

00361



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

30
2ej.

**ESTUDIO DE LA VARIACION MORFOLOGICA Y
ASPECTOS ETNOBOTANICOS EN
Hibiscus sabdariffa L. (Malvaceae),
EN RELACION A SU USO Y MANEJO**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRIA EN CIENCIAS
(BIOLOGIA)
P R E S E N T A :
BEATRIZ RENDON AGUILAR



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 está 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.

INDICE GENERAL.

INDICE DE TABLAS.....	i
INDICE DE FIGURAS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	vii
RESUMEN.....	x
PRESENTACION.....	xi
CAPITULO I. INTRODUCCION.....	1
- PROCESO INICIAL: LA DOMESTICACION.....	3
- LA INTRODUCCION DE ESPECIES: CAMBIOS EN LA VARIACION MORFOLOGICA Y GENETICA.....	6
HIPOTESIS DE TRABAJO.....	10
OBJETIVOS.....	11
CAPITULO II. SINOPSIS DE LA JAMAICA.....	12
2.1. INTRODUCCION.....	13
2.2. TAXONOMIA.....	13
2.2.1. Clasificación.....	13
2.2.2. Descripción de <u>Hibiscus sabdariffa</u>	14
2.3. NOMBRES COMUNES.....	17
2.4. ECOLOGIA.....	25
2.5. ANALISIS BROMATOLOGICO Y DE PIGMENTOS.....	28
2.6. CITOTAXONOMIA.....	30
2.7. DOMESTICACION Y DISTRIBUCION.....	32
2.8. USO ACTUAL Y USO POTENCIAL.....	34
2.9. DESARROLLO DEL CULTIVO EN MEXICO.....	42
CAPITULO III. ANALISIS CUANTITATIVO DE LA VARIACION MORFOLOGICA EN <u>Hibiscus sabdariffa</u>	46
3.1. INTRODUCCION.....	47

3.2. METODOS.....	49
3.2.1. Sitio de trabajo.....	49
3.2.2. Manejo de las accesiones.....	50
Diseño de la Parcela y Distribución de las accesiones.....	51
Marcado de las plantas.....	53
3.2.3. Análisis de la Variación Morfológica.....	54
Arquitectura de las accesiones.....	54
Fenología.....	55
Asignación de recursos (Análisis de Biomasa).....	55
Características de las hojas.....	56
Análisis morfológico de la estructura reproductiva.....	58
Características cualitativas.....	60
3.2.4. Análisis de los datos.....	61
Variación interpoblacional.....	63
Relaciones interpoblacionales (Relaciones taxonómicas).....	63
Definición de caracteres clave.....	64
3.3. RESULTADOS.....	65
3.3.1. Variación morfológica.....	65
Crecimiento.....	65
Cobertura y forma de ramificación.....	70
Asignación de recursos.....	78
Características de la estructura reproductiva.....	90
Características de las hojas.....	92
Fenología.....	92
3.3.2. Relaciones interpoblacionales (Relaciones taxonómicas).....	95
Matriz de datos 140 x 15.....	96
Matriz de datos 41 x 15.....	96
3.3.3. Definición de caracteres clave.....	99
Matriz de datos 140 x 15.....	99
Matriz de datos 41 x 15.....	102
3.4. DISCUSION.....	103

**CAPITULO IV. INTRODUCCION DE Hibiscus sabdariffa
A AMERICA Y MEXICO. UNA REVISION BIBLIOGRAFICA.....** 111

4.1. INTRODUCCION.....	112
4.2. METODOS.....	116
4.3. RESULTADOS.....	116
4.4. DISCUSION.....	130

**CAPITULO V. ASPECTOS ETNOBOTANICOS DEL CULTIVO DE
Hibiscus sabdariffa EN EL MUNICIPIO DE AYUTLA
DE LOS LIBRES, GUERRERO.....** 134

5.1. INTRODUCCION.....	135
5.2. METODOS.....	137

5.2.1.	Determinación del área de trabajo.....	137
5.2.2.	Las entrevistas.....	138
5.3.	RESULTADOS.....	139
5.3.1.	Características generales de la zona de estudio.....	139
5.3.2.	El cultivo de la jamaica.....	146
	Tumba.....	149
	Rastrojeo.....	151
	Barbecho y surcado.....	151
	Siembra.....	152
	Desahijado y aclareo.....	153
	Deshierbos o escardas.....	154
	Fertilización.....	155
	Poda.....	155
	Control de plagas y enfermedades.....	155
	Dobla del maíz.....	157
	Cosecha del maíz.....	157
	Cosecha de la jamaica.....	159
5.3.3.	Otros aspectos del cultivo.....	163
	Transporte y almacenamiento.....	163
	Producción y comercialización del producto.....	164
	Aprovechamiento y uso del producto.....	166
	Relaciones sociales de producción.....	167
5.4.	DISCUSIÓN.....	168
CAPITULO VI. CONCLUSIONES.....		177
CAPITULO VII. BIBLIOGRAFIA.....		186
APENDICE 1.....		202

INDICE DE TABLAS.

CAPITULO II.

Tabla 2.1.- Descripción de diferentes cultivares de Hibiscus sabdariffa según Wester (1920), Crane (1949) y Martin (1984).

Tabla 2.2.- Nombres comunes a nivel mundial aplicados para Hibiscus sabdariffa, según varios autores.

Tabla 2.3.- Nombres asignados en diferentes idiomas a Hibiscus sabdariffa haciendo referencia a las partes utilizadas. (Fuente: Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1983).

Tabla 2.4.- Contenido bromatológico de las diferentes partes comestibles de Hibiscus sabdariffa (Fuentes: Martin, 1984. Handbook of tropical food crops y Feldman, 1990. Principios de Nutrición Clínica).

Tabla 2.5.- Posibles centros de origen para Hibiscus sabdariffa según varios autores.

Tabla 2.6.- Usos de las diferentes partes vegetativas y reproductivas a nivel mundial de Hibiscus sabdariffa (incluye usos pasados, presentes y algunos potenciales).

CAPITULO III.

Tabla 3.1.- Accesiones de Hibiscus sabdariffa utilizadas para el análisis de variación morfológica. Los datos de serie, cultivar y uso provienen del Banco de Germoplasma.

Tabla 3.2.- Nivel de significancia en los Análisis de Varianza (ANOVA) aplicados a los diferentes caracteres evaluados en las hojas de las 15 accesiones. Se indican diferencias a nivel de bloques, colectas e individuos.

Tabla 3.3.- Comportamiento Fenológico de las 15 accesiones de Hibiscus sabdariffa.

Tabla 3.4.- Matriz Básica de Datos de 140 caracteres x 15 OTU's.

Tabla 3.5.- Resumen de la Matriz Estandarizada de 140 caracteres.

Tabla 3.6.- Nombres de los 140 caracteres de la matriz básica de datos.

Tabla 3.7.- Matriz Básica de Datos de 41 caracteres x 15 OTU's.

Tabla 3.8.- Resumen de la Matriz Estandarizada de 41 caracteres.

Tabla 3.9.- Nombres de los 41 caracteres de la matriz básica de datos

Tabla 3.10.- Valores Eigen obtenidos a partir de una Matriz de Correlación de 140 caracteres. Se observa que los 3 primeros valores explican el 72.75% de la variabilidad entre los 15 OTU's.

Tabla 3.11.- Valores Eigen obtenidos a partir de una Matriz de Correlación de 41 caracteres. Se observa que los 3 primeros valores explican el 76.74% de la variabilidad entre los 15 OTU's.

Tabla 3.12.- Carga de los diferentes caracteres que explican la variabilidad dentro de cada uno de los factores o componentes principales (Matriz Básica de Datos= 140 x 15).

Tabla 3.13.- Caracteres de mayor peso (mayor o igual a 0.8) que constituyen cada uno de los Factores del Análisis de Componentes Principales de la Matriz de 140 x 15.

Tabla 3.14.- Carga de los diferentes caracteres que explican la variabilidad dentro de cada uno de los factores o componentes principales (Matriz Básica de Datos= 41 x 15).

Tabla 3.15.- Caracteres de mayor peso (mayor o igual a 0.8) que constituyen cada uno de los Factores del Análisis de Componentes Principales de la Matriz de 41 x 15.

CAPITULO IV.

Tabla 4.1.- Reportes de colectas de herbario de Hibiscus sabdariffa. (FUENTES: A= MEXU; B= ENCB; C= BANCO DE DATOS DEL JARDIN BOTANICO; D= ARCHIVO EDWARD PALMER).

INDICE DE FIGURAS.

CAPITULO II.

Figura 2.1.- Acercamiento de un individuo de Hibiscus sabdariffa. Se observan las características de la hoja, el tallo, la flor y el cáliz.

Figura 2.2.- Centro de origen (Angola) y de domesticación (Sudán) propuestos para Hibiscus sabdariffa.

Figura 2.3.- Resumen sobre el origen, domesticación y dispersión propuestos para Hibiscus sabdariffa.

Figura 2.4.- Provincias africanas en donde se utiliza Hibiscus sabdariffa (Schnell, 1957; Murdock, 1959). Asimismo, los tipos de vegetación más importantes propuestos por Schnell (1957) (adaptados por la autora) y su relación con las provincias mencionadas.

Figura 2.5.- Principales estados productores de "flor de jamaica" en la República Mexicana: 1) Oaxaca; 2) Puebla; 3) Guerrero; 4) Michoacán; 5) Colima y 6) Nayarit.

Figura 2.6.- Producción y Comercialización de Hibiscus sabdariffa.

A) Datos de producción nacional de 1975 a 1985. (Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1976).

B) Datos de Exportación. (Fuente: Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos, varios años).

C) Principales países importadores. (Fuente: Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos, varios años).

CAPITULO III.

Figura 3.1.- Distribución de los bloques en la parcela experimental en el Centro Experimental Zacatepec, Morelos.

Figura 3.2.-^x Algunas formas de hojas detectadas entre las diferentes accesiones de Hibiscus sabdariffa.

Figura 3.3.- Características de la hoja que se tomaron en cuenta dentro del análisis morfológico: a) largo de la lámina; b) ancho de la lámina; c) largo del pedicelo; d) largo del seno inferior derecho; e) largo del seno inferior izquierdo; f) largo del seno superior derecho y g) largo del seno superior izquierdo.

Figura 3.4.- Crecimiento en altura (m) de las 15 accesiones: a) accesión A (fibra); b) accesión B (cáliz); c) accesión C (cáliz); d) accesión D (cáliz); e) accesión E (cáliz); f) accesión F (cáliz); g) accesión G (fibra); h) accesión H (fibra); i) accesión I (fibra); j) accesión J (fibra); k) accesión K (cáliz); l) accesión L (fibra); m) accesión M (cáliz); n) accesión N (cáliz); o) accesión D (fibra).

Figura 3.5.- Análisis de Varianza de: a) la altura inicial (altura 1) y b) la altura final (altura 10)** de las 15 accesiones.
*($p < 0.05$).
**($p < 0.001$).

Figura 3.6.- Análisis de Varianza de: a) la distancia del suelo al punto de unión de la rama más alta con el tallo principal ($p < 0.001$) y b) la altura máxima de la rama más ancha ($p < 0.001$).

Figura 3.7.- Arquitectura de las 15 accesiones: a) accesión A (fibra); b) accesión G (fibra); c) accesión H (fibra); d) accesión I (fibra); e) accesión J (fibra); f) accesión L (fibra); g) accesión O (fibra); h) accesión B (cáliz); i) accesión C (cáliz); j) accesión D (cáliz); k) accesión E (cáliz); l) accesión F (cáliz); m) accesión K (cáliz); n) accesión M (cáliz); o) accesión N (cáliz).

Figura 3.8.- Peso seco promedio por planta (gr) de 9 accesiones: a) accesión B (cáliz); b) accesión E (cáliz); c) accesión F (cáliz); d) accesión H (fibra); e) accesión I (fibra); f) accesión J (fibra); g) accesión L (fibra); h) accesión M (cáliz); i) accesión N (cáliz).

Figura 3.9.- Asignación de Recursos a las diferentes estructuras en 9 accesiones: a) accesión B (cáliz); b) accesión E (cáliz); c) accesión F (cáliz); d) accesión H (fibra); e) accesión I (fibra); f) accesión J (fibra); g) accesión L (fibra); h) accesión M (cáliz); i) accesión N (cáliz).

Figura 3.10.- Variaciones en la Asignación de Recursos entre las accesiones durante los tres muestreos: a) muestreo 1; b) muestreo 2; c) muestreo 3.

Figura 3.11.- Análisis de Varianza de la Asignación de Recursos entre las accesiones en el muestreo 1.

Figura 3.12.- Análisis de Varianza de la Asignación de Recursos entre las accesiones en el muestreo 2.

Figura 3.13.- Análisis de Varianza de la Asignación de Recursos entre las accesiones en el muestreo 3.

Figura 3.14.- Análisis de Varianza entre colectas obtenido a partir de: a) los pesos secos del cáliz ($p < 0.001$); b) los pesos secos totales (cáliz + cápsula + semilla) ($p < 0.001$); c) la relación peso seco del cáliz/peso seco total ($p < 0.001$).

Figura 3.15.- Comportamiento fenológico de las 15 accesiones: a) comparación entre las 15 accesiones (la frecuencia es la cantidad de individuos que presentó alguna de las etapas fenológicas en las diferentes fechas, independientemente de la accesión); b) comportamiento individual, considerando los días que llevaron a la manifestación de cada una de las etapas fenológicas.

Figura 3.16.- Fenograma de 15 OTU's resultante del Análisis Cluster de una Matriz de Correlación de OTU x OTU. (Matriz Básica de datos 140 x 15).

Figura 3.17.- Disposición de los 15 OTU's en un espacio de dos factores. (Matriz Básica de datos de 140 x 15).

Figura 3.18.- Fenograma de 15 OTU's resultante del Análisis Cluster de una Matriz de Correlación de OTU x OTU. (Matriz Básica de datos 41 x 15).

Figura 3.19.- Disposición de los 15 OTU's en un espacio de dos factores. (Matriz Básica de datos de 41 x 15).

CAPITULO IV.

Figura 4.1.- Relación entre las zonas de uso de Hibiscus sabdariffa (Schnell, 1957; Murdock, 1959), indicadas con las áreas punteadas (ver mapa 2.4) y las áreas destinadas al tráfico de esclavos durante los siglos XVI a XIX.

Figura 4.2.- Reportes de herbario sobre Hibiscus sabdariffa en los cuales se indica la presencia de la especie en sitios diferentes a los de un campo de cultivo.

CAPITULO V.

Figura 5.1.- Ubicación del Municipio de Ayutla de los Libres, Guerrero. (Fuente: Secretaría de Comercio, 1968).

Figura 5.2.- Gráfica ombrotérmica del Municipio de Ayutla de los Libres, Guerrero. (Comisión Federal de Electricidad. Datos de 1989).

Figura 5.3.- Tipos de suelo del Municipio de Ayutla de los Libres, Guerrero. Se indica también la ubicación de las parcelas de los informantes. (Escala 1: 250 000. Fuente: INEGI, 1986 inédito).

(HH) Feozem áptico; (RE) Regosol eútrico; (Lp) Luvisol plíntico; (I) Litosol; (BC) Cambisol crómico; (Ap) Acrisol plíntico; (Lc) Luvisol crómico.

a) Saíd Narciso; b) Carlos Victorino; c) Hilda Baltazar; d) SARH; e) Arnulfo Vargas; f) Moisés Rendón.

Figura 5.4.- Panorámicas del cultivo de Hibiscus sabdariffa: a) cultivo asociado con maíz y b) asociado a otros cultivos, como el mango.

Figura 5.5.- Prácticas agrícolas que se realizan con la "flor de jamaica" en la zona de estudio. Se indican también las actividades agrícolas del maíz.

Figura 5.6.- Aspectos de algunas de las prácticas agrícolas en el cultivo de jamaica: a) poda y b) dobla del maíz.

Figura 5.7.- Aspectos de la cosecha con "horqueta": a) forma de manipulación de las plantas y disposición de la herramienta y b) características del cáliz despicado. Se observa un cáliz con "casalote".

Figura 5.8.- Aspectos de la cosecha manual, con uñero: a) forma de manipulación de las plantas y b) cálices resultantes de un despicado con uñero.

Figura 5.9.- Apariencia de algunos individuos sometidos a diferentes presiones de densidad: a) planta de jamaica sola, con una densidad por mata de un individuo. Se observa el desarrollo de la ramificación lateral. b) plantas de jamaica sometidas a una densidad por mata entre 4 a 6 individuos. Se observa un desarrollo más "hilado" y con muy poca ramificación lateral.

Figura 5.10.- Rutas críticas del cultivo de "flor de jamaica".

AGRADECIMIENTOS.

Los agradecimientos son para las siguientes personas:

Al Doctor Robert Bye B., director de esta tesis, quien a lo largo de casi cuatro años dedicó parte de su tiempo a mi formación y me enseñó la etnobotánica como una disciplina más dinámica y analítica. Además, sus enseñanzas en el campo y en el trato cotidiano han sido fundamentales dentro de mi formación como Biólogo.

A los miembros de mi comité por sus valiosos comentarios y sugerencias: Dr. Robert Bye Boettler, Dra. Patricia Dávila, Dr. Alfonso Delgado Salinas, Dra. Teresa Rojas Rabiela, M. en C. Miguel Ángel Martínez Alfaro, M. en C. Cristina Mapes Sánchez y M. en C. Daniel Zizumbo Villarreal.

A los campesinos del Municipio de Ayutla de los Libres, Guerrero, particularmente a Said Narciso, Hilda Baltazar, Arnulfo Vargas, Mario Vargas, Carlos Victorino, Samuel Reynoso, Moisés Rendón, Fidelina Narciso. Todos aportaron información sobre el cultivo de "jamaica", siempre presentaron gran disposición e interés por colaborar en lo que fuese posible y además, me acogieron como parte de sus familias.

Particularmente a Doña Hilda Baltazar e hijos y a Don Said Narciso y familia, quienes me aceptaron incondicionalmente en sus respectivos hogares. Asimismo al Presidente Municipal Orlando Morales y al personal del Banrural, particularmente al Gerente Juan Vega, quienes dieron un apoyo importante al inicio del trabajo para establecer el contacto con algunas personas del municipio y dieron todas las facilidades para que el trabajo se desarrollara adecuadamente. Al encargado de la estación meteorológica de Ayutla, Don Julián, quien permitió el acceso a la información sin ninguna limitación.

Al Dr. F. Douglas Wilson, genetista del Western Cotton Research Lab., quien aportó el material de trabajo, es decir las semillas de Hibiscus sabdariffa. Además, en lo posible aportó más datos sobre las accesiones, lo cual es generalmente imposible de obtener. También le agradezco su interés por el trabajo.

A la Compañía Norteamericana Celestial Seasonings, especialmente a Trish Flaster y Rob McCaleb. Ambos mostraron interés en el proyecto de investigación y fueron un sostén económico muy importante durante dos años. A ellos también les agradezco que de alguna manera hayan permitido introducirme al mundo complicado de los negocios.

Al personal del Centro Experimental de Zacatepec, Morelos particularmente al Ingeniero Cabrera quien dio todas las facilidades para que el cultivo se desarrollara lo mejor posible y facilitó parte de sus empleados para auxiliarnos en las tareas complicadas.

Al M. en C. Javier Caballero, quien mostró interés por el trabajo y gracias al curso teórico-práctico que impartió de manera desinteresada sobre Taxonomía Numérica, aportó elementos estadísticos para relizar un mejor análisis de los datos.

A la M. en C. Carmen Vázquez Rojas, quien fue mi compañera de trabajo durante dos años. A ella le agradezco su paciencia, esmero, apoyo y comprensión por los momentos buenos y malos que vivimos.

A los compañeros de los Laboratorios de Etnobotánica: Carmen Vázquez Rojas, Luz María Mera, Noe Meraz, Carlos Díaz, Patricia Balvanera Levy, Elia Herrera, Laura Cortés, quienes siguieron con interés las diferentes fases del trabajo y en algún momento formaron parte activa de ella. A todos ellos les agradezco el haberme aceptado como soy. Del Departamento de Difusión agradezco especialmente a Carmen Cecilia Hernández, quien también siguió con interés el trabajo, fue una gran compañera en la primera etapa de mi existencia dentro del Jardín Botánico y me dio un gran apoyo con material y espacio.

A Abraham Rubluo y Víctor Corona del Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales. Ambos me dieron todas las facilidades para utilizar parte de su equipo durante el trabajo de laboratorio.

A Estela Sandoval, quien también me permitió el acceso cierto equipo y me asesoró en la parte de análisis anatómico de la "jamaica". Queda el compromiso de sacar los resultados de ese trabajo.

A Lidia Rendón Aguilar, quien además de ser una gran hermana, fue una gran compañera de trabajo y una valiosa ayuda en mis continuas salidas al campo, máxime que su interés está muy alejado de la Biología.

A Ernesto Aguilar Saavedra, quien también fue un compañero de campo valioso, particularmente en momentos de trabajo intensivo.

A Juan Carlos Rendón Aguilar, por sus asesorías durante la parte de análisis de datos, principalmente en el manejo de los paquetes estadísticos.

A mis amigos universitarios: Lourdes Segura Valdés, Luis Felipe Jiménez García, Juan Nuñez Farfán, Gerardo Vilchis Canales, Ernesto Velasco, Jaime Reza León.

A mis amigas y compañeras del proyecto "Museo de las Ciencias", quienes tuvieron mucha paciencia y me brindaron su apoyo para que pudiera obtener mi grado y al mismo tiempo trabajar en el proyecto: Araceli Zárate Aquino, Alma Rosa Aparicio Alegría y Myrna Mendoza.

A Carlos Delgadillo Cárdenas por su asesoría en la parte de determinación de los tipos de suelo en el Municipio de Ayutla de los Libres, Guerrero.

Finalmente a Eduardo Delgadillo Cárdenas, mi compañero incondicional. Su paciencia y apoyo fueron la fuerza que me motivó a seguir, a pesar de los muchos momentos que no pudimos compartir.

Este trabajo se realizó con apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Dirección General de Apoyo al Personal Académico (DGAPA) de la Universidad Nacional Autónoma de México.

CONACYT me otorgó una beca durante dos años. DGAPA, me otorgó otra beca durante un año para desarrollar la etapa final del trabajo. El trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Etnobotánica del Jardín Botánico Exterior de la UNAM.

RESUMEN.

El presente estudio constituye una contribución a los estudios etnobotánicos y de biosistemática morfológica en plantas introducidas, como lo es la "jamaica" (*Hibiscus sabdariffa* L.). Se evaluó la variación morfológica en 15 accesiones (colectas), de las cuales ocho correspondieron a accesiones utilizadas para producción de caliz y siete para producción de fibra. Se consideraron 141 caracteres para nueve accesiones y 41 caracteres para las 15 accesiones. A partir de la aplicación de técnicas estadísticas multivariadas como es el Análisis de Varianza, el Análisis de Agrupamiento y el Análisis de Componentes Principales, se encontraron relaciones entre ciertas características morfológicas y de arquitectura de la planta y el uso que les da la gente. Estas características fueron: la arquitectura de la planta, la asignación de recursos, principalmente al tallo y a los cálices y las características de la estructura reproductiva, incluyendo el caliz. Las características de las hojas mostraron altos niveles de variabilidad entre las diferentes accesiones e incluso dentro de una misma accesión. Se tomó como población control a la variedad "Criolla" que se cultiva en el Municipio de Ayutla, Guerrero.

Asimismo, se realizó un "rastreo" de su historia migratoria orientando la investigación hacia su introducción a México, con el fin de entender como fue la manipulación de las poblaciones de esta especie y sus posibles repercusiones en la variación morfológica. Se partió de una serie de posibilidades las cuales se analizaron tomando como referencia todas las fuentes indirectas (principalmente aquellas relacionadas con la dinámica de comercio en diferentes épocas, las relaciones sociales y culturales que se establecieron entre la Nueva España o México y los diferentes pueblos), como aquellas directas como colectas de herbario, datos de producción, sitios de cultivo. Así se concluye que la llegada de esta especie a México fue en los siglos XVIII y/o XIX con los esclavos que eran traídos principalmente de la zona del Caribe. A partir de esta introducción no se ha tomado algún interés particular por esta especie a pesar de que recientemente ha tomado un gran valor como cultivo de exportación.

Finalmente se realizó un estudio etnobotánico con campesinos productores de jamaica para detectar las posibles presiones de selección que actualmente están ejerciendo los grupos receptores de esta especie introducida, y que puede aportar algunos elementos sobre el manejo en tiempos pasados-, y el impacto que están ejerciendo sobre la variación morfológica. Este estudio se desarrolló en el Municipio de Ayutla, Guerrero, región con mucha tradición jamaquera a nivel nacional.

Los resultados se discuten en función de los elementos que intervienen en los procesos de domesticación de plantas, el efecto de las introducciones de especies a nuevos habitats en la conservación o disminución de la variación morfológica y el papel que juegan algunos sistemas agrícolas tradicionales en la conservación de dicha variación, particularmente cuando se involucran en su dinámica a especies introducidas.

PRESENTACION.

Los estudios de interacción planta-hombre se han enfocado con diversas concepciones académicas, filosóficas e incluso políticas. Igualmente se han realizado desde una perspectiva histórica y actual.

Desde una perspectiva histórica, encontramos aquellos trabajos que se han avocado a esclarecer todo el cúmulo de información botánica que se encuentra dispersa en fuentes históricas como los códices, pergaminos, cartas de relación, registros de actividad económica durante diferentes siglos, etc.

Desde una perspectiva actual encontramos una gran diversidad de estudios. Algunos de ellos comprenden aspectos básicos como son la presentación de listados de plantas utilizadas por diferentes grupos étnicos y sociales en diferentes partes del país.

Otros estudios se han avocado a retomar parte de esta información y proseguir un estudio más analítico en el sentido de obtener información sobre los atributos medicinales, nutricionales o industriales de alguna planta en particular.

Con enfoque diferente, se han realizado estudios que abordan el problema de la cosmovisión, concepción y ordenamiento de la naturaleza por parte de diversos grupos étnicos.

Algunos estudios han abordado el manejo de los recursos naturales por parte de diversos grupos humanos. En este sentido, algunos de ellos se han orientado a analizar los diversos sistemas agrícolas y forestales que existen, a compararlos, criticarlos o defenderlos. Otros han enfrentado el problema de la explotación de recursos (maderas, plantas medicinales, industriales, etc.).

Finalmente, y como una corriente más reciente dentro de los estudios de interacción hombre-planta, se ubican los estudios sobre domesticación de plantas por diversos grupos humanos.

Los estudios sobre domesticación se pueden abordar desde diversas perspectivas, todas ellas igualmente válidas, aunque algunas con más problemas en cuanto a la accesibilidad de la información. Un estudio de domesticación puede ser analizado desde una perspectiva dinámica o activa, si el evento es susceptible de ser evaluado en sus diferentes etapas (silvestre-arvense-domesticada). En este sentido, hay posibilidades de entender la filosofía del agricultor para tomar determinada decisión. Sin embargo existen muchas plantas que fueron domesticadas tiempo atrás y por razones de disponibilidad de material (el ancestro silvestre se extinguió o ocurrió un fenómeno de ploidía) es imposible entender el proceso activo; en este caso la interpretación se debe de sustentar en el material disponible y en fuentes de apoyo laterales que nos permitan dar un panorama lo más cercano a la realidad. En este sentido hablamos de un enfoque pasivo de la domesticación. Otra variante de estudio pasivo es aquel en donde se compara de manera radical el ancestro silvestre y el domesticado y no se tiene disponible la información sobre las etapas intermedias. Esto puede ser por cuestiones metodológicas o porque es imposible definir una etapa intermedia del proceso de domesticación; incluso puede ser que haya ocurrido un fenómeno de aislamiento genético y esto provoca una gran dificultad para definir las poblaciones intermedias.

Por otro lado, los estudios sobre domesticación pueden realizarse in situ, es decir en el área donde se encuentra el material creciendo

bajo las condiciones ecológicas naturales , originales. Sin embargo, el material de trabajo muchas veces proviene de sitios lejanos y la información disponible generalmente es escasa, como es el caso de la especie analizada en esta tesis.

En el presente trabajo se analiza la domesticación en Hibiscus sabdariffa desde una perspectiva pasiva en el sentido de que es una especie africana y por tanto muchos aspectos sobre su manejo actual y su relación con los posibles parientes silvestres de los que proviene son difíciles de definir, a reserva de la información presente en la bibliografía.

A partir del planteamiento central del trabajo que es la evaluación de la variación morfológica en hibiscus sabdariffa, surgen las siguientes preguntas: (la domesticación de la jamaica siguió el mismo patrón de domesticación que los cereales, las leguminosas o los tubérculos? (las poblaciones analizadas son iguales o existen diferencias? (las poblaciones se agrupan en función de un patrón definido, es decir, existen similitudes entre ciertas poblaciones? (las diferencias o similitudes son producto del manejo y selección por parte del hombre? (se pueden definir características sobre las que haya ejercido su presión el hombre? (se puede inferir el impacto de la dispersión de la especie en la variación morfológica? (se puede evaluar el proceso de selección de esta especie ex situ? (la forma de manejo del cultivo puede dar información sobre algún proceso de selección actual? (este proceso de selección está llevando a algún fenómeno de divergencia en esta especie?.

Para responder a estas preguntas se procedió a conocer parte de las características morfológicas de la especie, la relación de los usos,

su historia de domesticación y dispersión (CAPITULO II); estos elementos dieron la pauta para apoyar una serie de hipótesis que se plantearon inicialmente (CAPITULO I).

A partir de esto se realizó la evaluación de diversas características morfológicas y de arquitectura en una serie de accesiones, la mayoría de ellas provenientes de un banco de germoplasma. Los resultados obtenidos (CAPITULO III), indicaron ciertas relaciones entre el uso de la accesión y algunas de las características evaluadas. Se acepta entonces que esta variación morfológica existe como una respuesta a las presiones culturales ejercidas por diversos grupos humanos.

El hecho de no poder evaluar el fenómeno activo de domesticación en esta especie, primeramente porque es una especie poliploide y no se conoce uno de sus ancestros silvestres y, en segunda, porque es una especie africana, limitó el trabajo en algunos aspectos de interpretación. Sin embargo, no impidió que se pudiera visular el fenómeno de selección, y por tanto de domesticación, en un habitat nuevo, resultado de un proceso de introducción posterior a su domesticación, y detectar si se están creando nuevas variantes o solo se mantiene la población con las características fenotípicas con las que originalmente llegó, en este caso como una especie productora de cáliz. En este sentido, el hecho de contar con poblaciones de esta especie en nuestro país representó una forma de analizar este proceso. Al respecto, en primer término se procedió a entender como ocurrió el proceso de introducción de esta especie al habitat nuevo, particularmente México (CAPITULO IV). El entender la forma de dispersión dio pautas, al mismo tiempo, para definir el impacto en la

variación morfológica de las poblaciones introducidas. A partir de esta información, basada exclusivamente en fuentes históricas, la exploración etnobotánica (CAPITULO V) pudo aportar información valiosa en cuanto a la forma de relación que se establece y de manejo que realiza cierto grupo sobre esta especie en el momento actual. Con la exploración se pudo determinar si el grupo receptor estaba ejerciendo ciertas presiones de selección sobre las poblaciones introducidas, de qué tipo eran, hacia qué fin iban dirigidas, cuáles eran los móviles de los que partían y finalmente si estos eventos estaban dando lugar a formas diferentes a las originalmente introducidas o solo estaba ocurriendo una "selección estabilizadora" dentro de la misma forma. El CAPITULO VI trata de las conclusiones.

CAPITULO I INTRODUCCION

La evolución del hombre está estrechamente relacionada con el origen de las plantas cultivadas. Diversos autores mencionan que la domesticación de especies básicas por diversos grupos humanos, permitió la integración de éstos en sociedades con un desarrollo político, social y cultural, ya que la producción de alimentos dependió de su propio esfuerzo y trabajo, y no únicamente de lo que la naturaleza le aportara (Lowenberg et al., 1979; Bates, 1985; Simpson, 1986).

Las especies básicas que están relacionadas con la evolución cultural del hombre son diferentes en cada uno de los continentes. Así, el trigo (Triticum aestivum L.) y el sorgo (Sorghum bicolor L.) fueron base de las culturas africanas, el arroz (Oryza sativa L.) de las asiáticas, el maíz (Zea mays L.), el frijol (Phaseolus spp.) y la calabaza (Cucurbita spp.) de las mesoamericanas y la papa (Solanum tuberosum L.) de las culturas andinas. Es claro, sin embargo, que paralelamente a estas especies otras sufrieron el mismo proceso, de manera que el hombre sustentó su dieta en las proteínas, los carbohidratos, las grasas, las vitaminas y los minerales, y además domesticó especies para uso textil, medicinal o ritual. En este sentido Bates (1985) hace una clara distinción entre aquellas especies básicas, complementarias y las de uso local o regional que han seguido al hombre a través de su historia cultural.

La domesticación de diferentes especies vegetales y el desarrollo de la agricultura son aspectos que tienen su base en la relación simbiótica (Rindos, 1984) que, en muchos de los casos, el hombre establece con las plantas y que tienen que ver con la historia y el futuro de la humanidad.

Los contactos posteriores que ocurrieron entre los pueblos a través de la historia (con fines expansionistas, religiosos, de explotación de recursos naturales) (Purseglove, 1982), fueron determinantes en cuanto al conocimiento y la dispersión de especies vegetales y animales dentro y entre los pueblos del Viejo y Nuevo Mundo. En algunos casos el impacto de estos encuentros, en general, y la introducción de especies en particular, trajo como consecuencia la modificación de patrones culturales, de su economía y política internas y externas y el sistema ecológico de esos pueblos (Leander, 1970; Foster, 1980; Aguirre, 1982). La introducción de plantas provocó, por un lado, procesos de radiación adaptativa, y por otro, reducción considerable del genotipo.

PROCESO INICIAL: LA DOMESTICACION

El proceso de interacción hombre - naturaleza ha implicado desde tiempos históricos, fenómenos de apropiación y modificación de los recursos. Particularmente, la interacción del hombre con las plantas ha representado un proceso dialéctico a través del cual el hombre ha modificado ciertos elementos vegetales así como el entorno en el que se desarrollan dichos elementos. En este sentido, desde la aparición de los primeros cazadores-recolectores hasta el surgimiento de la agricultura el hombre transformó ciertos elementos del ambiente (particularmente las plantas), así como el ambiente mismo.

La manifestación más evidente en este proceso de interacción hombre-naturaleza la encontramos en la domesticación de diversas plantas y animales. La domesticación se define como un proceso evolutivo experimentado por las poblaciones de una especie (Kimber, 1970) al someterse a las presiones humanas, produciéndose

alteraciones genéticas de su estado silvestre (Schwanitz, 1967). Esto implica cambios en la adaptación ecológica, lo cual está asociado con una diferenciación morfológica (Harlan, 1975). Algunos autores (Rindos, 1984; Bye, 1985) la definen como un proceso coevolutivo en donde las plantas divergen de su acervo genético original y al mismo tiempo establecen relaciones simbióticas con el organismo que las explota.

En este proceso de domesticación las poblaciones sometidas a selección humana sufren una serie de cambios a nivel genético (selección natural, deriva génica, mutación, poliploidía) (Hawkes, 1983; Ford-Lloyd y Jackson, 1986), así como a nivel morfológico y fisiológico (llamados síndromes o tendencias de la domesticación) (Schwanitz, 1967; Baker, 1972; Harlan, 1975; Hanelt, 1986; Heiser, 1988). Si bien se han definido estas tendencias o síndromes, estos patrones de cambio no siempre son los mismos en todas las especies domesticadas. Así, Hanelt (1986) muestra que existen diversas especies utilizadas como vegetales que siguen patrones muy diferentes a los sugeridos tradicionalmente e indica que la domesticación ha seguido patrones muy variados.

Parte del problema con los estudios sobre domesticación es que se han enfocado a las plantas importantes a nivel mundial, particularmente gramíneas. Hymowitz (1971) menciona este problema y plantea que las especies vegetales que han sido periféricas al desarrollo de las civilizaciones, no son consideradas importantes para este tipo de estudios, a pesar de que pueden aportar información importante ya que no han sido movidas tan drásticamente de sus áreas de origen como los cultivos importantes.

Una aspecto importante dentro de los estudios sobre domesticación es que se han abordado a diferentes niveles, es decir, algunos demuestran los efectos de la domesticación en determinada especie a partir de evaluaciones morfológicas (Bretting, 1982; Bretting, 1986). En este sentido, la aplicación de métodos estadísticos ha resultado de un soporte importante para demostrar la existencia de cambios provocados por la selección humana. La comparación de medias y varianzas de caracteres fenotípicos entre determinadas poblaciones evaluadas in situ (en su habitat natural), o ex situ (bajo cultivos homogéneos) a representado un aporte metodológico importante y un avance teórico representativo en cuanto a la forma de abordar la relación planta-hombre. Otros estudios evalúan los patrones isozimáticos y porcentajes de híbridos fértiles (Wilson y Heiser, 1979), también de manera cuantitativa.

Cierta variación en estos estudios radica en los criterios que toma cada autor para decidir si una especie ha sido domesticada o no, o si está en proceso de domesticación. Desde el punto de vista del genetista, la información sobre diferencias en ciertos caracteres morfológicos o anatómicos no es suficiente, ya que el cambio genético, aspecto importante dentro del concepto de domesticación, no se demuestra. Asimismo, si una población de cierta especie está en el nivel de domesticación incipiente, difícilmente se podrá detectar cambio genético, aunque se presenten variaciones morfológicas evidentes. La variación en los enfoques muestra que la domesticación como rama de estudio es joven y debe desarrollarse de acuerdo a las necesidades y críticas que de ella surjan.

En este sentido, uno de las direcciones que deben tomar los estudios sobre domesticación es el manejo de la genética de poblaciones, de manera que las evaluaciones a nivel morfológico tengan un soporte genético que permita el planteamiento de nuevas hipótesis y, al mismo tiempo, el planteamiento de conclusiones sólidas. Conjuntamente con ésto, los estudios sobre domesticación debe tener bases históricas y culturales; el entendimiento de la forma, grado y momento de relación hombre-planta no puede ser ignorado ya que es la base dentro de este proceso. El conocimiento histórico y actual de esta relación permitirá el entendimiento de las formas de manipulación y los factores de decisión de un grupo humano al domesticar cierta especie o bien, de que manera está influyendo para modificar de manera inconciente a determinada especie (considerando el concepto de selección inconciente) (Heiser, 1988).

LA INTRODUCCION DE ESPECIES: CAMBIOS EN LA VARIACION MORFOLOGICA Y GENETICA.

Cuando se habla sobre especies domesticadas, y particularmente de aquellas que fueron domesticadas tempranamente por las diversas civilizaciones, un hecho que salta a la vista es que esas especies actualmente juegan un papel muy importante no solo dentro de la cultura que las originó sino de otras culturas totalmente ajenas a su origen. En este sentido la dispersión de estas especies domesticadas ha sido una de las consecuencias de la domesticación; es decir, a ocurrido un aumento en el área de distribución de la especie domesticada con respecto a su pariente silvestre (Hutchinson, 1965; Good, 1974; Harlan, 1975).

Este proceso de dispersión ocurrió debido a que las diferentes culturas que surgieron en el Viejo y Nuevo Mundos establecieron una

serie de contactos de diferentes tipos durante los cuales se dio un flujo de plantas domesticadas de uno a otro sitio con diferentes resultados. A través del proceso de introducción de especies en el tiempo y el espacio intervienen una serie de elementos sociales, culturales y ecológicos que limitan o favorecen la dispersión de las especies dentro del habitat nuevo y se da, como consecuencia, un éxito diferencial.

Dos elementos que pueden jugar un papel complementario o antagónico en este proceso de dispersión dependiendo de la especie de que se trate, son:

A) La adaptación al nuevo ambiente, que está en función de factores bióticos y abióticos limitantes y el grado de domesticación de la especie.

B) La aceptación por parte de la gente, en función de los patrones culturales y alimenticios de los grupos receptores.

A) La adaptación al nuevo ambiente.- Naturalmente una especie presenta una distribución que está limitada por el clima, el suelo, y las interacciones que establece con la flora y la fauna. (Good, 1974). Si bien estos factores se conjugan para delimitar el área de distribución de cualquier especie, las especies no son estáticas y presentan movimientos de dispersión que provocan que su área de distribución se pueda modificar. La dispersión se puede dar por el viento, el agua, los animales y el hombre.

El hombre ha disminuido, mediante sus migraciones a todas partes del mundo, las barreras establecidas a la distribución natural de las especies (Pulonin, 1960). La creación de ambientes abiertos e incluso

artificiales han permitido el desarrollo exitoso de muchas malezas y plantas cultivadas introducidas.

Si la introducción de un organismo es ...en su sentido amplio, [como] la transferencia de material genético vivo de una localidad donde la planta comúnmente ha vivido a través de varias generaciones a otra localidad nueva" (Hyland, 1970), entonces la adaptación al nuevo ambiente se referirá al éxito para habitarlo y colonizarlo y responder a las presiones selectivas.

Dos conceptos biológicos son importantes al analizar la introducción de especies: la aclimatación y la naturalización. El primero se refiere a la capacidad de una planta para adaptarse a las condiciones climáticas, edáficas y bióticas del nuevo ambiente, generalmente diferentes de aquellas presentes en su hábitat original. Aquí es importante recalcar que la capacidad de las plantas domesticadas (o incluso las malezas) para adaptarse a condiciones diferentes depende de su variabilidad genética y su plasticidad fenotípica (Hamrick, 1982). Esto significa que una planta cultivada con un acervo genético limitado (el caso de las plantas con reproducción vegetativa o altos porcentajes de autofecundación) podrá introducirse a otros lugares, sin embargo su capacidad de responder a presiones de selección natural fuertes será menor que aquellas plantas con un alto grado de variabilidad. Igualmente, las arvenses, que son plantas agresivas que crecen en hábitats creados por el hombre pero sin ningún cuidado de su parte, pueden resistir ciertas condiciones desfavorables, pero probablemente no respondan igual si son abandonadas completamente por el hombre. tienen que competir con la vegetación natural (Pulonin, 1960; de Wet y Harlan, 1975).

Un comportamiento particular en cuanto al impacto en la variabilidad genética lo muestra la introducción de complejos de especies, es decir, cuando se introduce una especie domesticada y en las semillas van especies acompañantes que pueden ser especies relacionadas con aquella domesticada o incluso poblaciones arvenses de la misma especie. Esto provoca un proceso de entrecruzamientos que permiten el mantenimiento de cierta variabilidad genética dentro de las poblaciones introducidas y por lo tanto mayor plasticidad genotípica (de Wet y Harlan, 1975).

El segundo concepto se refiere a la capacidad de la planta para crecer en condiciones naturales en un habitat no original pero con características ecológicas similares a las que ha estado acostumbrada

B) La aceptación por parte de la gente.- Cuando una planta se introduce a un sitio nuevo, la cultura receptora puede aceptarla inmediatamente sin modificar su patrón cultural o bien tener cierta flexibilidad para modificar parte de esos patrones. Por ejemplo, pueden ocurrir variaciones en los patrones de alimentación (ej. el sabor, la forma de preparación), en los patrones culturales (ej. el hecho de asociar el color de la parte vegetal utilizada con sus ritos y creencias, la sensación de "bienestar" y "satisfacción" que puedan sentir al ingerir dicha planta, la semejanza morfológica que pueda tener la parte útil de la planta introducida respecto a alguna nativa útil) o en los patrones sociales (las posibilidades de comercialización) (Lowenberg *et al.*, 1979). El impacto que una especie introducida provoca en un determinado grupo humano puede inducir variaciones en las poblaciones introducidas y por tanto un fenómeno de diversificación. Un ejemplo interesante lo plantea

Hernández-A. (1985) con el maíz. El sugiere que la diversificación del maíz en el noroeste de México se dio en función de las condiciones ecológicas y los requerimientos culturales de los pueblos que establecieron contacto con esta especie.

Una pregunta que surge en cuanto a la aceptación de una planta por parte de un grupo receptor es si en una especie que ha sido introducida a un habitat nuevo puede continuar el proceso de domesticación o no. Si partimos del concepto de domesticación, el planteamiento básico se sustenta en las variaciones morfológicas y genéticas que sufre una población al someterse al manejo humano; con ésto, podemos decir que el hecho de que una población sea introducida a un habitat nuevo y sea sometida a presiones de selección humana diferentes a las que inicialmente la modificaron implica que esta dentro de un proceso de selección y, por tanto de domesticación. Esta dinámica de domesticación es la que ha sido poco valorada en estos estudios, sin embargo debe ser considerada ya que aporta elementos biológicos y culturales complementarios.

HIPOTESIS DE TRABAJO

A partir de los elementos teóricos formulados en los párrafos anteriores, se plantearon las siguientes hipótesis, en torno a las cuales giró el trabajo:

1) La variación morfológica en Hibiscus sabdariffa es resultado de un largo proceso de evolución bajo selección humana

2) Las poblaciones de Hibiscus sabdariffa presentan diferencias en diversos caracteres, como resultado de una evolución divergente bajo el proceso de selección humana

3) Las poblaciones de Hibiscus sabdariffa se agrupan de manera definida, en función del uso al que han sido sometidas

4) Se pueden definir ciertas características "clave" que permiten la diferenciación de las poblaciones de acuerdo a su uso

5) La introducción de Hibiscus sabdariffa a México no provocó una diversificación morfológica de la especie

6) El manejo actual de la especie responde a un tipo de selección estabilizadora, manteniéndose un fenotipo por razones culturales.

OBJETIVOS

El estudio estuvo centrado en cuatro objetivos:

1) Evaluar la variación morfológica en Hibiscus sabdariffa para determinar aquellas características resultantes de la domesticación para diferentes usos (fibra, cálices o verdura).

2) Establecer los posibles caminos y la época de introducción de la "flor de jamaica" al Nuevo Mundo y en particular a México.

3) Establecer el posible impacto de su introducción en la variación morfológica.

4) Determinar la existencia de posibles procesos de selección tendientes a crear nuevas variantes morfológicas de jamaica.

CAPITULO II
SINOPSIS DE LA JAMAICA

2.1. INTRODUCCION

Hibiscus sabdariffa es una malvacea que ha sido ampliamente estudiada en sus aspectos agronómicos, ecológicos y recientemente evolutivos, principalmente en lo referente a sus relaciones citotaxonómicas. La extensa información que se encuentra registrada sin embargo no abarca aspectos particulares relacionados con su historia de domesticación. Un acercamiento a algunos antecedentes de la especie servirán como el preámbulo para entender los subsecuentes capítulos.

2.2. TAXONOMIA

2.2.1. Posición Taxonómica

La posición de "la flor de jamaica" según Cronquist (1981) es:

DIVISION: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

SUBCLASE: Dilleniidae

ORDEN: Malvales

FAMILIA: Malvaceae

GENERO: Hibiscus

SECCION: Furcaria

ESPECIE: Hibiscus sabdariffa L.

El primer reporte sobre Hibiscus sabdariffa se encuentra en Stirpium Historia, escrito por el botánico M. de L'Obel en 1576. Es él quien menciona la palabra Sabdariffa (Sabdariffam) probablemente debido a su color (Wester, 1911). Según Marafioti (1970) y Fryxell (1988), el nombre Hibiscus fue dado por Linneo y proviene del Griego

"ibiscos" que significa "Malva de los pantanos" y de "ibis" que hace referencia a un tipo de ave de los pantanos. Fryxell (1988) hace referencia al autor G. Don, quien indica que el nombre "Sabdariffa" fue dado por los turcos a Hibiscus Sabdariffa. En 1737 se reporta en el Index Kewensis el nombre Hibiscus Sabdariffa (Hooker y Jackson, 1885), lo que indica efectivamente que Sabdariffa es un nombre prelineano.

2.2.2. Descripción de Hibiscus sabdariffa

Planta hermafrodita, anual o bianual, herbócea o subarborescente de 0.5 a 3.0 m de altura; tallos robustos y con frecuencia leñosos en su base, de color morado, rojo brillante o verde. Hojas simples, alternas, deciduas; ovadas o lanceoladas-oblongas, no divididas o divididas en 3 a 5 lóbulos, ápice truncado a cuneado, con márgenes dentados o serrados, de color verde en ambos lados, envés con una glándula característica en su base; peciolo largo; estípulas deciduas. Flores solitarias; axilares; perfectas, zigomorfas; epicáliz con más de 10 brácteas pequeñas, delgadas, fusionadas en la base con el tubo del cáliz; cáliz con cinco lóbulos profundos, forma regular, de 1.2 a 4.0 cm de largo, adquiriendo características muy carnosas después de la antesis, nervadura central marcada, glándula característica en la base de cada lóbulo, pubescencia fina en el interior de los lóbulos; el epicáliz y el cáliz pueden ser de un rojo brillante, verdes o casi blancos, dependiendo de la variedad; pedicelo corto; corola con los pétalos adheridos al tubo estaminal recto; pétalos de color amarillo pálido, con el centro rojo oscuro

cuando el tallo es rojo y un centro amarillo para la forma de tallo verde, ovados, carnosos en su base; la columna estaminal formada por 5 grupos de estambres unidos casi desde su base, de color morado; estilo oelgado, con un estigma de 5 lóbulos, rodeado por los estambres, excediendo al androceo; ovario súpero con placentación axial. Frutos capsulares ovoides, obtusos, ligeramente pilosos con numerosas semillas, dehiscencia loculicidal, abriéndose en cinco partes cuando maduran. Hay de tres a cuatro semillas reniformes en cada celosa (Ochse *et al.*, 1976; Bailey, 1977; Martín, 1984; Fryxell, 1988)(Figura 2.1). Actualmente se reconocen dos variedades botánicas (Purseglove, 1982):

- 1) variedad sabdariffa.- arbusto ramificado con tallos rojos o verdes y los cálices comestibles inflados de color rojo o amarillento.
- 2) variedad altissima Wester.- planta alta, prácticamente no ramificada, con cálices fibrosos no comestibles, que crece para producir fibra.

Existe un problema en cuanto al nivel taxonómico que manejan algunos autores. Por ejemplo, Crane (1949) menciona que si bien las variedades que producen cáliz y fibra se conocen desde tiempo atrás, la producción de diferentes variedades mejoradas es relativamente reciente. Menciona que la primer variedad que se aisló fue la "Victor" (1907); la variedad "Rico" se nombró en 1912 y las variedades "Archer" y "Temprano" se descubrieron en 1914. Dempsey (1975) y Purseglove (1982) coinciden en que el desarrollo más fuerte de esta especie se dio en tiempos relativamente recientes en los diferentes países del hemisferio Occidental. Martín (1984), en su descripción de las variedades, menciona que no están muy extendidas a



Figura 2.1.- Acercamiento de un individuo de Hibiscus sabdariffa. Se observan las características de la hoja, el tallo, la flor y el cáliz.

nivel mundial, es decir, su disponibilidad es a nivel de ciertas regiones de algunos países. En todo caso, podemos considerar a estas "variedades" más bien como "cultivares".

Diversos autores han descrito de manera general los cultivares que se han desarrollado de ambas variedades botánicas. La tabla 2.1 resume esta información. Como se observa, la información para cada uno de los cultivares es muy heterogénea e incompleta.

Wilson (1974) define a este especie como altamente polimórfica con una gran variación interpoblacional, debido a que hay una serie de formas intermedias que varían en habitat de crecimiento, forma de la hoja, pubescencia, coloración, características de madurez y tamaño de la semilla.

2.3. NOMBRES COMUNES

Hibiscus sabdariffa recibe actualmente más de 40 nombres comunes, provenientes de diferentes lugares del mundo. (Tabla 2.2).

En el boletín de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) sobre terminología de plantas y productos vegetales (FAO, 1983), se clasifican a los nombres de esta especie de acuerdo a su país de origen y a la parte de la planta que es utilizada (Tabla 2.3). Como se observa, el uso de nombres propios como Guinea, Jamaica, Chino, Sian, Florida refleja los lugares donde ha sido cultivada; esto es útil como elemento de apoyo para explicar los sitios de introducción y migración de esta especie.

Tabla 2.1.- Variedades económicas de Hibiscus sabdariffa según: a) Wester (1920), b) Crane (1949) y c) Martin (1984). (S indica la ausencia de información).

CULTIVAR	USO	HABITO	COLOR TALLO	HOJA	COLOR CALIZ	COLOR CORDA	POLEN	ESTIGMA	AUTOR
Altissima	fibra	alta, no ramificada	rojo	verde con venas rojas	rojo	S	S	S	A
Altissima	fibra	alta, no ramificada	S	verde	verde	verde	S	S	A
Altissima	fibra	alta, no ramificada	verde con rojo	verde	verde	verde	S	S	A
Altissima	S	alta	S	S	rojo	S	S	S	C
Altissima	S	poco ramificada, erecta robusta	rojo o verde rojizo	S	fibroso con espigas cortas y rugosas	S	S	S	B
bhagalpuriensis	fibra	baja ramificada	verde con rojo difuso	verde	verde brillante con manchas rojas	S	S	S	B
intermedia	fibra y fruto	baja ramificada	verde con rojo difuso	verde con venas rojas	verde amarillento	amarilla	S	S	B
albus	fibra y fruto	baja ramificada	verde	verde	verde amarillento	amarilla	S	S	B
ruber	fibra y fruto	baja ramificada	rojo profundo	roja con verde difuso	rojo con verde en vena media	rosa naranja profundo	S	S	B
Archer	fruto	baja ramificada	verde	verde	verde	S	S	S	B
Archer	S	robusta	verde o blanquesina	S	verde azulado	pequeña	amarilla	verde	A
Temprano	fruto	baja ramificada	rojo brillante	verde con venas rojizas	verde brillante	S	S	S	B
Temprano	S	precoz poca productiva	S	S	S	S	S	S	C

Tabla 2.1. (cont.)

CULTIVAR	USO	HABITO	COLOR TALLO	HOJA	COLOR CALIZ	COLOR CORDOLA	POLEN	ESTIGMA	AUTOR
Rico	fruto	baja ramificada	rojo oscuro	verde con venas rojizas	rojo oscuro	■	■	■	B
Rico	■	■	■	■	rojo grande	■	■	■	C
Rico	■	alta productiva	rojo oscuro	3-5 lóbulos	rojo oscuro con espinas carnosas	rojo oscuro	amarillo	■	A
Victor	fruto	baja	rojizo ramificada	verde	rojizo con venas rojizas	■	■	■	B
Victor	■	muy productiva	■	■	■	■	■	■	C
Victor	■	muy grande robusta	■	espinas delgadas	rojo oscuro	café	■	■	A
Er Rahad	■	■	■	muy acidos	■	■	■	■	C
El Fanser	■	3 variedades similares	■	■	■	■	■	■	C
Green	■	grandes	■	■	■	■	■	■	C

Tabla 2.2. Nombres comunes a nivel mundial aplicados para Hibiscus sabdariffa, según varios autores.

NOMBRE COMUN	LUGAR	AUTOR Y AÑO
Acedera colorada		F.A.O., 1983
Acedera roja de guinea		Bachstetz, 1949
		Colmeiro, 1871
Agrio de Guinea		Cook y Collins, 1903
		F.A.O., 1983
		Patino, 1975
Aieluya		Patino, 1975
Aieluya roja de Guinea		Cook y Collins, 1903
	Cuba	Roig y Mesa, 1988
Azedinha	Brasil	Dempsey, 1975
Cabitutu	Panamá y Colombia*	Duke, 1975
Cañamo de rosella		F.A.O., 1983
Curura de Guine	Brasil	Dempsey, 1975
Eibisch		F.A.O., 1983
Flor de Jamaica		Díaz, 1976
	Mexico	Patino, 1975
		Fryxell, 1988
Florida cranberry	Florida, Estados Unidos	Dempsey, 1975
		Palmer, 1868-1910
India rosella hemp		Crane, 1949
Indian Sorrel		Bois, 1927
		Grisebach <i>et al.</i> , 1864
Jamaica		Díaz, 1976
		F.A.O., 1983
		Fryxell, 1988
		Palmer, 1868-1910
Jamaica sorrel		Adams, 1972
		Bailey, 1977
		Cook y Collins, 1903
		Esselen y Sammy, 1973
		Purseglove, 1982
		Uphof, 1968
Karkadé		Bachstetz, 1949
	India	Crane, 1949
		Chevalier, 1937
	Africa tropical	Rovesti, 1936
kasi gogu	Andhra Pradesh, India	Dempsey, 1975
kempu	India	Crane, 1949
kemaf		Dempsey, 1975
Lalambari	India	Crane, 1949

* particularmente por los indios Cuna

Tabla 2.2. (Cont...)

NOMBRE COMUN	LUGAR	AUTOR Y AÑO
Mesta	India	Crane, 1949
	India	Dempsey, 1975
Mollow		F.A.O., 1983
Oseille de Guinee		Aublet, 1977
		Bois, 1927
	Oeste de Africa	Dempsey, 1975
		Dupriez y de Luner, 1983
		F.A.O., 1983
		Marche-Marchad, 1965
		Martin, 1984
		F.A.O., 1983
Oseille rouge		Crane, 1949
Patwa	India	Dempsey, 1975
Faw keo	Tailandia	Dempsey, 1975
Pusa	India	Crane, 1949
Pusa hemp		Dempsey, 1975
	India	Dempsey, 1975
Quiabo-roseo	Brasil	Dempsey, 1975
Quimbombo chino	Cuba	Roig y Mesa, 1988
		Sauget y Liogier, 1953
Red roselle		Dempsey, 1975
		F.A.O., 1983
		Nuñez, 1980
Red sorrel		Adams, 1972
	India	Crane, 1949
	Jamaica	Dempsey, 1975
		Palmer, 1868-1910
Rosa jamaica		Fryxell, 1988
Roselee		Palmer, 1868-1910
Rosella	India	Crane, 1949
	India, Indonesia, Australia, Filipinas	Dempsey, 1975
		F.A.O., 1983
		Hartley, 1979
		Martin, 1984
		Verdoorn, 1945
Rosellafaser		F.A.O., 1983
Rosellahanf		F.A.O., 1983
Rosella fiber		Crane, 1949
Rosella hemp		Crane, 1949
		F.A.O., 1983
Roselle		Adams, 1972
		Bachstetz, 1949
		Bailey, 1977
		Bois, 1927
		Dempsey, 1975
		F.A.O., 1983
		Free, 1970
		Harlan, 1975

Tabla 2.2. (Cont...)

NOMBRE COMUN	LUGAR	AUTOR Y AÑO
		Hartley, 1979
		Martin, 1984
		Purseglove, 1982
		Patiño, 1975
	Cuba	Roig y Mesa, 1988
		Uphof, 1968
		Williams, 1928
		Wilson, 1945
Roselle hemp	India	Dempsey, 1975
		F.A.O., 1983
Roter		F.A.O., 1983
Rouselle	India	Crane, 1949
Rozelle	India	Crane, 1949
		Palmer, 1868-1910
Rozelle hemp		Cook y Collins, 1903
		Crane, 1949
Sauerampfel		F.A.O., 1983
Serenet		Patiño, 1975
Sereni	Cuba	Roig y Mesa, 1988
Sereni textil	Cuba	Roig y Mesa, 1988
Siam jute	Tailandia	Dempsey, 1975
Sorrel		Adams, 1972
		Crane, 1949
		Williams, 1928
Thorny		F.A.O., 1983
Thorny mallow	India	Crane, 1949
Vina		Cook y Collins, 1903
Voam bombozaha	Madagascar	Dempsey, 1975

Tabla 2.3. Nombres asignados en diferentes idiomas a Hibiscus sabdariffa haciendo referencia a las partes utilizadas. (Fuente: Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1983).

IDIOMA	NOMBRE REFERENTE A LA PLANTA	NOMBRE REFERENTE A OTROS PRODUCTOS (flores, tallo)
Ingles	roselle, rosella, thorny, mallow red roselle	roselle hemp (tallo) rosella hemp (tallo)
Frances	oseille de Guinee, oseille rouge.	roselle (cáliz)
Español	rosella, jamaica, acedera colorada, agrio de Guinea	rosella (cáliz) cáñamo de rosella (tallo)
Alemán	Guinea= Eibisch, roter, Sauerampfel	Rosellahanf, Rosellafaser

También se encuentran referencias al color como colorada, roja o inclusive a su sabor como "agrio". Dempsey (1975) menciona que el nombre inglés de "Florida cranberry" se debe a la semejanza en el sabor ácido con la planta "cranberry" (Vaccinium macracarpum L.). Por otro lado, su uso como fibra en algunos países se refleja en nombres como "cáñamo", "serení textil" o bien se asocia a Cannabis sativa L. al aplicar el nombre de "rosella hemp" (cáñamo de rosella), probablemente por el parecido de las hojas de esta especie y la calidad de su fibra con las de la jamaica.

El nombre "oiselle" se refiere a su semejanza con la grosella en cuanto al color y el sabor ácido, "roselle" por su semejanza a la roselina y "acederá" por su semejanza con esta planta. Es decir, que a los diferentes lugares que llegó, los nativos la asociaron con nombres de plantas nativas y a las cuales la jamaica se asemejaba.

En México no existe otro nombre fuera de "flor de jamaica" o simplemente "jamaica"; inclusive no se ha registrado en la literatura ningún nombre o palabra proveniente de alguna lengua indígena. Un dato aproximado es el que proporciona Bachstoz (1949), indicando que esta planta era conocida por los aztecas como "quauhxicotl". Martín de la Cruz (1964) menciona dos términos cercanos, "couaxocotl" que puede ser Calocarpum maculosum o Crataegus sp.; otro es el que se refiere a los cuajilotes (Bursera sp), "quauhxiotl". En el libro de Hernández (1943), se menciona al "quauhxiotl" como Pseudosmodium perniciosum (H.B.K.) Engl. Siméon (1984) indica que el término "quauhxicotl" hace referencia a la propiedad purgativa de la raíz y proviene de dos raíces: "quauitl" que significa árbol o palo y "xicotl" que significa fruto. Al parecer la jamaica, a diferencia de

otras especies introducidas que fueron "bautizadas" con nombres indígenas, permaneció con el nombre con el que originalmente se introdujo.

Es interesante hacer notar que el concepto de "jamaica" en México ha tomado dos connotaciones muy particulares. Por un lado, este término hace referencia a una "Especie de venta de caridad que se celebra para reunir dinero con algún propósito [...]; fiesta popular, verbena..." (Santamaría, 1978). Por otro lado, el mismo autor hace referencia a la bebida refrescante obtenida a partir de los cálices y que ha sido muy utilizada como refrigerante popular y por sus propiedades diuréticas. Alcorn (1983) reporta una variación en cuanto a la sintaxis de la palabra jamaica ("homoyka") en lengua huasteca y lo refiere como el nombre "standar Teenek".

2.4. ECOLOGIA

Hibiscus sabdariffa es una especie tropical. Dempsey (1975) ubica su área de distribución entre los 7x latitud Sur (en Java) a 20°46' latitud Norte (en India), aunque menciona que en general está limitada a las regiones calientes, debajo de la latitud 25°N y 25°S del Ecuador. Por tanto, requiere climas calientes y húmedos, con lluvia de 1500 a 2000 mm anuales y 250 mm al mes, durante la temporada de crecimiento. Bois (1927) restringe la precipitación en un rango de 180 a 250 mm al mes y Dempsey (1975) la establece de 135 a 274 mm al mes. Estas condiciones las sugiere a partir de observaciones en la India.

El porcentaje de humedad que el mismo autor establece es de 70 - 80% de humedad durante el período de crecimiento y una temperatura media de 25 - 30 C. La altitud a las que se encuentra cultivada es entre 0 y 700 m.s.n.m. (Bois, 1927). Puede crecer a altitudes mayores pero con condiciones adecuadas de suelo, principalmente. Se menciona que los climas muy fríos o húmedos retardan el crecimiento y tienen efectos en la calidad de la fibra producida (Wilson, 1945; Dempsey, 1975). Martín (1984) estableció una serie de criterios ecológicos para el desarrollo de esta especie basados en rangos de temperatura (moderada a caliente), altitud (baja a moderada) y precipitación (baja a moderada).

Algunos estudios en India (Sardana, Ghosh y Borthakur, 1984) se han realizado con la idea de seleccionar variedades que se adapten a áreas en zonas altas y con fuertes fluctuaciones de lluvia.

El tipo de suelo donde se desarrolla es variable ya que, por un lado autores como Wilson (1945), Ochse et al. (1976) y Martín (1984), mencionan características de suelos como fertilidad moderada, permeables y con buen drenaje, mientras que Dempsey (1975) indica que su capacidad de crecer en suelos pobres, con alta acidez ($\text{pH} = 4.5$) o moderadamente alcalinos le aporta ventajas respecto al crecimiento de otros cultivos como H. cannabinus L. (kenaf) o Cochorus olitorius L. (yute). El único requerimiento es que sean arenosos, de textura clara, bien drenados para evitar la acumulación de agua.

Respecto a su respuesta fotoperiódica, Ochse et al. (1976) indica que presenta un marcado fotoperíodo. Se ha visto que a longitudes de iluminación diaria menores a 11 horas, las plantas producen botones en 4 semanas, grandes frutos en 10 semanas y semillas maduras 14

semanas despues de sembrarse. Cuando reciben mayor tiempo de iluminación diaria, alcanzan una longitud menor y no manifiestan tendencia a producir botones (Crane, 1949). Dempsey (1975) da una explicación sencilla al respecto al indicar que un lote de semillas de una variedad sembrado el mismo día florece al mismo tiempo y que si, por el contrario, el mismo lote se reparte en intervalos de siembra regulares (los primeros días de cada mes) habrá diferencias en el tiempo de floración. Un estudio realizado en Cuba con una especie muy cercana a la jamaica, H. cannabinus, muestra claramente este fenómeno (Walker et al., 1960).

Hibiscus sabdariffa se considera una especie autopolinizable (Dempsey, 1975; Ochse et al., 1976). Sin embargo, algunos estudios realizados en los años cincuenta por Houten (1950) y Sanyal y Datta (1954) (citado por Dempsey, 1975) indican porcentajes de fecundación cruzada entre 0.241% a 0.4%. Maiti y Mukerjee (1985) obtuvieron un rango porcentual de 0.03% a 0.15% de fecundación cruzada al evaluar diferentes variedades. En general, los porcentajes son bajos y los autores sugieren que es debido a 3 razones: 1) las flores abren por un período corto; 2) los estigmas están totalmente cubiertos con polen cuando la columna estaminal abre y 3) los estigmas no sobresalen. Free (1970) menciona que si bien la jamaica normalmente se autopoliniza, cierta polinización cruzada puede resultar por visitas de insectos y colibríes. Martín (1984) la cataloga más bien como especie de polinización cruzada aunque no establece sus criterios. Las consecuencias de la autofecundación han sido analizadas por varios autores (Hutchinson, 1965; Proctor y Yeo,

1979; Grant, 1981; Futuyma, 1986) y deben considerarse en el caso de esta especie para futuras investigaciones.

2.5. ANALISIS BROMATOLOGICO Y DE PIGMENTOS

Martin (1984) estableció una tabla con el valor nutricional de 100 g de parte comestible (cállices, semillas y hojas), con los siguientes resultados (tabla 2.4). Como se observa, la parte que presenta los valores más altos en proteínas, azúcares y grasas es la semilla. Comparando los valores de nutrimentos de las diferentes estructuras con las cantidades dietéticas establecidas para adultos sanos (Feldman, 1990), encontramos que las hojas son una fuente adecuada de vitamina A. El resto de los componentes nutricionales presentan valores bajos.

En el caso del cáliz, si bien aporta cantidades bajas de vitamina C, se ha considerado un producto vegetal importante como antiescorbútico (Rovesti, 1936). Esto es interesante ya que durante los siglos pasados muchos de los cultivos introducidos representaron una fuente importante de esta vitamina para el cuerpo humano, para resistir los largos viajes de navegación y las guerras (Carpenter, 1986). Sin embargo, no hay evidencias concretas que indiquen que Hibiscus sabdariffa también se utilizó, en parte, con este fin. Rovesti (1936) y Chevalier (1937) mencionan que las infusiones preparadas con los cállices de Hibiscus sabdariffa fueron utilizadas como una bebida higiénica, fresca y curativa para los soldados italianos presentes en la guerra de Abisinia. Esta bebida era

tradicionalmente consumida, según indica Chevalier (1937), para fines medicinales. Gran parte del valor que le dieron a esta planta fue por su alto contenido de ácido cítrico (el cual equipararon con el del limón) y por sus virtudes medicinales (incluyendo su papel antiescorbútico).

Tabla 2.4.- Contenido bromatológico de las diferentes partes comestibles de Hibiscus sabdariffa (contenido nutricional/100 g de parte vegetal)(Fuente: Martín, 1984. Handbook of tropical food crops).

NUTRIENTE	CÁLICES	SEMILLAS	HOJAS	CANTIDADES DIETÉTICAS PARA ADULTOS SANDS +
Proteínas (g)	2.0	28.9	3.5	44 - 56
carbohidratos (g)	10.2	25.5	8.7	*
grasas (g)	0.1	21.4	0.3	*
Vitamina A (UI)	-	-	1000.0	800 - 1000
Tiamina (mg)	0.05	0.1	0.2	1.0 - 1.5
Riboflavina (mg)	0.07	0.15	0.5	1.2 - 1.7
Niacina (mg)	0.06	1.5	1.4	20.0
Vitamina C (mg)	17.0	-	2.3	60.0
Calcio (mg)	150.0	350.0	240.0	800.04
Hierro (mg)	3.0	-	5.0	10 - 18

+ (Fuente: Principios de Nutrición Clínica, 1990). El rango de adultos sanos va de 23 a 50 años en ambos sexos.

* No se indican los valores

Respecto a las características de la pigmentación roja del cáliz se sabe que el pigmento más importante es la antocianina. Al respecto, Du y Francis (1974) dan un pequeño esbozo histórico del descubrimiento de este pigmento. Ellos mismos aislaron e identificaron los tipos de antocianina, tomando como muestra de

análisis un cultivar de la isla de Jamaica. Encontraron que hay aproximadamente 1.5 g de antocianina/100 g de peso seco. Asimismo, se detectaron 6 bandas de antocianina, de éstas, la 1, 5 y 6 se consideraron pigmentos traza y se encuentran a muy baja concentración.

La descripción se basó, por tanto, en las bandas 2 3 y 4. La banda 2 se identificó como cianidina-3-glucósido. La banda 3, representando el pigmento más importante de la antocianina, se denominó cianidina-3-sambubiósido. Finalmente, la banda de pigmentación 4 se separó en dos partes, una de ellas correspondiendo a delfinidina-3-glucósido y la otra, -que es a su vez la más abundante de todas las antocianinas y la causante del color rojo-violáceo-, se identificó como delfinidina-3-sambubiósido.

2.6. CITOTAXONOMIA

Hibiscus sabdariffa se ubica dentro de la Sección Furcaria del género en la familia Malvaceae. Menzel y Wilson (1963; 1969) la determinaron como una especie tetraploide; posteriormente Menzel et al. (1983) determinaron el origen africano de esta sección ya que 9 de las 10 especies diploides ($2n = 18$) (H. asper Hook. f. H. berberidifolius A.Rich., H. cannabinus, H. Greenwayi E.G. Baker, H. Hiernianus Exell y Menonca, H. mastersianus, H. mechowii D.Hoffm., H. sudanensis Hochr. y H. surattensis L son africanas; la otra es H. diversifolius. Las especies tetraploides de esta sección son H.

Acetosella Welw., H. meusei Exell, H. rostellatus Guill. y Perr. y H. sabdariffa.

Debido a que H. sabdariffa es una especie alotetraploide ($2n=36$) que ocurre únicamente en estado de domesticación, se han investigado afinidades con las especies diploides para determinar el ancestro silvestre. A partir de cruces de varias especies diploides con H. sabdariffa se encontró que un genoma de esta especie es homólogo con H. mastersianus o con H. mechowii, H. mechowii es la que presenta mayor similitud morfológica, lo que sugiere afinidades entre ambas.

Otros estudios citotaxonomicos se han enfocado a evaluar híbridos obtenidos a partir H. sabdariffa e H. cannabinus, que resistan los ataques de nemátodos (Wilson y Menzel, 1967; Wilson y Adamson, 1970).

Los estudios genéticos se han enfocado a estudiar las formas de herencia de ciertas características como: patrones de pigmentación del tallo, epicáliz, cáliz, corola y anteras (Chakravarty y Basu, 1972). Para el tallo y el epicáliz se encontró que una serie alelomórfica múltiple es la responsable de la intensidad y distribución de las antocianinas, la cual se representó como CR - CL - C - c; la intensidad mayor y más amplia está dada por CR. Las posibles combinaciones resultantes son:

ccrr = totalmente verde - 1

ccRR = totalmente verde - 2

CCrr = verde pigmentado

CLCLrr = verde con rojo claro

CLCLrr = intermedio

CRCRrr = rojo

Se concluye que los alelos c y r son los que controlan el complejo de pigmentación de estas dos estructuras.

El color del cáliz y la corola después de la antesis (desvanecimiento) están pleiotrópicamente controlados, ya que invariablemente los cálices rojos o rosas aparecían con las corolas rosadas y las corolas amarillas se asociaban con cáliz verde. En este caso los genes C y R juegan un papel importante al igual que c; r no juega ningún papel significativo y se asume un factor adicional llamado f.

Finalmente el color de la antera también está controlado principalmente por el gene c y al parecer r no juega papel determinante.

2.7. DOMESTICACION Y DISTRIBUCION

El lugar de origen de Hibiscus sabdariffa ha sido un tanto confuso, sin embargo la mayoría de los autores coinciden en ubicarlo en África (tabla 2.5). Esta idea ha sido respaldada por los estudios citotaxonomicos realizados con esta especie, mencionados en la sección anterior. La idea de que es nativa de la India o incluso de América Central se debe a que en estas áreas ha tenido mucho desarrollo agrícola, incluso creándose nuevas variedades. En América Central, El Salvador es uno de los países que más ha dado impulso a este cultivo (Verdoorn, 1945), particularmente para la obtención de fibra.

Tabla 2.5. Posibles centros de origen para Hibiscus sabdariffa según varios autores.

LUGAR DE ORIGEN	AUTOR
Oeste de Africa	Martin, 1984 Murdock, 1959 Purseglove, 1982 Wilson y Menzel, 1964
Africa Tropical	Adamson, 1983 Dempsey, 1975 Fryxell, 1988 Leon, 1987 Menzel, Goetz y Wilson, 1974 Rovesti, 1936
Savana africana	Harlan, 1975
India y Malaya	Bachstetz, 1949
India	Bois, 1927 Patiño, 1975
Viejo Mundo	Adams, 1972 Williams, 1928
América Central	Chevalier, 1937

Si bien su centro de origen está más o menos definido, no así su dispersión inicial. Wilson y Menzel (1964; 1967) proponen que el oeste de Sudán fue uno de los principales centros de domesticación, hace aproximadamente 4000 años a.C.. A partir de colectas realizadas en Uganda encontraron un ejemplar de H. mechowii bajo forma silvestre y en cultivo; con base en los estudios que se habían realizado con diferentes especies silvestres y al encontrar mucha semejanza morfológica entre H. mechowii e H. sabdariffa, los mismos autores sugieren que H. mechowii es la forma primitiva de H. sabdariffa y determinan a Angola como el centro de origen (figura 2.2). De aquí ocurrió una migración a través de la savana al este de Africa y luego al noroeste hacia Sudán, su centro de domesticación. Si su domesticación ocurrió hace 4000 años a.C., entonces correspondería a una de las especies más tempranamente domesticadas al desarrollarse la agricultura en el Río Níger superior y el oeste de Sudán (Murdock, 1959). Al parecer la gente de Sudán originalmente utilizó las hojas, plántulas, semillas y cálices carnosos. Este último uso fue el que se difundió al Nuevo Mundo (Wilson y Menzel, 1964; Dempsey, 1975)(figura 2.3).

2.8. USO ACTUAL Y USO POTENCIAL

A partir del conocimiento de que la "jamaica" es una especie africana, es importante entonces determinar cuales son los usos que actualmente le da la gente en ese continente. Murdock (1959) realizó un estudio completo de Africa, a partir del cual dividió al

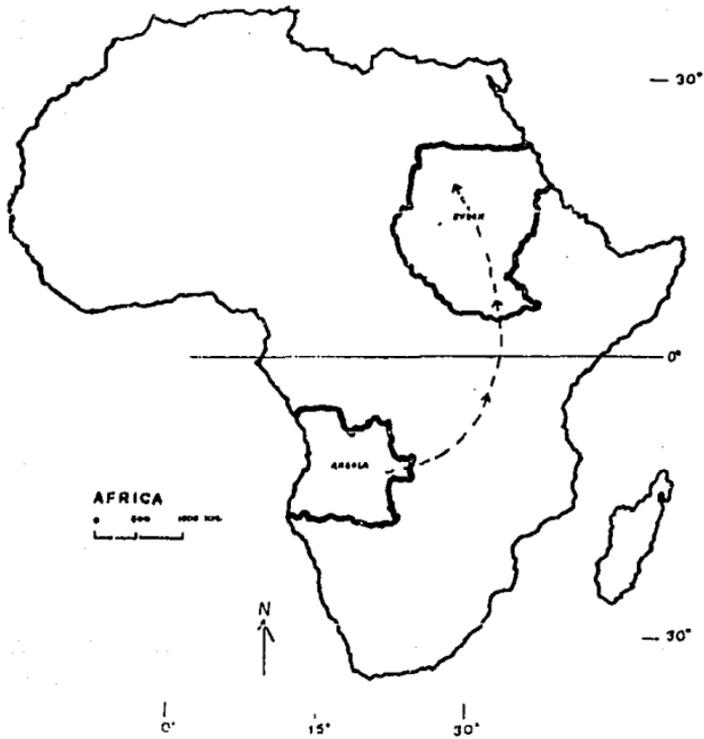


Figura 2.2.- Centro de origen (angola) y de domesticación (Sudán) propuestos para *Hibiscus sabdariffa*.

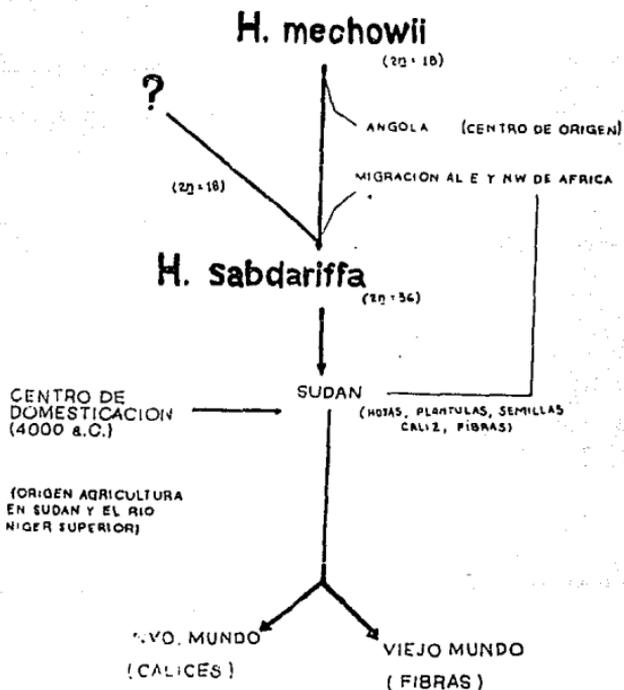


Figura 2.3.- Resumen sobre el origen, domesticación y dispersión propuestos para Hibiscus sabdariffa.

continente en varias provincias y las analizó en sus aspectos social, político y cultural. Dentro de este estudio obtuvo información sobre las especies vegetales que utilizaba la gente de cada región, así como el uso que le daban. Así, encontramos que las provincias donde era aprovechada la jamaica, principalmente como condimento e indulgente, son (Figura 2.4):

- A) NUCLEAR MANDE
- B) GENTE DEL ESTE NEGRITICO
- C) TIERRAS ALTAS DE CAMERUN
- D) TWI
- E) SENEGAMBIA

Otro autor que estudió de manera detallada las formas de uso y las áreas de cultivo de varias especies vegetales alimenticias de Africa, incluyendo la jamaica, es Schnell (1957). Registró la presencia de la jamaica en los jardines de las casas, acompañada por muchas otras especies, como planta semicultivada y la ubicó como una especie ampliamente difundida en los países de la savana Africana (las savanas de Sudán y Guinea)(figura 2.4). Al igual que Murdock (1959), este autor la registró dentro del grupo de plantas utilizadas como condimento o alimento de acompañamiento para las ensaladas, utilizándose el follaje fresco y los cálices frescos o secos. Fuera de Africa, los países que han desarrollado cultivos a gran escala de Hibiscus sabdariffa principalmente para fibra, aunque también para cálices, son principalmente asiáticos como: India, Ceylán, Java, China, vietnam, Birmania, Tailandia, Indonesia y Malasia. En América Latina los reportes provienen principalmente de México, El Salvador y Honduras. México es el único de ellos que cultiva la

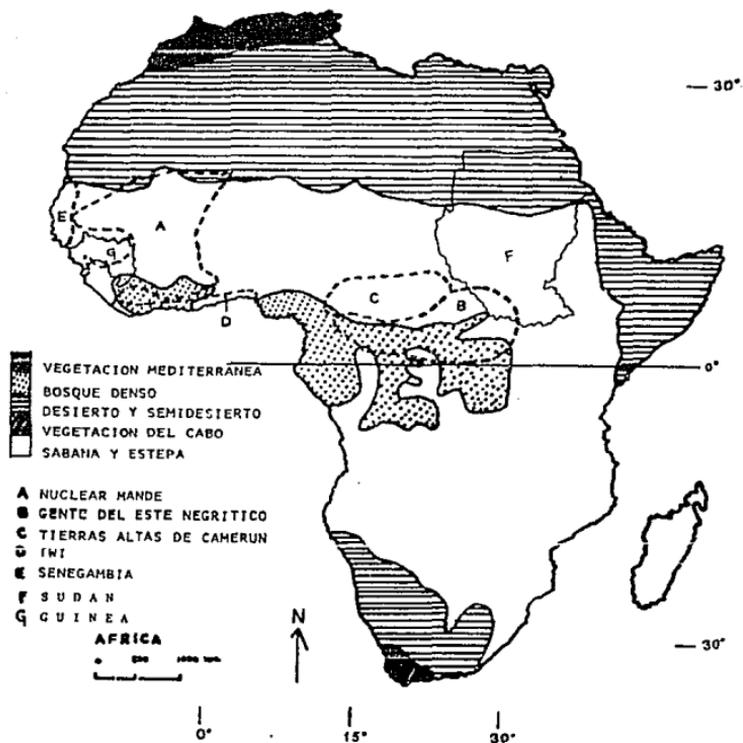


Figura 2.4.- Provincias africanas en donde se utiliza *Hibiscus sabdariffa* (Schnell, 1957; Murdock, 1959). Asimismo, los tipos de vegetacion mas importantes propuestos por Schnell (1957) (adaptados por la autora) y su relacion con las provincias mencionadas.

Jamaica para obtener cálices; los otros dos países han desarrollado el cultivo de variedades para fibra.

Es posible agrupar los usos de la Jamaica en función de la parte de la planta que se utiliza. Los reportes indican que el cáliz es la parte que más se aprovecha y el tallo la parte que representa un uso actual y potencial por su posibilidad de producir materia para papel (Tabla 2.6).

En cuanto a los usos medicinales de la Jamaica, Rovesti (1936), detectó diez beneficios terapéuticos, unos relacionados con cuestiones renales y del aparato circulatorio y otros con cuestiones digestivas. Considera que esta especie debe ser revalorada en la fitoterapia. Bachstet (1949) menciona también otros usos terapéuticos, principalmente como tónico, para controlar las fiebres y las avitaminosis. Cook y Collins (1903), mencionan también usos terapéuticos de la semilla principalmente por sus propiedades demulcentes, diuréticas y tónicas; asimismo, los cálices se utilizan para personas con fiebre y para convalecientes.

En general se observa que el cáliz rojo es la parte de la planta más aprovechada principalmente por los productos procesados que se pueden obtener a partir de él. Es obvio, sin embargo, que el uso que se le da a cada producto depende de los aspectos culturales y sociales de la población que lo consume. Por ejemplo, en México los usos más comunes son la bebida refrescante, las gelatinas y las infusiones. La elaboración de mermeladas, conservas o ensaladas de cálices de Jamaica es muy rara o definitivamente no ocurre. Es importante sin embargo conocer esta diversidad de patrones de uso ya que esto determina en gran medida las características que se

Tabla 2.6. Usos de las diferentes partes vegetativas y reproductivas a nivel mundial de Hibiscus sabdariffa (incluye usos pasados, presentes y algunos potenciales).

PARTE DE LA PLANTA	USO	AUTOR
Tallo	Fibra	VEGETABLE FIBRES Cook y Collins, 1903 Esselen y Sammy, 1973 y 1975 Patino, 1975 Purseglove, 1982 Rovesti, 1936 Sauget y Liogier, 1933 Verdoorn, 1945 Williams, 1928 Wilson, 1945
		Producción de papel Islam, Khan, Maisan y Khan, 1968
Hojas jóvenes	ensalada no especificado verdura	Cook y Collins, 1903 Harian, 1975 Marche-Marchad, 1965
Caliz carnoso rojo	bebida refrescante	VEGETABLE FIBRES Cook y Collins, 1903 Duke, 1975 Esselen y Sammy, 1973 y 1975 Nuñez, 1980 Palmer, 1868-1910 Williams, 1928
		sustituto de arándano Esselen y Sammy, 1973 y 1975
		sustituto de grosella Bachstet, 1949 Bois, 1927 Esselen y Sammy, 1973 y 1975
		te Bachstet, 1949 Rovesti, 1936
		vino Bois, 1927 Esselen y Sammy, 1973 y 1975
		licor Rovesti, 1936
		jarabe Esselen y Sammy, 1973 y 1975
		catsup Esselen y Sammy, 1973 y 1975

Tabla 2.6. (Cont...)

PARTE DE LA PLANTA	USO	AUTOR
	salsa	Cook y Collins, 1903 Esselen y Sammy, 1973 y 1975 Palmer, 1868-1910 Uphof, 1968
	conservas	Bois, 1927
	confituras	Bois, 1927
	condimento	Palmer, 1868-1910 Bailey, 1977 Patiño, 1975
	colorante rojo natural	Clydesdale, Main y Francis, 1979 Du y Francis, 1974 Esselen y Sammy, 1973 y 1975 Rovesti, 1936 Bois, 1927
	gelatina	Cook y Collins, 1903 Esselen y Sammy, 1973 y 1975 Núñez, 1980 Palmer, 1868-1910 Rovesti, 1936 Uphof, 1968
	mermelada	Esselen y Sammy, 1973 y 1975 Núñez, 1980 Palmer, 1868-1910 Rovesti, 1936 Harlan, 1975
	no especificado verdura	Marche-Marchad, 1965
Semillas	aceite	VEGETABLE FIBRES Ahmed y Hudson, 1982
	uso medicinal	Cook y Collins, 1903
	tostadas para hacer bebida	Duke, 1975
	no especificado	Dupriez y de Lunier, 1983
	no especificado	Bois, 1927
	alimento para ganado	Cook y Collins, 1903
Parte no especificada	condimento	Murdock, 1959
	indulgente	Murdock, 1959
	medicinal	Palmer, 1868-1910

seleccionarán en las poblaciones que se han de cultivar. Los casos extremos los encontramos entre las poblaciones cultivadas para la obtención de cálices comestibles y aquellas destinadas a la producción de fibras. Estos patrones en la selección de colores y sabores no han sido muy estudiadas desde el punto de vista biológico y antropológico y sería interesante conocer las causas en sus variaciones. Desde el punto de vista biológico no es de dudar que hayan jugado un papel importante durante los procesos de domesticación.

El aprovechamiento de la semilla debe reconsiderarse tal vez no como aceite comestible sino como alimento complementario para aves o ganado vacuno. Como se indicó en la tabla 2.5, este uso si se ha dado en el Caribe. Al menos en México se han hecho observaciones cualitativas y se cree que es beneficiosa y además palatable (Said Narciso, información personal). Probablemente para consumo humano no tenga buenos resultados, por las mismas razones culturales.

2.9. DESARROLLO DEL CULTIVO EN MEXICO

Los reportes sobre el desarrollo del cultivo en México son relativamente recientes. Algunos autores como Gándara (1939) y Marín (1940), mencionan desde entonces las posibilidades de explotar este cultivo. Sin embargo, es a partir de 1975 cuando la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH, 1975; 1976) reporta la cantidad de hectáreas cosechadas y la producción obtenida únicamente del estado de Guerrero. Para los años posteriores, hasta 1985 se

incluyen en los reportes las producciones obtenidas por los estados de Oaxaca, Puebla, Colima, Michoacán y Nayarit (figura 2.5).

En 1976, la Dirección General de Extensión Agrícola de la entonces Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG, 1976), elabora una agenda agrícola en donde establece al cultivo de la jamaica como de temporal y registra las supuestas "variedades" utilizadas, tanto productoras de frutos como las de fibras. Para 1978, se menciona que la variedad que se cultiva en México es la "criolla" (Banco Nacional de Crédito Rural, 1978). De ésto se desprende que realmente se ha puesto poca atención al desarrollo y manejo del cultivo. Actualmente se carecen de programas agrícolas para este cultivo.

El estado de Guerrero es el principal productor de jamaica (SARH, 1975), así como el más constante (figura 2.6a). El resto de los estados manifiesta fuertes fluctuaciones de un año a otro, e incluso han dejado de producirla.

Respecto a los datos de exportación (figura 2.6b), desde 1958 se tienen registros ininterrumpidos de venta del producto a países como Alemania Federal, Estados Unidos, Francia, India, Uruguay, Guatemala, Reino Unido, Colombia y Panamá, siendo los compradores más importantes los dos primeros, con sus respectivas oscilaciones de un año a otro (figura 2.6c)(Anuarios Estadísticos del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos, 1958-1984).



Figura 2.5.- Principales estados productores de "flor de jamaica" en la Republica Mexicana: 1) Oaxaca; 2) Puebla; 3) Guerrero; 4) Michoacán; 5) Colima y 6) Nayarit.

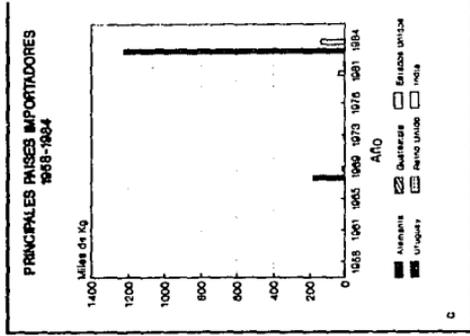
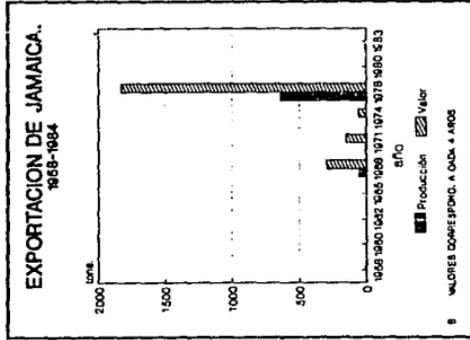
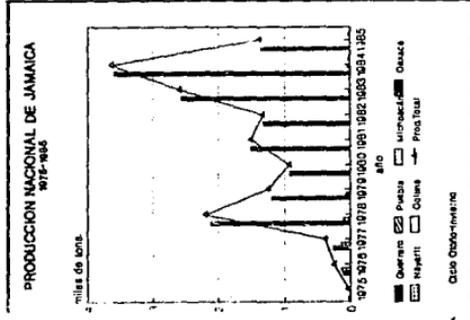


Figura 2.6.- Producción y Comercialización de Hibiscus sabdariffa.
 A) Datos de producción nacional de 1975 a 1985. (Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1976).
 B) Datos de Exportación. (Fuente: Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos, varios años).
 C) Principales países importadores. (Fuente: Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos, varios años).

CAPITULO III
ANALISIS CUANTITATIVO DE LA VARIACION MORFOLOGICA EN Hibiscus
sabdariffa

3.1. INTRODUCCION

Las poblaciones naturales de cualquier especie presentan una gran variabilidad a nivel morfológico (fenotípico) y genético (Mayr, 1976; Futuyma, 1986), gracias a la cual se da el proceso de la Evolución. De hecho, solamente ocurre el proceso de Selección Natural si existe variabilidad genética (Mayr, 1976), aunque lo que finalmente se seleccione sea el fenotipo.

Partiendo de estos preceptos, cualquier estudio orientado a explicar la variación morfológica dentro de una especie, debe contemplar los dos factores básicos que están interviniendo en el fenotipo: los factores genéticos y los factores ambientales (Briggs y Walters, 1972) y se debe establecer que fracción del fenotipo corresponde a cada uno de los factores.

En las poblaciones bajo selección humana, la variación morfológica ha sido la base y el éxito de la Selección Artificial. En este tipo de Selección, se eligen aquellos fenotipos que manifiestan en su máxima expresión la o las características deseadas. Los cambios heredables que se producen en una población a nivel fenotípico, en relación al carácter seleccionado, indican que hay variabilidad genética para dicho carácter (Mayr, 1976).

Uno de las consecuencias de la domesticación, -a la cual se hace énfasis aquí por las características de la planta estudiada-, ha sido la diversificación de formas dentro de una especie. Dicha variación representa la selección que el hombre ha realizado, a través del tiempo, para obtener diferentes formas, colores y tamaños (muchas veces asociado a sabores) y satisfacer sus gustos, necesidades o creencias. También, esta variación puede darse por la selección que

diferentes grupos efectúan sobre una misma especie, con el objeto de darle un uso diferente.

Ejemplos sobre variación morfológica en plantas domesticadas se pueden ver en el caso de Chenopodium berlandieri Moq. ssp. nuttalliae (Safford) Wilson y Heiser. Wilson (1980) menciona que actualmente se reconocen 3 variedades, cada una con un uso diferente: variedad "huauzontle", que es un vegetal semejante al brócoli; variedad "quelite", vegetal parecido a una espinaca y la variedad "chía", que es un cultivo de grano.

Otro ejemplo evidente es aquel de Brassica oleracea L, conocida comúnmente como "col". Esta presenta una gran variación morfológica debido a que todas las partes de la planta han sido sometidas a la selección humana, de manera que en la actualidad encontramos diferentes variedades: "berza común", "repollo" o "lombarda", "llanta" o "bretón", "col de bruselas", "coliflor" o "brécola" (Rufz et al., 1977). En el caso del "repollo", las hojas forman un cuerpo globoso más o menos compacto, o bien se desarrollan cabezuelas foliáceas en las axilas de las hojas semiabrazadoras que visten el tallo, como en el caso de la "col de Bruselas".

Phaseolus vulgaris L. representa otro caso de variación morfológica a nivel de semilla principalmente, aunque existen otras características que han seleccionado los grupos humanos. En este caso encontramos una gran gama de colores y tamaños, -y ésto, de manera indirecta, ha dado lugar a diferentes sabores de la semilla-, asociados todos a los diferentes grupos humanos que las han seleccionado.

En algunos casos, la variación morfológica ha facilitado la introducción de una especie en áreas diferentes a su lugar de origen, ya que si una forma no es socialmente aceptada, otra si lo es. Este aspecto es muy claro en el caso de la familia de las "coles". Existen evidencias históricas que indican que las diferentes variedades de Brassica oleracea fueron domesticadas en diferentes partes de Europa, por diferentes grupos humanos. También, una especie puede incrementar su grado de diversificación al ser introducida a habitat nuevos.

En este capítulo se evalúa la variación morfológica de algunas accesiones de Hibiscus sabdariffa y se analizan los caracteres genéticamente fijados que determinan dicha variación y que se consideran resultado de la domesticación. Asimismo, se realiza una comparación entre la variedad "criolla" que se cultiva en el estado de Guerrero y el resto de las accesiones productoras de cálices.

3.2. METODOS

3.2.1. Sitio de trabajo

El trabajo experimental se desarrolló en el Centro Experimental de Zacatepec, Morelos, correspondiente a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Este Centro forma parte del Centro de Investigación Agrícola de la Mesa Central. Está ubicado en el Municipio de Zacatepec dentro de las coordenadas 18° 42' latitud N y 99° 10' longitud W, a una altura de 917 m.s.n.m. El clima registrado para esta zona es AwÜ"(w)(1')g,

con una precipitación anual de 750 mm y una temperatura media de 25.5°C (SARH, 1981). El suelo es de tipo vertisol pélico (SPP, 1981).

Se seleccionó el terreno con base en características tales como: pendiente del terreno mínima o nula, clima favorable para la especie y cercanía para realizar visitas continuas debido al tipo de datos que se requerían tomar y la necesidad de cuidar continuamente el desarrollo de la parcela experimental.

3.2.2. Manejo de las accesiones

Las accesiones de Hibiscus sabdariffa forman parte del Banco de Germoplasma del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). El material donado por esta institución ingresó al Jardín Botánico de la UNAM en 1987 y está constituido por 76 accesiones cada una representada por 100 semillas. Se sembraron 15 accesiones en total: 13 de ellas fueron seleccionadas al azar de dicho Banco, otra correspondió al cultivar "sudán" y la última al cultivar "criolla", la cual se tomó como testigo para realizar las comparaciones posteriores (tabla 3.1; apéndice 1).

Debido a la poca cantidad de semillas de las 13 accesiones del Banco, estas se pusieron a germinar en semilleros para garantizar la mayor sobrevivencia posible. Las dos accesiones restantes también se germinaron igual para ejercer el mismo efecto sobre todas ellas. La siembra se realizó el 22 de junio de 1989. Durante el tiempo que permanecieron en los semilleros se regaron con una fórmula que consistió de una mezcla de nitrato de amonio (90 gramos), fertilizante fórmula 18-46-0 (90 gramos) y cloruro de potasio (90

gramos) todo diluido en 200 lts de agua. Esta fórmula se aplica a todos los semilleros del Centro. De esta fecha al momento del trasplante, el 18 de julio de 1989, se evaluó la sobrevivencia por accesión.

Durante el desarrollo del trabajo se realizaron varias actividades encaminadas a mantener la parcela limpia y las plagas bajo control. Los cuidados consistieron en: 1) deshierbes, 2) control de plagas y 3) fertilización.

Diseño de la parcela y distribución de las accesiones

La parcela consistió de un área zircada de aproximadamente 30 x 30 mts (considerando una distancia de 95 cm entre surcos) y subdividida en 4 bloques o repeticiones (cada uno de 15 x 15 mts), dos en la parte anterior y dos en la posterior (figura 3.1); los bloques se delimitaron con mecates.

El diseño de los bloques fue con la idea de controlar y evaluar:

- variabilidad dentro de cada bloque
- variabilidad entre los bloques
- variabilidad entre los individuos.

Se consideró que aún controlado el problema de la pendiente del suelo, podrían existir variaciones en el gradiente de humedad, de manera que el acomodo de los bloques respondió a esta posibilidad.

La distribución de las accesiones en cada bloque fue totalmente al azar y cada surco representó una accesión (Finlay y Wilkinson, 1963; Pant *et al.*, 1984; Sardana *et al.*, 1984; Singh, 1985).

El trasplante se realizó a los 26 días de haberse elaborado el semillero. Los individuos fueron colocados a una distancia de 1 metro y se colocaron en una de las crestas del surco, no en el valle; al

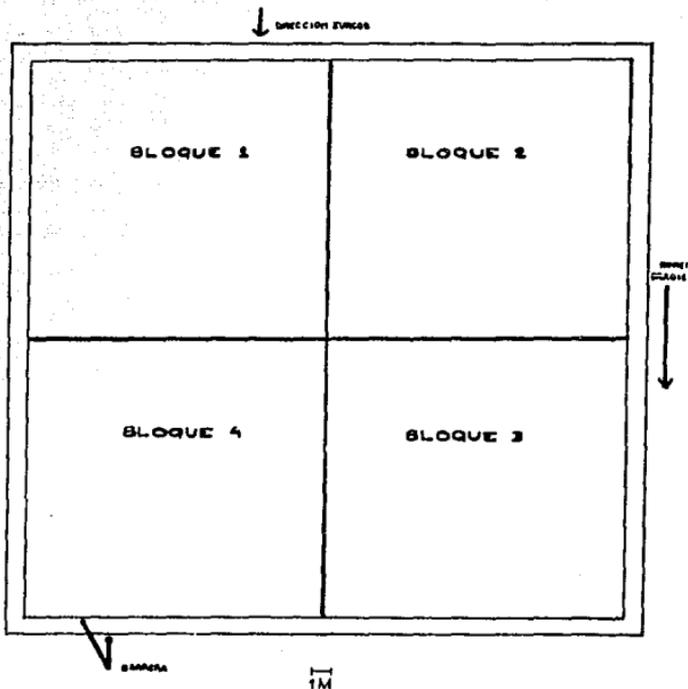


Figura 3.1.- Distribución de los bloques en la parcela experimental en el Centro Experimental Zacatepec, Morelos.

momento de ser colocadas en el terreno fueron regadas para reducir los cambios de presión osmótica e hídrica.

Para controlar el efecto de borde (Briggs y Walters, 1984), se sembraron 2 surcos con semillas de la variedad "sudán" alrededor de la parcela; en la parte interna no se separaron los bloques para no tener que controlar dicho efecto.

Esto se previó entre los bloques anterior y posterior derechos con los del otro lado, pero no fue así entre los bloques anteriores y posteriores ya que no se consideró el problema de la poca germinación y la mortalidad que ocurriría posteriormente.

Markado de las plantas

Al momento de realizarse el trasplante de los individuos de las diferentes accesiones se realizó el marcado de aquellos que iban a ser evaluados durante todo el experimento (previamente se habían seleccionado mediante una tabla de números al azar); para esto se utilizó una cinta fosforescente perforada con un cable delgado, la cual se amarró en la base del tallo. Se marcaron 3 individuos por accesión en cada bloque.

La parcela fue atacada en varias ocasiones por la hormiga arriera *Atta* spp., lo que propició una disminución en las ya de por sí reducidas poblaciones de jamaica. Inclusive uno de los bloques se tuvo que eliminar debido al daño que recibió. Asimismo, algunos de los individuos marcados de varias accesiones murieron por lo tanto en algunos bloques se tomaban 2 e incluso 1 individuo y en otros los 3 individuos. Por estas razones, varias características pudieron ser evaluadas solo para 9 accesiones, como se detallará más adelante, y otras para las 15.

Las 9 accesiones fueron: B, E, F, H, I, J, L, N y M; por tanto las 6 restantes fueron: A, C, D, G, K y O.

3.2.3. Análisis de la variación morfológica

Considerando que las características seleccionadas por el hombre son las que se heredan, entonces son éstas las que se deben medir ya que no son respuesta a cambios en el medio ambiente. El hecho de realizar un cultivo en condiciones homogéneas permitió eliminar el factor ambiental como fuente de variación fenotípica, y por lo tanto las características evaluadas se consideraron manifestaciones de la información genética (Briggs y Walters, 1984). Estas características fueron básicamente morfológicas y fenológicas y se seleccionaron con base en las siembras realizadas anteriormente y por el contacto continuo con los cultivos comerciales de Ayutla, Guerrero.

Arquitectura de las accesiones

Como arquitectura se consideró: a) la altura de la planta, b) la cobertura, c) altura de la parte más ancha del individuo, d) el ángulo de ramificación, e) el número de nudos, f) el diámetro basal del tallo y g) la longitud de la raíz.

La altura se midió cada 15 días considerándose desde la base del tallo hasta el meristemo apical. Se definió este lapso de tiempo entre una y otra medición porque el resto de las mediciones y observaciones se realizaban en los intermedios. Realmente no existió alguna razón estadística o fenológica.

La cobertura se midió cuando todas las accesiones estaban en algún momento de la fase reproductiva y se consideró que el

crecimiento era mínimo (segunda semana de octubre). Por tanto, se realizó una evaluación, tomándose el largo por el ancho en la parte más ancha de la planta.

Asimismo se registró el punto en donde la cobertura era máxima; para ésto se midió la distancia del suelo a dicho punto (rama). El ángulo de ramificación, considerado como aquel formado entre el eje central (tallo) y la rama correspondiente, se midió en esta misma rama. Todas estas características fueron evaluadas para las 15 accesiones.

El número de nudos desde la base del tallo hasta la punta, el diámetro basal del tallo y la longitud de la raíz (desde la unión con el tallo hasta el largo de la rama central) se contó en tres ocasiones para 9 accesiones (correspondientes a los 3 muestreos para análisis de biomasa) y en una ocasión para las 15 (en el tercer y último muestreo de biomasa).

Fenología

El comportamiento fenológico de las 15 accesiones se registró cada 7 u 8 días a partir de la aparición de los primeros botones. De ahí en adelante se reportó hasta cuando se dejaron de producir botones, momento de la antesis (en el día), duración de la flor, frecuencia de ocurrencia de floraciones, inicio de la fructificación y momento de maduración del 50% de los frutos.

Asignación de recursos (análisis de biomasa)

La asignación de recursos se puede definir como la proporción en peso seco de cada estructura vegetativa y reproductiva en relación al peso total de la planta (ya se de la parte aérea o incluyendo

estructuras subterráneas) (Harper, 1977). Para comparar el comportamiento de una planta o de diferentes poblaciones a lo largo de un ciclo es necesario realizar varias cosechas (Hughes y Freeman, 1967). Debido a la cantidad tan limitada de individuos solo se pudieron realizar 3 muestreos a lo largo del ciclo: los dos primeros fueron de 9 accesiones (indicadas anteriormente) y el último fue de las 15.

Todos se cosecharon incluyendo la raíz. Cada individuo se guardó en una bolsa de plástico negra con su número correspondiente y se trasladó al laboratorio. Ahí se procedió a separar las diferentes estructuras como son: raíz, hojas, tallos, botones, flores y frutos, dependiendo de lo avanzado del muestreo.

Las diferentes estructuras se guardaron en bolsas de papel estraza debidamente etiquetadas y se secaron a una temperatura promedio de 50°C durante 2 semanas. Posteriormente se pesaron.

Los dos primeros muestreos se realizaron a los 85 y 125 días, respectivamente.

El tercer muestreo se dividió en 3 partes de acuerdo con la maduración que presentarían los frutos (mínimo debían presentar el 50% de los frutos maduros), quedando distribuidas las accesiones de la siguiente manera:

177 días.- cosecha accesiones A, H, I, J, L, N, y O.

191 días.- cosecha accesiones C, D, E, F, G y M.

203 días.- cosecha accesiones B y K.

Características de las hojas

Las hojas presentaron variaciones morfológicas y de tamaño entre las diferentes accesiones (figura 3.2) y, dentro de cada accesión, a



Figura 3. 2 - Algunas formas de hojas detectadas entre las diferentes accesiones de *Hibiscus sabdariffa*.

diferentes niveles de la planta. Para describir y medir a la hoja se consideraron algunos de los aspectos que maneja Galet (1979) en su estudio de descripción e identificación de las diferentes especies del género *Vitis*. La forma de las hojas de esta especie es parecida a la de la jamaica básicamente por la presencia de lóbulos. Con base en esto, las características que se consideraron fueron (figura 3.3):

- Largo del pecíolo.
- Longitud de la unión peciolar con el extremo superior.
- Profundidad del seno inferior derecho.
- Profundidad del seno inferior izquierdo.
- Profundidad del seno superior izquierdo.
- Profundidad del seno superior derecho.
- Ancho de la hoja.
- Peso seco de la hoja.

Para analizar este comportamiento se tomaron al azar 15 hojas de diferente tamaño estableciéndose las categorías de chicas, medianas y grandes; esto se hizo en las 2 cosechas para el grupo de las 9 accesiones; para el grupo restante no se pudo realizar muestreo ya que cuando ocurrió el tercer muestreo, muchos individuos habían tirado sus hojas (por defoliación natural) o bien, estaban demasiado maltratadas. El peso seco de las hojas solo se realizó en el segundo muestreo. Las hojas se prensaron en papel periódico, se secaron y posteriormente se acomodaron para tomar los datos.

Análisis morfológico de la estructura reproductiva

Considerando que de la parte reproductiva se aprovecha tanto el cáliz como las semillas, se realizó una evaluación de estos elementos para ver si existían cambios en la relación de las partes. Para esto

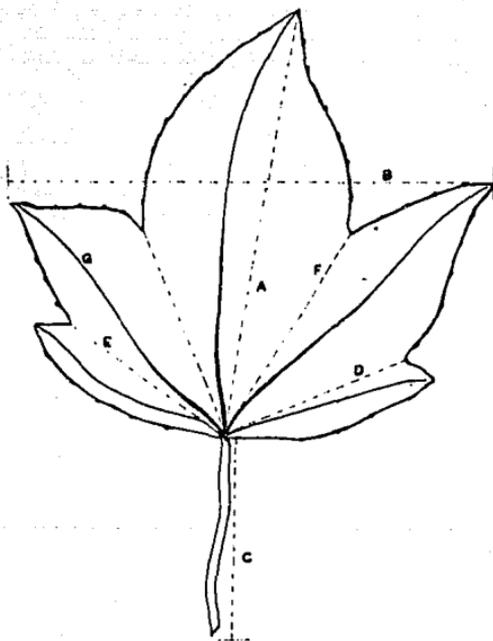


Figura 3.3.- Características de la hoja que se tomaron en cuenta dentro del análisis morfológico: a) largo de la lámina; b) ancho de la lámina; c) largo del peciolo; d) largo del seno inferior derecho; e) largo del seno inferior izquierdo; f) largo del seno superior derecho y g) largo del seno superior izquierdo.

se consideró a la estructura reproductiva como los botones, el cáliz, la corola, la cápsula y las semillas. La única separación que se realizó dentro de esta categoría fue entre botones y el resto de las partes. El cáliz se incluyó en esta categoría porque permanece aún después de que el fruto ha madurado.

Durante el último muestreo se hizo una selección al azar de 15 frutos en todos los individuos de las 15 accesiones. Estos se separaron y se midieron en fresco las siguientes características: largo/ancho de la cápsula; largo/ancho del cáliz; pubescencia de la cápsula; pubescencia del cáliz.

Posteriormente se separó el cáliz del fruto de las partes restantes y ambas estructuras se secaron y pesaron.

Características cualitativas

Las características cualitativas se evaluaron solamente durante la última cosecha. Estas consistieron en color y pubescencia del tallo y del cáliz, color de la corola y pubescencia de la cápsula.

Para establecer valores de pubescencia se realizó una comparación entre los tallos de las diferentes accesiones, aunque entró un poco la experiencia del contacto continuo con los individuos ya que, dependiendo de la altura del individuo a la que se realizara la evaluación, había mayor o menor pubescencia, pero el aspecto general de las plantas de cada accesión sí mostraba diferencias.

Para evaluar el color del tallo, la corola y el cáliz se utilizó la R.H.S. Colour Chart (The Royal Horticultural Society, London).

Las características quedaron entonces con los siguientes valores:

- tallo- color (varios tonos de verde y rojo)
- pubescencia (0= glabro 1= pubescente)

- cáliz- color (varios tonos de verde y rojo)
- pubescencia (0= glabro, 1= pubescente).

3.2.4. Análisis de datos

El análisis de los datos consistió en un procesamiento inicial de los valores crudos para realizar los análisis correspondientes.

Para la altura, se elaboraron gráficas de crecimiento con su respectivo error estandar para cada punto. Se calculó la tasa de crecimiento en el punto de inflexión de la curva.

En el caso de la cobertura, se realizó un ajuste de acuerdo con Mueller-Dumbois y Ellenberg (1974), utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{cobertura} = \frac{(D1 + D2)^2}{4} \cdot \pi$$

donde:

D1= Diámetro mayor

D2= Diámetro menor

$\pi = 3.1416$

La arquitectura de la planta fue evaluada de manera cualitativa mediante la elaboración de figuras tomando como base los datos de: la altura máxima, la distancia desde el suelo al punto de unión de la rama con mayor ángulo de apertura en el tallo principal, la distancia máxima a partir del suelo, el ángulo de apertura y el radio con respecto al tallo principal. Se calculó el rango de la planta en donde ocurre la rama más abierta, dividiendo la planta en tres partes; de esta manera se detectó si la planta presenta una ramificación basal, media o apical.

Se evaluó el comportamiento fenológico para cada accesión y el comportamiento general, como número de individuos (frecuencia) que presentaban cada uno de los tres estados fenológicos en cada fecha. Con estos datos se realizaron gráficas de frecuencia. Asimismo se contabilizó el número de días a la aparición de botones, duración del período, floración (momento de la antesis), duración de la floración y número de días a la fructificación, también para cada accesión.

Se obtuvieron proporciones entre aquellas características que aportaran información importante al ser relacionadas, como la relación de cada parte con respecto a la biomasa total, proporción del peso del cáliz con respecto al peso total (considerando cápsula y semillas), proporción del peciolo con respecto al largo de la lámina, proporción del largo de la cápsula respecto al largo del cáliz y la proporción del largo de cada seno (inferior derecho, inferior izquierdo, superior derecho y superior izquierdo) respecto al largo de la lámina.

El análisis de datos partió de los supuestos planteados en el capítulo II, por tanto, estuvieron orientados a definir y explicar tres aspectos básicos relacionados con la variación morfológica en *H. sabdariffa*:

- 1) Existencia de variación interpoblacional (las medias y las varianzas son diferentes entre las poblaciones analizadas)
- 2) Existencia de relaciones interpoblacionales (tendencias entre determinadas poblaciones a asociarse o agruparse en función de caracteres compartidos)

3) Existencia de caracteres clave, preestablecidos cualitativamente, que presentan un valor cuantitativo para discernir los grupos.

Si bien la lógica seguida en la secuencia de aplicación de los análisis fue un poco diferente (primero se realizó el Análisis de Agrupamiento, luego el de Componentes Principales y finalmente el Análisis de Varianza), la secuencia de análisis, interpretación y discusión se desarrollan en términos de la secuencia estadística formal.

Variación Interpoblacional

Se realizaron una serie de Análisis de Varianza parciales de una vía. Se consideró que había significancia en el análisis cuando $p = 0.05$. En este sentido, este valor se interpretaba como que al menos uno de las poblaciones (accesiones) era diferente del resto. Las posibles tendencias se interpretaron en las gráficas correspondientes. Los Análisis de Regresión Simple se aplicaron en aquellos casos en los que se supuso una posible correlación entre dos variables.

Relaciones Interpoblacionales (Relaciones Taxonómicas)

Para aplicar este análisis se obtuvo la media y la varianza de todos los caracteres cuantitativos; para aquellos cualitativos binarios o multiestado (por ejemplo, presencia o ausencia de un característica, manifestación de dos o más coloraciones), se les tomó la moda y la varianza. Debido a que se realizaron muestreos a dos niveles (en el caso de los frutos muestreados), tres niveles (en el

caso de las hojas), la media y la varianza fue obtenida a partir de las fórmulas propuestas por Cochran (1980).

El Análisis de Agrupamiento se realizó con el programa de Taxonomía Numérica (NTSYS-pc) desarrollado por Rohlf (1987). Debido a que los datos de los dos primeros muestreos de biomasa y las características de las hojas se obtuvieron únicamente para 9 accesiones (ver párrafos anteriores), el análisis se realizó a dos niveles, el primero considerando las 15 accesiones incluyendo los datos perdidos de 6 de ellas y el segundo, eliminado los caracteres perdidos de las 6 accesiones restantes.

En ambos casos se partió de una matriz básica de datos (MBD), que consiste de una serie de columnas llamadas OTU (unidades taxonómicas), representadas por los promedios de los caracteres evaluados de las accesiones, e hileras (los caracteres evaluados) (Crisci *et al.*, 1979; Radford, 1974; Radford, 1986). Las variables fueron estandarizadas por hileras (caracteres) para eliminar la desigualdad de los valores debidos a las diferentes unidades utilizadas.

Para calcular el grado de similitud entre los OTU s se calculo, en ambos casos, el Coeficiente de Correlación (Pearson Product-Moment). Este coeficiente sirvió para construir el fenograma, utilizando el método de promedios aritméticos (UPGMA). Se consideró que el fenograma obtenido era representativo de la matriz de distancias si presentaba una $r \geq 0.85$.

Definición de Caracteres clave

Dentro de las Técnicas de Ordenación se utilizó el Análisis de Componentes Principales (PCA) que sirvió para reducir el número de

variables evaluadas a aquellas variables que explican las relaciones y la variabilidad entre las accesiones y que en este caso están mostrando el resultado de la selección. Así, se calculó el Coeficiente de Correlación entre los caracteres (modo R). Esto se realizó también para las dos matrices de datos originales. Con esta matriz se obtuvieron los 3 primeros factores, o componentes principales que se supone explican más del 50% de la variabilidad entre los OTU s. Con estos valores se obtuvo la proyección de los OTU s en un espacio de 2 dimensiones.

3.3. RESULTADOS

3.3.1. Variación Morfológica

Los Análisis de Varianza realizados en prácticamente todos los caracteres evaluados se presentan a continuación. Asimismo se mencionan los resultados de los análisis de correlación simple.

Crecimiento

El crecimiento de las diferentes accesiones* se presenta en la figura 3.4. Se observa un incremento pronunciado en el error standar a través del tiempo en algunas de las accesiones, indicando la existencia de una alta variación intrapoblacional. Sin embargo, el

* Accesiones de tiora.- A, G, H, I, J, L y O.
Accesiones de caliz.- B, C, D, E, F, K, M y N.

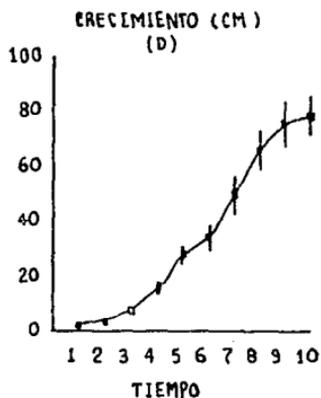
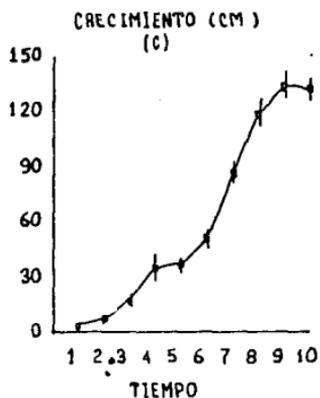
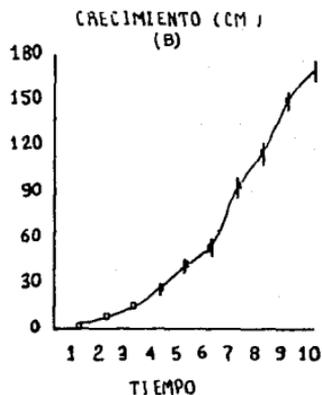
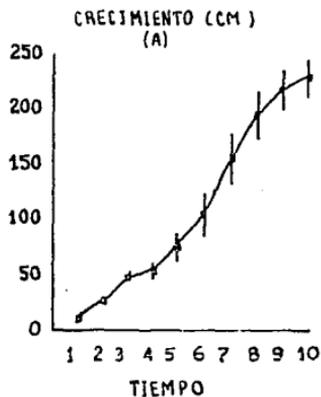


Figura 3.4.- Crecimiento en altura (cm) de las 15 accesiones: a) accesion A (fibra); b) accesion B (caliz); c) accesion C (caliz); d) accesion D (caliz).

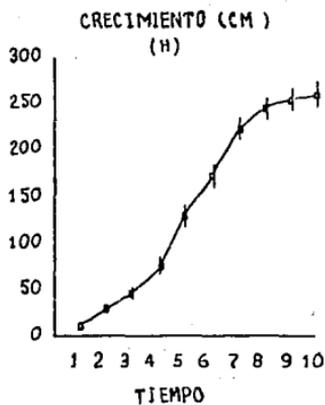
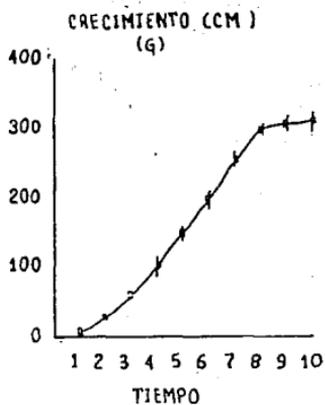
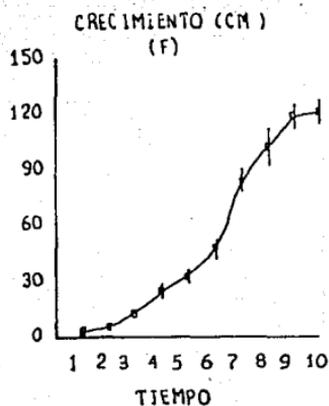
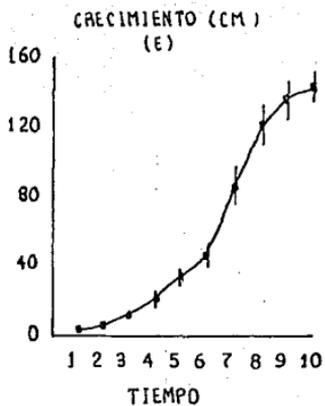


Figura 3.4 (cont.).- Crecimiento en altura (cm) de las 15 accesiones: e) accesión E (cáliz); f) accesión F (cáliz); g) accesión G (fibra); h) accesión H (fibra).

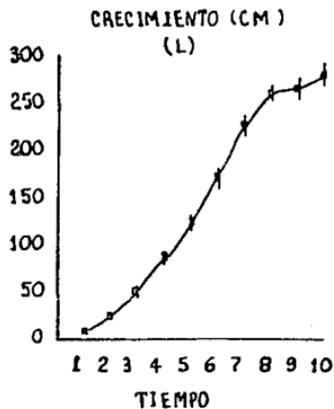
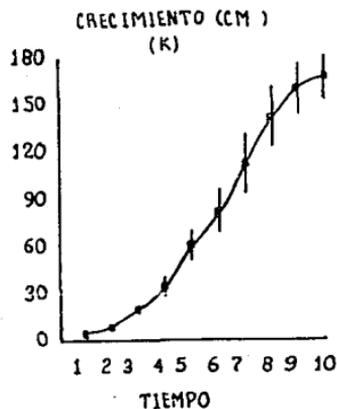
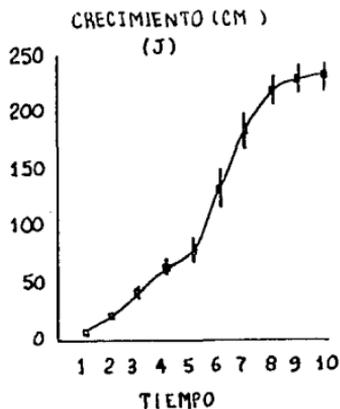
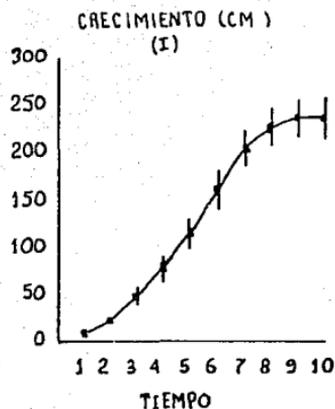


Figura 3.4 (cont.).- Crecimiento en altura (cm) de las 15 accesiones: i) accesión I (fibra); j) accesión J (fibra); k) accesión K (caliz); l) accesión L (fibra).

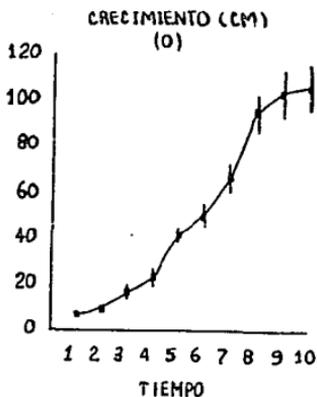
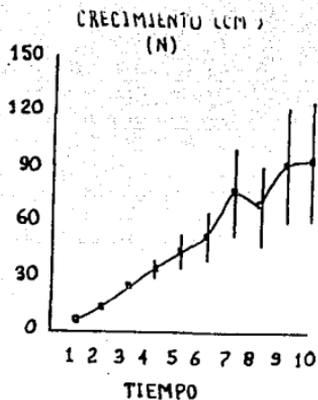
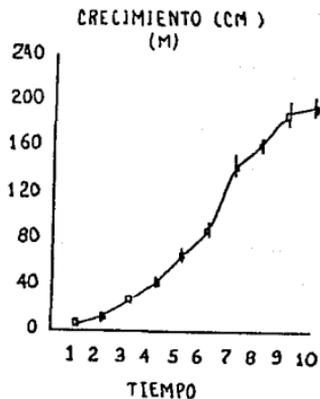


Figura 3.4 (cont.) - Crecimiento en altura (cm) de las 15 accesiones: m) accesión M (cáliz); n) accesión N (cáliz); o) accesión O (fibra).

Análisis de Varianza no muestra diferencias significativas ($p > 0.05$). Los Análisis de Varianza de las alturas 1 y 10 de todas las accesiones indican que hay diferencias significativas entre las colectas ($p < 0.001$) (figura 3.5).

El punto de inflexión de cada una de las curvas ocurre a diferentes tiempos entre las accesiones[‡], indicando que la velocidad de crecimiento (cm/día) es mayor en algunas de ellas. Así tenemos que A alcanza una altura máxima de 229.166 cm a los 162 días, momento en el que su crecimiento disminuye (de 1.868 disminuye a 0.722 cm/día). En el caso de B se observa que al momento de la última medición todavía no ocurre el decremento de la velocidad de crecimiento, sin embargo la altura alcanzada es menor. Las accesiones C, D, E, F, K, M, N y O presentan un comportamiento similar en cuanto al momento en que disminuye el crecimiento (entre los 147 y 162 días) todas ellas no rebasan los 200 cm. A, G, H, I, J y L alcanzan la talla máxima (en general más de 200 cm) en menos días (entre los 135 y 147 días).

Cobertura y forma de ramificación

A diferencia de lo observado con el crecimiento de las diferentes accesiones, la cobertura presentó diferencias significativas tanto entre las accesiones ($p < 0.001$), como entre los bloques ($p < 0.05$).

De los Análisis de Regresión Simple efectuados entre algunos caracteres de la arquitectura se encontró que solo existe correlación

[‡] Accesiones de fibra.- A, G, H, I, J, L y O.

Accesiones de cáliz.- B, C, D, E, F, K, M y N.

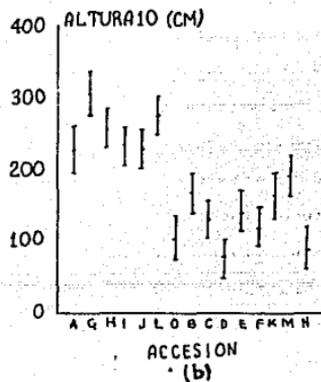
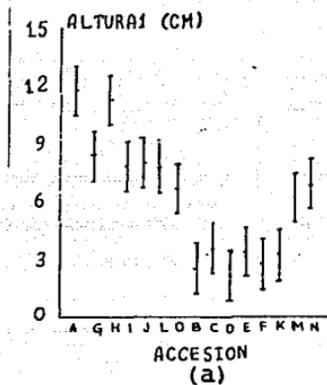


Figura 3.5.- Análisis de Varianza de: a) la altura inicial (altura 1)^{*} y b) la altura final (altura 10)^{**} de las 15 accesiones.
^{*}(p < 0.05).
^{**}(p < 0.001).

entre la biomasa total y el diámetro del tallo en los siguientes casos: B, E, F, L y M* para el muestreo 1; B, E, F, J y M para muestreo 2 y A, B, E, G, H, N y O para el muestreo 3 (en todos los casos $r > 0.89$). Los valores de r para la regresión altura 10-número de nudos en el muestreo 3 está por debajo de $r = 0.9$, a excepción de la accesión N ($r = 0.93023$). De igual forma, el análisis de regresión entre el diámetro del tallo en el muestreo 3 y la altura 10 presenta valores de r bajos, exceptuando las accesiones A ($r = 0.9689$) y D ($r = 0.9393$). Finalmente el número de nudos en el muestreo 3 /diámetro del tallo en el muestreo 3 también presentó poca significancia, ya que solo las accesiones H, F y N presentaron valores de r por arriba de 0.9 ($r = 0.9445$; $r = 0.9501$ y $r = 0.9612$, respectivamente).

Respecto a la forma de ramificación de las diferentes accesiones, el ANOVA muestra que tanto la distancia al punto de unión de la rama más abierta con el tallo y la altura máxima de ésta misma si presenta diferencias significativas entre accesiones ($p < 0.001$, en ambos casos) (figura 3.6).

La figura 3.7 ilustra de manera muy esquemática la forma de ramificación de las diferentes accesiones, incluyendo el ángulo de apertura con respecto al tallo central. En las accesiones A, B, D, G, H, I, J, K y L la rama con mayor ángulo de apertura se encuentra a un nivel igual o mayor a los 2/3 respecto al suelo, mientras que en C,

* Accesiones de fibra.- A, G, H, I, J, L y O.
Accesiones de caliz.- B, C, D, E, F, K, M y N.

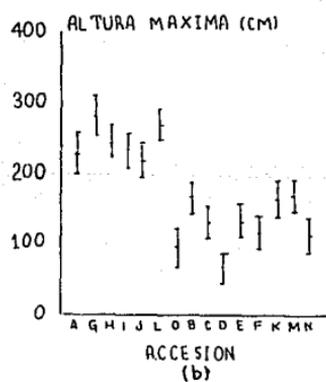
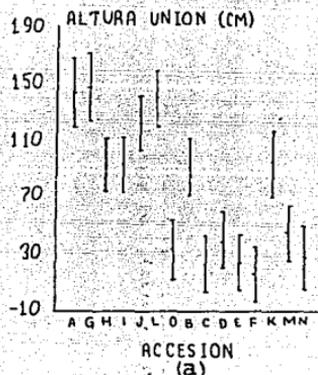


Figura 3.6 .- Análisis de Varianza de: a) la distancia del suelo al punto de unión de la rama más alta con el tallo principal ($p < 0.001$) y b) la altura máxima de la rama más ancha ($p < 0.001$).

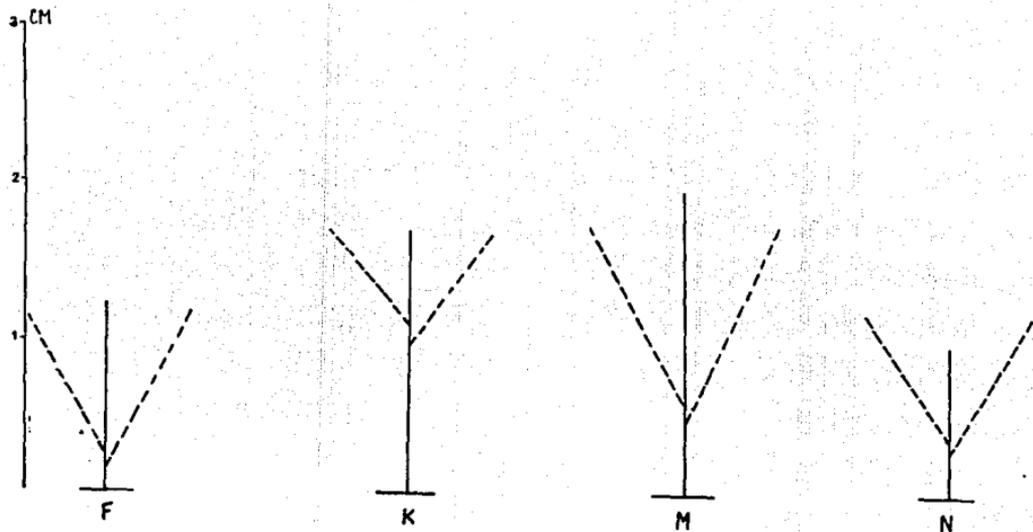


Figura 3.7.- Arquitectura de las 15 accesiones: ; l) accesión F (cáliz); m) accesión K (cáliz); n) accesión M (cáliz); o) accesión N (cáliz).

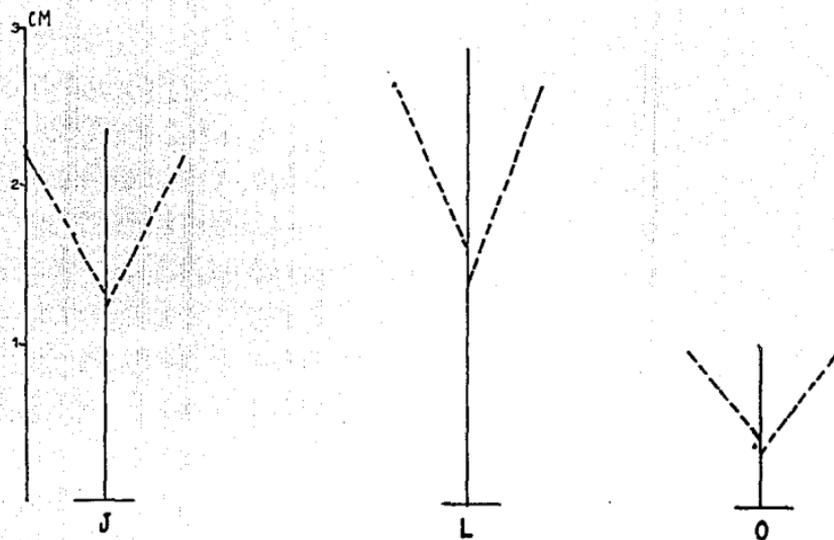


Figura 3. 7.- Arquitectura de las 15 accesiones: ; e) accesión J (fibra); f) accesión L (fibra); g) accesión O (fibra).

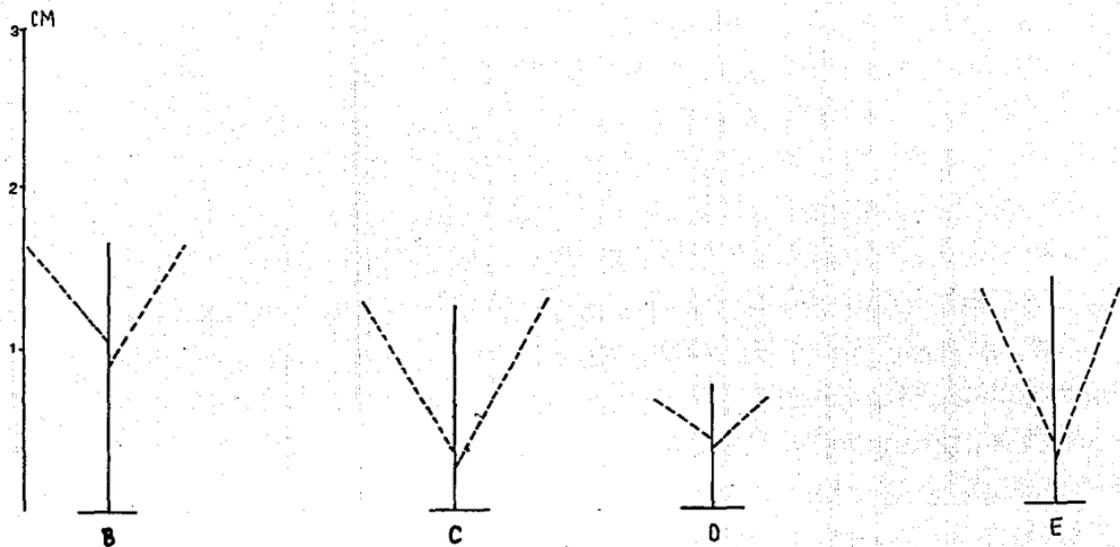


Figura 3.7.- Arquitectura de las 15 accesiones: ; h) accesión B (cáliz); i) accesión C (cáliz); j) accesión D (cáliz); k) accesión E (cáliz).

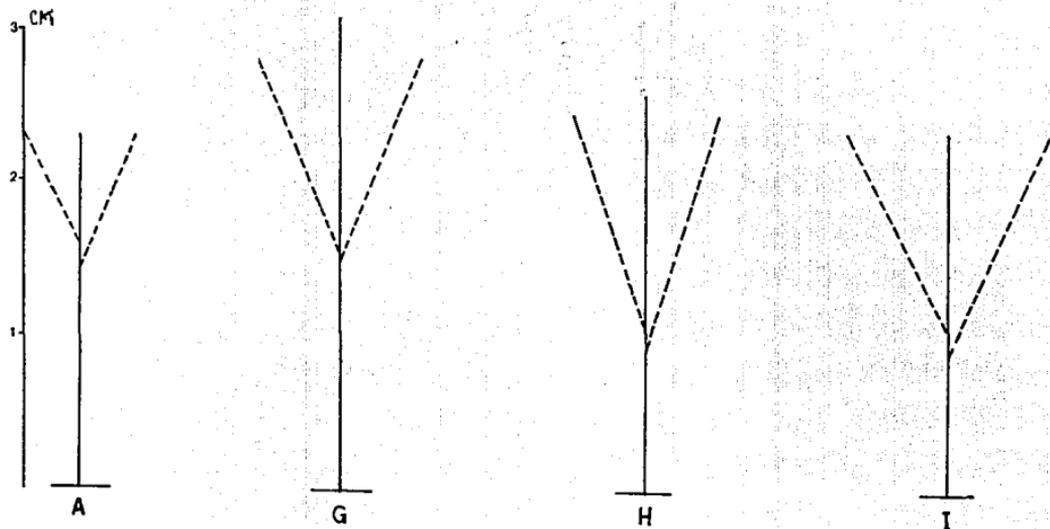


Figura 3.7.- Arquitectura de las 15 accesiones: a) accesión A (fibra); b) accesión G (fibra); c) accesión H (fibra); d) accesión I (fibra).

E, F, M, N y O se encuentra en el primer tercio inferior. En general, la rama más abierta no rebaja la altura máxima de la planta pero está muy cercana a ella.

Asignación de recursos

La figura 3.8 muestra la producción en peso seco (gr/ planta) para los tres muestreos de las accesiones B, E, F, H, I, J, L, M y N*. Se observa que la acumulación de biomasa desde el momento de la siembra hasta la fecha del primer muestreo es mínimo en comparación con aquella ocurrida entre éste y el segundo muestreo, en menor tiempo. En el primer muestreo no hay diferencias marcadas en la cantidad de raíz, tallo y hojas producido. En el segundo muestreo se detecta que I tiene una notable producción de tallo comparado con el resto de las accesiones y las accesiones E y F tienen una alta cantidad de hojas.

En el muestreo 3 se detecta una alta producción de frutos en todas las accesiones mientras que las hojas se reducen a muy poco o nada, lo que indica un proceso de defoliación natural. B, H, I, J, L, M y N presentan, asimismo, un incremento en la producción de tallo.

El porcentaje de la asignación de recursos se resume en la figura 3.9. En el caso de la raíz, si bien el peso seco en gramos muestra un incremento en el tiempo, la proporción disminuye.

Las accesiones H, I, J y L asignan más del 60% de su biomasa a la

* Accesiones de fibra.- A, G, H, I, J, L y O.
Accesiones de caliz.- B, C, D, E, F, K, M y N.

VALORADO DE 30 MUESTRAS
ESTÁ ENTRE 10 Y 30

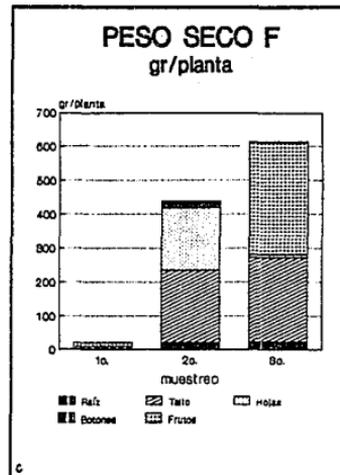
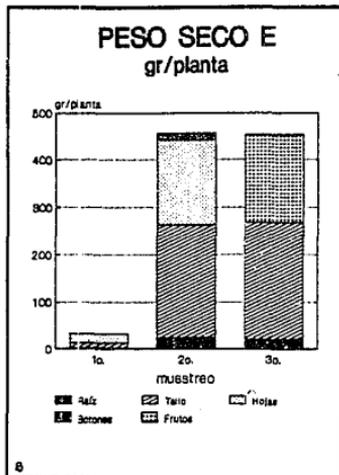
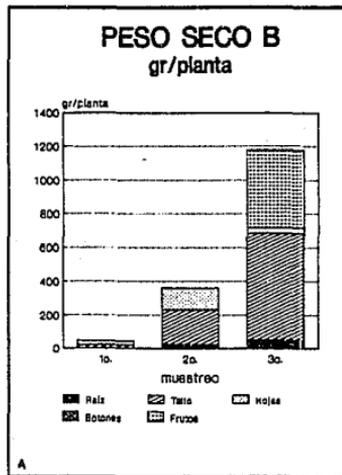


Figura 3.8.- Peso seco promedio por planta (gr) de 9 accesiones: a) accesión B (cáliz); b) accesión E (cáliz); c) accesión F (cáliz).

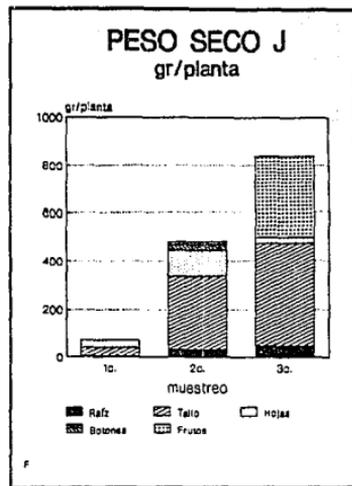
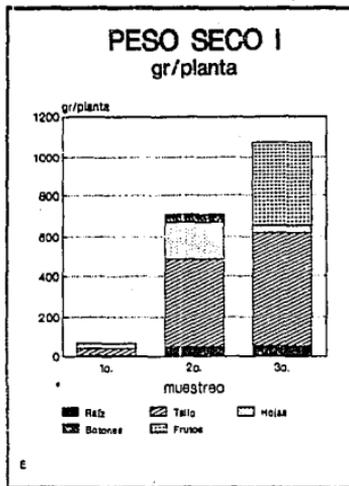
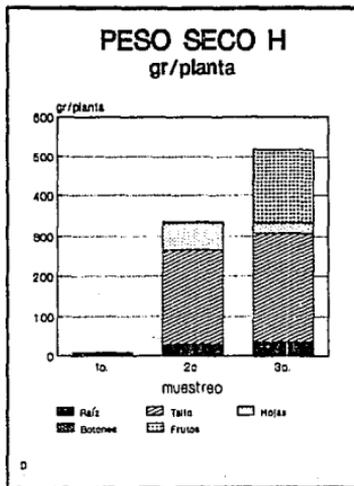


Figura 3.8.- Peso seco promedio por planta (gr) de 9 accesiones: d) accesión H; e) accesión I; f) accesión J (fibra).

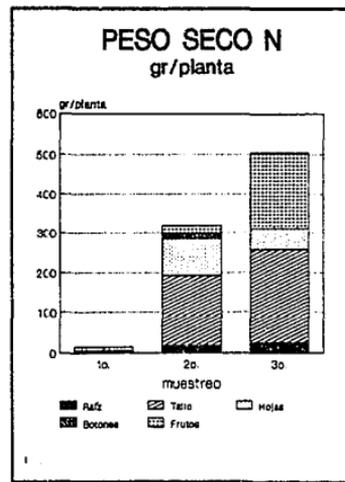
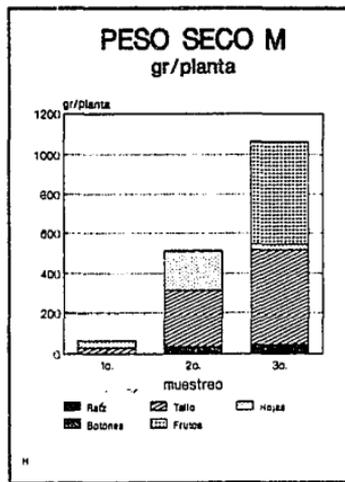
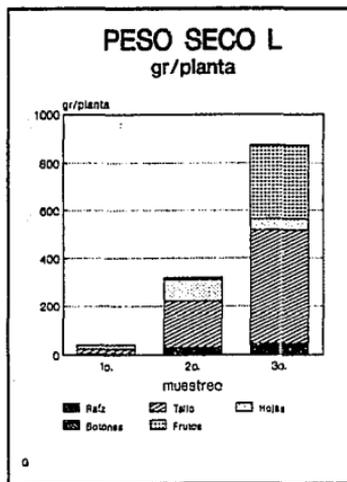


Figura 3.8.- Peso seco promedio por planta (gr) de 9 accesiones: g) accesión L (fibra); h) accesión M (cáliz); i) accesión N (cáliz).

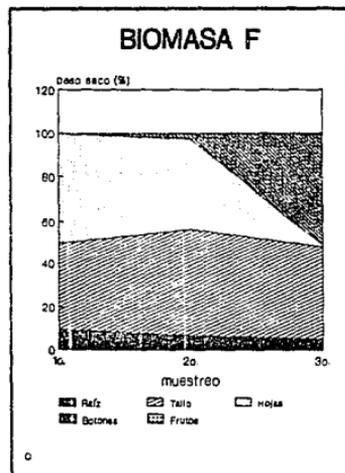
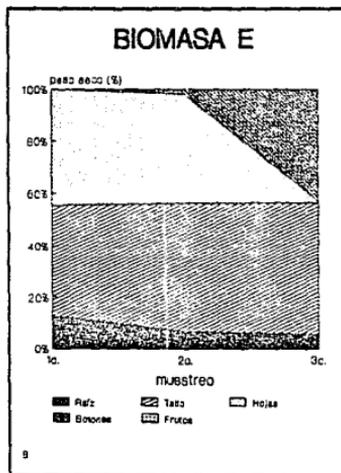
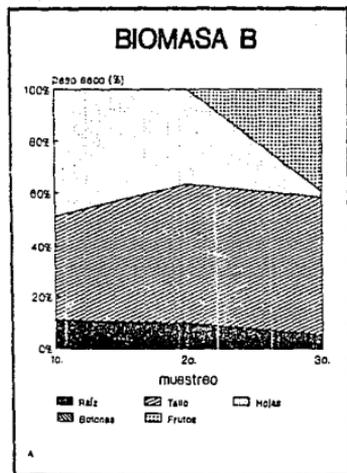


Figura 3.9.- Asignación de Recursos a las diferentes estructuras en 9 accesiones: a) accesión B (cáliz); b) accesión E (cáliz); c) accesión F (cáliz).

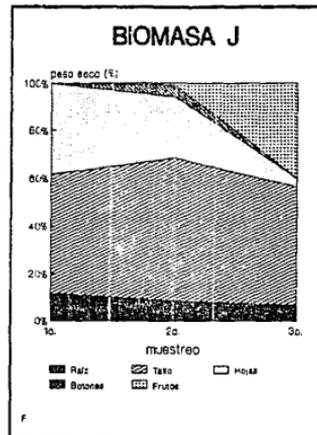
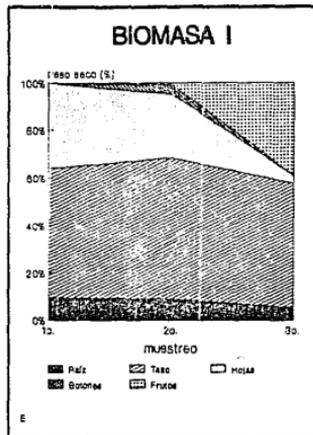
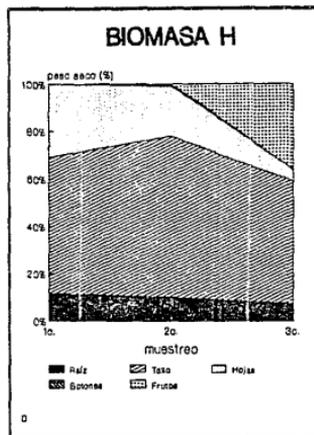


Figura 3.9: (cont.).- Asignación de Recursos a las diferentes estructuras en 9 accesiones: d) accesión H; e) accesión I; f) accesión J (fibra).

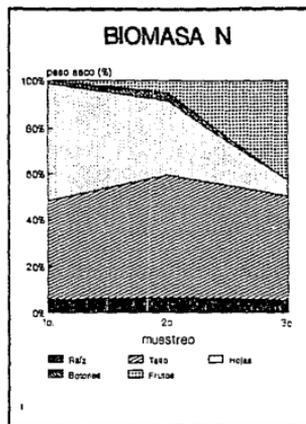
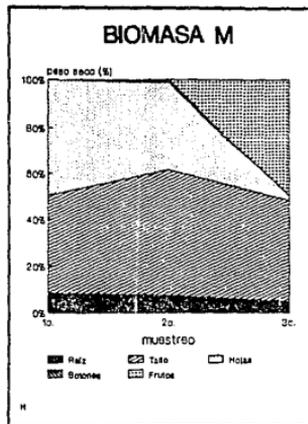
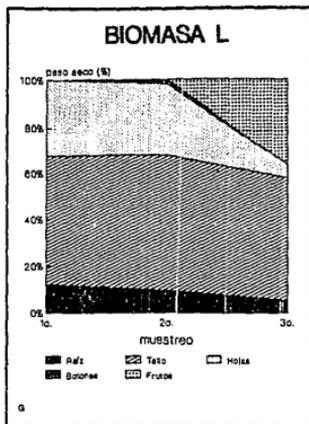


Figura 3.9 (cont.).- Asignación de Recursos a Las diferentes estructuras en 9 accesiones: g) accesión L (fibra); h) accesión M (cáliz); i) accesión N (cáliz).

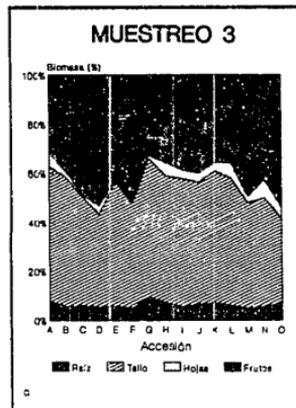
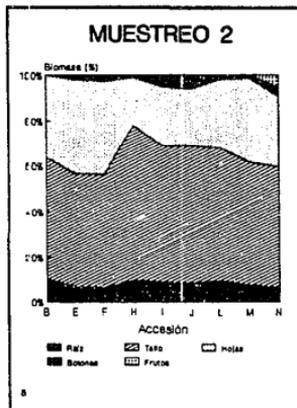
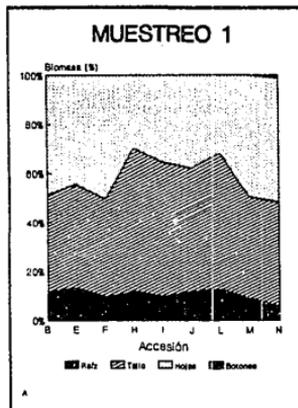


Figura 3.10.- Variaciones en la Asignación de Recursos entre las accesiones durante los tres muestreos: a) muestreo 1; b) muestreo 2; c) muestreo 3.

producción de tallo, presentando su pico máximo a los 125 días. B, F, M y N también presentan su pico máximo a este mismo tiempo, sin embargo la proporción asignada a esta estructura es menor al 60%. L presenta una proporción casi igual en los dos primeros muestreos y decrece hasta el tercero. E no muestra cambios aparentes en el porcentaje de biomasa asignado para el tallo. A excepción de esta misma accesión, el resto presenta una disminución en el último muestreo. La asignación de biomasa a las hojas (incluyendo pecíolos), es mayor para las accesiones B, E, F, M y N*, sobre todo en los dos primeros muestreos; en el tercero, en todas las accesiones ocurre un decremento brusco en el porcentaje de esta estructura y al mismo tiempo un incremento también marcado en la producción de frutos, siendo más notable generalmente para el caso de las accesiones productoras de cálices. Igualmente se puede decir que para las accesiones B, E, M y N la biomasa asignada a este recurso rebasa el 40%, mientras que el resto de las accesiones aportan menos del 40%. En todas las accesiones, la asignación de biomasa registrada a la producción de botones es mínima. El comportamiento por muestreo de todas las accesiones se resume en la figura 3.10.

Los Análisis de Varianza de los datos de biomasa muestran diferencias significativas a nivel de hojas, tallo, botones y frutos entre colectas ($p < 0.05$) en los diferentes muestreos (figuras 3.11, 3.12 y 3.13); sin embargo, la proporción de raíz no muestra

* Accesiones de fibra.- A, G, H, I, J, L y O.
Accesiones de caliz.- B, C, D, E, F, K, M y N.

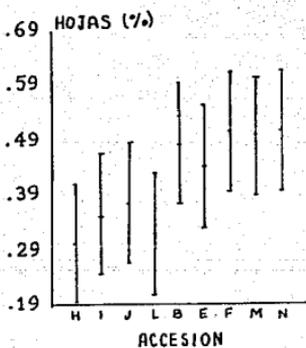
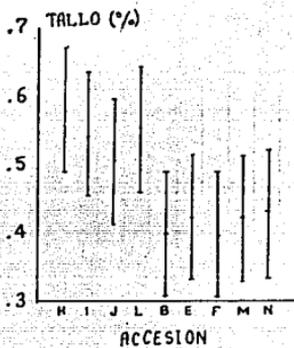
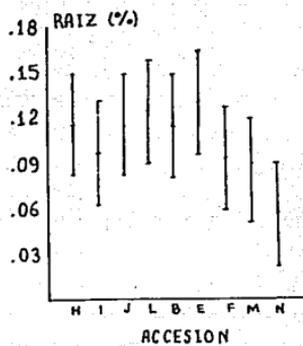


Figura 3.11.- Análisis de Varianza de la Asignación de Recursos entre las accesiones en el muestreo 1.

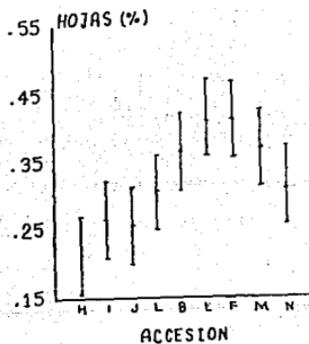
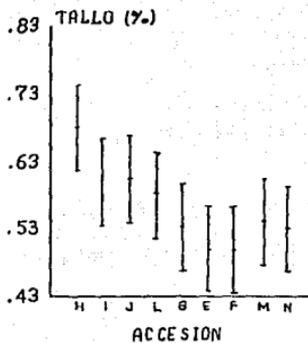
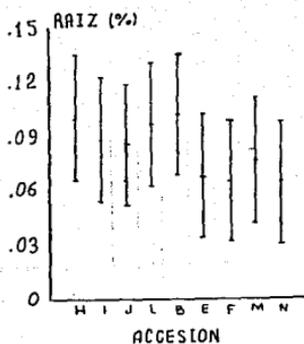


Figura 3.12.- Análisis de Varianza de la Asignación de Recursos entre las accesiones en el muestreo 2.

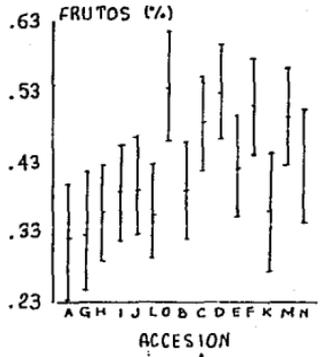
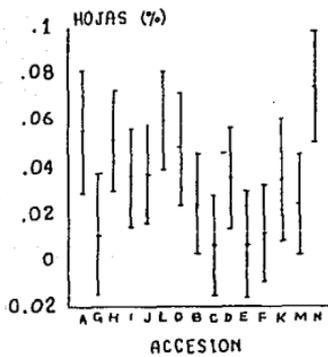
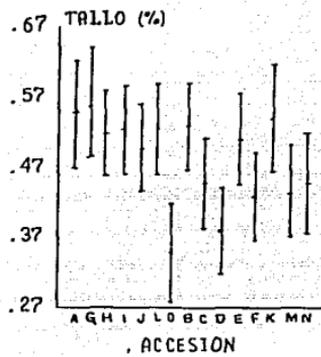
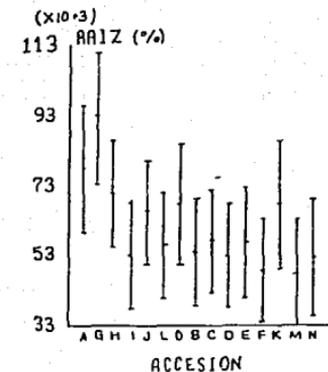


Figura 3. 13.- Análisis de Varianza de la Asignación de Recursos entre las accesiones en el muestreo 3.

diferencias significativas entre colectas en ninguno de los muestreos.

Características de la estructura reproductiva

La estructura reproductiva se consideró formada por el cáliz, la cápsula y las semillas. El peso total (gr en peso seco) de esta estructura mostró diferencias significativas entre las colectas* ($p < 0.001$) y entre los bloques ($p < 0.05$). En este caso se detectó que las accesiones N y O tienden a presentar un peso mayor de la estructura. Considerando únicamente el peso seco del cáliz, también se manifiestan diferencias significativas entre colectas ($p < 0.001$) pero no entre bloques ($p > 0.05$). En este caso, las accesiones que presentan mayor peso seco de cáliz son C, E, F, N y O. Finalmente, la proporción peso seco cáliz/peso seco de la estructura vegetativa mostró diferencias significativas entre colectas ($p < 0.001$), con las accesiones C, E y F manifestando la proporción más alta. Aquí tampoco se encontraron diferencias significativas entre bloques ($p > 0.05$) (figura 3.14).

El tamaño del fruto presentó un comportamiento particular ya que se detectaron diferencias entre colectas ($p < 0.001$) como entre bloques ($p < 0.05$). Las diferencias entre colectas mostraron que para el caso del largo del cáliz, las accesiones C, E y F tuvieron los valores más altos, siguiéndoles K y M. El largo de la cápsula es mayor para todas las accesiones productoras de cáliz (B, C, D, E, F,

* Accesiones de fibra.- A, G, H, I, J, L y O.
Accesiones de cáliz.- B, C, D, E, F, K, M y N.

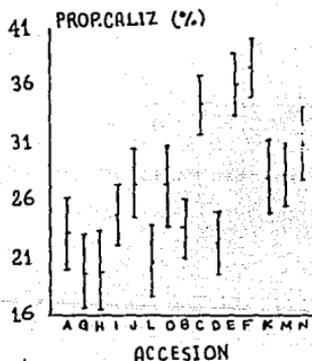
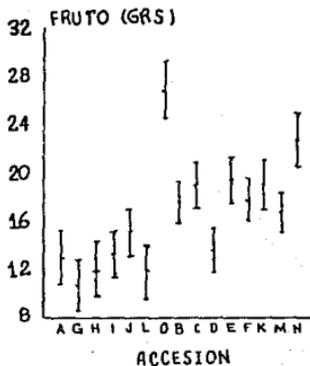
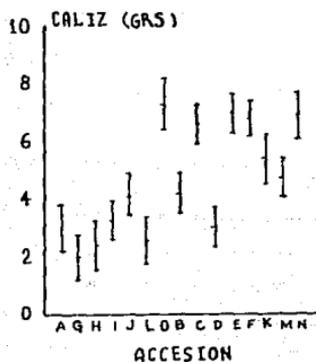


Figura 3.14.- Análisis de Varianza entre colectas obtenido a partir de: a) los pesos secos del cáliz ($p < 0.001$); b) los pesos secos totales (cáliz + cápsula + semilla) ($p < 0.001$); c) la relación peso seco del cáliz/peso seco total ($p < 0.001$).

K, M, N y O). Finalmente, la proporción largo cáliz/largo total es mayor solamente para C, E, F y probablemente K.

El hecho de que se hayan encontrado diferencias significativas en algunas características del fruto pudo deberse al hecho de que algunas plantas eran más robustas que otras, independientemente de que produjeran cáliz o fibra. Por otro lado, no hay que olvidar que aún en las parcelas experimentales más uniformes pueden presentarse pequeñas variaciones en la fertilidad del suelo, en el drenaje o inclusive, en el ataque de alguna plaga o alguna enfermedad (Briggs y Walters, 1984).

Características de las hojas

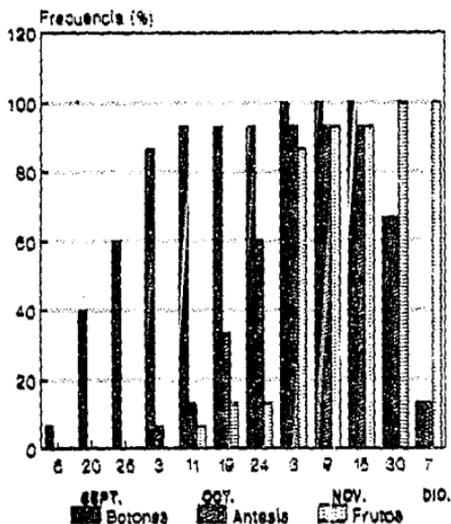
Las características de las hojas fueron muy variables, como se muestra en el resumen de las ANOVAS aplicadas para cada carácter en los dos muestreos realizados. Las diferencias significativas se presentan entre colectas, bloques e individuos (tabla 3.2; apéndice 1).

Fenología

El comportamiento fenológico de las diferentes accesiones* es muy variado. La figura 3.15a muestra el comportamiento total de las 15 accesiones en el tiempo, en donde se observa que el rango de producción de botones es de 93 días, el de antesis de 66 días y finalmente la fructificación abarca un rango de 50 días. La producción de botones en el 100% de los individuos de todas las

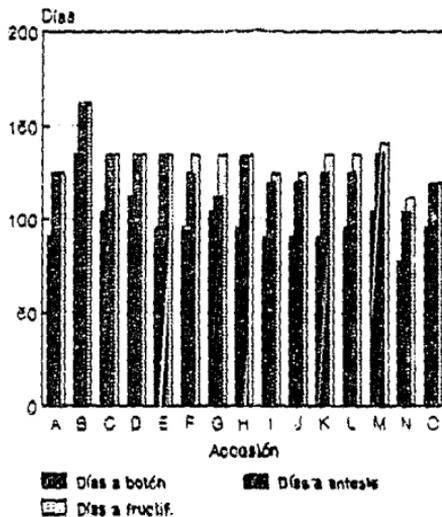
* Accesiones de fibra.- A, G, H, I, J, L y O.
Accesiones de cáliz.- B, C, D, E, F, K, M y N.

Fenología Total 15 Accesiones



A

Aparición de estructuras 15 Accesiones



B

Figura 3.15.- Comportamiento fenológico de las 15 accesiones: a) comparación entre las 15 accesiones (la frecuencia es la cantidad de individuos que presenta alguna de las etapas fenológicas en las diferentes fechas, independientemente de la accesión); b) comportamiento individual, considerando los días que llevaron a la manifestación de cada una de las etapas fenológicas.

accesiones se da únicamente en los primeros 13 días de noviembre. La antesis se da en casi el 100% de los individuos en este mismo tiempo. Finalmente, todas las accesiones[‡] presentan frutos en diferentes estados de madurez de finales de noviembre a principios de diciembre. En la figura 3.15b se muestra la aparición de las estructuras reproductivas en las 15 accesiones. En las accesiones productoras de fibra, el tiempo en que se inició la producción de botones fue relativamente menor en comparación con aquellas productoras de cálices. Asimismo, la antesis también fue más temprana para varias accesiones de productoras de fibra y, en menor proporción, ocurre lo mismo para el número de días a la producción de frutos. En este sentido, lo importante por remarcar aquí es que, efectivamente, la accesión N es la que presentó la producción más temprana de botones, flores y frutos. Es importante notar aquí que el tiempo que tardaron las accesiones para madurar el 50% de los frutos (momento en que ocurrió la cosecha), fue en general menor en aquellas productoras de fibra (tabla 3.3; apéndice 1).

La relación del comportamiento fenológico con el crecimiento se muestra en la figura 3.4. Se observa que la producción de botones en el 100% de los individuos de todas las accesiones ocurre cuando están en un momento activo del crecimiento. La presencia en todos los individuos de botones, flores y frutos en diferentes grados de maduración presenta dos tendencias: la primera, ocurre en el caso de

[‡] Accesiones de fibra.- A, G, H, I, J, L y O.
Accesiones de caliz.- B, C, D, E, F, K, M y N.

las accesiones A, C, D, E, F, K, M, N y O (la mayoría de ellas corresponden a accesiones productoras de cáliz), en donde dicha producción ocurre cuando la tasa de crecimiento es alta.

En el caso de las accesiones G, H, I, J y L (todas corresponden a accesiones productoras de fibras), ésto ocurre cuando ya ha disminuido notablemente la tasa de crecimiento. En B es difícil determinar ya que no se puede detectar si va a ocurrir un cambio en la pendiente o no.

3.3.2. Relaciones Interpoblacionales (Relaciones Taxonómicas)

La tabla 3.4 (apéndice 1) muestra la matriz básica de datos de 140 caracteres x 15 OTU's (el valor 999 indica la ausencia de datos en ese sitio); la tabla 3.5 (apéndice 1) resume las medias y desviación standar de los 140 caracteres evaluados y la tabla 3.6 (apéndice 1) indica a que variable corresponde cada caracter. La tabla 3.7 (apéndice 1) muestra la matriz básica de datos de 41 caracteres con las mismas 15 accesiones; la tabla 3.8 (apéndice 1) resume las medias y las desviaciones standar de los 41 caracteres y la tabla 3.9 (apéndice 1) menciona los nombres de los caracteres correspondientes.

* Accesiones de fibra.- A, G, H, I, J, L y O.
Accesiones de caliz.- B, C, D, E, F, K, M y N.

Matriz de datos 140 x 15

La figura 3.16 muestra el resultado del Análisis de Agrupamiento realizado con la matriz de datos 140 x 15. Se observa la presencia de cuatro grupos formados respectivamente por:

- 1) accesiones A, H, G, L, I y J, correspondientes al rubro "fibra".
- 2) accesiones B, K y M, correspondientes al rubro "cáliz".
- 3) accesiones C, F, E y D, correspondientes al rubro "cáliz".
- 4) accesiones N del rubro "cáliz" y O, del rubro "fibra".

Sin embargo se detectan afinidades entre los grupos 2, 3 y 4, como era de esperarse. El índice cofenético obtenido fue de $r = 0.89918$, lo que indica que este fenograma es una buena representación de la matriz de similitud.

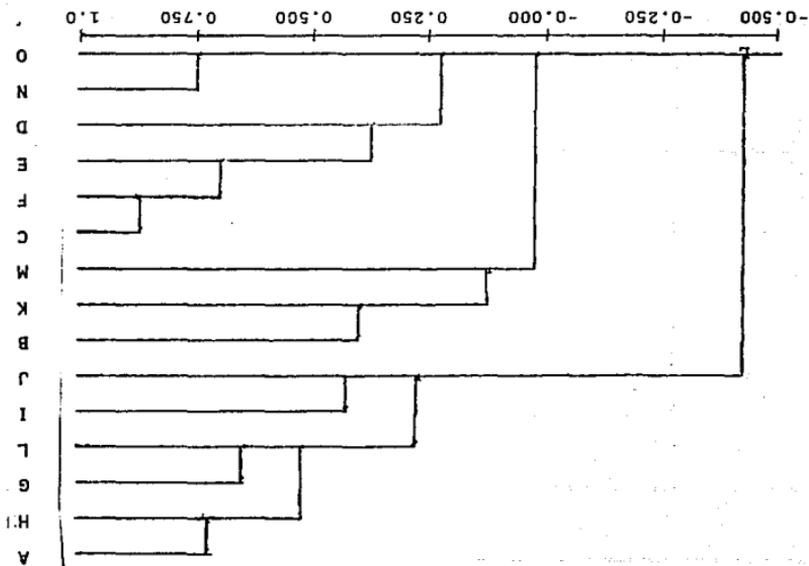
Matriz de datos 41 x 15

La figura 3.18 muestra el fenograma obtenido para la matriz estandarizada de 41 caracteres x 15 OTU's. Aquí nuevamente se detectan 4 grupos:

- 1) accesiones A, H, G, I, L y J, correspondientes al rubro "fibra".
- 2) accesiones B y M, correspondientes al rubro "cáliz".
- 3) accesiones C, F, E, D y K, correspondientes al rubro "cáliz".
- 4) accesiones N, correspondiente al rubro "cáliz" y O, correspondiente al rubro "fibra".

Como se puede observar de la comparación con la figura 3.16, el orden general, y por tanto la relación, entre los grupos permanece igual a excepción del grupo 2, en el cual la accesión k pasa a formar parte del tercer grupo; pese a ésto, su relación dentro de los tres grupos productores de cáliz se mantiene. En este fenograma se obtuvo

Figura 3.16 - Programa de 15 OTU's resultado del Análisis Cluster de una Matriz de Correlación de OTU x OTU. (Matriz Básica de datos 140 x 15).



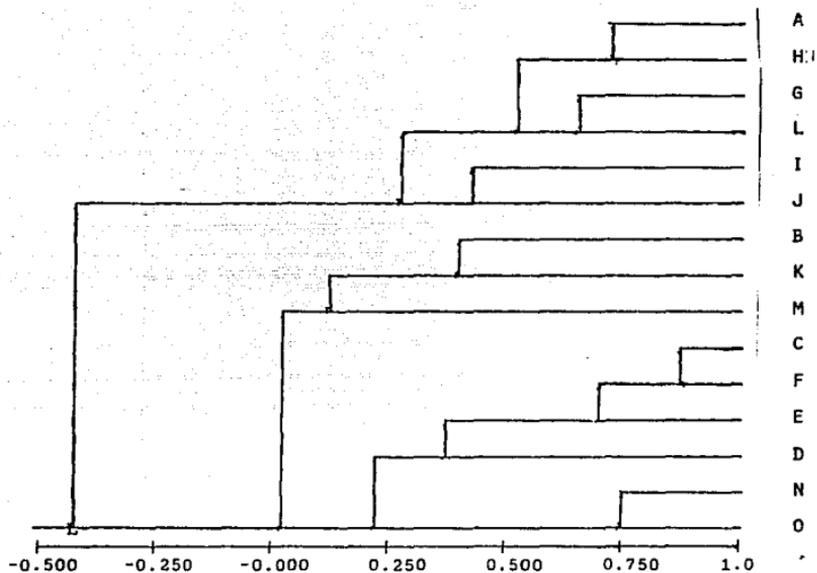


Figura 3.16- Fenograma de 15 OTU's resultante del Análisis Cluster de una Matriz de Correlación de OTU x OTU. (Matriz Básica de datos 140 x 15).

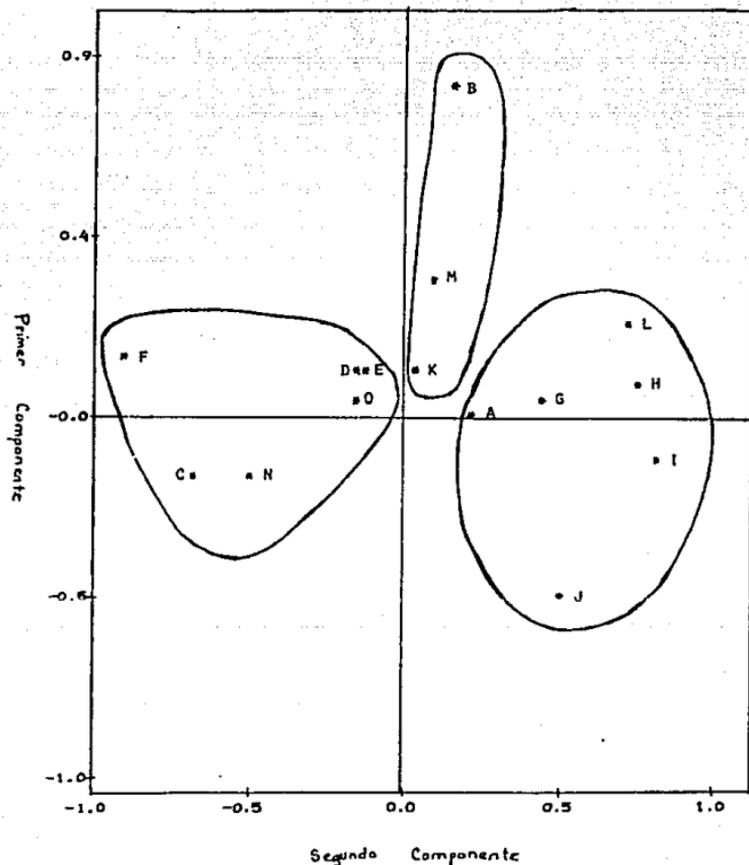


Figura 3.17- Disposición de los 15 OTU's en un espacio de dos factores. (Matriz Básica de datos de 140 x 15).

un índice cofenético de $r = 0.92483$, lo que también indica que el fenograma es una buena representación de la matriz de similitud.

3.3.3. Definición de caracteres clave

Matriz de datos 140 x 15

El Análisis de Componentes Principales muestra resultados complementarios al Análisis de Agrupamiento. En la figura 3.17 se ubican los OTU's en un espacio de dos coordenadas (los dos primeros factores). El primer factor separa a los grupos 1-2 de 3-4. El segundo factor lo hace entre los grupos 1 y 2. Esto es lógico en el sentido de que el grupo 1 está agrupando a aquellas accesiones reportadas como productoras de fibra (a excepción de 0) y los grupos restantes incluyen a todas las productoras de cálices.

El porcentaje de variabilidad total explicada por los tres primeros factores es de 72.75% (tabla 3.10; apéndice 1). El primer factor explicó el 43.59%, el segundo factor el 15.02% y el tercer factor 14.14% de la variabilidad total.

Los caracteres que permitieron la diferenciación entre los diferentes factores se resumen en las tablas 3.12 y 3.13 (apéndice 1). Podemos resumir en esta parte que las características que dieron mayor peso al primer componente y que permitió la separación entre los grupos 1-2 y 3-4 esta relacionada básicamente con la altura de las plantas a diferentes tiempos, las características de asignación de recursos, arquitectura de la planta, las características de los frutos y las características de la forma de la hoja (lobulación).

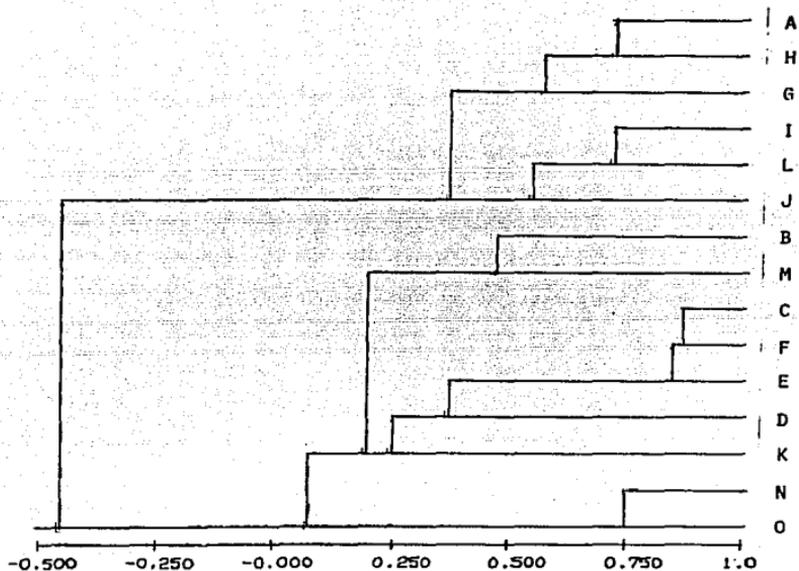


Figura 3.18.- Fenograma de 15 OTU's resultante del Análisis Cluster de una Matriz de Correlación de OTU x OTU. (Matriz Básica de datos 41 x 15).

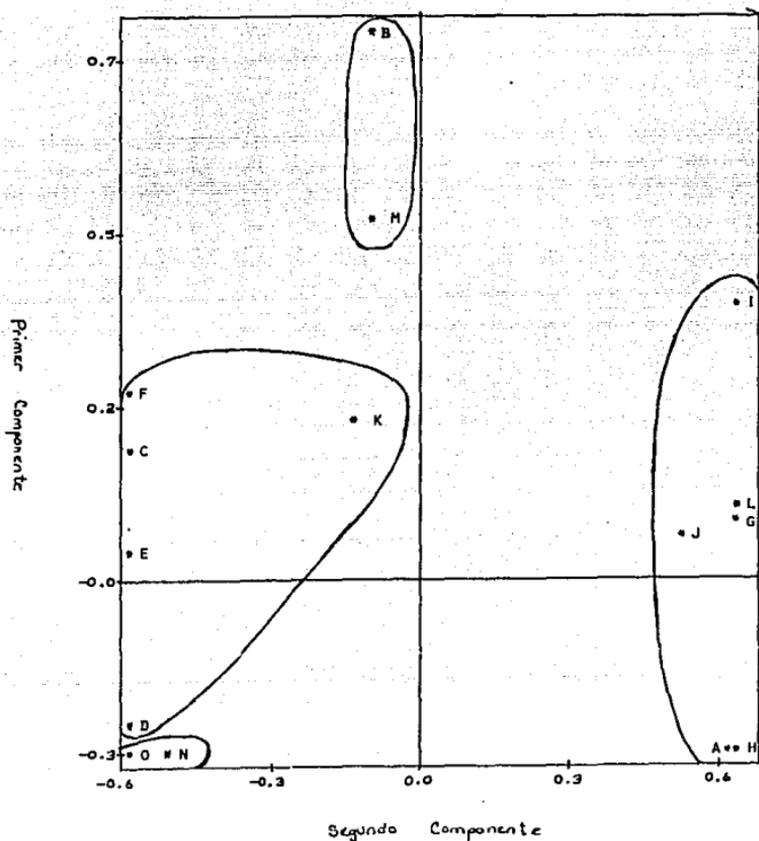


Figura 3.19.- Disposición de los 15 OTU's en un espacio de dos factores. (Matriz Básica de datos de 41 x 15).

En el segundo factor, que separa los grupos 1 y 2, las características que contribuyen con mayor peso son aquellas relacionadas con la fenología de las accesiones y nuevamente el tipo de lobulación de las hojas, aunque algunas características del fruto también determinan las diferencias entre estos grupos.

Dentro del tercer factor, que separa N y O de las restantes accesiones productoras de cáliz, las características que contribuyen con mayor peso son las relacionadas con la asignación de recursos y algunas características de las hojas, particularmente lobulación.

Matriz de datos 41 x 15

El resultado del Análisis de Componentes Principales se muestra en la figura 3.19, en un espacio de dos ejes, correspondientes a los dos primeros factores. El porcentaje total de variabilidad explicada por el análisis es de 76.74% (tabla 3.11; apéndice 1). El primer factor explica el 49.60% de la variabilidad, el segundo el 15.57% y el tercer componente explica el 11.57%.

Los caracteres que están incluidos en cada factor se resumen y listan en las tablas 3.14 y 3.15 (apéndice 1). El primer componente separa al primer grupo de los tres restantes. Los caracteres que están discriminando entre dichos grupos son la altura a diferentes tiempos, la asignación de recursos, la arquitectura de la planta y las características del fruto (cáliz y cápsula).

El segundo componente separa al grupo 2 de los grupos 3 y 4 y se observa que los caracteres de mayor peso fueron tanto la asignación de recursos como el número de nudos en el muestreo 3.

Finalmente en el tercer componente los caracteres más importantes fueron aquellos relacionados con la biomasa foliar, color del tallo, características de la cápsula y fenología.

3.4. DISCUSION

Los análisis de varianza muestran diferencias significativas en casi todos los caracteres analizados. Aunado a esto, las tendencias entre las accesiones generalmente se mantienen, es decir, aquellas accesiones definidas como "fibra" presentan un comportamiento similar, lo mismo que aquellas definidas como "cáliz"; de igual modo, las accesiones N y O son las que presentan un poco de indefinición en muchos de los casos. En este sentido se corrobora la primera hipótesis: existen diferencias entre las poblaciones y existen tendencias entre las medias de algunas de las poblaciones a parecerse más entre sí que con las restantes.

El comportamiento de la altura entre las formas productoras de fibra y aquellas de cálices es un caracter fácilmente distinguible desde las fases incipientes del desarrollo de las plantas. Es decir, que se dio una selección evidente en cuanto a la talla de la planta, probablemente relacionada con la forma de manejo de las plantas y del producto. La arquitectura de la planta en términos de la forma de ramificación y el mantenimiento de la forma de vida arbustiva no muestra una tendencia al "monocefalismo" o al crecimiento alométrico en este caso de los cálices. Lo más que se llega a observar es una tendencia de las accesiones productoras de fibra a presentar un tallo

central alargado con pocas ramificaciones laterales. En el caso de las productoras de cálices, la selección estuvo centrada hacia las formas menos largas y más ramificadas (cabe mencionar que el conteo de ramas por individuo no se realizó por problemas con la descomposición del material, pero hay observaciones cualitativas). La altura a la que se ramifica la rama más abierta está en función del mismo sostén de la planta, es decir, la tendencia de las accesiones productoras de cálices a mostrar dicha rama en la parte basal y ocasionalmente media de la planta, está en función del sostén que tiene que realizar sobre el peso de los cálices. Esto se demuestra por el hecho de que la proporción de frutos con respecto al tallo es mayor, o en ocasiones igual. El hecho de que no haya una alta relación entre el número de nudos y la longitud indica, en el caso de las productoras de cáliz, que se tendió a la ramificación secundaria más que incrementar la ramificación principal de la planta. Asimismo, las productoras de fibra, la arquitectura tiende hacia un tallo largo, central.

La asignación de recursos fue un aspecto fuertemente seleccionado ya que en el caso de las accesiones productoras de fibra el análisis de varianza muestra siempre una mayor producción de tallo y una menor producción de frutos, mientras que en el caso de las accesiones productoras de cáliz ocurre lo contrario, aunque no es tan marcada la diferencia. Esto es lógico si pensamos que en las accesiones productoras de fibra la parte de donde se obtiene es precisamente del tallo. En el caso de las accesiones productoras de cáliz, la selección fue hacia esta parte ya que se requería de frutos suculentos (en este caso cáliz), sin embargo, la planta requiere de

un sostén (dado por el tallo) que evite que el exceso de peso doble a las plantas.

Las características de la estructura reproductiva han sido un elemento importante en la diferenciación de las accesiones productoras de cálices y las de fibra. En el caso del tamaño y el peso del cáliz y la cápsula, los valores altos en las segundas indican que la selección favoreció fuertemente ese carácter ya que es la parte directamente utilizada tanto para consumo directo como para obtener otros productos (bebidas, gelatinas, jaleas, mermeladas). Por el contrario, los valores bajos en las accesiones productoras de fibra refuerzan el hecho de que el cáliz no se aprovecha en lo absoluto.

Las hojas representaron un carácter altamente variable y si bien la categoría de mayor tamaño presentó siempre una tendencia a la homogeneidad, en términos generales se puede decir que no jugó un papel importante en la diferenciación de ambos grupos. El hecho de que los análisis de varianza hayan mostrado en lo general diferencias significativas en los tres niveles puede indicar dos cosas: la primera, que el carácter hoja en Hibiscus sabdariffa es altamente polimórfico, como lo han indicado Wilson (1974) y Fryxell (1988). Algunas descripciones que ha realizado Fryxell (1988) con las especies de Hibiscus en México sustentan esta afirmación (ej. H. costatus A. Richard, H. mutabilis L., H. phoeniceus Jacq.). En este sentido, no hubo una selección hacia este carácter y su naturaleza polimórfica se mantuvo. Sin embargo, es interesante mencionar que a nivel de observación, la forma de la hoja ayudó mucho a reconocer las diferentes accesiones. Podríamos suponer en este caso la presencia de

genes pleiotrópicos. El caso de la accesión O era interesante de evaluar debido a que fue la única que desde pequeña mostró siempre la misma forma (entera) de la hoja. Desgraciadamente en este caso no se pudo contar con el material necesario.

Si bien el comportamiento fenológico de las diferentes accesiones no presenta significancia en sus valores, los resultados obtenidos permiten reforzar la discusión hecha en párrafos anteriores sobre las características de la estructura reproductiva. Esto es en el sentido de que, con algunas excepciones, las accesiones productoras de fibra fueron seleccionadas para producir tallos grandes y frutos pequeños y esto implica un menor tiempo que la planta "invierte" en producir los frutos. En el caso de las accesiones productoras de fibra, cinco de las siete accesiones maduraron el 50% de sus frutos en un rango de 42 a 53 días, mientras que cinco de las accesiones productoras de cáliz maduraron el 50% de los frutos en un rango de 56 a 78 días. En el caso de la accesión N, que es la accesión productora de cáliz más precoz, el tiempo de maduración del fruto fue mayor que cualquiera de las accesiones productoras de cáliz.

Respecto a la existencia de relaciones interpopulacionales, el Análisis de Agrupamiento muestra claramente la presencia de dos grupos: aquel donde se incluyen las accesiones productoras de cáliz, dentro de las cuales entra la accesión "criolla", y el segundo grupo que incluye a las accesiones productoras de fibra. Esto significa que si hay afinidades de los grupos y, en términos del concepto de domesticación, podemos afirmar que las poblaciones de Hibiscus sabdariffa han sufrido un proceso de domesticación divergente.

El Análisis de Componentes Principales aplicado a las dos matrices básicas de datos llevó a los mismos resultados a pesar de que el número de caracteres involucrados en cada caso difirió considerablemente.

Los caracteres seleccionados a partir de este último análisis, que se derivaron directamente del peso que tuvieron, fueron suficientes para explicar las diferencias morfológicas entre aquellas formas utilizadas para fibra y para cáliz.

Si bien las variables que constituyen los componentes dos y tres son diferentes en el Análisis de Componentes Principales de ambas matrices, esto no afecta el resultado final, que es la separación de los mismos grupos. Esta diferencia está dada en función de los caracteres con los que trabaja el análisis, y en este caso el Análisis de Componentes Principales de la matriz de 41×15 no consideró los datos sobre asignación de recursos de los muestreos 1 y 2 y aquellos de las hojas. De cualquier forma, los caracteres que diferencian a los OTU's son básicamente los mismos: asignación de recursos, arquitectura de la planta, características del fruto. En el caso de las hojas, si bien es un carácter que afina más esa separación, no se considera determinante, lo mismo que los dos primeros análisis de biomasa.

Dentro del Análisis de Componentes Principales, se observa una situación interesante en cuanto a la variación morfológica de las accesiones productoras de cáliz. Si bien se forman dos grupos principales, grupo de fibra y grupo de cáliz, la variación dentro del grupo productor de cáliz es mayor. En este sentido vuelve a entrar en juego el papel cultural en la selección de tales formas o colores. En

este caso se detectaron claramente subformas de cáliz dentro del mismo grupo y ésto mismo se mostró claramente en el análisis. Aquí cabría pensar en la posibilidad del ensayo que ha realizado la gente en diferentes partes del mundo para obtener un producto con características acordes a sus gustos y necesidades. Tal vez en el caso de las fibras no ha sido tan necesario la obtención de multiformas debido a que el producto final no es comestible y no representa un papel importante dentro de la vida cultural de los grupos. En el caso de los cálices carnosos, son parte de la alimentación y como tal deben tener características particulares para cada grupo. Podemos pensar que el tamaño muy grande y voluminoso de los cálices es de agrado para uno o varios grupos, mientras que para otros son mejores los cálices compactos y pequeños.

En el caso de la accesión "criolla", encontramos que siempre estuvo asociada al grupo de las accesiones seleccionadas para cáliz, por tanto podemos afirmar que a pesar del aislamiento que ha tenido respecto a las otras accesiones, el manejo al que ha estado sometida se ha mantenido muy semejante.

En Hibiscus sabdariffa, es difícil realizar una comparación entre los ancestros silvestres y las poblaciones cultivadas sencillamente porque el ancestro no se conoce. En este sentido, no queda muy claro si ocurrió un fenómeno de poliploidía natural y esta especie poliploide se domesticó o bien, si ocurrió un fenómeno simultáneo de domesticación-especiación, como en Vicia faba. Tampoco queda claro hasta que punto la domesticación en esta especie ocurrió como un proceso de selección inconciente que llevó a la diferenciación de estas dos grandes formas de uso o si fue un proceso conciente en

donde el hombre logró discernir las cualidades de ambas e incidió premeditadamente en su separación. Algunas de las evidencias históricas parecen señalar hacia la idea de que se domesticaron primero las poblaciones productoras de cáliz y posteriormente las de fibra, al parecer éstas últimas asociadas a una selección conciente. Sin embargo, la existencia de variantes para diferentes usos es una prueba de un proceso de domesticación en donde el mantenimiento de la variación morfológica fue favorecido. Una comparación burda se podría realizar con otras especies, por ejemplo el grupo de los cereales. En todos ellos la domesticación estuvo centrada en la producción de granos; actualmente se conocen muchísimas "landraces" y variedades mejoradas, sin embargo todas ellas tienen el mismo fin: la producción de granos y por esto mismo la forma de la planta en cualquiera de las variedades que existen sigue siendo la misma, tal vez con sus pequeñas variaciones en cuanto a largo de la planta, el grosor del tallo o el número de hileras de los granos, o incluso algunas características fisiológicas y ecológicas.

La discusión en torno a los errores o limitaciones metodológicas es válido ya que implica parte de la experiencia que se adquiere en el plano profesional. En este sentido los problemas que se presentaron en el transcurso del trabajo, y que fueron planteados en la metodología, no fueron determinantes en el resultado final. La limitante más seria radica en el origen mismo del material, debido a la carencia de información complementaria respecto a sus usos, hábitat o descripción morfológica. Sin embargo, la poca información que se pudo obtener fue un sustento valioso para realizar algunas de las interpretaciones.

En cuanto a la muestra trabajada, efectivamente puede existir la presencia de sesgos en los datos, sin embargo la consistencia en los patrones de comportamiento seguidos por las accesiones en los diferentes análisis estadísticos reduce de alguna manera las posibles interpretaciones erróneas.

CAPITULO IV
INTRODUCCION DE Hibiscus sabdariffa A AMERICA Y MEXICO. UNA REVISION
BIBLIOGRAFICA

4.1. INTRODUCCION

Los contactos tempranos de las civilizaciones asiáticas, africanas y europeas en el Viejo Mundo tuvieron como objetivos principales la ampliación de territorios, el expansionismo religioso, la apertura de nuevas rutas comerciales y la búsqueda de nuevos sitios ricos en oro (Bosch, 1985).

Purseglove (1982) menciona que en Asia "...la migración de cultivos de India a China ocurrió hace 4000 años. Cultivos originarios de Africa llegaron a India hace 3000 años...". La migración de persas y árabes a la costa Este de Africa en el siglo VII d.C. permitió la dispersión de especies como el mango (Manifera indica L.). Al surgir el Islam en el siglo VII d.C., las conquistas religiosas provocaron grandes movilizaciones de personas y con ésto la introducción de plantas asiáticas como la naranja (Citrus sinensis (L.) Osbeck) y la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) al sur de Europa.

La comercialización de productos vegetales, tales como las especias, jugaron un papel importante en las etapas incipientes del comercio mediterráneo. Posteriormente se agregó el comercio del trigo (Triticum aestivum) y productos procesados como el vino y la madera.

La introducción de especies a la Península Ibérica provenientes de Africa y Asia se había dado de una manera intensiva, aunque relativamente reciente en comparación con la realizada entre los países de estos Continentes (Simmonds, 1979). A través de todos estos intercambios se dio el flujo inicial de especies africanas hacia Asia y luego a Europa o directamente de Asia a Europa y de Asia hacia Africa. Es esta movilidad de especies vegetales la que todavía provoca dudas sobre el origen de varias de ellas y por la que en

algún momento Vavilov ubicó a Europa como un centro de origen de muchas especies (Harlan, 1975).

La Península Ibérica muestra a principios del siglo XII un desarrollo importante en el comercio entre los países mediterráneos y luego, a principios del siglo XIII, éste se extiende hasta la costa norte del Continente Africano, principalmente por el oro proveniente de Sudán (Bosch, 1985). De ahí la expansión española no se detiene y llega hasta el descubrimiento de América.

En el Nuevo Mundo el intercambio comercial altamente desarrollado entre las diferentes culturas de Mesoamérica muestra como el trueque jugó un papel muy importante en el flujo de ciertas especies vegetales entre las diferentes culturas (cacao, Theobroma cacao L.; frijol, Phaseolus vulgaris; algodón, Gossypium spp); la dispersión, en la misma Mesoamérica, del maíz (Zea mays L.), también provocó modificaciones en los patrones de asentamiento de los pueblos y el dominio de algunas culturas sobre otras debido a la carencia o abundancia de especies como ésta. Posteriormente el contacto de las culturas de Mesoamérica y Sudamérica (aproximadamente hace 1500-1800 años; Harlan, 1975.) fue determinante en la dispersión de especies como el maíz hacia el sur y el cacahuete (Arachis hypogaea L.) hacia el norte.

El encuentro del Viejo y Nuevo Mundos, marca cambios drásticos en la historia cultural de los pueblos de ambos mundos. Particularmente, los cambios en la dieta tuvieron que ver, por un lado, con la introducción conciente o accidental de especies vegetales y animales. Algunas de estas especies tuvieron un impacto tan fuerte que determinaron cambios en las formas de vida y alimentación de las

culturas que las adoptaron. Otras fueron tomadas más bien por curiosidad y se mantuvieron junto con las especies nativas más importantes. Finalmente, otras probablemente no tuvieron éxito alguno y desaparecieron así como llegaron.

El descubrimiento del Nuevo Mundo y la necesidad de colonizar a sus pueblos propició un flujo de especies vegetales y animales que formaban parte de la dieta básica o complementaria de los nuevos colonizadores. Se puede considerar ésta una forma de abastecerse primeramente de sus productos alimenticios básicos y, de manera complementaria, de productos textiles e industriales (Parry, 1970). Contrariamente, el impacto del Nuevo Mundo sobre el Viejo Mundo fue más lento y menos intenso. Carser y Disdier (1953), mencionan una lista de varias especies que se llevaron los españoles a Europa. Parry (1970) analiza más a fondo la situación de comercio América-Sevilla y menciona que el comercio de las especias nativas de América fue lento ya que eran desconocidas y su demanda, por tanto era poca. Esta dinámica de flujo de gente y de especies no fue exclusivamente hecha por españoles. También los esclavos procedentes de diferentes partes de África, los portugueses y los asiáticos fueron una vía importante en la introducción de especies vegetales y animales de uno a otro lado del Océano Atlántico y muchas de ellas, sobretudo especies vegetales, no fueron registradas formalmente (Rea, 1975).

Algunas narraciones de viajes y relaciones trataron de reportar las especies que introducían a un sitio nuevo, la cantidad de individuos y la sobrevivencia a determinado tiempo. Sin embargo, existen muchas otras que no tuvieron ese seguimiento y no se sabe como fue la forma de introducción (Rea, 1975; Powell, 1977).

Dentro de este proceso de introducción de especies de uno a otro lado del mundo muy pocos elementos dejan entrever el impacto que sufrieron las poblaciones introducidas en lo referente a los niveles de variabilidad genética y morfológica, posibles procesos de selección dirigidos hacia otras características de las plantas como una manifestación cultural del grupo receptor y la respuesta ecológica de las poblaciones en cuanto a su adaptación y forma de respuesta. Se sabe que muchas especies introducidas fueron representadas por poblaciones de 1 o 2 individuos y desde su introducción hasta años muy recientes no se había hecho nada respecto a su mejoramiento; otras, por el contrario, estuvieron representadas por poblaciones masivas. Es obvio que muchas especies lograron adaptarse a las condiciones nuevas puesto que actualmente las encontramos en diversas partes del mundo. Sin embargo, muchas otras tuvieron que ser reintroducidas en varias ocasiones y bajo condiciones de manejo diferentes para que pudieran responder adecuadamente.

En este sentido, este capítulo pretende definir la posible época y la forma como fue introducida H. sabdariffa a México con el fin de entender o suponer algunos posibles impactos en las poblaciones vegetales en cuanto a su forma de manejo (dentro de un sistema agrícola) y los efectos de la introducción en las características morfológicas de la especie.

4.2. METODOS

La revisión bibliográfica se basó en fuentes coloniales como son el libro de Martín de la Cruz (1964) y el de Francisco Hernández (1943), así como las llamadas Relaciones Geográficas de los arzobispados de México (1985), Tlaxcala (1985) y Michoacán (1945), con el fin de detectar su mención durante esta época. Asimismo, se revisó literatura referente a las introducciones de esclavos africanos en los siglos posteriores (parte del siglo XVI, XVII XVIII y parte del XIX) que aportara elementos sobre el impacto de la cultura africana (usos de plantas, alimentación, ritos) en la cultura de la entonces Nueva España. Se revisaron las colectas de diversos herbarios para determinar los sitios de distribución, características del habitat y fechas de colecta. Asimismo, se realizó una revisión de aspectos históricos relacionados con la introducción de especies a diferentes partes del mundo dentro de la dinámica económica que se desarrolló durante esos mismos siglos y siglos anteriores (sobre todo entre las culturas del Viejo Mundo). Todo esto permitió establecer los planteamientos sobre la introducción de H. sabdariffa a México.

4.3. RESULTADOS

La dispersión de Hibiscus sabdariffa a América y México aparentemente no siguió la vía de muchas otras especies introducidas durante los siglos pasados.

Al realizar un seguimiento histórico de los eventos que ocurrieron durante los siglos XV a XIX en relación a la introducción de especies, encontramos una gran dificultad para ubicar el tiempo y

lugar precisos en que se realizó la introducción de Hibiscus sabdariffa; mucho menos podemos hablar de la posible existencia de reintroducciones posteriores.

La posibilidad de que H. sabdariffa llegara a América con los primeros españoles a finales del siglo XV no es muy apoyada ya que los productos introducidos por ellos formaban parte de su dieta básica (Crosby, 1972). En general la corona de Castilla procuraba tener un control muy riguroso de los productos que introducía a sus colonias o bien, de los que llevaba a otros sitios (Bosch, 1985). Dentro de los primeros productos que llegaron a nuestro continente no se menciona a H. sabdariffa. En los años subsiguientes, hablando ya del siglo XVI, el abastecimiento de productos vegetales y animales fue una política fundamental de la corona española para abastecer de nuevos productos a sus colonizadores. Las "Relaciones Geográficas de México del siglo XVI" (Acuña, 1985) son una fuente importante de información en cuanto a que especies vegetales y en que sitios se introdujeron. Los comentarios de los cronistas sobre la respuesta de las especies vegetales, e incluso animales, a los nuevos ambientes muestran, en la mayoría de los casos, el interés y la preocupación de la corona por controlar y registrar cualquier evento relacionado con sus colonias.

Igualmente valiosa resulta la "Historia General de las Indias" de Gonzalo Fernández de Oviedo (1941), importante compilador de toda la flora y fauna que se introdujo a las colonias españolas en América durante los primeros años de la colonia. En ambas fuentes bibliográficas no existen registros de la presencia de H. sabdariffa en América.

Si se considera que con los primeros españoles llegaron esclavos africanos ("negros ladinos"), podría suponerse que ellos tuvieron posibilidades de introducir ciertas plantas, entre ellas H. sabdariffa. Los reportes al respecto son nulos pero también es difícil sustentar esta idea ya que estos esclavos eran personas que habían pasado por un período de "aculturación" en la Península Ibérica y las actividades que desarrollaban eran principalmente de tipo doméstico, más que de tipo agrícola (Klein, 1986). Así que en este momento ni una introducción no formal se puede considerar.

A pesar de que la trata de esclavos al interior de América se dio principalmente por Perú y México, durante los años posteriores a la Conquista hubo una migración relativamente pequeña de africanos a estas colonias. Las labores principales que desarrollaban era la extracción minera y la actividad textil (ésta última particularmente en México). En México, las actividades agrícolas no demandaban para ese momento mucha mano de obra africana, ya que la agricultura fue desarrollada principalmente por indígenas, quienes a pesar de haber visto diezmada su población no sufrieron el colapso que los indígenas de las otras colonias. Así, los africanos se distribuyeron en las zonas mineras de Zacatecas, Guanajuato y Pachuca. A pesar de que los africanos provenían de diferentes zonas de África (Isla de Santo Tomé, Senegambia, Congo y Angola; figura 4.1) (Klein, 1986) los ambientes donde se establecieron no eran propicios para el desarrollo de especies agrícolas provenientes de la savana africana, como H. sabdariffa. En Perú también se ocuparon africanos para la industria minera, principalmente en la zona de los Andes, y también para el desarrollo agrícola, sobre todo en la costa. A pesar de esta

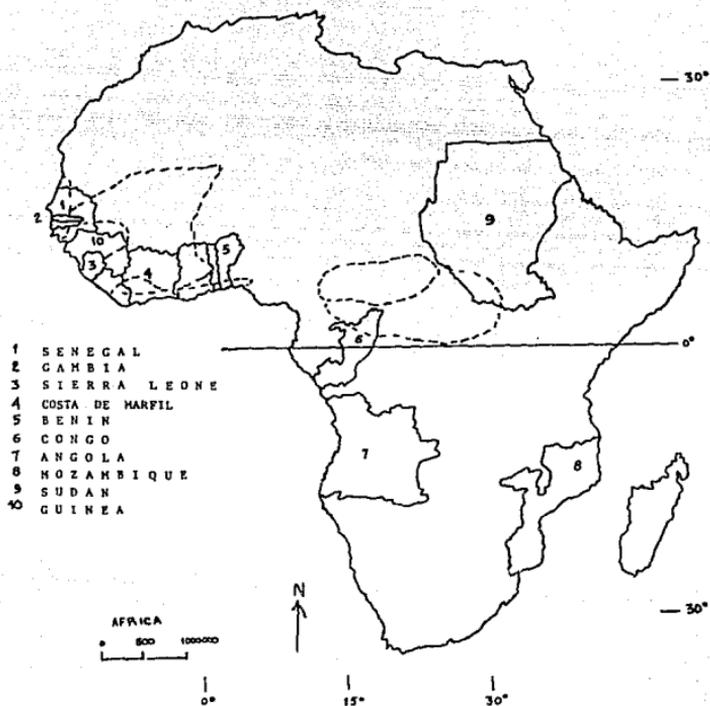


Figura 4.1.- Relación entre las zonas de uso de *Hibiscus sabdariffa* (Schneil, 1957; Murdock, 1959), indicadas con las áreas punteadas (ver mapa 2.4) y las áreas destinadas al tráfico de esclavos durante los siglos XVI a XIX.

migración, no se han encontrado reportes sobre el cultivo antiguo o actual de H. sabdariffa.

Durante el siglo XVI, a partir de 1565, se inicia una actividad comercial intensa entre Asia y América principalmente entre las Indias Orientales y el puerto de Acapulco. Esto implica otra ruta posible de introducción de H. sabdariffa a América. Al respecto, el reporte más antiguo que se tiene sobre su presencia en las islas Asiáticas, en particular Filipinas, data de 1911 (Crane, 1949). Los reportes de presencia de esta especie en otros países del Continente Asiático (Java, Tailandia, Vietnam, Ceilan, Malaya) son de principios del siglo XX en adelante. De manera complementaria, la revisión de algunas Floras de las islas orientales (Vietnam, Malaya, Sri Lanka) no reportan la presencia de esta especie. Esta carencia de información sobre la presencia de H. sabdariffa en esta región indica que la búsqueda debe continuar por el lado del Atlántico.

En el siglo XVII, principalmente de 1650 en adelante, se da una fuerte demanda de esclavos por parte de la colonia portuguesa en Brasil y de los colonos españoles en las islas caribeñas (Crahan y Knight, 1979; Klein, 1986). Esta demanda se debió al auge que tuvieron las plantaciones azucareras. En este proceso los tratantes portugueses tuvieron la oportunidad de conocer y traficar plantas existentes en el continente africano. También, es posible que los esclavos africanos pudieran traer consigo algunas semillas de productos consumidos localmente, en sus aldeas o villas. Este último argumento se basa en el hecho de que en Brasil sí se conoce y consume H. sabdariffa; de hecho existen nombre nativos para esta especie como "quiabo-roseo", "azedinha" o "curura de guine" (Dempsey, 1975).

Además, los sitios de donde provenían los africanos que se llevaron a Brasil (principalmente de la costa atlántica y de algunas regiones internas del continente africano) coinciden con aquellas zonas de uso tradicional de H. sabdariffa en Africa. Estos elementos son los que llevaron a Purseglove (1982) a plantear que la jamaica llegó a América a través de Brasil. Podría ser un sitio posible de introducción, sin embargo los elementos bibliográficos disponibles no mencionan alguna fecha de introducción de la especie a este país.

Durante el siglo XV, XVI y parte del XVII la corona de Castilla constituyó el imperio más fuerte de toda Europa. Sin embargo, a fines del siglo XVII se inicia un proceso de decaimiento, al mismo tiempo que otros imperios empiezan a emerger (Bosch, 1985). Este proceso se refleja en la poca atención que dio la corona española a las colonias del Caribe. Preocupados por resolver los problemas políticos y económicos que se desarrollaban en el continente, los españoles habían dejado casi en el abandono a las islas caribeñas. Crahan y Knight (1979) y Klein (1986) mencionan que si bien los españoles habían conquistado las islas del Caribe desde la segunda mitad del siglo XVI, éstas habían sufrido un gran abandono. A fines del siglo XVII (entre 1620 y 1650) los franceses, ingleses y holandeses se apoderaron de varias islas del Caribe y las Guyanas. En 1655, Jamaica pasa a formar parte del imperio inglés, junto con Barbados, Nevis y St. Kitts. A finales del siglo XVII y durante todo el siglo XVIII ocurre un flujo continuo de africanos a estas islas (Crahan y Knight, 1979) para el desarrollo de plantaciones de café, azúcar, añil y tabaco (Nicotiana tabacum L.). En este mismo siglo se da el desarrollo de plantaciones en todo el Caribe. Nuevamente, la figura

4.1. muestra la relación existente entre la zona de uso de jamaica y la del tráfico de esclavos, particularmente en la zona del Congo.

El impulso agrícola a las islas del Caribe se dio a partir de finales del siglo XVIII (Powell, 1977). Anteriormente, las islas representaban grandes áreas productoras de azúcar y café exclusivamente. El aparente abandono en que se encontraban junto con algunas presiones políticas ejercidas por los gobernadores de las islas a sus respectivas coronas (ingleses, españoles, franceses y holandeses) provocó que los gobiernos centrales dirigieran su atención de manera más profunda a estos sitios. Así, a finales del siglo XVIII se realizaron una serie de viajes de navegación con el objetivo de buscar productos vegetales que suplieran de alimento a los colonos de las islas y, al mismo tiempo, llevaban material exótico o de valor potencial a estos países.

En esta dinámica jugaron un papel muy importante los Jardines Botánicos (como por ejemplo el Jardín Botánico de Kew, en Inglaterra; el de Amsterdam, Holanda; León, 1987). Ahí eran trasladadas todas las plantas que tenían un valor para los colectores (alimenticias, medicinales, exóticas, ornamentales). Un ejemplo de esto lo encontramos en el viaje que realizó el barco H.M.S. Providence en el período 1791-1793 (Powell, 1977). Como parte del trabajo de registro, colecta e introducción de material vegetal que realizaron los navegantes del H.M.S. Providence a diversas islas del Caribe, resalta un dato interesante. En la lista de plantas que se llevaron al Jardín Botánico de Kew aparece el nombre de H. sabdariffa, como si fuera una planta nativa de Jamaica. Powell aclara que muchas especies que se llevaron los ingleses a los jardines eran plantas que habían sido

previamente introducidas, sin embargo se desconocía el camino que habían seguido e incluso desconocían el nombre científico. Este pudo haber sido el caso de H. sabdariffa.

Dentro de este contexto de cambio cultural en el Caribe y posteriormente en el interior del continente, se presenta el primer reporte, o al menos el más antiguo, de H. sabdariffa en América en 1707 (Crane, 1949; Wilson y Menzel, 1964), al poco tiempo de llegar los africanos. Es en la isla de Jamaica donde se detecta el uso culinario de los cálidos para la preparación de ciertas confituras (Crane 1949; Esselen y Sammy, 1973). Para 1864 y años posteriores se encuentran reportes de su cultivo en varias islas del Caribe (Grisebach et al., 1864; Cook y Collins, 1903; Williams, 1928; Sauget and Liogier, 1953; Aublet, 1977).

Si se toma como referencia el primer reporte de presencia de H. sabdariffa en Jamaica y, al mismo tiempo, la etapa de cambio que sufrieron las islas del Caribe (pasar de la corona española a la inglesa, francesa y holandesa), podemos ver que hay un lapso de tiempo en que las condiciones políticas y económicas no facilitaban el control riguroso de todos los eventos que se desarrollaban en las colonias caribeñas, entre ellos la introducción de plantas. El intervalo de casi 60 años entre el momento que Jamaica pasa a formar parte de la corona inglesa y el primer reporte de H. sabdariffa en esta isla, y de 100 años entre el mismo cambio de poder y la expedición del H.M.S. Providence ordenada por la corona, da elementos para suponer que esta especie tuvo una forma de introducción no formal. Es decir, probablemente se introdujo con alguna de las

embarcaciones que estaban destinadas a trasladar esclavos provenientes de Africa.

Los reportes posteriores de esta planta en diversos países de América, Asia y Australia son indicados por Crane (1949) y Wilson (1974). De Jamaica pasó a Florida en la década 1870-80. A Australia no se conoce exactamente la fecha de su entrada, pero al igual que muchas plantas agrícolas que fueron introducidas desde el siglo XVIII con la llegada de los colonizadores (Parbery, 1964) llegó, se cultivó y durante la segunda mitad del siglo XIX y principios del XX fue muy popular como cultivo comercial. En ese tiempo disminuyó su importancia (las razones no son claras) y los cultivos fueron abandonados. Como se indicó anteriormente, fue tal la capacidad de adaptación de esta especie a las condiciones climáticas de la(s) zona(s) donde se cultivó que actualmente ha llegado a formar parte de la flora Australiana como una especie "naturalizada". De Australia se llevó semilla al estado de California, en Estados Unidos, en 1896, también para uso del cáliz.

Dempsey (1975) menciona que la variedad alta, no ramificada y con un cáliz veloso y fibroso (actualmente utilizada para fibra) era desconocida fuera de Africa (aún dentro de Africa no hay reportes que indicaran un uso antiguo de estas poblaciones). A principios del siglo XX, en India se realizan estudios con la planta de jute (Corchorus spp.) y la jamaica fibrosa para suplir las necesidades de fibra en la elaboración de bolsas. Sin embargo, en un principio no se dio mucho impulso.

En 1911, P.J. Wester recibió en Filipinas un material proveniente de la Costa de Oro y en 1914 describió este material y detectó la

posibilidad de aprovecharlo para extracción de fibra. Envió muestras a Cuba, Malaya, Ceylán y Java. Cuba fue el primer país del Hemisferio Occidental que en 1919 desarrolló cultivos con esta nueva variedad. Para 1904-1905 se introduce material de India a la isla de Java, pero las primeras plantaciones no tuvieron éxito. Posteriormente se reintroduce material de Filipinas (mediante Wester) y es entonces que resulta exitosa la introducción. Asimismo, se reintroduce también a India accidentalmente en 1927 y a partir de ésto empieza a convertirse en un cultivo importante. Se reporta que a Bangladesh entró en 1930-1931; a Tailandia no se tiene una fecha precisa y finalmente llega a Vietnam del Sur en 1957.

Los reportes de su presencia en México tampoco son muy precisos. Se podría partir de la idea de que se introdujo para explotarlo como un cultivo comercial, sin embargo no hay evidencias que soporten esta hipótesis. De hecho, la revisión de la literatura de finales del siglo pasado no reporta a H. sabdariffa como un cultivo comercial importante; de hecho no se menciona al menos como un cultivo de importancia regional o local. Los registros de productos agrícolas importantes a nivel nacional o estatal no indican nada al respecto. Al revisar registros, monografías e informes de producción agrícola de los estados de Guerrero, Colima, Michoacán y Jalisco, solo se encuentran reportados los cultivos de tradición (coco, limón, papaya, naranja, entre otros). Sin embargo, los registros de herbario indican su presencia a partir de la segunda mitad del siglo XIX, e incluso la ubican dentro de campos de cultivo.

Con estos elementos se puede suponer que Jamaica fue el centro de dispersión a varios puntos del Continente Americano y particularmente

a México. Dos elementos sustentan esta idea: primero, el nombre con el que se conoce es precisamente "jamaica" o "flor de jamaica"; segundo, para el siglo XVIII México dejó de comprar esclavos directamente de África y los que compraba provenían de las Islas Caribeñas. Al entrar por el lado del Caribe tuvieron que llegar a Veracruz, que durante todo ese tiempo fue el puerto mercantil y receptor de esclavos del lado atlántico (Klein, 1986).

Si se parte de este supuesto entonces, ¿por qué actualmente H. sabdariffa no tiene una distribución tan amplia en el Atlántico como la tiene en el Pacífico? Veracruz presenta condiciones climáticas que no son muy favorables para el cultivo, aunque la posibilidad de que se pueda cultivar existe. Si los esclavos la introdujeron consigo, se podría pensar que su desarrollo fue a nivel de los solares o jardines que tenían los esclavos, e incluso los mismos indígenas. De hecho en la actualidad los reportes encontrados en herbarios como el Herbario Nacional (MEXU), el del Politécnico Nacional (ENCB) y el Herbario de la Facultad de Ciencias (FCME), reportan la presencia de esta especie a nivel de solares o en campos abandonados en varios estados del Golfo de México (figura 4.2). Si esto hubiera sido así, la dispersión hacia el lado del Pacífico (área actual más importante de cultivo) fue lenta. Un aspecto que podría apoyar este hecho es que las colectas de jamaica en solares o en cultivos pequeños en el estado de Puebla lo podrían ubicar como un punto intermedio por donde migró la especie.

Un aspecto que podría contradecir esta hipótesis es el referente a los reportes realizados por Palmer en el siglo XIX (tabla 4.1). Como se observa, sus registros más antiguos provienen de la región



Figura 4.2.- Reportes de herbario sobre *Hibiscus sabdariffa* en los cuales se indica la presencia de la especie en sitios diferentes a los de un campo de cultivo:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1) Campeche (no se indica el sitio) | 5) Chiapas (dunas arenosas) |
| 2) Tabasco (solar) | 6) Guerrero (campo abierto) |
| 3) Oaxaca (terrenos abandonados) | 7) Puebla (solares) |
| 4) Veracruz (terrenos abandonados) | 8) San Luis Potosí (solar) |

Tabla 4.1. Reportes de colectas de Herbario de *Hibiscus sabdariffa*.
(FUENTES: A= MEXU; B= ENCB; C= BANCO DE DATOS DEL JARDIN BOTANICO;
D= ARCHIVO EDWARD PALMER).

SITIO DE COLECTA	ESTADO	AMBIENTE DE LA PLANTA	AÑO	FUENTE
-	Campeche		1972	B
Colima	Colima		1891	D
Colima	Colima		1897	D
Manzanillo	Colima	Cultivada	1889	D
-	Colima	-	1940	A
Mpio. Tonala	Chiapas	Dunas arenosas	1981	B
Acapulco	Guerrero		1894	D
Mpio. Acapulco	Guerrero	Campo Arenoso Abierto	1971	A
Tepecoa- culco	Guerrero	Cultivada	1903	A
Mpio. Sn. Pedro Mixtepec	Oaxaca	Terrenos Abandonados	1979	B
Puerto Escondido	Oaxaca	Cultivada	1972	A
Mpio. Cuetzalan	Puebla	Cultivada	1980	A
Mpio. Cuetzalan	Puebla	Solar	1982	C
Mpio. Jolalpan	Puebla	Cultivada	1983	A
Mpio. San Antonio	Sn.Luis P.	Solar	1983	C
San Luis Potosí	Sn.Luis P.	Cultivada	1898	D

Tabla 4.1. (cont...)

SITIO DE COLECTA	ESTADO	AMBIENTE LA PLANTA	AÑO	FUENTE
Cunduacan	Tabasco	Solar	1981	C
Mpio. Acatlan Chiconquiaco	Veracruz	-	1913	A
-	Veracruz	Terrenos Abandonados	1969	A

Pacífico, principalmente de los estados de Colima y Guerrero. En este sentido se podría pensar que más bien llegó por el lado del Pacífico. Esto, sin embargo no implica que sean los registros correspondientes a la presencia inicial de la jamaica en México.

En el trabajo de Sessé y Mociño "Plantae Novae Hispaniae" (1893), únicamente se registran cinco especies para el género Hibiscus: H. malvaviscus, H. vitifolius, H. pedunculatus, H. rigidus y H. fragrantissimus. En ninguna de las descripciones correspondientes se menciona algún dato que las relacione con Hibiscus sabdariffa. En el caso de H. vitifolius, su distribución en India podría representar alguna posibilidad de que fuera H. sabdariffa, sin embargo la descripción de la planta no coincide. A excepción de H. malvaviscus, en las especies restantes no se menciona ningún uso relacionado con agua, jarabes o infusiones. Esto es un aspecto importante ya que una característica fundamental de esta especie, al menos en América, es su uso con estos fines. En este sentido, es poco probable que alguna de las especies descritas por estos autores corresponda a Hibiscus sabdariffa.

4.4. DISCUSION

La introducción de H. sabdariffa al continente americano representa una de las diversas vías de introducción de plantas que ha seguido el hombre. En este sentido estamos hablando de una introducción no formal en la cual la especie introducida entra a un sitio determinado y se mantiene así por un tiempo determinado, sin

er muy conocida oficialmente, pero si es de cierto conocimiento a nivel regional (Rendón, 1990).

Su introducción a América la ubico a finales del siglo XVII y principios del siglo XVIII, a la zona del Caribe y, según los reportes, a la isla de Jamaica. De esta isia se dispersó al resto del continente Americano.

Respecto a su introducción a México, existen dos posibilidades: primero, que haya llegado de Florida al poco tiempo de haber sido introducida a esta región (1870-1880). Aparentemente la relación entre las fechas podrían dar ciertos elementos, ya que en México los primeros reportes se dan a partir de 1893 en adelante, es decir, veinte años después de llegar a Florida. La duda permanece en cuanto a si fue Florida el primer punto de dispersión de esta especie y luego de ahí se dispersó hacia el sur o bien, hubo puntos independientes de dispersión. Este último argumento lo sustenta el hecho de que en Brasil también se encuentra esta planta y aunque no hay una fecha aproximada de su introducción, es más posible una entrada directa del Caribe a Sudamérica que una dispersión desde Florida hasta este país. Posiblemente esto mismo ocurrió con México.

La otra posibilidad, y a la que me inclino particularmente, es que H. sabdariffa llegó a México por el lado del Océano Atlántico, entre finales del siglo XVIII y principios del XIX, ligada directamente a los grupos de esclavos africanos que provenían de las islas caribeñas.

Una opinión opuesta podría darse en el sentido de que la forma de trato a los esclavos (es decir, desde el momento en que los seleccionaban, las condiciones inhumanas en que eran trasladados;

no era muy adecuada y por tanto los esclavos no estaban en condiciones de recolectar semillas o propágulos para traerlos a su nuevo hogar. Sin embargo, es probable que a medida que pasaron los años los africanos estaban de alguna manera preparados a su nuevo destino y podían abastecerse al menos de ciertos elementos mínimos con los cuales sobrellevar su futuro incierto.

Otra opción es que posiblemente dentro de este proceso de trata de esclavos, los mismos tratantes podrían ser los dispersores de muchas plantas no registradas formalmente. Esto pudo haberse dado durante las travesías que realizaban para adquirir esclavos. Probablemente se encontraban con plantas que llamaban su atención y ya sea que ellos mismos recogieran semillas o propágulos o le solicitaban el material a algún ayudante o incluso esclavo.

Si consideramos que muchas de las plantas útiles actualmente presentes fuera de su habitat original carecen de un registro formal, que realmente nadie sabe de donde vinieron y como vinieron, se hace necesario dar alternativas ante la explicación oficial que generalmente manejamos respecto a este proceso de introducción de plantas.

Si bien la trata de esclavos está directamente ligada a procesos violentos e inhumanos, también la incertidumbre y la necesidad de sobrevivencia de cualquier ser humano puede motivar a ciertas actitudes. En este caso sería importante entender mucho más a fondo el comportamiento de estos grupos en cuanto a su forma de responder ante una coyuntura esclavitud/sobrevivencia en un nuevo sitio.

En México, H. sabdariffa se introdujo para utilizar únicamente el cáliz. En el interior ocurrió un proceso de difusión a diferentes

estados de la República hasta llegar al lado Pacífico. El hecho de que exista una fiesta popular mexicana llamada "Jamaica" (Santamaria, 1978) y que generalmente cualquier fiesta sea acompañada por esta bebida es un indicativo de que el impacto que provocó esta especie a nivel cultural ha sido tan importante como el del café y sin duda más importante que el causado por el té (Camellia sinensis L) .

Con los datos anteriores es difícil pensar en una introducción durante el presente siglo directamente como cultivo comercial. A este nivel, los reportes oficiales que se tienen son a partir de 1975, sin embargo, es un hecho que anteriormente ya existía como cultivo, pero la importancia que se le dio es mínima. Como se mencionó en el capítulo II, para 1958 ya se realizaban exportaciones de este producto vegetal, lo que quiere decir que ya estaba bien aclimatada al trópico mexicano, principalmente en el lado Pacífico. En el Golfo de México, el clima húmedo principalmente, no permitió un establecimiento apropiado del cultivo. Sin embargo, la gente ha mantenido el cultivo en condiciones de manejo tradicional, ligado a los solares o huertos familiares.

Esta forma de introducción a México, aunado al casi total desconocimiento de la planta hasta tiempos recientes, nos da la pauta para suponer que las poblaciones se han manejado de una forma muy similar desde su introducción e incluso podemos asegurar que los fenotipos han variado muy poco. Esto significa que el uso del cáliz se ha mantenido constante y no se han buscado otras opciones de uso.

CAPITULO V
ASPECTOS ETNOBOTANICOS DEL CULTIVO DE Hibiscus sabdariffa EN EL
MUNICIPIO DE AYUTLA DE LOS LIBRES, GUERRERO

5.1. INTRODUCCION

Los estudios sobre los procesos culturales y biológicos que ocurren en la introducción de una especie domesticada a un nuevo habitat son escasos en la bibliografía. Si bien existen estudios que hablan sobre las plantas y animales que han sido introducidos a un país o región en un tiempo determinado (Leander, 1970; Crosby, 1972), las aportaciones que analicen los impactos son pocos. Esto en parte se debe a que muchos de esos eventos ocurrieron en tiempos pasados y ha sido difícil armar una historia que ha sido nutrida por eventos posteriores, haciéndola más compleja.

En el aspecto cultural, algunos antropólogos sugieren que a pesar de que las memorias son mínimas o no existen, es posible dilucidar los probables eventos ocurridos durante esos procesos de introducción de plantas, animales, tecnologías, e incluso enfermedades (Koopers, 1955; Parbery, 1964).

En el aspecto biológico, se han abordado algunos estudios sobre la dinámica de evolución de plantas introducidas, incluyendo las relaciones que se establecen entre la planta domesticada y las ar,enses acompañantes.

En ambos enfoques sobre la introducción de plantas, cabría preguntarse como se seleccionan las poblaciones que serán trasladadas a un sitio nuevo, como se modifican las características genéticas de las poblaciones introducidas o en que proporción ocurre la selección disruptiva (según de Wet y Harlan, 1975, en un proceso de selección disruptiva fuerte, la divergencia entre las poblaciones se da aun con el 25% de flujo génico).

Algunas de las formas indirectas de evaluar el grado de divergencia de una planta o animal en el nuevo habitat es mediante su

valor de uso a diferentes niveles dentro de los grupos receptores y la forma de manejo a la que se someten.

Existen plantas que han sido introducidas y rápidamente se fusionan a la cultura receptora (Koopers, 1955) e incluso llegar a jugar un papel central en la dieta básica o en ciertos ritos. Por el contrario, existen plantas o animales que a pesar de haber sido introducidas largo tiempo atrás no se han involucrado íntimamente con la cultura receptora. En esta dinámica, se dan procesos de selección orientados a satisfacer necesidades diferentes a las que inicialmente cubría y, por tanto, de diversificación.

En muchas ocasiones encontramos que los mismos grupos receptores integran la planta introducida a los sistemas agrícolas tradicionales. Esta forma de manejo también tiene repercusiones sobre el rumbo que tomará la especie introducida. Algunos estudios se han aproximado a este aspecto, sin embargo no logran integrar los cambios evolutivos en estas especies. (Balvanera, 1990) ha encontrado que la presencia de una especie introducida está relacionada con una respuesta adaptativa de la especie al hábitat y al agrosistema y con las similitudes que dicha especie tiene con otra de alto valor tradicional, cultural y alimenticio del grupo receptor (Cajanus cajan - Phaseolus vulgaris). Rendón y Turrubiarte (1985), encontraron que el cultivo de café es integrado al cultivo tradicional de sombra. El manejo de las poblaciones se mantiene constante en el tiempo y el espacio, de manera que los agricultores mantienen el mismo pool genético y la misma variación fenotípica.

Un cambio en la interpretación de lo que significa el proceso de introducción de especies daría aportaciones importantes a la luz del concepto de domesticación como serían:

- 1) entender de que manera las características del agroecosistema determinan el comportamiento de la planta introducida
- 2) evaluar los cambios y/o reducciones que ocurren en la variación morfológica de dicha especie como resultado del aislamiento espacial y temporal y de la manipulación que sufra en el nuevo ambiente
- 3) definir los parámetros culturales que determinan el rumbo que seguirá la especie introducida (generación de razas terrestres, por ejemplo).
- 4) interpretar que tanto los caracteres seleccionados se mantienen por cuestiones culturales y que tanto por las mismas características genéticas de la especie.

En este contexto, la "jamaica" carece también de información precisa sobre como se introdujo y como fue la respuesta del grupo receptor (capítulo III) en cuanto al manejo de las características morfológicas de la especie. En este capítulo se describe el manejo del cultivo de Hibiscus sabdariffa que realizan los agricultores en un municipio del estado de Guerrero y se muestra la forma de selección y control de la variación morfológica.

5.2. METODOS

5.2.1. Determinación del área de trabajo

La elección del municipio de Ayutla, Guerrero como sitio de trabajo se dio con base en consultas previas de reportes oficiales donde se mencionan los estados productores de jamaica más importantes a nivel nacional. En esta búsqueda se encontró que Guerrero, y en particular el municipio de Ayutla, era el estado productor más importante, por lo cual se decidió trabajar en dicho lugar (Anónimo, 1985; Secretaría de Programación y Presupuesto, 1983).

5.2.3. Las entrevistas

Las entrevistas que se realizaron fueron abiertas y dirigidas. Se procuró establecer un relación cordial; los objetivos del trabajo se plantearon lo más claro posible para que no confundieran nuestra presencia con la de un acaparador o comprador. De esta manera la gente se manifestó abierta a las preguntas que se les formulaban. Las entrevistas se realizaron en las casas de los colaboradores o en sus parcelas (figura 5.3).

Todo el trabajo realizado durante estos dos años facilitó la obtención de información referente a la dinámica del cultivo de jamaica, los problemas técnicos y económicos que afectan su desarrollo y las limitantes propias del cultivo. Asimismo, se pudo entender el papel que juega la jamaica en la comunidad y compararlo a nivel nacional.

Durante los dos años (1988 y 1989) las visitas se realizaron cada mes con una duración promedio de tres días. Básicamente se trabajo con campesinos mestizos con situación económica variable, ya que la gente indígena (cuapinches) se encuentra en poblados alejados de la

cabecera municipal. Las entrevistas eran combinadas con visitas a las diferentes parcelas.

Los datos referentes a las actividades agropecuarias, económicas y sociales se obtuvieron a partir de reportes proporcionados por la SARH.

Los datos climáticos de 1988 y 1989 se tomaron de las lecturas diarias registradas en la estación meteorológica de Ayutla perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Los datos referentes a tipos de vegetación, suelo, topografía e hidrología se tomaron del Atlas del Medio Físico (SPP, 1981) y se complementaron con información bibliográfica.

5.3. RESULTADOS

5.3.1. Características generales de la zona de estudio

El Municipio de Ayutla (Ayutla significa en nahuatl "Lugar en que abundan las tortugas"; Velasco, 1889), está ubicado al Sur del estado de Guerrero dentro de la VI región denominada "Costa Chica" (INEGI, 1988), a los 16° 47' - 17° 07' latitud N y 98° 58' - 99° 10' longitud E (Velasco, 1889), a una altitud que va de los 200 a los 1500 m.s.n.m.

La cabecera municipal está ubicada a los 400 m.s.n.m (INEGI, 1989, inédito). Sus límites son los Municipios de Zapotitlán Tablas, San Luis Acatlan, Tecoanapa, Florencio Villareal y Cuauhtepic (Banco de Mexico, 1968)(figura 5.1). En la porción norte de esta región se ubican los lomeríos de la vertiente del Pacífico; el resto pertenece

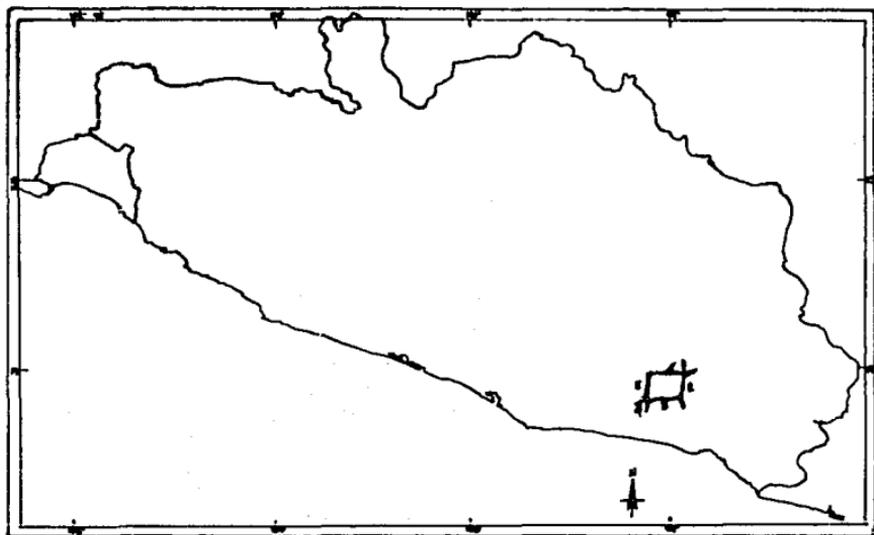


Figura 5.1.- Ubicación del Municipio de Ayutla de los Libres, Guerrero. (Fuente: Secretaría de Comercio, 1968). Los límites indicados corresponden a los siguientes municipios: 1) Zapotitlán Tablas; 2) San Luis Acatlán; 3) Cuautepec; 4) Florencio Villarreal y 5) Tecoaapa.

a las planicies costeras (INEGI, 1988). Ocupa una extensión de 88,245 has (INEGI - SPP, 1980).

Los climas representativos del municipio son:

- Aw1(w).- Intermedio entre los cálidos subhúmedos, ubicándose en las partes de serranía hacia la parte del Pacífico.
- Aw2(w).- El más húmedo de los cálidos-subhúmedos, ubicándose en las zonas de planicie y lomeríos someros.
- C(w2)(w).- Templado subhúmedo, presente en las partes de serranía con altitudes mayores a los 1 200 m.s.n.m. (SPP, 1981).

Para 1989, los datos climatológicos muestran una temperatura media anual de 23.7 C y una precipitación anual de 1321.5 mm. La figura 5.2 muestra datos de temperatura media y precipitación en mm durante el año de 1989.

Los tipos de vegetación son: Selva Baja Caducifolia, Selva Media subcaducifolia y Bosque de Pino- Encino.

Sus características geológicas están representadas por rocas ígneas metamórficas del precámbrico y algunas zonas, principalmente al este del municipio, por rocas ígneas intrusivas del paleozoico. Asimismo hay presencia de Gneis del precámbrico (SPP, 1981)

el municipio presenta las siguientes unidades y subunidades de suelos (figura 5.3)(mapa edafológico, escala 1:250 000. INEGI, 1989, inédito), :

- Luvisol plíntico (Lp) - Localizados en las partes planas, se utilizan en agricultura de riego, temporal y producción de pastizales.

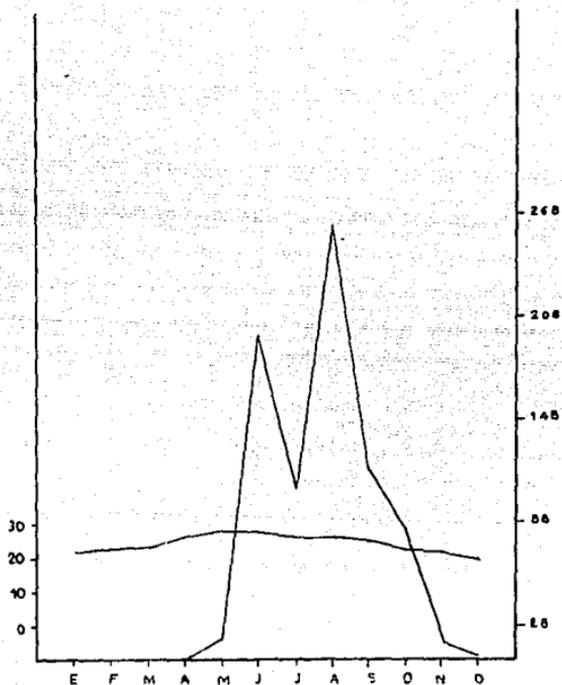


Figura 5.2.- Gráfica ombrotérmica del Municipio de Ayutla de los Libres, Guerrero. (Comisión Federal de Electricidad. Datos de 1989).

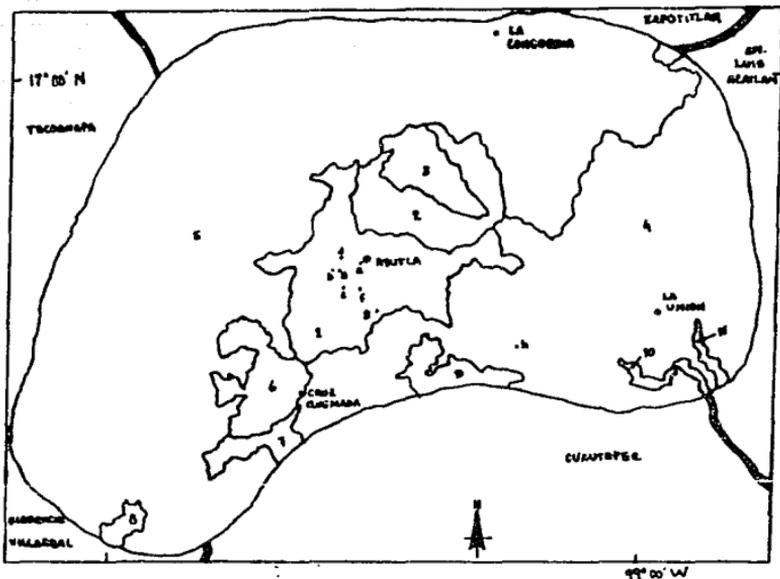


Figura 5.3.- Tipos de suelo del Municipio de Ayutla de los Libres, Guerrero. Se indica también la ubicación de las parcelas de los informantes. (Escala 1: 250 000. Fuente: INEGI, 1986 inédito). (HH) Feccem Aplico; (RE) Regosol eútrico; (Lp) Luvisol plintico; (I) Litesol; (BC) Cambisol crómico; (Ap) Acrisol plintico; (Lc) Luvisol crómico.

a) Said Narciso; b) Carlos Victorino; c) Hilda Baltazar; d) SARH; e) Arnulfo Vargas; f) Moisés Rendón.

- Luvisol crómico (Lc) - Está presente en algunos lomeríos bajos y sobre las laderas de la sierra. Se usan principalmente en agricultura de temporal y explotación forestal.
- Acrisol Plíntico (Ap) - También localizados en las partes planas, también se utilizan en cultivos de temporal como café y cacao.
- Regosol Eútrico (Re) - Utilizados en la actividad forestal.
- Cambisol crómico (Bc) - Localizados en lomeríos bajos también son usados en la actividad forestal.
- Litosol (I) - Localizados en las partes altas de la Sierra y por sus características de pobreza casi no desarrollan actividades agropecuarias o forestales.
- Feozem Háplico (Hh) - Desarrollados a partir de aluviones, se utilizan en la agricultura de temporal y riego. Están localizados en las vegas de los ríos.

El X Censo General de Población y Vivienda (INEGI - SPP, 1980) indica que el municipio cuenta con 33,283 habitantes, siendo 16,916 hombres y 16,367 mujeres. La población económica activa es de 12,680 (38.09%) y de éstos, 8,464 son agricultores (25.43% de la población total y 66.75% de la población económicamente activa). El resto se dedica a actividades educativas, manuales, técnicas. La población es en su mayoría mestiza, sobre todo en el área urbana del municipio. Existen grupos indígenas que hablan diferentes lenguas y constituyen el 27.95% de la población total. La lengua mixteca es la más importante, seguida por la tlapaneca.

Las actividades agrícolas se desarrollan en terrenos de riego (810 has) y de temporal (10,498 has; INEGI - SPP, 1980) y están orientadas al desarrollo de cultivos de maíz (Zea mays) de diferentes

variedades (sapo, conejo o chapalote y palmeño), frijol común (Phaseolus vulgaris), frijol blanco o mongo (Vigna sp.), frijol chirrión (no hay ejemplar de herbario), ajonjolí (Sesamum indicum L.), arroz (Oryza sativa L.) café (Coffea arabica L.), cacao (Theobroma cacao L.) y jamaica (Hibiscus sabdariffa), los cuales son utilizados tanto para autoconsumo como para venta local (en el caso del frijol y maíz) o externa (el resto de los cultivos). El Anuario Estadístico del estado de Guerrero (1988) señala que la papaya (Carica papaya L.) y el tamarindo (Tamarindus indica L.) forman parte de los cultivos económicamente importantes, al menos hasta 1986. También se encuentran otras especies cultivadas a menor escala como calabaza (Cucurbita spp.) de diferentes tipos (pipián, de pellejo, de cáscara dura y tempranilla), chile de árbol (Capsicum sp.); arvenses como papaloquelite (Porophyllum macrocephalum) y camote de raíz (Ipomea batatas L.). Asimismo, las milpas se encuentran rodeadas por diferentes especies frutales, tanto silvestres como cultivadas, tales como plátano (Musa paradisiaca L.), piña (Ananas comosus L.), mango (Mangifera indica L.), mamey (Pouteria sapota (Jacq.) H.E. Moore y Stearn), cajinicuil (Inga jinicuil L.), mandarina (Citrus sp.), nanches (Byrsonima crassifolia (L.) D.C.), guanábano (Annona muricata L.) y pomarrosa (Eugenia jambos L.), entre otros.

La actividad ganadera ha tomado gran importancia en los últimos años; de hecho, la gente que cuenta con grandes extensiones de terreno (más de 10 has) ha destinado mayor área proporcional para la apertura de potreros y el cultivo de pastos, que para los cultivos tradicionales.

El ganado lo utilizan con doble propósito: obtención de leche, que se consume bastante, al menos en lo que se observó en la cabecera municipal, y venta en pie ya sea a compradores o directamente al rastro, ubicado en el mismo municipio. Las razas más comunes son la llamada "criolla" y la "cebú". Una persona que cuenta con 15 vacas extrae al día 80 lts de leche (repartidos en dos ordeñas).

Los pastos que más se utilizan son el "Guinea", el "Estrella" y recientemente se introdujo uno llamado Andropogon galleanus. Según algunos ganaderos, es muy resistente a la sequía y se obtienen 125 kg/ha (Said Narciso, información personal).

La superficie forestal está conformada por 23,102 has (INEGI-Gobierno del estado de Guerrero, 1988). Dentro de la actividad forestal, algunos indígenas (coapinches o cuapinches) de las partes altas del municipio se dedican a la recolección de gengibre (Zingiber officinale L.) (al parecer no lo cultivan, lo que probablemente indica que es una especie escapada), el cual es transportado al centro de Ayutla donde existen compradores locales que lo procesan (lo cortan y lo secan al sol) y luego lo envían o lo llevan directamente a Guadalajara, que es el principal mercado para este producto, ya que ofrece un mejor precio. Otra especie, ésta silvestre, es el ocote (Pinus spp.) el cual se extrae en grandes cantidades.

5.3.2. El cultivo de la jamaica

La jamaica es cultivada en casi todos los tipos de suelo (a excepción del Regosol eútrico, el Cambisol crómico y el Litosol). Asimismo, la altura máxima a la que se encuentran los terrenos

jamaiqueros es a los 900 msnm. La gente menciona que no se siembra a altitudes mayores ya que la humedad retarda la maduración del fruto y oscurece el color del cáliz.

La jamaica* forma un cultivo intercalado con el maíz, es decir, en el mismo surco se encuentran plantas de ambas especies en proporción 1:1 (figura 5.4a). Menos común son las combinaciones de jamaica-ajonjolí, mango-maíz-jamaica, palma de coco-maíz-jamaica o jamaica sola. En el caso de jamaica-ajonjolí, el cultivo es por áreas de parcela, es decir, una parte es ajonjolí solo y otra jamaica sola ya que los agricultores mencionan que la jamaica es "más fuerte" que el ajonjolí y le gana, probablemente debido a la competencia. Los cultivos mixtos restantes siguen la disposición normal (figura 5.4b).

Si bien estas asociaciones son básicas para el entendimiento del papel que juega la jamaica dentro de la "milpa", se debe recalcar que también se encuentran otras especies que generalmente presentan una distribución irregular y en ocasiones aleatoria dentro de la milpa. En este sentido me refiero a la presencia de especies como la

* Cabe aclarar que la jamaica que se cultiva en México se conoce comúnmente como "criolla". La revisión de la descripción de los cultivares no aporta mucha ayuda para determinar cual de ellas es la que se cultiva en México. Los reportes de la SARH para el estado de Guerrero (SARH, 1985b) mencionan la existencia de cuatro variedades (cultivares):

- "Criolla"- ciclo de 150 días
- "Archer"- " " 145 "
- "Victor" " " " "
- "Rico" " " 145

Sin embargo no establecen en donde se encuentran cultivadas y las diferencias entre cada una. Por tal motivo, se seguirá manejando el término común de cultivar "criolla".



(a)



(b)

Figura 5.4.- Panorámicas del cultivo de *Hibiscus sabdariffa*: a) cultivo asociado con maíz y b) asociado a otros cultivos, como el mango.

calabaza, el jitomate, el chile. Estas especies aparentemente no sufrieron un impacto fuerte por la presencia de la jamaica y siguen formando parte esencial de la "milpa". Sea una u otra forma, el ciclo agrícola de esta especie está determinado totalmente por aquel del maíz "criollo" (que es de ciclo largo de 120 días).

La siembra se inicia generalmente con el maíz e inmediatamente después se siembra la jamaica. En ocasiones se retrasa la siembra y el agricultor prefiere sembrar únicamente maíz. El resto de las labores agrícolas o labores culturales se realizan en función de lo que demande el cultivo de maíz.

Dentro del sistema de "milpa", las plantas de jamaica adquieren una morfología diferente a cuando se siembran solas y espaciadas. Por ejemplo, a diferencia del experimento en Zacatepec las plantas de los campos de cultivo en Ayutla no ramificaban desde la base sino más arriba. Asimismo presentaban una cobertura menor, es decir, tendían a ser más "hiladas" (Said Narciso, comunicación personal). Las prácticas agrícolas se establecen a continuación (figura 5.5).

Tumba

La tumba se realiza cuando un agricultor abre terreno nuevo para la siembra de maíz-jamaica; este terreno virgen del que se elimina la vegetación primaria y representativa de esa región recibe el nombre de "tlacolol". Se procede a eliminar o tumbar los árboles presentes (por tal motivo esta práctica recibe el nombre de "tumba"). Esta práctica se realiza durante el mes de abril o principios de mayo, con machete. Al mismo tiempo se eliminan los arbustos y hierbas presentes. Al menos durante estos dos últimos ciclos agrícolas (1988-89 y 1989-90) casi no se abrieron "tlacololes".

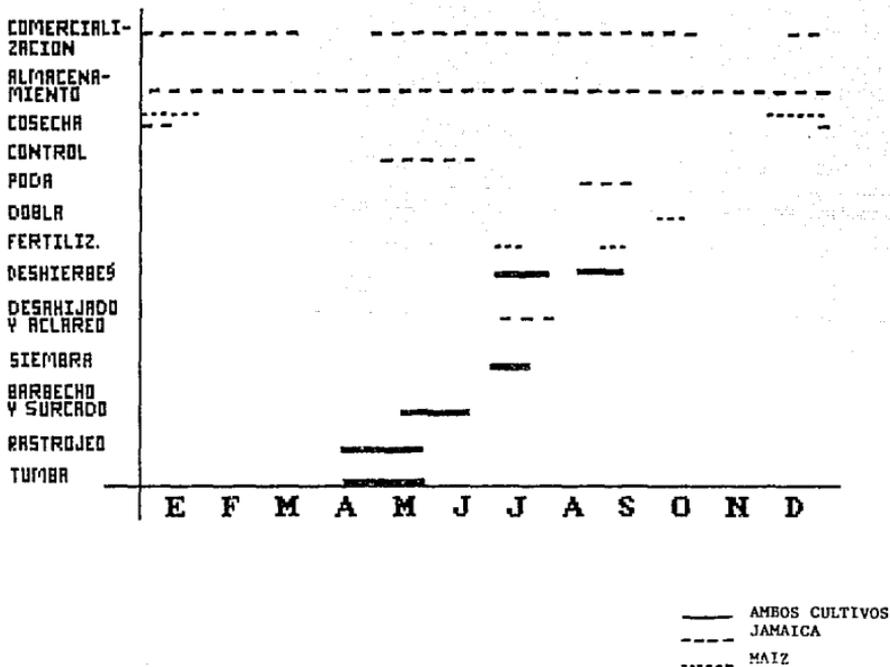


Figura 5.5.- Prácticas agrícolas que se realizan con la "flor de jamaica" en la zona de estudio. Se indican también las actividades agrícolas del maíz.

Rastrojeo

Cuando un terreno ya ha sido utilizado durante varios años consecutivos, el tipo de vegetación que se elimina es principalmente secundaria y consiste de hierbas de rápido crecimiento y arbustos o árboles juveniles que crecen debido a que no se eliminan desde la raíz. La eliminación de este tipo de vegetación se da mediante el "rastreo". Los terrenos que han sido utilizados por varios años consecutivos (hasta 5 años o incluso 7 años), se les conoce como "huamiles". Esta práctica se realiza igualmente durante los meses de abril y principios de mayo, cuando la hierba está seca. Se elimina toda el material seco de maíz o jamaica que quedó del año anterior, así como hierbas y arbustos que nacen; todo esto se junta y se quema. Esta práctica se realiza con el machete y la orqueta (que es una vara resistente cuya parte anterior sirve para asir y la parte posterior se bifurca. Esta última parte es la que se utiliza para ir separando la hierba y facilitar el corte con el machete.

Cuando los agricultores tienen suficiente área de terreno, existe la posibilidad de rotar parcelas. Pueden sembrar por uno, dos o hasta tres años en un sitio y luego la dejan descansar pasándose a otra parte. Inclusive dentro de su mismo terreno se pueden abrir ticololes y se van dejando descansar los sitios anteriormente utilizados. Se llegan a encontrar acahuales de hasta 10 años, al menos dentro de la gente con la que se trabajó.

Barbecho y surcado

El barbecho consiste en remover la tierra para que se afloje y sea más fácil y rápida la germinación de las plantas. Asimismo se eliminan las hierbas con raíces más o menos profundas. Para tal

efecto se hace uso de tractor si el terreno lo permite, o bien de animales. Ya que se ha dado un pasada al terreno se procede a surcarlo con el mismo equipo. Existen ciertos terrenos que presentan una pendiente pronunciada que dificulta el uso de cualquiera de estas herramientas; en tal caso no se realizan estas actividades. Estas prácticas se realizan durante el mes de mayo o principios de junio, un poco antes de la siembra.

Siembra

Se realiza cuando se inician las primeras lluvias regulares, generalmente entre la segunda y tercer semana de junio. Para esto, los agricultores deben estar pendientes de las lluvias y no confundirlas con alguna lluvia esporádica temprana. Aunque ésto es aparentemente obvio, algunos agricultores se han confundido y el resultado es que las semillas, tanto de jamaica como maíz, han germinado y por falta de agua se mueren y el agricultor tiene que resembrar.

La semilla que utilizan es aquella que guardaron del ciclo anterior. Al respecto no existe una selección de plantas con ciertas características más adecuadas, pero si hay eliminación de aquellas que presenten principalmente un color desagradable. Ellos mencionan el caso de plantas que están descoloridas o rosadas que son eliminadas de la parcela cuando se realiza la cosecha o a veces antes.

La siembra es una actividad manual, en la cual las semillas se colocan en alguna "morralla" de palma o de plástico y se van tomando "puñitos" de semilla (una cantidad variable de entre 10 y 20 semillas) que se van aventando a cada paso que da la persona.

Inmediatamente se coloca con el pie un poco de tierra para evitar que las aves se coman la semilla y conservar algo de humedad en caso de que no llueva inmediatamente. La distancia entre plantas de jamaica es determinada por aquella del maíz. Por tal motivo el maíz se siembra siempre antes que la jamaica. Como éste se siembra a una distancia promedio de 0.90 m a 1.0 m, y las semillas de jamaica se colocan en la parte intermedia, entonces la distancia será la misma y entre plantas de maíz-jamaica será de 0.45 a 0.50 m.

Cuando no se surca el terreno, la siembra se realiza directamente sobre el suelo, utilizando una herramienta llamada "espeque". Esta consiste en un palo de madera o fierro con un punta también de fierro con la cual se hace una pequeña perforación en el suelo en donde se colocan las semillas.

Desahijado y aclareo

El desahijado se refiere a la eliminación de plántulas excedentes de jamaica dentro de un mismo hoyo, "mata" o "golpe". Esta actividad manual se realiza cuando las plántulas tienen 20 días de nacidas. Se pueden quitar con la mano directamente o cortándolas con machete. La idea de esta práctica es dejar la cantidad óptima de plantas que puedan desarrollarse bien y den una buena producción. En caso de que no se realice o se haga mal, quedan muchas plantas que no ramifican y tienden más bien a aumentar en altura, o por el contrario, se desarrollan raquíticamente. Generalmente los agricultores dejan entre 4 y 6 plantas por hoyo. Ocasionalmente, las plántulas desahijadas en un sitio se utilizan para resembrar en otros sitios donde quedaron huecos. Esta es una actividad "puntual" debido a que solamente

ciertas áreas muy pequeñas se someten a un trabajo y el resto de la parcela permanece intacta.

El aclareo es una actividad "general", en el sentido de que implica eliminar el excedente de plantas de jamaica en toda la parcela, dejando "matas" a una distancia razonable. Esta actividad se realiza cuando el agricultor no sembró jamaica por algún motivo, pero en la parcela utilizada el año anterior hay germinación de semillas y posibilidades de obtener algo de producción. Como la semilla queda regada en toda la parcela, el crecimiento desordenado de las plantas se controla eliminando con el arado, la tarecua o el machete aquellas que sobran.

Deshierbes o escardas

Los deshierbes se realizan generalmente antes de la aplicación de fertilizante. La primer escarda se realiza a los 15 días de la siembra y la segunda al mes y medio o dos meses, dependiendo de como vaya creciendo la maleza. En caso de que se presente mucha, se pueden realizar hasta tres deshierbes. El primer deshierbe se realiza con arado o tractor (si se cuenta con el), en caso contrario se utiliza la tarecua. El o los otros deshierbes se realizan con tarecua o machete, aunque también se puede usar nuevamente el arado para la segunda. Se dan casos esporádicos en los que algunos agricultores aplican herbicidas generalizados antes de la siembra. Esto lo hacen porque las lluvias ocasionales estimulan el crecimiento de las malezas después que ellos han preparado el terreno y tienen prisa por sembrar. Una de las marcas mencionadas es el Tardán 101.

Fertilización

Las plantas de jamaica no reciben aplicación directa de ningún fertilizante; más bien es el maíz al que se fertiliza cada año. Se realiza en dos partes: una a los 15-20 días después de la siembra y del primer deshierbe. En este momento se aplica el fertilizante "granulado" cuya fórmula es 20-20-0. La segunda aplicación se realiza a mediados de agosto, cuando el maíz está espigando (aproximadamente a los 60 días de sembrado). Esta consiste de sulfato de amonio 20.5 (NH_3SO_7). La aplicación se puede hacer directamente sobre el área de crecimiento de la planta o bien, entre la planta de maíz y la de jamaica. Por tal razón los agricultores consideran que la jamaica recibe indirectamente los beneficios de estos nutrimentos. Aquellos agricultores que han sembrado en algún momento jamaica sola, mencionan que en este caso no se realiza ninguna fertilización.

Poda

La poda se realiza con el fin de promover la ramificación lateral, lo que presupone una mayor producción de flores y, por tanto de frutos y cálices; consiste en eliminar con los dedos, ocasionalmente con machete, el meristemo apical. Esto se hace durante el mes de agosto, antes que se inicie la floración. Generalmente se realiza en una parte de la parcela, dejando que el resto crezca normalmente, aunque hay productores que podan todas las plantas (figura 5.6a).

Control de plagas y enfermedades

El control de plagas es mínimo por dos razones:

- porque no hay presencia de muchos tipos de plagas y enfermedades.

- porque las que existen son un problema muy grave en la región y no se han desarrollado técnicas adecuadas para su control.

Las plagas más comunes son la "hormiga arriera" (Atta spp.) y el "gusano soldado" (Frugiperda spp.). Si bien se menciona su presencia, poco se sabe sobre su control. A la única plaga que se ha intentado controlar es la hormiga arriera pero ha llegado a ser tan impactante su ataque que se han perdido casi totalmente los cultivos de algunos agricultores. Atacan a la planta en cualquier momento de su ciclo de vida. Si está en plántula, cortan las hojas cotiledonarias y la matan; si es durante el período vegetativo, defolian parcial o totalmente la planta provocando, en el primer caso, un desarrollo raquítico de la planta y una casi nula fructificación; en el segundo caso, simplemente la muerte. Durante la fructificación defolian igualmente la planta, evitando que los frutos maduren o bien, atacan directamente a los frutos mordidiéndolos o cortándolos del pedúnculo. Es decir, si no se controla desde un principio, las probabilidades de obtener una buena producción disminuyen drásticamente.

Los agricultores procuran controlar su presencia previo a la siembra. Buscan los nidos y aplican fitocloro, cianuro, folei y BHC al 3%. De cualquier forma, durante la temporada que dura el cultivo deben estar pendientes de la aparición de montículos formados por este animal.

Respecto a la presencia de enfermedades la más común, pero no la única, es la "pata prieta" (Phytophthora parasitica L.). Su desarrollo es favorecido en suelos que han tenido un uso continuo durante varios años (5 ó 6 años), o bien con un mal drenaje, promoviendo el mantenimiento de altos porcentajes de humedad. La enfermedad se

detecta por el amarillamiento en la base del tallo y de las hojas, así como la caída de éstas últimas antes de lo normal.

El control de este hongo también se realiza antes de la siembra, fumigándose el suelo con volatón al 5%, sevín 80% y Lorsban. Sin embargo, cuando se presentan abundantes lluvias, es probable que varias plantas manifiesten esta enfermedad a pesar de la fumigación previa.

Dobla del maíz

La dobla del maíz se realiza durante el mes de septiembre. El objetivo es evitar que las mazorcas se pudran por el agua que penetra al interior de las mazorcas. Con la dobla, las mazorcas terminan de madurar y pueden permanecer así hasta que el agricultor decida cosecharlas. Es en este momento que la jamaica "despega" su crecimiento. Los agricultores mencionan que la dobla del maíz determina el crecimiento de la jamaica. Todos coinciden en mencionar que si la dobla se realiza en septiembre, la jamaica crece bien y da una producción adecuada, pero si esta no se realiza, entonces la jamaica se "amarra", es decir, crece menos y tiene una baja producción por planta, o bien, crece muy alargada y con poca producción (figura 5.6b).

Cosecha del maíz

La cosecha del maíz se realiza de noviembre en adelante. Como la mazorca puede permanecer durante mucho días en la planta, el agricultor va cosechando dependiendo de la ayuda con la que cuente o de que tenga algún medio para acarrear las mazorcas. Algunas personas que pagan jornaleros pueden cosechar el producto en un tiempo



Figura 5.6.- Aspectos de algunas de las practicas agricolas en el cultivo de Jamaica: a) poda y o) dobla del maiz.

reducido. El rendimiento de maíz por hectárea en un cultivo asociado maíz-jamaica oscila entre 1.5 y 2 tons.

Cosecha de la jamaica

La cosecha marca una etapa de actividad muy particular en el municipio. Los dueños de las parcelas, los peones e incluso familias completas entran a esta dinámica. Algunos agricultores van y vienen diariamente si sus parcelas están cerca de la zona urbana (de 5 mins a 1 hr. de camino). Aquellos que tienen sus terrenos más lejos (2 a 3 hrs), permanecen definitivamente ahí hasta que finaliza el trabajo.

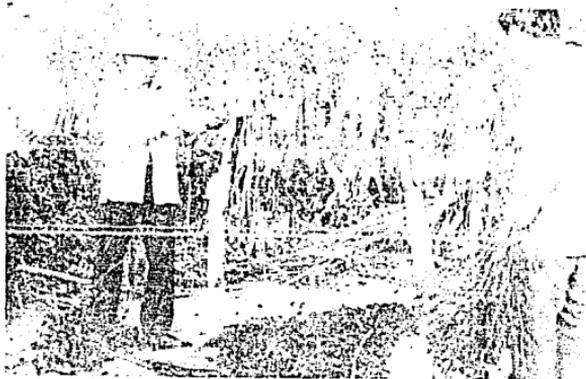
El momento óptimo para cosechar la jamaica lo marca el fenómeno de la defoliación. Esta ocurre a fines de noviembre y de ahí son dos semanas para que se realice la cosecha (mediados de diciembre). Al llegar este momento, la jamaica puede permanecer una semana con las características de tallo y fruto adecuadas para realizar un buen trabajo; pasado este tiempo, se vuelve "cueruda", es decir se resecan los tallos, y la cosecha se dificulta. Algunos agricultores que siembran a fines de junio obtienen su producto más tardíamente y por eso se llegan a encontrar personas cosechando a principios de enero.

Previo a la cosecha, una parte de la parcela es aclareada y acondicionada con alguna palapa o simplemente debajo de un árbol frondoso; otra parte se acondiciona como asociadero. Las plantas de jamaica se cortan con machete a una cierta distancia de la base y se trasladan a dichas zonas, donde se colocan en montículos. Aquí es donde se realiza el 'despicado'. Esto consiste en separar el cáliz de la planta en general y de la cápsula en particular (a la cápsula junto con el cáliz se le llama bellota). Existen dos formas:

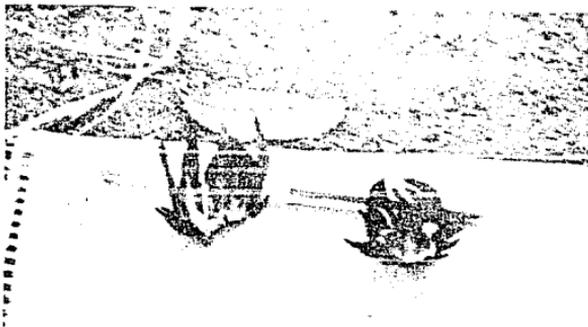
1.- Utilizando la herramienta llamada "horqueta" (figura 5.7a). Esta consiste básicamente de un palo de madera grueso el cual es clavado al suelo en uno de los extremos; el otro se acondiciona de manera que se forma una abertura en forma de "V"; en cada lado se coloca firmemente una lámina con uno de los bordes sobresaliendo para formar una especie de navaja doble. Enmedio de estos bordes se pasa cada una de las plantas cortadas y se va girando la planta a medida que cada "bellota" pasa por la abertura, de manera que se separe lo más completo posible el cáliz. Este movimiento es muy rápido por lo que una parte de los cálices cosechados resultan con fragmentos de fruto (llamado "cascalote") o muy maltratados e incompletos (figura 5.7b). El cáliz cae del lado contrario a donde se encuentra el trabajador, ya sea directamente al suelo o en ocasiones se coloca un plástico o costales de yute. El resto de la planta la juntan en montones y la dejan secar o bien la utilizan como alimento para los animales.

2.- Mediante el "uñero", que es una forma de dedal pero con la punta redondeada y filosa; se coloca en el dedo pulgar y cada "bellota" es cortada en la parte de unión del caliz con el pedúnculo (figura 5.8a). Este procedimiento garantiza un despicado más limpio y homogéneo, pero resulta más lento (figura 5.8b).

Ocasionalmente algunos agricultores llegan a utilizar ambas herramientas: cuando desean vender a mejor precio una parte de su cosecha, esta es despificada con "uñero" y el resto con "horqueta" o cuando se les ha pasado el tiempo y las últimas plantas ya presentan dificultad para ser despificadas con la "horqueta"; en este caso el "uñero" ayuda a resolver parte del problema.



(a)

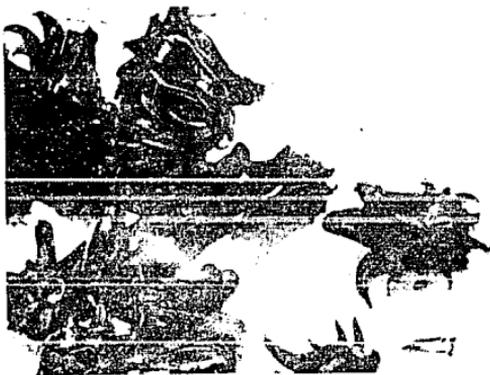


(b)

Figura 5.7.- Aspectos de la cosecha con "horqueta": a) forma de manipulación de las plantas y disposición de la herramienta y b) características del cáliz despicado. Se observa un cáliz con "cascalote".



(a)



(b)

Figura 5.8.- Aspectos de la cosecha manual, con uñero: a) forma de manipulación de las plantas y b) cálices resultantes de un despicado con uñero.

En 1988 se empezó a usar una máquina despicadora, que tiene el mismo principio que la "horqueta" pero utilizando energía mecánica. Surgieron dos máquinas, una por parte de un particular que radica en Cruz Grande y otra por parte de la Universidad Autónoma de Chapingo. Aunque su existencia se promovió antes de la cosecha y había un gran interés por parte de muchos jamaíqueros, no hubo mucha respuesta al momento.

Ya que se ha acumulado una buena cantidad de cálices se pasa al asoleadero donde se dispersa a todo lo largo y ancho de manera que no quede una capa gruesa de cálices. Se deja así mientras hay sol y al anochecer se reúne con la ayuda de una escoba y se cubre con plástico o costales para evitar que se humedezca con el rocío. Este procedimiento se repite por 3 ó 4 días hasta que la jamaica quede seca. La gente menciona que debe quedar con un 10 - 12% de humedad. Si las parcelas quedan cerca de la casa-habitación, los agricultores trasladan hasta el patio los cálices y ahí se dejan secar.

5.3.3. Otros aspectos del cultivo

Transporte y almacenamiento

El producto ya seco se guarda en costales de yute de 25 kg y se transporta a la casa-habitación con bestias o con camioneta. Ahí lo conserva la gente hasta que es vendido. Otra forma de almacenamiento es en un depósito perteneciente a la Unión de Ejidos.

Se pesa la cantidad que lleva cada productor y se coloca en montones. A medida que se necesita vender, ellos van sacando la cantidad necesaria. El problema con el almacenamiento se presenta

cuando pasa más de medio año y el producto no ha salido, entonces los cálices empiezan a perder color, disminuyendo su calidad y por tanto su precio de venta. En esta situación, muchos agricultores alteran el producto rociando ("bautizando") agua pintada de rojo y luego lo revuelven para que se distribuya bien. De esta manera queda lista para ser vendida como "jamaica fresca y de buen color". El problema se agudiza cuando ellos mismos desean incrementar el peso de producto por saco, rociando agua en exceso. Si los compradores detectan esto el producto es rechazado; si logra salir del sitio de producción, a los pocos días que se empieza a secar aparecen manchas oscuras en los cálices, provocando que el producto no se venda adecuadamente en los centros de comercialización. Esto implica un mal antecedente para el resto de los jamaqueros.

Producción y comercialización del producto

Si bien se dice que la jamaica debe perder entre 10 y 12% de humedad, en la práctica el secado más adecuado se determina por la consistencia del cáliz: debe estar lo suficientemente húmedo como para que no se quiebre al presionarlo, pero lo suficientemente seco como para que no se manche al almacenarse. La gente menciona que 10 kg de peso fresco se obtiene 1 kg. de peso seco.

Considerando entonces esta pérdida de peso debido al secado, una buena cosecha se refiere a 200-250 kg/ha, pero el promedio de cosecha está en los 150-200 kg/ha (Ernesto Chávez, Jefe de Apoyo, SARH regional, información personal).

El precio del producto (por kg) está determinado inicialmente por la tarifa con la que abra el mercado para ese año; de ahí se realizan aumentos ó disminuciones dependiendo de:

- lo adecuado del secado.
- que tanto va manchada.
- que no vaya "bautizada".
- que lleve o no "cascalote" (que tiene que ver directamente con la forma de cosecha).

La comercialización sigue dos vías, que pueden ser complementarias:

- 1.- Si los productores son dueños de un vehículo, llevan directamente el producto a la Central de Abastos de la Ciudad de México o a Guadalajara. Ahí venden el producto a los acaparadores, quienes la distribuyen entre los dueños de los puestos que venden este producto.
- 2.- Se realiza con acaparadores locales que pueden ser los mismos dueños de las camionetas y jamaiqueros también, o con compradores que van a la cabecera municipal específicamente para eso.

Otra forma es siguiendo el método de "venta al tiempo", es decir, los productores establecen tratos con los compradores antes de la siembra y cosecha del siguiente ciclo y reciben una parte o todo el dinero; este tipo de tratos se hace porque los agricultores carecen de alguna herramienta, o tienen que comprar fertilizante o pagar a los peones durante la cosecha.

El precio del kg de Jamaica en la comunidad varía año con año y durante los meses de cada año; en 1988 se empezó a vender en Enero a \$7,000.00 - \$8,000.00/kg y para mediados de año ya estaba en \$12,000.00. Para 1987, el precio abrió a \$6,000.00 - \$10,000.00/kg y para mediados de año estaba en \$10,000.00 - \$12,000.00. Sin embargo, para 1990 ocurrió un decremento muy brusco en el precio, empezándose a vender el kg a \$4,000.00 - \$5,000.00. Esto tuvo que ver

directamente con la importación de jamaica procedente de China, la cual se estaba comprando a \$4,500.00 el kg.

Aprovechamiento y usos del producto

En general los productores procuran quedarse con una parte del producto obtenido, de manera que en cualquier momento pueden aprovecharlo, principalmente para la elaboración de aguas frescas. Ocasionalmente se utiliza en los "ponches" que hacen en alguna fiesta del pueblo o bien en las fiestas navideñas. Por tal motivo este producto es muy raro de encontrarse en el mercado del municipio. La gente que no pudo cultivar jamaica ese ciclo por cualquier motivo, se mete a las "milpas" y roba varias plantas de jamaica, al menos para elaborar sus aguas en los meses siguientes a la cosecha. Otros hacen lo mismo pero para obtener unos cuantos kilos del producto seco y venderlo a lo que se pueda. Solamente una persona de todos los informantes aprovecha el producto con fines comerciales. Esta persona renta un local en el mercado del municipio para la venta de aguas frescas, así que una parte de la producción de "jamaica" es destinada a su negocio.

Respecto a las otras partes de la planta, algunos informantes mencionan que los tallos que quedan después de la cosecha llegan a tener uso en ocasiones como forraje o como "lazos" llamados "majagua". Todos los agricultores coinciden en mencionar que es una fibra muy resistente, pero solo la usan para amarrar algún costal y paca de rastrojo, así que no recibe ningún tipo de procesamiento.

La semilla no tiene un uso definido, sin embargo han observado que la semilla que queda en la parcela después de la cosecha es aprovechada por las vacas, mulas y burros, quienes la comen con

placer; asimismo, las gallinas que tienen en sus casas también se las comen cuando las encuentran entre los cálices que se están secando al sol, pero los agricultores no se las dan realmente como alimento complementario.

Relaciones Sociales de Producción

El cultivo de jamaica se realiza por dos razones importantes, que tienen que ver directamente con las condiciones socioeconómicas de los productores:

1.- Aquella gente que no tiene terreno pero que necesita producir maíz para autoconsumo, "renta" una parcela de 1 o 2 has en donde siembra maíz-jamaica. Al llegar la cosecha de jamaica le "paga" al dueño con una parte o toda ella (dependiendo de la producción obtenida). Ocasionalmente se realiza pago monetario. Otra variante de esto mismo es que el agricultor junto con otra persona siembren una determinada área en el terreno de uno u otro. Uno de ellos llega a realizar todas las actividades durante el ciclo agrícola (ya sea el solo o pagando peones); al llegar la cosecha, la realiza la otra persona (generalmente pagando peones) y la producción total se divide entre los dos.

2.- Los agricultores que tienen su parcela, y que generalmente no rebasa las 4 has, ven en la jamaica un ingreso monetario extra. La gente que cuenta con mayores recursos económicos o mayor área de terreno cultiva ocasionalmente la jamaica, si hay tiempo y ganas, o definitivamente ha sido eliminada de sus actividades. En este caso las actividades agrícolas se van desplazando por las actividades pecuarias.

Por estos motivos muchos de los agricultores realizan las actividades con trabajo familiar o incluso individualmente; sin embargo, si se llegan a contratar peones para aquellas actividades que consumen más tiempo y esfuerzo. La mano de obra es generalmente local, ya sea de la misma cabecera municipal o de los alrededores. Dependiendo de lo laborioso del trabajo es la cantidad de peones que se contratan.

El hecho de que este cultivo sea altamente demandante de mano de obra sobre todo para la cosecha implica que los agricultores deben ser gente con status económico elevado o bien es propicio para unidades de producción en donde la mano de obra familiar sea la base del desarrollo agrícola. En el caso de Ayutla, la segunda aceveración es más común.

5.4. DISCUSION

A través de la investigación etnobotánica se logró una aproximación adecuada sobre las actividades agrícolas que realizan los campesinos con el cultivo de jamaica. En la forma del manejo encontramos información valiosa sobre como se está dando la relación entre los agricultores y esta especie introducida, de que manera se estan manipulando las poblaciones y cuales son los móviles que siguen los agricultores para mantener a determinadas poblaciones.

Las poblaciones de Hibiscus sabdariffa que se manejan actualmente no han diferido drásticamente del resto de las poblaciones (CAPITULO III). Encontramos que el comportamiento fenológico, la asignación de

recursos, las características de las estructuras reproductivas son, en términos generales, muy semejantes a las otras poblaciones. Esto significa que desde que se introdujo a México hasta la actualidad, el manejo de las poblaciones y la variabilidad genética se ha mantenido muy semejante. Aparentemente no ha ocurrido ningún proceso de selección direccional, mediante la cual las poblaciones manifiesten características diferentes a las que originalmente presentaba.

Al momento de la siembra, los agricultores no seleccionan la semilla, es decir, no hay selección de individuos que presenten características particulares en cuanto a su morfología, sabor o resistencia. Sin embargo, durante el desarrollo del cultivo, los agricultores eliminan aquellos individuos no deseados, como por ejemplo los individuos albinos o los descoloridos. Se puede definir a esta selección de tipo "estabilizadora" en donde un fenotipo particular es mantenido a través de las generaciones. Encontramos entonces que el color es un móvil importante en la selección del fenotipo. El porqué no se han seleccionado otras formas que aporten satisfactores diferentes a la comunidad probablemente tiene que ver con el hecho de que no lo requieren. Por ejemplo, la obtención de verdura a partir de las hojas no es un satisfactor necesario para ellos ya que en la comunidad existen diversas especies que consumen como verdura, o bien las compran. En cuanto a seleccionar formas productoras de fibra, tampoco es un móvil importante ya que la gente aprovecha el tallo como mecate y casi siempre para amarrar las mismas matas o los mismos bultos de jamaica; según ellos, es una fibra de "regular" calidad, pero les sirve.

En cuanto a seleccionar variantes más productivas o más resistentes, tampoco es un móvil importante ya que el cultivo de jamaica es considerado un cultivo complementario al maíz, más que un cultivo competitivo o prioritario; en este sentido solo lo mantienen para satisfacer necesidades monetarias, más que alimenticias (aunque en algunas ocasiones si seleccionan individuos que presentan una apariencia más robusta, cálices más grandes o mayor resistencia al "hongo de la pata prieta").

Se podría decir, incluso, que el mismo manejo del cultivo permite una manipulación de las poblaciones sin necesidad de realizar una selección. Por ejemplo, la regulación del crecimiento y de la densidad lo hacen mediante la dobla del maíz y el control de la densidad por mata (figura 5.9a y figura 5.9b). No requieren seleccionar fenotipos precoces o muy ramificados, ya que con estos dos elementos ellos pueden definir la apariencia de las plantas de jamaica. Esto indica que las plantas presentan una plasticidad fenotípica, que es con la juegan los agricultores, que les permite responder a doble presión de densidad. Por un lado, ajusta su tasa de crecimiento al momento en que las condiciones de iluminación sean óptimas (cuando ocurre la dobla del maíz). Por otro lado, responde a las presiones de densidad (por la densidad por hoyo a la que se siembran, ver descripción de las prácticas agrícolas). Como es la respuesta ecológica de cada individuo en condiciones de baja densidad contra siembra en mateado, es tema de otro estudio.

Desde mi punto de vista, este fenómeno ocurrió desde los momentos iniciales en los que la especie fue introducida y de alguna manera

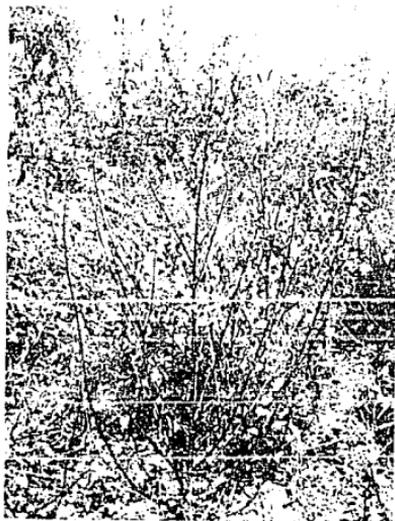


Figura 5.9.- Apariencia de algunos individuos sometidos a diferentes presiones de densidad: a) planta de jamaica sola, con una densidad por mata de un individuo. Se observa el desarrollo de la ramificación lateral. b) plantas de jamaica sometidas a una densidad por mata entre 4 a 6 individuos. Se observa un desarrollo más "hilado" y con muy poca ramificación lateral.

determinaron su morfología actual, muy particular respecto a los otros cultivares.

Por los comentarios de las personas y por las observaciones directas se puede decir que la jamaica en este Municipio está muy adaptada a las condiciones ecológicas particulares. Esto es porque la jamaica no requiere de un manejo especial para germinar y desarrollarse. Dentro de las milpas, en las orillas de los caminos y en algunos patios de casas, se observaron plantas creciendo de manera normal. Esto no implica que sea siempre así, pero la idea es que tiene cierto potencial para adaptarse a condiciones un poco diferentes a las de un cultivo formal.

En lo referente a su asociación con otras especies diferentes aunadas al maíz (mango o coco), si bien la idea de la "milpa" pierde su sentido, el concepto de policultivo se mantiene vigente, nuevamente como uno de los sistemas agrícolas con un arraigo ancestral en las culturas mesoamericanas. En estos casos existe un doble juego ya que se está hablando de dos especies introducidas (mango-jamaica o coco-jamaica) asociadas a una especie de importancia prehispánica que se desarrollan dentro de un sistema prehispánico. En estos casos se rompe con el concepto de que los cocotales o los huertos de mango siempre están asociados al sistema europeo del monocultivo.

La jamaica representa el caso de aquellas especies cuya introducción fue facilitada inicialmente por su capacidad adaptativa a las condiciones ambientales del habitat nuevo y a las de manejo tradicional, en este caso como cultivo intercalado en una "milpa tradicional". Esto se confirma por el hecho de que su ciclo de vida

se coordinó perfectamente bien con el ciclo del maíz, de manera que las prácticas agrícolas se realizan para ambas especies, e incluso algunas no están destinadas a la jamaica, como es el caso de la fertilización.

Cuáles son las perspectivas del cultivo, considerando su situación actual dentro de la comunidad y del mercado nacional e internacional?. Si bien es un cultivo que ha presentado grandes fluctuaciones en el mercado nacional e internacional, la gente continua cultivando la especie, a veces reduciendo el área destinada, a veces dejando de cultivarla por uno o dos años, pero es poca la gente que definitivamente abandona el cultivo. Podría pensarse que este cultivo está asociado a las personas de un status social alto dentro del Municipio, sin embargo esto no es tan cierto.

Con los problemas económicos, más que agrícolas, que ha representado el cultivo, se ha observado una tendencia de los dueños de grandes extensiones a destinar mayor proporción de sus terrenos a la ganadería de doble propósito. Sin embargo solo un colaborador decidió abandonar definitivamente el cultivo de jamaica. En este caso, la persona tiene otras opciones como es la venta de leche o ganado en pie, la compra-venta de jengibre, comercio (un restaurante). Sin embargo, en el resto de los ganaderos, el cultivo de jamaica se mantiene como parte importante de sus actividades agropecuarias. En el caso de las personas que carecen de este recurso pecuario, la jamaica sigue siendo el medio económico más importante aunque la producción obtenida no reditue más que para pagar la deuda contraída por la renta del terreno, para el pago de fertilizantes o cualquier otro gasto extra.

El papel cultural que ha jugado esta especie dentro de comunidades como Ayutla es y seguirá siendo básico para el mantenimiento de las características biológicas y ecológicas de las poblaciones de jamaica. Esto se refiere al hecho de que no es una especie considerada invasora, sino un elemento más de la milpa, lo cual facilita su manejo.

También, el hecho de que casi nadie practique el monocultivo, y solo se haga ocasionalmente, también tiene que ver con esta idea de protección pero a la vez de gusto por mantener a la especie. Resulta tal vez menos penoso perder la producción de jamaica cuando se tiene un respaldo en el maíz y el frijol, que quedarse sin nada de un año a otro y tener que realizar compras forzosas de estos productos básicos. Así, la salida que da la gente dependiente de este cultivo es: Conservar una cierta diversidad de especies, incluyendo el maíz y el frijol, y cultivar la jamaica. De esta manera, la dualidad que ocurre con estos cultivos representa una forma de sobrevivencia económica y la conservación de una especie por lo que ella representa.

Respecto a las perspectivas económicas del cultivo, no hay muchas opciones. En 1985 se intentó elaborar un programa estatal para la compra de jamaica con precio de garantía (Anónimo, 1985; Anónimo 1986), se creó la "Comercial Guerrerense", que se supone iba a controlar los precios y de esta manera evitar el intermediarismo. En este esfuerzo se construyó un Centro de Acopio de la jamaica en el Municipio de Ayutla, en donde se iba a centralizar el producto, a evaluar y de ahí se iba a distribuir a los diferentes destinos. Pese a esta organización, el Plan fracasó porque los créditos que se

RUTAS CRITICAS EN EL CULTIVO DE JAMAICA

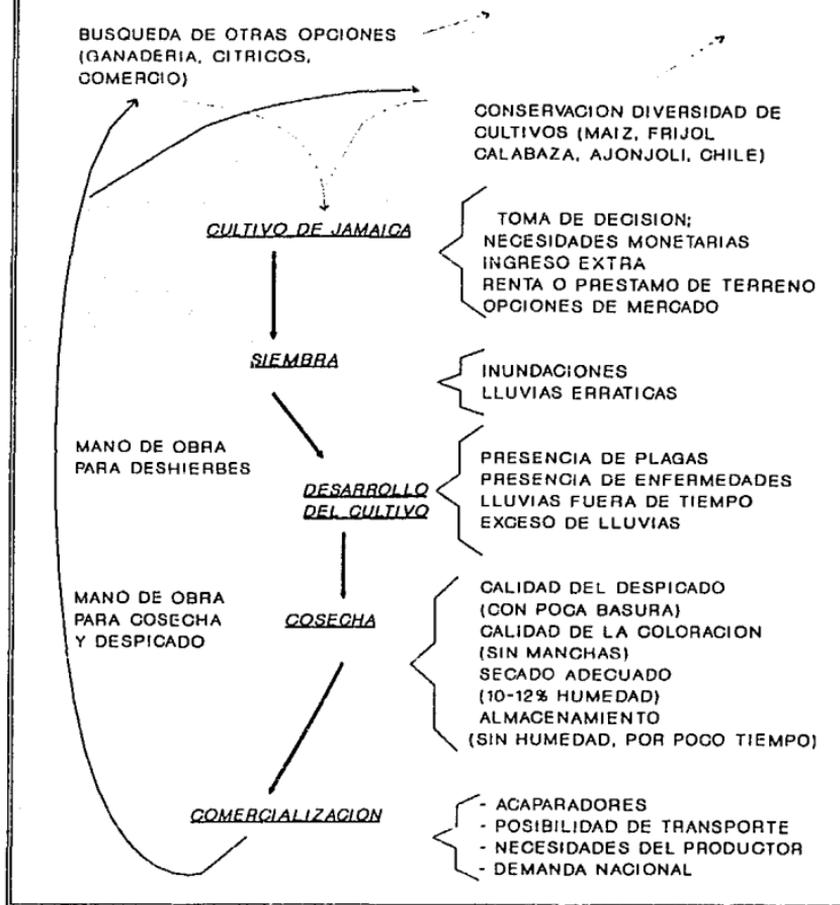


Figura 5.10.- Rutas criticas del cultivo de 'flor de jamaica'.

habían ofrecido no llegaron a tiempo, así que los productores optaron por vender su producto nuevamente a los intermediarios, ya que tenían necesidades económicas. Esto es un caso que ocurre con muchas especies tanto nativas como introducidas y dentro del sistema económico actual probablemente siga siendo la única forma de comercializar el producto.

La figura 5.10 resume lo que se llamarían "rutas críticas" del cultivo, es decir, en cada paso se determinan cuales son los elementos que están influyendo de manera determinante en el desarrollo del cultivo, desde el momento en que se toma la decisión de llevarlo a cabo hasta el momento en que se comercializa el producto. Si bien la mano de obra puede ser un factor que afecte el desarrollo de algunas de las actividades agrícolas del cultivo de Jamaica, existen otros factores más importantes como son las fluctuaciones climáticas, las plagas y enfermedades y las relaciones de producción que se establecen en la fase final del cultivo por el problema de la ausencia de precios de garantía y la dependencia obligatoria que los productores tienen de los intermediarios.

CAPITULO VI CONCLUSIONES

Los estudios orientados al conocimiento de la variación morfológica dentro de una especie vegetal sometida a presiones diferenciales de manejo humano, están permitiendo entender los cambios básicos que ocurren entre las poblaciones silvestres y las domesticadas, detectar cuales son las características que están siendo directamente seleccionadas por el hombre y cuales son consecuencia del mismo comportamiento genético (genes pleiotrópicos, epistáticos) e interpretar cuales son los patrones culturales que deciden dicho cambio y las consecuencias del proceso (Bretting, 1982 y 1986). Por otro lado, en aquellas especies domesticadas cuyo ancestro se desconoce, estos estudios de las características morfológicas actuales de dichas especies permitirán al menos hacer comparaciones entre las diferentes tendencias evolutivas bajo el proceso de domesticación. Esto abrirá el panorama de la diversidad de comportamientos que puede seguir una especie domesticada y no restringirse a la explicación de unos cuantos (Hanelt, 1986).

Hibiscus sabdariffa es un ejemplo claro de esto último. Es una especie aloploiploide domesticada desde tiempos remotos, y hasta la actualidad se desconocen sus ancestros silvestres, habiéndose propuesto, hasta el momento, a H. mechowii como uno de los ancestros hipotéticos. Los registros encontrados por Murdock (1959) y los usos actuales indican que prácticamente toda la planta se ha aprovechado con diferentes fines (capítulo II) aunque botánicamente se han determinado dos variedades, cada una de ellas relacionada con un uso diferente.

A partir de la evaluación realizada en este estudio y tomando en cuenta las características de las plantas cultivadas propuestas por

varios autores (Schwanitz, 1967; Baker, 1972; Hawkes, 1983; Heiser, 1988), se puede hablar de tres tipos de características que se detectaron en H. sabdariffa:

1) Un primer grupo formado por aquellas características que no se pueden determinar como resultado de la domesticación porque se carece de un punto de comparación, como sería la existencia del material silvestre. Aquí se incluyen:

- Cambio de habitat de anual a perene.
- Pérdida de los mecanismos de protección.
- Pérdida de sustancias tóxicas o irritantes.

2) Un segundo grupo formado por aquellas características que se pueden inferir como resultado del proceso de evolución bajo domesticación:

- Amplio rango de variación morfológica.
- Reemplazamiento de la polinización cruzada a autofecundación.
- Germinación rápida y homogénea.
- Maduración simultánea.
- Amplio rango de adaptación fisiológica.

Dentro de este mismo grupo se pueden incluir las siguientes características o síndromes:

- Asignación de una mayor proporción de recursos al tallo o al cáliz dependiendo de la forma seleccionada.
- Diferenciación de la estructura reproductiva, particularmente del cáliz y la cápsula, entre una y otra formas.
- Diferenciación de la longitud de la planta desde las etapas tempranas del cultivo hasta la longitud final.

- Diferenciación en el desarrollo fenológico, particularmente en el tiempo invertido en la maduración de la estructura reproductiva.

3) Un tercer grupo formado por aquellas características propuestas por los autores como síndromes de domesticación pero que no se presentan en esta especie:

- Gigantismo.
- Reducción de los mecanismos de dispersión.
- Reducción en la capacidad de competencia con otras especies.
- Crecimiento alométrico de la parte seleccionada.

Un aspecto que resalta inmediatamente es que no todas las características propuestas por los autores mencionados se cumplen. Esto merece mención ya que reafirma la necesidad de plantear hipótesis y buscar respuestas a las diferentes formas de interacción que el hombre ha establecido y continúa estableciendo con las plantas en el tiempo y el espacio. Con esto se quiere decir que las generalizaciones que se han hecho en cuanto a las tendencias y resultados de la domesticación solo resuelven el problema de cierto tipo de especies, principalmente gramíneas y legumbres. En el caso de H. sabdariffa, la domesticación dio lugar a una gran variación morfológica, pero esta variación es diferente a la que se encuentra, por ejemplo, en Cappicum annum L. o Phaseolus spp.

Dentro de los procesos de domesticación intervienen factores ecológicos y genéticos que determinan el rumbo que seguirá la evolución de la especie en cuestión. En el caso de H. sabdariffa, es importante destacar dos de ellos.

Por un lado encontramos el carácter alopoliploide de la especie. Es sabido que en la naturaleza las especies alopoliploides presentan

una marcada variabilidad en comparación con sus parientes silvestres (Briggs y Walters, 1972), probablemente debido a que combinan el genoma de dos taxa parentales con formas, hábito y preferencias ecológicas diferentes. Zeven (1979), hablando de los poliploides en general, sugiere que el aumento en las dimensiones y una mayor adaptabilidad han sido características atractivas para el hombre, quien frecuentemente las ha domesticado. Existen algunas dudas sobre el entendimiento de las relaciones entre domesticación y poliploidía. En este sentido, se plantea la interrogante de que si la secuencia de poliploidización seguida por la domesticación sería mejor o diferente que la domesticación seguida por la poliploidización (Walker, 1977). Hasta el momento existen algunos ejemplos tanto en autopoliploides (Ipomea batatas (L.) Lam.), en la cual se supone que ocurrió autopoliploidía durante la domesticación), como en alopoliploides (Triticum aestivum) en los cuales se demuestra el hecho de que la poliploidización llevó a una mayor producción y una respuesta favorable a ambientes variados y un aumento en la variación morfológica.

El otro aspecto hace referencia al porcentaje tan alto de autogamia que se registra en esta especie. Se sabe que esta forma de fecundación produce a lo largo de las generaciones una distribución de la información genética en diferentes "líneas puras" en donde cada línea será homociga en la mayoría de los genes. Esta forma de fecundación provoca una disminución de la variabilidad genética en cada una de las poblaciones o "líneas" (la frecuencia de homocigos en una población tiende a 1.0; Hamrick, 1982; Futuyma, 1986). En términos de la selección artificial esto es un aspecto favorable ya

que las características seleccionadas se fijan más rápidamente que en las poblaciones con mayor porcentaje de fecundación cruzada (Aquí es importante aclarar que si bien se habla de especies autógamas, varios autores mencionan que son raros los casos con 100% de autogamia, y que más bien pueden existir diferentes niveles de fecundación cruzada inclusive entre diferentes poblaciones de una misma especie) (Stebbins, 1957; Jain y Marshall, 1967; Briggs y Walters, 1972).

Sin embargo, se sabe que dentro de las especies autógamas, puede existir un aumento en la variación fenotípica. Como ejemplo encontramos el caso de Avena barbata Pott, la cual presenta una baja variabilidad genética por su alto grado de autogamia, sin embargo presenta mayor variación fenotípica (Jain y Marshall, 1967) siempre y cuando el fenotipo de los heterócigos no caiga fuera del rango establecido por los homócigos (Mayr, 1976). De esta manera, a ambos lados del espectro fenotípico, los heterócigos aumentan en frecuencia.

En H. sabdariffa se tienen reportes de fecundación cruzada en diferentes porcentajes (ver capítulo II), así que en cada generación se forma un cierto número de individuos heterócigos. Sería interesante profundizar más sobre el papel que están jugando dichos heterócigos en el mantenimiento de la variación morfológica ya que, si bien es cierto que el hombre está seleccionando las líneas más deseables, puede ser que la variación que encontramos probablemente no se explique únicamente en esos términos.

En términos de plantas domesticadas, la autofecundación trae una serie de ventajas desde el punto de vista ecológico, en cuanto a una mayor capacidad de los individuos a responder a ambientes

perturbados, actuando como especies colonizadoras en habitats abiertos, en donde la competencia con otras especies es mínima (Stebbins, 1957; Briggs y Walters, 1972). Algunos autores plantean precisamente que uno de los síndromes también presentes en las plantas domesticadas es el de cambio de fecundación cruzada a autofecundación. Esto le facilitó al hombre la manipulación de las plantas en los ambientes que el estaba perturbando (y que actualmente sigue perturbando), controlando problemas de competencia y evitando el problema de que las plantas no se pudieran reproducir por falta de polinizadores.

Básicamente estos dos aspectos han jugado un papel importante en la forma en que evolucionó H. sabdariffa bajo domesticación. De ahí, la selección humana manipuló estas características genéticas para obtener aquellas formas que satisficieran sus necesidades, fijándose aquellos caracteres relacionados principalmente con la arquitectura de la planta y las características del fruto.

La hipótesis de que existe variación morfológica en H. sabdariffa relacionada con el manejo se corroboró en este estudio. Esta variación está asociada a dos usos muy diferentes que implican cambios morfológicos en diferentes partes de la planta. Por un lado, el uso del cáliz en donde las accesiones B, C, D, E, F, K, M y N son buenas representantes. Por otro lado, encontramos al grupo integrado por A, G, H, I, J, L, las cuales representan a las formas productoras de fibra. La accesión O fue la única que no presentó un patrón definido en términos de estas dos categorías. En casi todos los caracteres analizados mediante ANOVA, las tendencias en el comportamiento siempre fueron muy constantes y significativas.

También se corroboró el hecho de que la variación en Hibiscus sabdariffa está ligada directamente al manejo humano al que ha estado sometida. El Análisis de Agrupamiento confirmó esta hipótesis. Se definieron los grupos en función de los usos en que se han clasificado. El alto valor del índice cofenético reafirmó esta hipótesis.

El Análisis de Componentes Principales dio como resultado, para ambas matrices básicas de datos (MBD), la agrupación de las accesiones de la siguiente forma, en un espacio de dos dimensiones:

- accesiones A, H, G, I, J y L (todas ellas productoras de fibra)
- accesiones B, K y M (productoras de cáliz)
- accesiones C, E, F y D (productoras de cáliz)
- accesiones N y O (productoras de cáliz y fibra, respectivamente).

Sólo se presentó un cambio en la accesión K, que pasó a formar parte del tercer grupo cuando se realizó el análisis en la MBD de 41 x 15.

El hecho de encontrar la formación de "subgrupos" dentro de las accesiones productoras de cáliz muestra que ha ocurrido un proceso de diversificación en estas poblaciones, muy probablemente relacionado con el manejo; de hecho, la accesión criolla forma parte de uno de estos subgrupos.

El Análisis de Componentes Principales también mostró que los caracteres seleccionados para cada uno de los usos tienen que ver principalmente con la asignación de recursos y las características de la estructura reproductiva (incluyendo al cáliz) y la arquitectura de la planta. La fenología y las características de las hojas no muestran relaciones muy directas.

Si bien las poblaciones analizadas no se conocen en México y por tanto no se sabe como se manejan (a excepción de la accesión "criolla"), el hecho de conocer e interpretar esta variación morfológica y de entender el proceso de introducción y manejo en áreas fuera de su centro de origen, aporta elementos para entender como es el proceso de evolución de Hibiscus sabdariffa bajo domesticación. En este sentido, la forma de introducción y el manejo actual a que está sometida esta especie en México, indican que las poblaciones se han mantenido bajo un proceso de selección estabilizadora, en donde el genotipo introducido se ha mantenido a través de las generaciones. Aparentemente el color es el móvil principal que mantiene a las poblaciones estables. Posiblemente este mismo proceso ocurra con las demás poblaciones en sus sitios de distribución.

CAPITULO VII
BIBLIOGRAFIA

- Acuña, R.
1985. Relaciones Geográficas del siglo XVI. Instituto de Investigaciones Antropológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. Tomos: III, V, VI, VIII y X.
- Adams, C.D.
1972. Flowering plants of Jamaica. University of The West Indies. Mona. Jamaica. 848 pp.
- Adamson, W.C.
1983. Inheritance of leaf shape in roselle, Hibiscus sabdariffa L. J. Her. 74 (6): 485-486.
- Aguirre B., G.
1982. El proceso de aculturación. No. 15. Ediciones de la Casa Chata. México. 374 pp.
- Ahmed, A.W.K. y B.J.F. Hudson.
1982. The fatty acid composition of Hibiscus sabdariffa seed oil. J. Sci. Food. 33 (12): 1305-1309.
- Alcorn, J.
1983. Dinamics of Huastec Ethnobotany. Resources. Resources Perception and Resources Managment at Teenek Tsabaal, México. PhD Thesis. University of Texas, Austin. 982 pp.
- Anónimo.
1985. Credito solicitado por la Unión de Ejidos y Comunidades "Pueblos de la Costa Chica" para apoyo al corte y despique de la jamaica. Expediente técnico.
- Anónimo.
1986. Seguimiento y evaluación del Programa de apoyo a la jamaiguera del Estado de Guerrero. Balance de la cosecha 1985-1986. Reporte técnico.
- Aublet, F.
1977. Histoire des Plantes de la Guiane Francoise Teste. Historiae Naturalis Classica. Tomus C. 1. J.Cramer. Germany. 976 pp.
- Bachstetz, M.
1949. Notas sobre drogas, plantas y alimentos mexicanos. Ciencia (México). 9 (4/6): 121-123.
- Bailey, L.H.
1977. Manual of Cultivated Plants. Most commonly grown in the continental United States and Canada. MacMillan Publ. Co. Inc. New York. 1116 pp.
- Baker, H.G.
1972. Human Influences on Plant Evolution. Econ.Bot. 26 (1): 32-43.
- Banco de Comercio.
1968. La Economía del Estado de Guerrero. México. 74 pp.

- Balvanera L., P.
1990. Aspectos etnobotánicos de *Cajanus cajan* (L.) Millsp. en México. Tesis de Licenciatura. Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 169 pp.
- Banco Nacional de Crédito Rural.
1978. Programa Coordinado de Asistencia Técnica Agrícola- Guerrero Zona Costa Chica. Cultivos Invierno-Primavera-Verano. Dirección General de Programas de Extensión Agrícola. Chapingo, México.
- Bates, D.M.
1985. Plant Utilization: Patterns and Prospects. *Econ. Bot.* 39 (3): 241-265.
- Bois, D.
1927. Les plants alimentaires chez tous les peuples et a travers les ages. Histoire, utilisation, culture. Phanerogames Legumières. Encyclopédie Biologique. Paul Lechevalier ed. Paris. 593 pp.
- Bosch G., C.
1985. Tres siglos de navegación mundial se concentraron en América. Instituto de Investigaciones Históricas. Serie Historia General/14. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 247 PP.
- Bretting, P.K.
1982. Morphological differentiation of *Proboscidea parviflora* ssp. *parviflora* (Martyniaceae) under domestication. *Amer. J. Bot.* 69: 1531-1537.
- Bretting, P.K.
1986. Changes in fruit shape in *Proboscidea parviflora* ssp. *parviflora* (Martyniaceae) with domestication. *Econ. Bot.* 40 (2): 170-176.
- Briggs, D. y S.M. Walters.
1972. *Plant Variation and Evolution*. World University Library. McGraw-Hill Book Company. Italy. 256 pp.
- Briggs, D. y S.M. Walters.
1984. *Plant Variation and Evolution*. 2nd. ed. Cambridge University Press. 412 pp.
- Bye, R.A., Jr.
1985. Botanical Perspectives of Ethnobotany of the Greater Southwest. *Econ. Bot.* 39 (4): 375-386.
- Carpenter, K.J.
1986. *The history of scurvy and vitamin C*. Cambridge University Press. New York. 288 pp.

- Carter y Disdier, M. de.
1953. Apuntes para la historia de la transculturación indohispanola. Instituto de Historia. México. serie 28. 498 pp.
- Clydesdale, F.M., J.H. Main y F.J. Francis.
1979. Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) anthocyanins as colorants for beverages and gelatine desserts. J.Food.Prot. 43(3): 204-207.
- Cochran, W.G.
1980. Técnicas de Muestreo. 2a. ed. Compañía Editorial Continental, S.A. México. 513 pp.
- Colmeiro, M.
1871. Diccionario de los diversos nombres vulgares de muchas plantas usuales o notables del Antiguo y Viejo Mundo. Madrid.
- Comisión Federal de Electricidad.
1989. División Hidrométrica Pacífico Sur. Estación de evaporación en Ayutla, Guerrero.
- Cook, D.F. y G.N. Collins.
1903. Contributions from the United States National Herbarium. Economic Plants of Porto Rico. Volume VIII, Part 2. Smithsonian Institution. United States National Museum. Washington. 268 pp.
- Crahan, M.E. y F.W. Knight (Ed.).
1979. Africa and the caribbean. The legacies of a link. The John Hopkins University. Baltimore. 159 pp.
- Crane, J.C.
1949. Roselle - A potentially important plant fiber. Econ. Bot. 3 (1): 89-103.
- Crisci, J.V., J.H. Hunziker, R.A. Palacios y C.A. Naranjo.
1979. A numerical taxonomic study of the genus *Bulnesia* (Zygophylliaceae): Cluster analysis, ordination and simulation of evolutionary trees. Amer. J. Bot. 66(2): 133-140.
- Cronquist, A.
1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. N.Y. 1262 pp.
- Crosby, A.W., Jr.
1972. The Columbian Exchange. Biological and Cultural Consequences of 1492. Contributions in American Studies No.2. Greenwood Press. Connecticut. 268 pp.

- Chakravarty, K. y N.C. Basu.
1972. The anthocyanin pigmentation pattern in Hibiscus sabdariffa L. and its mode of inheritance, with special reference to the variation intermedius. *Genetica* 43: 366-374.
- Chevalier, J.
1937. Les fleurs d'Hibiscus Sabdariffa. Leur utilisation en diététique. *Bull. Sci. Pharmacol.* 44: 195-198.
- De la Cruz, M.
1964. Libellus de Medicinalibus indorum herbis. Manuscrito de 1552. Según traducción de Juan Badiano. IMSS. México. 385 pp.
- Dempsey, J.M.
1975. Fiber Crops. The University Press of Florida. Gainesville. 457 pp.
- de Wet, J.M.J. y J.R. Harlan.
1975. Weeds and domesticates: Evolution in the man-made habitat. *Econ. Bot.* 29 (1): 99-107.
- Díaz, J.L.
1976. Índice y Sinonimia de las plantas medicinales de México. Monografías Científicas I. IMEPLAM. México. 358 pp.
- Du, C.T. y F.J. Francis.
1974. Anthocyanins of Roselle (Hibiscus sabdariffa). *J. Food Sci.* 38 (5): 810-812.
- Duke, J.A.
1975. Ethnobotanical observations on the Cuna Indians. *Econ. Bot.* 29 (2): 278-293.
- Dupriez, H. y P. de Luner.
1983. Agriculture tropicale en milieu paysan africain. Terres et vie. E.N.D.A.. Editions L'harmattan. Belgique. 280 pp.
- Esselen, W.B. y G.M. Sammy.
1973. Roselle - a natural red colorant for foods?. *Food. Prod. Develop.* 7 (1): 80-82.
- Esselen, W.B. y G.M. Sammy.
1975. Applications for Roselle as a red food colorant. *Food. Prod. Develop.* 9 (8): 37-40.
- F.A.O.
1983. Plants and plant products of economic importance. Terminology bulletin. 25/1. 328 pp.
- Feldman, E.B.
1990. Principios de Nutrición Clínica. Editorial El Manual Moderno S.A. de C.V. México.

- Fernández de Oviedo, G.
1978. Sumario de la Naturaleza y General Historia de las Indias. Archivo de la Nación. México. 50 pp.
- Finlay, K.W. y G.N. Wilkinson.
1963. The Analysis of Adaptation in a Plant-breeding Programme. Aust. J. Agric. Res. 14: 742-754.
- Ford-Lloyd, B. y M. Jackson.
1986. Plant Genetic Resources: an introduction to their conservation and use. Department of Plant Biology. University of Birmingham. Edward Arnold (Publishers)Ltd. England 122 pp.
- Foster, M.G.
1980. Las culturas tradicionales y los cambios técnicos. Fondo de Cultura Económica. México. 318 pp.
- Free, J.B.
1970. Insect Pollination of Crops. Academic Press. London. 544 pp.
- Fryxell, P.A.
1988. Systematic Botany Monographs. Malvaceae of Mexico. Vol. 25. The American Society of Plant Taxonomists. University of Michigan Herbarium. U.S.A. 522 pp.
- Futuyma, D.J.
1986. Evolutionary Biology. 2nd. ed. Sunderland. Massachusetts. Sinauer. 590 pp.
- Galet, P.
1979. A practical Ampelography. Grapevine Identification. Comstock Publ. Ass. Cornell University Press. Ithaca. 248 pp.
- Gandara, G.
1939. La Jamaica. Agricultura 2 (12): 34-35.
- Good, M.A., R.
1974. The geography of the flowering plants. Longman. London and New York. 557 pp.
- Grant, V.
1981. Plant Speciation. 2nd. ed. Columbia Univ. Press. New York. 563 pp.
- Grisebach, A.H.R., M.D. y F.L.S.
1864. Flora of the British West Indian Islands. Lovell Rieve & Co. London. 789 pp.
- Hamrick, J.L.
1982. Plant population genetics and evolution. Amer. J. Bot. 69 (10): 1685-1693.

- Hanelt, P.
1986. Pathways of domestication with regard to crop types (grain, legumes, vegetables). En: C. Barigozzi (ed.). *The Origin and Domestication of Cultivated Plants. . Developments in Agricultural and Managed- Forest Ecology*. 16.Elsevier Science Publ. 218 pp.
- Harlan, J.R.
1975. Geographic patterns of variation in some cultivated plants. *J. Her.* 66: 182-191.
- Harper, J.L.
1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press. London. 892 pp.
- Hartley, W (compiled by).
1979. *A checklist of economic plants in Australia*. Commonwealth Scientific and Ind. Res. Org. Melbourne. 214 pp.
- Hawkes, J.G.
1983. *The diversity of Crop Plants*. Harvard University Press. U.S.A. 184 pp.
- Heiser, Ch.B.
1988. Aspects of unconscious selection and the evolution of domesticated plants. *Euphytica* 37: 77-81.
- Hernández, F.
1943. *Historia de las plantas de Nueva España*. Tomo II. Libros 3x y 4x. Imprenta Universitaria. México.
- Hernández-Xolocotzi, E.
1985. Maize and man in the Greater Southwest. *Econ. Bot.* 39 (4): 416-430.
- Hooker J.D.y C.D. Jackson.
1885. *Index Kewensis. Plantarum Phanerogamarum*.
- Hughes, A. P. y P. R. Freeman.
1967. Growth Analysis using frequent small harvests. *J. Appl. Ecol.* 4: 553-560.
- Hutchinson, J.
1965. *Essays on Crop Plant Evolution*. University Press. Cambridge. 204 pp.
- Hyland, H.L.
1970. Descripción y evaluación de plantas introducidas silvestres y primitivas. En: Frankel, O.H. and E. Bennett (eds.). *Genetic Resources in plants. Their exploration and conservation*. Blackwell Scientific Publ. London. 554 pp.
- Hymowitz, T.
1972. The Trans-Domestication concept as applied to Guar. *Econ. Bot.* 26 (1): 39-60.

Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática.
Secretaría de Programación y Presupuesto.

1980a. Manual de Estadísticas Básicas del Estado de Guerrero.
Mexico. 691 pp.

Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática.
Secretaría de Programación y Presupuesto.

1978. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos.

Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática.
Secretaría de Programación y Presupuesto.

1979. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos.

Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática.
Secretaría de Programación y Presupuesto.

1980b. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos.

Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática.
Secretaría de Programación y Presupuesto.

1981. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos.

Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática.
Secretaría de Programación y Presupuesto.

1982. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos.

Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática.
Secretaría de Programación y Presupuesto.

1983. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos.

Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática.
Secretaría de Programación y Presupuesto.

1984. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos.

Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática.

1986. Mapa edafológico escala 1: 250 000. Carta Chilpancingo y Carta Acapulco.

Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática. Gobierno del Estado de Guerrero.

1988. Anuario Estadístico del Estado de Guerrero. Mexico. 880 pp.

Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática.
Secretaría de Programación y Presupuesto.

1989. Mapa Edafológico. Escala 1: 250 000. Inedito.

- Islam, M.A., M.A. Khan, A.J. Maisan y N.A. Khan.
 1968. Chemical pulp for writing and printing paper from mesta (*Hibiscus sabdariffa*) stick by the kraft process and pilotplant production of paper. *Sci. Rev.* 5 (4): 181-187.
- Jain, S.K. y D.R. Marshall.
 1967. Population stuides in predominantly self-pollinating species. X. Variation in natural populations of *Avena fatua* y *A. barbata*. *Am. Nat.* 101 (917): 19-33.
- Kimber, C.T.
 1970. Blue Mahoe, a case of incipient domestication. *Econ. Bot.* 24 (3): 233-240.
- Klein, H.S.
 1986. La esclavitud africana en America Latina y el Caribe. Alianza Editorial. Madrid. 191 pp.
- Koopers, W.
 1955. Diffusion: Transmission and Acceptance. Reprinted from Yearbook of Anthropology. 169-180.
- Leander, B.
 1970. Mestizaje Ecologico en México. (Algunas frutas, legumbres y semilla). *Revista de Indias*. Vol.95-96: 87-136.
- Leon, J.
 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Servicio editorial IICA. San Jose, Costa Rica. 445 pp.
- Lowenberg, M.E., E.N. Todhunter, E.D. Wilson, J.R. Savage y J.L. Lubawski.
 1979. Food and People. John Wiley & Sons, Inc. 3rd edition. United States of America. 382 pp.
- Maiti, S.N. y N. Mukerjje.
 1985. Outcrossing in Roselle. *Indian J. Agric. Sci.* 55 (3): 209.
- Marafioti, R.L.
 1970. The meaning of generic names of important economic plants. *Econ. Bot.* 24 (2): 189-197.
- Marche-Marchad, J.
 1965. Le monde végétal en Afrique intertropicale. Editions de l'Ecole. Paris. 471 pp.
- Marín, L.
 1940. La Jamaica. *Campo (Monterrey)*. 2 (62): 15-18.
- Martin, F.W.
 1984. Handbook of tropical food crops. CRC Press, Inc. Boca Raton Florida. 296 pp.

- Mayr, E.
1976. Evolution and diversity of life. Selected essays. Belnap Press. Harvard Univ. Cambridge. 558 pp.
- Menzel, M.Y., S.G. Goetz y W.C. Adamson.
1983. Some pieces of the African genome puzzle in Hibiscus section Furcaria (Malvaceae). Amer. J. Bot. 70 (2): 285-297.
- Menzel, M.Y. y F.D. Wilson.
1963. Cytotaxonomy of twelve species of Hibiscus section Furcaria. Brittonia 21: 91-125.
- Menzel, M.Y. y F.D. Wilson.
1969. Genetic relationships in Hibiscus section Furcaria. Amer. J. Bot. 50 (3): 267-271.
- Mueller-Dombois, J. y H. Ellenberg.
1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons Inc. New York. 547 pp.
- Murdock, G.P.
1959. Africa: its people and their culture history. McGraw-Hill. New York. 456 pp.
- Núñez, B.
1980. Dictionary of Afro-Latin American civilization. Greenwood Press. London. 525 pp.
- Ochse, J.J., M.J. Soule Jr., M.J. Dijkman y C. Wehburg.
1976. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Tomo II. Limusa ed. Mexico. 1536 pp.
- Palmer, Edward.
1868-1910. En: Safford, W.E. Archivo Etnobotánico de México y el Oeste de Estados Unidos. Copia depositada en el Jardín Botánico Exterior, Instituto de Biología, UNAM. Mexico.
- Pant, K. C., K. P. S. Chandel y D. C. Pant.
1984. Variability and Path-coefficient Analysis in Fenugreek. Indian J. Agric. Res. 54 (8): 655-658.
- Parry, J.H.
1970. El Imperio Español de Ultramar. Aguilar, S.A. ediciones. Mexico.
- Parbery, D.B.
1964. Plant Introduction in Asia and Australia. Nature. 202(4932): 549-551.
- Patiño N., A.
1975. Cultivo y aprovechamiento de la jamaica. Dirección General de Extensión Agrícola. Chapingo, Mexico. 50 pp.

- Powell, D.
1977. The voyage of the plant nursery, H.M.S. Providence, 1791-1793. *Econ. Bot.* 31 (4): 387-431.
- Proctor, M. y P. Yeo.
1979. *The pollination of flowers*. N.N. Collins. London. 418 pp.
- Pulonin, Nicholas.
1960. *Introduction to Plant Geography and some related sciences*. McGraw-Hill. Book Company Inc. New York. 640 pp.
- Purseglove, J.W.
1982. *Tropical Crops. Dicotyledons*. Longman Group. Ltd. London. p. 370-375 .
- Radford, A.E., W.C. Dockinson, J.R. Massey y C. Ritchie
Bell.
1974. *Systematics*. Harper and Row, Publishers. 891 pp.
- Radford, A.E.
1986. *Fundamentals of Plant Systematics*. University of North Carolina at Chapel Hill.
- Rea, Mary-Alice F.
1975. Early introduction of economic plants into New England. *Econ. Bot.* 29 (4): 333-356.
- Rendón A., B.
1990. *Acercamiento a patrones de introducción de especies a México*. XI Congreso Mexicano de Botánica. Oaxtepec, Morelos. 30 de septiembre a 5 de octubre. 332 pp.
- Rendón A., B. y N.T. Guillén.
1985. *El cultivo del café: caracterización del manejo y estructura de cuatro huertos en el ejido "El Quemado", Municipio de Atoyac de Alvarez, Guerrero*. Tesis de Licenciatura. Biología. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 183 pp.
- Rindos, D.
1984. *The origins of agriculture. An evolutionary perspective*. Academic Press, Inc. New York. 325 pp.
- Rohlf, F.J.
1987. *Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System for IBM PC*. Applied Biostatistics Inc. N.Y.
- Roig y Mesa, J.T.
1988. *Diccionario Botánico de Nombres Vulgares Cubanos*. Colección Diccionario. Editorial Científico-Técnica. La Habana. 1142 pp.

- Rovesti, P.
1936. Appunti sulle proprietà terapeutiche e dietetiche del Karkadè, il nuovo tè rosa delle nostre colonie "Hibiscus Sabdariffa L.". Il Farmacista Italiano 3 (1): 13-16.
- Ruiz, Gronoz M., D. Nieto Roaro e I. Larios Rodriguez.
1977. Botánica. Editorial ECLALSA. Mexico. 730 pp.
- Santamaría, F.J.
1978. Diccionario de Mejianismos. Ed. Porrúa. S.A. México. 1207 pp.
- Sauget, D.J.S. y E.E. Liogier.
1953. Flora of Cuba. Dicotyledoneas. Malpighiaceae aMyrtaceae. vol.III. Contribuciones ocasionales del Museo Historia Natural del "Colegio de La Salle". No.13. Imp. P. Fernández y Cia. S. en C. La Habana.
- Sardana, S., A. K. Ghosh and D. N. Borthakur.
1984. Adaptability of Promising Roselle Varieties to the Uplands of Tripura. Indian J. Agric. Sci. 54 (8): 642-645.
- Schnell, R.
1957. Plantes alimentaires et vie agricole de l'Afrique noire. Essai de Phytogéographie alimentaire. Editions La Rose. Paris. 216 pp.
- Schwanitz, F.
1967. The origin of cultivated plants. Harvard Univ. Press. Cambridge, Mass. 175 pp.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
1975. Ciclo Otoño-Invierno 1974-75. Boletín Mensual # 75. Dirección General de Economía Agrícola.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
1976. Ciclo Otoño-Invierno 1975-76. Boletín # 75. Dirección General de Economía Agrícola.
- Secretaría de Agricultura y Ganadería.
1976. Agenda Técnica Agrícola, Guerrero. Cultivos de Invierno-Primavera-Verano. Dirección General de Extensión Agrícola. Chapingo, México.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
1981. Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central. Campo Agrícola Experimental Zacatepec.
- Secretaría de Industria y Comercio.
1958. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos. Dirección General de Estadística. México.
- Secretaría de Industria y Comercio.
1959. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados

Secretaría de Industria y Comercio.

1974. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos. Dirección General de Estadística. México.

Secretaría de Programación y Presupuesto.

1975. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos. Coordinación General del Sistema Nacional de Información. México.

Secretaría de Programación y Presupuesto.

1976. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos. Coordinación General del Sistema Nacional de Información. México.

Secretaría de Programación y Presupuesto.

1977. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos. Coordinación General del Sistema Nacional de Información. México.

Secretaría de Programación y Presupuesto.

1981. Atlas Nacional del Medio Físico. México.

Secretaría de Programación y Presupuesto. Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática.

1983. X Censo General de Población y Vivienda. Estado de Guerrero. Vol. 1. No. 12. México.

Sesse, Martino y Josepho Marianno Mocifo.

1893. *Plantae Novae Hispaniae*. 2a. ed. Oficina Tipológica de la Secretaría de Fomento. México. 184 pp.

Simeón, R.

1984. Diccionario de la Lengua Nahuatl o Mexicana. Siglo XXI editores. S.A. México. 783 pp.

Simmonds, N.W.

1979. *Evolution of crop plants*. Longman. London and New York. 339 pp.

Simpson, B.B. y M. Conner-Ogorzaly.

1986. *Economic Botany. Plants of our world*. McGraw-Hill Book Company.

Singh, R. K.

1985. Genotypic and Phenotypic variability correlations in pea. *Indian J. Agric. Sci.* 55 (3): 147-150.

Stebbins, L.G.

1957. Self Fertilization and Population Variability in the Higher Plants. *Am. Nat.* 91 (861): 337-354.

Tannenbaum, F.

1968. *El negro en las Américas. Esclavo y ciudadano*. PAIDOS. Buenos Aires. 119 pp.

- Toplin, R.B.
1940. **Slavery and Race Relations in Latin America.** Greenwood Press. London. 450 pp.
- Toscano, S.
Una empresa renacentista de España en América. **Cuadernos Americanos** 25 (1): 143-158.
- Uphof, J.C.Th.
1968. **Dictionary of Economic Plants.** 2nd. ed. 3301 Lehre. Verlag Von J. Cramer. New York. 591 pp.
- Velasco, A.L.
1889. **Geografía y Estadística de la República Mexicana.** Tomo X. Geografía y Estadística dl estado de Guerrero. México.
- Verdoorn, F.
1945. **Plants and plant science in Latin America.** Publ. by Chronica Botanica Company. Waltham, Mass., U.S.A. 381 pp.
- Walker, E.J., M. Sierra, R. Bedia y H. Hopp.
1960. Some relationships between dates of planting, flowering and harvest date, expected yields of seed and fiber from Kenaf, Hibiscus cannabinus, in Cuba. **Turrialba.** 10 (4): 149-155.
- Walker, K.A.
1979. **Polyploidy and Agriculture: Summary.** En: Walter H. Lewis (ed.) **Polyploidy. Biological Relevance.** . Basic Life Sciences. Vol. 13. Plenum Press. 583 pp.
- Wester, P.J.
1911. Contributions to the history and bibliography of the roselle. **Bot. Bull. Torrey Club** 38: 91-98.
- Williams, R.O.
1928. **Flora of Trinidad and Tobago.** Department of Agriculture. Trinidad. Government Printing Office. Spain. Parte 2.
- Wilson, Ch.M.
1945. **New Crops for the New World.** The MacMillan Company. New York. 295 pp.
- Wilson, F.D.
1974. Hibiscus section Furcaria (Malvaceae) in Australia. **Aust. J. Bot.** 22: 157-182.
- Wilson, F.D. y M.Y. Menzel.
1964. Kenaf (Hibiscus cannabinus), Roselle (Hibiscus sabdariffa). **Econ. Bot.** 18 (1): 80-91.
- Wilson, F.D. y M.Y. Menzel.
1967. Interspecific hybrids between Kenaf (Hibiscus cannabinus) and Roselle (Hibiscus sabdariffa). **Euphytica** 16: 33-44.

Wilson, F.D. y W.C. Adamson.

1970. Reaction to the cotton root-knot nematodes and the pollen and seed fertility of kenaf-Roselle (*Hibiscus cannabinus* x *Hibiscus sabdariffa*) allohexaploids. *Euphytica* 19: 349-355.

Wilson, H.D. y Ch.B. Heiser Jr.

1979. The origin and evolutionary relationships of "Huazontle" (*Chenopodium nuttalliae* Safford), domesticated chenopod of Mexico. *Amer. J. Bot.* 66 (2): 165-206.

Wilson, H.D.

1981. Domesticated *Chenopodium* of the Ozark Bluff Dwellers. *Econ. Bot.* 35 (2): 233-239.

Zeven, A.C.

1979. Polyploidy and Domestication: The origin and survival of polyploids in cytotypes mixtures. En: Walter H. Lewis (ed.) *Polyploidy. Biological Relevance. Basic Life Sciences.* Vol. 13. Plenum Press. 583 pp.

APENDICE 1

Tabla 3.1. Accesiones de Hibiscus sabdariffa utilizadas para el análisis de variación morfológica. Los datos de serie, cultivar y uso provienen del Banco de Germoplasma.

CLAVE DE CAMPO	SERIAL No.	CULTIVAR No.**	TIPO PROBABLE x
A	40490	A59-56	Fibra
B	40502	A60-219	Caliz
C	40504	A60-235	Caliz
D	40510	A60-272	Caliz
E	40511	A60-273	Caliz
F	40513	A60-275	Caliz
G	40516	A61-324g	Fibra
H	40521	A61-327	Fibra
I	40524	A61-330	Fibra
J	40527	A61-336	Fibra
K	40533	A61-342	Caliz
L	40546	A61-382	Fibra
M	-	criolla Ayutla	Caliz
N	-	sudán	Caliz
O	40538	A61-357c	Fibra

** La letra A indica que es una accesión de Florida; el número que le precede es el año en que llegó al Banco de Germoplasma; el número que sigue al guión indica el número de la accesión.

x Indica el uso probable de acuerdo al Banco de Germoplasma.

Algunos datos de procedencia se obtuvieron solo para ciertas accesiones, sin embargo la información es aún deficiente:

- accesión A.- Proviene del Instituto de Investigación del Jute, Dacca, Pakistan y se clasifica como "Altissima Verde".
- accesión B.- Jardín Botánico, Adelaide, Australia.
- accesión D.- Estación Regional de Investigación, Zaria, Nigeria.
- accesión K.- Departamento de Agricultura, Pretoria, Sudáfrica. Llamada Rosella. Se reporta como de origen desconocido. Se indica que crece en los "jardines agrícolas" en las partes subtropicales. Se utiliza para producir mermelada.
- accesión L.- Djarkata, Indonesia. Originalmente de la Estación Experimental de Agricultura General, Bogor. Clasificada como "Verde".
- accesión O.- originaria de Maradi, Nigeria.

Tabla 3.2. Resultados de las ANOVA aplicadas a los tres tamaños de hojas en el muestreo 1 realizados a 9 accesiones. (nivel de significancia $p < 0.05$).

Tamaño 1.

Caracter (ver tabla 4.1)	Colecta		Bloque		Individuo	
	F	Nivel de Signif.	F	Nivel de Signif.	F	Nivel de Signif.
66	3.326	0.0013	5.739	0.0037	18.089	0.0000
67	3.189	0.0019	6.832	0.0013	20.049	0.0000
68	2.604	0.096	3.494	0.0320	0.850	0.3673
69	2.740	0.0066	3.122	0.459	0.012	0.9136
70	9.264	0.0000	8.485	0.0003	2.662	0.1041
71	1.317	0.2527	2.889	0.0602	10.909	0.0013
72	11.381	0.0000	6.776	0.0014	2.356	0.1112
73	2.980	0.0071	0.091	0.9131	4.996	0.0276
74	0.800	0.6032	2.485	0.0855	20.231	0.0000
75	0.880	0.5339	5.084	0.0069	20.678	0.0000
76	2.643	0.0086	2.085	0.1266	2.108	0.1478
77	2.488	0.0131	1.776	0.1716	0.654	0.4281

Tamaño 2.

Caracter (ver tabla 4.1)	Colecta		Bloque		Individuo	
	F	Nivel de Signif.	F	Nivel de Signif.	F	Nivel de Signif.
78	4.995	0.0000	4.791	0.0092	5.135	0.0244
79	6.609	0.0000	6.982	0.0011	15.246	0.0001
80	15.466	0.0000	6.177	0.0024	2.791	0.0962
81	14.236	0.0000	6.059	0.0027	2.801	0.0955
82	8.908	0.0000	15.116	0.0000	0.685	0.4175
83	3.789	0.0012	2.283	0.1076	7.060	0.0092
84	10.643	0.0000	10.116	0.0001	1.447	0.2303
85	2.201	0.0415	0.170	0.8440	3.631	0.0597
86	4.271	0.0001	2.253	0.1074	8.345	0.0042
87	5.620	0.0000	4.249	0.0154	18.923	0.0000
88	18.524	0.0000	2.570	0.0788	4.540	0.0342
89	18.851	0.0000	4.068	0.0184	3.540	0.0612

Tabla 3.2. (cont.)

Tamaño 3.

Caracter (ver tabla 4.1)	Colecta		Bloque		Individuo	
	F	Nivel de Signif.	F	Nivel de Signif.	F	Nivel de Signif.
90	2.594	0.1010	15.294	0.0000	0.346	0.5633
91	4.269	0.0000	15.267	0.0000	0.650	0.4296
92	40.841	0.0000	2.438	0.0897	1.948	0.1642
93	31.687	0.0000	2.826	0.0614	0.715	0.4077
94	12.043	0.0000	5.000	0.0075	0.261	0.6155
95	2.964	0.0079	13.626	0.0000	0.001	0.9790
96	15.380	0.0000	1.919	0.1439	0.508	0.4845
97	2.501	0.0220	1.254	0.2904	0.918	0.3509
98	3.417	0.0010	7.048	0.0011	3.295	0.0709
99	4.707	0.0000	6.397	0.0020	4.225	0.0410
100	37.099	0.0000	2.439	0.0896	5.498	0.0199
101	26.762	0.0000	1.769	0.1730	2.829	0.0940

Tabla 3.3. Comportamiento fenológico de las 15 accesiones de Hibiscus sabdariffa.

ACCESION	DIAS A BOTONES	DURACION	DIAS A FLORES	DURACION	DIAS A FRUTOS	DURACION
A	91	72	125	38	125	53
B	135	35	162	8	162	42
C	104	44	135	13	135	56
D	112	50	135	28	135	56
E	96	51	135	12	135	56
F	96	51	125	23	135	56
G	104	59	112	57	135	56
H	96	67	135	28	135	42
I	91	72	120	43	125	52
J	91	72	120	43	125	52
K	91	79	120	50	125	78
L	96	67	125	38	135	42
M	104	59	135	28	141	50
N	77	71	104	44	112	65
O	96	52	120	43	120	57

Tabla B. 4.- Matriz Básica de Datos de 140 caracteres x 15 OTU's.

Caracter	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	11.933	2.667	3.667	2.778	3.389	2.889	6.333	11.333	7.789	8.000	3.333	7.889	6.878	7.000	4.778
2	27.814	7.287	7.833	3.944	8.389	5.389	28.944	39.500	21.555	21.273	8.555	24.667	13.222	13.667	7.167
3	45.814	14.944	17.778	7.722	12.355	12.667	61.689	46.611	47.555	46.273	19.611	51.667	28.544	28.444	19.611
4	56.743	26.944	35.500	16.000	21.333	25.000	101.167	75.555	77.222	54.611	33.878	87.333	42.111	34.778	29.222
5	76.255	41.811	57.111	27.633	33.722	32.278	149.276	129.811	134.167	79.222	60.157	123.776	64.278	44.250	41.222
6	105.717	53.222	55.689	34.444	45.833	47.722	196.500	172.222	140.111	132.722	81.083	171.444	87.722	52.211	47.722
7	156.667	82.844	87.277	47.866	65.278	63.555	251.500	221.167	204.555	139.844	112.167	227.225	143.289	117.222	104.278
8	195.917	115.667	119.167	66.111	82.689	101.667	327.917	244.722	224.277	219.223	141.167	246.166	188.444	147.922	125.555
9	216.333	150.056	136.111	75.777	125.444	116.276	404.417	254.555	234.111	225.411	159.000	275.555	198.111	171.222	152.222
10	229.157	165.322	132.570	76.555	142.776	129.555	338.500	259.278	235.444	222.167	147.023	279.000	193.555	155.277	135.044
11	259.000	2.510	299.000	299.000	2.540	1.400	299.000	0.250	4.250	7.250	299.000	4.726	4.250	3.650	299.000
12	299.306	17.250	299.000	299.000	10.500	7.930	299.000	4.790	36.730	33.280	299.000	20.540	24.410	4.600	299.000
13	299.000	24.114	299.000	299.000	19.100	11.610	299.000	0.290	24.270	21.250	299.000	15.150	16.250	4.170	299.000
14	299.300	3.600	299.000	299.000	0.000	0.000	299.000	0.000	0.000	0.000	299.000	2.600	0.000	3.010	299.000
15	299.630	19.436	299.000	299.000	26.100	24.000	299.000	6.100	24.000	21.000	299.000	24.000	35.000	15.000	299.000
16	299.000	2.750	299.000	299.000	1.140	1.030	299.000	7.990	1.850	1.220	299.000	1.220	1.580	0.910	299.000
17	299.000	27.150	299.150	299.000	24.750	20.280	299.000	30.220	-8.490	33.670	299.000	29.150	35.940	15.000	299.000
18	299.000	207.150	299.300	299.000	23.250	21.890	299.000	234.990	-36.490	301.250	299.000	192.570	283.350	174.440	299.000
19	299.000	124.450	299.300	299.000	179.550	165.050	299.000	49.590	156.220	116.530	299.000	90.620	150.470	93.230	299.000
20	299.000	0.300	299.000	299.000	15.940	14.200	299.000	2.540	27.790	27.110	299.000	6.100	4.170	11.530	299.000
21	299.000	0.000	299.500	299.000	0.250	0.250	299.000	0.000	2.650	6.550	299.000	2.250	1.200	19.250	299.000
22	299.000	-5.000	299.000	299.000	32.300	30.000	299.000	29.000	-5.300	54.000	299.000	30.300	34.000	24.000	299.000
23	299.000	3.110	299.000	299.000	3.170	3.110	299.000	3.380	1.240	3.070	299.000	2.700	2.600	6.580	299.000
24	299.000	52.750	25.460	14.310	20.510	22.710	71.990	36.190	56.990	50.920	14.620	45.550	45.400	25.510	26.720
25	294.766	533.120	233.200	107.760	247.050	249.860	463.150	272.030	531.240	423.160	-04.330	469.820	473.230	232.630	167.530
26	13.740	31.850	5.563	9.250	0.000	0.210	9.970	25.290	38.130	24.130	28.890	49.420	67.240	22.740	26.220
27	126.130	58.450	226.130	143.650	184.250	351.110	222.140	184.850	420.120	342.260	275.740	301.220	521.230	191.410	254.210
28	29.200	71.000	47.300	48.000	37.000	49.000	32.300	39.000	55.000	57.000	49.000	45.000	44.200	22.100	34.100
29	2.610	2.300	2.600	2.470	2.350	2.750	3.500	2.250	4.010	3.420	3.530	5.910	2.720	2.720	3.630
30	26.123	32.110	26.170	35.750	31.220	31.170	26.30	30.723	31.220	32.170	26.170	31.750	30.730	27.250	29.710
31	299.000	0.115	299.000	299.000	0.121	0.294	299.000	0.114	0.256	0.115	299.000	0.123	0.425	0.155	299.000
32	299.000	0.401	299.000	299.000	0.426	0.402	299.000	0.381	0.545	0.534	299.000	0.552	0.460	0.426	299.000
33	299.000	0.425	299.000	299.000	0.443	0.424	299.000	0.329	0.459	0.481	299.000	0.325	0.445	0.434	299.000
34	299.000	0.000	299.000	299.000	0.000	0.000	299.000	0.000	0.000	0.000	299.000	0.000	0.000	0.012	299.000
35	299.000	44.932	299.000	299.000	32.432	20.652	299.000	6.252	17.192	12.270	299.000	40.032	63.212	15.232	299.000
36	299.000	0.132	299.000	299.000	0.148	0.366	299.000	0.132	0.132	0.135	299.000	0.105	0.135	0.123	299.000
37	299.000	0.533	299.000	299.000	0.449	0.449	299.000	0.533	0.533	0.535	299.000	0.580	0.580	0.581	299.000
38	299.000	3.125	299.500	299.000	3.425	3.411	299.000	3.214	0.257	0.257	299.000	0.308	0.371	0.217	299.000
39	299.000	3.500	299.500	299.000	3.612	3.244	299.000	0.630	0.711	0.618	299.000	0.711	0.617	0.725	299.000
40	299.000	0.000	299.000	299.000	0.000	0.001	299.000	0.000	0.007	0.009	299.000	0.002	0.001	0.003	299.000
41	299.000	225.952	299.000	299.000	452.750	30.251	299.000	327.757	716.532	784.246	299.000	219.310	513.322	117.750	299.000
42	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
43	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
44	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
45	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
46	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
47	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
48	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
49	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 13. 4. (Cont.)

Caracter	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
48 I	40.000	40.000	10.600	20.600	5.000	106.000	35.000	45.300	25.000	22.000	40.000	15.000	15.000	40.000	15.300
49 I	144.750	91.944	22.278	37.611	24.444	15.833	147.000	92.611	92.111	121.833	93.750	140.333	44.944	27.271	32.422
50 I	230.200	167.000	131.722	68.558	134.500	117.833	281.333	245.722	232.056	218.444	162.917	266.667	170.222	113.257	95.500
51 I	2.019	4.197	5.556	3.374	6.958	6.759	1.980	2.353	3.270	4.157	5.388	2.518	4.747	6.695	7.232
52 I	13.022	17.669	19.099	13.632	19.470	17.374	10.448	6.247	6.247	0.274	0.277	0.208	0.282	0.267	0.274
53 I	9.232	9.237	9.243	6.828	9.357	9.357	6.000	6.000	4.600	2.300	4.600	4.000	4.300	4.000	5.300
54 I	1.150	4.000	4.000	3.636	3.000	3.000	4.000	4.000	2.000	2.000	4.000	2.000	2.000	1.500	1.500
55 I	2.000	1.000	1.000	1.000	1.200	1.000	2.000	2.000	4.000	2.000	4.000	4.000	4.000	4.000	5.000
56 I	1.000	1.000	4.000	3.000	3.000	3.000	4.000	4.000	2.000	2.000	4.000	2.000	2.000	1.000	1.000
57 I	2.000	1.000	1.000	1.600	1.000	1.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	1.000	1.000
58 I	1.451	2.109	2.054	1.745	2.188	2.157	1.570	1.474	1.667	1.763	1.973	1.507	2.171	1.925	2.137
59 I	2.235	3.264	3.158	3.171	4.926	5.104	2.238	2.412	3.047	3.341	4.020	2.262	3.930	2.955	2.732
60 I	1.414	1.432	1.287	1.288	1.287	1.235	1.530	1.451	1.430	1.425	1.377	1.353	1.688	2.142	2.142
61 I	1.854	2.168	2.059	1.740	2.744	2.911	1.053	1.946	2.171	2.252	1.797	2.167	2.708	3.111	3.111
62 I	1.702	1.495	2.058	1.617	2.270	2.262	1.425	1.645	1.027	1.023	1.027	1.470	1.876	1.822	1.252
63 I	112.000	125.000	125.000	112.000	104.000	134.000	104.000	104.000	91.000	91.000	91.000	95.000	112.000	112.000	112.000
64 I	141.000	162.000	135.000	141.000	135.000	125.000	125.000	125.000	135.000	125.000	141.000	135.000	141.000	112.000	126.000
65 I	141.000	162.000	141.000	141.000	125.000	125.000	141.000	125.000	135.000	125.000	147.000	135.000	141.000	126.000	126.000
66 I	999.000	9.220	999.000	999.000	0.349	0.349	999.000	0.300	0.620	0.760	999.000	0.271	0.140	0.110	999.000
67 I	999.000	0.210	999.000	999.000	0.340	0.290	999.000	0.440	0.630	0.620	999.000	0.250	0.130	0.060	999.000
68 I	999.000	0.550	999.000	999.000	0.510	0.590	999.000	0.410	0.370	0.970	999.000	0.530	0.740	0.850	999.000
69 I	999.000	0.610	999.000	999.000	0.540	0.590	999.000	0.430	0.370	0.570	999.000	0.516	0.760	0.960	999.000
70 I	999.000	0.430	999.000	999.000	0.290	2.120	999.000	0.320	4.210	4.480	999.000	2.970	2.540	2.730	999.000
71 I	999.000	1.660	999.000	999.000	1.950	2.190	999.000	999.000	1.840	2.080	999.000	1.440	1.490	1.490	999.000
72 I	999.000	2.210	999.000	999.000	2.140	1.720	999.000	2.760	3.630	3.530	999.000	2.590	2.100	2.790	999.000
73 I	999.000	0.470	999.000	999.000	0.570	0.570	999.000	999.000	0.370	0.560	999.000	0.420	0.430	0.510	999.000
74 I	999.000	3.000	999.000	999.000	0.090	0.090	999.000	0.090	0.140	0.130	999.000	3.070	3.050	3.090	999.000
75 I	999.000	0.000	999.000	999.000	0.090	0.090	999.000	0.146	0.140	0.110	999.000	0.080	0.025	0.170	999.000
76 I	999.000	3.000	999.000	999.000	3.199	3.350	999.000	6.120	0.090	0.230	999.000	6.210	0.190	0.240	999.000
77 I	999.000	0.030	999.000	999.000	0.120	0.090	999.000	0.120	0.090	0.240	999.000	0.230	0.190	0.230	999.000
78 I	999.000	0.110	999.000	999.000	0.710	0.060	999.000	0.870	0.910	1.330	999.000	0.680	0.430	3.700	999.000
79 I	999.000	0.510	999.000	999.000	1.140	0.060	999.000	0.820	0.940	1.330	999.000	0.740	0.590	0.580	999.000
80 I	999.000	1.170	999.000	999.000	2.540	2.090	999.000	2.580	0.820	1.450	999.000	0.240	1.030	1.250	999.000
81 I	999.000	1.270	999.000	999.000	2.520	2.410	999.000	0.550	0.770	1.160	999.000	0.810	1.016	1.210	999.000
82 I	999.000	4.920	999.000	999.000	5.410	4.140	999.000	5.671	6.670	7.270	999.000	5.400	5.280	5.390	999.000
83 I	999.000	3.370	999.000	999.000	5.330	3.740	999.000	999.000	5.230	6.110	999.000	4.200	4.740	3.290	999.000
84 I	999.000	0.870	999.000	999.000	4.270	3.250	999.000	5.800	6.910	5.340	999.000	5.350	5.110	5.260	999.000
85 I	999.000	0.410	999.000	999.000	0.750	2.790	999.000	999.000	0.580	0.810	999.000	0.720	0.740	0.510	999.000
86 I	999.000	0.100	999.000	999.000	0.110	0.090	999.000	0.160	0.140	0.130	999.000	0.120	0.120	0.120	999.000
87 I	999.000	1.000	999.000	999.000	3.199	3.030	999.000	0.150	0.120	0.160	999.000	0.140	0.070	0.120	999.000
88 I	999.000	1.000	999.000	999.000	1.490	0.090	999.000	3.110	3.160	0.170	999.000	0.170	0.210	0.220	999.000
89 I	999.000	1.100	999.000	999.000	0.490	3.290	999.000	0.100	1.150	0.250	999.000	0.160	0.190	0.200	999.000
90 I	999.000	1.120	999.000	999.000	2.370	1.460	999.000	1.150	1.110	2.030	999.000	1.120	1.420	1.270	999.000
91 I	999.000	0.940	999.000	999.000	2.810	1.250	999.000	1.110	1.220	2.230	999.000	1.140	1.220	1.210	999.000
92 I	999.000	1.090	999.000	999.000	4.399	4.320	999.000	1.740	1.230	1.410	999.000	1.170	2.420	2.330	999.000
93 I	999.000	1.920	999.000	999.000	4.210	4.120	999.000	0.530	1.010	1.250	999.000	1.110	2.370	2.420	999.000
94 I	999.000	1.100	999.000	999.000	3.880	3.770	999.000	10.380	11.980	11.300	999.000	9.310	7.870	8.240	999.000

Tabla 3.4. (Cont.)

Character	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
95	999,000	7,230	999,000	999,000	9,250	8,090	999,000	999,000	10,940	9,770	999,000	9,870	7,170	7,790	999,000
96	999,000	8,380	999,000	999,000	7,280	8,340	999,000	10,980	13,640	14,090	999,000	11,300	8,450	8,630	999,000
97	999,000	0,800	999,000	999,000	0,930	0,950	999,000	999,000	0,770	0,580	999,000	0,930	0,810	1,040	999,000
98	999,000	0,000	999,000	999,000	0,250	0,160	999,000	0,110	0,090	0,190	999,000	0,120	0,160	0,230	999,000
99	999,000	0,000	999,000	999,000	0,310	0,170	999,000	0,100	0,100	0,200	999,000	0,110	0,130	0,230	999,000
100	999,000	0,000	999,000	999,000	0,560	0,630	999,000	0,080	0,130	0,150	999,000	0,140	0,310	0,360	999,000
101	999,000	0,000	999,000	999,000	0,510	0,580	999,000	0,080	0,130	0,140	999,000	0,130	0,350	0,360	999,000
102	999,000	0,310	999,000	999,000	0,000	0,000	999,000	0,560	0,560	0,250	999,000	0,880	0,080	0,990	999,000
103	999,000	0,450	999,000	999,000	0,000	0,440	999,000	0,560	0,530	0,300	999,000	0,000	0,240	1,130	999,000
104	999,000	1,400	999,000	999,000	1,260	2,430	999,000	0,580	0,470	1,050	999,000	0,540	0,880	0,260	999,000
105	999,000	1,480	999,000	999,000	1,640	3,160	999,000	0,620	0,660	1,420	999,000	0,670	1,130	1,160	999,000
106	999,000	5,480	999,000	999,000	5,440	6,300	999,000	3,250	6,660	6,850	999,000	5,800	5,780	5,350	999,000
107	999,000	3,160	999,000	999,000	3,230	4,650	999,000	2,740	3,110	2,740	999,000	2,930	3,030	4,020	999,000
108	999,000	4,750	999,000	999,000	3,770	4,760	999,000	4,840	4,500	3,500	999,000	3,250	4,720	4,500	999,000
109	999,000	0,540	999,000	999,000	0,580	0,740	999,000	0,430	0,450	0,470	999,000	0,470	0,250	0,750	999,000
110	999,000	1,050	999,000	999,000	0,630	0,600	999,000	0,380	0,340	0,040	999,000	0,150	0,010	0,010	999,000
111	999,000	0,070	999,000	999,000	0,000	0,070	999,000	0,080	0,070	0,000	999,000	0,140	0,040	0,010	999,000
112	999,000	0,280	999,000	999,000	0,340	0,420	999,000	0,130	0,170	0,170	999,000	0,110	0,150	0,210	999,000
113	999,000	0,260	999,000	999,000	0,270	0,540	999,000	0,100	0,070	0,170	999,000	0,120	0,170	0,140	999,000
114	999,000	0,690	999,000	999,000	0,890	0,940	999,000	0,650	0,620	0,370	999,000	0,610	0,070	0,120	999,000
115	999,000	1,340	999,000	999,000	0,500	0,300	999,000	1,050	1,000	1,000	999,000	1,360	0,570	0,720	999,000
116	999,000	1,670	999,000	999,000	0,680	0,000	999,000	1,050	0,970	0,400	999,000	1,270	0,250	0,120	999,000
117	999,000	2,000	999,000	999,000	2,280	5,450	999,000	0,710	0,910	2,240	999,000	0,630	1,530	3,210	999,000
118	999,000	2,320	999,000	999,000	4,350	5,550	999,000	0,740	1,130	2,100	999,000	0,220	1,940	3,940	999,000
119	999,000	8,540	999,000	999,000	9,420	10,150	999,000	9,410	9,840	9,260	999,000	8,470	8,830	9,470	999,000
120	999,000	5,890	999,000	999,000	6,440	8,570	999,000	8,270	8,120	8,430	999,000	5,550	6,020	6,070	999,000
121	999,000	4,620	999,000	999,000	7,740	8,320	999,000	8,560	8,460	8,500	999,000	9,740	9,710	8,630	999,000
122	999,000	0,310	999,000	999,000	0,890	0,850	999,000	0,370	0,620	0,710	999,000	0,740	0,500	0,940	999,000
123	999,000	1,140	999,000	999,000	0,650	0,650	999,000	0,120	0,110	0,120	999,000	0,150	0,050	0,070	999,000
124	999,000	0,200	999,000	999,000	0,090	0,360	999,000	0,120	0,100	0,070	999,000	0,150	0,090	0,010	999,000
125	999,000	0,540	999,000	999,000	0,550	0,540	999,000	0,080	0,080	0,230	999,000	0,090	0,170	0,250	999,000
126	999,000	0,240	999,000	999,000	0,510	1,540	999,000	0,080	0,120	0,230	999,000	0,200	0,220	0,410	999,000
127	999,000	0,260	999,000	999,000	0,280	0,280	999,000	0,270	0,270	0,250	999,000	0,280	0,270	0,460	999,000
128	999,000	8,700	999,000	999,000	9,580	3,340	999,000	1,420	1,630	3,010	999,000	1,650	1,480	1,410	999,000
129	999,000	11,460	999,000	999,000	12,370	4,220	999,000	1,070	1,520	2,450	999,000	1,620	2,190	2,140	999,000
130	999,000	2,160	999,000	999,000	1,870	8,470	999,000	0,780	1,320	2,130	999,000	1,450	1,540	4,870	999,000
131	999,000	11,780	999,000	999,000	12,670	6,650	999,000	0,690	1,420	2,120	999,000	1,170	2,240	5,110	999,000
132	999,000	11,750	999,000	999,000	13,770	12,680	999,000	13,230	13,060	12,820	999,000	13,290	11,550	12,210	999,000
133	999,000	11,460	999,000	999,000	12,370	11,650	999,000	9,250	9,820	9,700	999,000	10,790	9,750	11,270	999,000
134	999,000	15,110	999,000	999,000	12,530	11,140	999,000	14,230	14,230	13,120	999,000	15,630	13,620	12,920	999,000
135	999,000	3,940	999,000	999,000	0,700	0,930	999,000	0,750	0,750	0,750	999,000	0,830	0,810	0,910	999,000
136	999,000	0,230	999,000	999,000	0,270	0,250	999,000	0,110	0,140	0,240	999,000	0,120	0,140	0,250	999,000
137	999,000	6,240	999,000	999,000	0,550	3,250	999,000	0,170	0,150	0,180	999,000	0,280	0,180	0,350	999,000
138	999,000	0,120	999,000	999,000	0,530	0,510	999,000	0,070	0,100	0,100	999,000	0,110	0,150	0,430	999,000
139	999,000	0,170	999,000	999,000	1,440	0,630	999,000	0,170	1,410	0,180	999,000	0,270	0,470	0,200	999,000
140	999,000	1,570	999,000	999,000	0,770	0,710	999,000	1,570	0,840	0,510	999,000	0,730	0,510	0,810	999,000

Tabla 3.5.- Resumen de la Matriz Estandarizada de 140 caracteres.

Caracter	Media	D.S.	n	Min	Max	Caracter	Media	D.S.	n	Min	Max	Caracter	Media	D.S.	n	Min	Max	
1	15.2361	0.2379	15	3.9440	29.5088	61	1.4473	0.2377	15	1.2750	2.1420	120	7.0611	0.1613	9	5.0200	8.5700	
2	30.1809	17.4324	15	7.7220	61.8879	62	2.2600	0.4857	15	1.6320	3.1100	121	8.7089	0.6943	9	7.7400	9.7100	
3	57.8723	27.0472	15	18.0000	101.1478	63	1.7400	0.3487	15	1.2270	2.2642	122	0.2347	0.1241	9	0.2003	3.8700	
4	76.2129	46.3332	15	27.8220	114.8780	64	102.8000	18.0724	15	81.0000	125.0000	123	1.0754	0.0447	9	0.0200	0.1400	
5	96.2819	54.0420	15	34.4448	114.8780	65	125.2000	11.1047	15	112.0000	162.0000	124	0.0922	0.0428	9	0.0000	0.2000	
6	136.2747	67.1199	15	49.7440	234.5000	66	134.9232	10.5117	15	121.0000	162.0000	125	0.2611	0.1827	9	0.0900	0.5500	
7	162.5471	73.4748	15	64.2114	271.9170	67	2.3233	0.2059	9	1.1150	0.7750	126	0.2722	0.1741	9	0.2900	0.5400	
8	176.4736	71.4418	15	75.7770	304.4170	68	0.3344	0.1739	9	0.2610	0.6203	127	0.3011	0.3526	9	0.2500	0.4900	
9	183.1942	71.5077	15	78.3558	306.5000	69	0.6300	0.2653	9	0.4710	0.9900	128	0.4022	1.4623	9	1.9400	0.3500	
10	3.4747	0.2211	9	0.6600	7.1500	70	0.4522	0.2305	9	0.3720	0.9700	129	2.4344	1.2757	9	0.8400	4.5000	
11	13.1778	11.7052	9	4.7900	34.0300	71	3.1900	0.7125	9	0.2300	0.4800	130	3.1187	2.3105	9	0.9200	6.2700	
12	15.1722	10.4624	9	2.8400	32.3500	72	1.7057	0.2050	6	1.4400	2.1500	131	1.1544	2.3078	9	0.9500	6.6500	
13	16.1211	0.2032	6	0.0000	9.9100	73	2.7478	0.2641	9	1.7820	4.5200	132	15.7244	0.6431	9	11.9500	13.7500	
14	27.3754	8.1154	9	0.0000	33.0000	74	0.5000	0.0973	9	0.2700	0.6700	133	10.4854	1.0245	9	7.2700	12.3700	
15	1.1533	0.2500	9	0.9150	1.8250	75	0.0323	0.0415	9	0.0500	0.1400	134	13.6222	1.4149	9	11.1400	15.6000	
16	25.5689	8.9217	9	18.0000	44.4000	76	0.0254	0.0429	9	0.0000	0.1400	135	0.8378	0.0875	9	0.7300	0.9400	
17	229.7454	110.9735	9	23.3800	454.1900	77	0.1033	0.1010	9	0.0000	0.2520	136	1.1654	0.1021	9	0.0500	0.3700	
18	154.2154	44.1422	9	35.5760	199.4700	78	0.1854	0.1614	9	0.0000	0.5200	137	0.1300	0.0977	9	0.0200	0.3300	
19	16.4474	16.3311	9	0.0000	29.7500	79	0.7267	0.3281	9	0.0000	1.2600	138	0.2444	0.1754	9	0.0700	0.3100	
20	4.1200	6.3170	9	0.0000	11.8000	80	0.7154	0.3977	9	0.0000	1.3400	139	0.2500	0.1754	9	0.0700	0.3300	
21	37.7500	6.8307	9	24.0000	54.0000	81	1.4478	0.7630	9	0.5200	2.5700	140	8.8533	0.1678	9	0.5100	0.8100	
22	3.0267	0.2091	9	2.5800	3.6200	82	5.1432	1.0745	9	4.1470	7.6000							
23	39.2393	14.0871	15	14.3100	71.9900	83	4.5072	0.9394	9	3.2960	6.1100							
24	347.4747	253.6863	15	167.7800	533.1000	84	5.6111	1.4332	9	3.2503	8.4000							
25	23.4713	15.7834	15	1.9400	52.9900	85	0.6775	0.1058	9	0.5400	0.8100							
26	284.8447	113.2054	15	140.0500	521.3300	86	0.1087	0.0366	9	0.0000	0.1370							
27	41.1467	9.7405	15	22.0000	55.0000	87	0.1047	0.0424	9	0.0500	0.1400							
28	25.2425	0.2212	9	2.2000	4.0100	88	0.1689	0.1405	9	0.0300	0.4900							
29	29.7453	2.4952	15	24.3500	33.1100	89	0.1800	0.1819	9	0.0000	0.4500							
30	0.1032	0.2034	9	0.0000	0.1310	90	1.4400	0.4394	9	1.0200	2.3100							
31	0.4732	0.0719	9	2.4412	0.5810	91	1.5047	0.0566	9	0.9400	0.8100							
32	3.4221	0.0609	9	0.2530	6.5040	92	2.3167	1.3505	9	0.7500	4.3900							
33	0.0014	0.0043	9	0.0000	0.0130	93	2.2754	1.2428	9	0.8300	2.0000							
34	46.7399	23.7039	9	8.7500	72.2700	94	9.2700	1.9191	9	5.9723	11.9700							
35	1.2021	0.1011	9	1.1400	0.1120	95	3.2152	1.4768	9	0.4050	11.9400							
36	0.5324	0.0583	9	1.4900	4.6790	96	4.9211	2.7332	9	0.3400	14.5700							
37	0.3024	0.0707	9	2.1140	0.4150	97	0.8887	0.0913	6	0.7700	1.0000							
38	0.2248	0.1654	9	1.0000	3.0480	98	0.1454	0.0748	9	0.0000	0.2500							
39	0.2079	0.1072	9	0.0000	1.0520	99	0.1222	0.0894	9	0.0000	0.3100							
40	35.2444	124.7230	9	317.7700	716.5300	100	0.2422	0.2187	9	0.0000	0.6000							
41	0.2414	0.1021	15	0.0480	3.0900	101	0.2233	0.2033	9	0.0000	0.5800							
42	0.4827	0.4495	15	0.2500	9.5040	102	0.7747	0.2978	9	0.0000	0.8900							
43	0.1340	0.2237	15	3.0648	0.0740	103	0.3467	0.2774	9	0.0000	0.8000							
44	0.4047	0.1134	15	0.2500	0.5300	104	1.2225	0.7311	9	1.4790	0.9000							
45	96.7634	374.1167	15	271.2840	1174.7340	105	1.2574	0.7004	9	0.5000	2.1000							
46	3310.1331	2157.4244	15	3831.3450	5328.4770	106	2.0217	0.7100	9	1.3500	3.8000							
47	1.1213	0.1385	15	0.0000	45.2000	107	0.2815	0.1633	9	2.7400	0.4000							
48	73.4641	44.7423	15	1.8330	147.0000	108	0.5378	0.1541	9	1.5000	0.5200							
49	75.2217	44.1412	15	16.3560	281.8330	109	0.5222	0.1559	9	0.2500	1.7000							
50	1.4111	0.2948	15	1.7050	7.2327	110	0.6444	0.2489	9	0.2000	1.1200							
51	24.4474	49.5134	15	12.8400	24.8746	111	0.6533	0.0456	9	0.0000	0.1400							
52	0.2019	0.1470	15	1.1470	0.0740	112	2.2078	0.1217	9	0.0700	1.4300							
53	0.2233	0.1751	15	0.0000	0.6000	113	0.2075	0.1304	9	0.0700	0.2200							
54	1.4000	2.5071	15	1.0000	2.0000	114	3.1000	0.3240	9	0.0700	1.1400							
55	0.2022	0.1751	15	1.0000	0.0000	115	0.8914	0.2890	9	0.0000	0.4000							
56	1.4000	2.5071	15	1.0000	2.0000	116	0.8211	0.3270	9	0.0000	0.4000							
57	1.3925	0.2573	15	1.3900	0.2040	117	2.4447	0.2847	9	0.7000	0.4500							
58	2.1402	0.4944	15	0.2000	5.1480	118	2.5744	0.7711	9	0.7000	0.5100							
59						119	1.0447	0.5113	9	0.2000	0.5100							

Tabla 3.6. Nombres de los caracteres evaluados en la matriz de 140 caracteres x 15 OTU's.

- 1.- ALTURA 1
- 2.- ALTURA 2
- 3.- ALTURA 3
- 4.- ALTURA 4
- 5.- ALTURA 5
- 6.- ALTURA 6
- 7.- ALTURA 7
- 8.- ALTURA 8
- 9.- ALTURA 9
- 10.- ALTURA 10
- 11.- PESO RAIZ MUESTRO 1
- 12.- PESO TALLO MUESTRO 1
- 13.- PESO HOJAS MUESTRO 1
- 14.- PESO BOTONES MUESTRO 1
- 15.- NUMERO NUDOS MUESTRO 1
- 16.- DIAMETRO DEL TALLO MUESTRO 1
- 17.- PESO RAIZ MUESTRO 2
- 18.- PESO TALLO MUESTRO 2
- 19.- PESO HOJAS MUESTRO 2
- 20.- PESO BOTONES MUESTRO 2
- 21.- PESO FRUTOS MUESTRO 2
- 22.- NUMERO NUDOS MUESTRO 2
- 23.- DIAMETRO DEL TALLO MUESTRO 2
- 24.- PESO RAIZ MUESTRO 3
- 25.- PESO TALLO MUESTRO 3
- 26.- PESO HOJAS MUESTRO 3
- 27.- PESO FRUTOS MUESTRO 3
- 28.- NUMERO NUDOS MUESTRO 3
- 29.- DIAMETRO DEL TALLO MUESTRO 3
- 30.- LARGO DE LA RAIZ MUESTRO 3
- 31.- PROPORCION RAIZ MUESTRO 1
- 32.- PROPORCION TALLO MUESTRO 1
- 33.- PROPORCION HOJAS MUESTRO 1
- 34.- PROPORCION BOTONES MUESTRO 1
- 35.- PESO TOTAL MUESTRO 1
- 36.- PROPORCION RAIZ MUESTRO 2
- 37.- PROPORCION TALLO MUESTRO 2
- 38.- PROPORCION HOJAS MUESTRO 2
- 39.- PROPORCION BOTONES MUESTRO 2
- 40.- PROPORCION FRUTOS MUESTRO 2
- 41.- PESO TOTAL MUESTRO 2
- 42.- PROPORCION RAIZ MUESTRO 3
- 43.- PROPORCION TALLO MUESTRO 3
- 44.- PROPORCION HOJAS MUESTRO 3
- 45.- PROPORCION FRUTOS MUESTRO 3
- 46.- PESO TOTAL MUESTRO 3
- 47.- COBERTURA
- 48.- ANGULO DE RAMIFICACION
- 49.- DISTANCIA DEL SUELO A LA UNION DE LA RAMA MAS ANCHA
- 50.- ALTURA MAXIMA DE LA RAMA MAS ANCHA
- 51.- PESO DEL CALIZ
- 52.- PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA REPRODUCTIVA (CALIZ-CAPSULA+SEMILLA)

Tabla 3.6. (Cont.)

53.-	PROPORCION PESO CALIZ/PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA REPRODUCTIVA
54.-	COLOR DEL TALLO
55.-	PUBESCENCIA DEL TALLO
56.-	COLOR DEL CALIZ
57.-	PUBESCENCIA DEL CALIZ
58.-	LARGO DE LA CAPSULA
59.-	LARGO DEL CALIZ
60.-	ANCHO DE LA CAPSULA
61.-	ANCHO DEL CALIZ
62.-	PROPORCION LARGO CALIZ/LARGO CAPSULA
63.-	DIAS A LA PRODUCCION DE BOTONES
64.-	DIAS A LA PRODUCCION DE FLORES
65.-	DIAS A LA PRODUCCION DE FRUTOS
66.-	LARGO SENO INFERIOR DERECHO TAMANO 1 MUESTREO 1
67.-	LARGO SENO INFERIOR IZQUIERDO TAMANO 1 MUESTREO 1
68.-	LARGO SENO SUPERIOR DERECHO TAMANO 1 MUESTREO 1
69.-	LARGO SENO SUPERIOR IZQUIERDO TAMANO 1 MUESTREO 1
70.-	LARGO DE LA LAMINA TAMANO 1 MUESTREO 1
71.-	LARGO DEL PECIOLLO TAMANO 1 MUESTREO 1
72.-	ANCHO DE LA LAMINA TAMANO 1 MUESTREO 1
73.-	PROPORCION LARGO PECIOLLO/LARGO LAMINA TAMANO 1 MUESTREO 1
74.-	PROPORCION LARGO SENO INFERIOR DERECHO/LARGO LAMINA
75.-	PROPORCION LARGO SENO INFERIOR IZQUIERDO/LARGO LAMINA
76.-	PROPORCION LARGO SENO SUPERIOR DERECHO/LARGO LAMINA
77.-	PROPORCION LARGO SENO SUPERIOR IZQUIERDO/LARGO LAMINA
78.-	LARGO SENO INFERIOR DERECHO TAMANO 2 MUESTREO 1
79.-	LARGO SENO INFERIOR IZQUIERDO TAMANO 2 MUESTREO 1
80.-	LARGO SENO SUPERIOR DERECHO TAMANO 2 MUESTREO 1
81.-	LARGO SENO SUPERIOR IZQUIERDO TAMANO 2 MUESTREO 1
82.-	LARGO DE LA LAMINA TAMANO 2 MUESTREO 1
83.-	LARGO DEL PECIOLLO TAMANO 2 MUESTREO 1
84.-	ANCHO DE LA LAMINA TAMANO 2 MUESTREO 1
85.-	PROPORCION LARGO PECIOLLO/LARGO LAMINA TAMANO 2 MUESTREO 1
86.-	PROPORCION LARGO SENO INFERIOR DERECHO/LARGO LAMINA
87.-	PROPORCION LARGO SENO INFERIOR IZQUIERDO/LARGO LAMINA
88.-	PROPORCION LARGO SENO SUPERIOR DERECHO/LARGO LAMINA
89.-	PROPORCION LARGO SENO SUPERIOR IZQUIERDO/LARGO LAMINA
90.-	LARGO SENO INFERIOR DERECHO TAMANO 3 MUESTREO 1
91.-	LARGO SENO INFERIOR IZQUIERDO TAMANO 3 MUESTREO 1
92.-	LARGO SENO SUPERIOR DERECHO TAMANO 3 MUESTREO 1
93.-	LARGO SENO SUPERIOR IZQUIERDO TAMANO 3 MUESTREO 1
94.-	LARGO DE LA LAMINA TAMANO 3 MUESTREO 1
95.-	LARGO DEL PECIOLLO TAMANO 3 MUESTREO 1
96.-	ANCHO DE LA LAMINA TAMANO 3 MUESTREO 1
97.-	PROPORCION LARGO PECIOLLO/LARGO LAMINA TAMANO 3 MUESTREO 1
98.-	PROPORCION LARGO SENO INFERIOR DERECHO/LARGO LAMINA
99.-	PROPORCION LARGO SENO INFERIOR IZQUIERDO/LARGO LAMINA
100.-	PROPORCION LARGO SENO SUPERIOR DERECHO/LARGO LAMINA
101.-	PROPORCION LARGO SENO SUPERIOR IZQUIERDO/LARGO LAMINA
102.-	LARGO SENO INFERIOR DERECHO TAMANO 1 MUESTREO 2
103.-	LARGO SENO INFERIOR IZQUIERDO TAMANO 1 MUESTREO 2
104.-	LARGO SENO SUPERIOR DERECHO TAMANO 1 MUESTREO 2

Tabla 3.6. (Cont.)

105.-	LARGO SENO SUPERIOR IZQUIERDO TAMANO 1 MUESTREO 2
106.-	LARGO DE LA LAMINA TAMANO 1 MUESTREO 2
107.-	LARGO DEL PECIOLLO TAMANO 1 MUESTREO 2
108.-	ANCHO DE LA LAMINA TAMANO 1 MUESTREO 2
109.-	PROPORCION LARGO PECIOLLO/LARGO LAMINA TAMANO 1 MUESTREO 2
110.-	PROPORCION LARGO SENO INFERIOR DERECHO/LARGO LAMINA
111.-	PROPORCION LARGO SENO INFERIOR IZQUIERDO/LARGO LAMINA
112.-	PROPORCION LARGO SENO SUPERIOR DERECHO/LARGO LAMINA
113.-	PROPORCION LARGO SENO SUPERIOR IZQUIERDO/LARGO LAMINA
114.-	PESO SECO DE LA HOJA TAMANO 1 MUESTREO 2
115.-	LARGO SENO INFERIOR DERECHO TAMANO 2 MUESTREO 2
116.-	LARGO SENO INFERIOR IZQUIERDO TAMANO 2 MUESTREO 2
117.-	LARGO SENO SUPERIOR DERECHO TAMANO 2 MUESTREO 2
118.-	LARGO SENO SUPERIOR IZQUIERDO TAMANO 2 MUESTREO 2
119.-	LARGO DE LA LAMINA TAMANO 2 MUESTREO 2
120.-	LARGO DEL PECIOLLO TAMANO 2 MUESTREO 2
121.-	ANCHO DE LA LAMINA TAMANO 2 MUESTREO 2
122.-	PROPORCION LARGO PECIOLLO/LARGO LAMINA TAMANO 2 MUESTREO 2
123.-	PROPORCION LARGO SENO INFERIOR DERECHO/LARGO LAMINA
124.-	PROPORCION LARGO SENO INFERIOR IZQUIERDO/LARGO LAMINA
125.-	PROPORCION LARGO SENO SUPERIOR DERECHO/LARGO LAMINA
126.-	PROPORCION LARGO SENO SUPERIOR IZQUIERDO/LARGO LAMINA
127.-	PESO SECO DE LA HOJA TAMANO 2 MUESTREO 2
128.-	LARGO SENO INFERIOR DERECHO TAMANO 3 MUESTREO 2
129.-	LARGO SENO INFERIOR IZQUIERDO TAMANO 3 MUESTREO 2
130.-	LARGO SENO SUPERIOR DERECHO TAMANO 3 MUESTREO 2
131.-	LARGO SENO SUPERIOR IZQUIERDO TAMANO 3 MUESTREO 21
132.-	LARGO DE LA LAMINA TAMANO 3 MUESTREO 2
133.-	LARGO DEL PECIOLLO TAMANO 3 MUESTREO 2
134.-	ANCHO DE LA LAMINA TAMANO 3 MUESTREO 2
135.-	PROPORCION LARGO PECIOLLO/LARGO LAMINA TAMANO 3 MUESTREO 2
136.-	PROPORCION LARGO SENO INFERIOR DERECHO/LARGO LAMINA
137.-	PROPORCION LARGO SENO INFERIOR IZQUIERDO/LARGO LAMINA
138.-	PROPORCION LARGO SENO SUPERIOR DERECHO/LARGO LAMINA
139.-	PROPORCION LARGO SENO SUPERIOR IZQUIERDO/LARGO LAMINA
140.-	PESO SECO DE LA HOJA TAMANO 3 MUESTREO 2

Tabla 3.7.- Matriz Básica de Datos de 41 caracteres x 15 OTU's.

Caracter	A	B	C	D	E	F	G	H
1	11.033	2.667	3.667	2.278	3.389	2.889	8.333	11.333
2	27.214	7.667	7.833	3.944	6.389	5.389	28.944	29.500
3	49.214	14.944	17.778	7.782	12.389	12.667	61.889	46.611
4	54.743	26.444	35.500	16.000	21.333	25.000	101.167	75.555
5	78.250	41.611	37.111	27.833	33.722	32.278	149.278	129.611
6	105.917	53.222	51.889	34.444	45.833	47.722	196.500	172.222
7	156.667	93.444	87.277	49.944	85.278	83.833	254.500	223.167
8	195.917	115.667	119.167	66.111	120.889	101.667	297.917	244.722
9	218.333	150.056	134.111	75.777	135.444	118.278	306.417	254.555
10	229.167	169.333	132.500	78.555	142.778	120.555	308.500	259.278
11	36.340	53.760	25.460	14.310	20.560	22.910	71.990	36.190
12	244.920	633.120	203.020	107.780	247.350	249.860	463.150	272.020
13	18.740	31.850	2.660	9.260	0.940	8.310	9.970	26.290
14	166.130	458.000	226.100	140.050	184.240	331.110	262.140	184.650
15	29.000	51.000	47.000	48.000	37.000	49.000	32.000	38.000
16	2.610	3.380	2.800	2.490	2.380	2.750	3.500	2.950
17	24.552	32.110	27.170	25.780	31.280	31.170	29.080	30.720
18	0.677	0.055	0.057	0.053	0.057	0.049	0.092	0.071
19	0.546	0.530	0.450	0.382	0.511	0.430	0.564	0.520
20	0.055	0.024	0.006	0.035	0.006	0.011	0.011	0.051
21	0.321	0.391	0.487	0.530	0.425	0.509	0.332	0.058
22	466.128	1176.734	457.229	271.386	453.091	612.191	807.245	519.153
23	3931.065	6269.121	10273.341	4047.310	6452.864	9994.699	9874.997	9190.702
24	40.000	40.000	10.000	20.000	5.000	10.000	35.000	45.000
25	144.750	91.944	22.278	39.611	24.444	15.833	147.000	92.611
26	230.000	167.000	131.722	68.556	134.500	117.833	281.833	245.722
27	3.018	4.197	6.566	3.074	6.988	6.759	1.980	2.360
28	13.023	17.660	19.099	13.632	19.470	17.926	10.648	11.978
29	0.232	0.237	0.343	0.224	0.359	0.374	0.197	0.197
30	1.000	4.000	4.000	3.000	3.000	3.000	4.000	1.000
31	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.000	2.000
32	1.000	4.000	4.000	3.000	3.000	3.000	4.000	1.000
33	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.000	2.000
34	1.614	2.109	2.204	1.965	2.188	2.159	1.390	1.474
35	2.536	3.564	5.168	3.171	4.938	5.106	2.238	2.418
36	1.414	1.432	1.397	1.309	1.389	1.389	1.235	1.390
37	1.854	2.128	2.809	1.940	2.944	2.911	1.653	1.798
38	1.702	1.695	2.054	1.617	2.273	2.362	1.625	1.645
39	112.000	135.000	104.000	112.000	104.000	104.000	104.000	104.000
40	141.000	162.000	135.000	141.000	135.000	135.000	135.000	135.000
41	141.000	162.000	141.000	141.000	135.000	135.000	141.000	135.000

Tabla 3.7. (Cont.)

Caracter	T	S	K	L	M	N	O
1	7,789	9,000	3,333	7,889	6,278	7,000	6,778
2	21,555	21,278	8,555	24,667	13,222	13,667	9,167
3	47,555	42,879	19,611	51,055	26,944	25,444	16,511
4	77,222	54,511	32,273	87,333	42,111	34,778	22,555
5	114,147	79,533	40,167	123,778	66,278	44,250	41,271
6	140,111	123,722	91,082	171,444	37,722	52,312	49,722
7	294,700	182,744	152,167	227,925	143,389	77,312	65,771
8	224,273	217,222	141,147	261,900	132,444	99,928	75,222
9	234,111	219,211	86,000	275,355	156,211	91,571	102,271
10	232,444	222,222	147,033	379,000	121,222	93,257	105,643
11	24,999	20,222	44,666	45,222	45,222	25,210	24,720
12	241,244	422,266	404,030	445,222	670,299	232,630	167,130
13	28,100	24,130	18,890	49,400	27,240	22,990	22,280
14	420,120	345,260	275,740	210,220	521,530	193,610	256,210
15	35,000	25,000	45,000	45,000	45,000	22,000	24,000
16	4,000	3,470	3,030	3,710	3,790	2,720	2,000
17	11,580	22,550	22,170	31,780	30,120	37,230	29,710
18	1,000	0,250	0,350	0,350	0,000	0,322	0,000
19	0,225	0,220	0,240	0,324	0,424	0,449	0,250
20	0,225	0,220	0,234	0,060	0,024	0,074	0,047
21	0,225	0,198	0,258	0,360	0,494	0,425	0,225
22	107,441	245,229	743,228	875,011	1665,553	505,035	479,140
23	1272,477	2754,222	5153,355	6129,302	12222,699	7464,168	5792,154
24	22,100	22,000	40,600	15,300	15,000	40,000	15,000
25	22,111	121,513	92,750	140,333	34,944	27,571	33,222
26	222,026	312,444	152,417	266,567	170,222	113,357	24,500
27	3,270	4,122	5,222	2,113	4,747	3,978	7,222
28	12,222	12,170	15,199	11,722	16,655	22,350	24,274
29	2,247	2,211	0,273	0,205	3,222	0,309	0,274
30	4,000	2,000	1,000	4,000	4,000	4,000	5,000
31	5,000	2,000	1,000	2,000	1,000	1,000	1,000
32	4,000	2,100	4,000	4,000	4,000	4,000	5,300
33	2,000	2,000	1,000	2,000	1,000	1,000	1,000
34	1,169	1,753	1,973	1,507	2,101	1,980	2,187
35	7,947	2,341	4,020	2,262	3,920	2,955	2,732
36	1,421	1,429	1,425	1,377	1,353	1,888	2,142
37	1,421	2,171	2,222	1,727	2,149	2,703	3,110
38	1,421	1,133	2,137	1,498	1,275	1,522	1,253
39	21,000	21,000	21,000	21,000	112,000	91,000	91,000
40	121,000	122,000	141,000	122,000	141,000	112,000	120,000
41	121,000	122,000	147,000	122,000	141,000	120,000	120,000

Tabla 3. A - Resumen de la Matriz Estandarizada de 41 caracteres.

Caracter	Media	D.S.	n	Min	Max
1	6.2304	3.0889	15	2.2780	11.8330
2	15.2661	9.2699	15	3.9440	29.5000
3	30.1808	17.6554	15	7.7220	61.8890
4	47.8753	27.0472	15	16.0000	101.1670
5	70.5159	40.3552	15	27.8330	149.2780
6	96.2619	56.0485	15	34.4440	196.5000
7	136.5967	67.1499	15	49.9440	254.5000
8	162.5471	73.4748	15	66.1110	297.9170
9	178.4334	71.4410	15	75.7770	306.4170
10	183.1943	71.5097	15	78.3550	308.5000
11	38.5393	16.0871	15	14.3100	71.9900
12	343.4147	153.6805	15	107.7800	633.1200
13	83.2713	15.7636	15	0.9400	52.9900
14	284.8407	113.0056	15	140.0500	521.5300
15	42.4667	9.7605	15	22.0000	55.0000
16	3.0620	0.5212	15	2.3800	4.0100
17	29.7453	2.4952	15	24.3500	33.1100
18	0.0614	0.0121	15	0.0480	0.0920
19	0.4837	0.0639	15	0.3500	0.5640
20	0.0340	0.0207	15	0.0060	0.0740
21	0.4007	0.1184	15	0.0580	0.5350
22	490.0636	274.0167	15	271.3860	1176.7340
23	8310.1331	3059.4246	15	3891.8650	15038.4770
24	25.1333	13.5850	15	5.0000	45.0000
25	75.4961	48.3428	15	15.8330	147.0000
26	175.8219	66.1610	15	68.5560	281.8330
27	4.6101	1.8946	15	1.9800	7.2320
28	16.6434	4.5064	15	10.6480	26.9740
29	0.2691	0.0570	15	0.1970	0.3740
30	3.3333	1.1751	15	1.0000	5.0000
31	1.4000	0.5071	15	1.0000	2.0000
32	3.3333	1.1751	15	1.0000	5.0000
33	1.4000	0.5071	15	1.0000	2.0000
34	1.8855	0.2893	15	1.3900	2.2040
35	3.4485	0.9946	15	2.2380	5.1680
36	1.4673	0.2337	15	1.2350	2.1420
37	2.2500	0.4257	15	1.4500	3.1100
38	1.7409	0.3467	15	1.0270	2.3620
39	102.6000	12.0724	15	91.0000	135.0000
40	135.2000	11.1047	15	112.0000	162.0000
41	136.9333	10.5117	15	120.0000	162.0000

Tabla 3.9. Nombres de los caracteres evaluados en la matriz de 41 caracteres x 15 OTU's.

- 1.- ALTURA 1
- 2.- ALTURA 2
- 3.- ALTURA 3
- 4.- ALTURA 4
- 5.- ALTURA 5
- 6.- ALTURA 6
- 7.- ALTURA 7
- 8.- ALTURA 8
- 9.- ALTURA 9
- 10.- ALTURA 10
- 11.- PESO RAIZ MUESTREO 3
- 12.- PESO TALLO MUESTREO 3
- 13.- PESO HOJAS MUESTREO 3
- 14.- PESO FRUTOS MUESTREO 3
- 15.- NUMERO NUDOS MUESTREO 3
- 16.- DIAMETRO DEL TALLO MUESTREO 3
- 17.- LARGO DE LA RAIZ MUESTREO 3
- 18.- PROPORCION RAIZ MUESTREO 3
- 19.- PROPORCION TALLO MUESTREO 3
- 20.- PROPORCION HOJAS MUESTREO 3
- 21.- PROPORCION FRUTOS MUESTREO 3
- 22.- PESO TOTAL MUESTREO 3
- 23.- COBERTURA
- 24.- ANGULO DE RAMIFICACION
- 25.- DISTANCIA DEL SUELO A LA UNION DE LA RAMA MAS ANCHA
- 26.- ALTURA MAXIMA DE LA RAMA MAS ANCHA
- 27.- PESO DEL CALIZ
- 28.- PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA REPRODUCTIVA (CALIZ+CAPSULA+SEMILLA)
- 29.- PROPORCION PESO CALIZ/PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA REPRODUCTIVA
- 30.- COLOR DEL TALLO
- 31.- PUBESCENCIA DEL TALLO
- 32.- COLOR DEL CALIZ
- 33.- PUBESCENCIA DEL CALIZ
- 34.- LARGO DE LA CAPSULA
- 35.- LARGO DEL CALIZ
- 36.- ANCHO DE LA CAPSULA
- 37.- ANCHO DEL CALIZ
- 38.- PROPORCION LARGO CALIZ/LARGO CAPSULA
- 39.- DIAS A LA PRODUCCION DE BOTONES
- 40.- DIAS A LA PRODUCCION DE FLORES
- 41.- DIAS A LA PRODUCCION DE FRUTOS

Tabla 3.10.- Eigenvalores obtenidos a partir de una Matriz de Correlación de 140 caracteres. Se observa que los 3 primeros valores explican el 72.75% de la variabilidad entre los 15 OTU's.

	Eigenvalor	Porcentaje por Componente	Porcentaje Acumulado
1	61.02909	43.59	43.59
2	21.03181	15.02	58.61
3	19.79178	14.14	72.75
4	12.20390	8.72	81.47
5	8.76800	6.26	87.73
6	5.98775	4.28	92.01
7	5.71060	4.08	96.09
8	4.32085	3.09	99.17
9	2.73192	1.95	101.13

Tabla 3.11.- Eigenvalores obtenidos a partir de una Matriz de Correlación de 41 caracteres. Se observa que los 3 primeros valores explican el 76.74% de la variabilidad entre los 15 OTU's.

	Eigenvalor	Porcentaje por Componente	Porcentaje Acumulado
1	89.33409	47.80	47.80
2	8.39545	15.57	63.37
3	4.74203	11.57	74.94
4	3.55421	7.47	82.41
5	1.95416	4.03	86.44
6	1.49530	3.55	90.00
7	0.86027	2.10	92.10
8	0.70931	1.73	93.83
9	0.59725	1.41	95.24
10	0.53045	1.25	96.49
11	0.29505	0.72	97.21
12	0.23468	0.55	97.76
13	0.05074	0.22	97.98
14	0.03659	0.09	98.07

Tabla 3.12- Carga de los diferentes caracteres que explican la variabilidad dentro de cada uno de los factores o componentes principales (Matriz Básica de Datos= 140 x 15).

Caracter	Primer Componente	Segundo Componente	Tercer Componente	Caracter	Primer Componente	Segundo Componente	Tercer Componente	Caracter	Primer Componente	Segundo Componente	Tercer Componente
1	0.716	-0.392	-0.718	56	-0.175	0.382	-0.077	107	-0.802	0.036	-0.218
2	0.861	-0.290	-0.282	55	0.845	-0.391	-0.006	108	0.175	0.615	-0.583
3	0.882	-0.314	-0.184	56	-0.175	0.382	-0.077	109	-0.673	-0.140	-0.338
4	0.682	-0.240	-0.119	57	0.845	-0.391	-0.006	110	0.775	0.152	-0.220
5	0.896	-0.139	-0.153	58	-0.845	0.227	0.295	111	0.475	0.506	-0.170
6	0.903	-0.223	-0.053	59	-0.771	0.022	0.569	112	-0.888	0.191	0.276
7	0.908	-0.182	0.011	60	-0.309	-0.231	-0.668	113	-0.848	0.191	0.274
8	0.886	-0.192	0.126	61	-0.930	-0.219	0.074	114	-0.338	-0.010	-0.342
9	0.909	-0.109	0.127	62	-0.672	0.037	0.373	115	0.827	0.214	-0.090
10	0.917	-0.051	0.140	63	-0.077	0.813	0.218	116	0.616	0.554	0.222
11	0.573	-0.212	0.599	64	0.181	0.782	0.459	117	-0.952	-0.161	0.182
12	0.565	-0.182	0.547	65	0.141	0.833	0.361	118	-0.978	-0.162	0.093
13	0.603	-0.183	0.724	66	0.420	-0.266	0.560	119	-0.360	-0.587	-0.121
14	-0.347	-0.214	-0.795	67	0.539	-0.545	0.495	120	-0.915	-0.150	-0.088
15	-0.239	-0.188	0.599	68	-0.479	-0.272	0.010	121	0.498	0.667	-0.357
16	0.574	0.003	0.629	69	-0.528	-0.290	-0.142	122	-0.645	-0.048	-0.122
17	0.749	-0.146	0.416	70	0.641	-0.654	0.237	123	0.771	0.277	-0.065
18	0.628	-0.088	0.149	71	-0.444	-0.527	0.442	124	0.607	0.591	0.210
19	-0.411	0.053	0.652	72	0.609	-0.647	0.086	125	-0.952	-0.143	0.197
20	-0.083	-0.765	0.372	73	-0.788	-0.250	0.174	126	-0.983	-0.135	0.106
21	-0.198	-0.502	-0.577	74	0.157	-0.923	0.055	127	-0.596	-0.154	-0.596
22	0.238	-0.079	0.763	75	0.336	-0.763	-0.020	128	-0.475	-0.131	0.732
23	0.207	-0.143	0.630	76	-0.547	-0.442	-0.094	129	-0.567	0.038	0.770
24	0.827	0.182	0.273	77	-0.521	-0.509	-0.226	130	-0.953	-0.199	0.061
25	0.624	0.438	0.368	78	0.638	-0.515	0.096	131	-0.966	-0.208	0.040
26	0.453	0.098	-0.608	79	0.419	-0.617	0.226	132	0.046	-0.351	-0.003
27	0.267	0.459	0.467	80	0.951	-0.255	0.079	133	-0.773	0.260	-0.055
28	0.290	0.152	0.766	81	-0.966	-0.151	0.078	134	0.838	0.410	-0.175
29	0.743	0.105	0.166	82	0.583	-0.664	0.233	135	-0.789	0.523	-0.089
30	0.293	0.190	0.706	83	0.439	-0.654	0.639	136	-0.452	-0.072	0.772
31	0.427	0.060	0.560	84	-0.672	-0.578	0.155	137	-0.557	0.107	0.792
32	0.836	-0.367	-0.181	85	-0.210	-0.266	0.627	138	-0.966	-0.189	0.027
33	-0.811	0.324	0.039	86	0.423	-0.714	-0.458	139	-0.978	-0.189	0.016
34	-0.347	-0.214	-0.795	87	0.279	-0.748	-0.159	140	-0.506	-0.168	-0.473
35	0.434	-0.103	0.640	88	-0.306	-0.579	-0.389				
36	0.835	0.039	0.085	89	-0.744	-0.502	-0.212				
37	0.856	-0.242	-0.196	90	-0.447	-0.610	0.435				
38	-0.618	0.377	0.322	91	-0.456	-0.601	0.474				
39	0.035	-0.845	0.042	92	-0.991	-0.070	0.081				
40	-0.265	-0.327	-0.742	93	-0.992	-0.044	0.042				
41	0.203	-0.291	0.593	94	0.800	-0.579	0.052				
42	0.498	-0.316	-0.051	95	0.696	-0.578	0.114				
43	0.654	0.039	0.188	96	-0.840	-0.474	0.060				
44	0.351	-0.149	-0.817	97	-0.598	-0.373	-0.643				
45	-0.618	0.029	0.297	98	-0.541	-0.724	-0.137				
46	0.531	0.456	0.382	99	-0.588	-0.712	-0.003				
47	0.382	-0.205	0.302	100	-0.879	-0.271	0.094				
48	0.422	0.215	-0.545	101	-0.871	-0.252	0.069				
49	0.876	-0.000	0.039	102	0.836	0.112	-0.227				
50	0.934	-0.070	0.054	103	0.514	0.484	-0.192				
51	-0.922	-0.170	0.021	104	-0.893	0.138	0.273				
52	-0.799	-0.041	-0.196	105	-0.040	0.178	0.267				
53	-0.874	-0.257	0.272	106	0.410	-0.179	0.218				

Tabla 3.13. Caracteres de mayor peso (mayor o igual a 0.8) que constituyen cada uno de los factores del Analisis de Componentes Principales de la matriz de 140 caracteres x 15 OTU's.

- 1) Caracteres del primer componente.
- A) 1 al 10.- altura
- B) 17.- peso raíz muestreo 2
- C) 24 - peso raíz muestreo 3
- D) 29.- diametro del tallo muestreo 3
- E) 32.- proporción del tallo muestreo 1
- F) 33.- proporción de las hojas muestreo 1
- G) 36.- proporción de la raíz muestreo 2
- H) 37.- proporción del tallo muestreo 2
- I) 49.- distancia del suelo a la unión de la rama más ancha
- J) 50.- altura máxima de la rama más ancha
- K) 51.- peso del cáliz
- L) 52.- peso total
- M) 53.- proporción peso cáliz/peso total
- N) 55.- pubescencia del tallo
- O) 57.- pubescencia del cáliz
- P) 58.- largo de la capsula
- Q) 59.- largo del cáliz
- R) 61.- ancho del cáliz
- S) 73.- proporción largo peciolo/largo lamina tamaño 1 muestreo 1
- T) 80.- largo seno superior derecho tamaño 2 muestreo 1
- U) 81.- largo seno superior izquierdo tamaño 2 muestreo 1
- V) 92.- largo seno superior derecho tamaño 3 muestreo 1
- W) 93.- largo seno superior izquierdo tamaño 3 muestreo 1
- X) 94.- largo de la lamina tamaño 3 muestreo 1
- Y) 96.- ancho de la lamina tamaño 3 muestreo 1
- Z) 100.- proporción largo seno superior derecho/largo lamina
- A') 101.- proporción largo seno superior izquierdo/largo lamina
- B') 102.- largo seno inferior derecho tamaño 1 muestreo 2
- C') 104.- largo seno superior derecho tamaño 1 muestreo 2
- D') 105.- largo seno superior izquierdo tamaño 1 muestreo 2
- E') 107.- largo del peciolo tamaño 1 muestreo 2
- F') 110.- proporción largo seno inferior derecho/largo lamina
- G') 113.- proporción largo seno superior izquierdo/largo lamina
- H') 115.- largo seno inferior derecho tamaño 2 muestreo 2
- I') 117.- largo seno superior derecho tamaño 2 muestreo 2
- J') 118.- largo seno superior izquierdo tamaño 2 muestreo 2
- K') 120.- largo del peciolo tamaño 2 muestreo 2
- L') 123.- proporción largo seno inferior derecho/largo lamina
- M') 125.- proporción largo seno superior derecho/largo lamina
- N') 126.- proporción largo seno superior izquierdo/largo lamina
- O') 130.- largo seno superior derecho tamaño 3 muestreo 2
- P') 131.- largo seno superior izquierdo tamaño 3 muestreo 2
- Q') 133.- largo del peciolo tamaño 3 muestreo 2
- R') 134.- ancho de la lamina tamaño 3 muestreo 2
- S') 135.- proporción largo peciolo/largo lamina tamaño 3 muestreo 2
- T') 138.- proporción largo seno superior derecho/largo lamina
- U') 139.- proporción largo seno superior izquierdo/largo lamina

Tabla 3.13. (Cont.)

2) Caracteres del segundo componente.

- A) 20.- peso botones muestreo 2
- B) 39.- proporción de los botones muestreo 2
- C) 63.- días a la producción de botones
- D) 64.- días a la producción de flores
- E) 65.- días a la producción de frutos
- F) 74.- proporción largo seno inferior derecho/largo lámina t1 m1
- G) 75.- proporción largo seno inferior izquierdo/largo lámina y t1 m1
- H) 86.- proporción largo seno inferior derecho/largo lámina t2 m1
- I) 87.- proporción largo seno inferior izquierdo/largo lámina t2 m1
- J) 98.- proporción largo seno inferior derecho/largo lámina t3 m1
- K) 99.- proporción largo seno inferior izquierdo/largo lámina t3 m1

3) Caracteres del tercer componente.

- A) 13.- peso hojas muestreo 1
- B) 14.- peso botones muestreo 1
- C) 22.- número nudos muestreo 2
- D) 28.- número de nudos muestreo 3
- E) 34.- proporción botones muestreo 1
- F) 40.- proporción frutos muestreo 2
- G) 44.- proporción hojas muestreo 3
- H) 128.- largo seno inferior derecho tamaño 3 muestreo 2
- I) 129.- largo seno inferior izquierdo tamaño 3 muestreo 2
- J) 136.- proporción largo seno inferior derecho/largo lámina t3 m2
- K) 137.- proporción largo seno inferior derecho/largo lámina t3 m2

Tabla 3.14.- Carga de los diferentes caracteres que explican la variabilidad dentro de cada uno de los factores o componentes principales (Matriz Básica de Datos= 41 x 15).

Cárcer	Primer Componente	Segundo Componente	Tercer Componente
1	0.745	-0.519	0.131
2	0.936	-0.286	0.072
3	0.952	-0.162	0.125
4	0.757	-0.217	0.143
5	0.952	-0.032	0.130
6	0.954	-0.033	0.128
7	0.966	0.057	0.089
8	0.955	0.075	0.119
9	0.959	0.115	0.001
10	0.960	0.133	-0.022
11	0.776	0.152	0.150
12	0.554	0.730	0.222
13	0.323	-0.095	0.691
14	0.140	0.812	0.364
15	-0.010	0.717	-0.628
16	0.659	0.531	0.381
17	0.134	0.629	0.215
18	0.562	-0.353	-0.222
19	0.727	0.214	-0.277
20	0.260	-0.512	0.524
21	-0.723	0.223	0.255
22	0.627	0.771	0.327
23	0.313	0.470	0.426
24	0.477	-0.240	-0.146
25	0.901	0.008	-0.112
26	0.952	0.092	-0.007
27	-0.657	-0.022	0.220
28	-0.737	-0.127	0.135
29	-0.761	0.122	0.064
30	-0.332	0.460	0.230
31	0.723	-0.124	0.000
32	-0.322	0.000	0.630
33	0.922	-0.105	0.209
34	-0.745	0.251	0.451
35	-0.717	0.415	-0.224
36	-0.397	-0.455	0.625
37	-0.344	-0.202	0.271
38	-0.261	0.207	-0.222
39	-0.172	0.372	-0.117
40	0.122	0.541	-0.219
41	0.100	0.272	0.251

Tabla 3.15. Caracteres de mayor peso (mayor o igual a 0.8) que constituyen cada uno de los factores del Analisis de Componentes Principales de la matriz de 41 caracteres x 15 OTU's.

1) Caracteres del primer componente.

- A) 1 al 10.- altura
- B) 11.- peso raiz muestreo 2
- C) 24 - peso raiz muestreo 3
- D) 29.- diámetro del tallo muestreo 3
- E) 32.- proporción del tallo muestreo 1
- F) 33.- proporción de las hojas muestreo 1
- G) 36.- proporción de la raíz muestreo 2
- H) 37.- proporción del tallo muestreo 2
- I) 49.- distancia del suelo a la unión de la rama mas ancha
- J) 50.- altura máxima de la rama mas ancha
- K) 51.- peso del cáliz
- L) 52.- peso total
- M) 53.- proporción peso cáliz/peso total
- N) 55.- pubescencia del tallo
- O) 57.- pubescencia del cáliz
- P) 58.- largo de la cápsula
- Q) 59.- largo del cáliz
- R) 61.- ancho del cáliz

2) Caracteres del primer componente.

- A) 12.- peso tallo muestreo 3
- B) 14.- peso botones muestreo 3
- C) 15.- número nudos muestreo 3
- D) 22.- peso total 3

3) Caracteres del primer componente.

- A) 13.- peso de las hojas muestreo 3
- B) 30.- color del tallo
- C) 36.- ancho de la cápsula
- D) 39.- días a la producción de botones
- E) 40.- días a la producción de flores.