabilizadas se encontró similitud entre los árboles de Huayapan y los silvestres, sobre el número promedio de hojas por rama, siendo para Huayapan de cinco hojas (D.E.=1.60, n=20) y para los silvestres de 5.6 hojas (D.E.=1.58, n=7).

## **B. ASPECTOS ETNOBOTANICOS**

### **1. Mantenimiento**

**Cuidados Generales:** De un total de 15 personas entrevistadas, todas coincidieron en que la rosita de cacao es un árbol que requiere de mucha agua. Los árboles grandes son regados dos o tres veces por semana en la época de sequía. No los riegan diario ya que en esta época el agua es racionada y a la vez motivo de infracción por las autoridades municipales, por usar más agua que la necesaria para el consumo humano. En la mayoría de los huertos censados, la rosita tiene alrededor un arriate o murete hecho de piedra, abarcando un área similar al área de cobertura de la copa, este arriate se hace con la finalidad de retener el agua cuando se riega.

El desagüe del lavado de ropa o de los trastes de cocina, en varios huertos se conduce hacia los diferentes árboles del huerto, incluida la rosita de cacao. Las personas hicieron la observación de que el agua con jabón es menos perjudicial para las plantas, que el agua con residuos de manteca o aceite.

En algunos huertos, se detectó que alrededor del tronco y dentro del área del arriate, se acumula la hojarasca del mismo árbol o se le anexa más hojarasca de otros árboles. Las personas lo hacen con la finalidad de conservar la humedad del suelo y a la vez que sirva como abono. Sin embargo, en la mayoría de los huertos esta práctica no sucede, ya que para la colecta de la flor tienen que barrer y dejar limpia el área por debajo de la copa del árbol; también esa limpieza la hacen para tener el sitio disponible para actividades sociales como fiestas, descanso o recibir visitas.

Los propietarios del árbol consideran que para mantenerlo en buen estado y en constante floración, es muy importante cortar constantemente las flores, así como las flores fertilizadas, los frutos en desarrollo o ya maduros. La cosecha de flor se efectúa habitualmente tres veces por semana, alternando un día de corte con un día de no corte, siendo los meses de junio a noviembre los de mayor producción de flor.

Se hizo la encuesta en cada huerto sobre la posibilidad de propagación del árbol por medio de estacas. El resultado de la totalidad de las respuestas fue negativo. Algunos propietarios mencionaron su intento por propagar el árbol a través de esta técnica. Para ellos es claro que este medio de propagación no resulta, ya que observaron que las estacas que se cortan no enraizan y se pudren rápidamente.

El único medio de propagación considerado seguro es por semillas, dejando que éstas germinen donde cayeron, produciendo plántulas que muy pocas personas las colectan para envasar en bolsas de vivero o, después de un año, las transplantan a otro sitio para su establecimiento. A través del censo de la rosita en Huayapan, se pudo observar que los bancos de plántulas en los huertos son muy pobres o no existen, ya que las personas las retiran por mantener limpia esa área del suelo por los motivos mencionados anteriormente.

Durante las encuestas, se apreció que actualmente no hay gran interés por parte de la mayoría de los pobladores por propagar la rosita de cacao de manera extensiva y permanente. Personas de otras poblaciones de los Valles, como Tlalixtác de Cabrera, Teotitlán del Valle, Tlacolula, Ocotlán y poblados vecinos a este último, han llevado de Huayapan plantas juveniles y semillas para propagarlas en sus localidades. Al respecto, los comentarios sobre los resultados de esta propagación han sido: 1) Las plantas no crecen saludablemente, 2) si llegan a crecer no producen flor, 3) Las plantas que llegan a producir flor, producen flores muy pequeñas que no son muy adecuadas para vender y 4) Estas plantas producen flor una sola vez al año. Las personas atribuyen que estos resultados son propiciados por: a) El tipo de suelo en sus terrenos no es el adecuado, b) El clima es factor limitante, c) Tanto el suelo como el clima no son los adecuados. Estos aspectos deberán abordarse más ampliamente en observaciones posteriores al visitar y registrar las características de estos árboles que se han logrado en estas comunidades, así como las características edafológicas y climáticas de esos sitios.

## 2. Cosecha de Flor

En la cosecha de flor (que incluye el pedúnculo floral, cáliz, corola y estructuras reproductoras) participan principalmente el hombre, dueño del huerto quien sube al árbol; las mujeres y niños entre 7-9 años, quienes cortan las flores que están a su alcance en las ramas bajas de la periferia externa de la copa y niños de 8-12 años o adolescentes, quienes cortan flores de ramas bajas o también suben al árbol

En algunos casos particulares, en huertos donde las personas ya son mayores (50-70 años), y no hay integrantes jóvenes o fuertes en la familia, se contrata a una persona que haga la cosecha, pagándole, en 1977, entre \$30 y \$35 por día. Otra opción es vender la producción total que pueda dar anualmente un árbol, permitiendo que el comprador haga la cosecha rutinaria dentro del huerto a lo largo del año. El costo de venta de la producción anual de flor en pie para 1997 fue de \$ 600 a \$ 800 por árbol.

La cosecha en la mayoría de los casos se alterna cada dos días. Generalmente se realiza por la mañana. Hay quienes llevan a cabo la cosecha por la tarde, con la justificación de que para ese entonces ya abrieron el mayor número de flores que deberían abrir durante ese día

El día de la cosecha se procura cortar todas las flores nuevas presentes y las que están a punto de abrir. Las flores que abrieron recientemente son identificadas por su turgencia, apertura radial completa y su color blanco brillante. Las flores que abrieron el día o días anteriores, se identifican por que fácilmente se les caen sus pétalos y presentan un color blanquecino apagado y en ocasiones pardo.

Durante la cosecha es muy importante cortar todos los frutos presentes a los que llaman "coquitos" por su semejanza con un coco de agua en miniatura. También cortan aquellos frutos que iniciaron su formación, nombrándolos "jarritos" o "cantaritos". Al ser fertilizadas las flores pierden los pétalos y el cáliz se va haciendo acrecente, aumentando de tamaño y engrosándose en la región envolvente a nivel del ovario, lo que le da apariencia de cántaro.

La mayoría de las personas entrevistadas consideraron que si no se cortan los frutos o "coquitos" en crecimiento o maduros, puede ser perjudicial para el árbol, ya que todas aquellas ramas que fructifiquen se secarán posteriormente. A su vez, es claro para los dueños de los árboles, que en la medida que se dé el corte total y frecuente de la flor en un árbol, es una manera de continuar la producción de flor en el mismo.

En algunos huertos, antes de iniciar el corte, el área que esta por debajo de la copa del árbol es barrida con una escoba de varas; esto tiene la finalidad de recoger todas las flores completas o partes de las mismas que van cayendo durante la cosecha, para que éstas no se ensucien o confundan con otros restos vegetales.

Al inicio de la cosecha, primeramente se cortan las flores localizadas en la periferia y del interior de la copa que están en ramas bajas, al alcance de las manos, cortando la flor manualmente con cuidado, en esta actividad participan las mujeres y/o niños. Posteriormente, con la ayuda de una vara de carrizo (*Arundo donax* L.), de aproximadamente 2 a 2.5 m de largo y en cuya punta hay un clavo a manera de gancho o una pequeña muesca triangular, se cortan todas las flores de la periferia de la copa que son alcanzadas por esta vara. Las posibilidades de aumentar la altura del corte a niveles más altos del árbol se da subiéndose en algún banco o silla; también durante el corte a este nivel participan las mujeres y niños. Finalmente, para el corte del resto de flores en el interior y periferia más altas de la copa, es necesario ir cortando de tramo en tramo al ir subiendo sobre el árbol, apoyando los pies en las ramas verticiladas características del árbol, las que facilitan la subida, pero siempre teniendo cuidado de no lastimar a estas ramas o a otras ramas vecinas más delgadas. En cada tramo se cortan manualmente todas las flores del interior que están al alcance de la mano, las flores periféricas más lejanas se cortan con el auxilio de una vara de carrizo con características similares a la anterior, pero de longitud más corta (aproximadamente 80-100 cm). En esta actividad participan principalmente los hombres, ocasionalmente niños grandes y muy rara vez las mujeres, ya que en este nivel la cosecha presenta riesgos potenciales para las personas que suben al árbol.

En el interior de la copa la búsqueda de las flores es lenta, ya que por la posición hacia abajo de las hojas, las que a su vez en su mayoría son de lámina grande, ocultan a las flores. Sin embargo, el color blanco brillante, o aún el apagado de las flores viejas, permite distinguirlas en la trama verde de la copa.

El tiempo de cosecha invertido por árbol y por persona, va de dos a tres horas, dependiendo de la cantidad de flores presentes, el tamaño del árbol y la experiencia del cosechador. La persona se acompaña de un "chiquihuite" o tenate de palma (*Brahea dulcis* L.), de aproximadamente 25 cm de diámetro y 40 cm de alto, el cual se lo cruza al pecho con una correa de cuero. En el chiquihuite se guardan todas aquellas flores que son cortadas con las manos, o que se recuperan directamente de las varas del carrizo. Durante la cosecha una gran parte de las flores se tienen que dejar caer, ya que no es posible su colecta directamente al estar subidos en el árbol, de ahí la importancia de dejar limpia el área debajo de la copa.

Conforme van cayendo las numerosas flores completas o partes de las mismas al suelo, otros miembros de la familia, mujeres y/o niños, las recogen con precaución, para evitar ensuciarlas con tierra, poniéndolas en otro chiquihuite o cubeta. También son colectados con cuidado del suelo, todos los pétalos libres, pedazos de estigma, cálices, botones y aún "cantaritos" que se hayan desprendido, ya que todos estos elementos también son utilizados para la preparación del tejate, aunque ya no para su venta en la mayoría de los casos.

Las flores enteras o partes de las mismas que han sido colectadas, son puestas inmediatamente sobre una lámina de metal limpia o un comal de barro, para ser secadas al aire libre y al sol directo. Al término de las horas de insolación del día, las flores son guardadas dentro de la casa, para que al día siguiente sean puestas nuevamente al sol. Este

proceso de secado continuo dura entre tres y cuatro días. Las flores que han sido secadas bajo el sol se consideran de mayor calidad para su venta, ya que conservan un color blanquecino más nitido y mayor aroma, que es lo que les da su valor. En la época de lluvias, llevar a cabo este proceso es más difícil, ya que puede darse la pérdida de la flor cosechada por la invasión de hongos. Las flores que son secadas a la sombra, o con un secado inconstante al sol, quedan de un color café oscuro y menos aromáticas, características que las colocan en el mercado como flor de menor calidad y de precio más bajo.

### 3. Usos

Básicamente en los Valles Centrales de Oaxaca la flor es usada para la elaboración del tejate, palabra proveniente del náhuatl que significa “agua de harina de maíz” (*textli*=masa de harina y *atl*=agua) (Cabrera, 1974). Bradomin (1987) atribuye a los mayas el origen del tejate, introducido a los zapotecas por los mexica que comerciaban con Guatemala.

La flor seca se tuesta en comal para ser incorporada a los demás ingredientes del tejate, utilizándose el maíz “criollo” o de “bolita” (*Zea mays* L.). En el apéndice 4 se indica la preparación tradicional de esta bebida. El tejate es consumido de manera rutinaria por pobladores de las diversas comunidades de los Valles Centrales y de la Ciudad de Oaxaca, principalmente se acostumbra tomarlo entre las once de la mañana y cinco de la tarde. Las personas lo acostumbran como una bebida refrescante y reconfortante.

En Huayapan aún se acostumbra que las mujeres lleven tejate junto con el almuerzo (11-12 de la mañana) a los familiares y trabajadores que realizan sus tareas en el campo. También lo preparan para su consumo en casa y cuando llegan del trabajo o de la escuela los familiares. Todavía puede verse que es degustado por los niños.

#### a) Otros usos

La flor también participa de manera importante en celebraciones religiosas.

En la festividad del Cristo Negro de Esquipulas que tiene lugar el 14 de enero, principalmente en las poblaciones de Teotitlán del Valle y Tlacolula. Las flores de rosita de cacao se usan frescas para la elaboración de collares con los que adornan las esculturas o imágenes de este Cristo. Es interesante mencionar que personas de Teotitlán del Valle comentaron que un gran número de residentes de esta comunidad han viajado a Guatemala por motivos comerciales, y aprovechan para traer imágenes y figuras de este Cristo, que actualmente se encuentra en numerosas casas de Teotitlán del Valle.

La flor fresca, para la elaboración de estos collares, es muy apreciada durante su venta en el mercado de Teotitlán el 14 de enero. Los habitantes de Huayapan llevan canastas de flores frescas, los compradores de Teotitlán prácticamente se arrebatan las flores. En dado caso de que se hayan terminado las flores completas, aún las maltratadas y los cálices sin pétalos son adquiridos, ya que para las personas es fundamental contar con el aroma para ofrecerlo a sus imágenes. Otra celebración en la que se usa la rosita de cacao es durante la festividad de la

Virgen de Guadalupe el 12 de diciembre, también elaborando collares que se ponen sobre las imágenes de la virgen y en la “octava de novia”, esto significa que después de 8 días de que contrajo matrimonio, a la recién casada se le obsequia un collar de flores frescas de rosita de cacao

Las flores secas también se utilizan para aromatizar el interior de armarios, roperos o baúles.

En la medicina rural, se registró que tomar tejate en ayunas por una semana, es un buen remedio para combatir la disentería. Así mismo la flor se prepara en te para malestar estomacal

#### **b) Usos en otras localidades del estado de Oaxaca y en Veracruz**

En San Felipe Usila, Oaxaca, donde existen poblaciones silvestres, y donde se encontraron algunos árboles juveniles y adultos de rosita de cacao en algunos huertos familiares, no se conoce el uso de la flor, ni el tejate. En esta localidad, las hojas se usan para envolver tamales de frijol sazonados con hojas de aguacatillo (*Persea sp*), planta que también crece en la vegetación silvestre y solares de Usila.

En Los Tuxtlas, el acompañante de campo mencionó que la flor se usaba anteriormente para saborizar el pinole, las hojas para envolver tamales y las ramas para elaborar molinillos

Cabe hacer notar que la flor seca, después de meses de estar almacenada, conserva fuertemente su aroma. En el caso particular de este estudio, se tienen colectas de flores desde agosto de 1995 hasta 1998 y éstas han mantenido su intenso aroma. Schultes (1957) menciona el olor extremadamente persistente de *Q. fumebris*, aún en ejemplares de herbario que el revisó, con más de 100 años de haber sido colectados.

Uno de los pobladores de Huayapan comentó que algunos japoneses han comprado grandes cantidades de flor seca en el mercado, con la finalidad de probarla en la elaboración de algún tipo de perfume.

### **3. Comercialización**

#### **a) Venta de Flor Fresca**

El 14 de enero, en la celebración del cristo negro de Esquipulas de Guatemala, en el mercado de Teotitlán del Valle, cada flor fresca se vende entre \$ 0.30 las chicas y \$ 0.50 las grandes o, alrededor de 15 flores por \$ 5. Es interesante hacer notar que durante esa mañana de venta también se da un sistema de trueque con la flor; así, por el equivalente a 2 latas de sardina de flor fresca, son intercambiados cinco o seis tamales de frijol o diez tortillas tlaxiadas o cuatro chayotes criollos o cinco piezas de pan u otros artículos alimenticios que puedan tener un valor de intercambio. Aun los cálices o “cantaritos jóvenes” (frutos que inician su formación), son apreciados este día para su venta o intercambio, para hacer los collares a las imágenes. De esta manera, los pobladores de Huayapan, degustan con su familia los alimentos intercambiados ese día. El comentario de una vendedora de flor, fue que cuando logran acopiar muchos tamales o tortillas por este trueque, los venden en Huayapan

### **b) Venta Directa de Flor Seca**

La flor para la elaboración del tejate se vende seca, distribuyéndose en los mercados a través de dos vías. 1) vendedores directos, que son propietarios de uno o más árboles de Rosita y provienen de Huayapan y 2) vendedores intermediarios que compran la flor a los de Huayapan

La comercialización directa, básicamente la realizan las mismas mujeres que preparan y venden el tejate (tejateras). En el lugar donde expenden el tejate llevan en canastas la flor seca *que es vendida en medidas de una jícara mediana o una lata de sardina*. El precio de cualquiera de estas medidas fue de \$ 5 (precio de 1997 y principios de 1998), con un peso seco promedio de flores de 74 grs (D.E.=17.2, n=10).

Los vendedores intermediarios, localizados principalmente en puestos fijos y especializados en la venta de plantas medicinales o hierbas secas de olor o de chiles, venden la flor en medidas de una jícara o lata de sardina a \$ 5, pero con un peso seco promedio de flores de 48.1 (D.E.=10.3, n=11).

Las dos vías de comercialización presentan el mismo precio para una medida estandar (jícara o lata de sardina), pero el peso seco promedio fue diferente. Las tejateras dan mayor cantidad de flor al mismo precio, esto puede ser motivado por el hecho de que son dueños de los árboles de rosita de cacao y los tienen disponibles todo el tiempo en sus huertos familiares; en el caso de los intermediarios, éstos *no varían el precio pero si aumentan su ganancia al disminuir la cantidad de flor que ponen en las medidas*

Los principales mercados donde se vende la flor seca son el de Tlacolula, Ocotlán, Zaachila, el de Abastos de la Ciudad de Oaxaca y el 20 de Noviembre en el centro de la misma Ciudad.

### **c) Venta de Tejate**

El tejate es consumido diariamente en diversos mercados de la Ciudad de Oaxaca como son: Mercado de Abastos, Mercado 20 de noviembre, Mercado Benito Juárez (ambos en el centro de la ciudad), Mercado de las Flores, Mercado de la Merced; así como en otras poblaciones cercanas a la capital como las de Ocotlán, Tlacolula, Zaachila, Teotitlán del Valle y Tlaxiacta.

En la prospección durante tres sábados que fueron el día de mercado en la Ciudad de Oaxaca, en los dos mercados más importantes de la ciudad, el de Abastos y el del Centro, se registró lo siguiente :

El número de tejateras en el Mercado de Abastos osciló entre veintinueve a treinta y cinco. Ellas expenden en sitios ya ubicados sobre los diversos pasillos del mercado, de manera que fueron localizadas de ocho a diez tejateras en la zona de las carnicerías, de nueve a once en

la zona de las fondas, de nueve a once en la zona de verduras, dos en la zona del tianguis y una en la zona de venta de ropa (figura 10a) De este total de tejateras el 75 % venían de Huayapan, el otro 25% vinieron de Tlalixtac, de la Ciudad de Oaxaca y de algunos otros sitios que algunas de ellas no quisieron precisar.

En el Mercado Benito Juárez, a lo largo de la semana, se registraron 11 tejateras todas provenientes de Huayapan. Diez de ellas están ubicadas sobre los pasillos y una solamente tiene puesto fijo (figura 10b).

La cuota diaria por derecho de uso del pasillo en los mercados es de \$ 1 No cualquiera puede llegar a establecerse en los pasillos, tiene que pedirse una autorización al administrador del mercado, pero además deberá ser aceptada por los otros puestos que están alrededor y no deberá estar cerca de otra tejatera

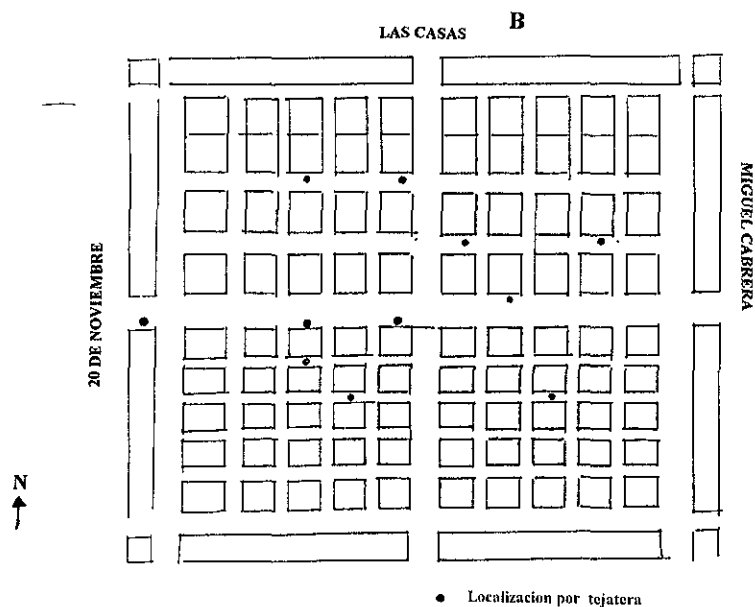
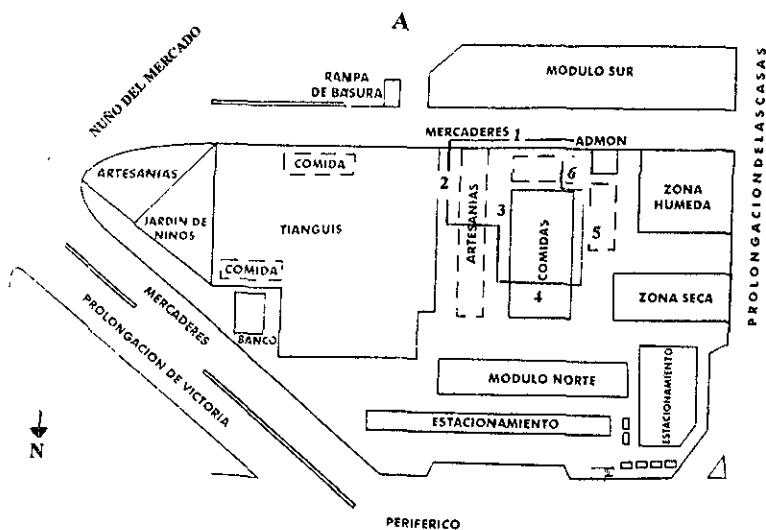
Considerando los materiales y servicios involucrados en la preparación del teje y el precio de su venta, puede estimarse a grandes rasgos su dinámica económica. Los gastos involucrados para preparar la cantidad habitual por día, es de 6 kgs de masa de maíz para teje y son los siguientes:

|                                    |                                                        |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 6 kgs de maíz criollo -----        | \$ 15 60 (\$ 2.60 el kg de maíz comprado por tonelada) |
|                                    | ó                                                      |
|                                    | \$ 18.00 (\$ 3.00 el kg de maíz comprado al menudeo)   |
| 0.5 kg de cacao -----              | \$ 17 50                                               |
| 15 semillas de alpiztle -----      | \$ 20.00                                               |
| 2 jicaras de rosita de cacao ----- | \$ 10.00                                               |
| 2 kgs de azúcar -----              | \$ 12.00                                               |
| 1 bloque de hielo -----            | \$ 10.00                                               |
| 1 garrafón de agua -----           | \$ 6.00                                                |
| Transportación -----               | \$ 4.00 camión ó \$ 6.00 taxi colectivo                |
| Molino ( de maíz) -----            | \$ 5 00                                                |
| Cuota del mercado -----            | \$ 1.00                                                |

Monto total (considerando los precios más altos de maíz y transportación) ----- \$ 105.50

El contenido de un recipiente para teje llamado “apaztle” para 6 kgs de masa de teje (alrededor de 25 lbs), de acuerdo a la información proporcionada por las tejateras entrevistadas, rinde de ochenta a cien jicaras, dependiendo del tamaño de la jicara. El teje se vende a dos precios: la jicara chica a \$ 3 (200 ml aproximadamente) y la jicara grande \$ 4 (300 ml aproximadamente). El comentario de las tejateras y lo que pudo observarse es que se consume más la jicara chica, por lo que si consideramos este dato para calcular la ganancia o valor agregado en la venta del teje y tomamos como base la venta de ochenta jicaras a \$ 3 entonces se tendría un total de \$ 240 para 6 kg de masa para teje.

Figura 10 Plano de localización del número promedio de tejateras en dos mercados importantes de la Ciudad de Oaxaca: A) Central de Abastos, B) Mercado Benito Juárez



Se estimó la ganancia neta diaria: \$ 240.00 de venta - \$ 105.50 de gastos= \$ 134.50 de ganancia, que sería el valor agregado a la flor, en el tejate.

Se estimó la ganancia anual:

\$ 135.50 x 6 días a la semana = \$ 813.00 semanales

\$ 813.00 x 4 semanas al mes = \$ 3,252.00 mensuales

Al año se tendría una ganancia de \$ 39,024.00

Como nos indican estos cálculos, la venta de tejate es importante económicamente para quienes lo comercializan, dentro de los vaivenes de venta en el mercado

Hay tejateras que venden los 7 días de la semana. Asimismo, hay que tomar en cuenta el tiempo que le toma durante el día a una persona, para desempeñar la venta del tejate, que incluye a grandes rasgos las siguientes actividades 1) de 6 a 7 de la mañana, van al molino para la molienda del maíz, 2) de las 9 a las 10 de la mañana, la preparación de la masa del tejate con todos sus ingredientes, 3) de las 10 a 11 de la mañana, el traslado al sitio de venta (al mercado correspondiente), 4) de 11 de la mañana a 7 u 8 de la noche se realiza la venta del tejate. Puede verse que el tiempo dedicado al tejate abarca casi todo el día (11-12 hrs)

En algunas de las actividades anteriores también llega a participar algún otro miembro de la familia.

Las tejateras mencionan que hay temporadas de ventas bajas y altas, siendo para ellas las de vacaciones y durante los meses de calor, las que más les reditúan.

Se observó la compra de tejate por personas de Oaxaca, pero también por turistas nacionales y extranjeros, aunque éstos, al ver la forma en que se prepara el tejate, su presentación y como se sirve, les causa cierto temor el consumirlo.

Las tejateras no llevan el tejate en líquido al mercado, sino la masa con los ingredientes mezclados, que le dan un color café oscuro. En el sitio de venta, la masa es depositada en el apaztle, donde con la mano inician a disolverlo lentamente con agua enfriada con hielo, ya que si no es así, no se hace la espuma. Conforme avanza el proceso se va moviendo con más energía y se levanta el líquido dejándolo caer en chorros hacia el apaztle para lograr la espuma. Al terminar el proceso, que toma alrededor de 10 mins, queda disuelta la masa de tejate y en la superficie queda una espuma densa de textura grasosa, típica del tejate a la que se le llama "flor del tejate" o "florecita del tejate". Hay tejateras que actualmente le agregan coco seco molido (*Cocos nucifera* L.) o cacahuete (*Arachis hypogaea* L.), aunque las tejateras tradicionales consideran que estos tejates no son auténticos, de igual manera critican que actualmente la preparación del maíz ya no es cociéndolo con ceniza de encino negro (*Quercus* sp.), sino que se prepara en nixtamal, como si fueran a prepararse tortillas, lo que consideran que la nixtamalización del tejate le da sabor a tortilla.

Hay personas que piden el tejate sin espuma y hay quienes lo toman sin azúcar. Los bebedores tradicionales de tejate lo toman en jícara, pero los visitantes lo toman en vasos desechables de plástico.

Se considera que la espuma es un concentrado de lípidos aportados por la semilla del mamey y el cacao. La rosita de cacao es la que da el sabor y aroma, pero también se dice que ayuda a que se forme la espuma.

También las tejateras venden masa preparada para tejate, para quien la compre lo elabore en su casa. El precio por aproximadamente  $\frac{1}{4}$  de esta masa, oscila entre \$ 8 y \$10.

La mayoría de las tejateras también venden agua de chilacayota (*Cucurbita ficifolia* Bouché), que también es una bebida tradicional elaborada con una planta endémica de México.

## II. ASPECTOS GENETICOS

### 1. Enzimas

Se ensayaron catorce sistemas enzimáticos (apéndice 5), las referencias bibliográficas sobre las marchas de cada sistema se ubican en el Laboratorio de Genética Ecológica y Evolución del Instituto de Ecología, UNAM. Del total de sistemas probados, seis enzimas que correspondieron a PGI-1, PGI-2, SKD-1, IDH-1, IDH-2 y APX, tuvieron buena actividad y resolución definida en sus patrones de bandeo (tabla 1). Estas enzimas se usaron para la caracterización genética, a nivel enzimático, de las tres poblaciones colectadas de *Q. funebris*

Se registraron hasta tres bandas para los sistemas enzimáticos utilizados, con un rango de distribución de dos a tres bandas por locus en las poblaciones muestreadas, lo que indica que hay polimorfismo que puede propiciar heterocigosis potencial dentro de estas poblaciones. Las bandas dos y tres dentro de las poblaciones en los seis sistemas enzimáticos son las más variables (tabla 2), ya que hay bandas que son específicas para una sola población, otras se distribuyen en las tres poblaciones y otras que sólo se presentan en dos poblaciones. Las bandas específicas para cada población fueron: la banda número dos de APX-2, para Huayapan, la banda número tres de IDH-2, para Los Tuxtlas y la banda número uno de PGI-2, para Usila (Tabla 2)

**Tabla 1. Enzimas con resolución definida para *Q. funebris* y el número de bandas**

| ENZIMAS | Número de bandas |
|---------|------------------|
| APX     | 2                |
| IDH-1   | 2                |
| IDH-2   | 3                |
| PGI-1   | 2                |
| PGI-2   | 3                |
| SKD-1   | 2                |

**TABLA 2. BANDAS (loci) EN LAS POBLACIONES DE *Q. funebris* ESTUDIADAS EN OAXACA (San Andrés Huayapan y San Felipe Usila) Y VERACRUZ (Los Tuxtlas).**

| Enzima | No. de bandas | Distribución de bandas |         |         |
|--------|---------------|------------------------|---------|---------|
|        |               | banda 1                | banda 2 | banda 3 |
| PGI-1  | 2             | G                      | T, U    | --      |
| PGI-2  | 3             | U                      | G       | T, U    |
| SKD-1  | 3             | H, U                   | G       | G       |
| IDH-1  | 2             | G                      | T, U    | --      |
| IDH-2  | 3             | G                      | T, U    | T       |
| APX-1  | 2             | G                      | H       | --      |

G= Las tres poblaciones, H= Huayapan, U= Usila , T= Tuxtlas

## 2. Variabilidad Genética de las Poblaciones.

Los resultados obtenidos muestran diferencias interpopulacionales importantes. La población de Huayapan tiene las diferencias más contrastantes con las poblaciones silvestres de Usila y Los Tuxtlas, con respecto al número promedio de alelos por locus, el porcentaje de loci polimórficos y la diversidad genética a partir de la heterocigocidad promedio observada y esperada (tabla 3)

En el número promedio de alelos por locus (**A**), la población de Huayapan presentó los valores más bajos ( $A=1.5$ ), seguida de Los Tuxtlas ( $A=2.0$ ) y Usila con el valor más alto ( $A=2.2$ ). Dentro de las medidas del porcentaje de loci polimórficos promedio (**P**), el valor más bajo fue también para Huayapan ( $P=33.3$ ), seguido de Los Tuxtlas ( $P=66.7$ ) y por último de Usila ( $P=83.3$ ).

El valor de heterocigosis promedio observada (**Ho**) por población fue más bajo en Huayapan ( $Ho=0.127$ ) y más alto en Usila ( $Ho=0.308$ ). Con respecto a la heterocigosis promedio esperada (**He**), el valor más bajo volvió a corresponder a Huayapan ( $He=0.113$ ) y el más alto a Usila ( $He=0.344$ ).

El índice de fijación indica que no hay deficiencias notables de heterocigotos (tabla 3). En términos generales, la variación genética en todas las medidas determinadas es mayor en las poblaciones de Usila y Los Tuxtlas.

**TABLA 3. MEDIDAS DE VARIABILIDAD GENETICA EN LAS POBLACIONES DE *Q. funebris* ESTUDIADAS EN OAXACA (San Andrés Huayapan y San Felipe Usila) Y VERACRUZ (Los Tuxtlas).**

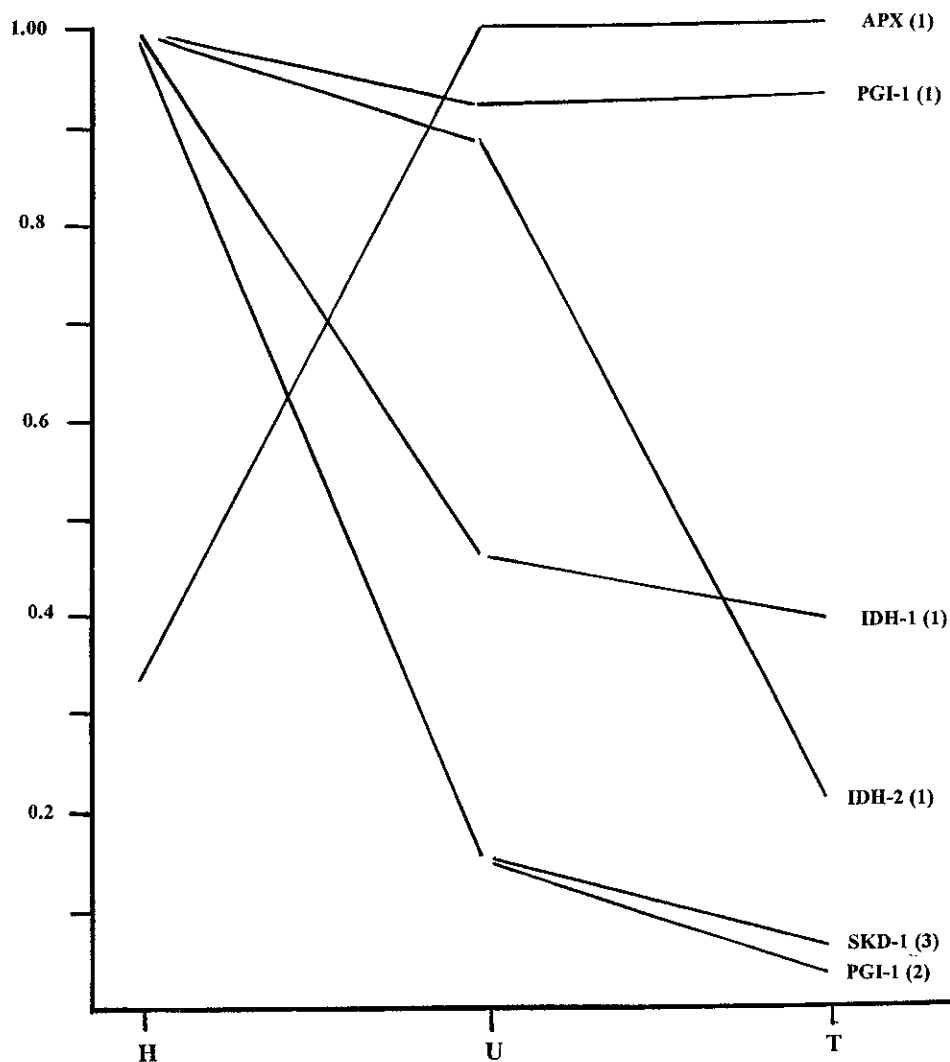
| Población | No. promedio individuos por locus | No. promedio alelos por locus (A) | Porcentaje de loci polimórficos (P) | Heterocigosidad media |                            |
|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|----------------------------|
|           |                                   |                                   |                                     | Observada (Ho)        | Esperada (H <sub>e</sub> ) |
| HUAYAPAN  | 25 0 (0.00)                       | 1 5 (0 31)                        | 33.3                                | 0 127 (0 088)         | 0 113 (0.078)              |
| USILA     | 13 0 (0 00)                       | 2 2 (0.30)                        | 66 7                                | 0.238 (0.119)         | 0.224 (0.089)              |
| TUXTLAS   | 14.0 (0.00)                       | 2.0 (0 30)                        | 83 3                                | 0 308 (0.103)         | 0 344 (0 105)              |

La desviación estándar se presenta dentro de los paréntesis

### 3. Frecuencias Alélicas.

La distribución de frecuencias de un alelo por locus, para todos los individuos de las tres poblaciones se presentan en el apéndice 6 La población de Huayapan presentó cuatro alelos con valor igual a uno y cinco alelos con valor igual a cero Las otras dos poblaciones presentaron solamente un alelo cada una con valor igual a uno

Las frecuencias alélicas (apéndice 7) fueron muy heterogéneas entre las tres poblaciones, pero esta diferencia fue más notable entre la población de Huayapan con respecto a las poblaciones silvestres (figura 11)



**Figura 11.** Distribución de la frecuencia de alelos presentes en las tres poblaciones estudiadas de *Quararibea funebris*: H=San Andrés Huayapan, Oaxaca; U=San Felipe Usila, Oaxaca y T=Los Tuxtlas, Veracruz para cada una de las seis enzimas. En paréntesis se anota el número de alelo correspondiente de cada enzima.

#### 4. Diferenciación Poblacional

Se evaluó la diferenciación poblacional a través de los estadísticos *f-wright* (Rendón y Nuñez, 1999) Permitiendo por medio de estos estadísticos la obtención de la partición de la varianza genética en sus componentes locales (poblaciones) y geográficos (diferencias entre poblaciones).

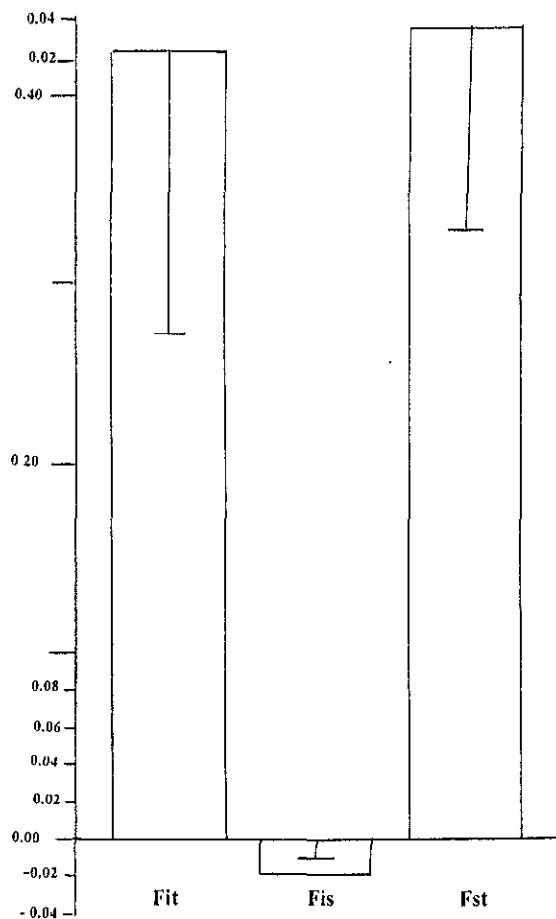
Los estadísticos *f-wright* (Fis, Fit y Fst por Biosys-1; F,  $\phi$  y f por la prueba de Weir; la media y desviación típica de F,  $\phi$  y f por la prueba de Jackknife y el IC al 95% de F,  $\phi$  y f por un Bootstrap sobre los loci), presentaron los siguiente valores (tabla 5 y figura 12): los índices de fijación promedio Fis (-0.0230) y f (-0.0220) indican que no hay endogamia y si la presencia de heterocigotos para la mayoría de las enzimas, a excepción de PGI-1 y PGI-2 que presentaron valores positivos (Tabla 4). El promedio de Fst (0.4360)  $\phi$  (0.5920) son positivos, lo que indica alta diferenciación genética entre poblaciones, que puede ser originada por deriva génica. Los promedios de Fit (0.4230) y F (0.5912) que se encuentran alrededor del valor de 0.5, indican que la estructura poblacional de *Q. funebris* podría estar determinada por la combinación entre deriva génica, endogamia y selección natural.

En concordancia con la notable variación en la frecuencia de los alelos (figura 11), se dio una diferenciación poblacional muy elevada que indica que aproximadamente entre el 43% y 60% de la variación genética de *Q. funebris* está contenida en las diferencias interpoblacionales (entre poblaciones), y entre el 57% y 40% de variación es intrapoblacional (contenida en todas las poblaciones).

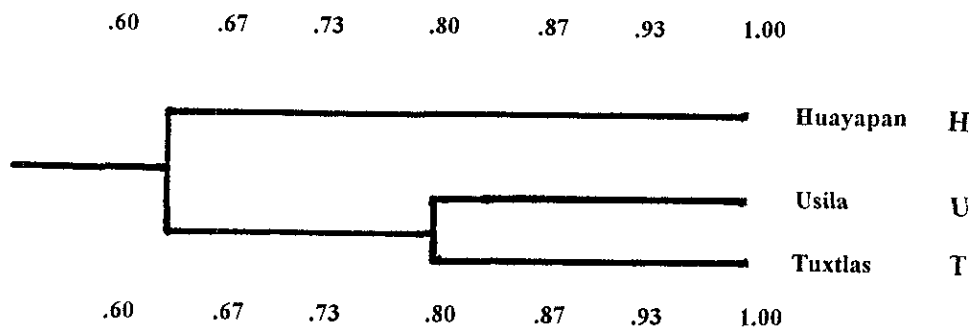
El arreglo fenético de las poblaciones aplicando como criterio la similitud genética ( $0 < I < 1$ ) por medio del índice de Nei, fue de 0.80 entre las poblaciones silvestres y de 0.63 entre éstas con la población de Huayapan (figura 13)

**Tabla 4. Estadísticos F de Wright para *Quararibea funebris*. El promedio y error estándar fueron obtenidos mediante un jackknife sobre todos los loci. Los intervalos de confianza (al 95%) se obtuvieron mediante un bootstrap sobre todos los loci.**

| LOCUS          | F             | Fit   | $\phi$        | Fst    | f                 | Fis    |
|----------------|---------------|-------|---------------|--------|-------------------|--------|
| APX            | 0.5524        | 0.495 | 0.6038        | 0.564  | -0.1296           | -0.159 |
| IDH-1          | 0.3639        | 0.112 | 0.4977        | 0.312  | -0.2664           | -0.292 |
| IDH-2          | 0.5689        | 0.391 | 0.6221        | 0.479  | -0.1407           | -0.169 |
| SKD            | 0.0775        | 0.040 | 0.1312        | 0.116  | -0.0619           | -0.086 |
| PGI-1          | 0.4898        | 0.455 | 0.0131        | 0.026  | 0.4830            | 0.440  |
| PGI-2          | 0.9086        | 0.842 | 0.7994        | 0.665  | 0.5443            | 0.528  |
| Promedio       | 0.5912        | 0.423 | 0.5920        | 0.4360 | -0.0220           | -0.023 |
| Error estándar | 0.1509        |       | 0.1056        |        | 0.1147            |        |
| I.C. al 95%    | 0.2844-0.7955 |       | 0.3256-0.7246 |        | -0.1716-(-0.2721) |        |



**Figura 12.** Valores de los estadísticos de Wright para las poblaciones estudiadas de *Quercus finebris* en San Andrés Huayapan, Oaxaca; San Felipe Usila, Oaxaca y Los Tuxtlas, Veracruz. **Fis**=Variación intrapoblacional, **Fst**=Variación interpoblacional, **Fit**=Variación total



**Figura 13.** Fenograma de similitud genética entre poblaciones (Nei, 1972): H=San Andrés Huayapan, Oaxaca (en huertos familiares), U=San Felipe Usila, Oaxaca (silvestres) y T=Los Tuxtlas, Veracruz (silvestre)

#### 4. Análisis de Conglomerados

Los diferentes análisis multivariados aplicados sobre los datos morfológicos de las muestras de *Q. funebris*, dan como resultado la agrupación de muestras diferentes de árboles.

A) La elaboración del fenograma de los treinta y tres individuos provenientes de las tres localidades, muestra lo siguiente (figura 14):

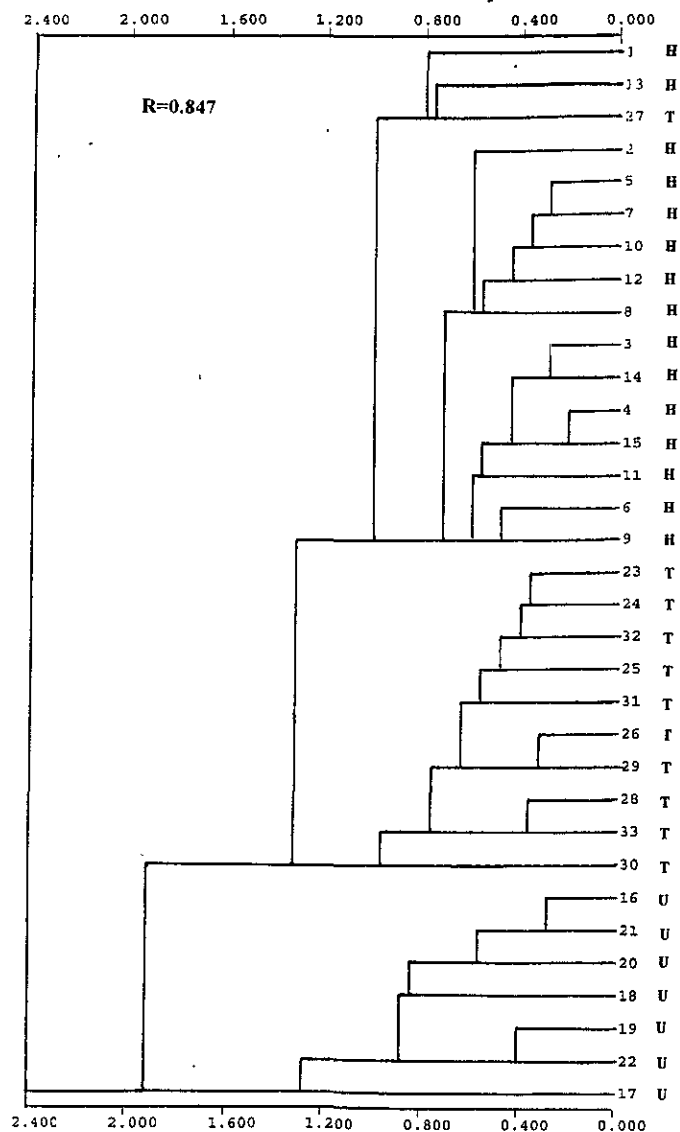
1. Se precisan con claridad tres grandes grupos. La secuencia de los grupos se ramifican en los siguientes puntos: 1.0, para los árboles de Huayapan; 1.35, para los árboles de los tuxtlas y 1.90 para los árboles de Usila. En esta separación de grupos están presentes algunas características morfométricas que acercan a Huayapan más con Los Tuxtlas, diferenciándose de manera más notoria con los de la localidad de Usila
2. Los grupos de árboles de Usila y de Los Tuxtlas se presentan más homogéneos y compactos en sus agrupaciones respectivas, mientras que el grupo de Huayapan es más heterogéneo, ya que se pueden apreciar con buena definición tres subgrupos

B) La prueba de análisis de componentes principales presenta los siguientes resultados:

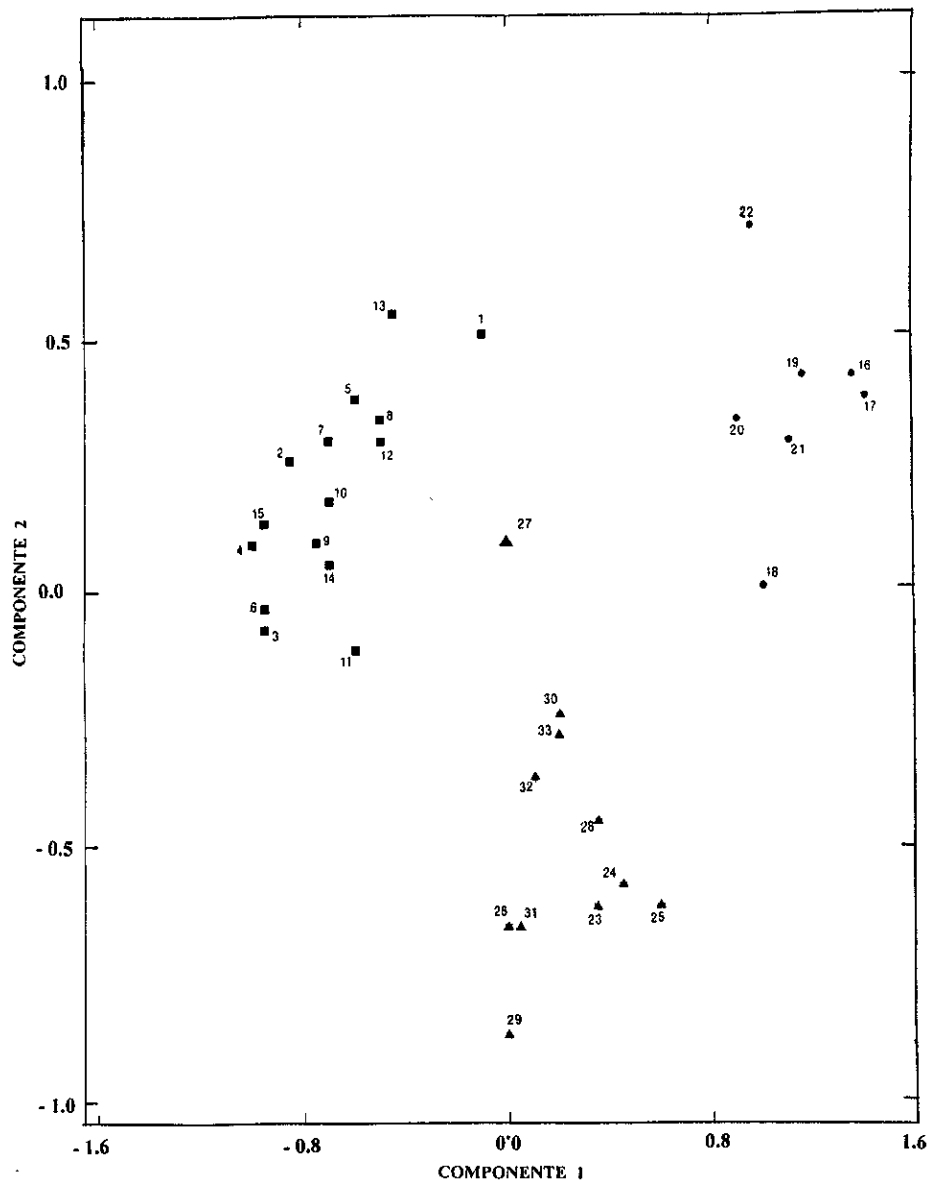
1) La gráfica obtenida con el primer y segundo componentes principales (figura 15), muestra la separación de tres grupos definidos, confirmando lo obtenido en el fenograma anterior, estos grupos corresponden a las siguientes localidades: 1) Huayapan, conteniendo el 100% de los individuos muestreados en la localidad, 2) Los Tuxtlas, conteniendo el 91% de individuos muestreados en la localidad y 3) Usila, conteniendo 100% de los individuos muestreados en la localidad. El 9% faltante de la localidad de Los Tuxtlas correspondió al árbol número veintisiete, que quedó ubicado muy cerca de la agrupación de Huayapan; si se observan los datos de las características del fruto de este árbol (apéndice 8), sus valores son los más altos dentro de los individuos de la localidad de Los Tuxtlas y más parecidos a los de Huayapan.

2) Dentro de los valores correspondientes a los eigenvectores (tabla 5), tenemos lo siguiente:

- a) El análisis de componentes principales (PC) explicó el 87 % de variación, distribuida de la siguiente manera: el primer componente explicó el 45.67% de variación, el segundo componente el 25.67% de variación y el tercer componente el 15.67% de variación.
- b) Para el primer componente principal, se observa que las variables que contribuyen con los más altos pesos para la separación de los tres grupos de árboles están relacionados a las siguientes características de estructuras reproductoras: ancho y largo del fruto, número de semillas por fruto y el largo, ancho y grueso de la semilla. Sin embargo, el largo de la hoja también tiene un papel importante en esta separación, ya que contribuye con el eigenvector de valor más alto (0.923).
- c) Para el segundo componente, las variables que intervienen en la separación de los grupos son: largo del pétalo, largo del cáliz y el número de semillas por fruto.
- d) En el tercer componente, los eigenvectores con más alto valor corresponde solamente a partes vegetativas como fueron ancho y peso de la hoja.



**Figura 14.** Fenograma (características morfológicas) de los individuos muestreados de rosita de cacao (*Quararibea funebris*) muestreadas en. H=San Andrés Huayapan, Oaxaca (huertos familiares), U=San Felipe Usila, Oaxaca (silvestres) y T=Los Tuxtlas, Veracruz (silvestres)



**Figura 15.** Gráfica del análisis de componentes principales (estructuras reproductoras) de los árboles de las poblaciones de rosita de cacao (*Quararibea funebris*) muestreadas en: ■ San Andrés Huayapan, Oaxaca (huertos familiares), ● San Felipe Usila, Oaxaca (silvestres) y ▲ Los Tuxtlas, Veracruz (silvestres).

TABLA 5. EIGENVECTORES

| CARACTERES           | COMPONENTES PRINCIPALES |              |               |
|----------------------|-------------------------|--------------|---------------|
|                      | 1                       | 2            | 3             |
| Largo del pétalo     | 0.705                   | <b>0.550</b> | 0.261         |
| Ancho del pétalo     | 0.740                   | 0.456        | 0.261         |
| Largo del cáliz      | 0.746                   | <b>0.526</b> | 0.218         |
| Largo del pistilo    | 0.732                   | 0.480        | 0.330         |
| Largo de la hoja     | <b>0.923</b>            | 0.148        | -0.325        |
| Ancho de la hoja     | 0.683                   | 0.448        | <b>-0.518</b> |
| Peso de la hoja      | 0.604                   | 0.254        | <b>-0.720</b> |
| Ancho del fruto      | <b>-0.858</b>           | 0.457        | 0.019         |
| Largo del fruto      | <b>-0.856</b>           | 0.470        | 0.029         |
| Número de semillas   | <b>-0.760</b>           | <b>0.538</b> | -0.068        |
| Largo de la semilla  | <b>-0.882</b>           | 0.401        | -0.094        |
| Ancho de la semilla  | <b>-0.856</b>           | 0.319        | -0.080        |
| Grueso de la semilla | <b>-0.880</b>           | 0.266        | -0.106        |

### III. ASPECTOS MORFOLOGICOS

#### 1. Morfología de caracteres reproductivos

Los promedios de las características determinadas en hojas, flores, frutos y semillas, muestran que en Usila, el ancho y largo de la hoja, así como el largo y ancho del pétalo son mayores que en las poblaciones de Huayapan y Los Tuxtlas, en donde son más similares estas características (Tabla 6). En la población muestreada de Huayapan, el largo y ancho del fruto, así como el número de semillas, presentan los valores más altos que en las poblaciones de Usila y Los Tuxtlas.

**TABLA 6. PROMEDIO DE LAS 9 CARACTERISTICAS ANALIZADAS POR POBLACION**

| CARACTERISTICA         | HUAYAPAN (n = 15) |            | USILA (n = 7) |           | TUXTLAS (n = 11) |           |
|------------------------|-------------------|------------|---------------|-----------|------------------|-----------|
|                        | Promedio          | Desv. Est. | Promedio      | Desv Est. | Promedio         | Desv. Est |
| Largo del pétalo (cm)  | 3.74              | 0.37       | 4.86          | 0.36      | 3.70             | 0.30      |
| Ancho del Pétalo (mm)  | 8.19              | 0.36       | 10.57         | 1.22      | 8.26             | 0.36      |
| Largo del cáliz (cm)   | 2.15              | 0.12       | 2.55          | 0.17      | 2.15             | 0.12      |
| Largo del pistilo (cm) | 3.22              | 0.22       | 4.39          | 0.59      | 3.22             | 0.22      |
| Largo de la hoja (cm)  | 13.52             | 1.65       | 21.42         | 1.82      | 16.78            | 1.36      |
| Ancho de la hoja (cm)  | 6.87              | 0.69       | 8.93          | 0.93      | 7.11             | 0.89      |
| Ancho del fruto (cm)   | 3.28              | 0.31       | 1.59          | 0.08      | 1.66             | 0.29      |
| Largo del fruto (cm)   | 3.58              | 0.24       | 1.71          | 0.07      | 1.80             | 0.31      |
| Número de semillas     | 2.33              | 0.14       | 1.67          | 0.25      | 1.62             | 0.26      |

Aplicando un análisis de correlación entre las nueve variables morfométricas que fueron muestreadas en todos los individuos, 33 individuos (tabla 7), se registraron como las correlaciones más altas, por arriba de un coeficiente de correlación  $R^2 = 0.80$ , características asociadas a estructuras reproductoras como: ancho del pétalo-largo del pétalo, largo del pétalo-largo del cáliz, largo del fruto-ancho del fruto, número de semillas-ancho del fruto y número de semillas-largo del fruto. A nivel vegetativo, sólo se da una buena correlación del largo de la hoja con el ancho de la hoja.

**TABLA 7. CORRELACION DE 9 CARACTERISTICAS DE *Q. Funebris***  
(n = 33/población, 3 poblaciones)

|                 | Largo            | Ancho            | Largo            | Largo            | Largo            | Ancho            | Ancho           | Largo           |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| Número          | pétalo           | pétalo           | cáliz            | pistilo          | hoja             | hoja             | fruto           | fruto           |
| semillas        |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                 |                 |
| Largo Pétalo    | 1.00<br>(.0000)  | -                | -                | -                | -                | -                | -               | -               |
| Ancho Pétalo    | 0.91<br>(.0000)  | 1.00<br>(.0000)  | -                | -                | -                | -                | -               | -               |
| Largo cáliz     | 0.80<br>(.0000)  | 0.76<br>(.0000)  | 1.00<br>(.0000)  | -                | -                | -                | -               | -               |
| Largo pistilo   | 0.77<br>(.0000)  | 0.77<br>(.0000)  | 0.95<br>(.0000)  | 1.00<br>(.0000)  | -                | -                | -               | -               |
| Largo hoja      | 0.62<br>(.0001)  | 0.66<br>(.0000)  | 0.69<br>(.0000)  | 0.65<br>(.0000)  | 1.00<br>(.0000)  | -                | -               | -               |
| Ancho hoja      | 0.56<br>(.0007)  | 0.57<br>(.0006)  | 0.61<br>(.0002)  | 0.55<br>(.0009)  | 0.87<br>(.0000)  | 1.00<br>(.0000)  | -               | -               |
| Ancho fruto     | -0.36<br>(.0347) | -0.42<br>(.0157) | -0.40<br>(.0213) | -0.40<br>(.0207) | -0.73<br>(.0000) | -0.40<br>(.0200) | 1.00<br>(.0000) | -               |
| Largo fruto     | -0.34<br>(.0503) | -0.41<br>(.0169) | -0.38<br>(.0302) | -0.39<br>(.0231) | -0.74<br>(.0000) | -0.41<br>(.0168) | 0.98<br>(.0000) | 1.00<br>(.0000) |
| Número semillas | -0.24<br>(.1715) | -0.32<br>(.0733) | -0.34<br>(.0521) | -0.36<br>(.0379) | -0.58<br>(.0004) | -0.24<br>(.1778) | 0.91<br>(.0000) | 0.89<br>(.0000) |

Del análisis de varianza (tabla 8) desarrollado con las trece variables estudiadas resultaron con una  $R^2 > 0.8$  y fueron: largo del fruto ( $R^2 = 0.95$ ), largo de la semilla ( $R^2 = 0.91$ ) y ancho del fruto ( $R^2 = 0.89$ ). Para el caso de la flor los valores fueron más bajos, así se tienen para largo del pétalo ( $R^2 = 0.64$ ) y ancho del pétalo ( $R^2 = 0.62$ ).

En la comparación de medias se ve que las características del fruto y flor entre poblaciones son las más notables. En el caso de las dimensiones del fruto, en las poblaciones de Usila y Los Tuxtlas no son diferentes, pero con Huayapan si lo son (figura 16). En el caso de las características de la flor, las poblaciones de Huayapan y Los Tuxtlas no son diferentes, pero si con la población de Usila (figura 17).

Estas comparaciones nos indican que las flores de Usila son las más grandes de las tres poblaciones, mientras que la de Huayapan y Los Tuxtlas son similares en dimensión. Así mismo, los frutos de Usila y Los Tuxtlas son similares en dimensión y los frutos de Huayapan son mucho más grandes (figura 18).

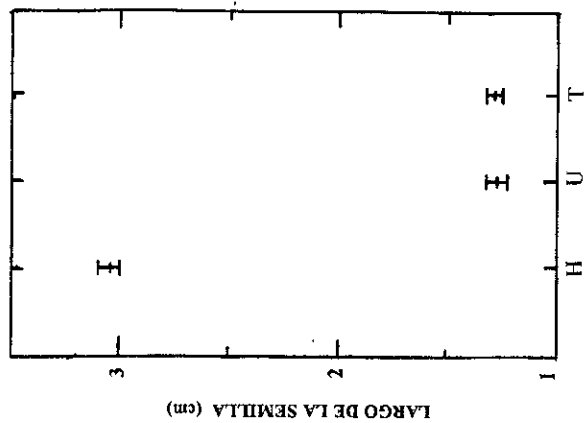
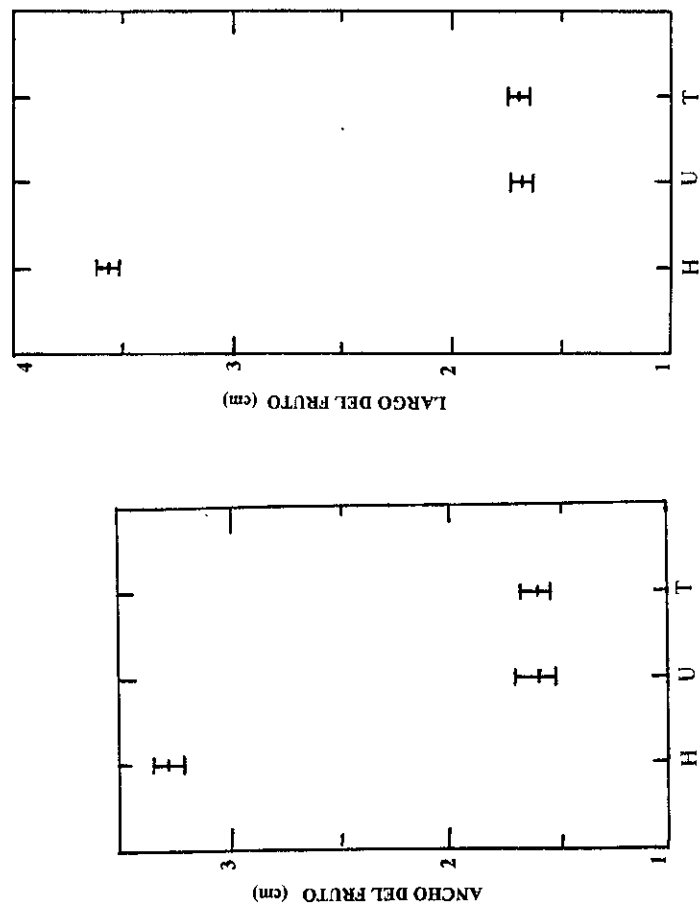
Analizando lo anterior tenemos que el grosor promedio alcanzado por los frutos de Usila es de 1.59 cms (D E =0.08), los de Los Tuxtlas de 1.66 cms (D E =0.29) y los de Huayapan 3.28 (D.E.=0.31). El espesor promedio alcanzado por el exocarpo o cáscara de los frutos fue: para Usila de 0.12 cm (D.E.=0.03), para Los Tuxtlas de 0.10 cm (D E.=0.06) y para Huayapan de 1.54 cm (D E.=0.88). Las diferencias de la cáscara de los frutos de Huayapan con los de las poblaciones silvestres son 12.8 veces más gruesa con los de Usila y 14 veces más gruesa con los de Los Tuxtlas.

**TABLA 8. ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA DE UNA VIA) PARA LAS CARACTERISTICAS ANATOMICAS REPRODUCTIVAS MAS SOBRESALIENTES QUE DIFERENCIAN A LA POBLACION MANEJADA DE *Quararaibea funebris* CON LAS POBLACIONES SILVESTRES.**

| CARACTERISTICA      | MS       | GL | F       | R <sup>2</sup> | P   | diferencias |
|---------------------|----------|----|---------|----------------|-----|-------------|
| Largo del fruto     | 0.8309 4 | 30 | 15.9750 | 0.944          | *** | a/ b,c      |
| Ancho del fruto     | 1 57155  | 30 | 16 9255 | 0.890          | *** | a/ b,c      |
| Largo de la semilla | 0.76034  | 24 | 12.9443 | 0.918          | *** | a/ b,c      |
| Largo del pétalo    | 3.6396   | 30 | 18.7284 | 0.640          | *** | b/ a,c      |
| Ancho del pétalo    | 9.617    | 30 | 12.2029 | 0.610          | *** | b/ a,c      |

a=Huayapan ; b=Usila ; c=Los Tuxtlas (Prueba de Tukey)

\*= P< 0.05, \*\*= P< 0.01, \*\*\*= P< 0.0001



**Figura 16.** Comparación de las dimensiones correspondientes a estructuras reproductoras fruto y semillas de rosita de cacao (*Quararibea funebris*) en tres poblaciones H=San Andrés Huayapan, Oaxaca (huertos familiares), U=San Felipe Usila, Oaxaca (silvestres) y T=Los Tuxtlas, Veracruz (silvestres)

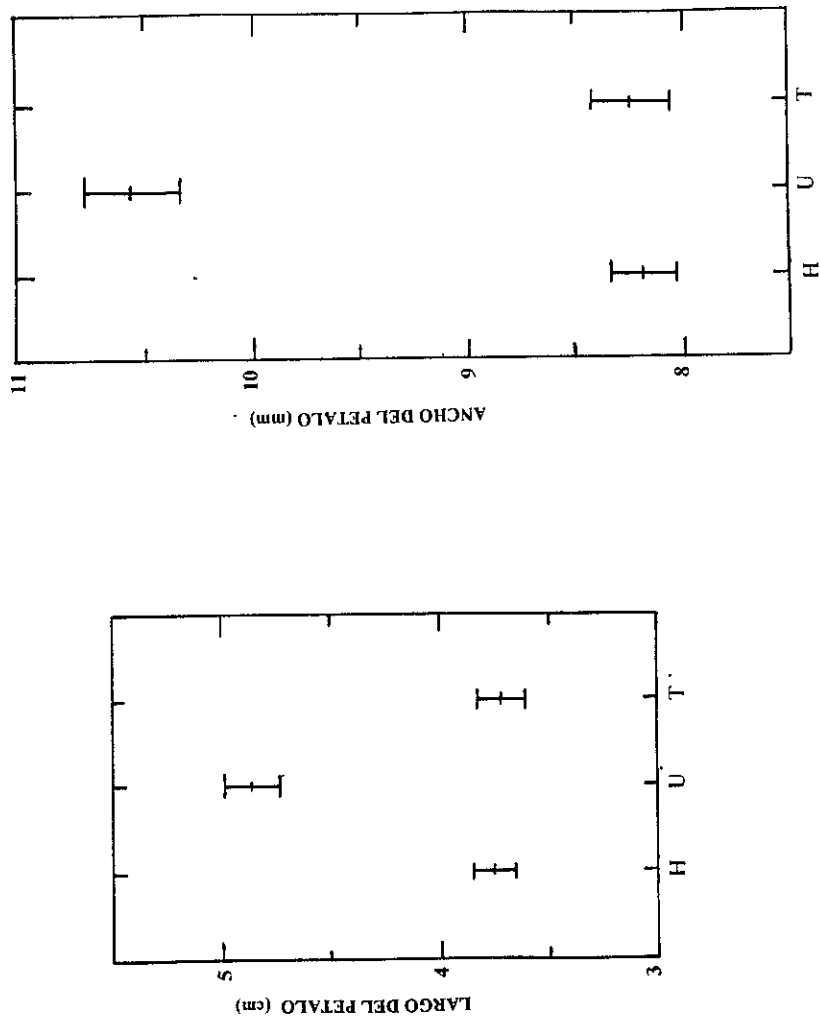
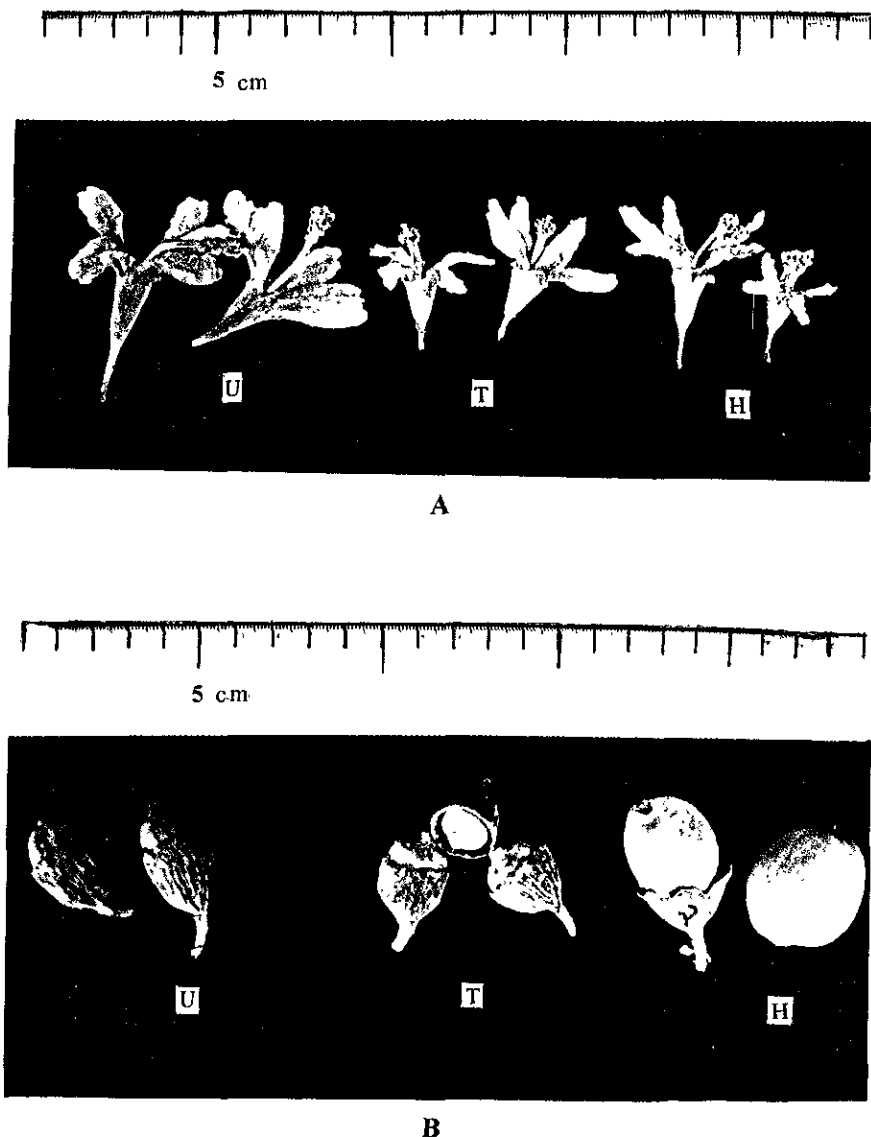


Figura 17. Comparación de las dimensiones correspondientes a los pétalos de las flores de rosita de cacao (*Quararibea funebris*) en tres poblaciones H=San Andrés Huayapan, Oaxaca (huertos familiares), U=San Felipe Usila, Oaxaca (silvestres) y T=Los Tuxtlas, Veracruz (silvestres)



**Figura 18.** Estructuras reproductoras de las tres poblaciones estudiadas H=San Andrés uayapan, Oaxaca (huertos familiares), U=San Felipe Usila, Oaxaca (silvestres) y T=Los Tuxtlas, Veracruz (silvestres) A) Flores, B) Frutos.

A partir de las muestras de frutos provenientes de individuos al azar para cada población, se estimó el peso seco por fruto completo, determinando los siguientes valores: para Usila 2.15 grs, para Los Tuxtlas 2.13 grs y para Huayapan 7.33 grs. Aunque en los análisis estadísticos no se contó con muestras suficientes para determinar el peso seco de los frutos de las tres poblaciones, se tiene que hay una diferencia importante entre Huayapan y las poblaciones silvestres. El peso del fruto es más similar entre las poblaciones silvestres

El peso promedio de un fruto de la población de Huayapan, está conformado por el promedio de los siguientes componentes:

Peso seco cáscara ----- 2.67 grs (D.E.=0.81, n=60) equivalente al 36.43% del peso total  
 Peso seco testa semilla - 0.76 grs (D.E.=0.28, n=60) equivalente al 26.19% del peso total  
 Peso seco semilla ----- 0.82 grs (D.E.=0.82, n=60) equivalente al 28.24% del peso total  
 Peso seco semilla atrofiada --- 0.38 (D.E.=0.14, n=60) equivalente al 9.14% del peso total

Para la semilla o almendra se consideró el peso promedio para el número promedio de semillas calculado por fruto que fue de 2.33 semillas; lo mismo para las semillas atrofiadas por fruto, siendo el número promedio de 1.75 semillas.

En los frutos de Huayapan, la cáscara aporta más peso. Esta cáscara es de naturaleza muy fibrosa, similar a la del fruto de coco de agua (*Cocos nucifera*), por eso es que las personas lo llaman coquito. La biomasa de esta cáscara seca podría tener utilidad dentro del campo de las fibras.

Queda de manifiesto que hay una considerable diferencia en las características morfométricas de los frutos de Huayapan con los de las poblaciones silvestres. Aunado a esto, en los árboles de Huayapan el número promedio de semillas por fruto es mayor (2.33), comparado con el de las poblaciones silvestres: Usila (1.67) y Los Tuxtlas (1.62). Así mismo, el peso promedio de las semillas de Huayapan es más alto (1.42 gr, D.E.=0.10, n=30) comparado con el de Usila (1.16 gr, D.E.=0.07, n=30) y Los Tuxtlas (1.20 gr, D.E.=0.08, n=30).

## 2. Censo de los Árboles de Huayapan

En el poblado de Huayapan fueron censados 181 árboles de rosita de cacao en 76 huertos familiares visitados (figura 3), faltando por censar 12 huertos más que no fue posible hacer, ya que sus dueños no lo permitieron o no vivían en la población.

La población de Huayapan, donde están los huertos que tienen los árboles de rosita, ocupa un área aproximada de 30 hectáreas, fuera de esta extensión en los alrededores de la población, no están presentes árboles de rosita.

Los solares o huertos familiares están muy diversificados botánicamente (apéndice 9), hay árboles, predominantemente frutales, especies arbustivas ornamentales y comerciales como la Flor de Santa Catarina (*Euphorbia pulcherrima* L.) y numerosas especies herbáceas con fines ornamentales, medicinales y comestibles. En el terreno del huerto, la rosita de cacao ocupa un amplio espacio preponderante, generalmente localizado hacia el centro del terreno, cuando hay más árboles de rosita, se encuentran próximos unos de otros.

### a) Área basal

El área basal mínima registrada fue de 0.00134 m<sup>2</sup> correspondiente a un individuo juvenil de 1.45 m de altura; el área basal máxima fue de 4.5782 m<sup>2</sup> correspondiente a un individuo adulto de 10 m de altura con 8 ejes. El área basal promedio por individuo adulto fue de 0.44 m<sup>2</sup>.

En la distribución de áreas basales, (figura 19a), la mayor concentración de clases no pasa el valor de 1 m<sup>2</sup>. La mayor frecuencia relativa está concentrada en la primera clase de áreas basales con valores entre 0.2-0.4 m<sup>2</sup>. Sin embargo, la clase más dominante de 0.2 m<sup>2</sup> no comprende únicamente a plantas juveniles, ya que sólo está comprendido el 13.9% de juveniles, de los cuales el 68% de ellos están ubicados en un sólo huerto.

Considerando rangos de clases más estrechos (incrementos de 0.11225 m<sup>2</sup>), se tiene una distribución más abierta (figura 19b), en la que hay una primera clase que contiene a las plantas más jóvenes, con una frecuencia muy baja del 2.8%. La segunda clase, con la frecuencia más alta, 43%, contiene individuos adultos (determinados por su altura, corpulencia y la misma información etnobotánica) y algunos longevos. Las clases siguientes en esta distribución solamente contienen individuos adultos muy longevos.

### b) Cobertura

La cobertura de la copa, que correspondió al área vertical proyectada hacia el suelo, determinada a partir del radio promedio de las ramas más extendidas en los 4 puntos cardinales de cada árbol, abarcó para árboles con altura mayor de 2 m un rango entre 2.9 m<sup>2</sup> hasta 105 m<sup>2</sup>. La distribución de clases de cobertura es muy irregular (figura 20a). La cobertura promedio de individuos adultos fue de 40.60 m<sup>2</sup>.

### c) Altura

El rango registrado de alturas para plantas que ya producen flores comprende árboles desde 3m hasta 14.5 m. En la distribución de clases por alturas (figura 20b) se ve la predominancia de 4 clases correspondientes a las alturas entre 6-7m con y 9-10 m, seguidas de las clases de 4-5 m, 7-8 m y 11-12m. La altura promedio de plantas productivas fue de 7.32 m.

## 3. Datos dasométricos de los árboles silvestres (Usila y Los Tuxtlas)

En el caso de los ejemplares silvestres, 25 árboles en Usila y 25 árboles en los Tuxtlas, se tomaron datos similares a los del censo de Huayapan (tabla 8).

### a) Área basal

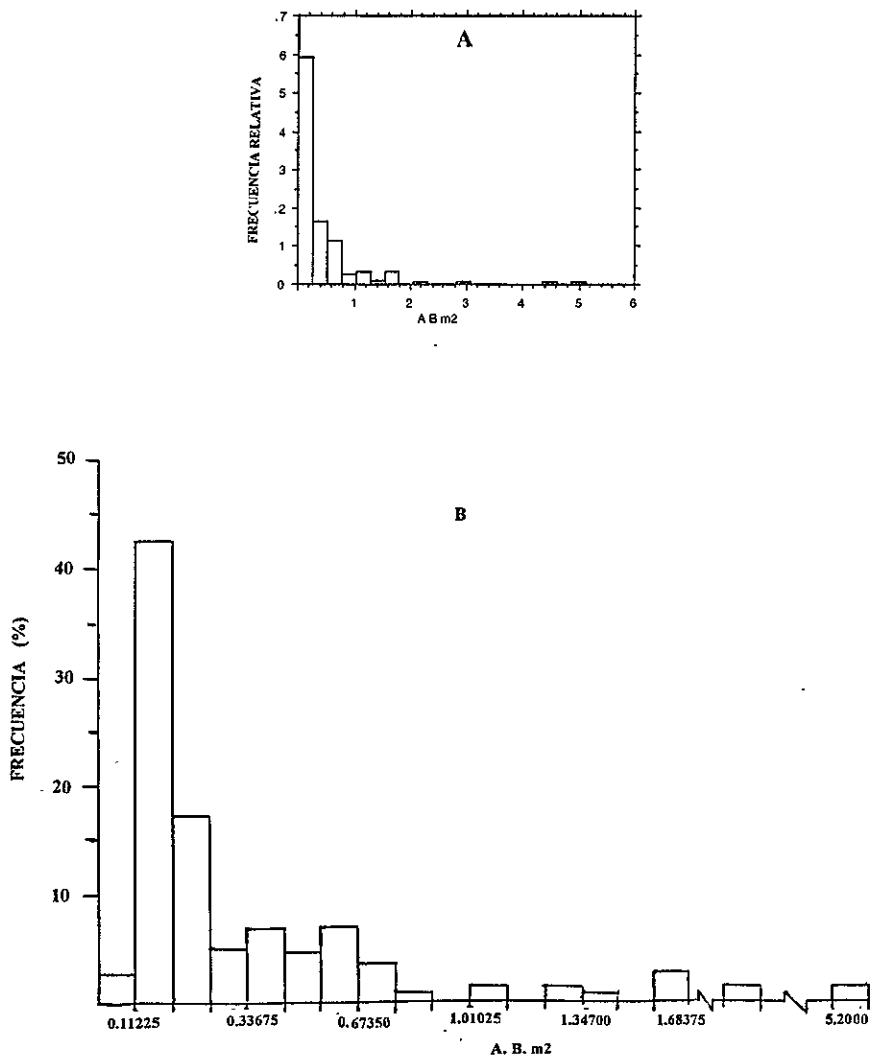
El área basal mínima registrada en las poblaciones silvestres fue de 0.0048 m<sup>2</sup> correspondiente a un individuo de 6.4 m de altura y el área basal máxima de 0.4974 m<sup>2</sup> correspondiente a un individuo con 30 m de altura. El área basal promedio para Usila fue de 0.09 m<sup>2</sup> y para Los Tuxtlas de 0.09 m<sup>2</sup>.

### b) Cobertura

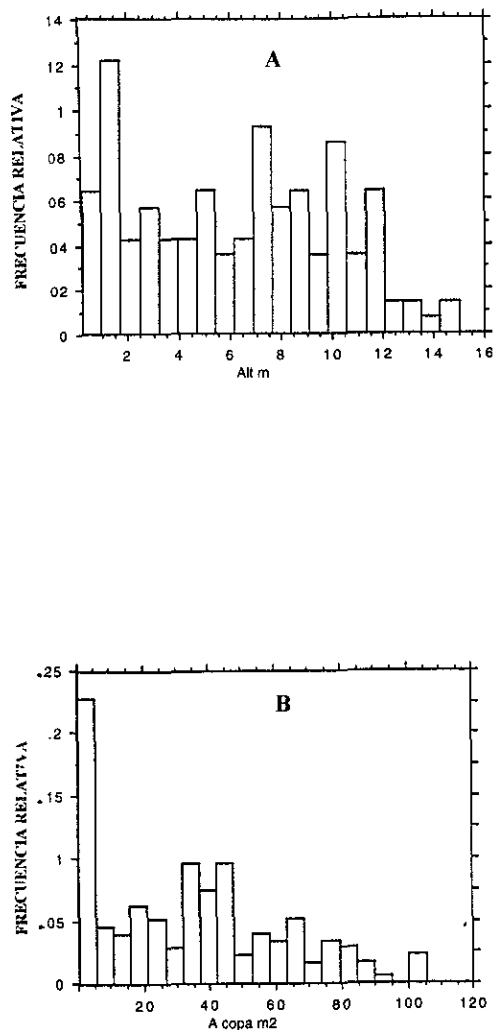
La cobertura de la copa fue determinada de manera similar que en Huayapan. La tendencia de área en la cobertura es menor en las poblaciones silvestres. Para árboles con alturas mayores de 3.0 m, abarcó un rango entre 5.31 m<sup>2</sup> hasta 79 m<sup>2</sup>. La cobertura promedio en Usila fue de 31.68 m<sup>2</sup> y en Los Tuxtlas de 30.58 m<sup>2</sup>.

### c) Altura

El rango registrado de alturas comprende desde 3m hasta 30 m. En los promedios de altura Usila presentó 14.35 m y Los Tuxtlas 12.32 m. En general los árboles silvestres son más altos y esbeltos que los de Huayapan.



**Figura 19.** Distribución de áreas basales (A B m<sup>2</sup>), registradas en el censo de los árboles de rosita de cacao (*Quararibea funebris*) localizados en los huertos familiares de San Andrés Huayapan, Oaxaca **A)** Distribución con rangos de clases de 0 20 m<sup>2</sup>, **B)** Distribución con clases de incremento de 0 1122 m<sup>2</sup>



**Figura 20.** Frecuencia relativa de parámetros registrados en el censo de los árboles de rosita de cacao (*Quararibea funebris*) ocalizados en los huertos familiares de San Andrés Huayapan, Oaxaca.

A) Altura (Alt m.), B) Area promedio de cobertura de la copa (A. copa m2).

#### 4. Número de ejes

El número de ejes determinado por el número de tallos o troncos a partir de la base del árbol o, a la altura de 0.5 m, resultó ser más diverso en Huayapan (2.08 ejes en promedio) que en las poblaciones silvestres (figura 21). En las poblaciones silvestres predominan árboles con un sólo eje, en Usila (1.13 ejes en promedio) y en Los Tuxtlas (1.11 ejes en promedio).

#### 5. Arquitectura de la Copa

Considerando los resultados de cobertura y altura en la población cultivada y las poblaciones silvestres, se ve que hay una diferencia en las dimensiones de la arquitectura de la copa. Aprovechando que la copa tiene una forma cónica o triangular definida, se determinó la relación entre la altura de la copa tomada a nivel de la primera ramificación inferior hacia la punta, y el radio promedio para los árboles de Huayapan y de las poblaciones silvestres. A esta proporción: altura /radio promedio, se le asignó el término de Tipo de Copa.

En el caso de los árboles adultos de Huayapan, la altura promedio con respecto al suelo a la que se encuentra la primera rama horizontal con la que se inicia la formación de la copa, está a 1.6 m. En el caso de los árboles adultos silvestres, la altura de esa primera rama está a 3 m.

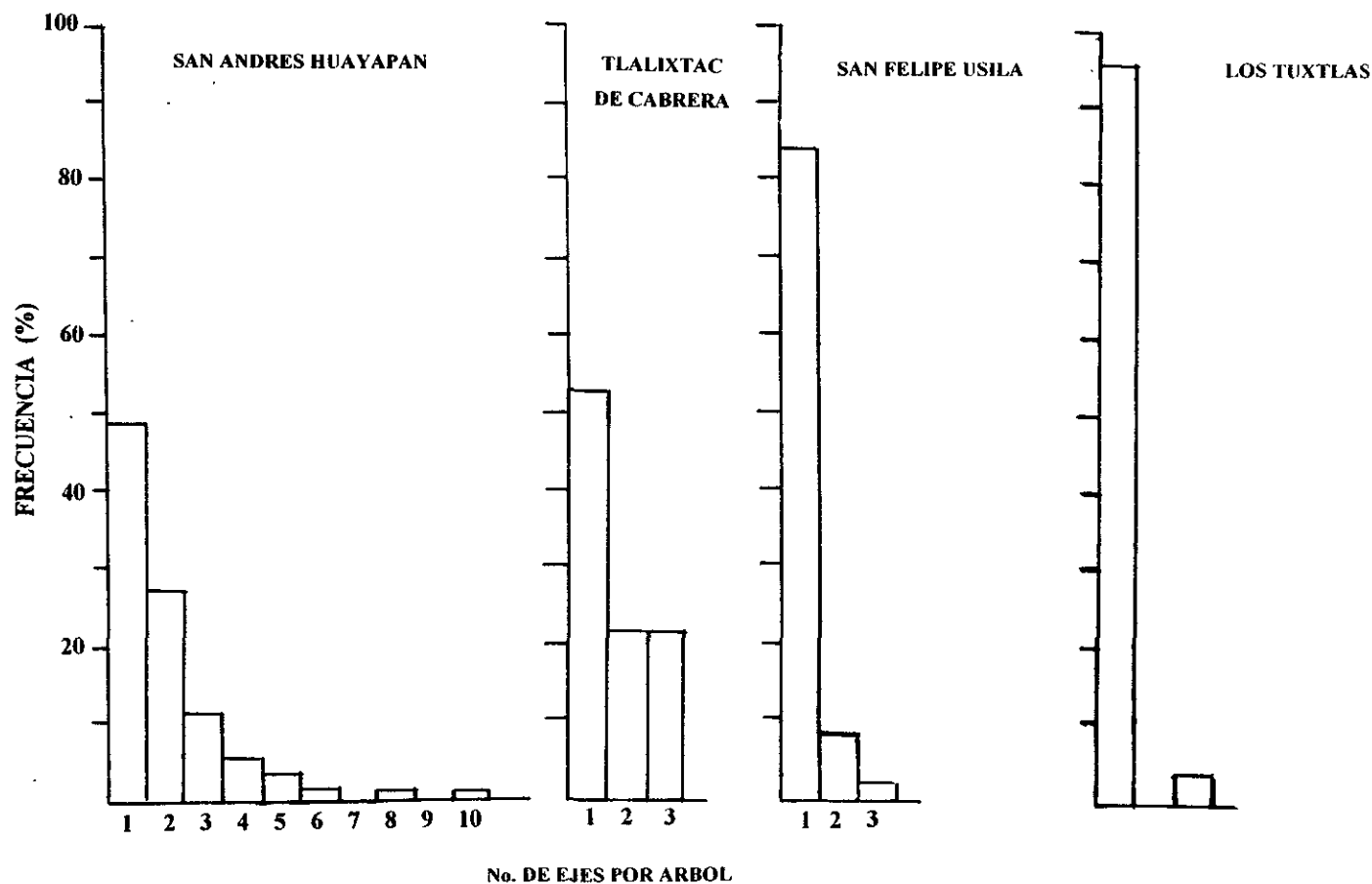
El resultado de esta proporción dio rangos agrupados en 5 valores para 5 tipos de copas que correspondieron a las siguientes: Copa I, de 0.01 a 1.00 vez la altura; Copa II, de 1.01 a 2.00 veces la altura; Copa III, de 2.01-3.00 veces la altura, Copa IV, de 3.01-4.00 veces la altura, Copa V, de 4.01-5.00 veces la altura; Copa VI, de 5.01-6.00 veces la altura; Copa VII, de 6.01-7.00 veces la altura y Copa VIII, de 7.01-8.00 veces la altura (figura 22).

Considerando la distribución dentro de los tipos de copa de los árboles manejados y silvestres se encontró lo siguiente:

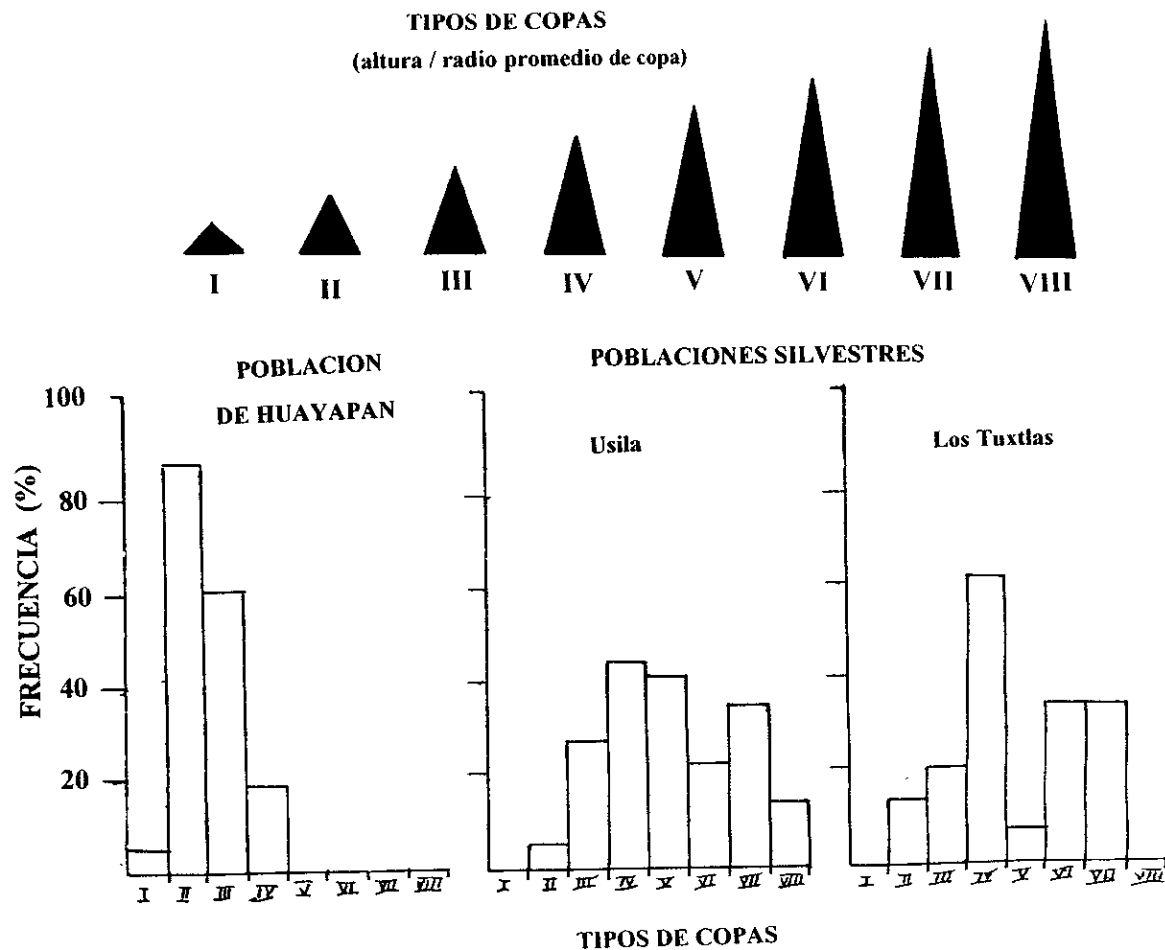
Para los árboles de Huayapan, la distribución del tipo de copa (figura 22) presenta un patrón más definido de campana, con el tipo de copa III predominando con 43.5%, seguida de la copa II con 39.5% y la copa IV con 13.8%. Predominan los árboles con alturas bajas o intermedias y copas anchas en relación a la altura del árbol.

En los árboles de Usila y Los Tuxtlas, la distribución del tipo de copa es más irregular y está sesgada hacia los tipos que van del IV al VIII, siendo el tipo predominante de copa el IV con 33.3%, seguida de la copa III con 22.2%, la copa V con 13.4% y la copa VIII con 13.3%. Destacan los árboles con alturas elevadas y con base de copas angostas en relación a la arquitectura del árbol (figura 23). No se puede obviar el hecho de que al quedar los árboles de Huayapan con mayor espacio y más expuestos al sol en los solares, estos hayan desarrollado una copa más extendida.

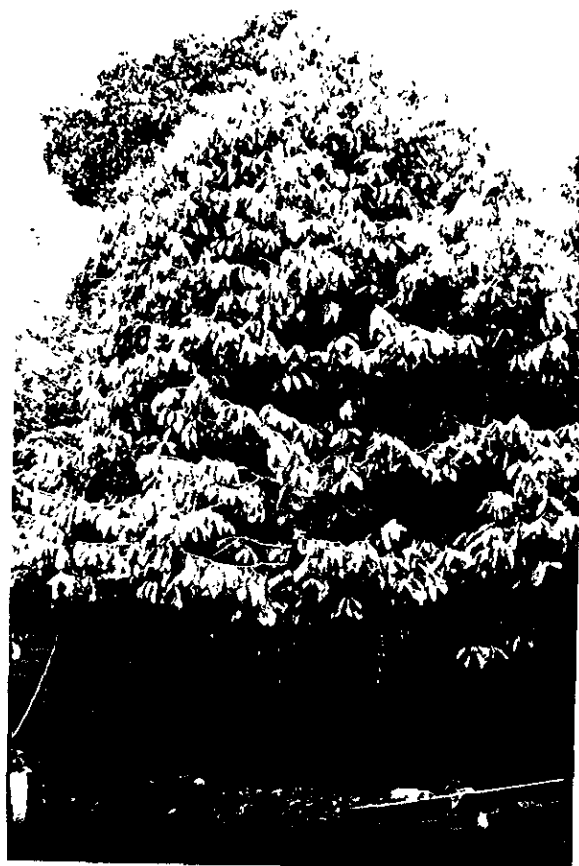
Los resultados anteriores nos indican que hay diferencias en la morfología de los árboles muestreados en Huayapan con los árboles de las poblaciones silvestres, principalmente en el número de ejes, tipo de copa y altura.



**Figura 21.** Frecuencia de ejes o tallos en los individuos de rosita de cacao (*Quararibea funebris*) muestreados en las tres poblaciones de estudio: San Andrés Huayapan, Oaxaca (huertos familiares), San Felipe Usila, Oaxaca (silvestres) y Los Tuxtlas, Veracruz (silvestres), y una pequeña población localizada en Tlalixtác de Cabrera (huertos familiares), en los Valles Centrales de Oaxaca.



**Figura 22.** Tipos de copas determinadas en los árboles de rosita de cacao (*Quararibea funebris*) y frecuencia de su distribución en las tres poblaciones de estudio San Andrés Huayapan, Oaxaca (huertos familiares), San Felipe Usila, Oaxaca (silvestres) y Los Tuxtlas, Veracruz (silvestres)



B



A

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

**Figura 23.** Arquitectura de los árboles de dos de las poblaciones estudiadas A) Los Tuxtlas, Veracruz (silvestres), B) San Andrés Huayapan, Oaxaca (huertos familiares)

## DISCUSION GENERAL

Sobre la base de los resultados obtenidos, este apartado abarca cuatro secciones correspondientes a I. Aspectos Genéticos, Morfológicos e Hipótesis de Origen, II. Aspectos Morfológicos, III. Aspectos Etnobotánicos y IV. Perspectivas.

### I. ASPECTOS GENETICOS, MORFOLOGICOS E HIPOTESIS DE ORIGEN.

#### a) Aspectos Genéticos y Análisis de Conglomerados, Hipótesis inicial

Los resultados de las isoenzimas como marcadores genéticos para las tres poblaciones estudiadas, presentaron diferencias genéticas importantes. La población de Huayapan fue la más contrastante. En el fenograma de similitud genética quedó claramente determinado que Huayapan es el más alejado de las dos poblaciones silvestres. Las de Usila y Los Tuxtlas tienen un valor de similitud entre ellas más alto, pero finalmente también se separan.

No sólo se presentaron diferencias a nivel genético, sino también en las características de algunas estructuras morfológicas. En los análisis fenéticos correspondientes a conglomerados y componentes principales basados en características de estructuras reproductivas, se dio una separación muy clara entre las tres poblaciones. En ambos análisis, la agrupación de los individuos de la población de Huayapan vuelve a ser la más distante a la agrupación de los individuos de Usila, pero menos distante a la agrupación de Los Tuxtlas. Sin embargo, en el caso del fenograma que separa claramente a los individuos de Huayapan, se encuentra inserto dentro de este grupo, un individuo de Los Tuxtlas (árbol número 27). También en la gráfica de la agrupación por componentes principales, en el área de proximidad entre los grupos de individuos de Huayapan y Los Tuxtlas, se encuentra ubicado en esa área de transición, el mismo individuo de Los Tuxtlas (árbol número 27), compartiendo características de ambas poblaciones.

Los resultados genéticos y de análisis de conglomerados obtenidos, no soportan la hipótesis inicial sobre la procedencia de las poblaciones de *Q. funebris* localizada en los Valles Centrales, principalmente la población de árboles localizada en San Andrés Huayapan, a partir de poblaciones silvestres localizadas en la zona de San Felipe Usila, Oaxaca, que serían las poblaciones geográficamente más cercana a los Valles Centrales,

Sin embargo, este árbol número veintisiete de Los Tuxtlas, así como la proximidad entre el grupo de árboles de Los Tuxtlas con los de Huayapan, pueden dar bases para no descartar definitivamente la propuesta del posible origen de las rositas de cacao en los Valles Centrales, a partir de poblaciones silvestres de la Vertiente del Golfo, de la región de Los Tuxtlas. El proceso de difusión que podría explicar el paso de esta especie, de una región a otra, pudo haber involucrado el proceso llamado “efecto fundador” (“founder effect”).

## b) Propuesta de Modelo de Origen

El efecto fundador se caracteriza porque tiene lugar durante el establecimiento de una nueva población en un hábitat diferente, a partir de uno o pocos individuos. Sobre este número limitado de individuos fundadores puede intervenir la deriva génica, que a su vez puede propiciar a través del tiempo, cambios importantes en el acervo genético de las poblaciones naturales. Una de las consecuencias de este fenómeno puede ser la rápida diferenciación genética que conduzca a la especiación, sobre todo en condiciones en que los nuevos fundadores se encuentran aislados (Rieger *et al.*, 1976)

Para tener lugar el efecto fundador dentro del contexto de la relación hombre-planta, la elección por parte del hombre de una planta con potencial de utilidad dentro de una población silvestre, puede darse a partir de un solo individuo o un conjunto reducido de individuos, con las características más adecuadas para el uso determinado. Siendo esta la situación, no es necesario considerar que la selección por parte del hombre deba darse en toda la población original. Este pudo haber sido el caso para la rosita de cacao, eligiéndose dentro de una población silvestre similar a la de Los Tuxtlas, un individuo o conjunto reducido de individuos, con las características más apropiadas para su manejo o, con la mejor calidad o productividad de flores, desde el punto de vista cultural.

La selección de una o varias características con valor cultural, tendría lugar en una fracción de la distribución normal de las características fenotípicas de la población silvestre, llamándose a esta selección **“selección por truncamiento”** (**“truncation selection”**) (Griffiths *et al.*, 1993). A partir de esta selección por truncamiento en una población silvestre de *Q. funebris* similar a la de Los Tuxtlas, una pequeña proporción de individuos fueron removidos drásticamente y trasladados hacia un nuevo hábitat con condiciones ambientales diferentes. Estas características fenotípicas de interés cultural a su vez se volvieron a seleccionar, fijándose en la población a través de un cierto número de generaciones, por medio del proceso denominado **“truncamiento constante”** (**“constant truncation”**) (Griffiths *et al.*, 1993). Este proceso de truncación proporcional, con uno o muy pocos individuos, al permanecer constante, representarían un muestreo de deriva o muestreo de tendencia, que podría significar una nueva vía evolutiva (**“sampling drift”**, Beatty, 1992). Este número reducido de nuevos individuos ubicados en Huayapan, sólo representaría una pequeña proporción de la diversidad genética de las poblaciones silvestres, producto de la filtración cultural y ambiental a partir de la remoción de una parte de la variabilidad del acervo genético de la población original (Rindos, 1984) (figura 24).

La participación del hombre debió haber jugado un papel fundamental en el desarrollo de este proceso de efecto fundador. El hombre propiciaría que aquellas características con valor cultural que fueron seleccionadas originalmente, permanecieran constantes y de ser posible incrementarlas

Las poblaciones de *Q. funebris* en los Valles Centrales, principalmente en Huayapan, quedaron como poblaciones pequeñas, finitas, bien delimitadas y aisladas, por lo que estarían más expuesta a fuerzas microevolutivas de deriva génica en pocas generaciones. Sin embargo, en la actualidad en la población de Huayapan está presente la selección natural.

A pesar de la capacidad de autofecundación que se registró en los individuos de *Q. funebris* de Huayapan dentro de lo limitado y delimitado de la población de rosita de cacao, está presente la fuerza de la selección natural. Los datos genéticos que midieron la endogamia, muestran que en la población hay entrecruzamiento, puesto que se obtuvo un valor de *Fis* que determinó un exceso de heterocigotos. Lo anterior indica que en la población de Huayapan, de alguna manera se mantienen diversos mecanismos (como podrían ser las mismas características de la flor: flor grande radial, color blanco, exposición de órganos reproductores, altos contenidos de néctar, olor penetrante y apertura diurna) que aseguren el entrecruzamiento de los individuos. Se plantea que estos mecanismos se han originado y mantenido por selección natural en contra de los individuos que son producidos endógamicamente, fenómeno al que se le ha denominado “**depresión endogámica**” (Charlesworth y Charlesworth, 1987), por lo que puede pensarse que la población de Huayapan estaría bajo este tipo de depresión o fuerza de selección natural. Es probable que estos mecanismos mantengan el mismo acervo genético utilitario en la población de árboles. Sin embargo, esa capacidad de autofecundación y la posible presencia de la deriva génica puede establecer el riesgo potencial de conducir a la población hacia una menor variabilidad genética al traspasar la actual dinámica genética hacia una condición de homocigosis (figura 24)

Algunas muestras de herbario (MEXU) de rosita de cacao, sobre todo de Los Tuxtlas, fueron colectadas en acahuals. En Los Tuxtlas, cuatro de los los individuos muestrados durante la colecta de material botánico para este estudio, estuvieron ubicados en potreros abiertos. Martínez (1980) registra *Q. funebris* dentro de la composición florística de dos sitios perturbados de la selva en Los Tuxtlas. en el primer sitio, con 8 años de perturbación, hay árboles de 4 a 14 m de altura; en el segundo sitio, con 20 años de perturbación hay árboles de 2 a 8 m de altura.

Relacionando las condiciones diferentes de temperatura y humedad en que los árboles de observación y cosecha produjeron flores y los aspectos anteriormente mencionados, podría sugerir la probabilidad de que esta especie tenga respuestas en su desarrollo y/o expresiones fenológicas, dentro de un amplio rango de contrastes climáticos. Las condiciones de un acahual, sobre todo abierto, presentan mayor temperatura y menor humedad, a diferencia de lo que podría ser en el interior de una selva alta perennifolia..

Si la especie tiene esa plasticidad de respuesta ambiental, no sería difícil que la especie pudiera haberse adaptado a un cambio de hábitat, como pudo haber sucedido durante su introducción a Huayapan

Ciertas características, de la distribución de características de la población original, podrían estar manifestadas en algunos caracteres de las nuevas plantas cultivadas. Sería el caso del árbol número veintisiete de Los Tuxtlas, que comparte algunas características cercanas con los de Huayapan. De igual manera esto podría propiciar la cercanía de agrupación entre la población de Huayapan con la de Los Tuxtlas. Otro aspecto importante es la compartición del díptero del género *Anastrepha* sp., presente tanto en Huayapan como en Los Tuxtlas. Es importante determinar si esta relación con este insecto también se da en Usila.

La llegada de los individuos de *Q. funebris* hacia Huayapan, podría ubicarla en la categoría de una planta cultivada en sus orígenes, para posteriormente pasar como planta protegida hasta el presente. Por su aislamiento con respecto a poblaciones silvestres, así como por su contenido histórico cultural y tradicional en los Valles Centrales, también podría considerarse que estas poblaciones podrían estar bajo un probable proceso de domesticación, aspecto que habría que investigar más ampliamente.

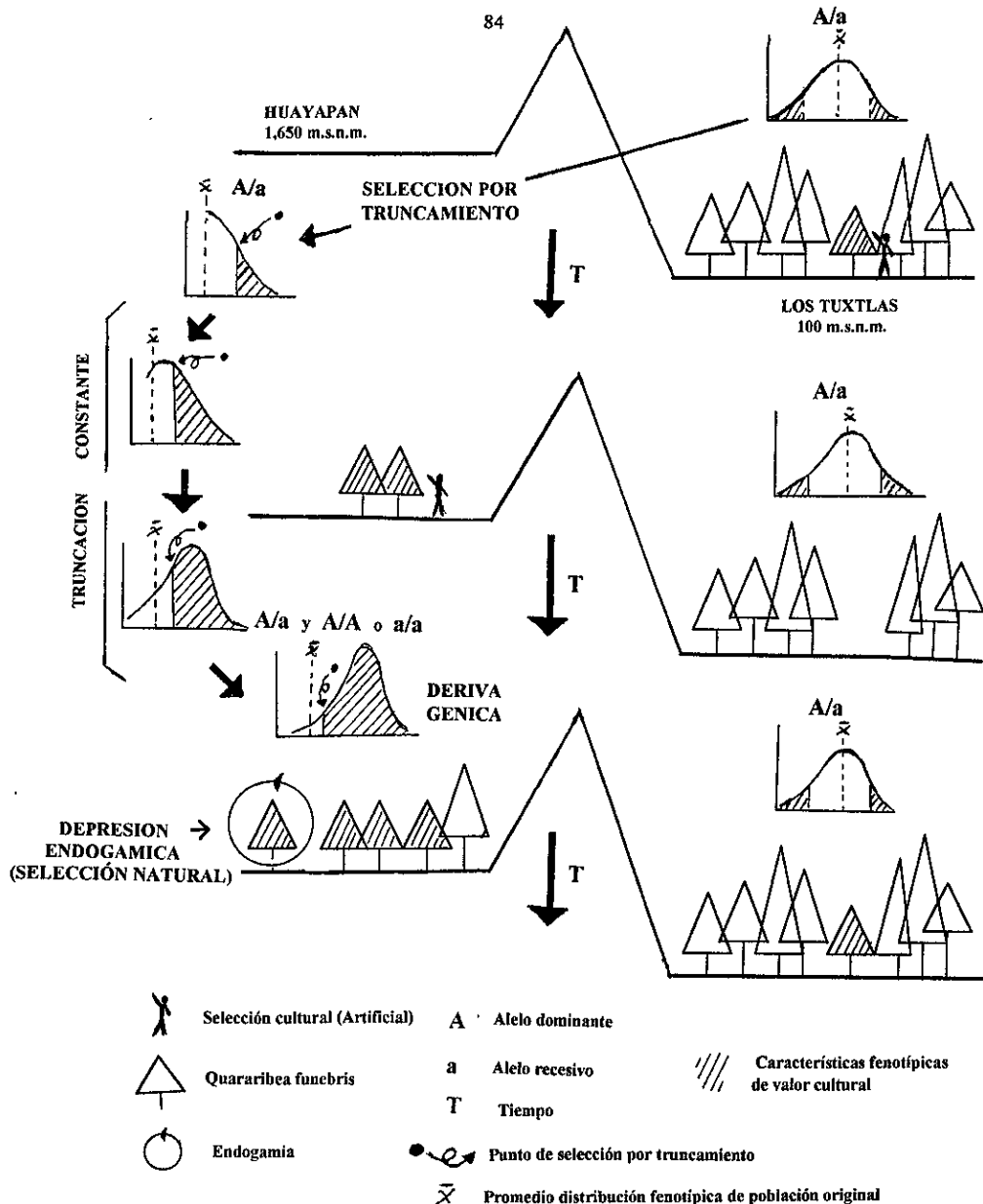


Figura 24 Modelo sobre el "efecto fundador" del probable origen de *Q. funebris* en San Andres Huayapan, Oaxaca, a partir de individuos similares a los de la Región de Los Tuxtlas, Veracruz

### c) Una Segunda Hipótesis

Si la vertiente del Golfo no fuera el área original de las rositas de cacao en los Valles Centrales de Oaxaca, otra posibilidad de origen y de ruta de difusión podría ser la región sur de México, particularmente de Chiapas y/o Guatemala, donde están reportadas poblaciones silvestres de *Q. funebris* (Municipio de Ocosingo, Chiapas y en Tikal, Guatemala).

La genética contemporánea y la biogeografía dan posibilidades para reconstruir los probables patrones de difusión de plantas. Sin embargo, en gran medida estas reconstrucciones pueden quedar como hipótesis que necesiten ser confirmadas por evidencias arqueológicas (Schultes, 1984). Bajo esta consideración podrían planterarse las siguientes ideas sobre la procedencia del sur de *Q. funebris* hacia los Valles Centrales de Oaxaca:

- La elaboración de diversos tipos de bebidas de maíz tuvieron gran importancia en las culturas prehispánicas, principalmente en el mundo maya que se desarrolló en el sur y sureste de México y parte de Centroamérica.
  - En el sur del país, algunas de estas bebidas de maíz incorporaron el cacao (*T. cacao*) en tiempos prehispánicos.
  - En algunas localidades, además del cacao, a estas bebidas de maíz también se le agregaron flores. Es el caso de una bebida de maíz llamada en zapoteco del istmo *bupu* (espuma), y que es preparada en Juchitán; a esta bebida se le agrega una flor nombrada en zapoteco *guie-chachi*=flor-fácil, (*Plumeria rubra* L.), para aromatizar y espumar esta bebida (Martínez López, 1996). También es ejemplo la misma rosita de cacao, que participa como un ingrediente dentro de estas bebidas de maíz con cacao, como lo es el tejate.
  - La rosita de cacao y el cacao pertenecen a familias botánicas separadas (Bombacaceae, para la rosita de cacao y Sterculiaceae, para el cacao), pero están dentro del mismo orden de las Malvales. La apariencia general de los árboles jóvenes de rosita de cacao, llegan a ser muy parecidos con los de árboles de cacao, por lo que en ocasiones se pueden asociar y/o confundir.
  - Podría considerarse que la difusión de la rosita de cacao pudo haberse ligado estrechamente a la difusión del cacao por lo siguiente.
1. El origen del cacao se sitúa en Sudamérica, hacia las laderas amazónicas de Colombia y los Andes Ecuatorianos, donde se localiza la mayor concentración de especies de cacao. La ruta de difusión que se plantea para el cacao fue la costa húmeda del Atlántico, desde la parte norte de Sudamérica y continuando hacia Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Guatemala y su llegada a México Tropical (Stone, 1984).
  2. En Brasil y América Central hay una planta del mismo género de la rosita de cacao y es *Q. cordata* (Bonpl.) Vischer. Esta planta presenta ciertas semejanzas morfológicas con *Q. funebris*, sus frutos son comestibles muy aromáticos y de sabor agradable y también llega a ser cultivada (León, 1987). La existencia de esta planta y su uso en las regiones del sur del continente, podrían ser un antecedente de que el género *Quararibea* no fuera tan extraño en la relación hombre-planta.

3. La llegada del cacao a México tropical se dió en áreas donde estarían presentes poblaciones silvestres del género *Quararibea*, sobre todo la especie *Q. funebris*.
  4. En Mesoamérica, la evolución del cacao y la bebida derivada del mismo, como lo fue el chocolate primitivo, llegaron a tener connotaciones religiosas de gran importancia (Stone, 1984). Así mismo, es probable, por las ideas propuestas por Wasson (1980), de que la rosita de cacao en tiempos prehispánicos también haya tenido esas mismas connotaciones (como es el caso actual del uso de sus flores frescas para fiestas religiosas en los Valles Centrales). Por presentar ciertas semejanzas botánicas y culturales, ambas plantas podrían haberse conjugado estrechamente estableciendo un sistema interespecífico botánico maíz-cacao-rosita de cacao, de manera que en el transitar del cacao hacia el núcleo mesoamericano (el Imperio Azteca), también pudo haberse anexado la difusión de la rosita de cacao, partiendo del sur y pasando por Oaxaca en su recorrido hacia el centro del país
- La relación actual, con fines comerciales, entre Teotitlán del Valle (en Valles Centrales de Oaxaca), con Guatemala y la importancia del Cristo Negro de Esquipulas en Guatemala y en Teotitlán del Valle junto con la rosita de cacao, sugiere una relación histórica entre ambas localidades. Al respecto habría que investigar para determinar tres aspectos básicos. 1) a partir de qué tiempo se estableció esta relación, 2) si la relación fuera de origen prehispánico, podría haber jugado algún papel en la llegada de bebidas de maíz con cacao y, probablemente de *Q. funebris* a los Valles Centrales y 3) si en Guatemala es usada, para que fines y desde que época, alguna especie de *Quararibea*, particularmente *Q. funebris*.

En esta propuesta hipotética de difusión de la rosita de cacao a partir del sur, surgiría la siguiente pregunta: ¿por qué Huayapan fue el área para su establecimiento?. Una posibilidad es que *Q. funebris* haya sido introducida en diferentes localidades de los Valles Centrales, como lo indican los registros en Tlaxiáctac y Cuilapan, localidades donde actualmente hay rositas de cacao muy longevas. Pero finalmente, las condiciones ambientales de Huayapan fueron las más favorables dentro de los Valles Centrales, para la respuesta más productiva de la planta, por lo que este sitio quedó seleccionado para el desarrollo de la misma, quedando establecida la población principal de *Q. funebris* hasta ahora conocida.

También cabría la consideración que por esas condiciones ambientales favorables (clima y suelo) de Huayapan, la localidad haya sido asignada en tiempos prehispánicos como un jardín de propagación de árboles tropicales introducidos a los Valles, probablemente por los zapotecos o más tardíamente por los aztecas, quienes tenían la práctica de establecer jardines *ex situ*. Actualmente en los huertos de Huayapan encontramos individuos viejos de otras especies cuyas áreas de origen son ambientes tropicales similares al de rosita de cacao. Tal es el caso del zapote negro (*Diospyros digyna* Jacq. ), zapote amarillo (*Licania platypus* (Hemsl.) Fritsch), Jazmín (*Bourreria huanita* (La Llave & Lex.) Hemsley) y algunas especies de origen tropical introducidas durante el periodo colonial como fueron el plátano (*Musa* spp.), mango (*Mangifera indica* L.) y café (*Coffea arabica* L.).

Otra pregunta sobre la presencia de la rosita de cacao en los Valles Centrales es: ¿por qué se conservó *Q. funebris* en los Valles Centrales?. Podría plantearse lo siguiente. en sus inicios de cultivo introducido en tiempos prehispánicos, el cuidado y manejo de *Q. funebris* pudo haberse consolidado por su probable significado religioso.

Posteriormente, durante la colonia se dio el caso de plantas con significado religioso prehispánico, que fueron combatidas y prohibidas. Probablemente el uso de la rosita de cacao fue desterrándose en otros sitios. Sin embargo, la ubicación geográfica de Huayapan pudo haber sido un refugio cultural y ambiental para estos árboles.

Más tarde, al reconocer la sociedad dominante el valor nutricional del tejate y como opción alimenticia para la población, el uso de la rosita de cacao fue desacralizándose, de igual forma como sucedió con el chocolate (Martín, 1996). También como en el caso de los guajes, en que la población mestiza retuvo el uso y manejo de estas plantas (Zárate, 1997), la misma situación pudo haberse dado con la flor de rosita de cacao dirigida a la preparación del tejate. Posteriormente, al ser la flor un ingrediente esencial del tejate y esta bebida tener importancia como fuente de energía en comunidades rurales, la flor empezó a tener un valor de intercambio, primeramente en trueque (como se constató en el mercado de Tlalixtác, el 14 de enero de 1997), para posteriormente, tener valor monetario, pasando a formar parte de los productos de venta dentro de la actividad comercial de los Valles Centrales

## II. ASPECTOS MORFOLOGICOS

### a) Estructuras Reproductivas

Los resultados morfométricos, sobre todo los relacionados con el fruto y semillas, presentaron diferencias significativas entre la población de Huayapan con la población silvestre de Usila. Esto apoya los resultados de los análisis de conglomerados que separa a las dos poblaciones y a la vez no confirma la hipótesis sobre la similitud morfológica esperada entre ambas poblaciones. La población de Usila presenta las mayores dimensiones en la flor y hojas con respecto a las poblaciones de Huayapan y Los Tuxtlas.

La población de Huayapan presentó los frutos y semillas más grandes, alcanzando el doble de tamaño con respecto a los frutos y semillas de Usila y Los Tuxtlas. El fruto de Huayapan ha desarrollado un pericarpo con mayor masa que los frutos silvestres. Sin embargo, el fruto no es parte importante culturalmente hoy en día.

Considerando que la manipulación del árbol, enfocada al corte de flor constante a lo largo del año y de muchos años, podría inducir a una asignación de recursos y energía hacia el crecimiento del fruto, que en este caso se manifiesta principalmente en un mayor crecimiento del exocarpo y en un mayor número de semillas más grandes.

Estos cambios producidos en otros caracteres que no son el blanco del manejo o selección por parte del hombre, se conoce como selección indirecta, correlativa o inconciente (Lande y Arnold, 1983).

La selección inconciente, a diferencia de la selección metódica, es un proceso no intencional por parte del hombre que puede dar tendencias de diferenciación morfológica de la planta cultivada o manejada con respecto a las plantas silvestres (Heisser, 1988). Este podría ser el caso de los frutos de *Q. funebris* en la población manipulada de Huayapan.

El desarrollo tan grande de los frutos de Huayapan puede relacionarse a lo que se ha llamado "gigantismo" en plantas domesticadas (Schwanitz, 1967), situación que puede ser promovida por la relación entre dos caracteres métricos conocida como correlación fenotípica, determinada por factores genéticos y ambientales y promovida por genes pleiotrópicos o genes ligados (Falconer, 1981).

## **b) Arquitectura de los Árboles**

Algunas características de la arquitectura general de los árboles como fueron: la relación entre el alto y ancho de la copa, el número de ejes o troncos y la altura total del árbol, presentan diferencias entre la población de Huayapan con respecto a las poblaciones silvestres. Pero estas características no son diferentes entre poblaciones silvestres.

En las poblaciones manejadas, se da la predominancia de clases de copas no muy altas, pero si muy extendidas lateralmente. Posiblemente por podas de ramas para lograr una mayor área de producción de flores y tenerlas más a su alcance, los pobladores fueron modificando el crecimiento tridimensional de las copas. También esta forma de copa pudo ser favorecida por no haber un dosel cerrado en el sitio, ya que el árbol o árboles de rosita de cacao ocupan *generalmente la parte central del huerto*, donde no tienen interferencia con las copas de otros árboles; por lo que en lugar de crecer el árbol hacia arriba para buscar la luz, pudo haber crecido hacia los lados. En las selvas, los árboles de *Q. funebris*, presentan un alto porcentaje de clases de copa donde predomina la altura sobre el ancho, probablemente como respuesta a la búsqueda de luz, dentro de la trama del dosel tan cerrado que caracteriza a las selvas.

Los árboles de Huayapan presentan mayor frecuencia de dos ó más ejes (hasta 10 ), lo que también puede ser resultado de una forma de manejo del árbol. En árboles juveniles de Huayapan no se observó que el eje principal se dividiera, y en las poblaciones silvestres predominó la arquitectura de un eje, siendo muy raros los árboles con más de dos ejes. En la población de *Q. funebris* de Huayapan, se observaron algunos árboles con ejes o troncos que inician su desarrollo casi a nivel del suelo, indicando que en un momento de la vida adulta de

estos árboles, probablemente adultos, fueron cortados al nivel del cuello, produciéndose a este nivel de 2 ó más nuevos retoños que formaron los troncos actuales. En otros árboles se observó que el desarrollo de los ejes se dio a una altura alrededor de 50 cm con respecto al suelo, lo que hace suponer que a este nivel fue cortado el árbol, y a este nivel produjo los nuevos ejes.

Ambas formas de crecimiento en Huayapan, pueden relacionarse a formas de manejo similares en árboles localizados en bosques de Inglaterra. El tipo de corte a nivel del cuello lo llaman "coppice" (brotación múltiple basal) y al segundo tipo de corte, donde queda parte del tronco original lo llaman "pollard" (brotación unipodial media), ambos tipos de poda son prácticas artificiales que tienen como objetivo la renovación de los árboles (Rackham, 1990). En esta práctica de poda los nuevos retoños tendrán el mismo contenido genético, reduciendo las posibilidades de aumentar la variabilidad genética de esta población.

Sin embargo, los pobladores de Huayapan mencionan que el único motivo por el que cortan ramas grandes y muy extendidas, es por que les estorba el paso o áreas de construcción. Probablemente en la actualidad, de manera inconciente, o por pérdida de una práctica antigua que fue consciente, se hayan cortado o podado árboles para inducir a su rejuvenecimiento, ya que estamos hablando de árboles longevos que tienen que ser reproductivos constantemente desde el punto de vista cultural. El mayor número de ejes o troncos, que abarca el 60% de los árboles de Huayapan, aporta un incremento en el área basal por árbol,

### III. ASPECTOS ETNOBOTANICOS

La rosita de cacao tiene un papel importante dentro de las costumbres y economía de varias comunidades de los Valles Centrales de Oaxaca, ya que su uso y comercialización no sólo se limita a la Ciudad de Oaxaca, sino también en otros seis Municipios de los Valles.

#### a) Economía e Importancia del Tejate

Actualmente, el consumo de tejate sigue siendo una práctica frecuente. Lo toman principalmente personas de condición socioeconómica media y del campo; así como los niños, jóvenes, adultos y ancianos. En la población de Huayapan su consumo es habitual en la familia y durante las jornadas de trabajo. El tejate es considerada por sus consumidores, como una bebida refrescante y revitalizadora.

Durante las entrevistas con los propietarios de la rosita de cacao, tejateras y personas consumidoras de tejate, precisaron la necesidad de conservar y difundir más ampliamente esta bebida tradicional, por el valor nutricional que se le atribuye y para que su consumo sea más frecuente entre niños y jóvenes, sobre todo, los de la ciudad. Se comparó su calidad con la de cualquier refresco embotellado, coincidiendo los entrevistados que además de costar lo mismo, los refrescos son potencialmente dañinos por sus colorantes y saborizantes artificiales y exceso de azúcar. En el tejate, sus ingredientes son naturales, aportando carbohidratos y lípidos asimilables provenientes de las tres semillas que participan en su elaboración: maíz, cacao y mamey; algunos aminoácidos y vitaminas aportados por el maíz, y la aportación química por parte de la flor de la rosita de cacao (saborizante, aromatizante y por lo registrado por Raffaui y Zennie (1983), un probable alcaloide estimulante, la funebrina). Resulta importante un estudio bromatológico completo del tejate.

Utilizando los resultados sobre la venta de tejate, y sin ser definitivo, se puede estimar que en una población de 45 tejateras para los 2 principales mercados de la Ciudad de Oaxaca, considerando una ganancia promedio por año y por tejatera de \$ 39,000, se tendría una contribución económica de \$ 1,755,000 en la economía de la región. Quedarían por considerar las estimaciones aportadas por la venta del tejate en otros municipios y mercados de la ciudad.

Tomando como base los resultados aportados por los dos árboles de cosecha permanente, con una producción mínima promedio de flor seca de 11,500 grs, y la distribución de la misma en el mercado, con un peso promedio de 50 grs por jicara, se tendrían 230 eventos mínimos de venta. Si se considera el valor de \$ 5 por evento, para el total de eventos estimados daría \$ 1,150 de ganancia mínima promedio, por la venta de flor seca producida por árbol en un ciclo anual.

El cálculo anterior resalta el hecho de que la flor de rosita de cacao llega a tener un valor de venta agregado 34 veces mayor cuando es incluida en el tejate. Si consideramos que en los huertos censados en Huayapan, el 55% de ellos tienen más de un árbol de rosita de cacao. Esto da la oportunidad de contar con material de colecta para preparar tejate y material de colecta para venta directa de flor seca. En los huertos con dos ó más árboles, 64% tienen dos árboles y 36% tres ó más árboles. Los propietarios de más de una rosita de cacao almacenan el exceso de flor para posteriormente venderla en la temporada en que hay menor producción, propiciando la posibilidad de incrementar su precio hasta \$ 6 por jicara de flor seca; siendo además, los únicos que tendrían la mercancía en esa temporada.

Un aspecto importante asociado a la economía del tejate es que las tejateras también aprovechan el sitio de venta de tejate, para promover y comercializar algunos otros productos de temporada cosechados en sus huertos, algunos de estos productos son: aguacate (*Persea americana* Miller), ciruela (*Spondias purpurea* L.), nispero (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindley), café (*Coffea arabica*), limón (*Citrus limon* (L.) Burm. F.), plátano (*Musa* sp.) y flores de temporada como el cempazúchil (*Tagetes erecta* L.). Así mismo, con parte de la venta compran parte de su mandado.

#### **b) Manejo de *Q. funebris* en Huayapan**

La diversidad vegetal, ecológica y cultural de México, ha brindado un escenario sobre el que diferentes grupos humanos han podido conocer y aprovechar una gran variedad de recursos fitogenéticos, seleccionando y protegiendo numerosas variantes de plantas (Casas, 1998; Hernández X., 1998). Es el caso de la historia y valor cultural que ha tenido la especie *Q. funebris*, sobre todo actualmente en los Valles Centrales de Oaxaca.

Uno de los aspectos que intervienen en la relación hombre-planta, es el proceso de selección artificial (Schwanitz, 1967). Esta selección artificial dirige la fijación de características útiles, pero depende de la dinámica y variabilidad genética presentes en la población sobre la que actúa. La selección artificial actúa como una presión constante sobre la población, a través de una actividad permanente de elección sobre la morfología o masividad en la producción de una estructura o estructuras que son de conveniencia cultural.

Actualmente, en Huayapan, la rosita de cacao se encuentra bajo un claro proceso de manejo. Considerando a este proceso dentro del sentido amplio planteado por Zárate (1998), como un proceso en el que se activan eventos evolutivos al modificar el ambiente, y al seleccionar y tomar muestras en distintos niveles del ciclo de vida de la planta.

En Huayapan, la rosita de cacao no se encuentra bajo un programa cultural de selección definido hacia la selección de flores, ya que en estas no se registró una práctica de selección por sus tamaños, aroma u otra característica. Por el carácter perenne y longevo de la población, también no se da una selección de nuevos individuos que produzcan flores más grandes u olorosas.

La práctica de manejo para la rosita de cacao está más estrechamente relacionada, a través de la poda constante de flores, en mantener la continuidad y el mayor tiempo posible el estado fenológico de productividad floral, activando ciclos permanentes de floración en mayor o menor escala, dentro de un ciclo anual.

Los árboles de *Q. funebris* en Huayapan, al estar bajo una presión de manejo constante y por un tiempo, que aunque no se precisa, se presume ha sido por siglos, tendrían un patrón de asignación de energía a nivel fisiológico que de alguna manera está modificando las ganancias demográficas, ya que no se permite completar el ciclo de asignación energética hacia la fructificación y reproducción plena de la especie. Esta energía asignada, de manera constante e ininterrumpida al ciclo de floración, podría ser un factor disparador para conducir parte de esta energía asignada a la reproducción, hacia el desarrollo de un fruto más grande y con mayor número de semillas.

En la rosita de cacao, la aportación de energía en la producción de flores debe de ser alta debido a. el tamaño de la flor, la producción de numerosas flores por rama y el contenido de néctar por flor, que se observó ser muy abundante. Se requiere de una evaluación precisa a nivel cuantitativo y cualitativo del néctar, que no pudo ser cubierta en este trabajo. Es probable que este néctar sea un complejo químico, como en el caso del género *Asclepias*, en donde fue determinado que la planta asigna durante la reproducción, hasta 37% de la fotosíntesis neta para la formación de néctar (Southwick, 1984). También en ese aporte energético para la floración de la rosita de cacao, se encausa energía para formar estructuras asociadas a la flor, pero que parcialmente no tienen funciones reproductivas, como son la síntesis de compuestos aromáticos y la formación de cálices verdes fotosintéticos grandes característicos de la flor. Esta asignación constante de energía dirigida a la floración, puede restar recursos al crecimiento de la planta.

Sin embargo, *Q. funebris* como planta que se reproduce varias veces en su ciclo de vida, puede presentar menor asignación de energía, que las plantas que son monocárpicas. Bazzas (1987) cita la investigación sobre la remoción de flores llevado a cabo por Mattiolo en 1899, demostrando que al quitar las flores o evitar la floración, podía propiciar un aumento en el lapso de vida y crecimiento de la planta. El estrés o condiciones de presión ambiental también puede retrasar o impedir la floración en árboles perennes. Pero situaciones extremas de estrés pueden actuar al contrario, promoviendo la floración, éste podría ser el caso de *Q. funebris* en Huayapan, donde el constante corte de flor representará una situación de estrés extremo y constante que mantuviera permanentemente abierto el ciclo de floración.

Las plantas cuando crecen en sus ambientes naturales frecuentemente están impedidas para expresar su potencial genético y su capacidad máxima de reproducción y desarrollo, debido a que se considera que esas condiciones naturales establecen condiciones limitantes, que conducen a estados de estrés a las plantas (Boyer, 1982). Si las plantas son cambiadas, fuera de esas condiciones naturales estresantes, manifiestan mayor desarrollo para diversas partes de la misma o mayor producción en diversas fases fenológicas.

Dentro de los principales recursos para las plantas, el agua como elemento esencial en las actividades de manejo, resultó ser el recurso más limitado en Huayapan. Sin embargo, de alguna manera los pobladores realizan riegos constantes, liberando a la población de rositas de cacao de ese factor como limitante. Esto puede contribuir de manera importante a la estimulación y establecimiento de la producción floral, como fue registrado en la producción floral de los dos árboles de observación permanente en Huayapan.

En la distribución de áreas basales de la población censada de rosita de cacao en los huertos de Huayapan, al establecer rangos de clases de  $0.11225 \text{ m}^2$ , se observó para las dos primeras clases lo siguiente: en la primera clase ( $0.00000$  a  $0.00010 \text{ m}^2$ ), tiene plantas con alturas que van de  $0.45$  a  $1.50 \text{ m}$  y P.A.P de  $5$  a  $15 \text{ cm}$  de diámetro, esta clase comprendió plantas juveniles, representadas por sólo  $2.8\%$  de los individuos censados. La segunda clase ( $0.00010$ - $0.11225 \text{ m}^2$ ), tiene plantas con alturas que van de  $5$  a  $8 \text{ m}$  y p.a.p de  $45$  a  $115 \text{ cm}$  y abarca el  $43\%$  de los individuos censados. En esta segunda clase se tiene la predominancia de alturas, así como p.a.p. dentro del rango de  $80$  a  $115 \text{ cm}$  de diámetro, semejantes a las medidas registradas en árboles silvestres de Usila y Los Tuxtlas, que son considerados adultos (alturas entre  $12$  a  $25 \text{ m}$ ).

Los datos anteriores indicarían que el reclutamiento de plantas juveniles a la población de rositas de cacao en los huertos de Huayapan es muy pobre. De manera que si la población actual de adultos desapareciera por alguna causa (enfermedad, plagas u otro tipo de perturbación), no habría un soporte suficiente para su regeneración. Una causa que puede estar impidiendo el mantenimiento de un banco de plantas juveniles puede ser la limpieza constante del terreno para colectar la flor, que se hace en el área del terreno donde surgen las plántulas. También la poda constante de flor o frutos, puede estar limitando este reclutamiento.

La relación directa que el hombre establece con diversas plantas a través del tiempo, puede propiciar la domesticación en las mismas. Los procesos de domesticación mantienen una continuidad que manifiesta sus efectos incipientes en la evolución de las plantas, aún bajo formas simples de manejo (Casas, 1998). Las plantas bajo domesticación pueden modificarse hasta condiciones en las que el producto final es radicalmente diferente en apariencia respecto a sus progenitores. Así mismo, una planta totalmente domesticada, para su sobrevivencia, depende totalmente del hombre, implicando cambios en su adaptación ecológica que frecuentemente están asociados a diferenciaciones morfológicas (Harlan, 1975).

Durante el proceso de domesticación se da la pérdida de variación genética en aquellas plantas domesticadas, con respecto a las plantas silvestres originales (disminución de heterocigocidad, número de genes polimórficos y número de alelos por locus), propiciando reducción de la variabilidad, erosión, vulnerabilidad y desaparición en su acervo genético, lo que pone en riesgo la sobrevivencia de la población (Bye, 1998).

En plantas perennes, a diferencia de plantas de ciclos de vida más cortos como en las herbáceas anuales o plantas bianuales, entender los procesos de domesticación resulta más difícil. Para plantas leñosas de desarrollo lento se necesitarían varias generaciones para apreciar los cambios genéticos que pudieran darse por domesticación. La fijación de un carácter morfológico para plantas perennes puede tomar mucho tiempo (Zárate, 1998). Tal situación sería el caso actual de la rosita de cacao en Huayapan, siendo difícil determinar, por lo indefinido de las edades, si la población existente es una población relicto domesticada, producto de varias generaciones de árboles manejados.

Para determinar un proceso de domesticación y sus patrones de variación morfológica, fisiológica y genética, con respecto a las especies silvestres, el primer paso que debe darse es la identificación de la especie o fuente progenitora, que sea el punto de referencia de esos cambios (Zohary y Hopf, 1988).

En el caso de la rosita de cacao cultivada en Huayapan, sería difícil precisar en la actualidad si se encuentra bajo un proceso de domesticación, ya que no se tiene determinada la población original o silvestre de las que provienen, así como la edad de los árboles que permitiera precisar el número de generaciones que han estado presentes en Huayapan.

#### IV. PERSPECTIVAS

Los aspectos ambientales y culturales, seguramente han tenido impacto en la historia biológica de las poblaciones de *Q. funebris* establecidas en los Valles Centrales de Oaxaca

Los resultados genéticos, las diferencias morfológicas y ambientales tan contrastantes de la población de Huayapan con las poblaciones silvestres, dan lugar al planteamiento de que la población de rosita de cacao localizada en Huayapan pudiera ser otra especie o una variedad de *Q. funebris*.

Algunas prácticas para abordar esta suposición sería la realización de estudios comparativos de cariotipos de la población cultivada y las silvestres. Para las poblaciones silvestres sería conveniente desarrollar pruebas de germinación y viabilidad de semillas, así como pruebas de autopolinización. Realizar cruza entre individuos de Huayapan con individuos de Usila y de los Tuxtlas, para determinar su compatibilidad y la producción de descendientes (F<sub>1</sub>)

Las condiciones genéticas y demográficas actuales de la población de *Q. funebris* en Huayapan sugiere estudios más amplios para la implementación de un programa de propagación y mejoramiento de la misma población. También es importante implementar algunas acciones de difusión dirigida a los pobladores de Huayapan y a los de otras localidades de los Valles Centrales, resaltando la importancia biológica, económica y cultural de esta especie. Plantear estrategias para su conservación dinámica, aplicadas directamente en los árboles e indirectamente a través de la conservación y mayor difusión de las virtudes del tejate como opción alimenticia complementaria.

Las personas entrevistadas comentaron que en árboles que han llegado a sembrar, la producción de flores inicia por primera vez a la edad de 7 u 8 años (altura entre 2.0-2.5 m). Esto se observó en árboles de esas edades (según información del propietario), en algunos huertos. Este punto así como otros aspectos biológicos, son importante determinar con mayor precisión en las poblaciones manejadas y en poblaciones silvestres.

Un estudio fisiológico experimental sobre la fenología floral de la rosita de cacao de Huayapan sería muy conveniente, para determinar que parámetros ambientales y fisiológicos son determinantes en este proceso

En la población de Huayapan podría promoverse el establecimiento de un vivero comunal o viveros familiares, para la propagación de rosita de cacao, bajo condiciones controladas, para poder contar con un banco de reserva de esta especie.

Se ha comentado sobre las posibilidades de incrementar el potencial de explotación de esta especie, particularmente la flor como materia prima a niveles industriales (Gary Martin 1996). Considero que esta idea de explotación a nivel industrial habría que evaluarla con más cuidado por lo siguiente:

- Se requeriría de diseñar plantaciones que dieran la cantidad de producción de flor adecuada a niveles industriales. Sin embargo, al ser una planta perenne de lento crecimiento, habría que esperar muchos años para su explotación óptima.
- Aunque las plantas jóvenes, a los siete u ocho años empiezan a producir flor, la cantidad de flor producida no es la misma que la de las plantas adultas, que tienen copas más grandes para la producción de flor, por lo que también habría que esperar años para tener una cosecha útil a nivel industrial.
- Hasta la fecha, los pobladores no propagan esta especie a partir de estacas, acodos o injertos, técnicas que acortarían los lapsos de crecimiento. Plantear estas posibilidades implicaría llevar a cabo investigaciones experimentales más minuciosas para determinar si finalmente es posible la propagación vegetativa de la especie.
- El corte de la flor requiere de cuidados, considerar el diseño de equipos mecánicos que agilicen de manera masiva la colecta, podrían dañar a la flor y a la arquitectura de los árboles.
- Proponer la aplicación de fertilizantes químicos u hormonas para acrecentar la producción floral y mantenerla casi constante en todo el año, podría afectar la fisiología de los árboles o la calidad química de las flores. Así mismo, los gastos de insumo y riego podrían ser muy altos.
- La cosecha de flor en Huayapan y la de otros pocos sitios en los Valles Centrales, donde está presente la rosita de cacao, tiene definida su ruta de uso, distribución y comercialización. Pensar en encausar esta cosecha a nivel industrial, sobre todo para la extracción de principios químicos de la flor con otros fines que el alimenticio, traería como consecuencia la pérdida de una tradición y el beneficio económico actualmente existente

Lo más importante hoy en día es conservar el nivel de uso que tiene esta planta. Más bien la propuesta sería prevenir su deterioro genético e implementar un programa de mejoramiento y mantenimiento

Pensar en introducir a los Valles Centrales la cosecha de flor proveniente de poblaciones silvestres, podría irrumpir y desequilibrar la dinámica económica de este mercado, afectando a los cosechadores tradicionales que han mantenido su mercado por decenas de años en Huayapan. Además habría que precisar si la calidad de las flores foráneas fuera la misma que las de Huayapan.

Sin embargo, en Huayapan sí podría recomendarse el uso de las hojas para tamales como lo hacen en Usila. Así mismo, en Usila podría promoverse el consumo del tejate, probando las flores de las poblaciones silvestres de *Q. funebris*.

Finalmente, en los estudios etnobotánicos de plantas con valor cultural y económico, manejadas o domesticadas, las áreas de la genética poblacional y evolutiva podrán dar elementos que amplíen las posibilidades de interpretación y entendimiento de los procesos involucrados en plantas bajo cultivo y/o domesticación; dando a su vez, posibles bases para diseñar planes de manejo más objetivos y precisos para esas plantas estudiadas.

## CONCLUSIONES

1. La información obtenida a nivel de genética interpoblacional mostró diferencias importantes en las tres poblaciones de *Q. funebris* estudiadas. La población de Huayapan fue la más distante genéticamente con respecto a las poblaciones silvestres.
2. Los individuos de Huayapan mostraron notables diferencias morfológicas a nivel de la arquitectura de los árboles y diferencias significativas en las dimensiones de los frutos y semillas, con respecto a las poblaciones silvestres de Usila y Los Tuxtlas.
3. Los resultados genéticos y morfométricos indicaron que la población de *Q. funebris* en San Andrés Huayapan no proviene de poblaciones silvestres de San Felipe Usila, Oaxaca. Sin embargo, por la manifestación de ciertas semejanzas morfológicas, no se descarta su procedencia a partir de poblaciones silvestres de la Vertiente del Golfo, particularmente de la región de Los Tuxtlas.
4. Otra posible fuente original y vía de difusión de *Q. funebris* hacia Huayapan sería la región sur de México, asociada a la llegada y ruta de difusión del cacao en Mesoamérica.
5. La presencia de los árboles de *Q. funebris* en los Valles Centrales de Oaxaca, tienen un papel significativamente importante en la cultura, tradición y economía en esa región oaxaqueña.
6. Es importante proteger y conservar las tradiciones, sobre todo aquellas que aportan un beneficio social, como es el caso de la bebida llamada tejate, en las condiciones actuales en que se promueve la globalización del mundo y el libre comercio
7. En plantas perennes longevas con valor cultural, ubicadas fuera de sus hábitats silvestres y sin definición de edades, como en el caso de la rosita de cacao en Huayapan, resulta difícil establecer su historia de origen y difusión, que permita definir si son plantas que se encuentran bajo procesos de domesticación.
8. Es importante hacer investigaciones fisiológicas, genéticas y biogeográficas más exhaustivas a nivel interpoblacional, abarcando accesiones de *Q. funebris* representativas de la distribución geográfica de esta especie en el país.

9. Aquellas características morfológicas de los árboles de Huayapan, diferentes a las poblaciones silvestres, pueden ser producto del impacto cultural y ambiental al que han estado sujetas por varios siglos.
10. Es importante generar propuestas para el mejoramiento genético y mantenimiento de las poblaciones de *Q. funebris* ubicadas en los Valles Centrales de Oaxaca.
11. Es importante diseñar programas de comunicación con los pobladores de Huayapan, para salvaguardar, revalorar y establecer cuidados en sus huertos, para los árboles de rosita de cacao y su uso en el tejate.

## BIBLIOGRAFIA

- Acuña R. (Edt.). 1984. *Relaciones Geográficas del Siglo XVI: Antequera*, Tomo II. Serie Antropológica 58 Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM. México.
- Barbera G., Carimi F. y Inglese P. 1992. Past and present role of the indian-fig prickly-pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, Cactaceae) in the agriculture of Sicily. *Econ. Bot.* 46(1): 10-20.
- Bazzaz F. A., Chiarello N.R., Coley P. D. y Pitelka L. F. 1987. Allocating resources to reproduction and defense. *BioScience* 37(1): 58-66.
- Beatty J. 1992. Random drift. En: Keller E. F. y Lloyd E. A. Edt. *Keywords in Evolutionary Biology*. Harvard University Press. Cambridge
- Blumler M.A. 1992. Independent inventionism and recent genetic evidence on plant domestication. *Econ. Bot.* 46(1): 98-111.
- Boyer J. S. 1982. Plant productivity and environment. *Science* 218: 443-449.
- Bradomin J. M. 1987. *Historia Antigua de Oaxaca*. 2º Ed.
- 1955 *Toponimia de Oaxaca, Crítica Etimológica*. Talleres Camarena, México.
- Bye R. 1998. La intervención del hombre en la diversificación de las plantas en México. En: Ramamoorthy T.P., Bye R., Lot A. y Fa J. Comps. *Diversidad Biológica de México, orígenes y distribución*. Instituto de Biología UNAM, México. pp. 689-713.
- Caballero, N., Toledo V. M., Argueta A., Aguirre E., Rojas P. y Viccon J. 1978. Estudio botánico y ecológico de la región del Río Uxpanapa, Veracruz. No. 8. Flora Útil o El Uso Tradicional de las Plantas. *Biótica* 3(2): 103-144.
- Cabrera L. 1974. *Diccionario de Aztequismos*. Ediciones Oasis, México.
- Casas A. 1998. Domesticación de plantas y recursos genéticos de México. *Bol. Soc. Bot. México* 62: 141-155.
- y Caballero J. 1996. Traditional management and morphological variation in *Leucaena esculenta* (Fabaceae: Mimosoideae) in the Mixtec region of Guerrero, México. *Econ. Bot.* 50(2): 167-181.
- Cedillo P. E. y Estrada L. E. 1996. Las plantas útiles del municipio de Tepoztlán, Morelos. *Rev. de Geografía Agrícola* No. 22-23, pp. 39-71.

Cohen J. I., Alcorn J. B. y Potter Ch. S. 1991. Utilization and conservation of genetic resources. International projects for sustainable agriculture. Econ. Bot. 45(2): 190-199.

Colunga-García M. P. 1998. Origen, variación y tendencias evolutivas del Henequén (*Agave fourcroydes* Lem.). Bol. Soc. Bot. México 62. 109-128.

Cruz U. S. y Ulloa M. 1973. Alimentos fermentados de maíz consumidos en México y otros países latinoamericanos. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 34: 423-457.

Charlesworth D. y Charlesworth B. 1987. Inbreeding depression and its evolutionary consequences. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18 : 237-268.

del Castillo, F. R. y Trujillo S. 1991. Ethnobotany of *Ferocactus hystrix* and *Echinocactus platyacanthus* (Cactaceae) in the semiarid central México: Past, present and future. Econ. Bot. 45(4): 495-502

de Sahagún B. 1582. *Historia General de las Cosas de Nueva España*. 5º Ed. Angel Ma. Garibay K. 1982. Serie "Sepan Cuántos.....". Ed. Porrúa, México.

Eguiarte F. L. E. 1990. Genética de poblaciones de *Astrocarium mexicanum* Liebm. En Los Tuxtlas, Veracruz. Tesis Doctoral. Centro de Ecología, UNAM. México

Esparza M. (Edt.). 1994. Relaciones Geográficas de Oaxaca 1777-1778. CIESAS-IOC, México.

Falconer D. S. 1981. *Introduction to quantitative genetics*. 2º Ed. Longman, London.

García E. 1981. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen*. 3º Ed. Larios. México.

Griffith A. J. F., Miller J. H., Suzuki D. T., Lewontin R. C. y Gelbart W. M. 1993. *An Introduction to genetic Analysis* 5º Ed. W.H. Freeman and Company. New York.

Harlan J. R. 1975. *Crops and Man*. American Society of Agronomy crop Science Society of America Madison, Wisconsin.

Hedrick P.W. 1983. *Genetics of populations*. Science Books Int. Publ. Boston.

Heiser Ch. B. 1988. Aspects of unconscious selection and evolution of domesticated plants. *Euphytica* 37: 77-81.

Hernández-Ortiz V. 1997. Tephritidae (moscas de la fruta). En: González S. E., Dirzo R. y Vogt R. Edts. *Historia Natural de los Tuxtlas*. Instituto de Biología, UNAM y Comisión Nacional para El Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Hernández X. E. Aspectos de la domesticación de plantas en México : una apreciación personal. En : Ramamoorthy T.P., Bye R., Lot A. y Fa J. Comps. *Diversidad Biológica de México, orígenes y distribución*. Instituto de Biología UNAM, México. pp. 715-735

Ibarra-Manriquez G. y Sinaca C. S. 1987 *Listados Florísticos de México VII. Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz*. Instituto de Biología, UNAM. México.

----- 1995. Lista florística comentada de la Estación de Biología tropical "Los Tuxtlas", Veracruz, México. *Rev. Biol. Trop.* 43(1-3): 75-115.

INEGI. 1997 *Anuario Estadístico del Estado de Oaxaca*. México.

Juárez P. M. A., Reyes A. J. A. y Andrade A. J. A. 1996 Flora útil de tres tipos de matorral en El Altiplano Potosino-Zacatecano. *Rev. Geo. Agríc.* 22-23: 23-38.

Lande R y Arnold S. J. 1983. The measurement of selection on correlated characters *Evolution* 37: 1210-1226

La Rotta C. 1993. *La Etnobotánica y Diversidad del Género Brugmansia (Solanaceae) en México (Estados de Puebla, Guerrero y Veracruz)* Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias UNAM, México

Lazos Ch. E. y Alvarez-Buylla R. M. E. 1983. *Estudio Etnobotánico en Balzapote, Veracruz: Los Solares*. Tesis de Licenciatura, Fac. de Ciencias UNAM, México

León J. 1987. *Botánica de los Cultivos Tropicales*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José Costa Rica.

López V. Ma. E. 1988 *Contribución Etnobotánica en Plantas Medicinales Utilizadas por Dos Grupos Etnicos de Mecapala, Municipio de Pantepec, Puebla*. Tesis de Licenciatura, Esc. Nac. De Estudios Profesionales, Iztacala UNAM, México

Luna B. J. F. 1989. *Estudio de las Plantas Utilizadas en El Baño de Temazcal en la Medicina Tradicional de Morelos*. Tesis de licenciatura, Fac. de Ciencias UNAM, México.

Mapes C., Basurto F., Caballero J. y Bye R. 1998. Tendencias evolutivas en Amarantho (*Amaranthus* spp.) bajo selección humana en México. *Bol. Soc. Bot. México* 62: 91-107.

Martin G. J. 1992. Searching for plants in peasant marketplaces. En: Plotkin M y Famolare L. Edts. *Sustainable Harvest and Marketing of Rain Forest Products*. Island Press, U.S.A.

Martín T. E. 1996. Tres ejemplos de la relación fraile-indígena a través de las plantas: el tabaco, el cacao y las nopaleras. *Aná Mnesis Rev. De teología Dominicanos* VI(2): 159-203.

Martínez A. M. A. 1994. Estado actual de las investigaciones etnobotánicas en México. Bol. Soc. Bot. México 55: 65-74.

-----, Evangelista O. V., Mendoza C. M., Morales G. G., Toledo O. G. y Wong L. A. 1995 *Catálogo de Plantas Útiles de la Sierra Norte de Puebla, México*. Cuadernos 27, Instituto de Biología UNAM, México.

Martínez L. R. 1996. Bebidas rituales del Istmo de Tehuantepec. Dàani-Béedxe No. 19. p. 23.

Martínez M. 1937 *Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas*. Edt. Botas. México.

Martínez R. M. 1980. *Aspectos Sinecológicos del Proceso de Renovación Natural de una Selva Alta Perennifolia*. Tesis, Fac. Ciencias UNAM, México.

Mejía-Saulés M. T. y Dávila A. P. 1992. *Gramíneas Útiles de México*. Cuadernos 16, Instituto de Biología UNAM, México.

Mühlenpfordt E. 1993. *Ensayo de una Descripción Fiel de la República de Mejico. Con Especial referencia a su Geografía, Etnografía y Estadística. El Estado de Oaxaca*. CODEX Editores, México.

Murphy R. W., Sites J. W., Buth D. G. y Haufler C. H. 1990. Isozyme electrophoresis. En: Hillis D. M. y Moritz C. Edts. *Molecular Systematics*. Sinauer, Sunderland.

Nabhan G. P. y Rea A. 1987. Plant domestication and folk-biological change: the upper Piman/devil's claw example. Amer. Anthr. 89(1): 57-73.

Neher R. 1965. *Monograph of genus Tagetes (Compositae)*. Ph. D. Thesis. Department of Botany, Indiana Univ. U.S.A.

Niembro R. A. 1986. *Arboles y Arbustos Útiles de México*. UACH. Ed. Limusa, México.

Pardo-Tejeda E. y Sánchez M. C. 1980. *Brosimum alicastrum (Ramón, Capomo, Ojite) Recurso Silvestre Tropical Desaprovechado*. Cuadernos de Divulgación, INIREB, México.

----- y Ordóñez D. Ma. de J. 1979. *Flores Comestibles*. Comunicado No. 36, INIREB Informa, México.

Pennington T. D. y Sarukhán K. J. 1998. *Arboles Tropicales de México, Manual para la Identificación de las Especies Principales*. Serie Texto Científico Universitario. UNAM-FCE. México.

Rackham O. 1990. *Trees and Woodland in the British Landscape*. Weidenfeld & Nicolson, London.

Raffauf R. F. y Zennie T. M. 1983. The phytochemistry of *Quararibea funebris*. Bot. Mus. Leaf 292 151-158

Rendón A. B. 1992. *Estudio de la Variación Morfológica y Aspectos Etnobotánicos en Hibiscus sabdariffa L. (Malvaceae), en Relación a su Uso y Manejo*. Tesis de Maestría. Fac. Ciencias, UNAM. México.

----- y Nuñez F.J. 1998. Genética evolutiva del proceso de domesticación en plantas. Depto. De Ecología Evolutiva, Instituto de Ecología, UNAM (en prensa).

Rieger R., Michaelis A. y Green M. M. 1976. *Glossary of Genetics and Cytogenetics Classical and Molecular*. Springer-Verlag. New York

Rindos D. 1984. *The Origins of Agriculture an Evolutionary Perspective*. Academic Press, Inc. New York.

Rivera M. I. 1942. Estudio botánico e histórico acerca del "palo copado", *Quararibea funebris* (Llave) Standl. An. Inst. Biol. 13(1-4): 499-502.

Rohlf J. 1993. *Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System for the IBM PC Microcomputer (and compatibles)* Version 1.8 Applied Viostatistics Inc., N.Y, U.S A.

Rooselvet A. 1984. Problems interpreting the diffusion of cultivated plants. En: Stone D. Edt. *Pre-columbian plant migration*. Paper of the Peabody museum of Archeology and Ethnology. Vol. 76. Harvard University Press. Cambridge Massachusetts.

Rosengarten F. 1977. An unusual spice from Oaxaca : The flowers of *Quararibea funebris*. Bot. Mus. Leaf 25(7) 183-202.

Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México

Sall J. 1995. *Statistics and graphic guide, version 3.1 of JMP*. SAS Institute Inc. USA.

Sandoval L. H. y González R. C. E. 1990. El uso de la flora en los solares tamaulipecos. Biotam 1(4): 36-60.

Schultes R. E. 1957. The genus *Quararibea* in Mexico and the use of its flowers as a spice for chocolate Bot. Mus. Leaf. 17(9): 247-264

----- 1984. Amazonian cultigens and their northward and westward migrations in pre-columbian times. En: Stone D. Edt *Pre-columbian plant migration*. Paper of the Peabody museum of Archeology and Ethnology. Vol 76 Harvard University Press. U.S.A.

Schwanitz F. 1967. *The Origin of Cultivated Plants*. 2ª Ed. Oxford University Press, London.

Sneath P. H. A. y Sokal R. R. 1973 *Numerical Taxonomy. The Principles and Practice of Numerical Classification*. Ed. Freeman. San Francisco, California.

Soto E. M. 1976. Algunos aspectos climáticos de la región de los Tuxtlas, Veracruz. En: Gómez-Pompa A. et al. Edts *La Regeneración de Selvas Altas en Veracruz, México*. Continental México.

Soto N. J. C. 1987. *Las Plantas Medicinales y su Uso Tradicional en la Cuenca del Río Balsas, Estados de Michoacán y Guerrero, México*. Tesis, Fac. de Ciencias UNAM, México.

Southwick, E. E. 1984. Photosynthate allocation to floral nectar: a neglected energy investment. *Ecology* 65: 1775-1779.

Standley P. C. 1920. *Trees and Shrubs of Mexico*. U.S.A.

Stone D. 1984. Pre-columbian migration of *Theobroma cacao* Linnaeus and *Manihot esculenta* Crantz from northern south America into Mesoamerica. a partially hypothetical view. En: Stone D. Edt. *Pre-columbian plant migration*. Paper of the Peabody museum of Archeology and Ethnology. Vol 76. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.

Swofford D. L. y Selander S. H. 1989. *Biosys-I: a Computer Program for the Analysis of Allelic Variation in population Genetics and Systematics*. Release 1.7 Illinois Natural History Survey, Champaign, III.

Toledo V. M. 1987. La etnobotánica en latinoamérica. vicisitudes, contextos y desafíos. En: *IV Congreso latinoamericano de Botánica y Simposio de Etnobotánica*. Cali, Colombia pp. 13-34.

Vásquez D. M. A. 1995. Uso y manejo de recursos vegetales de Oaxaca. En: Vásquez D. M. A. Coord *Recursos Vegetales de Oaxaca*. Serie Sociedad y Naturaleza en Oaxaca 2. CONACYT- ITAO-CIGA. México.

Velasco R. G. J. 1994. *La Artesanía de la Palma en la Mixteca Oaxaqueña*. CHIDIR-IPN Oaxaca, México.

Wasson R. G. 1980. *The Wondrous Mushroom, Mycolatry in Mesoamerica*. McGraw-Hill Book Co. U.S.A.

Weir B.S. 1990 *Genetic data analysis. Methods for discrete population genetic data*. Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts.

Ximénez F. 1615. *Cuatro libros de la Naturaleza y Virtudes de las Plantas*.

Zangerl A. R. y Bazzaz F. A. 1984. Effects of short-term selection along environmental gradients on variation in populations of *Amaranthus retroflexus* and *Abutilon theophrasti*. *Ecology* 65(1). 207-217.

Zárate P. S. 1998. La Domesticación de *Leucaena* (Fabaceae, Mimosoideae) en México. *Bol. Soc. Bot. México* 62 : 141-155.

Zohary D. y Hopf M. 1988. *Domestication of Plants in the Old World*. Oxford. Claredon Press.

**Apéndice 1.** Carta expedida por la autoridad municipal de San Andrés Huayapam, para la realización del censo, colectas y registros de rosita de cacao (*Quararibea funebris*) en la población de San Andrés Huayapam

San Andrés Huayapam, 24 de septiembre de 1996

**A LOS HABITANTES DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRES HUAYAPAM.\***

Por medio de este conducto se comunica a los pobladores de San Andrés Huayapam que las autoridades municipales de esta localidad están en conocimiento del estudio biológico sobre el árbol "Rosita de Cacao" y de algunos Huertos Familiares, que llevan a cabo desde julio de 1995 en nuestra localidad, personal del Jardín Histórico Etnobotánico del Exconvento de Santo Domingo de Guzmán en la Ciudad de Oaxaca

Los responsables que participan en estos estudios son los Biólogos Luis M Cervantes Servín, Coordinador Botánico del Jardín; Oscar Soriano Silva, Asistente a la Coordinación Botánica y Jaime Patrón, estudiante de la carrera de Biología del Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca (ITAO).

Las personas antes mencionadas solicitan a los pobladores de San Andrés Huayapam que continúen dando las facilidades que hasta la fecha les han brindado, para continuar visitando los huertos que tienen Rosita de Cacao, para realizar entrevistas a sus dueños sobre el árbol y tomar algunas medidas y datos; asimismo para conocer algunos aspectos generales de las plantas de los huertos familiares

Esperando puedan atender y colaborar con esta petición de los biólogos, agradezco su atención a la presente

  
**IGNORATO SANTIAGO CRUZ**  
 PRESIDENTE MUNICIPAL  
 DE SAN ANDRES HUAYAPAM

\* Por decreto oficial a todas las poblaciones con nombres náhuatl terminadas en PAN, cambiaron esta terminación por PAM, por lo que en este documento oficial aparece el nombre de San Andrés Huayapam, siendo el original Huayapan y el que ha sido empleado en este trabajo

### 1. Características de los árboles por huerto

ROSITA DE CACAO, ROSITAL *Quararibea funebris*

Localidad

**Fecha**

Hoja \_\_\_\_ de \_\_\_\_

[illegible]

(\*) = Número común. P = 1º = Primeros a la hora del pocho. Alt = Altura. A = Área. r = Radio. r = Radio promedio. S = Desviación estándar.  
V = Horas. B = Reiones. Presión: I = Bar. II = Med. III = Alt. F = Flores. T = Fructificación. D1 = Dato. M1-100%. D2 = Dato. M2-44%. D3 = 4-10%. S = Sana.

JARDIN HISTORICO E INOROTANICO DE SANTO DOMINGO, OAXACA  
ESTUDIO "ROSITA DE CACAO"

### 3 Características de las hojas, por árbol

ROSITA DI CACAO ROSITAL *Quararibea funckii*

Localidad

**Fecha**

No Huevo

Hoja \_\_\_\_ de

[illegible]

$M = \text{Madura}$  1-100%  $C1 = \text{Comida}$  + 60%  $C2 = \text{Comida}$  30  $U = \text{Uso}$   $D1 = \text{Dado}$  + 60%  $D2 = \text{Dado}$  30+60%  $D3 = \text{Dado}$  5 30%  $S = \text{Sais}$   
 $L = \text{Long}$   $U = \text{Uso}$   $P = \text{Peso}$





**APENDICE 3. LISTA DE EJEMPLARES DE *Quararibea funebris* QUE FUERON REVISADOS EN EL HERBARIO NACIONAL DE MEXICO**

| No. Colecta | Fecha        | Localidad                             | Nivel del Mar<br>(m.) | Estado   | Estructuras | Colector     |
|-------------|--------------|---------------------------------------|-----------------------|----------|-------------|--------------|
| 528204      | 07/XII/1895  | Col. Melchor Ocampo, Córdoba          | 1,300                 | Veracruz | Fl, Ho      | C. Conzatti  |
| 330713      | 00/V/1981    | Entre Playa Escondida y Estación      | 50-100                | Veracruz | Ho          | A. Gentry    |
| 570916      | 13/II/1990   | Las Cañas, Mpo. Yecuatla (S)          | 400                   | Veracruz | Ho          | C. Gutierrez |
| 570944      | 21/VIII/1989 | La Unión, Mpo. Yecuatla (E)           | 900                   | Veracruz | Ho, Fr      | C. Gutierrez |
| 436666      | 06/II/1983   | Estación Los Tuxtlas (A)              | 160                   | Veracruz | Ho, Fr      | G. Ibarra    |
| 419173      | 09/XI/1984   | Estación los Tuxtlas (A)              | 200                   | Veracruz | Ho, Fr      | G. Ibarra    |
| 66643       | 25/VI/1942   | La Huerta                             | --                    | Puebla   | Ho          | F. Miranda   |
| 402646      | 07/V/1989    | Laguna Escondida y Estación (A)       | 200                   | Veracruz | Ho          | G. Ibarra*   |
| 420763      | 30/VII/1984  | Estación Los Tuxtlas (S)              | 200                   | Veracruz | Ho, Fl      | G. Ibarra*   |
| 414499      | 23/VI/1984   | Estación Los Tuxtlas (S)              | 200                   | Veracruz | Ho, Fl      | G. Ibarra*   |
| 483519      | 25/XI/1982   | Ej. F.J. Mina, Mpo. J. Carranza (S,M) | 120                   | Veracruz | Ho, Fl      | T. Wend*     |
| 569775      | 12/VIII/1990 | La Joya, Mpo. S.M. Jacatepec (S)      | --                    | Oaxaca   | Ho, B       | C. Ramos*    |
| 560888      | 21/I/1984    | Plan de Ayutla, Mpo. Ocosingo (S)     | 600                   | Chiapas  | Ho, Fr      | H. Narave*   |
| 522812      | 12/V/1982    | Estación Los Tuxtlas                  | 160                   | Veracruz | Ho, Fr      | G. Ibarra    |
| 414473      | 16/II/1984   | Laguna Escondida, Tuxtlas (A)         | 160                   | Veracruz | Ho          | G. Ibarra    |
| 294938      | 13/XII/1973  | Laguna Escondida, Tuxtlas (S)         | --                    | Veracruz | Ho, Fr      | J. Calzada   |
| 320120      | 02/VI/1998   | Laguna Escondida, Tuxtlas (S)         | 160                   | Veracruz | Ho, Fl      | S. Perea     |
| 104174      | 27/VIII/1998 | La Palma Sontecomapan (S)             | 0                     | Veracruz | Ho          | M. Sousa     |
| 320125      | 30/III/1998  | Laguna Azul, Tuxtlas (S)              | 160                   | Veracruz | Ho, Fr      | G. Ibarra    |
| 595158      | 06/VI/1998   | Estación de Biología Los Tuxtlas (S)  | 160                   | Veracruz | Ho, Fl      | M. Ricker    |
| 608466      | 11/XII/1987  | Cerro Negro, Sta. Ma. Chimalapa (S)   | 700                   | Oaxaca   | Ho, Fr      | E. Hernández |
| 390209      | 20/V/1983    | Los Tuxtlas (S)                       | --                    | Veracruz | Ho, Fl      | G. Ibarra    |
| 590305      | 21/VII/1992  | Estación Chajul, Mpo. Ocosingo (S)    | 150                   | Chiapas  | Ho, Fl      | E. Martínez* |

## CONTINUACION APENDICE

| No. Colecta | Fecha        | Localidad                       | Nivel del Mar<br>(m ) | Estado       | Estructuras | Colector        |
|-------------|--------------|---------------------------------|-----------------------|--------------|-------------|-----------------|
| 19697       | --/VIII/1951 | Bosque Ajénjibre                | --                    | Puebla       | Ho          | R. Cantú        |
| 335715      | 18/VIII/1974 | La Escuadra, Hidalgotitlán (S)  | 152                   | Veracruz     | Ho, Fl      | B. Vázquez      |
| 639503      | 16/IX/1982   | Estación Los Tuxtlas (S)        | 300                   | Veracruz     | Ho, Fr      | T. Ramammoorthy |
| 533905      | 20/XI/1990   | Cerro Verde, S.F. Usila (S)     | 300                   | Oaxaca       | Ho, B       | J. Calzada*     |
| 552868      | 05/XII/1991  | Mpo. S. Lachiguiri (M*)         | --                    | Oaxaca       | Ho, Fr      | A. Campos       |
| 330810      | 29/III/1979  | Mpo. Santiago Apostol, Ocotlán  | 1480                  | Oaxaca       | Ho,         | P. Solano       |
| 472940      | 02/VI/1982   | Laguna Escondida, Tuxtlas (S)   | 160                   | Veracruz     | Ho, Fl      | G. Ibarra       |
| 472939      | 12/III/1982  | Laguna Escondida, Tuxtlas (A)   | 160                   | Veracruz     | Ho, Fr      | G. Ibarra       |
| 367108      | 12/III/1982  | Mpo. Jesús Carranza (S)         | 100                   | Veracruz     | Ho, Fr      | T. Wendt*       |
| 586683      | 28/VIII/1983 | Mpo. Felipe Carrillo Puerto (M) | --                    | Quintana Roo | Ho, Fr      |                 |
| 737191      | 09/II/1981   | Ej. Agustín Melgar (S)          | 100                   | Veracruz     | Ho, Fl      | J. Calzada      |
| 19760       | 23/VII/1990  | Est. Los Tuxtlas (S)            | 200                   | Veracruz     | Ho, Fl      | G. Ibarra       |
| 762573      | 26/II/1995   | Balzapote                       | --                    | Veracruz     | Ho, Fr      | A.P. Rico       |
| 608466      | 11/XII/1987  | Sta. Ma. Chimalapa (S)          | 400-700               | Oaxaca       | Ho, Fr      | H. Hernández    |
| 685692      | 30/XI/1981   | Sontecomapan (S)                | 50-150                | Veracruz     | Ho, Fr      | M. Nee          |
| 152042      | 16/VII/1962  | El Peñón, Agua Fria (S)         | --                    | Puebla       | Ho          | J. Sarukhán*    |
| 171493      | 19/XII/1974  | Mpo. Jesús Carranza (S)         | 100                   | Veracruz     | Ho, Fr      | A. Alvarez      |
| 182469      | 09/V/1973    | Ej. Zapotal (S)                 | --                    | Veracruz     | Ho, B       | J. Chavelas*    |
| 66644       | 25/VII/1942  | La Huerta                       | --                    | Puebla       | Ho, Fl, Fr  | F. Miranda      |
| 177155      | 02/XII/1966  | Pénjamo                         | --                    | Tabasco      | Ho          | L. González*    |

S=Selva alta perennifolia, A=Acahual, Ho=Hojas, Fl=Flores, Fr=Frutos

\* = Más de un colector

#### Apéndice 4. Ingredientes botánicos que participan en la preparación del tejate tradicional.

##### PLANTAS EMPLEADAS

|                       |                                                                 |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|
| MAÍZ -----            | <i>Zea mays</i> L. (Gramineae)                                  |
| CACAO -----           | <i>Theobroma cacao</i> L. (Sterculiaceae)                       |
| PIZTLE -----          | <i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.B Moore et Stearn (Sapotaceae) |
| ROSITA DE CACAO ----- | <i>Quararibea funebris</i> (La Llave) Vischer (Bombacaceae)     |

##### CANTIDADES Y PREPARACION

1 kg de maíz de bolita (criollo).  
 50 grs de cacao tostado.  
 3 semillas de piztle.  
 25 grs de flores de rosita de cacao.  
 Azúcar al gusto.

Desde un día antes se pone a cocer el maíz con ceniza de encino negro (*Quercus* sp.) hasta que se afloja el hollejo. Se lava muy bien y se le quita la cabeza al maíz en el comal se tuesta el cacao.

En el metate se principia a moler el cacao, las florecitas y el piztle; se sigue con el maíz hasta que todo quede bien molido, hasta el punto de quedar como masa.

Para batirlo se necesita un apaztle y con las manos limpias se empieza a batir echando un chorrito de agua con fuerza para que vaya haciendo la espuma. Se deja lo más espumoso posible. Se sirve con azúcar al gusto. Se toma en jícara poniendo espuma encima del líquido.

# Apéndice 5. Sistemas y enzimas utilizadas para *Quararibea funebris*

## SISTEMAS Y ENZIMAS

**BUFFER DE EXTRACCION PARA Abies**  
(se prepara con 3/4 de buffer YO y 1/4 de buffer VEG II)

**seed extraction buffer**  
chechar la molaridad en Cheliak and Pitel 1984 \*\*\*\*  
**BUFFER YO**

- \* 10 ml de solución tris-ácido cítrico (1.57 g trizma base, 0.83 g ácido cítrico, aforar a 100 ml con H<sub>2</sub>O destilada y se ajusta el pH a 7.0)
- \* 0.05 g de NADP
- \* 0.05 g de NAD
- \* 0.018 g de ácido ascórbico
- \* 0.034 g de EDTA
- \* 0.10 g de Albumina sérica bovina
- \* 0.33 ml de 2-Mercaptoetanol

Se afora a 100 ml. con H<sub>2</sub>O destilada

## **BUFFER VEG II**

- \* 0.31 g de Ácido Bórico
- \* 2 ml de Tergitol 15-S-9
- \* 2 g de PEG 8000
- \* 7 g de PVP 40
- \* 1 g de PVP 360
- \* 0.88 g de Ácido ascórbico \*\*\*\*\* chechar molaridad
- \* 0.02 g de NAD
- \* 0.1 g de Albumina Sérica Bovina
- \* 0.005 g de Piridoxal 5 fosfato
- \* 0.27 g de Sacrosa
- \* 0.19 g de Cisteína-HCl
- \* 0.66 ml de 2-Mercaptoetanol

Se afora a 100 ml. con H<sub>2</sub>O destilada y se ajusta a pH 7.1 con NaOH

## **SISTEMA C DE MAIZ (Stubert et al., 1988)**

*Buffer Trizma Base (pH 8.3)*

- \* 0.05 M Trizma Base (T1503) ----- 6.20 g
- \* 0.007 M Ac. Cítrico (monohidratado) ----- 1.50 g
- \* H<sub>2</sub>O destilada ----- aforar a 1000 ml

Buffer del electrodo (pH 8.3)

- \* 0.19 M Ac. Bórico ----- 11.875 g
- \* 0.04 M Hidróxido de Litio ----- 1.60 g
- \* H<sub>2</sub>O destilada ----- aforar a 1000 ml.

Ajustar el pH a 8.3 con LiOH y correr a 225 volts  
aprox 6 hrs

Buffer del gel

- \* 9 partes del buffer Trizma base (pH 8.3)

113

Continuación apéndice 5 MDH (MALATO DESHIDROGENASA, E.C.1.1.1.37) 8

(Modificada de Vallejos, 1983)

1 gel

Pesar :

|              |       |       |
|--------------|-------|-------|
| * DPN (=NAD) | ----- | 10 mg |
| * NBT        | ----- | 15 mg |
| * NaNC       | ----- | 20 mg |

Añadir :

|                        |       |        |
|------------------------|-------|--------|
| * 0.2M Tris-HCl pH 8.0 | ----- | 50 ml  |
| * 1M DL-Malato pH 7.8  | ----- | 5 ml   |
| * PMS 1%               | ----- | 0.1 ml |

Incubar en la oscuridad a temperatura ambiente

PGI (FOSFOGLUCOSA ISOMERASA, E.C.5.3.1.9) 9

(Mod. de Vallejos, 1983)

1 gel

Pesar .

|                                       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|
| * D-Fructuosa 6-fosfato, sal disódica | ----- | 15 mg |
|---------------------------------------|-------|-------|

Añadir .

|                                             |       |        |
|---------------------------------------------|-------|--------|
| * 0.1M Tris-HCl pH 7.5                      | ----- | 50 ml  |
| * Glucosa 6-fosfato deshidrogenasa (10u/ml) | ----- | 3 ml   |
| * 1M MgCl2 ó al 10%                         | ----- | 1 ml   |
| * TPN (=NADP) 1%                            | ----- | 1 ml   |
| * MTT 1%                                    | ----- | 1 ml   |
| * PMS 1%                                    | ----- | 0.5 ml |

Incubar en la oscuridad a temperatura ambiente

RUB (Rubisco E.C. 4.1.1.39) 10

(Wendel y Weeden 1989)

1 gel

Pesar .

|                               |       |      |
|-------------------------------|-------|------|
| * 1) Napthol Blue Black (NBB) | ----- | 8 mg |
|-------------------------------|-------|------|

Añadir

|                  |       |       |
|------------------|-------|-------|
| * 2) Ac. Acético | ----- | 10 ml |
| Metanol          | ----- | 40 ml |

## Continuación apéndice 5

- \* 1 parte del buffer del electrodo (pH 8.3)

## SISTEMA D DE MAIZ (Stuber et al., 1988)

Buffer del electrodo (pH 6.5)

- \* 0.065 M L-Histidina (H-8000) ..... 10.088 g
- \* 0.007 M Ac. Cítrico (monohidr.) ..... 1.50 g

Ajustar el pH a 6.5 con Ac. cítrico y Aforar a 1000 ml. con H<sub>2</sub>O destilada

Buffer del gel

- \* 1 parte el buffer del electrodo
- \* 3 partes de H<sub>2</sub>O destilada

*Correr a 30 mA.*

F-EST (ESTERASA FLUORESCENTE) 4  
(E.C. 3.1.1.- Wendel y Weeden, 1989)

1 gel

## \* Solución A:

50  $\mu$ M NaAC Buffer pH 5 ..... 30 ml.  
Agar ..... 300 mg.

## \* Solución B:

50  $\mu$ M NaAC Buffer pH 5 ..... 30 ml.  
4-Methylumbelliferyl acetato ..... 20 mg

Disuelva previamente el 4-Methylumbelliferyl en 3 ml. de acetona.  
Caliente la Sol. A hasta que empiece a hervir, enfríe a 60° C, mezcle con la Sol. B y obsérvese rápidamente bajo UV a 370 nm., difunde rápidamente.

GOT (GLUTAMATO OXALOACETATO TRANSAMINASA,  
E.C.2.6.1.1) 5  
(Mod de Wyatt, 1989)

1 gel

Pesar .

\* Pyridoxal 5-fosfato ..... 9 mg  
\* Fast Blue BB salt ..... 100 mg

Añadir .

\* 0.2M Tris-HCl pH 7.0 ..... 50 ml  
\* Sustrato GOT pH 7.0 ..... 3 ml

Incubar en la oscuridad a 37°C

**Continuación apéndice 5**      **AcPH (FOSFATASA ACIDA, E.C. 3.1.3.2)**      **1**  
 (Mod.de Hakim-Elahi, 1976)

1 gel

Pesar .

\* Fast Garnet GBC salt ----- 70 mg.

Añadir

\* Buffer 1 M de NaAc (Acetato de sodio) pH 5.0 ----- 5 ml.

\* H<sub>2</sub>O destilada ----- 90 ml.

\* MgCl<sub>2</sub> 10% ----- 1 ml.

\* \_Naphthyl acid phosphate (Sodium salt) ----- 2 ml.

incubar en la oscuridad a temperatura ambiente

**ADH (ALCOHOL DESHIDROGENASA)**      **2**  
 (E.C. 1.1.1.1 Wendel y Weeden 1989)

1 gel

Pesar:

\* DPN (NAD) ----- 10 mg

\* NBT ----- 10 mg.

Añadir :

\* 0.2M Tris-HCl pH 8.0 ----- 40 ml.

\* Etanol al 95% ó 100% ----- 5 ml

\* PMS 1% ----- 1 ml.

Incubar en la oscuridad a 37°C

**APX (PEROXIDASA ANODICA, E.C 1.11.1.7)**      **3**  
 (Mod. de Hakim-Elahi, 1976)

1 gel

Pesar :

\* 3-Amino-9-ethylcarbazole ----- 100 mg

Añadir :

\* Dimetilformamida ----- 5 ml

\* H<sub>2</sub>O destilada ----- 90 ml

\* Peróxido de Hidrógeno al 3% ----- 2 ml

\* Cloruro de Calcio al 1% ----- 2 ml

\* 1M Acetato de Sodio pH 5.0 ----- 5 ml

Incubar en la oscuridad a temperatura ambiente

Pesar :

\* Glucosa-6-Fosfato sal disódica ..... 80 mg.

Añadir :

\* 1M Tris-Hcl pH 8.0 ..... 10 ml.  
\* H<sub>2</sub>O destilada ..... 40 ml  
\* MgCl<sub>2</sub> 1M ..... 1 ml.  
\* TPN (NADP) 1% ..... 1 ml.  
\* MTT ó NBT 1% ..... 1 ml  
\* PMS 1% ..... 0.5 ml.

Incubar en la oscuridad a 37°C

LAP (LEUCINA AMINOPEPTIDASA, E.C.3.4.11.1) 7  
(Mod. de Werth, 1985)

1 gel

Pesar :

\* 1) Fast Black K salt ..... 60 mg

Disolverlo bien en 5 ml de H<sub>2</sub>O destilada justo antes de teñir

Añadir

\* Buffer 0.2M Tris-maleato pH 5.2 ..... 50 ml  
\* L-leucina b-naftilamida-HCl 2.5% ..... 2 ml

Incubar en la oscuridad a 37°C durante 30 min. y posteriormente añadir el Fast Black K salt ya disuelto. Dejar incubando en la oscuridad a 37°C hasta que aparezcan las bandas.





**Apéndice 7.** Frecuencias de los alelos por locus, de los seis sistemas enzimáticos para los individuos de *Quararibea funebris* de San Andrés Huayapan, Oaxaca (en huertos familiares), San Felipe Usila, Oaxaca (silvestres) y Los Tuxtlas, Veracruz (silvestres).

| LOCUS        | POBLACION |       |       |
|--------------|-----------|-------|-------|
|              | 1         | 2     | 3     |
| <b>PGI-1</b> |           |       |       |
| (N)          | 25        | 14    | 13    |
| 1            | 1.000     | 0.929 | 0.923 |
| 2            | 0.00      | 0.071 | 0.077 |
| <b>PGI-2</b> |           |       |       |
| (N)          | 25        | 14    | 13    |
| 1            | 0.000     | 0.000 | 0.577 |
| 2            | 1.000     | 0.036 | 0.154 |
| 3            | 0.000     | 0.954 | 0.269 |
| <b>SKD-1</b> |           |       |       |
| (N)          | 25        | 14    | 13    |
| 1            | 0.020     | 0.000 | 0.269 |
| 2            | 0.880     | 0.929 | 0.577 |
| 3            | 0.100     | 0.071 | 0.154 |
| <b>IDH-1</b> |           |       |       |
| (N)          | 25        | 14    | 13    |
| 1            | 1.000     | 0.393 | 0.462 |
| 2            | 0.000     | 0.607 | 0.538 |
| <b>IDH-2</b> |           |       |       |
| (N)          | 25        | 14    | 13    |
| 1            | 1.000     | 0.214 | 0.885 |
| 2            | 0.000     | 0.679 | 0.115 |
| 3            | 0.000     | 0.107 | 0.000 |
| <b>APX</b>   |           |       |       |
| (N)          | 25        | 14    | 13    |
| 1            | 0.340     | 1.000 | 1.000 |
| 2            | 0.660     | 0.000 | 0.000 |

**POBLACION**  
 1 HUAYAPAN  
 2 TUXTLA  
 3 USILA

**Apéndice 8.** Promedios (n=270 por parámetro) de las medidas registradas en flor, hoja, fruto y semilla en los individuos de las tres poblaciones estudiadas de *Quararibea funebris* San Andrés Huayapan, Oaxaca (en huertos familiares), San Felipe Usila, Oaxaca (silvestres) y Los Tuxtlas, Veracruz (silvestres) Cuatro variables fueron incompletas

| LOCALIDAD | IND. | FLOR |       |      |      | HOJA  |      |      | FRUTO |      |      | SEMILLA |      |      |
|-----------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|---------|------|------|
|           |      | A    | B     | C    | D    | E     | F    | G    | H     | I    | J    | K       | L    | M    |
| HUAYAPAN  | 1    | 4.68 | 9.14  | 2.41 | 3.74 | 14.27 | 6.69 | 0.98 | 3.18  | 3.93 | 2.27 | 3.00    | 1.67 | 1.17 |
|           | 2    | 3.41 | 7.98  | 2.02 | 3.05 | 15.76 | 7.45 | 0.87 | 3.51  | 3.63 | 2.57 | 3.09    | 1.94 | 1.45 |
|           | 3    | 3.52 | 8.00  | 2.05 | 3.06 | 10.89 | 6.08 | 0.56 | 2.98  | 3.34 | 2.37 | 2.87    | 1.84 | 1.49 |
|           | 4    | 3.56 | 7.97  | 2.07 | 3.06 | 12.34 | 6.45 | 0.62 | 3.49  | 3.74 | 2.20 | 2.92    | 1.96 | 1.5  |
|           | 5    | 3.84 | 8.14  | 2.22 | 3.36 | 14.70 | 7.93 | 0.85 | 3.43  | 3.63 | 2.33 | 3.26    | 1.8  | 1.45 |
|           | 6    | 3.55 | 8.05  | 2.07 | 3.19 | 10.66 | 5.65 | 0.57 | 3.61  | 3.73 | 2.40 | 3.18    | 1.73 | 1.35 |
|           | 7    | 3.67 | 8.10  | 2.15 | 3.19 | 14.19 | 7.66 | 0.9  | 3.36  | 3.47 | 2.30 | 3.63    | 1.82 | 1.48 |
|           | 8    | 3.92 | 8.24  | 2.24 | 3.29 | 15.96 | 7.77 |      | 2.74  | 3.19 | 2.17 | 3.21    | 1.9  | 1.49 |
|           | 9    | 3.42 | 7.96  | 2.06 | 3.05 | 13.58 | 6.73 |      | 3.77  | 3.58 | 2.64 | 2.71    | 1.69 | 1.35 |
|           | 10   | 3.53 | 8.00  | 2.12 | 3.12 | 14.65 | 7.36 |      | 3.23  | 4.02 | 2.30 | 3.03    | 1.75 | 1.47 |
|           | 11   | 3.52 | 7.99  | 2.04 | 2.98 | 13.19 | 6.75 |      | 2.82  | 3.22 | 2.10 | 3.03    | 1.79 | 1.3  |
|           | 12   | 3.81 | 8.11  | 2.22 | 3.39 | 14.78 | 7.39 |      | 3.55  | 3.58 | 2.40 | 2.96    | 1.75 | 1.33 |
|           | 13   | 4.48 | 8.94  | 2.35 | 3.62 | 13.80 | 6.77 |      | 3.02  | 3.45 | 2.43 | 3.01    | 1.85 | 1.49 |
|           | 14   | 3.61 | 8.04  | 2.12 | 3.12 | 12.58 | 6.45 |      | 3.01  | 3.42 | 2.37 | 2.78    | 1.75 | 1.47 |
|           | 15   | 3.62 | 8.12  | 2.12 | 3.10 | 11.50 | 5.99 |      | 3.50  | 3.75 | 2.20 | 2.97    | 1.96 | 1.5  |
| USILA     | 16   | 4.41 | 9.24  | 2.64 | 4.36 | 24.39 | 9.87 | 1.66 | 1.6   | 1.71 | 1.80 | 1.49    | 1.56 | 1.13 |
|           | 17   | 4.56 | 11.07 | 2.86 | 5.65 | 20.32 | 7.82 | 0.78 | 1.47  | 1.59 | 1.23 | 1.47    | 1.56 | 1.1  |
|           | 18   | 5.04 | 10.21 | 2.34 | 3.98 | 19.24 | 7.45 | 1.13 | 1.51  | 1.64 | 1.40 | 1.45    | 1.54 | 1.15 |
|           | 19   | 5.19 | 11.48 | 2.45 | 4.03 | 22.37 | 9.32 |      | 1.66  | 1.8  | 1.73 | 1.46    | 1.59 | 1.16 |
|           | 20   | 4.96 | 9.53  | 2.5  | 4.44 | 19.67 | 9.1  |      | 1.63  | 1.71 | 1.83 | 1.57    | 1.61 | 1.25 |
|           | 21   | 4.55 | 9.82  | 2.56 | 4.3  | 22.43 | 9.72 |      | 1.6   | 1.75 | 1.80 |         |      |      |
|           | 22   | 5.34 | 12.65 | 2.47 | 3.95 | 21.52 | 9.23 |      | 1.69  | 1.74 | 1.90 |         |      |      |
| TUXTLAS   | 23   | 3.53 | 8.31  | 2.05 | 3.11 | 18.14 | 7.57 | 0.93 | 1.63  | 1.77 | 1.63 | 1.45    | 1.57 | 1.15 |
|           | 24   | 3.85 | 8.21  | 2.21 | 3.23 | 17.79 | 7.27 | 0.8  | 1.55  | 1.63 | 1.43 | 1.49    | 1.56 | 1.13 |
|           | 25   | 3.59 | 8.07  | 2.26 | 3.18 | 17.91 | 7.85 | 1.06 | 1.45  | 1.55 | 1.2  | 1.49    | 1.55 | 1.17 |
|           | 26   | 3.52 | 8     | 2.01 | 3.08 | 15.85 | 6.54 | 0.74 | 1.65  | 1.79 | 1.8  | 1.57    | 1.62 | 1.25 |
|           | 27   | 4.03 | 8.86  | 2.26 | 3.54 | 16.35 | 7.53 | 0.88 | 2.5   | 2.7  | 2.00 | 2.41    | 1.72 | 1.33 |
|           | 28   | 4.16 | 8.69  | 2.23 | 3.46 | 15.81 | 6.3  | 0.7  | 1.61  | 1.75 | 1.82 | 1.48    | 1.56 | 1.12 |
|           | 29   | 3.37 | 7.95  | 2.03 | 2.95 | 15.33 | 5.61 | 0.8  | 1.61  | 1.75 | 1.6  | 1.54    | 1.59 | 1.24 |
|           | 30   | 3.57 | 8.01  | 2.05 | 3.16 | 18.73 | 8.76 | 1.17 | 1.67  | 1.79 | 1.83 |         |      |      |
|           | 31   | 3.42 | 7.98  | 2.01 | 3.05 | 16.00 | 7.12 |      | 1.47  | 1.59 | 1.21 |         |      |      |
|           | 32   | 3.48 | 7.94  | 2.26 | 3.05 | 18.00 | 7.49 |      | 1.62  | 1.81 | 1.77 |         |      |      |
|           | 33   | 4.16 | 8.79  | 2.31 | 3.63 | 14.71 | 6.15 |      | 1.54  | 1.64 | 1.47 |         |      |      |

A= LARGO DEL PETALO (CM)

B= ANCHO DEL PETALO (MM)

C= LARGO DEL CALIZ (CM)

D= LARGO ESTRUCTURAS REPRODUCTORAS (CM)

E= LARGO DE LAMINA (CM)

F= ANCHO DE LAMINA (CM)

G= PESO SECO HOJA

H= ALTO DEL FRUTO

I= ANCHO DEL FRUTO

J= GRUESO DEL FRUTO

K= LARGO DE SEMILLA

L= ANCHO DE SEMILLA

M= PESO SECO SEMILLA

**Apéndice 10.** Plantas más importantes registradas en los huertos familiares de San Andrés Huayapan, "tierra del tejate", Oaxaca

**ARBOLES**

|                       |       |                                                                            |
|-----------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------|
| Aguacate criollo      | ----- | <i>Persea americana</i> Miller                                             |
| Aguacate para rebanar | ----- | <i>Persea</i> sp.                                                          |
| Anona                 | ----- | <i>Annona cherimola</i> Miller                                             |
| Ciruela               | ----- | <i>Spondias purpurea</i> L.                                                |
| Durazno               | ----- | <i>Prunus persica</i> Miller                                               |
| Granada roja          | ----- | <i>Punica granatum</i> L.                                                  |
| Guaje rojo            | ----- | <i>Leucaena esculenta</i> subsp. <i>esculenta</i> (Moc. Et Sessé ex A.DC.) |
| Guayaba               | ----- | <i>Psidium guajava</i> L.                                                  |
| Higo                  | ----- | <i>Ficus hirta</i> Vahl                                                    |
| Jacaranda             | ----- | <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don                                        |
| Jacalosuchil          | ----- | <i>Plumeria rubra</i> L.                                                   |
| Lima                  | ----- | <i>Citrus aurantiifolia</i> (Christian) Swingle                            |
| Limón                 | ----- | <i>Citrus limon</i> (L.) Burm f                                            |
| Mandarina             | ----- | <i>Citrus reticulata</i> Blanco                                            |
| Mango                 | ----- | <i>Mangifera indica</i> L.                                                 |
| Nance                 | ----- | <i>Malpighia mexicana</i> Juss.                                            |
| Naranja               | ----- | <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck                                         |
| Nispero               | ----- | <i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindley                                |
| Paraiso               | ----- | <i>Melia azedarach</i> L.                                                  |
| Pirú                  | ----- | <i>Schinus molle</i> L.                                                    |
| Toronja               | ----- | <i>Citrus x paradisi</i> Macfady                                           |
| Tulipán               | ----- | <i>Spathodea campanulata</i> Pal.                                          |
| Zapote amarillo       | ----- | <i>Licania platypus</i> (Hemsl.) Fritsch                                   |
| Zapote negro          | ----- | <i>Diospiros digyna</i> Jacq                                               |
| Zompantle             | ----- | <i>Erythrina americana</i> Miller                                          |

**ARBUSTOS**

|                        |       |                                                                |
|------------------------|-------|----------------------------------------------------------------|
| Bugamvilia             | ----- | <i>Bougainvillea</i> sp.                                       |
| Café                   | ----- | <i>Coffea arabica</i> L.                                       |
| Chamizo                | ----- | <i>Barkleyanthus salicifolius</i> (HBK.) H. Robinson & Brettel |
| Flor de Santa Catarina | ----- | <i>Euphorbia pulcherrima</i> L.                                |
| Florifundio            | ----- | <i>Brugmansia candida</i> Pers.                                |
| Hierba santa           | ----- | <i>Piper sanctum</i> (Miq.) Schlecht.                          |
| Jazmín de Huayapan     | ----- | <i>Philadelphus mexicanus</i> Schl.                            |
| Muicle                 | ----- | <i>Justicia spicigera</i> Schlecht.                            |
| Rosa laurel            | ----- | <i>Nerium oleander</i> L.                                      |
| Rosa de Castilla       | ----- | <i>Rosa centifolia</i> L.                                      |
| Rosales                | ----- | <i>Rosa</i> spp                                                |

## Continuación apéndice 10

## SUCULENTAS

|                         |                                            |
|-------------------------|--------------------------------------------|
| Nopal -----             | <i>Opuntia</i> sp                          |
| Nopal de lengua -----   | <i>Nopalea auberi</i> (Pfeiffer) Salm-Dyck |
| Nopal de Castilla ----- | <i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Miller    |
| Zábila -----            | <i>Aloe barbadensis</i> Mill               |

## HERBACEAS

|                          |                                                                              |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Albacar -----            | <i>Ocimum bacilicum</i> L.                                                   |
| Alcatraz -----           | <i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng                                   |
| Azucena -----            | <i>Polianthes tuberosa</i> L.                                                |
| Begonia -----            | <i>Begonia</i> spp                                                           |
| Calabaza -----           | <i>Cucurbita</i>                                                             |
| Capa de rey -----        | <i>Croton</i> sp.                                                            |
| Cempasúchil -----        | <i>Tagetes erecta</i> L.                                                     |
| Chayote -----            | <i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw                                              |
| Dalia -----              | <i>Dalia</i> sp                                                              |
| Epazote -----            | <i>Telexys ambrosioides</i> (L.) Weber                                       |
| Estafiate -----          | <i>Artemisia ludoviciana</i> Nuttall subsp. <i>mexicana</i><br>(Willd.) Keck |
| Chiles diversos -----    | <i>Capsicum</i> spp.                                                         |
| Estropajo -----          | <i>Luffa aegyptiaca</i> Miller                                               |
| Frijolón -----           | <i>Phaseolus coccineus</i> L.                                                |
| Gallitos -----           | <i>Zinnia</i> sp.                                                            |
| Geranio -----            | <i>Geranium</i> sp                                                           |
| Hierba maestra -----     | <i>Artemisia absinthium</i> L.                                               |
| Hierba Santa María ----- | <i>Chrysanthemum parthenum</i> (L.) Bernh.                                   |
| Hinojo -----             | <i>Foeniculum vulgare</i> Mill.                                              |
| Manzanilla -----         | <i>Matricaria recutita</i> L.                                                |
| Margarita -----          | <i>Aster</i> sp.                                                             |
| Paragüitas -----         | <i>Impatiens balsamina</i> L.                                                |
| Romero -----             | <i>Rosmarinus officinalis</i> L.                                             |
| Ruda -----               | <i>Ruta chalepensis</i> L.                                                   |
| Tarabundi -----          | <i>Xanthosoma robustus</i> Schott                                            |

## HERBACEAS ARBORESCENTES

|               |                         |
|---------------|-------------------------|
| Plátano ----- | <i>Musa</i> sp.         |
| Papaya -----  | <i>Carica papaya</i> L. |