



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**  
**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN**  
**EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**  
POSGRADO EN RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD  
GENÉTICA

**CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO**  
**DEL ÁRBOL DE CIRIÁN (*Crescentia alata* Kunth.)**  
**VARIABILIDAD, SELECCIÓN, MORFOLOGÍA,**  
**CITOGENÉTICA Y FITOQUÍMICA**

**GABRIEL PERALTA VALVERDE**

**T E S I S**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

**DOCTOR EN CIENCIAS**

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO  
2012

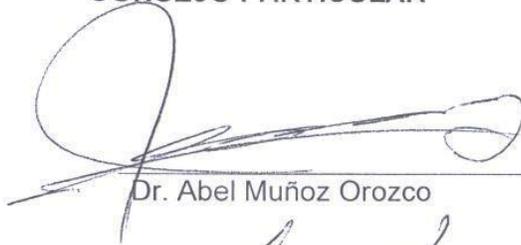
La presente tesis titulada: **CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DEL ÁRBOL DE CIRIÁN (*Crescentia alata* Kunth).** VARIABILIDAD, SELECCIÓN, MORFOLOGÍA, CITOGENÉTICA Y FITOQUÍMICA realizada por el alumno: **GABRIEL PERALTA VALVERDE**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS**

**RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD  
GENÉTICA**

**CONSEJO PARTICULAR**

Consejero:



---

Dr. Abel Muñoz Orozco

Asesor:



---

Dr. Salvador Miranda Colin

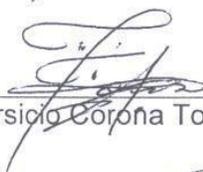
Asesor:



---

Dra. Adriana Delgado Alvarado

Asesor:



---

Dr. Tarsicio Corona Torres

Asesor:



---

Dr. Carlos Ramírez Herrera

Montecillo, Texcoco, Estado de México, 5 de junio de 2012

**CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DEL ÁRBOL DE CIRIÁN  
(*Crescentia alata* Kunth.) VARIABILIDAD, SELECCIÓN, MORFOLOGÍA,  
CITOGÉNÉTICA Y FITOQUÍMICA**

**Gabriel Peralta Valverde, Dr.  
Colegio de Postgraduados, 2012**

**RESUMEN**

El cirián es un árbol medicinal con frutos esféricos que contiene iridoides y polifenoles los que confieren propiedades anti-inflamatorias, antioxidantes y antimicrobianas. La presente investigación se realizó en la región de Tierra Caliente, Michoacán, México en la Depresión del Balsas, la cual es uno de los refugios pleistocénicos más extensos de Norteamérica y centro de origen y domesticación del maíz; el árbol de cirián, es una especie emblemática de esta región y probablemente constituyó una fuente importante de alimento para los grupos humanos que colonizaron el centro-occidente de México hace más de treinta mil años. Los frutos de cirián partidos por la mitad sirven como recipientes que debieron ser de gran utilidad para el Hombre Temprano en México previo a la invención de la cerámica. Se estudió la variación morfológica y fitoquímica en una población seleccionada por floración temprana y abundante respecto a una no seleccionada y a la población total del área de estudio; y se determinó el número cromosómico de la especie. Se observó que las actividades humanas influyen en la morfología y reproducción del cirián; que la selección de individuos con floración temprana y abundante modifica la variación favorablemente; y que las actividades agrícolas y disponibilidad de agua determinan la variación del contenido de polifenoles y de la actividad antioxidante, lo que sugiere un proceso de selección y mejoramiento genético tradicionales dirigidos a obtener árboles con mayor contenido de principios activos cerca o dentro de la comunidad. Se precisa un método de selección en plantas

perennes, el cual consiste en: delimitar el área de estudio, ubicar los árboles de la población, categorizar las condiciones ambientales en las que se desarrollan, definir criterios de selección, aplicar los criterios de selección a una población y comparar con otra población sin la aplicación de dichos criterios, evaluar caracteres de importancia en el manejo y aprovechamiento de la especie, y realizar los análisis de variación y covariación para identificar árboles o grupos de árboles con características promisorias para el desarrollo de planes de mejoramiento genético. Se consigna el número cromosómico de la especie  $2n = 40$ , la multiplicación natural por raíces, la diversidad de plantas medicinales en una conmemoración de origen prehispánico en Carácuaro, la elaboración de un jarabe y de chocolate de cirián, como vestigios de tradiciones ligadas al uso de plantas medicinales.

**Palabras clave:** Depresión del Balsas, compuestos fenólicos, antioxidantes, selección, número cromosómico.

**CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE CIRIÁN TREE  
(*Crescentia alata* Kunth.). VARIABILITY, SELECTION, MORPHOLOGY,  
CYTOGENETIC AND PHYTOCHEMISTRY.**

**Gabriel Peralta Valverde, Dr.  
Colegio de Postgraduados, 2012**

**SUMMARY**

The cirián is a medicinal tree with spherical fruits containing iridoids and polyphenols that provides anti-inflammatory, antioxidant and antimicrobial properties. Current research was carried out in the region of Tierra Caliente, Michoacán, Mexico in the Balsas Basin, which is one of the most extensive pleistocenic refuges of North America, and center of origin and domestication of corn; cirián tree, is a flagship species of this region and probably constituted an important source of food for humans who colonized the western part of Mexico more than thirty thousand years ago. The fruits of cirián cut in half serve as containers that must have been very useful for early mankind in Mexico prior to the invention of pottery. We studied the morphological variation and phytochemistry in a population selected by early and abundant flowering on one unselected and the total population of the study area; and determined the chromosome number of the species. It was noted that human activities influenced the morphology and reproduction of the cirián; the selection of individuals with early and abundant flowering modifies the variation favourably; and that agricultural activities and water availability determine the variation of the content of polyphenol and antioxidant activity, suggesting a process of selection and traditional breeding to get trees with higher content of active ingredients near, or within the community. Required is a method of selection for perennials, which consists of: delimit the study area, locate the trees of the population,

categorize the environmental conditions in which they develop, define selection criteria, apply selection criteria to a population and comparison with other population without the application of these criteria, assess character of importance in the management and utilization of the species, and the analysis of variation and covariación to identify trees or groups of trees with promising characteristics for the development of genetic improvement plans. The chromosome number of the species  $2n = 40$ , the natural multiplication by roots, the diversity of medicinal plants in a commemoration of pre-Hispanic origin in Caracuaro, the development of a syrup and chocolate cirián as vestiges of traditions linked to the use of medicinal plants.

**Keys words:** Balsas Basin, phenolics compounds, antioxidants, selection, chromosome number.

## AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología** (CONACyT), por el apoyo económico brindado durante la realización de los estudios de maestría y doctorado.

Al **Colegio de Postgraduados** por haberme brindado la oportunidad de continuar con mi formación académica.

A los integrantes del Consejo Particular, **Dr. Abel Muñoz Orozco, Dr. Salvador Miranda Colín, Dra. Adriana Delgado Alvarado, Dr. Tarsicio Corona Torres y Dr. Carlos Ramírez Herrera**, así como a la **Dra. Ma. Del Carmen Mendoza Castillo**, por su apoyo, su afecto y por compartir sus conocimientos durante mi formación.

Al **Ing. Juan José Rodríguez Vieryra**, y a los habitantes de la comunidad de Los Ejes, en especial a **Moisés e Isaac Cárdenas Sánchez, Matías Cárdenas y Yolanda Sánchez**, por las facilidades brindadas durante mi estancia en Carácuaro, Michoacán.

A todos los que en su momento me brindaron su apoyo en alguna de las etapas de la investigación, **Patricia Ramírez, Reyna Xochipa, Brenda Pérez Zaragoza, Miguel Mastranzo, José Nery Rodríguez Morales, Nora y Heriberto Lomelí Sandoval**.

## CONTENIDO

CAPITULO I. GENERALIDADES DEL ÁRBOL DE CIRIÁN ( <i>Crescentia alata</i> Kunth.) .....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO .....	3
REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
Descripción botánica .....	3
Citología y evolución .....	6
Ecología y diversidad .....	7
Tierra Caliente, Michoacán: refugio pleistocénico y hábitat del árbol de cirián .....	12
Propagación.....	17
Fitoquímica y farmacología .....	18
Uso actual y potencial .....	21
Propiedades medicinales .....	26
Bibliografía citada .....	28
CAPITULO II. VARIACIÓN Y SELECCIÓN DE ÁRBOLES DE <i>Crescentia alata</i> Kunth.-BIGNONIACEAE (CIRIÁN) UNA PLANTA MEDICINAL MEXICANA.....	37
RESUMEN.....	37
SUMMARY .....	38
INTRODUCCIÓN.....	39
MATERIALES Y MÉTODOS .....	40
1. Características morfológicas de la población base .....	41
2. Características fitoquímicas de los frutos de la población seleccionada .....	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
Variación morfológica .....	44
1. Análisis de covariación morfológica de las poblaciones base y seleccionada por componentes principales.....	54
2. Agrupamientos .....	57
3. Conglomerados .....	59
CONCLUSIONES.....	62
BIBLIOGRAFIA CITADA .....	64
CAPITULO III. VARIACIÓN REPRODUCTIVA DE <i>Crescentia alata</i> Kunth.-BIGNONIACEAE (CIRIÁN). UNA PLANTA MEDICINAL MEXICANA .....	68
RESUMEN.....	68
SUMMARY .....	69
INTRODUCCIÓN.....	70

MATERIALES Y MÉTODOS .....	71
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	73
1. Efectos Principales .....	75
2. Interacciones y anidamientos .....	76
3. Desarrollo de flores a frutos del árbol de cirrián.....	83
CONCLUSIONES.....	85
BIBLIOGRAFIA CITADA .....	87
CAPITULO IV. NÚMERO CROMOSÓMICO DEL ÁRBOL DE CIRIÁN.....	90
RESUMEN.....	90
SUMMARY .....	91
INTRODUCCIÓN.....	92
MATERIALES Y MÉTODOS .....	92
Colecta y conservación del material vegetal .....	93
Reactivos .....	93
Determinación del número cromosómico.....	93
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	95
Número cromosómico .....	95
BIBLIOGRAFIA CITADA .....	95
CAPITULO V. VARIACIÓN MORFOLÓGICA, DE POLIFENOLES Y DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL ÁRBOL MEDICINAL.....	98
<i>Crescentia alata</i> Kunth. -BIGNONICACEAE (CIRIÁN) .....	98
RESUMEN.....	98
SUMMARY .....	99
INTRODUCCIÓN.....	100
MATERIALES Y MÉTODOS .....	100
Delimitación del área de estudio .....	101
Determinación de variables en los arboles .....	101
Colecta y conservación de frutos .....	101
Reactivos .....	102
Equipo.....	102
Preparación de extractos para determinación de polifenoles .....	102
Determinación de compuestos fenólicos totales y fenoles no taninos.....	103
Determinación de taninos condensados .....	104
Determinación de flavonoides totales .....	104
Actividad antioxidante.....	105
Determinación de materia seca y grados Brix.....	106

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	107
Cuantificación de fenoles totales, taninos y flavonoides.....	107
Variación de compuestos fenólicos.....	111
Correlaciones.....	115
Agrupaciones.....	117
CONCLUSIONES.....	121
BIBLIOGRAFIA CITADA.....	121
SÍNTESIS FINAL.....	125
ANEXO 1. PLANTAS MEDICINALES QUE SE COMERCIALIZAN EN LA FIESTA DEL SEÑOR DE CARÁCUARO, MICHOACAN, MÉXICO.....	128
RESUMEN.....	128
INTRODUCCIÓN.....	129
MATERIALES Y MÉTODOS.....	130
RESULTADOS.....	130
DISCUSIÓN.....	146
BIBLIOGRAFIA CITADA.....	149
ANEXO 2. PROPAGACIÓN ASEJUAL DEL ÁRBOL DE CIRIÁN.....	150
ANEXO 3. CALENDARIO AGRÍCOLA DE TRES ESTACIONES UTILIZADO EN EL MUNICIPIO DE CARÁCUARO, MICHOACÁN, MÉXICO.....	153
ANEXO 4. ELABORACIÓN DE JARABE Y CHOCOLATE DE CIRIÁN.....	155
ANEXO 5: PROGRAMAS Y SALIDAS EN SAS V. 9.....	168
a) Programa para el análisis de variación de la población base, seleccionada y no seleccionada.....	168
b) Análisis de variación entre ambientes, comparación entre población seleccionada y no seleccionada, y la interacción.....	169
c) Análisis de componentes principales para la población base.....	169
d) Análisis de componentes principales para la población seleccionada.....	178
e) Análisis de conglomerados para la población base.....	185
f) Análisis de conglomerados para la población seleccionada.....	187
g) Análisis de variación para el estudio fitoquímico.....	189
h) Análisis de componentes principales para el estudio fitoquímico.....	189

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Resumen del análisis de variación de variables morfológicas del factor de variación condición ambiental en las poblaciones base, seleccionada y no seleccionada de árboles de cirián. ....	45
Cuadro 2. Resumen del análisis de variación de variables fitoquímicas del factor de variación condición ambiental en la poblaciones seleccionada. ....	47
Cuadro 3. [1 de 3] Variación morfológica por condiciones ambientales (CA), y población seleccionada y no seleccionada (TP) de árboles de cirián. Las condiciones ambientales (CA) comprenden: potreros, cultivos, traspatio y cañada .....	49
Cuadro 4. Variación morfológica en términos de promedios de las poblaciones seleccionada vs no seleccionada; variación morfológica entre promedios en los cuatro ambientes para la población base (PB), población seleccionada (PS) y población no seleccionada (PNS) y variación fitoquímica para la población seleccionada.....	53
Cuadro 5. Valores propios ( $\lambda$ ) de componentes principales (CP) para las poblaciones base y la seleccionada de árboles de cirián. ....	54
Cuadro 6. Contribución de las variables en cada CP para las poblaciones base y seleccionada de árboles de cirián. ....	56
Cuadro 7. Síntesis del ANOVA de tres variables reproductivas en una población seleccionada de árboles de cirián. ....	74
Cuadro 8. Promedios del número de botones florales, flores y frutos según condición ambiental, posición en el árbol y días de desarrollo .....	76
Cuadro 9. Síntesis del análisis de variación de cinco principios activos en arboles de cirián.....	114
Cuadro 10. Promedios y diferencias estadísticas de variables fitoquímicas y morfológicas de frutos por condición ambiental.....	115

Cuadro 11. Correlaciones y significancias entre variables morfológicas y fitoquímicas del ciríán .....	117
Cuadro 12. Contribución de las variables en cada componente principal (CP) .....	118
Cuadro 13. [1 de 11] Plantas medicinales que se comercializan durante la fiesta del Señor de Carácuaro, Michoacán .....	135

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Distribución de *Crescentia alata* y *C. cujete* en México. La línea delimita el Bosque Tropical Caducifolio y los números señalan lugares donde se ha reportado la presencia de estas especies. .... 5
- Figura 2. Estructuras reproductivas del árbol de cirián (*Crescentia alata*). A, B) flores antes de la dehiscencia; C,D) flores en dehiscencia; E) estigma y pistilos de la flor; F) fruto inmaduro; G) árbol de cirián; H) frutos maduros. .... 8
- Figura 3. Distribución de los árboles de cirián en la población base a través del ACP. 58
- Figura 4. Distribución de los árboles de cirián en una población seleccionada por floración temprana y abundante a través del ACP. .... 59
- Figura 5. Distancias euclidianas entre árboles de cirián de la población base. .... 61
- Figura 6. Distancias euclidianas entre árboles de cirián de la población seleccionada. 62
- Figura 7. Etapas de desarrollo de las estructuras reproductivas del árbol de cirián. .... 72
- Figura 8. Efecto de las condiciones ambientales en la producción de botones florales (a), flores (b) y frutos (c) por árbol. .... 79
- Figura 9. Efecto de las condiciones ambientales en la producción de botones florales, flores y frutos según la posición de la rama. .... 80
- Figura 10. Efecto de las condiciones ambientales en la producción de botones florales (a), flores (b) y frutos (c) por árbol y posición de la rama ..... 81
- Figura 11. Efecto de las condiciones ambientales en la producción de botones florales (a), flores (b) y frutos (c) durante el periodo de desarrollo reproductivo ..... 82
- Figura 12. Modelos de desarrollo para tres etapas fenológicas reproductivas del árbol de cirián: (a) botones florales, (b) flores, y (c) frutos. .... 84
- Figura 13. Humedad relativa y temperaturas mínimas y máximas de la comunidad de Los Ejes durante el periodo de desarrollo floral de árboles de cirián. .... 85

Figura 14. Célula somática en metafase donde se indica el número cromosómico del árbol de cirrián, $2n= 40$ .....	97
Figura 15. [1 de 3] Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de frutos de árboles de cirrián en cuatro condiciones ambientales. Los puntos representan los promedios y las líneas verticales las DE. ....	109
Figura 16. Distribución de frutos de cirrián de acuerdo a la asociación de tres componentes principales. ....	120
Figura 17. Peregrinación a la iglesia del Señor de Carácuaro, Michoacán. ....	131
Figura 18. Danzantes en el atrio de la Iglesia de Carácuaro, se presentan a partir del lunes previo al miércoles de ceniza. ....	132
Figura 19. Venta de plantas medicinales en la fiesta .....	134
Figura 20. Las raíces que unen a dos árboles de cirrián son señaladas por Moisés Cárdenas. Los árboles se señalan con flechas. ....	151
Figura 21. Propagación asexual y distribución del árbol de cirrián. ....	152
Figura 22. Calendario agrícola tradicional del año 2010 utilizado por los campesinos del municipio de Carácuaro, Michoacán, México. ....	154
Figura 23. [1 de 12] Folleto para la elaboración de chocolate y jarabe de cirrián .....	156

## **CAPITULO I. GENERALIDADES DEL ÁRBOL DE CIRIÁN (*Crescentia alata* Kunth.)**

### **INTRODUCCIÓN**

En América, la evolución del hombre está estrechamente relacionada con la evolución del maíz y de las plantas medicinales. Este proceso evolutivo ha sido gradual y probablemente comenzó hace más de cien mil años (Miranda, 1994). Actualmente, existen evidencias de que este proceso fue lento durante los primeros miles de años, y sólo recientemente, a partir de la invención de la cerámica, se aceleró de forma exponencial (Muñoz *et al.*, 2009). Durante ese largo período de tiempo, que abarca parte de la última glaciación, las plantas medicinales debieron ser de capital importancia para la sobrevivencia de la especie humana ante las condiciones ambientales adversas que prevalecieron (Lozoya, 1999).

Las medicinales, además de ser utilizadas para procurar la salud, facilitaron el desarrollo de la imaginación y con esto, de la conciencia, el arte y la generación de conocimientos principalmente a través del uso de los alucinógenos (Evans *et al.*, 1982; Lozoya, 1999; Aguilar, 2003; Álvarez, 2003; Díaz, 2003). El conocimiento sobre la diversidad y usos de plantas medicinales, debió haberse generado -como ocurrió con el maíz-, en los grupos prehistóricos de nuestro continente hace miles de años, lo que explica que hoy en día, exista un amplio conocimiento sobre medicina herbolaria en prácticamente todos los hogares del país, especialmente en las comunidades indígenas y en sus descendientes (Evans *et al.*, 1982; Lozoya, 1999; Álvarez, 2003; Díaz, 2003).

La región de Tierra Caliente en el estado de Michoacán, México se encuentra en la parte baja de La Depresión del Balsas, la cual se considera uno de los refugios pleistocénicos más extensos e importantes de Norteamérica (Toledo, 1982). En esta cuenca destaca la diversidad biológica y la presencia de nichos ecológicos contrastantes con un alto índice de endemismos (Toledo, 1982; Espinosa y Ocegueda, 2008). El sistema refugio pleistocénico terracalentano, por sus características geográficas, ecológicas y culturales se considera el centro primario del origen del maíz y de la medicina tradicional mexicana (Miranda, 2000; Muñoz *et al.*, 2009). El árbol de cirián, es una especie emblemática de esta región. Durante el pleistoceno esta especie constituía una fuente importante de alimento para herbívoros prehistóricos y grupos humanos que colonizaron el centro-occidente de México hace más de treinta mil años (Gentry, 1980; Gentry, 1992; Mirambell, 2001; Rodríguez, 2005). Esta especie ha sido utilizada con fines alimenticios y medicinales por los Grupos del Valle de Tehuacán, Puebla, por lo menos en los últimos siete mil años (Earle, 1967). Además, en la actualidad, es común el uso de frutos de esta especie para la elaboración de artesanías (Arenas, 2004) y artículos ceremoniales (Vázquez, 2007), tales como jícaras que pudieron ser de gran utilidad e importancia para el Hombre Temprano en México previo a la invención de la cerámica (Lozoya, 1999; García, 2001).

El árbol de cirián, ya crecía durante el pleistoceno (Gentry, 1980; Janzen, 1982) y seguramente, fue ampliamente utilizado durante miles de años como recipiente, previo a la invención de la cerámica (Earle, 1967; Gentry, 1980; Lozoya, 1999). Dada su importancia artesanal y de uso cotidiano, el árbol de cirián, debió ser muy apreciado por las comunidades prehistóricas y prehispánicas, quienes lograron conocer su

biología, propagarlo y hacer selección para obtener plantas de mejor calidad. En este contexto, el estudio del árbol de cirían, es una referencia para comprender la relación evolutiva *hombre-maíz-medicinales*.

## OBJETIVO

Contribuir al conocimiento del árbol de cirían a través de la recopilación y análisis de literatura.

## REVISION BIBLIOGRAFICA

### Descripción botánica

Nombre científico: *Crescentia alata* Kunth.

Familia botánica: Bignoniaceae (tribu: Crescentieae) (Gentry, 1980)

Sinonimia botánica: *Crescentia trifolia* Blanco, *Otophora paradoxa* Blanco, *Parmentiera alata* Kunth, *Crescentia ternata* Sessé & Moc., *Pteromischus alatus* (Kunth) Pichón (Martínez, 1959a; Martínez, 1959b; Argueta *et al.*, 1994; BDMTM, 2009).

Nombres comunes: Cuatecomate (México, Morelos), Ciriani (lengua Tarasca, Michoacán), Gua (lengua Chinanteca, Oaxaca), Sam-mu, Cham-mu (Chontal, Oaxaca), Cuatecomatl, Kuhteconatl, Kuhtekomatl (náhuatl): árbol de Tecomate, Urani y Zacual (en Michoacán), Guaje cirían; Ayal, Comate, Cuastecomate, Cuate, Cuateconate, Guajito Sírial, Jícara, Morro del Llano, Zacatecomate; Tecomaxochitl, Bule Morro (Guerrero); Cuatecomatl (Náhuatl), Cuatuhtecómatl, Cuatecumatl, Güiro, Jayasti, Soco (Morelos); Saitcui (Cora, Nayarit); Ngots (Oaxaca); Thoot Tima' (Tenek, San Luis

Potosí); Chookari (Rarámuri, Chihuahua) (Martínez, 1959a; Martínez, 1959b; Argueta *et al.*, 1994; Arenas, 2004; BDMTM, 2009).

Es un árbol de entre 6 a 14 metros, habita casi todos los climas cálidos del país, principalmente de Guerrero a Chiapas, Yucatán, Veracruz y Tamaulipas, entre los 100 y los 1554 msnm (Figura 1). Es una planta silvestre presente en ecosistemas de mangle, bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, matorral xerófilo, bosque espinoso, bosque mesófilo de montaña, bosques de encino, de pino y mixto de pino-encino (Martínez, 1959a; Martínez, 1959b; Argueta *et al.*, 1994). En ambientes del estado de Morelos, se estima que el diámetro del tronco medido a una altura de 1.3 m varía entre los 19 y 68 cm (40.4 cm en promedio); la cobertura del dosel oscila entre 5 a 14 m (8.95 m en promedio), y una altura de entre 4 a 10 m (6.94 m en promedio) (Arenas, 2004).

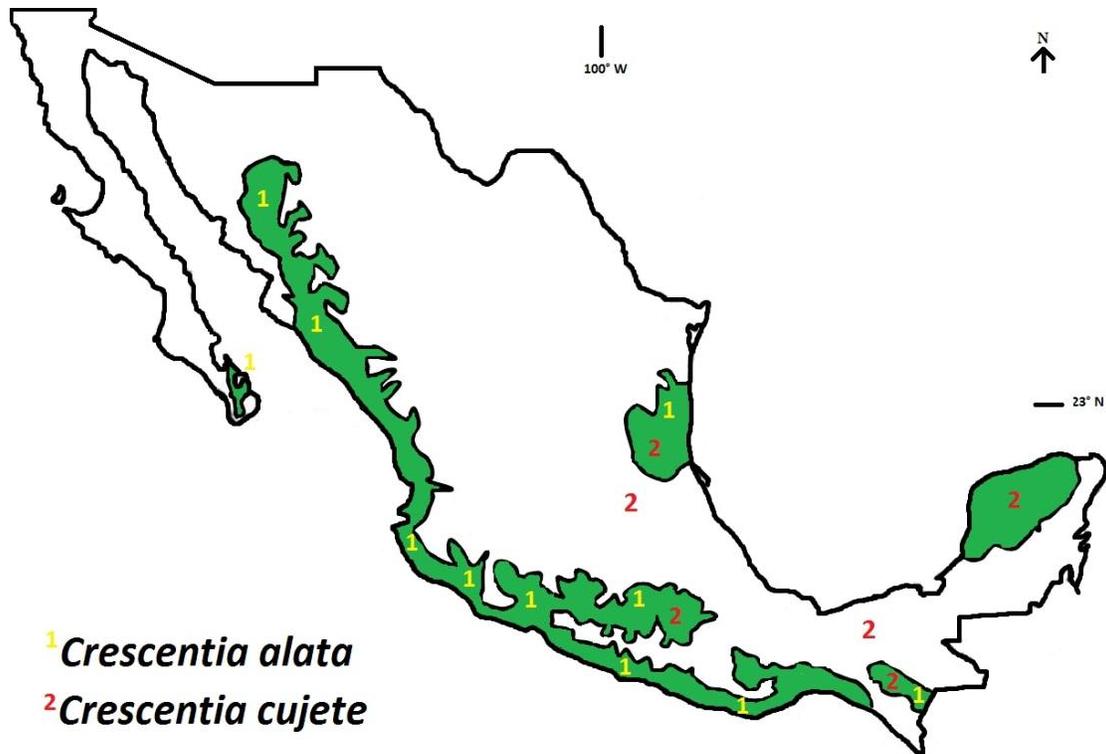


Figura 1. Distribución de *Crescentia alata* y *C. kujete* en México. La línea delimita el Bosque Tropical Caducifolio y los números señalan lugares donde se ha reportado la presencia de estas especies.

Su corteza es delgada de color café claro, con hendiduras longitudinales; tiene ramas largas y colgantes. Sus hojas tienen forma de cruz de 2 a 9 cm, enteras, coriáceas, glabras y se componen de tres hojuelas angostas de 3 a 9 cm con un peciolo alargado y alado (Figura 2). Las flores son hermafroditas y despiden un olor desagradable, la corola mide de 5 a 8 cm de largo y son de color amarillento-verdoso y morado-café, con líneas púrpuras y pétalos rizados; abren por la noche y duran aproximadamente ocho días; tienen una línea transversal, atrás de la cual se forma un abultamiento que contiene reservas de néctar, éste tiene un olor característico a humedad, similar al olor de los murciélagos a los que atrae para que realicen la polinización. El lapso entre flor y fruto maduro es de unos cuatro meses (Martínez, 1959a; Martínez, 1959b; Gentry, 1980; Argueta *et al.*, 1994; Barrance, 2003; BDMTM, 2009).

El fruto crece pegado al tronco, es ovoide o globoso, casi esférico, de 7 a 15 cm de diámetro y cáscara dura, con gran número de semillas (tipo ortodoxas) contenidas en una pulpa oscura y dulzona; en Centroamérica, los frutos pueden contener entre 300-900 semillas. Los frutos maduros son verdes-amarillentos y se mantienen en el árbol por varios meses antes de volverse amarillos y caer, principalmente con la reducción de oferta de agua. La madera es blanda y flexible (Martínez, 1959a; Martínez, 1959b; Argueta *et al.*, 1994; Barrance, 2003; BDMTM, 2009).

La fenología de la planta (descrita para especies de Centroamérica) se define de la siguiente forma: presencia de brotes de hojas nuevas, de enero a abril, con el inicio de la temporada de lluvia; floración, de marzo a junio; y fructificación, de junio a septiembre. Se recomienda sembrar las semillas entre agosto y diciembre (Barrance, 2003).

### **Citología y evolución**

La familia Bignoniaceae presenta un número cromosómico  $n=20$  constante en prácticamente todos los géneros que la integran; es el caso de *Crescentia cujete* L. ( $2n=40$ ), una especie fenotípicamente parecida a *Crescentia alata*. La predominancia de  $n=20$  indica una estrecha relación entre las tribus de esta familia y sugiere una línea evolutiva única con un ancestro común (Gentry, 1980). Para Sudamérica, la tribu Tecomeae seguramente divergió, generando la tribu Crescentieae, la cual se caracteriza por que la dehiscencia de flores que favorece la polinización por murciélagos (Gentry, 1980).

## **Ecología y diversidad**

El cirrián es un componente de gran importancia en los nichos ecológicos en que se desarrolla. *Crescentia alata* es muy parecida a *Crescentia kujete*, las cuales en varias regiones del país reciben el mismo nombre común y al parecer, en los ambientes en los que coinciden, forman híbridos al cruzarse entre ellas. Al respecto, Arango *et al.* (2009) realizaron un estudio sobre la diversidad de *C. kujete* a través de marcadores moleculares tomando como referencia a *C. alata*; donde observaron una amplia relación entre ambas especies, por lo que concluyen que podrían presentar formas híbridas como resultado de la interacción interespecífica del género *Crescentia*; mientras que al compararlas con *C. amazónica* Ducke, se observó que se trataba de una especie diferente, por lo que concluyen que es probable que *C. alata* y *C. kujete* sean subespecies de una misma especie.

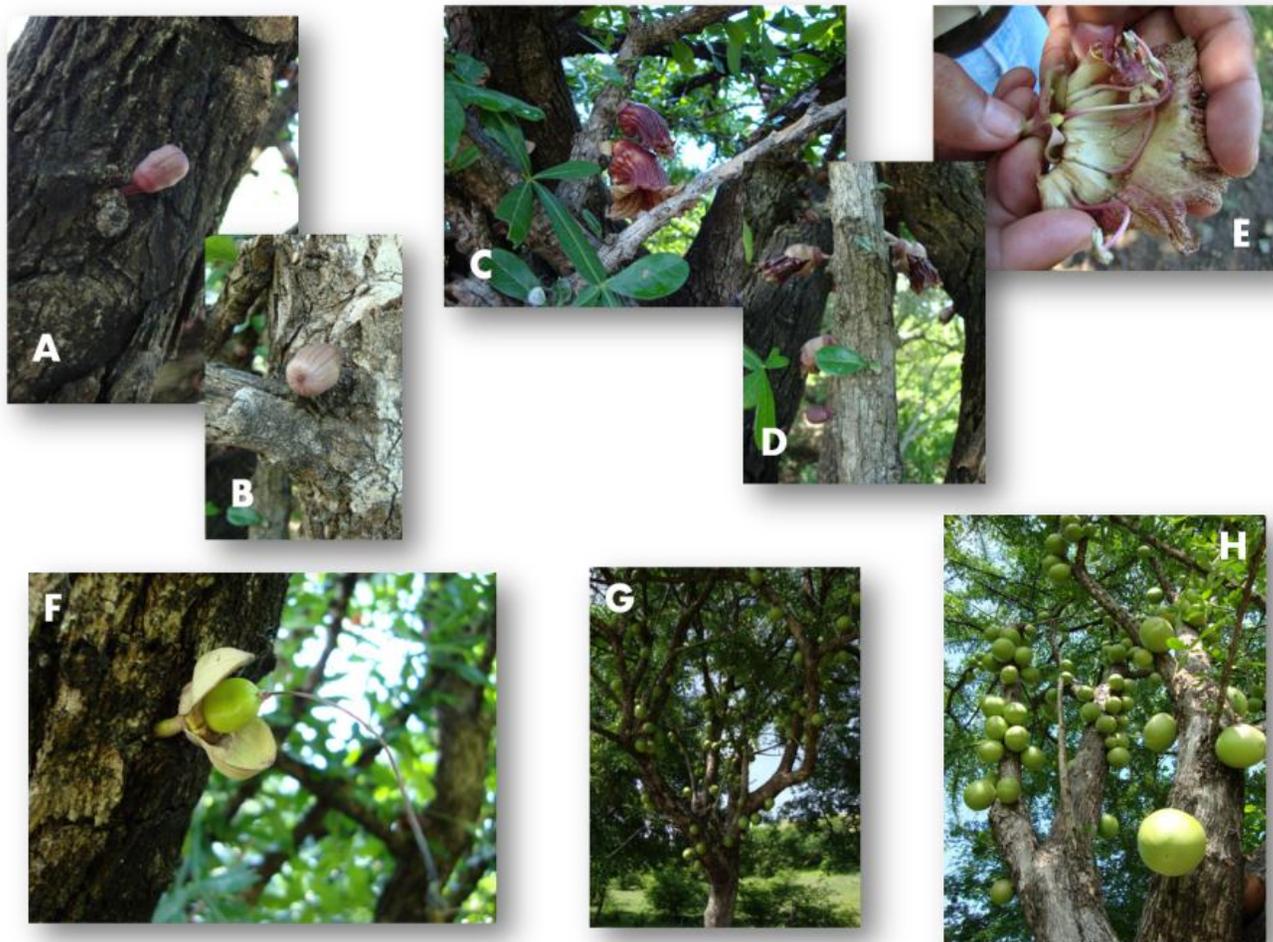


Figura 2. Estructuras reproductivas del árbol de cecropia (*Crescentia alata*). A, B) flores antes de la dehiscencia; C,D) flores en dehiscencia; E) estigma y pistilos de la flor; F) fruto inmaduro; G) árbol de cecropia; H) frutos maduros.

Se estima que la densidad de las plantas de cirrián oscilan entre 1 a 5 árboles por hectárea en serranías y lomeríos, y hasta 10 árboles por hectárea en mesetas (Arenas, 2004). En contraste, en las sabanas de Nicaragua las poblaciones silvestres de cirrián pueden tener densidades de 30 a 240 árboles por hectárea (en ocasiones hasta 500) y pueden vivir más de 50 años (Barrance, 2003).

La polinización de las flores y dispersión de las semillas, se lleva a cabo mediante una gran variedad de interacciones interespecíficas; de ahí que esta especie sea de gran importancia en el flujo de energía de los ambientes en que habita. Martínez y Bullock (1990) mencionan que las flores de *Crescentia alata* son polinizadas por murciélagos (*Glossophaga soricina* Pallas- Chiroptera) y son parasitadas por dos especies de abejas sociales de los géneros *Meliponinae* y *Apidae*; estos autores observaron que las abejas extraen cerca del 40 % del total del polen y néctar antes del arribo de los murciélagos por lo que entre estas especies existe una interacción ecológica del tipo amensalismo. La extracción del polen por las abejas es más intenso en flores con anteras con dehiscencia temprana, además de que el polen de este árbol es muy atractivo para las abejas.

En Centroamérica, los árboles inician a producir frutos al quinto año de vida; a partir de ahí, se tienen dos cosechas por año la primera entre agosto y octubre y el segundo entre diciembre y abril, llegando a producir hasta 27 kg por árbol por año después del séptimo año. Las semillas maduras y secas son grises, aplanadas y acorazonadas, de 6-8 mm de diámetro y 1-2 mm de grosor, y pesan de 25 a 40 mg. Cuando los caballos y ganado comen la pulpa, no destruyen todas las semillas, sino que algunas salen en el estiércol, donde se conservan durante la época seca. Al pasar por el tracto digestivo de

los animales las semillas son tratadas por los ácidos estomacales, los cuales facilitan su germinación. Cuando las lluvias mojan el estiércol germinan ahí mismo (Barrance, 2003).

Las semillas son dispersadas por el ganado (especialmente caballos) que comen las frutas; así mismo, donde ocurren inundaciones, los frutos flotan y pueden viajar grandes distancias por el agua (Barrance, 2003). Sánchez *et al.* (2006), determinaron patrones de dispersión de frutos en 11 especies nativas de la selva tropical de Chamela en Jalisco, México; observaron que una de las especies con mayor valor de dispersión de frutos era *Crescentia alata* (87 %). Así mismo, encontraron que la meso fauna tenía poco impacto en la remoción de semilla y que la macro fauna, específicamente mamíferos, eran los principales responsables de la dispersión de frutos. En el caso de los ratones como dispersores de semillas, observaron que éstos preferían aquellos frutos o semillas con mayor contenido nutrimental y de metabolitos secundarios. Concluyen que, al observar dependencia entre las especies, hábitat y densidad, existe un complejo sistema de interacciones que determinan la dispersión de los frutos y semillas. Briones y Sánchez (1999) señalan que al proporcionar dietas mono-específicas de semillas de diferentes plantas a ratas durante cinco días, particularmente para el caso de *Crescentia alata*, la tasa de consumo era moderada, en comparación con las otras plantas de estudio, y concluyen que el valor nutricional y la presencia de componentes tóxicos podría afectar la dieta que escogen los ratones.

Janzen (1982) observó en Costa Rica que los caballos eran capaces de abrir con sus incisivos los duros frutos del ciríán y comerse enteras las semillas; por esta razón una proporción importante de semillas germinadas se encuentran en las heces de los

caballos. Los frutos del cirián están protegidos por su cubierta dura, formando una barrera contra predadores de semillas como roedores, termitas, hormigas y hongos; por lo que, al caer inmaduros del árbol, las semillas están protegidas hasta que maduran y la cáscara del fruto se ablanda, entonces puede ser abierta por mamíferos mayores. Por otro lado el cirián sirve de soporte para especies consideradas vulnerables o en peligro de extinción; al respecto, Yeaton y Gladstone (1982) realizaron un estudio para conocer las especies que crecen en el árbol de cirián; observaron una correlación positiva entre el largo de las ramas y el número de epífitas, principalmente las orquídeas *Oncidium cebolleta* ERG, *Encyclia cordigera* HBK, *Brassavola nodosa* L. Lindley, y *Laelia rubescens* Ocuilan. Lo anterior sugiere la importancia en la conservación que tiene *Crescentia alata*, pudiendo ser utilizada como un indicador de degradación ambiental.

Al parecer, el cirián es una planta versátil, que puede soportar cierto grado de estrés, por lo que se ha introducido con éxito en otros nichos ecológicos de países como India y China; y ha sido útil para reforestar áreas con impacto ambiental severo. Así, Swaminath *et al.* (1991) evaluaron la introducción de especies maderables a Karnataka, India; entre éstas, *Crescentia alata* sobrevivió adecuadamente. Su adaptabilidad podría deberse a diversos factores que están relacionados con las interacciones con otras especies; al respecto, Bala *et al.* (1989) mostraron la intensidad de la infección por micorrizas vesicular-arbuscular (VAM) en varias especies tropicales; una de las especies con mayor infección de las raíces por estos hongos (>50 %) fue *Crescentia alata*, y señalan que la intensidad de la infección está asociada a la disponibilidad de agua lo que sugiere que el crecimiento de raíces largas provocada por

la interacción con micorrizas, podría ser un mecanismo de sobrevivencia en zonas áridas para alcanzar agua del subsuelo.

En cuanto a tolerancia por factores adversos, Tomar *et al.* (2003) realizaron un estudio en 31 especies de árboles para conocer su respuesta a condiciones de salinidad; observaron para *Crescentia alata*, un rápido crecimiento y sobrevivencia cuando fue irrigada con agua salina; sin embargo, presentaron sensibilidad al someterlas a períodos de sequía y también mostraron poca tolerancia a las heladas. Por su parte Rockwood (1974), estudió la susceptibilidad de las hojas de *Crescentia alata* al ser comidas por el escarabajo “pulga” (*Oedionychus sp.*); observó que los escarabajos sólo comían las hojas tiernas, por lo que los árboles podrían sufrir severos daños si ocurren cambios climáticos que produzcan defoliación, ya que los nuevos brotes son vulnerables a los escarabajos. Esta condición podría deberse a que las hojas juveniles no cuentan con las propiedades físicas y químicas para hacer frente a este parásito. También es susceptible al escarabajo *Eulepte sp.* que anida y se alimenta de las hojas.

### **Tierra Caliente, Michoacán: refugio pleistocénico y hábitat del árbol de cirrián**

México es uno de los países con mayor biodiversidad del planeta (Espinosa y Ocegueda, 2008). La mega diversidad que caracteriza a México se debe a factores ambientales, evolutivos, latitudinales, geográficos, ecológicos o culturales, que en conjunto han propiciado las condiciones para incentivar la diversidad biológica (Espinosa y Ocegueda, 2008; Muñoz *et al.*, 2001). Desde la segunda mitad del siglo pasado, se ha planteado que los refugios pleistocénicos son un mecanismo de gran importancia como fuente de biodiversidad (Toledo, 1982). En 1969, Haffer propuso por primera vez el término refugio pleistocénico refiriéndose a los espacios que por su

aislamiento geográfico mantuvieron condiciones ambientales más cálidas durante la última era glacial. Este concepto ha sido ampliamente discutido tanto a favor como en contra de que los refugios pleistocénicos sean una fuente de especiación y diversidad. Sin embargo, los reportes biogeográficos, lingüísticos y genéticos, dan nueva luz para aceptar la importancia de estas áreas geográficas (Rogers *et al.*, 1991; Holder *et al.*, 1999; Tribsch y Schönswetter, 2003).

El planeta ha presentado fluctuaciones de temperatura durante su historia geológica. La última gran glaciación comenzó hace aproximadamente 115 millones de años y terminó hace 15 mil años, lo que comprende la última etapa de la era Pleistocénica. Sin embargo, lo anterior no significa que el planeta haya estado congelado durante 100 mil años; de hecho, hubo fluctuaciones dentro de este periodo, pero siempre caracterizado por presentar temperaturas más bajas a las actuales a nivel global. Este periodo glacial y sus fluctuaciones en temperatura, cambiaron una y otra vez las características climáticas y geográficas del norte de América, permitiendo la migración de especies o bien aislando poblaciones, lo que sentó las bases para la diversidad biológica actual (Makay, 1972; Graham, 1999; Lambeck y Chappell, 2001). A pesar de las controversias al respecto, se cuenta con información precisa para afirmar que los primeros grupos humanos ya habían llegado al centro de México hace más de 30 mil años, por lo que las primeras oleadas de seres humanos al continente Americano, deben remontarse a más de 100 mil años (Carbonel, 2008). Lo anterior sugiere que estos grupos colonizadores enfrentaron un clima especialmente adverso y que su sobrevivencia dependió de la rápida adaptación a las condiciones ambientales o bien al aprovechamiento primitivo de áreas geográficas con condiciones más benignas.

El campo de la arqueología da evidencia de la antigüedad del hombre temprano en México. Se han recuperado cráneos humanos en El Cedral, San Luis Potosí de al menos 33 mil años; de igual manera, el cráneo del hombre de Chimalhuacán que según estudios preliminares data de hace 30 mil años, y el hombre de Tlapacoya al oriente del Estado de México con una edad calculada de 23 mil años (Mirambell, 2001). Estas dataciones cuestionan la idea de que el hombre llegó a México hace poco menos de 15 mil años.

Una aportación al respecto, es a través de los estudios lingüísticos. Gruhn en 1988, realizó un estudio para describir la diversidad de las lenguas nativas de América, encuentra que las más grandes áreas de diversificación de lenguas indígenas se presentan en la costa noroeste del Pacífico, en el norte del Golfo de México, en Mesoamérica y en Sudamérica, y siguiendo el principio de que la diversificación del lenguaje es proporcional al tiempo de ocupación de un área concluye que, la ocupación del continente Americano debió ocurrir hace por lo menos 35 mil años. En este estudio la lengua Tarasca destaca porque se muestra aislada dentro del área mesoamericana, lo cual es indicativo de que los Tarascos nunca pudieron ser conquistados por los otros grupos mesoamericanos.

Toledo (1982), muestra varias regiones geográficas en México que mantuvieron condiciones de clima cálido durante la última glaciación: la Selva Lacandona, la cuenca del Municipio de Villa Flores en Chiapas; Los Tuxtlas en Veracruz y la costa del Estado de Guerrero. Pero la región más extensa es la que ocupa la Depresión del Balsas sobre todo en lo que comprende al Estado de Michoacán.

La Depresión del Balsas se localiza en el occidente de México, atraviesa los estados de México, Morelos, Puebla, Guerrero y Michoacán, es una cuenca con altitudes que oscilan desde los 200 metros a nivel del mar hasta 3200 msnm. La parte central del Balsas, se caracteriza por presentar temperaturas elevadas arriba de los 40 °C por lo que se le llama a esta región Tierra Caliente. Estudios de caracterización molecular, demuestran que esta región es el centro de origen primario del maíz (Muñoz *et al.* 2009). Es una de las regiones de mayor diversidad biológica en México, con una gran cantidad de endemismos (González *et al.*, 2006; Rzendowski, 2006). Es importante resaltar que a pesar de predominar la vegetación de selva baja caducifolia, en las partes más altas de algunos cerros pueden observarse pinos y encinos que hacen suponer que este tipo de vegetación en un momento de la historia geológica pudo ser desplazado por especies de clima cálido (Haffer, 1982; Toledo, 1982; Rzendowski, 2006).

Los primeros colonizadores de México probablemente conocieron esta región templada hace por lo menos 30 mil años y la aprovecharon para su sobrevivencia; estos grupos nómadas provenientes del norte de América, recorrieron las costas del pacífico norte y debieron llegar a la desembocadura del río Lerma Santiago, internándose por éste al centro del país y de ahí a la depresión del Balsas -en la actualidad aún existe un camino que se sabe muy antiguo llamado paso a Tierra Caliente- (Miranda, 1994). En esta región, debieron solucionar al menos dos problemas básicos de sobrevivencia, la alimentación y la salud (Lozoya, 1999). En la Tierra Caliente crece en abundancia el teocintle, el cual utilizaron como base para inventar el maíz, el mismo proceso ocurrió con el frijol (Muñoz *et al.*, 2009).

En un ambiente tan hostil, las enfermedades debieron mermar a los integrantes de estos grupos humanos; en contraparte, se contaba con una amplia fuente de recursos potenciales para aliviar los problemas de salud que seguramente los aquejaron, por lo que a la par de la domesticación del maíz y el frijol, el hombre prehistórico debió profundizar en el conocimiento de las plantas para uso medicinal (Earle, 1967; Lozoya, 1999). Se ha documentado que una de las afecciones más frecuentes fueron las fracturas de huesos, lo que es lógico si se piensa en estos grupos como cazadores-recolectores (Earle, 1967). Una de las especies ampliamente utilizada actualmente para el tratamiento tradicional de dolores de huesos y fracturas, es el árbol de cirían (*Crescentia alata*), del cuál se han estudiado parte de sus principios activos, pero no se cuenta con evidencia científica de su efectividad para sanar fracturas (Arenas, 2004). Este árbol ha sido parte de la flora de los climas templados del occidente de México durante el pleistoceno (Gentry, 1980), y actualmente es una especie característica de la Tierra Caliente, Michoacán. Además del uso medicinal de esta especie, debió ser de gran importancia para los hombres prehispánicos porque de sus frutos partidos por la mitad podían elaborar jícaras que les sirvieron de recipiente previo a la invención de la cerámica (Arenas, 2004).

Las medicinales, además de ser utilizadas para procurar la salud, facilitaron el desarrollo de la imaginación y con ello de la conciencia, el arte y la generación de conocimiento principalmente a través del uso de los alucinógenos (Evans *et al.*, 1982; Lozoya, 1999; Aguilar, 2003; Álvarez, 2003; Díaz, 2003). Si se considera que la invención de la cerámica y con ello la intensificación de todos los procesos civilizatorios en Mesoamérica, tiene poco más de 3 mil años, se puede ver que los grupos

establecidos en la región terracalentana dispusieron de más de 30 mil años para conocer, aprovechar, seleccionar y mejorar muchos de los recursos de este nicho ecológico, por lo que se puede decir que esta región también es centro de origen de los sistemas de la medicina tradicional mexicana. Así como en la diversidad del lenguaje, la gran variedad de plantas medicinales que se conocen y usan en la región terracalentana, tiene correspondencia con el tiempo de ocupación de un territorio, por lo que la riqueza del conocimiento de la medicina tradicional sólo podrá explicarse a razón de miles de años.

### **Propagación**

*Crescentia alata* generalmente se propaga vía sexual por semilla. Aquellas semillas que no han pasado por el tracto digestivo de los animales, requieren un tratamiento pre-germinativo que consiste en sumergirlas en agua corriente por 24 horas. La germinación, después de 8 a 30 días normalmente es del 75-80 % (Barrance, 2003).

En cuanto a la propagación, Ngulube (1989) realizó pruebas de germinación en ocho especies de árboles multipropósito de Centroamérica para las condiciones de Zomba, Malawi; para el caso de *Crescentia alata*, menciona que presentó alto porcentaje de germinación aún sin tratamiento alguno como escarificación o sumergidas en agua hirviendo y que requiere de al menos 3 meses en vivero para alcanzar los 20 centímetros de longitud para poder ser trasplantada en campo. Por su parte, Arenas (2004) encontró que la capacidad de germinación de las semillas recientes y de dos años era del 52 %.

## **Fitoquímica y farmacología**

De los primeros estudios realizados a esta especie, se encontró que la pulpa contiene (en %): agua higroscópica, 11.70; sales minerales, 1.21; aceite graso, 8; grasa sólida, 0.32; resina ácida soluble en alcohol, 0.25; resina ácida soluble en éter, 0.62; glucosa, 7.38; ácido tánico, 0.12; principios pécticos, 4.33; dextrina, 0.83; celulosa, leñosa y principios no dosificados, 65.23 (Martínez, 1959b).

En un estudio similar, Gómez *et al.* (1980b) mencionan las características químicas del fruto en fresco (en %): humedad, 68.5; extracto de éter, 5.3; fibra cruda, 3.6; proteína, 6.3; cenizas, 2 y carbohidratos totales, 14.7. Después de 14 días de sacado al sol o en planchas con aire entre 60 a 90 °C, los suplementos elaborados con el fruto tuvieron 17 % de grasa, 11 % de fibra, 18 % de proteína y presentaron bajo contenido de aminoácidos sulfurados, lisina y treonina. El fruto ensilado bajo condiciones de fermentación anaeróbica durante 90, 145 y 180 días presentó buena apariencia, estuvo libre de contaminación por microorganismos y presentó 18.1 % de grasa, 12.3 % de fibra y 20.6 % de proteína. En otro estudio, Gómez *et al.* (1980c) separaron las semillas de la pulpa utilizando diferentes cantidades y combinaciones de enzimas; concluyen que la mejor separación ocurre después de 8 horas con celulasa al 1 %.

Las características químicas del fruto de cirián en fruto fresco (pulpa+semilla) son: 73.8 % humedad, 4.7 % extracto etéreo, 3.9 % de fibra cruda, 4.3 % de proteína y 1.6 % de ceniza; en semilla seca: 77.8 % humedad, 33.4 % de extracto etéreo, 16.8 % de fibra cruda, 25.1 % de proteína y 3.2 % de ceniza; en cáscara: 10.6 % de humedad, 3.1 % de extracto etéreo, 53.7 % de fibra cruda, 5.4 % de proteína y 1.2 % de ceniza; en almendra: 6.3 % de humedad, 44.7 % de extracto etéreo, 2.1 % de fibra cruda, 39.1 %

de proteína y 4 % de ceniza (Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1973 citado por Barrios, 1981).

Un estudio mas reciente menciona que la pulpa y semilla contienen respectivamente 3 y 3.03 % de grasa cruda, 0.43 y 0.14 % de fibra cruda, 5.51 y 7.38 % de ceniza, 9.87 y 22.59 % de proteína cruda, 73.67 y 75.57 % de carbohidratos solubles, y 0 % de taninos, saponinas y alcaloides en ambos casos (Arenas, 2004).

Uno de los pocos estudios sobre la química de esta especie describe la presencia de dos glicósidos de flavonoides, el rutimósido y el glucósido de cianidina en las flores de un espécimen cultivado en los Estados Unidos de América. La pulpa del fruto contiene un aceite graso, resina ácida, ácido tánico y pectina (Argueta *et al.*, 1994; BDMTM, 2009). Arenas (2004), encontró alcaloides, flavonoides, esteroides y fenoles; así como posibles derivados de la epigenina y quercitina (flavonoides) relacionados con actividad anti-inflamatoria y furanaftoquinona, relacionada con la actividad anticancerígena.

En general, la familia Bignoniaceae se caracteriza por presentar iridoides glucósidos y alcaloides; así como naftoquinonas y antraquinonas. Son frecuentes compuestos como el lapachol, el cual es un componente conspicuo de color amarillo; también ésteres complejos y glicósidos de ácido cinámico o-difenólico que remplazan a los verdaderos taninos. La coloración de los pétalos se debe principalmente a la antocianina cianidin-3-rutinoside y a varios carotenoides (Gentry, 1980).

Recientemente se reporto la presencia de cuatro nuevos iridoides sin C-11, extraídos de la pulpa del fruto de *C. alata*: 1) 6 $\beta$ , 7  $\beta$ , 8 $\alpha$ , 10-tetrahidroxi-*cis*-2-oxabicyclo [4.3.0]nonan-3-ona; 2) 6 $\beta$ , 7 $\beta$ , 8 $\alpha$ , 10-tetra-*p*-hidroxibenzoil-*cis*-2-

oxabicyclo[4.3.0]nonan-3-ona; 3)  $1\beta$ ,  $6\beta$ ,  $7\alpha$ ,  $8\alpha$ , 10-pentahidroxi-*cis*-2-oxabicyclo[4.3.0]nonano; 4)  $6\beta$ -hidroxi-2-oxabicyclo[4.3.0] $\Delta^{8-9}$ -nonen-1-ona (Valladares y Ríos, 2007)

De quince fracciones del extracto metanólico de frutos de *C. alata* aislados por Valladares y Ríos (2004) no se encontró toxicidad en el modelo de *Artemia salina* Leanch; así mismo, en fracciones de polaridad intermedia (R04, R05 y R06) se observó actividad antimicrobiana para bacterias *Gram*-positivas, mientras que, en las fracciones R03, R06 y R13 inhibieron la formación del edema en oreja de ratón inducido por TPA. A partir de la fracción R08 aislaron un compuesto mayoritario, ningpogenina (iridoide).

Autore *et al.* (2001) evaluaron en ratas las propiedades anti-inflamatorias *in vivo* y en *Escherichia coli in vitro* del extracto metanólico de cirrián, observando actividad anti-inflamatoria para ambos modelos. Así mismo, aislaron y caracterizaron los flavonoides mayores (glicósidos) encontrando los siguientes compuestos: Quercetina 3-O- $\alpha$ -L-rhamnopiranosil-(1- $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-glucopiranosido (rutin [rutinosido]), Kaempferol 3-O- $\alpha$ -L-rhamnopiranosil-(1- $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-glucopiranosido (Kaempferol 3-O-rutinosido) y el flavonol anglicona kaempferol.

Estos autores mencionan que el flavonol anglicona kaempferol es el que presenta mayor actividad anti-inflamatoria en el modelo *in vitro*, mientras que los otros dos compuestos no presentaron actividad significativa. Mientras que Rojas *et al.* (2001) hicieron la evaluación antimicrobiana de seis plantas usadas en la medicina tradicional mexicana; y para el caso de *Crescentia alata* observaron una fuerte respuesta de los

extractos hexánico, clorofórmico y metanólico contra *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus pneumoniae*, *S. pyrogenes*, *Escherichia coli* y *Candida albicans*.

Algunos compuestos del kaempferol están presentes en varias especies. Las propiedades que se le atribuyen son actividad mutagénica, anti-inflamatoria y antibacteriana (*Aesculus hippocastanum* -Hippocastanaceae); enfermedades de la piel y pruritis (*Cassia alata* –Leguminosae); hipoglucemia en conejos (*Zizipus rugosa* – Ramnaceae), y se considera un potente antioxidante (Pérez, 2002). En otro estudio fitoquímico de las hojas y corteza de *Crescentia alata*, utilizando técnicas cromatográficas se estimó el rendimiento de los componentes aislados de este árbol (Wiyaporn, 2002), particularmente de la corteza reportan la presencia de: un fenilpropanoide, 4-hydroxy-3-methoxybenzoic acid (ácido vainillínico); un triterpenoide, lupeol; un flavonol glicosido, quercetina-3-rutinosido (rutin). Y de las hojas: un esteroil, 24-etil-5,22-colestadieno-3-b-ol (estigmasterol). Utilizando la prueba con DPPH, el mismo autor evaluó la actividad antioxidante de los componentes de la planta observando actividad comparable a la de la vitamina E.

### **Uso actual y potencial**

Durante la fermentación de los azúcares, la pulpa del fruto cambia su color hacia negro, y es cuando se utiliza como alimento para el ganado. La pulpa cruda es emética y purgativa; si el ganado come los frutos caídos junto con su cáscara, podría causar aborto en las hembras grávidas, pues la cáscara contiene taninos y varios ácidos. Las semillas contienen 16-17 % (en ocasiones 25 %) de proteína, molidas con semillas de cacao y pipián sirven para elaborar la tradicional y refrescante bebida salvadoreña

llamada horchata. Contienen también 31 % de aceite, el cual puede extraerse para obtener un aceite comestible similar en olor y sabor al aceite de oliva. En Nicaragua se ha obtenido alcohol de la pulpa de los frutos, aceite comestible y de uso industrial, y de las semillas torta y harina, y carbón de las cortezas de los frutos. La torta que queda después de extraer el aceite puede usarse para alimentar al ganado o para hacer pan, queques, pastas, sorbetes, caramelos y sobre todo galletas de buena calidad. Las galletas hechas de la semilla molida, con 30 % de azúcar y 15 % de clara de huevo, tienen un olor y sabor fuerte a chocolate (Barrance, 2003). El cirián es un árbol multipropósito, se utiliza para fines medicinales, como árbol forrajero, para leña, en la elaboración de herramientas, artesanías, entre otros. En el estado de Morelos, ocupa el sexto lugar en importancia por su uso tradicional. Existe una selección de tamaño del fruto de acuerdo a la finalidad de uso, los grandes se emplean para uso medicinal, mientras que los de menor tamaño y bien redondos para elaborar artesanías. En Jojutla, Morelos, la madera es utilizada para elaborar sillas de montar (Arenas, 2004).

La evaluación de varios árboles forrajeros en la Región de Tierra Caliente, Michoacán mostró que los productores del área de estudio hacen uso de al menos 80 especies de árboles con fines forrajeros y multipropósito; de éstos destaca *Crescentia alata* por la variedad de usos como combustible, cercos, medicinal, consumo humano, entre otros (González *et al.*, 2006). En el análisis por municipio, mencionan que Carácuaro tuvo la mayor diversidad, con un registro de 73 especies forrajeras y multipropósito, mientras que San Lucas fue la más baja, con sólo 17 especies.

Gómez *et al.* (1980a) evaluaron diferentes dietas de *Crescentia alata* mediante ensilado y secado, ambas formas proporcionadas a ratas Winstar y pollos; observaron que al adicionar lisina y metionina aumentaba la eficiencia alimenticia.

Por su parte, Barrios (1981) recomienda la harina de *Crescentia alata* como alimento de aves de corral, ya que con este alimento puede sustituirse hasta 80 % del aporte proteico de harinas comerciales (soya). Sin embargo, la harina de cirián debe ser suplementada con lisina, metionina y treonina debido al bajo contenido de estos aminoácidos. Para Guatemala, que es donde se realizó este estudio, la ventaja de este alimento radica en que es un recurso abundante en áreas necesitadas de alimento y se encuentra disponible durante la época de sequía. Por otra parte, Chávez (2002) menciona que la pulpa de cirián presenta un contenido de 2546.38 cal de energía metabolizable·g<sup>-1</sup>, por lo que se considera de mediano valor energético y con potencial como sustituto parcial de los granos de la dieta de pollos de engorda.

En un estudio con campesinos de Nicaragua para evaluar el impacto de la semilla de frutos de *Crescentia alata* como suplemento alimenticio combinado con la dieta normal de sorgo; se menciona que las familias campesinas adoptaron rápidamente esta tecnología y notaron un aumento en la producción diaria de huevo, intervalos más cortos entre posturas y un color más intenso de las yemas (Kyvsgaard y Urbina, 1996), En contraste, Hunter y Steward (1993) al evaluar 20 especies arbóreas en Honduras, mencionan que *Crescentia alata* podría ser una planta con pocas posibilidades para la alimentación del ganado ya que presenta bajo contenido de nitrógeno y alto contenido de fibra.

Poco énfasis se le ha dado al potencial para consumo humano del cirián. Gómez y Bressani (1973) evaluaron el valor potencial del fruto de *Crescentia alata*; mencionan que el fruto fresco y semilla contienen respectivamente (en %): humedad, 73.8 y 7.8; extracto etéreo, 4.7 y 33.4; fibra cruda, 3.9 y 16.8; proteína, 4.3 y 25.1 y ceniza, 1.6 y 3.2. El suplemento preparado con semillas, después de la extracción del aceite, contenía cerca del 54 % de proteína; el triptofano fue relativamente alto ( $147 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ N}$ ) pero la lisina ( $134 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ N}$ ) y metionina ( $80 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ N}$ ) fueron bajas. En ensayos con ratones observaron que la ganancia de peso fue similar al del aceite de soya, por lo que concluyen que la semilla de cirián podría ser una buena fuente de proteínas para la alimentación humana.

Zúñiga (1981) analizó los aceites de varias especies tropicales; para el caso de *Crescentia alata* menciona que las semillas contienen cerca de 53 % de ácido oleico por lo que constituye una especie con potencial para producir un aceite comestible de alta calidad.

El contenido de aminoácidos esenciales de la harina de semilla de cirián es (en  $\text{mg}$  de aminoácido $\cdot\text{g}^{-1}$  de nitrógeno): triptófano 147, treonina 150, isoleucina 270, leucina 340, lisina 134, metionina 80, valina 333, arginina 230, histidina 146 (Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1973 citado por Barrios, 1981).

Figuroa y Bressani (2000) evaluaron la calidad de la leche vegetal de las semillas del fruto de *Crescentia alata*. Del fruto maduro, extrajeron las semillas por maceración en agua por 3.5 horas, obteniendo un 80 % de rendimiento; estas semillas, contenían 38 % de grasa y 26 % de proteína. Las semillas se deshidrataron al sol hasta alcanzar de

9 a 12 % de humedad. Otra prueba consistió en secar en estufa a 90-110 °C de temperatura. Los autores observaron que la leche obtenida por secado al sol presentó mejores características organolépticas en comparación con la leche de soya, aunque menor calidad sensorial que la leche de vaca.

Como se mencionó, el cirián presenta potencial para reforestar áreas degradadas (Tomar *et al.*, 2003). En un estudio donde se evaluó el potencial de 10 especies para reforestar la costa del Golfo de México y mejorar las condiciones edáficas y rehabilitar las áreas impactadas (Foroughbakhch *et al.*, 2006), de las especies con mejores características destacó *Crescentia alata*, la cual presentó alta adaptabilidad, con tasas de crecimiento anual de 33 a 62 cm de longitud y 1.7 a 2.6 cm en el diámetro basal, con los datos obtenidos realizaron ecuaciones de regresión y mencionan que existe alta dependencia entre el diámetro del tallo, longitud del tallo y número de ramificaciones arriba del tallo principal.

Un uso de gran importancia cultural y económica que se reporta es la elaboración de artesanías. Al cortar el fruto por la mitad y quitándole la pulpa y las semillas, se obtienen las jícaras o vasijas hemisféricas usadas como utensilios domésticos que los indígenas suelen pulir y decorar con dibujos sobre fondo negro hecho de hollín y aplicando un barniz preparado con la grasa de un insecto llamado 'aje' que vive en el piñoncillo (*Jatropha curcas*) (Martínez, 1959a,b). Estas vasijas tuvieron un papel preponderante durante la época pre-cerámica, sirvieron como recipientes para los alimentos y como instrumentos musicales en rituales (Salvador Miranda Colin, com. pers., 2011)

## **Propiedades medicinales**

Arenas (2004) menciona que la flor del cirrián, semi-asada o cruda, se utiliza en la Región de Tierra Caliente, Michoacán para el dolor de oído; así mismo, la corteza del tallo, se hierva y machaca (uso externo) se utiliza contra la tos y erupciones cutáneas; las hojas se machacan y hierven y se aplican como masajes en la cabeza para tratamiento de la tos y para evitar la caída de cabello. Este autor realizó encuestas y entrevistas abiertas en mercados donde se venden plantas medicinales del estado de Morelos, encontró que la especie de estudio es el principal remedio empleado contra golpes, tumores internos y afecciones del sistema respiratorio; en menor proporción, se emplea para enfermedades del riñón, del hígado y purgante.

La pulpa se usa contra la tos (como expectorante) y como laxante (Martínez, 1959a), también se utiliza contra afecciones del hígado. El cocimiento de las hojas para diarreas y para hacer crecer el pelo y evitar su caída (Martínez, 1959b). Se procesa a través de hacer una cavidad al fruto y se llena con agua o vino jerez, dejando en maceración las semillas uno o dos días y se toma una copita del líquido tres veces al día antes de los alimentos para las bronquitis crónicas, en los casos de dilatación bronquial con expectoración mucosa abundante (Cabrera, 1958; Argueta *et al.*, 1994). También se le utiliza por sus propiedades astringentes del fruto para diarreas crónicas cuando hay una atonía profunda de los tejidos del intestino y en disentería especialmente amibiana (Cabrera, 1958). Las semillas se tuestan y muelen y mezcladas con canela, se elabora a manera de chocolate, que se ingiere cuando hay molestias por la tos; también se puede preparar una infusión con la flor y el fruto o con

vino tinto en el que se ha dejado reposar el fruto para afecciones respiratorias (Argueta *et al.*, 1994; BDMTM, 2009).

Para el asma (Waizel y Waizel, 2009), bronquitis, tuberculosis, dolor de pulmón y afecciones respiratorias se utiliza la pulpa, la cual se cuece junto con el gordolobo (*Gnaphalium spp.*), eucalipto (*Eucaliptus globolus*), sauco (*Sambucus mexicana*), flor de obelisco (*Hibiscus rosa-sinensis*), de bugambilia (*Bougainvillea spectabilis*), tejocote (*Crataegus mexicana*), arrayán (*Psidium sartorium*) y corteza de capulín (*Prunus serótina subsp. Capulli*) y se toma en ayunas, procurando no tomar bebidas frías ni carne de puerco. Cuando hay dolor de pecho, éste se frota con alcohol donde se han dejado reposar las semillas (Argueta *et al.*, 1994; BDMTM, 2009).

El fruto también es importante para tratar lesiones traumáticas. Se aplica partido y mezclado con miel de abeja sobre apostemas y golpes. Su pulpa se pone a manera de cataplasma para desinflamar golpes externos; o el cocimiento se toma con piloncillo antes de los alimentos y antes de ir a dormir. También con el fruto se prepara un vino con azúcar y alcohol que se ingiere para aliviar golpes internos. Además el fruto se utiliza en trastornos ginecológicos: para evitar el aborto o en los entuertos y hemorragias, se bebe un cocimiento de la médula del fruto con raíz de tlacopatli (*Aristolochia argentea*) y semilla de zopilopatli, se endulza con miel. Para provocar la menstruación, se aconseja tomar un preparado del fruto con hierba buena (*Mentha piperita*) y miel, al que se le agrega mezcal o alcohol; además, deberá darse una sobada de vientre, cintura y pies a la paciente y después se le envuelve en una sábana para dejarla dormir por varias horas. Con el propósito de propiciar un buen parto, se

dosifica como agua de uso el cocimiento de la cáscara del fruto y se cubre a la parturienta con una cobija para que sude. (Argueta *et al.*, 1994; BDMTM, 2009).

Para el tratamiento de problemas en la piel, caída del cabello, edemas, y usado como antiescabiático, se bebe el jugo caliente del fruto. En magulladuras y quemaduras, se aplica una cataplasma con el fruto machacado. También se ocupa para algunos problemas gastrointestinales: diarrea, disentería, indigestión y úlcera; en enfermedades del riñón, várices, dolor de oído, insomnio y susto (Argueta *et al.*, 1994; BDMTM, 2009). Por su parte Lans *et al.* (2000) realizaron un estudio etno-veterinario en Trinidad y Tobago para conocer las plantas medicinales que la gente utiliza para atender padecimientos en perros. Encontraron que la pulpa del fruto de *Crescentia cujete* es utilizada para la atención de enfermedades de la piel y en ocasiones, también se emplea en humanos

### **Bibliografía citada**

- Aguilar, M. 2003. Etnomedicina en Mesoamérica. *Arqueología Mexicana* 59: 26-31
- Álvarez A., C. 2003. Los Hongos Sagrados de Teotenango, Estado de México. *Arqueología Mexicana* 59: 38-41
- Arango U., A.J.; Bohorquez C., A.; Duque E., M.C.; Maass, B.L. 2009. Diversity of the calabash tree (*Crescentia cujete*) in Colombia. *Agroforestry System* 76(3):543-553
- Arenas S., F. 2004. Etonobotánica y usos potenciales del cirián (*Crescentia alata*, H.B.K.) en el Estado de Morelos. *Polibotánica* 18:13-31

- Argueta V., A.; Gallardo V., M.A. 1994. Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana. INI. Méx. pp. 455-456
- Autore, G.; Rastrelli, L; Lauro, M.R.; Marzocco, S.; Sorrentino, R.; Sorrentino, U.; Pinto A.; Aquino, R. 2001 Inhibition of nitric oxide synthase expression by a methanolic extrac of *Crescentia alata* and its derived flavonols. Life Science 70(5):523-534
- Bala, K.; Rao, A.V.; Tarafdar, J.C. 1989. Ocurrance of VAM associations in different plant species of the Indian desert. Arid of Soil Research and Rehabilitation 3(3):391-396
- Barrance, A. 2003. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionista. Oxford Forestry Institute. Forestry Research Programme. Gran Bretraña. 1079 p.
- Barrios C., B. O. 1981 El morro (*Crescentia alata*) un sustituto energético-proteínico en la alimentación de pollos de engorde. Tesis. Fac. Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 31 p.
- Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (BDMTM) (2009). Consultado el 18 de mayo de 2012, versión digital:  
[http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Cirian\\_o\\_cuatecomate&id=7347](http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Cirian_o_cuatecomate&id=7347)
- Briones S., M.; Sánchez C., V. 1999. Dietary value of fruit and seeds to spin pocket mice (*Liomys pictus*) in a tropical deciduos forest in Mexico. Studies on Neotropical Fauna and Environment 34(2):65-71
- Cabrera, L. 1958. Plantas Curativas de México. S.E. Méx. 384 pp.

- Carbonel, E. (Coord). 2008. Homínidos: las primeras ocupaciones de los continentes. Fundación Atapuerca-Ariel. España. 641 p.
- Chávez G., E. 2002. Determinación de la energía metabolizable de la harina de pulpa de fruto de cirián (*Crescentia alata*) para pollos de engorda en su etapa de iniciación. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo. México. 24 p.
- Díaz, J.L. 2003. Las Plantas Mágicas y la Conciencia Visionaria. *Arqueología Mexicana* 59: 18-25
- Earle S., C. (1967) Plant Remains, *in* Byers, D. S. (edit.) *The Prehistory of the Tehuacan Valley. Vol 1. Environment and Subsistence.* University of Texas Press. pp. 220-255
- Espinosa D.; Ocegueda C., S. (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, en *Capital Natural de México, vol. I : Conocimiento actual de la biodiversidad.* Conabio, México, pp. 33-65.
- Evans S., R.; Hofmann, A.; Rälsch, C. 1982. *Plantas de los Dioses. Las Fuerzas Mágicas de las Plantas Alucinógenas.* Fondo de Cultura Económica. Méx. 208 p.
- Figueroa M., S.A.; Bressani., R. 2000. Vegetable food resources from Guatemala with agroindustrial potential. Preparation of a vegetable milk from the seed of morro fruit (*Crescentia alata*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 50(2):164-170
- Foroughbakhch, R.; Alvarado V., M.A., Hernández P., J.L.; Rocha E., A.; Guzman L., M. A.; Treviño G., E.J. 2006. Establishment, growth and biomass production of 10

tree woody species introduced for reforestation and ecological restoration in northeastern Mexico. *Forest Ecology and Management* 235(1/3):194-201

Gentry, A.H. 1980. Organization for Flora Neotropica. Bignoniaceae: Part I (Crescentieae and Tourrettieae). *Flora Neotropica* 25(1): 1-130

Gomez B., R.A., Bressani, R. 1973. Nutritive value of the oil and meal of the jícara or morro (*Crescentia alata*) seed. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 23(2):225-242

Gomez B., R.A.; Contreras, I.; Braham, J.E., Bressani, R. 1980b. Chemical evaluation of calabash (*Crescentia alata*) meals prepared for silage without or with drying. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 30(2):236-253

Gómez B., R.A.; Contreras, I.; Enrique, A.C.; Braham, J.E.; Bressani, R. 1980c. Separation of morro or jicaro (*Crescentia alata*) seeds. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 30(3):337-352

Gómez B., R.A.; Contreras, I.; Fernandez, B.; Braham, J.E.; Bressani, R. 1980a. Biological evaluation of morro or jícara (*Crescentia alata*) meals prepared by ensiling, drying or both. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 30(4):517-538

González G., J.C.; Madrigal S., X.; Ayala B., A.; Juárez C., A.; Gutiérrez V., E. 2006. Multiple-purpose trees used in livestock production in the hot and humid region of the State of Michoacan, Mexico. *Livestock Research for Rural Development* 18(8):109

- Graham, A. 1999. Studies in Neotropical Paleobotany. XIII. An Oligo-Miocene Palynoflora from Simojovel (Chiapas, Mexico). *American Journal of Botany* 86(1):17-31
- Gruhn, R. 1988. Linguistic Evidence in Support of the Coastal Route of Earliest Entry Into the New World. *Man New Series* 23(1):77-100
- Haffer, J. 1969. Speciation in Amazonian Forest Birds. *Science* 165:131-137
- Holder, K.; Montgomerie, R.; Friesen, V.L. 1999. A Test of the Glacial Refugium Hypothesis using Patterns of Mitochondrial and Nuclear DNA Sequence Variation in Rock Ptarmigan (*Lagopus mutus*). *Evolution* 53(6):1936-1950
- Hunter, I.R.; Steward, J.L. 1993. Foliar nutrient and nutritive content of Central American multipurpose tree growing at Camayagua, Honduras. *Commonwealth Forestry Review* 72(3):1983-1997
- Janzen, D.H. 1982. How and why horses open *Crescentia alata* fruits. *Biotropica* 14(2):149-152
- Kyvsgaard, N.; Urbina, R. 1996. Supplementing poultry diet with tree leaves or seed: on-farm research in Nicaragua. *Integrated farming in human development. Proceedings of a Workshop Tune Landboskole. Denmark, 25-29, March, 1996.* 1997 pp. 93-103
- Lambeck, K.; Chappell, J. 2001. Sea Level Change through the Last Glacial Cycle. *Science New Series* 292(5517):679-686

- Lans, C.; Harper, T.; Georges, K.; Bridgewater, E. 2000. Medicinal plants used for dogs in Trinidad and Tobago. *Preventive Veterinary Medicine* 45(3/4): 201-220
- Lozoya, X. 1999. La Herbolaria en México. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Méx. 63 p.
- Mackay, J.R. 1972. The World of Underground Ice. *Annals of the Association of American Geographers* 62(1):1-22
- Martínez R., C.; Bullock, S.H. 1990. Floral parasitism by social bees (Meliponinae, Apidae) in *Crescentia alata*, a tree pollinated by bats. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 50:69-76
- Martínez, M. 1959a. Plantas útiles de la flora Mexicana. Ed. Botas. Méx. 622 pp.
- Martínez, M. 1959b. Las plantas medicinales de México. Ed. Botas. Méx. 655 p.
- Mirambell, S.L. 2001. Arqueolítico y cenolítico inferior (30000-7000 a.C.). *Rev Arqueología Mexicana* 9(52): 46-51
- Miranda C., S. 1994. Agroastronomía. *Agrociencia* 5(1)
- Muñoz O., A.; Cuevas S., J.A.; Miranda C., S.; Molina G., J.; Santacruz V., A. 2001 Prehistoria e historia del progreso de la diversidad, en Muñoz O., A. (ed) *Centli Maíz*. Impresos América. México, p. 3-15
- Muñoz O., A.; Miranda C., S.; Cuevas S., J.A.; Santacruz V., A; Sánchez D., S. 2009. Resistencias, prehistoria, historia y diferencias de teocintle a maíz. Impresos América. Méx. 110 p.

- Ngulube, M.R. 1989. Seed germination, seedling growth and biomass production of eight Central-American multipurpose trees under nursery conditions in Zomba, Malawi. *Forest Ecology and Management* 27(1):21-27
- Pérez G., R.M. 2002. Compuestos aislados de plantas con actividad anti-inflamatoria, antiviral e hipoglucemiante. IPN. Méx. 192 p.
- Rockwood, L.L. 1974. Seasonal changes in the susceptibility of *Crescentia alata* leaves to the flea beetle, *Oedionychus* sp. *Ecology* 55(1):142-148
- Rogers, R.A.; Rogers, L.A.; Hoffmann, R.S.; Martin, L.D. 1991. Native American Biological Diversity and the Biogeographic Influence of Ice Age Refugia. *Journal of Biogeography* 18(6):623-630
- Rojas, G.; Lévano, J.; Tortoriello, J.; Navarro, V. 2001. Antimicrobial evaluation of certain plants used in Mexican traditional medicine for the treatment of respiratory diseases. *Journal of Ethnopharmacology* 74(1):97-101
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1a Edición Digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Méx. 504 p. Consultado el 20 de abril de 2012. Versión electrónica:  
<http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMxPort.pdf>
- Sánchez C., V. ; Briones S., M. ; Sánchez R., G. 2006. Multi-species fruit and seed removal in a tropical deciduous forest in Mexico. *Canadian Journal of Botany* 84(3):433-442

- Swaminath, M.H.; Stewart, J.L.; Dunsdon, A.J. 1991. Wood biomass production of six Central American dry zone hardwood species at Hoskote, Karnataka. *Myforest* 27(4):406-414
- Toledo, V.M. 1982 Pleistocenic changes of vegetation in tropical Mexico, *In* Prance G (ed.), *Biological diversification in the tropics*, Columbia University Press, Nueva York, p. 93-111.
- Tomar, O.S.; Minhas, P.S.; Sharma, V.K.; Singh, Y.P.; Gupta, R.K. 2003. Performance of 31 tree species and soil conditions in a plantation established with saline irrigation. *Forest Ecology and Management* 177(1/3):333-346
- Tribsch, A.; Schönswetter, P. 2003. Patterns of Endemism and Comparative Phylogeography Confirm Palaeoenvironmental Evidence for Pleistocene Refugia in the Eastern Alps 52(3):477-497
- Valladares C., M.G.; Rios G., M.Y. 2004. Estudio químico biodirigido de *Crecencia alata* Kint (Bignoniaceae). *Rev. Soc. Quim., Méx. Número especial* 1:48
- Valladares C., M.G.; Rios G., M.Y. 2007. Iridoids from *Crescentia alata*. *Journal of Natural products* 70(1):100-102
- Waizel H., S.; Waizel B., J. 2009. Algunas plantas utilizadas en México para el tratamiento del asma. *An Orl Mex* 2009; 54(4):145-71.
- Wiyaporn, A. 2002. Phytochemical study of leaves and bark of *Crescentia alata* HBK. Tesis. Chulalongkorn University, Tailandia. Scientifics commons: <http://en.scientificcommons.org/51013981>

- Yeaton, R.I.; Gladstone, D.E. 1982. The pattern of colonization of epiphytes on calabash trees (*Crescentia alata* HBK.) in Guanacaste Province, Costa Rica. *Biotropica* 14(2): 137-140
- Zhang, C.J.; Guo, J.; Chen, G.X.; Xie, H.C. 2005. Effects of high temperature and/or drought on growth and secondary metabolites in *Ginkgo biloba* leaves. *Rural Eco-Environment* 21(3): 11-15
- Zúñiga, R.J. 1981. Oilseeds from the American tropics. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 31(2): 350-370

## CAPITULO II. VARIACIÓN Y SELECCIÓN DE ÁRBOLES DE *Crescentia alata* Kunth.-BIGNONIACEAE (CIRIAN) UNA PLANTA MEDICINAL MEXICANA

### RESUMEN

El árbol de cirián (*Crescentia alata* Kunth.-BIGNONIACEAE) es una planta medicinal usada para el control de diversas enfermedades, se puede encontrar en lugares húmedos de la cuenca del Balsas en el estado de Michoacán, México, entre otros lugares. El objetivo de esta investigación fue comparar un grupo de 15 plantas seleccionadas por floración temprana y abundante en relación a otro grupo de 25 plantas sin selección, y se estudió la variación morfológica y fitoquímica. El área de distribución de estos árboles se localiza en la comunidad de Los Ejes, cerca de Carácuaro, en el estado de Michoacán; ésta fue dividida en cinco secciones: condiciones de cultivo, potreros, zona urbana, traspatio y cañada. Se evaluaron las características de las plantas y los frutos así como las variables fitoquímicas. Se observó que la selección reduce la variación. Los árboles seleccionados fueron más grandes y con más frutos. Las variables fitoquímicas mostraron alta sensibilidad entre plantas, entre ambientes y entre partes de los árboles, así como entre grupos de selección. Los análisis de componentes principales y conglomerados permiten observar las características de la población total y su relación con grupos seleccionados incluyendo todas las variables. Los pasos de la presente investigación representan un método de selección en plantas medicinales aplicado *in situ*.

**Palabras Clave:** Plantas medicinales, Cuenca del Balsas, selección, polifenoles, actividad antioxidante.

## CHAPTER II. VARIATION AND SELECTION OF TREES OF *Crescentia alata* Kunth-BIGNONIACEAE (CIRIAN) A MEXICAN MEDICINAL PLANT

### SUMMARY

The cirian tree (*Crescentia alata* Kunth.-BIGNONIACEAE) is a medicinal plant used to control several diseases, cirian is found at the water shield of the Balsas River in Michoacan State of Mexico, among other places. The objective of this research was to compare a group of 15 plants selected by earliness and abundant flowering in relation to another group of 25 plants without selection, and to study morphological and phytochemical variability. The area of distribution of the trees is located at the community of Los Ejes, near Caracuaro, at the Michoacan State. It was divided in five sections: cultivated conditions, livestock land, urban, glen, and backyard and paths. Plant and fruits characteristics as well as chemical variables of the fruits were determined. The selection reduced the variation. The plants with selection were bigger and had more fruits. Chemical variables showed higher sensibility not only among plants, environment and parts of the plants but also between groups of selection. Principal components and conglomerates analysis help to see the parts of the total population was related to the selection groups involving all the variables. The steps of the research really represent a selection method useful in perennial plants applied *in situ*.

**Key words:** medicinal plants, Balsas Basin, selection, polyphenols, antioxydant activity.

## INTRODUCCIÓN

El cirián (*Crescentia alata* Kunth - Bignonaceae) es una planta medicinal que crece en zonas de clima cálido en México (González *et al.*, 2006; Rzedowski, 2006). Es un árbol de porte mediano que alcanza los quince metros de altura, con frutos esféricos los cuales se utilizan como medicina tradicional contra afecciones respiratorias y fracturas (Arenas, 2004; BDMTM, 2009). Son árboles con amplia cobertura del dosel que oscila entre 5 a 14 m (Arenas, 2004), con ramas largas y colgantes; sus hojas tienen forma de cruz con un peciolo alado y alargado. Los tallos tienen corteza leñosa de color café claro, con hendiduras longitudinales (Gentry, 1980; Argueta *et al.*, 1994; BDMTM, 2009). Se desarrolla en diversas condiciones ambientales, como serranías, lomeríos y mesetas (Arenas, 2004). A los frutos del árbol de cirián se le atribuyen propiedades anti-inflamatorias, antioxidantes y antimicrobianas (Autore *et al.*, 2001; Valladares y Ríos, 2007). Estudios recientes han reportado la presencia de iridoideas y flavonoides como principales principios activos (Valladares y Ríos, 2007).

El árbol de cirián por su importancia medicinal, ecológica y cultural, es una especie clave para el desarrollo de programas de mejoramiento genético; una manera de empezar estos programas, consiste en delimitar un área de estudio, inventariar las plantas de la especie de interés, formar una población aplicando criterios de selección y otra sin la aplicación de éstos y conocer la variación de las plantas. En este contexto, el objetivo central fue conocer la variación morfológica en tres poblaciones de esta especie, con la finalidad de diferenciar individuos o grupos de individuos con características promisorias para el desarrollo de esquemas de selección. Las hipótesis propuestas fueron que: hay amplia variación en los árboles de cirián de la comunidad

de estudio; la aplicación de criterios de selección modifica la variación favorablemente respecto a la variación sin dicha aplicación; y los métodos de análisis multivariado permiten entender cómo se refleja la aplicación de los criterios de selección.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en la comunidad de Los Ejes (814 msnm, 18.9° Lat N, 101° Long W), Ejido de Guacamayas, municipio de Carácuaro, Michoacán, México. El clima es cálido subhúmedo, con lluvias en verano ( $Aw_0$ ) (García, 2001). La vegetación es Bosque Tropical Caducifolio (Challenger y Soberón, 2008). La comunidad de Los Ejes tiene 113 habitantes quienes principalmente se dedican al cultivo de la milpa y la ganadería (Pueblos de América, 2012).

En el área de estudio se distinguen cuatro condiciones ambientales: la de *potrero*, que es un área de lomerío destinada al pastoreo; la de *cultivo*, donde se establecen las milpas, se encuentra cerca de la zona urbana y comprende el área de siembra y el área en descanso (práctica posterior al sistema agrícola de roza-tumba-quema); la de *traspatio*, la cual está en la zona urbana de la comunidad; y la de *cañada*, que incluye campos de cultivo y áreas con mayor humedad en comparación con el resto de las condiciones ambientales. Se encontraron en total 40 árboles mismos que se identificaron con un número y constituyen la población base, distribuidos como se describe a continuación: siete en la condición de potrero; doce en la de cultivo; nueve en la de traspatio y doce en la de cañada. De la población base se seleccionaron 15 árboles usando como criterios floración temprana y abundante, este grupo integró la población seleccionada; el resto de los árboles constituyó la población no seleccionada.

## 1. Características morfológicas de la población base

Se midieron las variables morfológicas siguientes: altura de la planta (m), área basal ( $m^2$ ), volumen ( $m^3$ ), diámetro del tronco (m), altura a la ramificación principal (m), diámetro de copa (m), número de ramas primarias (primeras ramas que salen del tronco); número de ramas debajo de la ramificación principal. La altura de los árboles se determinó con un clinómetro electrónico *Haglöf* HS111, mientras que el diámetro se midió con una cinta métrica. Para conocer cómo varía la producción de frutos en las ramas, se seleccionaron al azar dos ramas, en cada una de éstas se registró el número de frutos en la base, parte media, ápice y total de frutos.

En los árboles con frutos de la población base, se recolectaron diez frutos por árbol, el tamaño de muestra fue similar al propuesto por Arenas (2004). Con ayuda de una balanza (*Ohaus* CS Series, precisión 0.1 g) se determinó el peso del fruto. Se utilizó un vernier electrónico (*Cooper* Scala MT712-30) para medir el diámetro promedio ecuatorial a lo ancho y a lo largo del fruto, y el diámetro promedio polar del fruto.

Utilizando el programa SAS v. 9, se realizó un análisis de variación (ANOVA) con los siguientes modelos.

a) Para conocer la variación de las poblaciones base, seleccionada y no seleccionada respecto a las diferentes condiciones ambientales estudiadas:

$$VMorf = CA + E$$

Donde:

VMorf: es la variación total

CA: variación entre ambientes

E: variación entre árboles dentro de ambientes, cuyo CV se usó como indicativo de la variabilidad del cirián en un carácter dado

b) Para la variación entre las poblaciones seleccionada y no seleccionada respecto a las diferentes condiciones ambientales estudiadas:  $VMorf = CA + TP + CA * TP$

Donde:

VMorf: es la variación total

CA : variación entre ambientes

TP: variación por tipo de población

CA\*TP: variación de la interacción entre CA y TP

Se realizó un análisis por componentes principales (ACP), y un análisis por conglomerados para el estudio de la covariación de las poblaciones base y seleccionada.

## **2. Características fitoquímicas de los frutos de la población seleccionada**

Se determinó el contenido de compuestos fenólicos totales ( $\text{mg g}^{-1}$  MS), fenoles no taninos ( $\text{mg g}^{-1}$  MS), taninos condensados (% respecto a los taninos totales), flavonoides ( $\text{mg g}^{-1}$  MS) y la actividad antioxidante (IC50 %) de los frutos de 20 árboles de cirián que incluyen a la población seleccionada. Los materiales y métodos para la determinación de estos principios activos se describen en el Capítulo V referente a la variación fitoquímica.

Utilizando el programa SAS v. 9, se realizó un análisis de variación (ANOVA) con el siguiente modelo.

$$VPA = CA + Ar(A) + Fr(Ar)$$

Donde:

VPA: variación total por principio activo

CA: variación entre ambientes

Ar(CA): variación de árboles dentro de ambientes

Fr(Ar): variación de frutos dentro de árboles.

Los programas de los análisis de variación y covariación, y las salidas respectivas se muestran en el Anexo 5 (incisos a al f).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variación morfológica

En el Cuadro 1 se muestra la variación por condición ambiental para las variables de estudio en las poblaciones base, seleccionada y no seleccionada; las significancias estadísticas se refieren a la variación entre ambientes, y los coeficientes de variación a la variación entre arboles dentro de ambientes. En las variables comunes de la población base y de la población no seleccionada las variaciones son parecidas. La población seleccionada redujo los coeficientes de variación en la mayoría de las variables y los ambientes no mostraron significancia salvo en área basal, lo que indica que hubo una reducción notable en la variación entre arboles y que entre ambientes los árboles seleccionados respondieron en forma muy similar. En síntesis la selección uniformizó considerablemente la población seleccionada. Las variables con menor variación ( $CV < 25$ ) en la población base son las referentes al tamaño del árbol; las de variación intermedia incluyen volumen del tronco, número de frutos en partes de las ramas y diámetros del fruto; y las de mayor variación son número de frutos en el ápice, total de frutos y peso promedio de frutos.

Cuadro 1. Resumen del análisis de variación de variables morfológicas del factor de variación condición ambiental en las poblaciones base, seleccionada y no seleccionada de árboles de cirián.

Variable y fuente de Variación	PB Significancia de las condiciones ambientales	CV	PS Significancia de las condiciones ambientales	CV	PNS Significancia de las condiciones ambientales	CV
<b>Altura del árbol</b>						
Condición ambiental (CA)	*	19.4	NS	14.0	**	16.5
<b>Área basal</b>						
Condición ambiental (CA)	**	17.3	*	11.5	*	17.9
<b>Volumen del tronco</b>						
Condición ambiental (CA)	**	33.6	NS	24.4	*	33.9
<b>Diámetro del tronco</b>						
Condición ambiental (CA)	*	13.4	NS	11.1	*	12.4
<b>Altura del tronco a ramificación principal</b>						
Condición ambiental (CA)	NS	17.5	NS	13.0	NS	19.9
<b>Diámetro del dosel</b>						
Condición ambiental (CA)	NS	21.0	NS	9.4	NS	25.5
<b>Número de ramas principales</b>						
Condición ambiental (CA)	NS	15.2	NS	13.0	NS	16.8
<b>Número de ramas debajo de la ramificación principal</b>						
Condición ambiental (CA)	**	22.6	NS	22.4	NS	25.1
<b>Número de frutos en la base de la rama 1</b>						
Condición ambiental (CA)	NS	34.5	NS	35.7		
<b>Número de frutos en la parte media de la rama 1</b>						
Condición ambiental (CA)	NS	43.9	NS	38.8		
<b>Número de frutos en el ápice de la rama 1</b>						
Condición ambiental (CA)	*	71.4	NS	59.1		
<b>Total de frutos rama 1</b>						
Condición ambiental (CA)	*	72.4	NS	52.3		
<b>Número de frutos en la base de la rama 2</b>						
Condición ambiental (CA)	NS	36.1	NS	45.2		
<b>Número de frutos en la parte media de la rama 2</b>						
Condición ambiental (CA)	*	36.9	NS	43.4		
<b>Número de frutos en el ápice de la rama 2</b>						
Condición ambiental (CA)	NS	53.3	NS	59.2		
<b>Total de frutos en la rama 2</b>						
Condición ambiental (CA)	*	63.3	NS	64.5		
<b>Total de frutos por árbol</b>						
Condición ambiental (CA)	*	76.3	NS	55.8		
<b>Peso promedio de frutos</b>						
Condición ambiental (CA)	NS	95.0	NS	28.1		
<b>Diámetro promedio ecuatorial en el costado del fruto</b>						
Condición ambiental (CA)	NS	50.3	NS	16.1		
<b>Diámetro promedio ecuatorial de la parte frontal del fruto</b>						
Condición ambiental (CA)	NS	52.3	NS	16.7		
<b>Diámetro promedio polar del fruto</b>						
Condición ambiental (CA)	NS	52.3	NS	17.6		

\*\* Significancia al 1 %, \* Significancia al 5 %, NS No significativo, CV Coeficiente de variación

En el Cuadro 2, se muestra el resumen del análisis de variación de las variables fitoquímicas, se observa que hubo significancia para todos los factores de variación. Lo que indica que los componentes fitoquímicos son altamente sensibles a las variaciones ambientales, a las variaciones de los arboles dentro de los ambientes e incluso a las variaciones de los frutos dentro de los arboles. Al mismo tiempo los bajos coeficientes de variación reflejan que las técnicas de análisis son a la vez precisas y poco influenciadas por las variaciones aleatorias que ocurren dentro del laboratorio. En lo que concierne a la variación entre arboles dentro de ambientes que es uno de los renglones poco conocidos y de mayor interés porque reflejan la diversidad genética de los principios activos, el que sea altamente significativa en todos los compuestos sugiere que hay una amplia base para seleccionar.

Cuadro 2. Resumen del análisis de variación de variables fitoquímicas del factor de variación condición ambiental en la poblaciones seleccionada.

Variable y fuente de Variación	Población seleccionada	CV
<b>Fenoles totales</b>		
Modelo	**	5.8
Condición ambiental (CA)	**	
Árboles(Condición Ambiental)	**	
Frutos (Árboles)	**	
<b>Fenoles no taninos</b>		
Modelo	**	12.4
Condición ambiental (CA)	**	
Árboles(Condición Ambiental)	**	
Frutos (Árboles)	**	
<b>Taninos condensados</b>		
Modelo	**	7.9
Condición ambiental (CA)	**	
Árboles(Condición Ambiental)	**	
Frutos (Árboles)	**	
<b>Flavonoides</b>		
Modelo	**	6
Condición ambiental (CA)	**	
Árboles(Condición Ambiental)	**	
Frutos (Árboles)	**	
<b>Actividad antioxidante</b>		
Modelo	**	6.7
Condición ambiental (CA)	**	
Árboles(Condición Ambiental)	**	
Frutos (Árboles)	**	

\*\* Significancia al 1 %, \* Significancia al 5 %, NS No significativo, CV Coeficiente de variación

En el Cuadro 3 se muestra el resumen del análisis de variación (ANOVA) de las variables morfológicas para los factores de variación ambientes (CA), población seleccionada y no seleccionada (TP) y para la interacción CA\*TP. De acuerdo con la significancia las variables sensibles a los ambientes fueron; altura del árbol, área basal, volumen del tronco, diámetro del tronco, número de ramas debajo de la ramificación principal, número de frutos en la parte media de la rama 2, peso promedio de frutos, diámetro promedio ecuatorial en el costado del fruto, diámetro promedio ecuatorial de la parte frontal del fruto, y diámetro promedio polar del fruto; pero no se observan diferencias significativas en las variables sobre el número de frutos a lo largo de las ramas, número de ramas principales y total de frutos por árbol. Los caracteres en que incidió más la selección fueron: altura del árbol, área basal, volumen del tronco, diámetro del tronco, diámetro del dosel, altura del tronco a ramificación principal, diámetro del dosel, número de frutos en la base de la rama 1, número de frutos en la parte media de la rama 1, total de frutos por árbol, peso promedio de frutos, diámetro promedio ecuatorial en el costado del fruto, y diámetro promedio polar del fruto. Los promedios de ambas poblaciones se consignan en el Cuadro 4 (2ª y 3ª columnas). Se observa significancia para la interacción CA\*TP en las variables: altura del árbol, área basal, volumen del tronco, diámetro del tronco, y peso promedio de frutos.

Cuadro 3. [1 de 3] Variación morfológica por condiciones ambientales (CA), y población seleccionada y no seleccionada (TP) de árboles de cirián. Las condiciones ambientales (CA) comprenden: potreros, cultivos, traspatio y cañada

Variable y fuente de Variación	GL	Significancia	R <sup>2</sup>	CV
<b>Altura del árbol</b>				
Modelo	7	**	0.60	15.2
Condición ambiental (CA)	3	**		
Tipo de población (TP)	1	**		
CA * TP	3	*		
<b>Área basal</b>				
Modelo	7	**	0.62	14.2
Condición ambiental (CA)	3	**		
Tipo de población (TP)	1	**		
CA * TP	3	*		
<b>Volumen del tronco</b>				
Modelo	7	**	0.58	28.0
Condición ambiental (CA)	3	**		
Tipo de población (TP)	1	**		
CA * TP	3	*		
<b>Diámetro del tronco</b>				
Modelo	7	**	0.47	11.7
Condición ambiental (CA)	3	**		
Tipo de población (TP)	1	**		
CA * TP	3	*		
<b>Altura del tronco a ramificación principal</b>				
Modelo	7	NS	0.34	16.2
Condición ambiental (CA)	3	NS		
Tipo de población (TP)	1	*		
CA * TP	3	NS		
<b>Diámetro del dosel</b>				
Modelo	7	**	0.50	17.0
Condición ambiental (CA)	3	NS		
Tipo de población (TP)	1	**		
CA * TP	3	NS		
<b>Número de ramas principales</b>				
Modelo	7	NS	0.18	15.2
Condición ambiental (CA)	3	NS		
Tipo de población (TP)	1	NS		
CA * TP	3	NS		
<b>Número de ramas debajo de la ramificación principal</b>				
Modelo	7	NS	0.30	23.7
Condición ambiental (CA)	3	*		
Tipo de población (TP)	1	NS		
CA * TP	3	NS		

\*\* Significancia al 1 %, \* Significancia al 5 %, NS No significativo

GL Grados de libertad

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

CV Coeficiente de variación

Cuadro 3. [2 de 3]

Variable y fuente de Variación	GL	Significancia	R <sup>2</sup>	CV
<b>Número de frutos en la base de la rama 1</b>				
Modelo	7	*	0.39	30.3
Condición ambiental (CA)	3	NS		
Tipo de población (TP)	1	**		
CA * TP	3	NS		
<b>Número de frutos en la parte media de la rama 1</b>				
Modelo	7	**	0.50	36.6
Condición ambiental (CA)	3	NS		
Tipo de población (TP)	1	**		
CA * TP	3	NS		
<b>Número de frutos en el ápice de la rama 1</b>				
Modelo	7	**	0.58	55.1
Condición ambiental (CA)	3	NS		
Tipo de población (TP)	1	NS		
CA * TP	3	NS		
<b>Total de frutos rama 1</b>				
Modelo	7	**	0.60	54.2
Condición ambiental (CA)	3	NS		
Tipo de población (TP)	1	NS		
CA * TP	3	NS		
<b>Número de frutos en la base de la rama 2</b>				
Modelo	7	NS	0.20	37.6
Condición ambiental (CA)	3	NS		
Tipo de población (TP)	1	NS		
CA * TP	3	NS		
<b>Número de frutos en la parte media de la rama 2</b>				
Modelo	7	NS	0.34	36.7
Condición ambiental (CA)	3	*		
Tipo de población (TP)	1	NS		
CA * TP	3	NS		
<b>Número de frutos en el ápice de la rama 2</b>				
Modelo	7	NS	0.31	51.2
Condición ambiental (CA)	3	NS		
Tipo de población (TP)	1	NS		
CA * TP	3	NS		
<b>Total de frutos en la rama 2</b>				
Modelo	7	NS	0.33	62.1
Condición ambiental (CA)	3	NS		
Tipo de población (TP)	1	NS		
CA * TP	3	NS		

\*\* Significancia al 1 %, \* Significancia al 5 %, NS No significativo

GL Grados de libertad

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

CV Coeficiente de variación

Cuadro 3. [3 de 3]

Variable y fuente de Variación	GL	Significancia	R <sup>2</sup>	CV
<b>Total de frutos por árbol</b>				
Modelo	7	*	0.56	60.8
Condición ambiental (CA)	3	NS		
Tipo de población (TP)	1	*		
CA * TP	3	NS		
<b>Peso promedio de frutos</b>				
Modelo	7	**	0.85	41.1
Condición ambiental (CA)	3	*		
Tipo de población (TP)	1	**		
CA * TP	3	**		
<b>Diámetro promedio ecuatorial en el costado del fruto</b>				
Modelo	7	**	0.88	20.0
Condición ambiental (CA)	3	**		
Tipo de población (TP)	1	**		
CA * TP	3	NS		
<b>Diámetro promedio ecuatorial de la parte frontal del fruto</b>				
Modelo	7	**	0.87	21.2
Condición ambiental (CA)	3	**		
Tipo de población (TP)	1	**		
CA * TP	3	NS		
<b>Diámetro promedio polar del fruto</b>				
Modelo	7	**	0.85	22.7
Condición ambiental (CA)	3	**		
Tipo de población (TP)	1	**		
CA * TP	3	NS		

\*\* Significancia al 1 %, \* Significancia al 5 %, NS No significativo

GL Grados de libertad

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

CV Coeficiente de variación

Se observa en el Cuadro 4 (columnas 2 y 3) que en las variables comunes de la población no seleccionada y la seleccionada, ésta última es estadísticamente superior, excepto para diámetro de dosel. De acuerdo con los promedios por ambiente de la población base (Cuadro 4, columnas 4 a 7), se observa que la condición de traspatio fue superior para los caracteres área basal, volumen del tronco, y total de frutos por árbol. Las condiciones potrero, traspatio y cañada fueron superiores en las variables altura del árbol, diámetro del tronco, diámetro de dosel, y peso promedio de frutos;

mientras que las condiciones de potrero y traspatio, fueron superiores en los caracteres referentes al diámetro de los frutos. Para el caso de la población seleccionada (Cuadro 4, columnas 8 a 11), no se observaron diferencias entre ambientes para los caracteres volumen y diámetro del tronco, diámetro de dosel, y diámetro de frutos; la condición de cañada fue superior en peso promedio de frutos; las condiciones cultivo, traspatio y cañada fueron superiores para el carácter área basal; y las condiciones de traspatio y cañada, fueron superiores para total de frutos por árbol. En la población no seleccionada (Cuadro 4, columnas 12 a 15), la condición de potrero fue superior para altura del árbol; mientras que las condiciones de potrero, traspatio y cañada fueron superiores en área basal y diámetro de dosel. No se observan diferencias entre ambientes para los caracteres volumen y diámetro del tronco.

En cuanto a las variables fitoquímicas estudiadas en la población seleccionada (Cuadro 4, columnas 8 a 11), se observa que la condición de traspatio presentó el mayor valor de compuestos fenólicos; mientras que, la condición de cultivo fue superior para el contenido de fenoles no taninos, taninos condensados, flavonoides y mayor actividad antioxidante. Los ambientes con los promedios más bajos de contenido de polifenoles y actividad antioxidante fueron potrero y cañada.

Cuadro 4. Variación morfológica en términos de promedios de las poblaciones seleccionada vs no seleccionada; variación morfológica entre promedios en los cuatro ambientes para la población base (PB), población seleccionada (PS) y población no seleccionada (PNS) y variación fitoquímica para la población seleccionada.

Variables	PS	PNS	PB				PS				PNS			
			Potrero	Cultivo	Traspatio	Cañada	Potrero	Cultivo	Traspatio	Cañada	Potrero	Cultivo	Traspatio	Cañada
Altura del árbol	9.08 <sup>a</sup>	5.31 <sup>b</sup>	9.22 <sup>a</sup>	5.22 <sup>b</sup>	9.14 <sup>a</sup>	6.83 <sup>ab</sup>	8.8 <sup>a</sup>	8.5 <sup>a</sup>	9.5 <sup>a</sup>	9.2 <sup>a</sup>	10.2 <sup>a</sup>	2.9 <sup>b</sup>	6.0 <sup>b</sup>	6.0 <sup>b</sup>
Área basal	3.28 <sup>a</sup>	1.81 <sup>b</sup>	2.28 <sup>bc</sup>	1.66 <sup>c</sup>	4.00 <sup>a</sup>	2.62 <sup>b</sup>	2.4 <sup>b</sup>	3.0 <sup>ab</sup>	4.0 <sup>a</sup>	3.3 <sup>ab</sup>	2.0 <sup>ab</sup>	0.7 <sup>b</sup>	4.0 <sup>a</sup>	2.3 <sup>ab</sup>
Volumen del tronco	14.06 <sup>a</sup>	5.68 <sup>b</sup>	10.74 <sup>b</sup>	5.55 <sup>b</sup>	16.48 <sup>a</sup>	9.41 <sup>b</sup>	11.4 <sup>a</sup>	11.5 <sup>a</sup>	17.2 <sup>a</sup>	14.3 <sup>a</sup>	9.1 <sup>a</sup>	1.2 <sup>a</sup>	10.8 <sup>a</sup>	7.7 <sup>a</sup>
Diámetro del tronco	1.31 <sup>a</sup>	0.73 <sup>b</sup>	0.35 <sup>ab</sup>	0.22 <sup>b</sup>	0.45 <sup>a</sup>	0.32 <sup>ab</sup>	1.1 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>	1.4 <sup>a</sup>	1.2 <sup>a</sup>	1.1 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	1.1 <sup>a</sup>	0.9 <sup>a</sup>
Diámetro del dosel	10.52 <sup>a</sup>	6.82 <sup>a</sup>	9.18 <sup>ab</sup>	6.95 <sup>b</sup>	10.58 <sup>a</sup>	8.97 <sup>ab</sup>	9.1 <sup>a</sup>	11.3 <sup>a</sup>	10.9 <sup>a</sup>	10.5 <sup>a</sup>	9.3 <sup>a</sup>	3.8 <sup>b</sup>	8.0 <sup>ab</sup>	8.4 <sup>ab</sup>
Total de frutos por árbol	15.71		5.42 <sup>b</sup>	2.41 <sup>b</sup>	21.55 <sup>a</sup>	5.75 <sup>b</sup>	2.9 <sup>b</sup>	3.8 <sup>b</sup>	12.1 <sup>a</sup>	11.5 <sup>a</sup>				
Peso promedio de frutos	0.505		0.353 <sup>a</sup>	0.176 <sup>b</sup>	0.365 <sup>a</sup>	0.228 <sup>ab</sup>	411.5 <sup>b</sup>	422.5 <sup>b</sup>	494.7 <sup>b</sup>	913.7 <sup>a</sup>				
Diámetro promedio ecuatorial en el costado del fruto	8.38		6.35 <sup>a</sup>	3.58 <sup>b</sup>	6.41 <sup>a</sup>	2.56 <sup>b</sup>	7.2 <sup>a</sup>	8.6 <sup>a</sup>	8.9 <sup>a</sup>	10.2 <sup>a</sup>				
Diámetro promedio ecuatorial de la parte frontal del fruto	9.53		7.12 <sup>a</sup>	4.10 <sup>b</sup>	7.37 <sup>a</sup>	2.90 <sup>b</sup>	9.9 <sup>a</sup>	9.8 <sup>a</sup>	8.3 <sup>a</sup>	11.6 <sup>a</sup>				
Diámetro promedio polar del fruto	9.43		6.74 <sup>a</sup>	3.88 <sup>b</sup>	7.58 <sup>a</sup>	3.00 <sup>b</sup>	9.4 <sup>a</sup>	9.3 <sup>a</sup>	8.5 <sup>a</sup>	12.0 <sup>a</sup>				
Compuestos fenólicos							5.8 <sup>c</sup>	7.4 <sup>b</sup>	8.0 <sup>a</sup>	4.9 <sup>d</sup>				
Fenoles no taninos							0.56 <sup>c</sup>	0.68 <sup>a</sup>	0.63 <sup>b</sup>	0.49 <sup>d</sup>				
Taninos condensados							11.4 <sup>c</sup>	14.6 <sup>a</sup>	13.3 <sup>b</sup>	10.3 <sup>d</sup>				
Flavonoides							0.566 <sup>b</sup>	0.602 <sup>a</sup>	0.552 <sup>c</sup>	0.569 <sup>b</sup>				
Actividad Antioxidante							29.5 <sup>c</sup>	21.7 <sup>a</sup>	26.3 <sup>b</sup>	41.5 <sup>d</sup>				

Promedios con la misma letra dentro de las variables son estadísticamente iguales según la prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ).

PB Población base

PS Población seleccionada

PNS población no seleccionada

## 1. Análisis de covariación morfológica de las poblaciones base y seleccionada por componentes principales

Los resultados del método de Análisis por Componentes Principales (ACP), se muestran en el Cuadro 5. Se observa que los valores propios ( $\lambda$ ) y la proporción de cada componente principal (CP), son semejantes tanto para la población base como para la seleccionada. La variación se distribuye en tres CP, condición en la que se explica el 76 % de la variación para la población base y el 78 % de la variación para la población seleccionada. El valor propio ( $\lambda$ ) indica el número de variables que más contribuyen dentro de cada CP. Para la población base los CP1, CP2 y CP3 están representados por 10, 4 y 2 variables aproximadamente, y para la población seleccionada los CP1, CP2 y CP3 están representados por 9, 5 y 3 variables aproximadamente.

Cuadro 5. Valores propios ( $\lambda$ ) de componentes principales (CP) para las poblaciones base y la seleccionada de árboles de cirián.

	$\lambda$	Proporción por CP	Proporción acumulada
<b>CP 1</b>			
Población base	9.6	0.46	0.46
Población seleccionada	8.7	0.41	0.41
<b>CP 2</b>			
Población base	4.0	0.19	0.65
Población seleccionada	4.8	0.22	0.64
<b>CP 3</b>			
Población base	2.2	0.10	0.76
Población seleccionada	2.9	0.14	0.78

En el Cuadro 6, se muestran los vectores propios para cada variable dentro de los CP. Estos vectores dan idea de la proporción en que cada variable contribuye al CP, se remarcan en negro los de mayor valor absoluto porque indican las variables que más contribuyen para explicar el CP. Tanto para la población base como para la

seleccionada, el CP1 está representado por las variables que se refieren al número de frutos; el CP2 por las variables sobre el tamaño del árbol, y el CP3 por el tamaño de los frutos. Se aprecia una distribución de la variación similar en las dos poblaciones de estudio.

Cuadro 6. Contribución de las variables en cada CP para las poblaciones base y seleccionada de árboles de cirián.

Variables	Valores de vectores propios					
	CP1		CP2		CP3	
	PS	PB	PS	PB	PS	PB
Altura de planta	0.006	0.19	0.22	<b>0.32</b>	<b>0.38</b>	0.16
Área basal	-0.006	0.20	<b>0.36</b>	0.26	0.14	0.20
Volumen	0.004	0.20	<b>0.35</b>	<b>0.31</b>	0.28	0.21
Diámetro del tronco	-0.12	0.16	0.27	<b>0.35</b>	0.25	0.20
Altura del tronco a ramificación principal	0.22	0.18	-0.004	0.11	-0.03	0.17
Diámetro de la copa	-0.003	0.18	<b>0.31</b>	0.28	0.20	0.18
Número de ramas principales	-0.001	-0.12	<b>-0.28</b>	-0.13	0.001	-0.21
Número de ramas abajo de la ramificación principal	0.14	0.07	0.26	-0.10	0.06	0.24
Número de frutos en la base de la rama uno	<b>0.27</b>	<b>0.23</b>	-0.15	-0.12	-0.12	-0.13
Número de frutos en la parte media de la rama uno	<b>0.26</b>	<b>0.23</b>	-0.08	-0.08	-0.07	-0.11
Número de frutos en el ápice de la rama uno	<b>0.31</b>	<b>0.25</b>	0.13	-0.17	-	0.04
Total de frutos rama uno	<b>0.33</b>	<b>0.27</b>	0.07	-0.16	-0.03	-
Número de frutos en la base de la rama dos	<b>0.31</b>	0.21	0.07	<b>-0.29</b>	-0.14	0.17
Número de frutos en la parte media de la rama dos	<b>0.28</b>	<b>0.22</b>	0.07	-0.24	-0.03	0.05
Número de frutos en el ápice de la rama dos	<b>0.29</b>	0.22	0.12	-0.24	-0.07	0.17
Total de frutos en la rama dos	<b>0.31</b>	<b>0.23</b>	0.10	-0.27	-0.09	0.15
Promedio de frutos por rama	<b>0.32</b>	<b>0.27</b>	0.08	-0.22	-0.06	0.06
Peso promedio de fruto	0.12	0.22	-0.18	0.10	<b>0.42</b>	<b>-0.37</b>
Diámetro promedio ecuatorial angosto	0.15	<b>0.24</b>	<b>-0.28</b>	0.12	0.35	<b>-0.37</b>
Diámetro promedio ecuatorial ancho	0.15	<b>0.24</b>	-0.27	0.12	0.35	-0.36
Diámetro promedio polar	0.15	<b>0.25</b>	-0.26	0.12	<b>0.37</b>	-0.35
<b><math>\lambda</math></b>	8.7	9.6	4.8	4.0	2.9	2.2
<b>Proporción</b>	0.41	0.46	0.22	0.19	0.14	0.10
<b>Acumulada</b>	0.41	0.46	0.64	0.65	0.78	0.76

$\lambda$ : Valor Propio, CP: Componente principal, PS población seleccionada, PB población base

## 2. Agrupamientos

La Figura 3 representa los agrupamientos de los árboles de la población base en relación con los componentes principales definidos, se conforman seis grupos. El I está integrado por diez árboles: 4 de la condición de cultivo, 5 de traspatio y 1 de potrero; son árboles medianos y altos con buena producción de frutos de tamaño cercano a la media. El II incluye siete árboles: 4 de potrero, 1 de cañada, 1 de cultivo, y 1 de traspatio; son árboles de porte mediano con pocos y pequeños frutos. El III son dos árboles de cañada, altos, con buena producción pero con frutos pequeños. El IV incluye seis árboles: 3 de cañada, 2 de traspatio y 1 de potrero; son árboles de porte mediano, con pocos y grandes frutos. El V incluye catorce árboles: 6 de cañada, 7 de cultivo, y 1 de potrero; estos son árboles de porte bajo sin frutos. Los grupos IV y V son árboles en etapa vegetativa o iniciando la etapa de producción de frutos. El grupo VI es un árbol de traspatio de porte bajo con alta producción de frutos. Destaca que los árboles en edad reproductiva de las condiciones de cultivo y traspatio, presentan características morfológicas deseables para la producción de frutos y para iniciar el desarrollo de programas de selección y mejoramiento genético. Es probable que las actividades humanas influyan de manera directa en la presencia de árboles medianos y grandes con buena producción de frutos.

La Figura 4 representa los agrupamientos de la población seleccionada en relación a los componentes principales definidos, se conforman cuatro grupos. El I incluye tres árboles: 2 de la condición de cañada y 1 de traspatio; son árboles de porte mediano a alto con pocos y grandes frutos. El II esta integrado por cinco árboles: 3 de traspatio y 2 de cultivo; son de porte mediano con buena producción y con frutos de tamaño

cercanos a la media. El III incluye seis árboles: 3 de potrero, 1 de cultivo, 1 de traspatio y 1 de cañada; son árboles de porte mediano, con buena producción pero con frutos pequeños. El IV es un árbol de traspatio de porte pequeño pero con grandes y abundantes frutos.

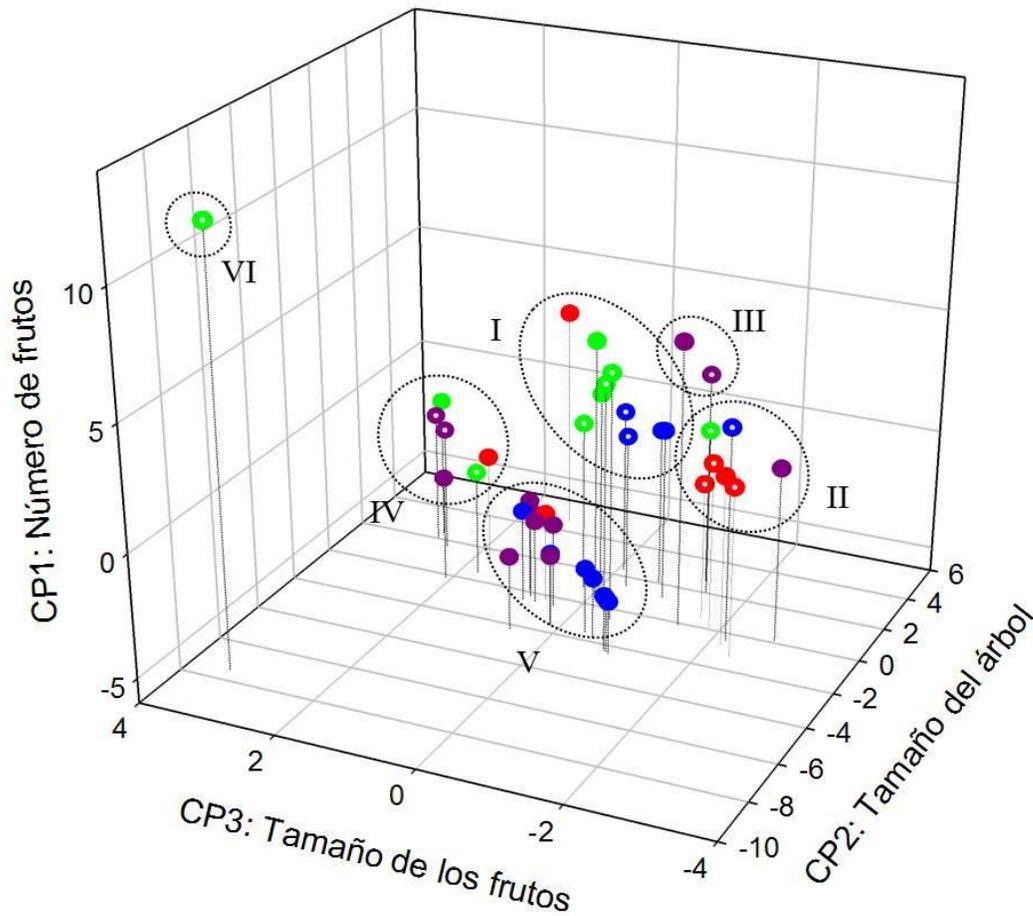


Figura 3. Distribución de los árboles de cirián en la población base a través del ACP. Cada punto corresponde a un árbol; los de color rojo, son árboles de potrero; los de color azul, de cultivos; los de color verde, de traspatio, y los de morado de cañada. Los puntos con una marca blanca en el centro, son la población seleccionada.

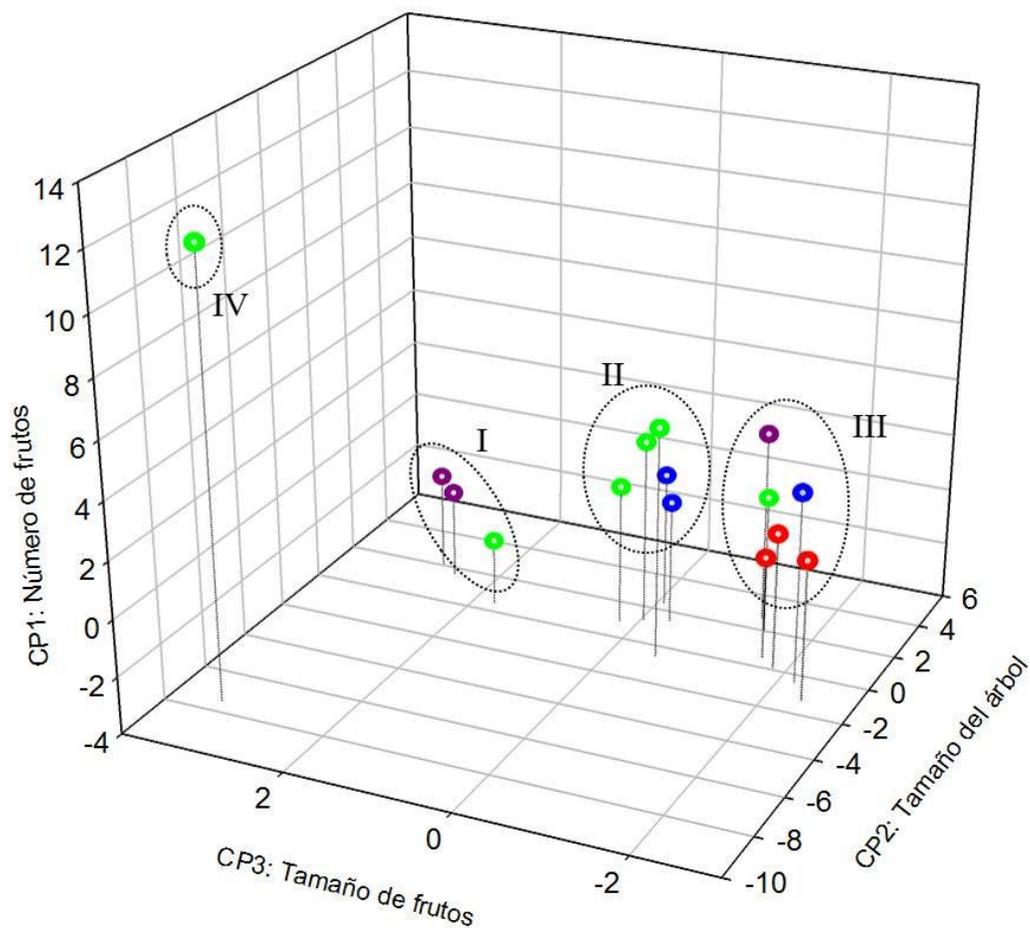


Figura 4. Distribución de los árboles de cirián en una población seleccionada por floración temprana y abundante a través del ACP. Cada punto corresponde a un árbol; los de color rojo, son árboles de potrero; los de color azul, de cultivos; los de color verde, de traspatio, y los de morado de cañada.

### 3. Conglomerados

En la Figura 5 se muestran las distancias euclidianas entre los árboles para la población base, se conforman dos grupos. El I, integrado por el subgrupo I.1 incluye veinte árboles: 9 de cañada, 7 de cultivo, 2 de traspatio y 2 de potrero; son árboles de

porte bajo con pocos o ningún frutos. El subgrupo I.2 está integrado por diecinueve árboles: 9 de cañada, 7 de cultivo, 2 de traspatio y 2 de potrero; son árboles de porte medio. El grupo II es un árbol de cañada. Se observa que los árboles de una misma condición ambiental (números del mismo color) guardan relación y sus distancias son cercanas; tal es el caso de los árboles que crecen en cañada (números en color morado) los cuales probablemente están emparentados. Se destaca que al seleccionar por floración temprana y abundante, se excluyen los árboles con poca o nula producción de frutos, en edad vegetativa o iniciando la etapa reproductiva.

La Figura 6, muestra las distancias entre los árboles sólo de la población seleccionada, se conforman dos grupos. El I.1, incluye once árboles: 5 de traspatio, 3 de potrero y 3 de cultivo; y son árboles de porte medio. El 1.2, incluye tres árboles: 2 de cañada y 1 de traspatio; estos son árboles medianos y altos. El II es un árbol de cañada de porte alto. Con este método, se comprueba que la selección incide sobre árboles más grandes y con más frutos, eliminando los de porte bajo, en edad vegetativa o iniciando la etapa reproductiva.

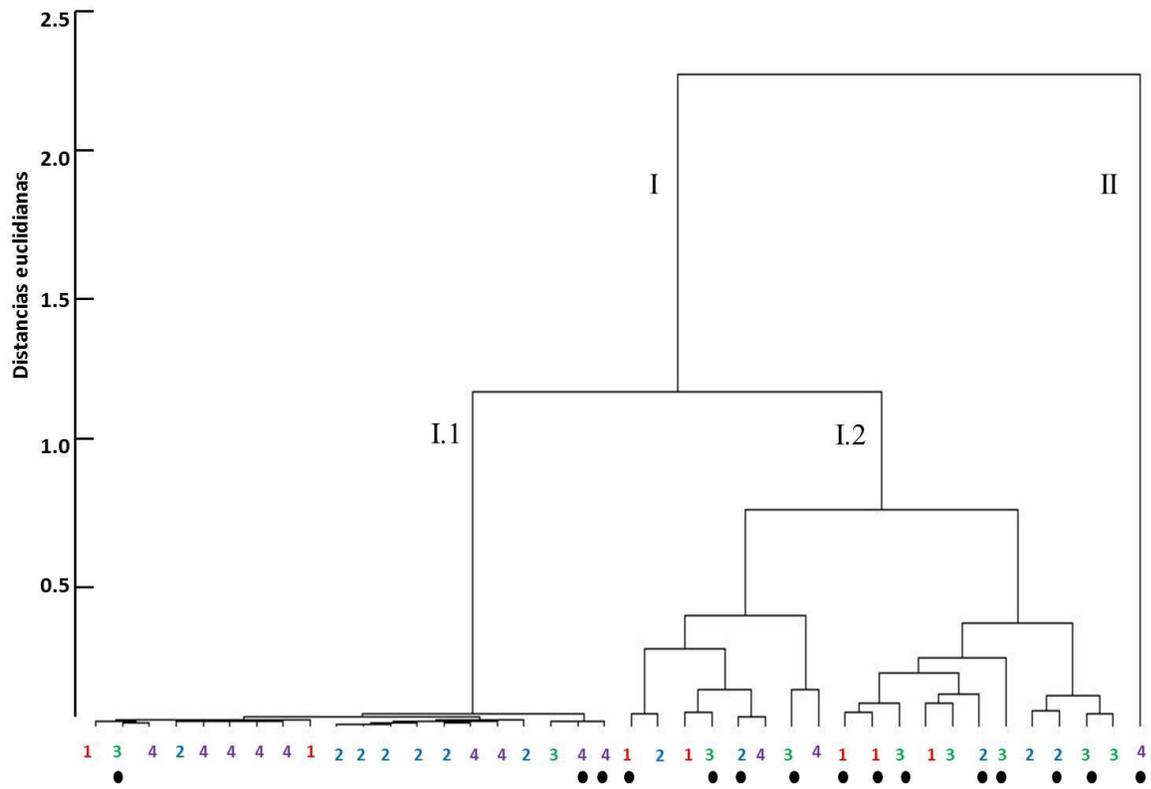


Figura 5. Distancias euclidianas entre árboles de cirián de la población base. Cada número corresponde a un árbol; el número 1 en color rojo, son árboles de potrero; el 2 en color azul, de cultivo; el 3 en color verde, son de traspatio, y el 4 en color morado, de cañada. Los puntos negros abajo del número son la población seleccionada.

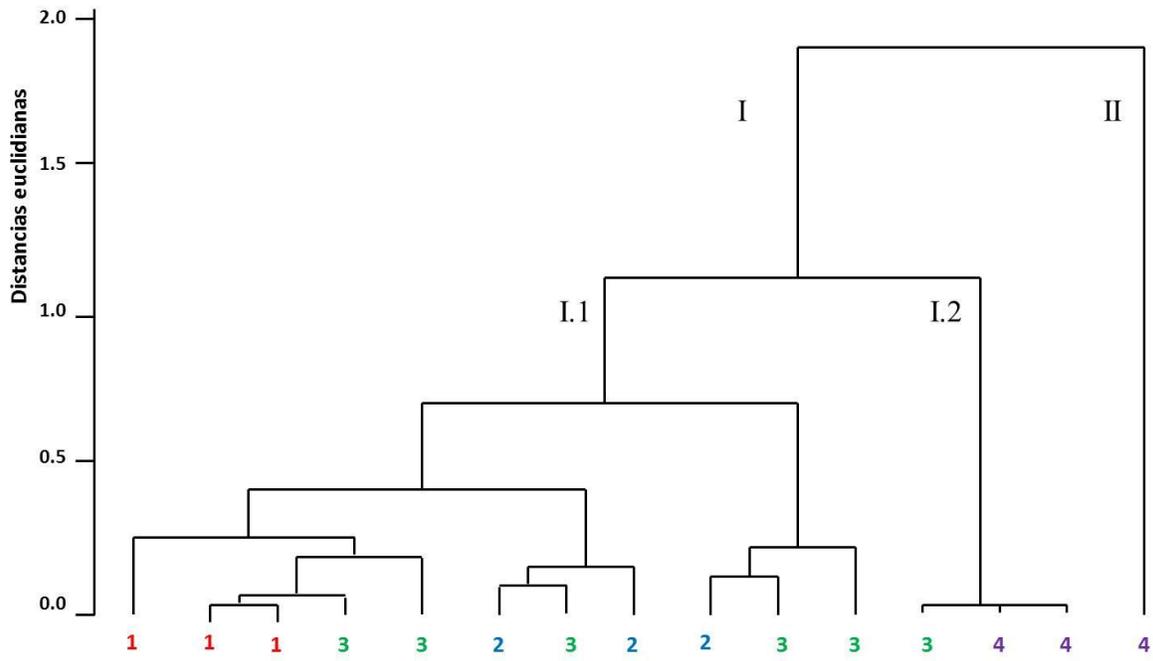


Figura 6. Distancias euclidianas entre árboles de cirrián de la población seleccionada. Cada número corresponde a un árbol; el número 1 en color rojo, son árboles de potrero; el 2 en color azul, de cultivo; el 3 en color verde, son de traspatio, y el 4 en color morado, de cañada.

**CONCLUSIONES**

Para la población base la altura promedio de los árboles es de 7.29 m, con copas de más de 8 metros de diámetro, y tallos que ramifican a 1.22 metros de altura, y con diámetros del tronco al derredor de 33 cm en promedio. El número de frutos que puede producir una rama es de las características más variables, presentan entre 3 y 6 frutos; el peso promedio de los frutos es de 265 g, observaciones similares obtuvo Arenas (2004) para poblaciones de *Crescentia alata* en el Estado de Morelos, México. Los frutos no son completamente esféricos, son más estrechos en la parte media lo que les da una apariencia de esferas aplanadas, aunque el tamaño del diámetro en la parte más ancha del fruto es similar al tamaño del diámetro entre el ápice y el pedúnculo. De

las variables fitoquímicas estudiadas en frutos de los árboles de la población seleccionada, se desprende que la variación de los principios activos depende tanto de las características biológicas de los árboles como de las condiciones ambientales en las que se desarrollan; destacan las condiciones ambientales de cultivo y traspatio por presentar valores superiores de los principios activos y capacidad antioxidante. El contenido de compuestos fenólicos varía de 8.5 a 12 mg g<sup>-1</sup> MS; de fenoles no taninos es del orden de 4.9 a 8.0 mg g<sup>-1</sup> MS; de taninos condensados oscila entre 10.3 a 14.6 % del total de compuestos fenólicos; de flavonoides entre 0.552 a 0.602 mg g<sup>-1</sup> MS, y actividad antioxidante expresada en IC50 % entre 21.7 a 41.5; debido a que no se encuentran reportes sobre la determinación del contenido de polifenoles en la especie de estudio, se comparan con lo observado en especies afines (Autore *et al.*, 2001; Muñoz *et al.*, 2007), en la cual se han obtenido valores similares; lo anterior indica que el árbol de cirián es una especie promisoría por su alto contenido de polifenoles y alta actividad antioxidante.

La amplia variación fitoquímica entre árboles dentro de ambientes, muestra la diversidad genética de los principios activos estudiados, lo que sugiere que hay una base importante para seleccionar.

Las actividades humanas influyen en el desarrollo y producción de frutos del árbol de cirián. Los árboles que crecen en los traspacios y cultivos han estado sujetos a la selección tradicional por parte de los campesinos, lo que ha favorecido la permanencia de árboles grandes y con alta producción de frutos y principios activos.

La selección de árboles por el criterio de floración temprana y abundante, redujo la variación morfológica; los caracteres en los que se reflejó más dicha selección fueron: altura del árbol, área basal, volumen del tronco, diámetro del tronco, diámetro del dosel, altura del tronco a ramificación principal, diámetro del dosel, número de frutos en la base de la rama 1, número de frutos en la parte media de la rama 1, total de frutos por árbol, peso promedio de frutos, diámetro promedio ecuatorial en el costado del fruto, y diámetro promedio polar del fruto.

La selección incide en árboles más grandes y con más frutos, lo cual se corrobora con la agrupación por componentes principales y conglomerados.

Se precisa un método de selección en plantas perennes, el cual consiste en: delimitar el área de estudio, ubicar los árboles de la población, categorizar las condiciones ambientales en las que se desarrollan, definir criterios de selección, aplicar los criterios de selección a una población y comparar con otra población sin la aplicación de dichos criterios, establecer caracteres de importancia en el manejo y aprovechamiento de la especie, y realizar los análisis de variación y covariación para identificar árboles o grupos de árboles con características promisorias para el desarrollo de planes de mejoramiento genético.

#### **BIBLIOGRAFIA CITADA**

Arenas S., F. 2004. Etonobotánica y usos potenciales del cirián (*Crescentia alata*, H.B.K.) en el Estado de Morelos. Polibotánica 18:13-31

Autore, G.; Rastrelli, L; Lauro, M.R.; Marzocco, S.; Sorrentino, R.; Sorrentino, U.; Pinto A.; Aquino, R. 2001 Inhibition of nitric oxide synthase expresión by a methanolic extrac of *Crescentia alata* and its derived flavonols. Life Science 70(5):523-534

Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (BDMTM) (2009). Consultado el 18 de mayo de 2012, versión digital:

[http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Cirian\\_o\\_cuatecomate&id=7347](http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Cirian_o_cuatecomate&id=7347)

Challenger, A.; Soberón, J. 2008 Los ecosistemas terrestres, *In: Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Conabio, México, pp. 87-108

Earle S., C. (1967) Plant Remains, *in* Byers, D. S. (edit.) The Prehistory of the Tehuacan Valley. Vol 1. Environment and Subsistence. University of Texas Press. pp. 220-255

Espinosa O., D.; Ocegueda C., S. (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, en *Capital natural de México, vol. I : Conocimiento actual de la biodiversidad*. Conabio, México, pp. 33-65.

García B., J. 2001. Cenolítico superior y protoneolítico (7000 – 2500 aC). *Arqueología Mexicana* 9(52): 52-57

García M., E. 2001. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koopen. UNAM, Inst. de Geografía. Mex. 217p

- Gentry, A.H. 1980. Organization for Flora Neotropica. Bignoniaceae: Part I (Crescentieae and Tourrettieae). *Flora Neotropica* 25(1): 1-130
- Gentry, A.H. 1992. A Synopsis of Bignoniaceae Ethnobotany and Economic Botany. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 79(1): 53-64
- González G., J.C.; Madrigal S., X.; Ayala B., A.; Juárez C., A.; Gutiérrez V., E. 2006. Multiple-purpose trees used in livestock production in the hot and humid region of the State of Michoacan, Mexico. *Livestock Research for Rural Development* 18(8):109
- Lozoya, X. 1999. *La Herbolaria en México*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Méx. 63 p.
- Mirambell, S.L. 2001. Arqueolítico y cenolítico inferior (30000-7000 a.C.). *Rev Arqueología Mexicana* 9(52): 46-51
- Miranda C., S. 2000. Mejoramiento genético del maíz en la época prehispánica. *Agricultura Técnica en México* 26(1):3-15
- Muñoz J., A.M.; Ramos E., D.F.; Alvarado O., U.C.; Castañeda C., B. 2007. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Rev Soc Quím Perú* 73(3):142-149.
- Muñoz O., A.; Miranda C., S.; Cuevas S., J.A.; Santacruz V., A; Sánchez D., S. 2009. Resistencias, prehistoria, historia y diferencias de teocintle a maíz. *Impresos América*. Méx. 110 p.

Pla, L.E. 1986. Análisis Multivariado: Método de Componentes Principales. The General Secretariat of the Organization of American States Washington. 91 p.

Postweiler, K.; Hartmann, W.; Stösser, R. 1989 Influence of severe pruning of mother trees on rejuvenation. 2. Leaf investigations. *Erwerbsobstbau* 31(8):204-207

Pueblos de América (2012). Los Ejes, Carácuaro, Michoacán de Ocampo. Versión electrónica, consultado el 20 de mayo d 2012. Disponible en:

<http://mexico.pueblosamerica.com/i/caracuaro-de-morelos/>

Rodríguez, X.P. 2005. Capítulo 6 América. *In*: Carbonell E (Coord) 2005. Homínidos: Las primeras ocupaciones de los continentes. Fundación Atapuerca-Ariel. Esp. pp. 603-681

Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1a Edición Digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Méx. 504 p. Consultado el 20 de abril de 2012. Versión electrónica:

<http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMxPort.pdf>

Toledo, V.M. 1982 Pleistocenic changes of vegetation in tropical Mexico, *In* Prance G (ed.), *Biological diversification in the tropics*, Columbia University Press, Nueva York, pp. 93-111.

Valladares C., M.G.; Rios G., M.Y. 2007. Iridoids from *Crescentia alata*. *Journal of Natural products* 70(1):100-102

Vázquez E., J.E. 2007. Ofrendas del Hanal Pixan. *Pacmyc. Mex.* 76 p

### **CAPITULO III. VARIACIÓN REPRODUCTIVA DE *Crescentia alata* Kunth.- BIGNONIACEAE (CIRIÁN). UNA PLANTA MEDICINAL MEXICANA**

#### **RESUMEN**

Por sus propiedades antioxidantes, anti-inflamatorias y antimicrobianas, las flores y frutos de *Crescentia alata* Kunth.-Bignoniaceae, han sido utilizadas ampliamente por la medicina tradicional mexicana. El propósito del trabajo fue conocer la variación reproductiva del árbol de *C. alata*, con la finalidad de identificar árboles promisorios para el desarrollo de programas de mejoramiento genético. En la comunidad de Los Ejes, Carácuaro, Michoacán, México, se estudió una población seleccionada de 15 árboles de cirián bajo el criterio de floración temprana y abundante. Los árboles se clasificaron según la condición ambiental en que se desarrollan; se cuantificó el número de botones florales, flores y frutos en dos ramas laterales y en el tronco durante el periodo de desarrollo de flores a frutos. Se realizó un análisis de variación mediante un modelo jerárquico. Se encontró que los árboles que crecen dentro de áreas de cultivo son los más promisorios para iniciar un programa de mejoramiento genético. Se concluye que el árbol de cirián es parte del sistema agrícola, por lo que son árboles seleccionados tradicionalmente con la finalidad de obtener mayor producción de frutos.

**Palabras Clave:** Plantas medicinales, mejoramiento genético, selección, variación, Depresión del Balsas.

### CHAPTER III. REPRODUCTIVE VARIATION OF *Crescentia alata* Kunth- BIGNONIACEAE (CIRIÁN). A MEXICAN MEDICINAL PLANT

#### SUMMARY

Flowers and fruits of *Crescentia alata* Kunth- Bignoniaceae, have been used widely in the mexican traditional medicine. A research was carried out to know the flowering process and its variation among individuals to identify those useful in breeding programs. At the community of Los Ejes, in Michoacán State, Mexico a population of 15 trees was selected considering earliness and abundant flowering to make the study. The area of tree distribution was divided in five sections with different environmental conditions: Cultivated land, urban, livestock use, back yard, near paths and glen condition. The number of flower buds, flowers and fruits were counted in two lateral branches and at the trunk during flowering development until fruits development. The data were analyzed using a hierarchical model. Trees from cultivated land showed more production of flower buds, flowers and fruits. Trees from livestock land produced less fruits in relation the flower buds. Trunks produced more flowers than lateral branches. The maxima production of flower buds was raised between 7 to 10 days; flowers between 12 to 14 days and fruits between 14 and 17 days after the initiation. Considering the maximums of each curve the trees from cultivated land had more precocity, higher number of flowers, livestock land trees had lesser. Trees from cultivated lands, back yard and paths had early and abundant flowering, and higher number of fruits.

**Keywords:** medicinal plants, genetic breeding, selection, variation.

## INTRODUCCIÓN

Por sus propiedades anti-inflamatorias, antioxidantes y antimicrobianas (Autore *et al.*, 2001; Valladares y Ríos, 2007), el árbol de cirián (*Crescentia alata* Kunth - Bignoniaceae) es una especie de capital importancia en la Región de Tierra Caliente, Michoacán, México (González *et al.*, 2006; Rzedowski, 2006). De esta planta se utilizan las hojas y las ramas para preparar platillos típicos; las flores para el control de la natalidad, y la pulpa y las semillas de los frutos para elaborar jarabe y chocolate medicinales (Arenas, 2004; BDMTM, 2009).

Los árboles de cirián inician la producción de frutos a partir de los cinco años de edad. La brotación de botones florales se estimula rápidamente con el inicio del periodo de lluvia en verano, éstos abren durante la noche, facilitando la polinización por murciélagos. Las flores son hermafroditas, pentámeras, de color amarillento-café y morado-café; una vez polinizadas, la corola se desprende y se hace evidente el inicio del desarrollo del fruto. Los frutos son esféricos, de entre 10 y 15 cm de diámetro, crecen pegados al tronco, son de color verde hasta que se desprenden del árbol y se tornan de color amarillo (Arenas, 2004; BDMTM, 2009).

Es importante conocer el desarrollo de las estructuras reproductivas porque son las partes del árbol más utilizadas en la medicina tradicional mexicana (Rzedowski, 2006).

El objetivo central de este estudio fue conocer la variación reproductiva del árbol de cirián, con el fin de tener elementos de juicio en el control de la polinización en planes de mejoramiento genético. La hipótesis propuesta es: existe variación en la fenología floral de una población seleccionada por floración temprana y abundante de árboles de cirián en La Comunidad de Los Ejes, Carácuaro, Michoacán.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en la comunidad de Los Ejes (814 msnm, 18.9° Lat N, 101° Long W), perteneciente al Ejido Guacamayas, municipio de Carácuaro, Michoacán, México. El clima es cálido, con lluvias en verano ( $Aw_0$ ) (García, 2001), el tipo de vegetación es Bosque Tropical Caducifolio (Challenger y Soberón, 2008). En Los Ejes habitan aproximadamente treinta familias quienes se dedican principalmente al cultivo de la milpa y la ganadería (Pueblos de América, 2012).

De una población base de 40 árboles de cirrián observados en la comunidad de Los Ejes, se seleccionaron 15 árboles bajo el criterio de floración temprana y abundante (población seleccionada). Los árboles seleccionados se clasificaron de acuerdo a las características del lugar en el que se desarrollan, a lo que se denominó condición ambiental. La condición ambiental de *potrero*, es un área destinada al pastoreo; la de *cultivo*, es donde se establecen las milpas se encuentra cerca de la zona urbana; la de *traspatio* está en la zona urbana de la comunidad; la de *traspatio a orilla de caminos*, se ubica también en la zona urbana pero cerca de los caminos; y la de *cañada*, incluye campos de cultivo y áreas con mayor humedad en comparación con el resto de las condiciones ambientales.

En cada árbol de la población seleccionada, se ubicaron dos ramas laterales (posición de la rama, Lateral 1 y Lateral 2) y el tronco (posición de la rama central), en cada posición se delimitó con pintura un metro de longitud, en la cual se cuantificaron el número de botones florales, de flores y de frutos en desarrollo inicial, durante un periodo de 20 días que corresponde a la duración de estas etapas fenológicas (Figura

7). Durante el periodo de desarrollo de botones florales a frutos, se midió la humedad relativa y las temperaturas mínima y máxima utilizando un Data Logger Hobo serie 8.

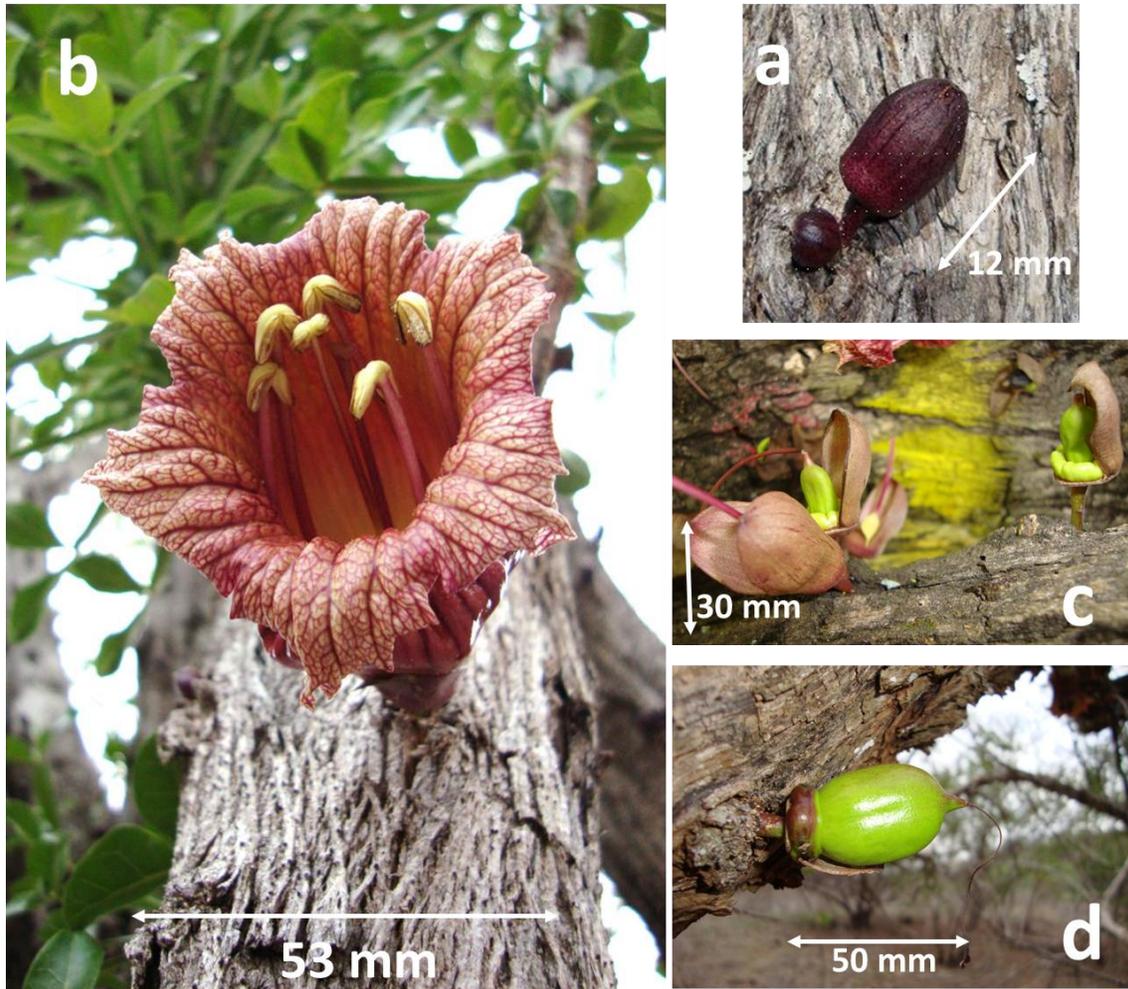


Figura 7. Etapas de desarrollo de las estructuras reproductivas del árbol de cirrián. a) Botones Florales, b) Flores y c, d) Frutos de 5 y 10 días respectivamente.

Los datos obtenidos se procesaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y diferencia de medias por el método de Duncan en el programa SAS v. 9. El modelo estadístico para el ANOVA corresponde a un diseño estratificado y se describe a continuación.

$$\text{VDF} = \text{CA} + \text{Ar}(\text{CA}) + \text{P} + \text{S}^*\text{P} + \text{Ar}(\text{CA})^*\text{P} + \text{D} + \text{D}^*\text{CA} + \text{D}^*\text{Ar}(\text{CA}) + \text{D}^*\text{P} + \text{D}^*\text{CA}^*\text{P}$$

Donde:

VDF.- Variación del desarrollo floral para tres etapas: botones florales, flores y frutos.

CA.- Variación dentro de condición ambiental

Ar(CA).- Variación de árboles dentro de condición ambiental

P.- Variación de la posición de las ramas

D.- Variación en tiempo (días)

CA\*P.- Variación de la interacción condición ambiental por posición de las ramas

Ar(CA)\*P.- Variación de la interacción posición de las ramas por árboles dentro de condición ambiental

D\*CA.- Variación de la interacción tiempo por condición ambiental

D\*Ar(CA).- Variación de la interacción tiempo por árboles dentro de condición ambiental

D\*P.- Variación de la interacción posición de las ramas por tiempo

D\*CA\*P.- Variación de la interacción tiempo por posición de las ramas por condición ambiental

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el Cuadro 7 se resumen los resultados del análisis de variación, se aprecia que los coeficientes de variación (CV) y de determinación ( $R^2$ ) son adecuados. Existen

diferencias significativas para las fuentes de variación principales y para las interacciones, excepto para D\*P (posición de las ramas por tiempo).

Cuadro 7. Síntesis del ANOVA de tres variables reproductivas en una población seleccionada de árboles de ciríán.

Fuente de variación	GL	Significancia	R <sup>2</sup>	CV
<b>Botones florales</b>				
Modelo	269	**	0.95	11.3
Condición ambiental (CA)	4	**		
Árboles dentro de CA (Ar(CA))	10	**		
Posición de las ramas (P)	2	**		
Tiempo (D)	9	**		
CA*P	8	**		
Ar(CA)*P	20	**		
D*CA	36	**		
D*Ar(CA)	90	**		
D*P	18	NS		
D*CA*P	72	*		
<b>Flores</b>				
Modelo	394	**	0.91	24.6
Condición ambiental (CA)	4	**		
Árboles dentro de CA (Ar(CA))	10	**		
Posición de las ramas (P)	2	**		
Tiempo (D)	14	**		
CA*P	8	**		
Ar(CA)*P	20	**		
D*CA	56	**		
D*Ar(CA)	140	**		
D*P	28	NS		
D*CA*P	112	*		
<b>Frutos</b>				
Modelo	419	**	0.94	23
Condición ambiental (CA)	4	**		
Árboles dentro de CA (Ar(CA))	10	**		
Posición de las ramas (P)	2	**		
Tiempo (D)	15	**		
CA*P	8	**		
Ar(CA)*P	20	**		
D*CA	60	**		
D*Ar(CA)	150	**		
D*P	30	**		
D*CA*P	120	**		

\*\* Significancia al 1 %, \* Significancia al 5 %, NS No significativo

GL Grados de libertad

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

CV Coeficiente de variación

## **1. Efectos Principales**

En el Cuadro 8, se muestran los promedios y significancias estadísticas de los factores de variación principales. Destaca la condición ambiental de cultivo, la cual es superior para la producción de botones, flores y frutos. En lo que se refiere al desarrollo de botones, flores y frutos según la posición en el árbol, la parte central produce más que las ramas laterales. En cuanto a la variación a través de los días, se observa que la máxima producción de botones florales se alcanza entre los 7 y 10 días; la de flores entre los 12 y 14 días (el máximo es de un solo día), y de los frutos entre los 14 y 17 días manteniéndose subsecuentemente.

Cuadro 8. Promedios del número de botones florales, flores y frutos según condición ambiental, posición en el árbol y días de desarrollo

Fuente de variación	Etapas fenológicas		
	Botones Florales	Flores	Frutos
<b>Condición ambiental</b>			
Potrero	23.6 <sup>b</sup>	3.1 <sup>c</sup>	2.7 <sup>d</sup>
Cultivo	<b>33.7<sup>a</sup></b>	<b>5.7<sup>a</sup></b>	<b>5.3<sup>a</sup></b>
Traspatio	22.9 <sup>b</sup>	4.2 <sup>b</sup>	3.3 <sup>dc</sup>
Traspatio a orilla de camino	22.3 <sup>b</sup>	4.1 <sup>b</sup>	4.7 <sup>ab</sup>
Cañada	22.8 <sup>b</sup>	3.9 <sup>bc</sup>	4.1 <sup>bc</sup>
<b>Posición de la rama</b>			
Lateral 1	20.3 <sup>c</sup>	3.3 <sup>c</sup>	3.1 <sup>c</sup>
Central	<b>29.0<sup>a</sup></b>	<b>5.0<sup>a</sup></b>	<b>4.9<sup>a</sup></b>
Lateral 2	25.4 <sup>b</sup>	4.3 <sup>b</sup>	4.1 <sup>b</sup>
<b>Días de estudio del desarrollo floral</b>			
1	7.0 <sup>f</sup>	0.6 <sup>e</sup>	0.0 <sup>d</sup>
3	17.8 <sup>e</sup>	0.6 <sup>e</sup>	0.3 <sup>d</sup>
4	22.5 <sup>d</sup>	0.5 <sup>e</sup>	0.3 <sup>d</sup>
5	25.6 <sup>dc</sup>	0.4 <sup>e</sup>	0.5 <sup>d</sup>
6	28.1 <sup>bc</sup>	0.3 <sup>e</sup>	0.6 <sup>d</sup>
7	30.2 <sup>ab</sup>	0.6 <sup>e</sup>	0.6 <sup>d</sup>
8	<b>31.8<sup>a</sup></b>	1.0 <sup>d</sup>	0.7 <sup>d</sup>
9	<b>32.0<sup>a</sup></b>	2.6 <sup>d</sup>	0.6 <sup>d</sup>
10	29.1 <sup>abc</sup>	5.7 <sup>c</sup>	1.0 <sup>cd</sup>
11	25.5 <sup>dc</sup>	7.4 <sup>bc</sup>	2.8 <sup>c</sup>
12		8.7 <sup>ab</sup>	5.7 <sup>b</sup>
13		<b>10.2<sup>a</sup></b>	7.4 <sup>b</sup>
14		9.2 <sup>ab</sup>	<b>11.4<sup>a</sup></b>
15		8.0 <sup>b</sup>	<b>12.1<sup>a</sup></b>
16		7.7 <sup>bc</sup>	<b>10.8<sup>a</sup></b>
17			<b>10.2<sup>a</sup></b>

Mismas letras dentro de columnas y por fuente de variación son estadísticamente iguales (Duncan  $P \leq 0.05$ )

## 2. Interacciones y anidamientos

### 2.1. Árboles dentro de condición ambiental, Ar(CA)

En la Figura 8, se muestra la variación del desarrollo de flores a frutos de los árboles de cirrián. Se aprecia que los árboles que crecen en la condición ambiental de cultivo y traspatio presentan mayor variación; mientras que los árboles de cañada y traspatio y a

orillas de caminos, son menos variables. Excepto en la condición de cultivo, en el resto de las condiciones ambientales las tendencias de producción de botones florales son proporcionales a la producción de flores y frutos. Los árboles de potrero producen menos frutos con respecto al número de botones florales presentes al inicio de la toma de datos; los árboles de cañada y traspatio y a orilla de caminos son los que mantienen proporciones equivalentes entre el número de botones, flores y frutos.

## **2.2. Interacción posición de las ramas por condición ambiental (CA\*P)**

En la Figura 9 se muestra el efecto de las condiciones ambientales en la producción de botones, flores y frutos según la posición de la rama. En todos los casos se aprecia que las tendencias de producción de botones son proporcionales al número de flores y frutos. Los árboles que crecen en potreros son los que producen menos frutos con respecto a la cantidad de botones florales. En la mayoría de las condiciones ambientales, la producción de botones, flores y frutos es superior en el tronco que en las ramas laterales, excepto en los árboles de cañada donde las ramas laterales son superiores.

## **2.3. Interacción posición de las ramas por árboles dentro de condición ambiental (Ar(CA)\*P)**

En la Figura 10 se muestra el efecto de las condiciones ambientales de la producción de botones, flores y frutos, según la posición de las ramas por árbol. Se observa que en los árboles que crecen en potrero, cultivo y traspatio, la producción de botones, flores y frutos es mayor en las ramas centrales; mientras que en los árboles que crecen en cañada la producción de estas estructuras reproductivas es mayor en las ramas laterales. Las condiciones de cultivo y traspatio son las que presentan mayor variación,

mientras que las de cañada y traspatio y a orilla de caminos son las menos variables. Los árboles que crecen en la condición de cultivo, traspatio y cañada, mantienen una buena producción de botones a frutos, mientras que los que crecen en la condición de potrero la proporción entre botones florales a frutos es menor.

#### **2.4. Interacción condición ambiental por tiempo (D\*CA)**

Considerando el máximo de cada curva en la Figura 11a, se aprecia que los árboles que crecen en la condición de cultivo son los más precoces y con mayor número de botones. Considerando los máximos de las curvas en la figura 11b la condición de cultivo presenta también el mayor número de flores y el más bajo corresponde a potrero. Bajo el mismo criterio las condiciones de traspatio y a orilla de camino y la de cultivo muestran el mayor número de frutos. Sintetizando, los árboles de las condiciones cultivo y traspatio y a orilla de caminos, presentan floración temprana y abundante respecto al resto de los árboles, lo que resulta en mayor producción de frutos.

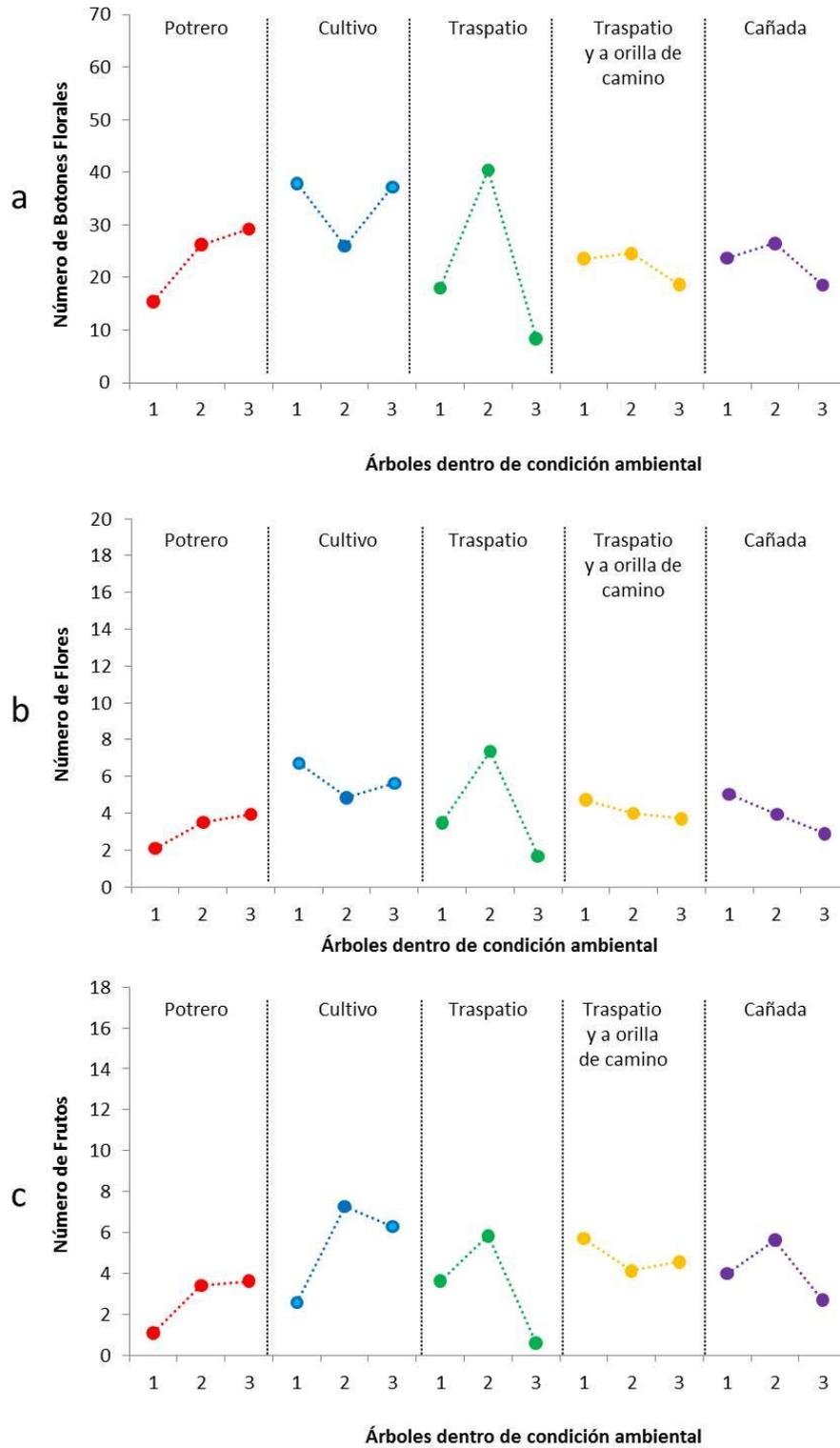


Figura 8. Efecto de las condiciones ambientales en la producción de botones florales (a), flores (b) y frutos (c) por árbol.

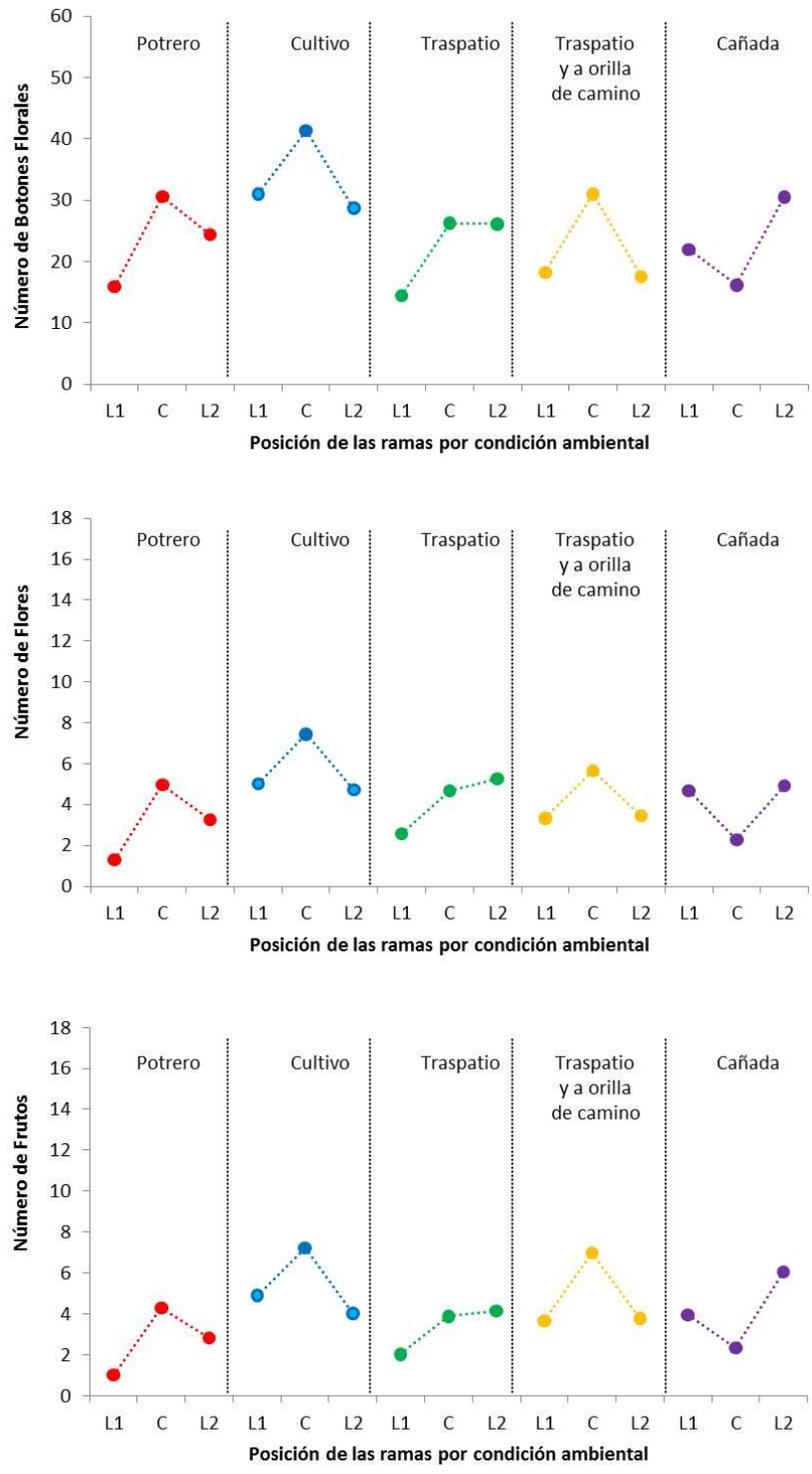


Figura 9. Efecto de las condiciones ambientales en la producción de botones florales, flores y frutos según la posición de la rama L1 rama lateral 1, L2 rama lateral 2, C rama central o tronco.

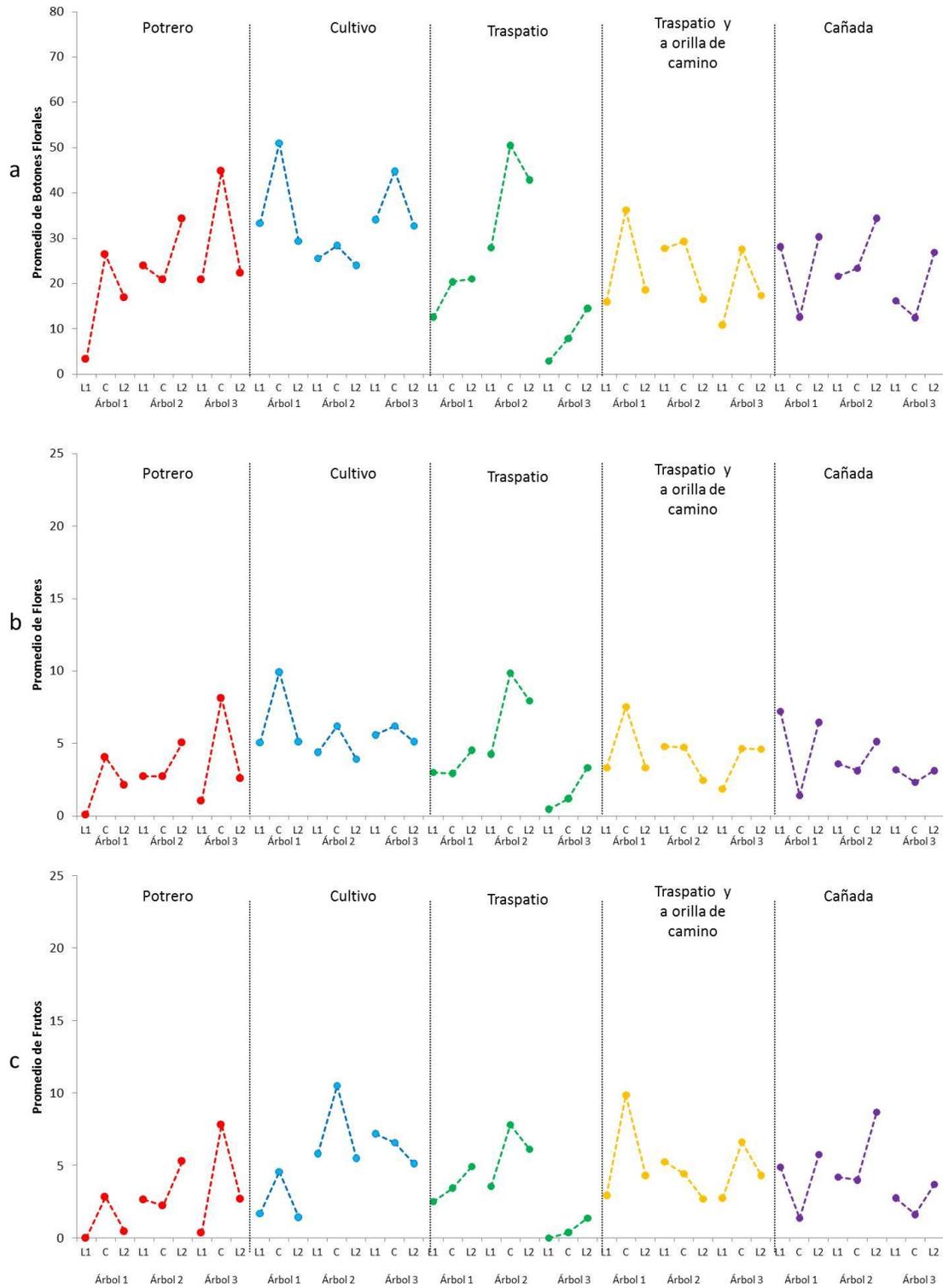


Figura 10. Efecto de las condiciones ambientales en la producción de botones florales (a), flores (b) y frutos (c) por árbol y posición de la rama L1 rama lateral 1, L2 rama lateral 2, C rama central o tronco.

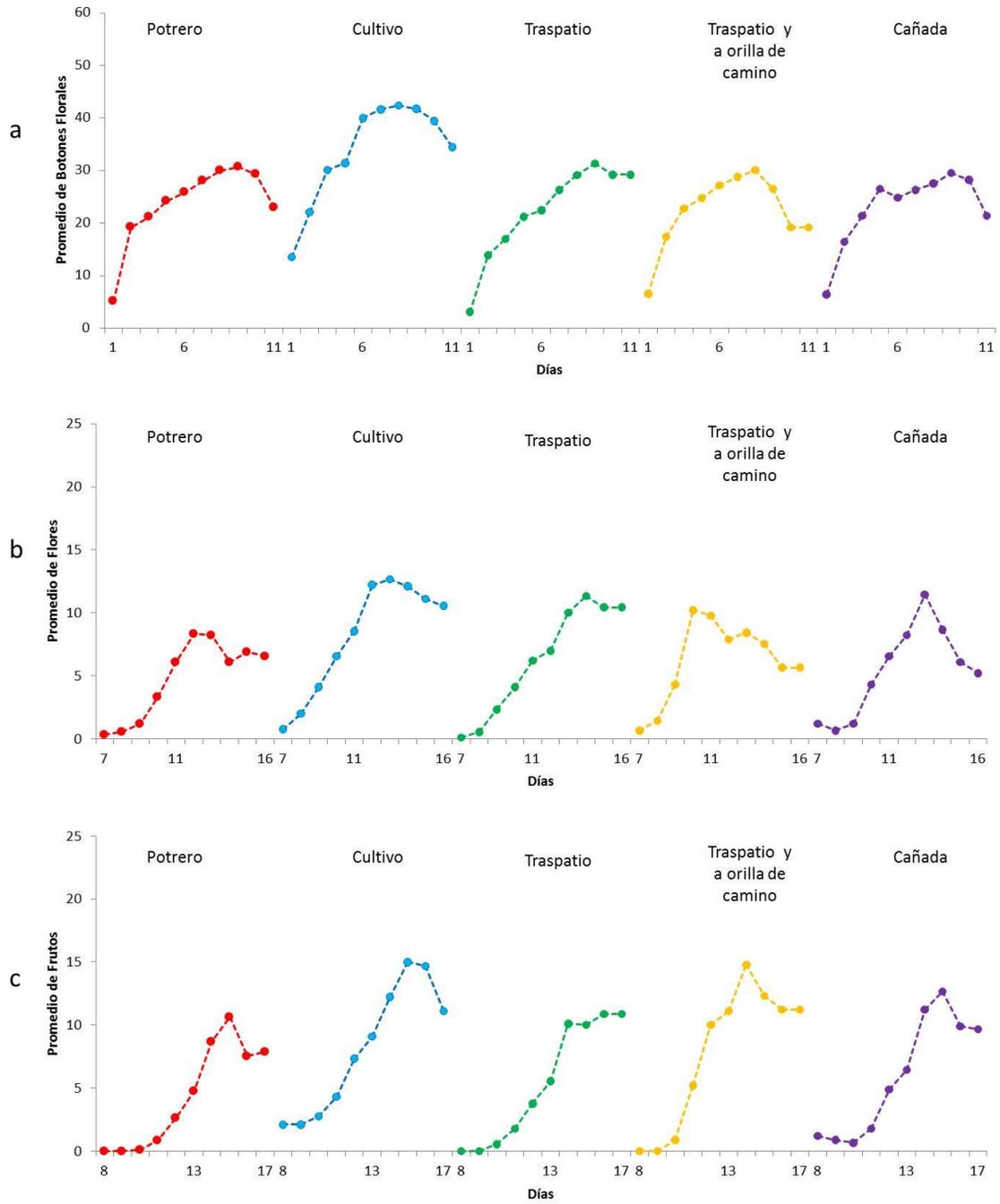


Figura 11. Efecto de las condiciones ambientales en la producción de botones florales (a), flores (b) y frutos (c) durante el periodo de desarrollo reproductivo

### **3. Desarrollo de flores a frutos del árbol de cirián**

En la Figura 12 se muestran las tendencias del desarrollo de botones florales, flores y frutos en condiciones de temperatura y humedad que se muestran en la Figura 13 para la comunidad de Los Ejes. Se aprecia que menos de la mitad de los botones florales que se producen llegan a flor y fruto, lo que indica que existe un alto potencial para incrementar la producción de frutos. El periodo de botones florales es el más largo respecto a la producción de flores y frutos, de hecho la presencia de flores es breve, dura pocos días en los que ocurre la polinización. Los botones florales abren durante la noche, inmediatamente son polinizadas por murciélagos y la mañana siguiente se desprende la corola haciéndose evidente el inicio de desarrollo del fruto.

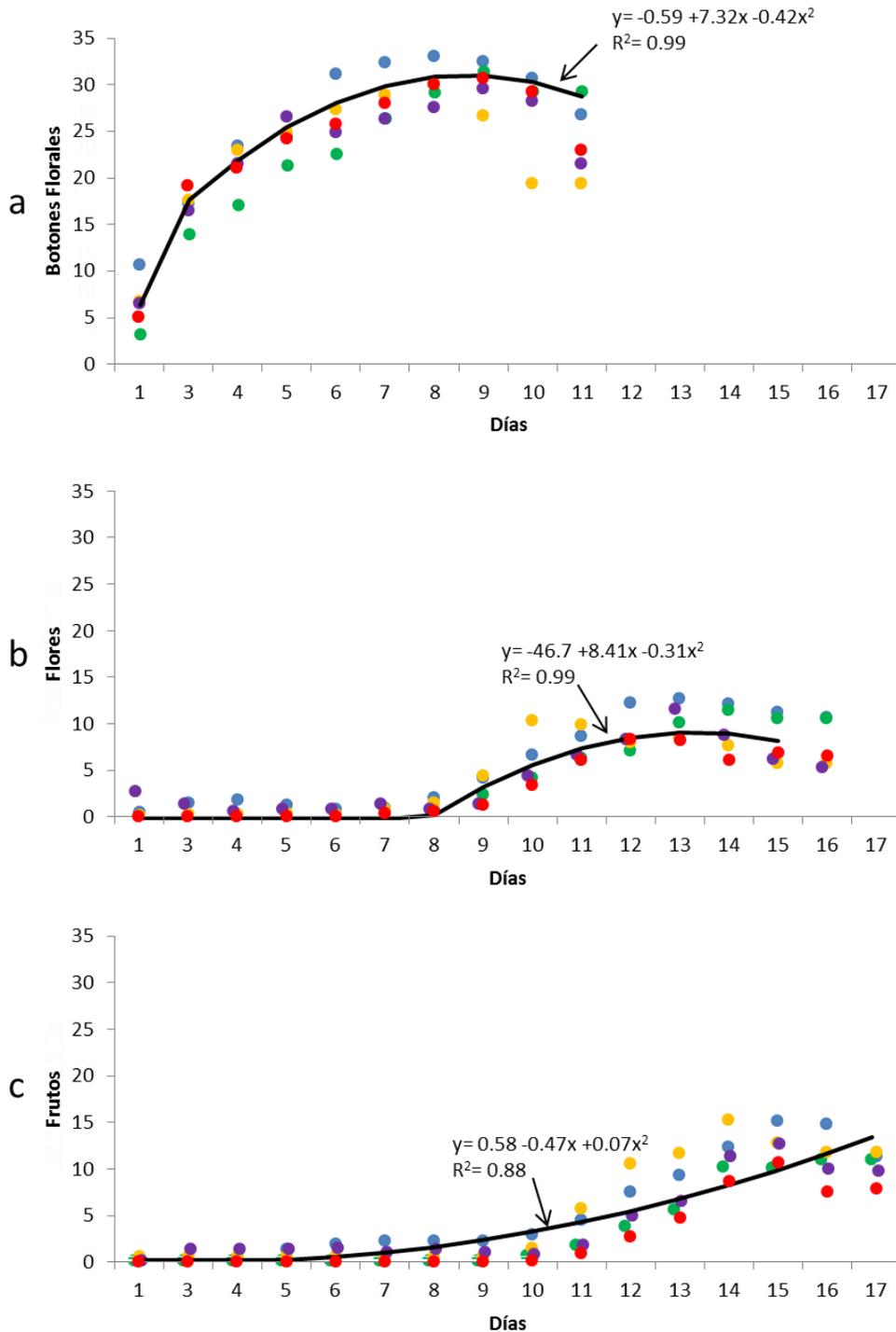


Figura 12. Modelos de desarrollo para tres etapas fenológicas reproductivas del árbol de cirián: (a) botones florales, (b) flores, y (c) frutos. Puntos de color rojo son promedios de los árboles de potrero, de color azul de cultivo, de color verde de traspatio, de color naranja de traspatio y a orilla de camino, y de color morado de cañada.

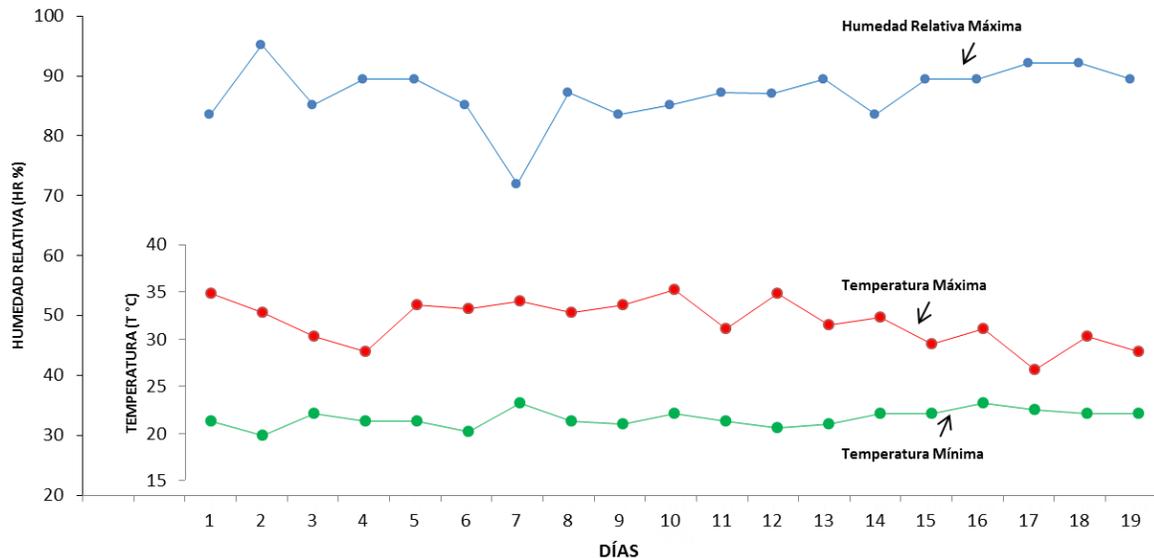


Figura 13. Humedad relativa y temperaturas mínimas y máximas de la comunidad de Los Ejes durante el periodo de desarrollo floral de árboles de cirrián.

## CONCLUSIONES

La población de árboles de cirrián seleccionada por floración temprana y abundante, cuenta con mecanismos de respuesta a las condiciones ambientales en las que crece, y se refleja en las diferencias en la producción de frutos; por lo que, los árboles que crecen en las áreas de cultivo son los que producen más botones florales, flores y frutos; en menor medida pero con buena producción de frutos, son los árboles de orilla del camino y traspatio; los que menos producen son los de potrero. Se puede afirmar que, los árboles de cirrián forman parte del sistema agrícola por lo que han sido seleccionados tradicionalmente permitiendo su permanencia para la obtención de diversos satisfactores principalmente medicinales. Los árboles de cirrián son sensibles al manejo que el campesino hace en ellos, por lo que su cultivo podría resultar en aumentos significativos de la producción de frutos. Estas observaciones concuerdan

con lo reportado en otras plantas medicinales cultivadas para obtener productos adicionales en los huertos familiares (Acosta, 2001; Sánchez, 2008).

La variación reproductiva de la población de árboles de ciríán indica que se cuenta con germoplasma para modificar las características como precocidad, días a floración y producción de frutos, a través de programas de mejoramiento genético que pudieran resultar en el aumento del rendimiento de frutos como ocurre con otros árboles frutales (Mendoza *et al.*, 2008; Exner *et al.*, 2010). Los árboles que destacan para iniciar un programa de selección son los que crecen en las áreas de cultivo y en traspatio.

A pesar de que los botones florales crecen en toda la corteza del árbol, la parte central es la de mayor producción de frutos, excepto en los árboles que crecen en la condición de cañada, lo que sugiere que la disponibilidad de nutrientes es mayor en el tronco y se reduce en las ramas, pero en condiciones simbióticas con otras especies este efecto se revierte. Al respecto, se ha documentado que, en condiciones óptimas de humedad del suelo, la infección de las raíces por micorrizas en *C. alata* Kunth es más intensa, lo que podría resultar en raíces más largas y con mayor posibilidad de obtención de nutrientes (Kirian *et al.*, 1989), que redundan en una distribución balanceada de los nutrientes entre el tronco y las ramas.

En general, los árboles con floración temprana y abundante tienden a producir más frutos, lo que constituye un criterio de selección y probablemente, es el criterio utilizado por los habitantes de la comunidad para conservar estos árboles.

La máxima producción de flores ocurre un solo día, con lo cual disminuye el tiempo de exposición de las flores a insectos como abejas que merman el contenido de néctar

(Martínez y Bullock, 1990) y polen y hacen más difícil la polinización nocturna por murciélagos (Gentry, 1980; Gentry, 1992).

### BIBLIOGRAFIA CITADA

Acosta L., L. 2001. Producción de plantas medicinales a pequeña escala: Una necesidad de la comunidad. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 2:62-66

Arenas S., F. 2004. Etonobotánica y usos potenciales del cirián (*Crescentia alata*, H.B.K.) en el Estado de Morelos. *Polibotánica* 18:13-31

Autore, G.; Rastrelli, L; Lauro, M.R.; Marzocco, S.; Sorrentino, R.; Sorrentino, U.; Pinto A.; Aquino, R. 2001 Inhibition of nitric oxide synthase expresión by a methanolic extrac of *Crescentia alata* and its derived flavonols. *Life Science* 70(5):523-534

Bala, K.; Rao, A.V.; Tarafdar, J.C. 1989. Ocurrence of VAM associations in different plant species of the Indian desert. *Arid of Soil Research and Rehabilitation* 3(3):391-396

Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (BDMTM) (2009). Consultado el 18 de mayo de 2012, versión digital:

[http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Cirian\\_o\\_cuatecomate&id=7347](http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Cirian_o_cuatecomate&id=7347)

Challenger, A.; Soberón, J. 2008 Los ecosistemas terrestres, *In: Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Conabio, México, pp. 87-108

- Exner, E.; Zabala, J.M.; Pensiero, J.F. 2010. Variación en la fenología de la floración y en el éxito reproductivo en *Setaria lachinea*. *Agrociencia* 44:779-789
- García M., E. 2001. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koopen. UNAM, Inst. de Geografía. Mex. 217p
- Gentry, A.H. 1980. Organization for Flora Neotropica. Bignoniaceae: Part I (Crescentieae and Tourrettieae). *Flora Neotropica* 25(1): 1-130
- Gentry, A.H. 1992. A Synopsis of Bignoniaceae Ethnobotany and Economic Botany. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 79(1): 53-64
- González G., J.C.; Madrigal S., X.; Ayala B., A.; Juárez C., A.; Gutiérrez V., E. 2006. Multiple-purpose trees used in livestock production in the hot and humid region of the State of Michoacan, Mexico. *Livestock Research for Rural Development* 18(8):109
- Martínez R., C.; Bullock, S.H. 1990. Floral parasitism by social bees (Meliponinae, Apidae) in *Crescentia alata*, a tree pollinated by bats. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 50:69-76
- Mendoza G., S.; Martínez P., A.; Fernández M., M.R.; Rumayor F., A.; Castillo C., E. 2008. Época de maduración y calidad del fruto de genotipos de manzana en Cadereyta, QRO. *Rev Chapingo serie Horticultura* 14(1):71-78
- Pueblos de América (2012). Los Ejes, Carácuaro, Michoacán de Ocampo. Versión electrónica, consultado el 20 de mayo d 2012. Disponible en:

Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1a Edición Digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Méx. 504 p. Consultado el 20 de abril de 2012. Versión electrónica:

<http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMxPort.pdf>

Sánchez G., A.; Granados S., D.; Simón N., R. 2008. Uso medicinal de las plantas por los Otomíes del municipio de Nicolás Flores, Hidalgo, México. Rev Chapingo serie Horticultura 14(3):271-279

Valladares C., M.G.; Rios G., M.Y. 2007. Iridoids from *Crescentia alata*. Journal of Natural products 70(1):100-102

## CAPITULO IV. NÚMERO CROMOSÓMICO DEL ÁRBOL DE CIRIÁN

### RESUMEN

El árbol de cirián es una planta medicinal utilizada tradicionalmente para aliviar padecimientos respiratorios y fracturas de huesos. Pertenece a la familia Bignonaceae; se ha reportado que la mayoría de las especies de esta familia presentan un número cromosómico  $n= 40$ , así es para *Crescentia cujete* especie similar a *C. alata*. Se determina el número cromosómico del árbol de cirián utilizando los ápices de semillas germinadas de 20 árboles ubicados en la comunidad de Los Ejes, Carácuaro, Michoacán, México. Se concluye que *C. alata* tiene un número cromosómico  $n= 40$  lo que coincide con lo reportado para otras especies de esta familia.

**Palabras clave:** *Crescentia alata*, Bignoniaceae, número cromosómico.

## CHAPTER IV. CHROMOSOME NUMBER OF TREE OF CIRIAN

### SUMMARY

The cirian tree (*Crescentia alata* Kunth.-BIGNONIACEAE) is a medicinal plant used to control several diseases at the watershed of Balsas river, México. Apexes of seedlings of cirian were used to determine the number of chromosomes' in a sample of 20 trees. The area of distribution of the trees is located at the community of Los Ejes, near Caracuaro, at the Michoacan State. The number of chromosomes' found was  $2n=40$ , similar number is reported to *Crescentia cujete* and to another species of the Bignoniaceae family.

**Key words:** *Crescentia alata*, Bignoniaceae, chromosome number.

## INTRODUCCIÓN

El árbol de cirrián es una especie ampliamente utilizada en la medicina tradicional para aliviar enfermedades respiratorias y fracturas de huesos (Arenas, 2004; BDMTM, 2009). Sus frutos contienen iridoides y polifenoles que le confieren propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y antimicrobianas (Autore *et al.*, 2001; Valladares y Ríos, 2007). Crece en climas cálidos del país, como en la región de Tierra Caliente en Michoacán, México en la Depresión del Balsas (González *et al.*, 2006; Rzedowski 2006). Pertenece a la familia Bignoniaceae, cuyas especies presentan un número cromosómico marcadamente constante  $n=20$ , lo que indica una estrecha relación entre las tribus de esta familia y sugiere una línea evolutiva única con un ancestro común (Gentry, 1980). Existen dos especies dentro del género *Crescentia*, *C. alata* y *C. kujete*. Hay reportes sobre el número cromosómico de *C. kujete* ( $n=20$ ), pero no se ha determinado en particular para *C. alata*. El objetivo de la presente investigación fue determinar el número cromosómico de *C. alata* (cirrián) con la finalidad de sentar las bases para posteriores estudios citogenéticos que coadyuven a la propuesta de programas de mejoramiento genético de esta especie.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la comunidad de Los Ejes (814 msnm, 18.9° Lat N, 101° Long W), Ejido de Guacamayas, municipio de Carácuaro, Michoacán, México. El clima es cálido subhúmedo, con lluvias en verano ( $Aw_0$ ) (García, 2001). La vegetación es Bosque Tropical Caducifolio (Challenger y Soberon, 2008). La población

de Los Ejes tiene 113 habitantes quienes principalmente se dedican al cultivo de la milpa y la ganadería (Pueblos de América, 2012).

### **Colecta y conservación del material vegetal**

La colecta se realizó en el mes de junio de 2010 para obtener frutos de un año de edad con semillas viables necesarias para determinar el número cromosómico de la especie. Se obtuvieron 4 ó 5 frutos de cada uno de los veinte árboles ubicados en las cuatro condiciones ambientales previamente mencionadas en el Capítulo II, y se colocaron en un deshidratador solar durante tres semanas, después de este tiempo se extrajeron las semillas, se lavaron con agua destilada y cal al 5 %, y posteriormente con agua destilada para eliminar los residuos de cal, a continuación con cloro al 5 % y se secaron perfectamente. Las semillas así tratadas se pusieron a germinar a 40 °C por 15 días dentro de rollos de papel previamente humedecidos con agua destilada en el cuarto de germinación del Laboratorio de Semillas del Colegio de Postgraduados.

### **Reactivos**

Colchicina (Sigma C-9754), Alcohol Etilico Absoluto (Merck 405111), Ácido Acético Glacial (JT Baker 9507-05), Cloroformo ACS (EMD CX1055-9), Fucsina Básica (Merck 15937), Meta-Bisulfito de Sodio (JT Baker 3552-20), Orceína propiónica, Xilenos ACS (JT Baker 9490-02), Bálsamo de Canadá (Fisher Scientific Company B-10).

### **Determinación del número cromosómico**

Se modificó la metodología descrita por García (1990), para la determinación del número cromosómico. Dentro de una caja petri de vidrio se colocó papel filtro poro medio humedecido con colchicina al 0.5 %. Sobre el papel filtro se colocaron los ápices

meristemáticos de las radículas de semillas de cirrián recién germinadas, se mantuvieron en estas condiciones durante 2 horas y 50 minutos para después sumergirlos en solución carnoy (alcohol etílico absoluto, ácido acético glacial y cloroformo, 3:1:1) para su conservación hasta hidrolizarlos. La hidrolización consistió en poner los ápices en ácido clorhídrico 1N a 60 °C durante 10 minutos, pasado este tiempo se retiró el ácido clorhídrico y los ápices se sumergieron durante 5 minutos a 60 °C en reactivo de Schiff (0.1 g de fucsina básica, 0.3 mL de ácido clorhídrico concentrado, 4 g de bisulfito de sodio, 0.5 g de carbón activado, 100 mL de agua destilada) preparado recientemente. Se dejaron enfriar a temperatura ambiente. Se tomó una pequeña porción del ápice y se colocó en una placa de vidrio, se agregó una gota de orceína propiónica y se aplastó con un cubre objetos de vidrio para propiciar que los cromosomas se extendieran. Las placas de vidrio se congelaron a -80 °C durante 24 horas, posteriormente el cubre objetos se retiró rápidamente y se sumergió en alcohol etílico absoluto por 2 horas a temperatura ambiente, después de este tiempo las placas se extrajeron y se permitió que se evapore por completo el alcohol, se sumergieron entonces en xilenos durante 10 minutos. Se secaron a temperatura ambiente, posteriormente se colocaron sobre las placas y en el lugar donde se encontraba impregnado el ápice, se colocó una gota de bálsamo de Canadá diluido con xilenos, se cubrió con un cubre objetos nuevo y se secó en una plancha térmica a 30 °C por 3 días. Finalmente, las placas de vidrio se colocaron en el microscopio óptico para contar los cromosomas observados en 200 células.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Número cromosómico

De la observación de células somáticas en fase metafásica, se determina que el número cromosómico del árbol de cirrián es  $2n=40$  (Figura 14), lo anterior corresponde con lo reportado para la mayoría de las especies que integran a la familia Bignoniaceae. Esta familia integra siete tribus, la tribu Crescentieae incluye tres géneros con seis especies, de las cuales se han reportado el número cromosómico de *Amphytecnica latifolia*, *A. montana*, *Parmentieriera aculeata*, *P. cereifera*, *P. macrophylla* y *Crescentia cujete*, en todos los casos se determinó un número cromosómico  $x=20$  con  $2n=40$  (Gentry, 1980; Gentry, 1992), que corresponde con lo observado en la presente investigación para *Crescentia alata* Kunth.

### BIBLIOGRAFIA CITADA

- Arenas S., F. 2004. Etonobotánica y usos potenciales del cirrián (*Crescentia alata*, H.B.K.) en el Estado de Morelos. Polibotánica 18:13-31
- Autore, G.; Rastrelli, L; Lauro, M.R.; Marzocco, S.; Sorrentino, R.; Sorrentino, U.; Pinto A.; Aquino, R. 2001 Inhibition of nitric oxide synthase expresión by a methanolic extrac of *Crescentia alata* and its derived flavonols. Life Science 70(5):523-534
- Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (BDMTM) (2009). Consultado el 18 de mayo de 2012, versión digital:  
[http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Ciriano\\_cuatecomate&id=7347](http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Ciriano_cuatecomate&id=7347)

García M., E. 2001 Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koopen.  
UNAM, Inst. de Geografía. Mex. 217p

García V., A. 1990. Técnicas y procedimientos de citogenética vegetal. Colegio de  
Postgraduados. México 144 p.

Gentry, A.H. 1980. Organization for Flora Neotropica. Bignoniaceae: Part I  
(Crescentieae and Tourrettieae). Flora Neotropica 25(1): 1-130

Gentry, A.H. 1992. A Synopsis of Bignoniaceae Ethnobotany and Economic Botany.  
Annals of the Missouri Botanical Garden 79(1): 53-64

González G., J.C.; Madrigal S., X.; Ayala B., A.; Juárez C., A.; Gutiérrez V., E. 2006.  
Multiple-purpose trees used in livestock production in the hot and humid region of  
the State of Michoacan, Mexico. Livestock Research for Rural Development  
18(8):109

Pueblos de América (2012). Los Ejes, Carácuaro, Michoacán de Ocampo. Versión  
electrónica, consultado el 20 de mayo d 2012. Disponible en:

<http://mexico.pueblosamerica.com/i/caracuaro-de-morelos/>

Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1a Edición Digital. Comisión Nacional para  
el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Méx. 504 p. Consultado el 20 de abril  
de 2012. Versión electrónica:

<http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMxPort.pdf>

Valladares C., M.G.; Rios G., M.Y. 2007. Iridoids from *Crescentia alata*. Journal of Natural products 70(1):100-102

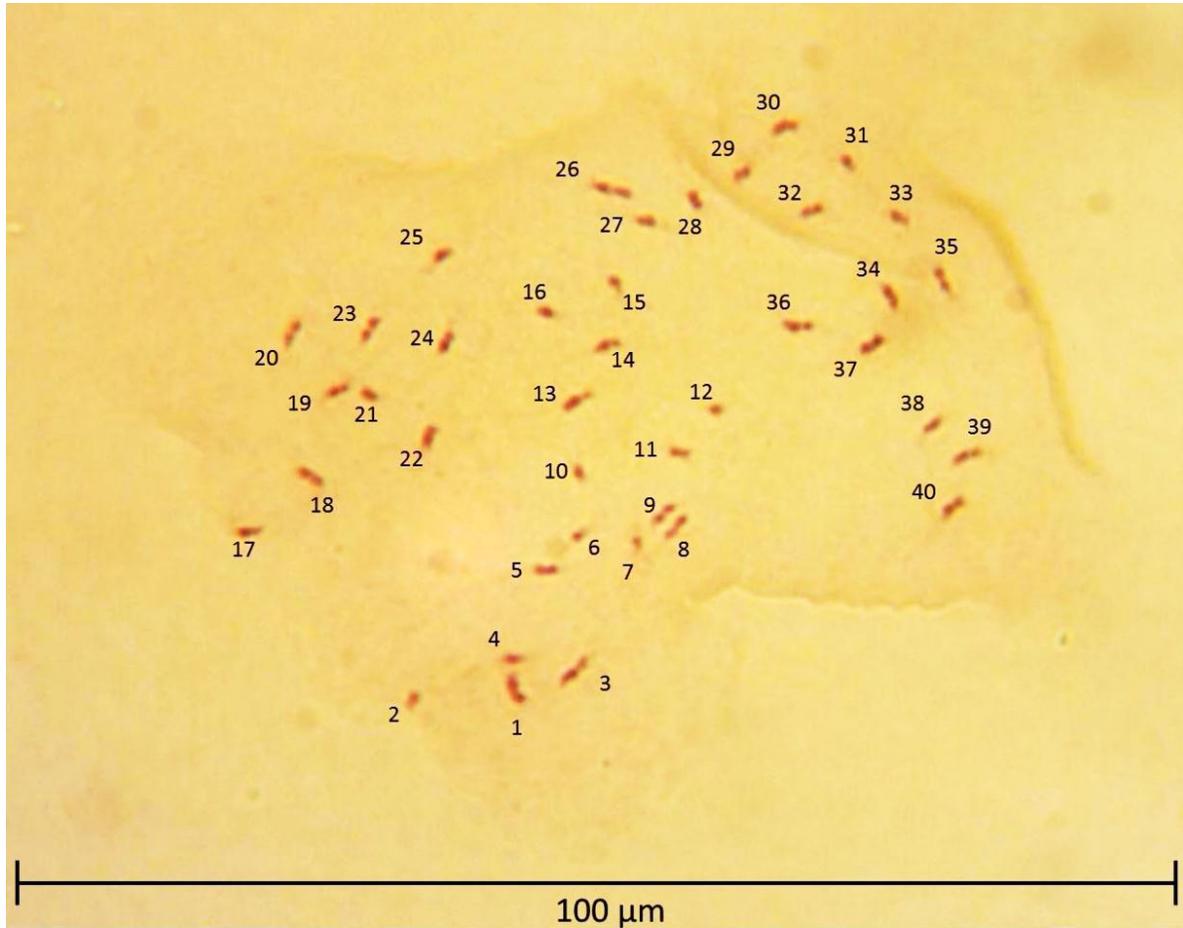


Figura 14. Célula somática en metafase donde se indica el número cromosómico del árbol de cirián,  $2n=40$

**CAPITULO V. VARIACIÓN MORFOLÓGICA, DE POLIFENOLES Y DE LA  
ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL ÁRBOL MEDICINAL  
*Crescentia alata* Kunth. -BIGNONICACEAE (CIRIÁN)**

**RESUMEN**

El árbol *Crescentia alata* Kunth. es una planta medicinal característica de la selva baja en la Depresión del Balsas. Ha sido utilizada por sus propiedades anti-inflamatorias y antimicrobianas. En una población de 20 árboles categorizados por la condición ambiental en la que se desarrollan dentro de la comunidad de Los Ejes, Carácuaro, Michoacán, México, se determinó el contenido de fenoles totales, taninos, taninos condensados, flavonoides y actividad antioxidante de esta especie con el objetivo de conocer la variación fitoquímica y morfológica. Se observa que las actividades agrícolas y disponibilidad de agua determinan la variación del contenido de polifenoles y de la actividad antioxidante, lo que sugiere un proceso de selección y mejoramiento genético tradicionales dirigidos a obtener árboles con mayor contenido de principios activos cerca o dentro de la comunidad.

**Palabras clave:** Compuestos fenólicos, Taninos, Flavonoides, Actividad antioxidante

**CHAPTER V. VARIATION MORPHOLOGICAL, OF POLYPHENOLS AND OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF MEDICINAL TREE *Crescentia alata* Kunth. - BIGNONICACEAE (CIRIÁN)**

**SUMMARY**

The tree *Crescentia alata* Kunth it is a medicinal plant characteristic of the low forest in the Balsas Basin. It has been used for its anti-inflammatory and anti-microbial properties. In a population of 20 trees categorised by the environmental condition in which develop within the community of Los Ejes, Carácuaro, Michoacán, Mexico. Determined the content of total phenols, tannins, condensed tannins, flavonoids and antioxidant activity of this species with the aim of know the phytochemistry and morphological variation. It notes that agricultural activities and water availability determine the variation of the content of polyphenol and antioxidant activity, suggesting a process of traditional selection and genetic improvement aimed to get trees with higher content of active ingredients near or within the community.

**Key words:** Phenolics compounds, tannins, flavonoids, antioxydant activity

## INTRODUCCIÓN

El árbol *Crescentia alata* Kunth. –Bignonaceae (cirián), es una planta medicinal que crece principalmente en las regiones de clima cálido de México (González *et al.*, 2006; Rzedowski, 2006). Tiene frutos esféricos de corteza dura los cuales se utilizan contra afecciones microbianas, respiratorias y fracturas (Arenas, 2004; BDMTM, 2009). A los frutos del árbol de cirián se le atribuyen propiedades anti-inflamatorias, antioxidantes y antimicrobianas (Autore *et al.*, 2001; Valladares y Ríos, 2007). Estudios recientes han reportado la presencia de iridoides y flavonoides como principales principios activos (Valladares y Ríos, 2007). En el presente estudio se determinó el contenido de polifenoles en ambientes ecológicos contrastantes de una población de árboles de *C. alata*, con el objetivo de conocer la variación fitoquímica para el desarrollo de programas de mejoramiento genético de plantas medicinales. La hipótesis propuesta es: existe variación fitoquímica y morfológica como resultado de la interacción entre la especie de estudio y las actividades humanas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la comunidad de Los Ejes (814 msnm, 18.9° Lat N, 101° Long W), Ejido de Guacamayas, municipio de Carácuaro, Michoacán, México. El clima es cálido subhúmedo, con lluvias en verano ( $Aw_0$ ) (García, 2001). La vegetación es Bosque Tropical Caducifolio (Challenger y Soberon, 2008). La población de Los Ejes tiene 113 habitantes quienes principalmente se dedican al cultivo de la milpa y la ganadería (Pueblos de América, 2012).

### **Delimitación del área de estudio**

Se realizaron recorridos de campo que permitieron determinar el área de distribución de la especie. Se delimitaron cuatro condiciones ambientales, cañada, potreros, cultivo y traspatio, las cuales tienen relación con las actividades agrícolas y pecuarias. La cañada y potrero son condiciones ambientales que presentan menor intensidad de la actividad humana. En cada ambiente se ubicaron al azar cinco árboles de cirían en etapa reproductiva.

### **Determinación de variables en los arboles**

Se tomaron datos dasométricos de los cinco arboles de cirían ubicados en cada uno de los ambientes ecológicos delimitados, y se les hicieron las determinaciones siguientes: altura, diámetro y área de copa, largo y diámetro del tronco a la altura del pecho (d.a.p.), número de ramas principales y número de frutos. La altura de los árboles se determinó con un clinómetro electrónico *Haglöf* HS111, mientras que el diámetro se midió con una cinta métrica; se tomó una foto digital de los árboles y se calculó el área de la copa mediante el software de procesamiento de imágenes *Scope Photo* x86, 3.1.268.

### **Colecta y conservación de frutos**

La colecta se realizó en el mes de octubre de 2011 para cosechar frutos de 4 meses de edad. Se obtuvieron 4 ó 5 frutos de cada uno de veinte árboles ubicados en las cuatro condiciones ambientales. Una vez cortados los frutos se colocaron en bolsas de tela y se transportaron en las próximas ocho horas al cuarto de enfriamiento del laboratorio de Biología Molecular del Programa Forestal del Colegio de Postgraduados donde se mantuvieron a -20 °C hasta su procesamiento.

## **Reactivos**

Alcohol Etilico ACS (Baker), Metanol ACS (JT Baker 9044-02), Folin-Coicalteu's (Sigma 47641), Carbonato de Sodio (Sigma S2127), Polivinilpolipirrolidona (PVPP, Fluka analytical 77627), 1-Butanol ACS (JT Baker 9054-03), Ácido Clorhídrico ACS (JT Baker 9535-02), Sulfato de amonio férrico (JT Baker 2070-01), 2,2-Difenil-1-picrilhidrazil (DPPH, Aldrich D9132), Cloruro de aluminio hexahidratado (Sigma-Aldrich 23,707-8), Acetato de Potasio (Sigma-Aldrich 236497), Quercetina (Sigma Q4951), 2,6-Di-tert-butil-4-metilfenol (BHT, Sigma-Aldrich B1378-100G), Ácido Tánico (AT, Sigma-Aldrich 1401-55-4)

## **Equipo**

Sonicador Auto Science AS51OB, Espectrofotómetro Thermo Electron Evolution 300.

## **Preparación de extractos para determinación de polifenoles**

Las determinaciones fitoquímicas se realizaron en la Unidad de Laboratorios de Investigación, Enseñanza y Vinculación del Colegio de Postgraduados *Campus* Puebla. Por separado, se extrajeron 6 g de pulpa sin semilla de tres frutos de cada árbol. En un tubo de ensayo se colocó la pulpa y se agregó 5 mL de metanol, se llevo a baño ultrasónico por 15 minutos a 4 °C, se filtró y separó el sobrenadante conservándolo en refrigeración. A la pulpa se le agregó nuevamente 5 mL de metanol y se lleva al sonicador en las mismas condiciones descritas. Posteriormente, el segundo sonicado se filtró y se juntaron los filtrados, se dejaron reposar por 24 horas a -20 °C, nuevamente el extracto se filtró y se llevó a un volumen final de 10 mL con metanol. El extracto obtenido tuvo una concentración de 600 mg mL<sup>-1</sup> (p/v) el cual se conservó a -20 °C hasta sus análisis correspondientes.

### **Determinación de compuestos fenólicos totales y fenoles no taninos**

Para la determinación de compuestos fenólicos totales y compuestos fenólicos no taninos, se modificó la metodología propuesta por Makkar *et al.* (1993). En tubos de ensayo se colocan por cuadruplicado 50  $\mu\text{L}$  del extracto a una concentración de 100  $\text{mg mL}^{-1}$  y se afora a 500  $\mu\text{L}$  con agua destilada, se agregan 250  $\mu\text{L}$  de reactivo de Folin-Coicalteu's al 50 %, se mezcla en el vórtex y se deja reposar en obscuridad durante 8 minutos. Se agrega 1.25 mL de carbonato de sodio al 5 %, se mezcla nuevamente, y se incuba por 30 minutos en obscuridad y a temperatura ambiente. Se leen las absorbancias a 725 nm en el espectrofotómetro *Thermo Electron Evolution 300*. Se realiza la curva de calibración ( $y= 9.75x$ ;  $R^2=0.9988$ ) a partir del stock de ácido tánico 0.5  $\text{mg mL}^{-1}$  (25 mg de AT, 5 mL de etanol y aforar a 50 mL de agua destilada) realizando las diluciones correspondientes para obtener las concentraciones de 0, 50, 100, 150, 200, 250 y 300  $\mu\text{g}$  de AT/mL. El blanco consistió en 500  $\mu\text{L}$  de agua destilada.

Para la determinación de fenoles no taninos, en un tubo de ensayo cubierto con papel aluminio se colocan 200 mg de PVPP, 2 mL de extracto y 2 mL de agua destilada, se mezclan en el vórtex y se incuban por 15 minutos en oscuridad a 4 °C. Transcurrido este tiempo, se llevan a vórtex nuevamente, se filtran utilizando doble papel filtro poro medio. Se toma del filtrado una alícuota de 150  $\mu\text{L}$  y se vierte en un tubo Eppendorf y se afora a 1 mL con agua destilada para obtener el extracto con PVPP. Del extracto con PVPP, se toman 50  $\mu\text{L}$  y se realiza el mismo procedimiento como en la determinación de fenoles totales. Los resultados de fenoles totales y no taninos se expresan en mg equivalentes de ácido tánico por g de materia seca ( $\text{mg g}^{-1}$  MS).

### **Determinación de taninos condensados**

La cuantificación de taninos condensados se realizó modificando la metodología de Porter *et al.* (1986). Por cuadruplicado, en tubos de ensayo se colocan 500 µL de extracto, 3 mL de 1-butanol-HCl (950 mL de 1-butanol, 50 mL de ácido clorhídrico concentrado) y 100 µL de reactivo férrico 2 % en HCl 2N (16.6 mL de ácido clorhídrico se afora a 100 mL de agua destilada, se agregan 2 g de sulfato de amonio férrico), se mezclan en el vórtex. Las bocas de los tubos se cubren con una canica de vidrio fijándola con cinta adhesiva. Los tubos se ponen en baño maría durante 15 minutos, posteriormente se enfrían a temperatura ambiente. Se leen las absorbancias en el espectrofotómetro a 550 nm. La proporción de taninos condensados se obtiene con la siguiente fórmula

$$\% \text{ Taninos condensados} = \frac{\text{Absorbancia } 550\text{nm} * 78.26 * \text{Factor de Dilución}}{\% \text{Materia Seca}}$$

### **Determinación de flavonoides totales**

La cuantificación de flavonoides totales, se realizó según la metodología propuesta por Barrón *et al.* (2011). Por cuadruplicado, se colocan en tubos de ensayo 500 µL de extracto, 1.5 mL de etanol 80 %, 100 µL de solución de cloruro de aluminio hexahidratado al 20 % (20 g de AlCl<sub>3</sub> aforado a 100 mL con metanol), 100 µL de solución 1M de acetato de potasio (0.9814 g de acetato de potasio aforado a 10 mL con metanol) y 2.8 mL de agua destilada. Se mezcla en el vórtex y se incuba por 30 minutos a temperatura ambiente. Se leen las absorbancias en el espectrofotómetro a 415 nm. Se realiza la curva de calibración ( $y = 9.7514x$ ;  $R^2 = 0.9953$ ) con quercetina 0.5 mg mL<sup>-1</sup> (5 mg de quercetina se afora a 10 mL con etanol 80 %), se realizan las diluciones correspondientes para obtener las concentraciones de 20, 40, 60, 80 y 100

$\mu\text{g}$  de quercetina por mL. El blanco se preparó mezclando 3.4 mL de agua destilada, 1.5 mL de etanol 80 % y 100  $\mu\text{L}$  de cloruro de aluminio al 20 %. Los resultados se expresan en mg equivalentes de quercetina por g de materia seca ( $\text{mg g}^{-1}$  MS).

### **Actividad antioxidante**

La capacidad antioxidante de las muestras fue observada a 521 nm por el cambio de coloración gradual del DPPH (púrpura) a DPPH-reducido (amarillo) de acuerdo con la metodología de Liu *et al.* (2009), a la cual se le hicieron algunas modificaciones. Se preparó un stock de DPPH 1 mM (39.32 mg de DPPH aforado a 100 mL de metanol) y se conservó en alícuotas de 10 mL a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Para utilizarlo, 10 mL de DPPH 1 mM se aforó a 100 mL con metanol para obtener una concentración 0.1 mM. Para evaluar la actividad antioxidante, se modificó el modelo de DPPH propuesto por Liu *et al.* (2009). El extracto metanólico de  $600\text{ mg mL}^{-1}$  previamente obtenido se diluye en metanol para obtener las concentraciones siguientes 25, 50, 100, 200, 300 y  $500\text{ mg mL}^{-1}$ . En una microplaca de 96 pozos del espectrofotómetro de placas, se coloca por triplicado 50  $\mu\text{L}$  de extracto a diferentes concentraciones y se agregan 200  $\mu\text{L}$  de DPPH 0.1 mM. A la mezcla se les midió la cinética de reacción midiendo las absorbancias del DPPH con intervalos de 1 minuto, desde el tiempo cero ( $\text{DPPH}_{T=0}$ ) hasta concluir los 30 minutos ( $\text{DPPH}_{\text{rem}}$ ) en un Multiskan Ascent (Thermo Labsystem). El porcentaje de inhibición se midió de la siguiente manera:

$$\% \text{ DPPH} = 100 (A_{\text{blanco}} - A_{\text{muestra}}) / A_{\text{blanco}} \times 100$$

En donde  $A_{\text{blanco}}$  es la absorbancia del testigo (DPPH 0.1mM);  $A_{\text{muestra}}$  es la absorbancia obtenida de cada muestra después de 30 min con DPPH 0.1 mM. El

porcentaje de inhibición del DPPH de la muestra fue graficado versus la concentración ( $r = 0.995$ ). La actividad antioxidante de las muestras se determinó mediante el cálculo de la concentración inhibitoria media ( $CI_{50}$ ). Una curva de regresión lineal se estableció con el fin de determinar la  $CI_{50}$  (mg/mL), la cual representa la cantidad de muestra necesaria para disminuir en un 50% la absorbancia del DPPH. Los valores de  $CI_{50}$  indican la concentración de la muestra que se requiere para atrapar 50% de los radicales libres de DPPH. La baja absorbancia de la mezcla de reacción indica alta actividad antioxidante. Para la curva de calibración se realizan diluciones del stock de DPPH 0.1 mM para obtener las concentraciones de 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.1 mM.

### **Determinación de materia seca y grados Brix**

Para determinar el contenido de materia seca (MS), se extrajo rápidamente, por cuadruplicado y a 4 °C de temperatura, 5 a 6 g de pulpa fresca de cada uno de los frutos de estudio. Se pesó en una balanza analítica y se llevo a la estufa a 90 °C por 24 horas. Transcurrido este tiempo, las muestras se colocaron en un deshidratador por 2 horas y se pesaron. La diferencia de pesos equivale a la cantidad de humedad de las muestras, el contenido de MS es la proporción de la muestra seca con respecto al peso de la muestra inicial.

El contenido de azúcares se determinó en grados Brix (°Bx). Se obtuvo el jugo de cada uno de los frutos por cuadruplicado, se colocó una pequeña gota en el refractómetro y se tomó la lectura.

Se utilizó el programa SAS ver. 9 para el análisis estadístico de la información. Los programas de los análisis de variación y covariación, y las salidas respectivas se muestran en el Anexo 5 (incisos g y h).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Cuantificación de fenoles totales, taninos y flavonoides**

En la Figura 15 se muestran los contenidos de compuestos fenólicos totales, fenoles no taninos, taninos condensados, flavonoides, actividad antioxidante y porcentaje de MS de los tres frutos de cada árbol muestreado. Se aprecia que el contenido de estos principios activos entre frutos es variable probablemente por la posición de éstos en el árbol y por las condiciones biológicas y fisiológicas de los frutos. El contenido de compuestos fenólicos totales oscila entre 2.1 a 11.7 mg g<sup>-1</sup> MS; mientras que el de compuestos fenólicos no taninos varía de 0.18 a 1.32 mg g<sup>-1</sup> MS, que representan 9 a 11 % de los compuestos fenólicos totales; el contenido de taninos condensados es de 5 a 25.7 % con respecto de los taninos totales, los taninos condensados son principios activos que confieren propiedades medicinales de importancia a los frutos. Para la especie de estudio se aprecia que los taninos no condensados prevalecen como principios activos, se ha documentado que el consumo de éstos pueden provocar efectos secundarios adversos en la salud humana (Pourmorad *et al.*, 2006), por lo que será necesario procesar estos principios activos en caso de requerir industrializar los frutos. El contenido de flavonoides totales es de entre 0.19 a 1.48 mg g<sup>-1</sup> MS, comparado con el contenido de flavonoides en otras especies, la presencia de este principio activo es importante, ya que confiere propiedades antioxidantes (Autore *et al.*, 2001). La actividad antioxidante es la más variable, observando frutos con IC50 % en

concentraciones que van de los 6 a los 82 mg MS/mL (los frutos con menor IC50 % son los de mayor actividad antioxidante), esta variación muestra que la especie presenta árboles con niveles importantes de actividad antioxidante, lo cual es relevante en programas de selección para el mejoramiento genético. Se obtuvo un IC50 % de 0.1 mg mL<sup>-1</sup> para BHT, el cual por ser un compuesto puro tiene una alta capacidad antioxidante. Muñoz *et al.* (2007), evaluó la actividad antioxidante por el modelo de DPPH para diferentes plantas promisorias de la selva tropical, determinó los CI50 % para las siguientes especies, *Prunus serótina* (guinda) 45.64 mg mL<sup>-1</sup>; *Physalis peruviana* (aguaymanto) 421.06 mg mL<sup>-1</sup>, *Passiflora mollisima* (pasiflora) 4.72 mg mL<sup>-1</sup>; *Passiflora quadrangularis* (tumbo costeño) 7057.99 mg mL<sup>-1</sup>; *Averrhoa carambola* (carambola) 403.31 mg mL<sup>-1</sup>; *Cyphomandra betacea* (tomate de árbol) 421.06 mg mL<sup>-1</sup>; *Smallanthus sonchifolius* (yacón) 187.21 mg mL<sup>-1</sup>; *Morinda citrifolia* (noni) 93.02 mg mL<sup>-1</sup>; *Myrciaria dubia* (camu-camu) 3.45 mg mL<sup>-1</sup>. Como se aprecia, *Crescentia alata* tiene alta capacidad antioxidante semejante a la de especies de importancia económica como el noni o la pasiflora.

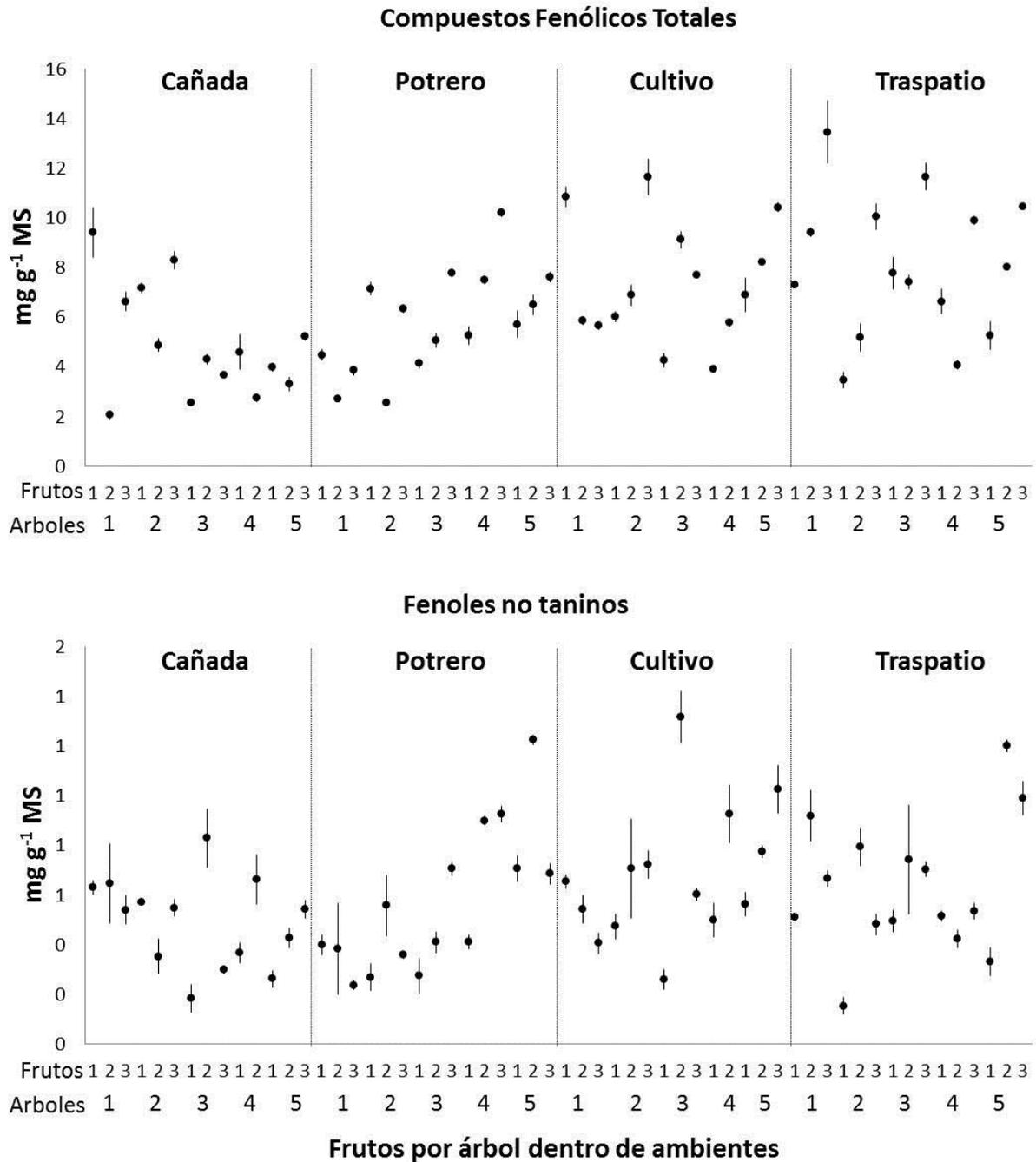


Figura 15. [1 de 3] Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de frutos de árboles de cirían en cuatro condiciones ambientales. Los puntos representan los promedios y las líneas verticales las DE.

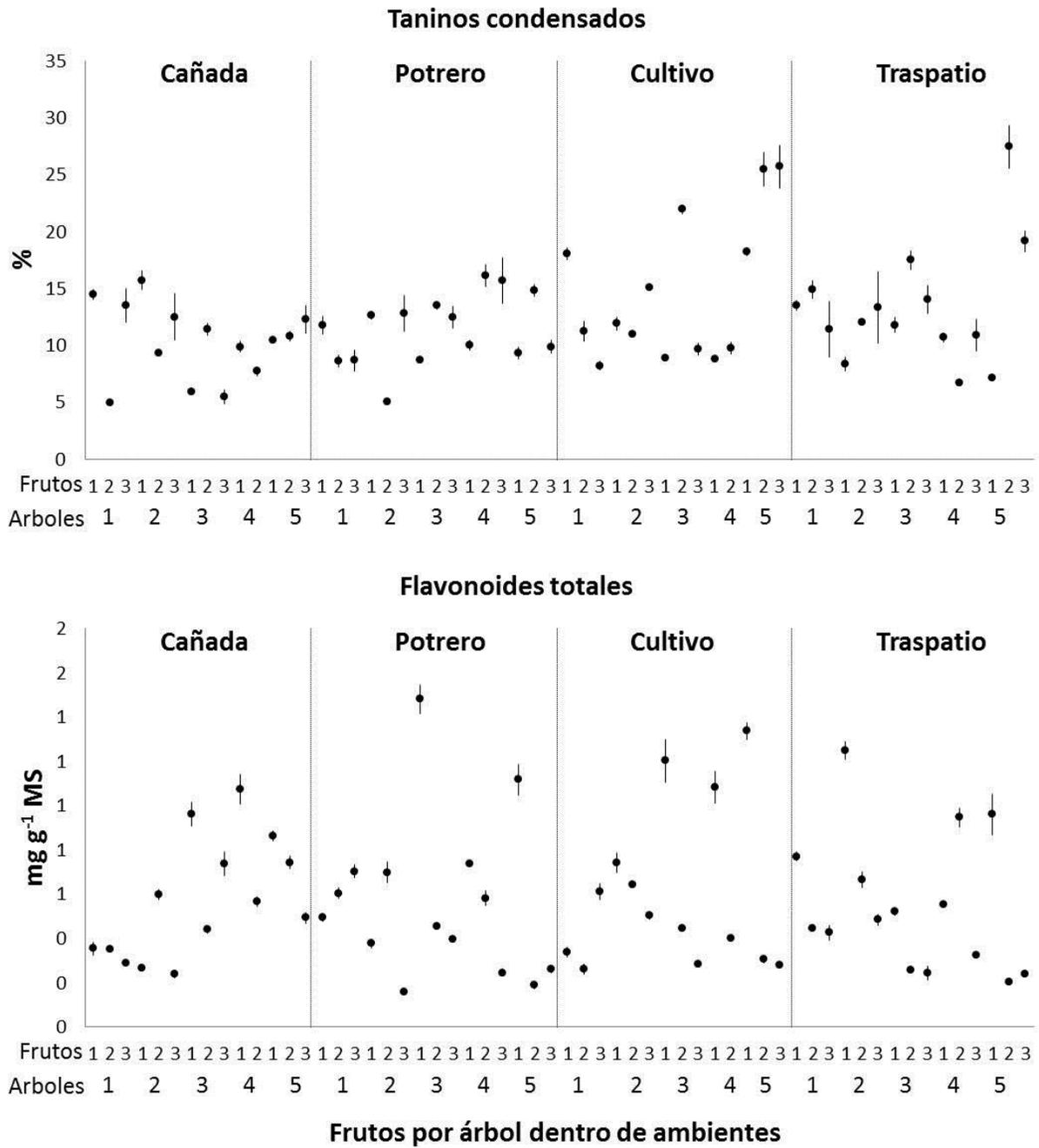


Figura 15. [2 de 3]

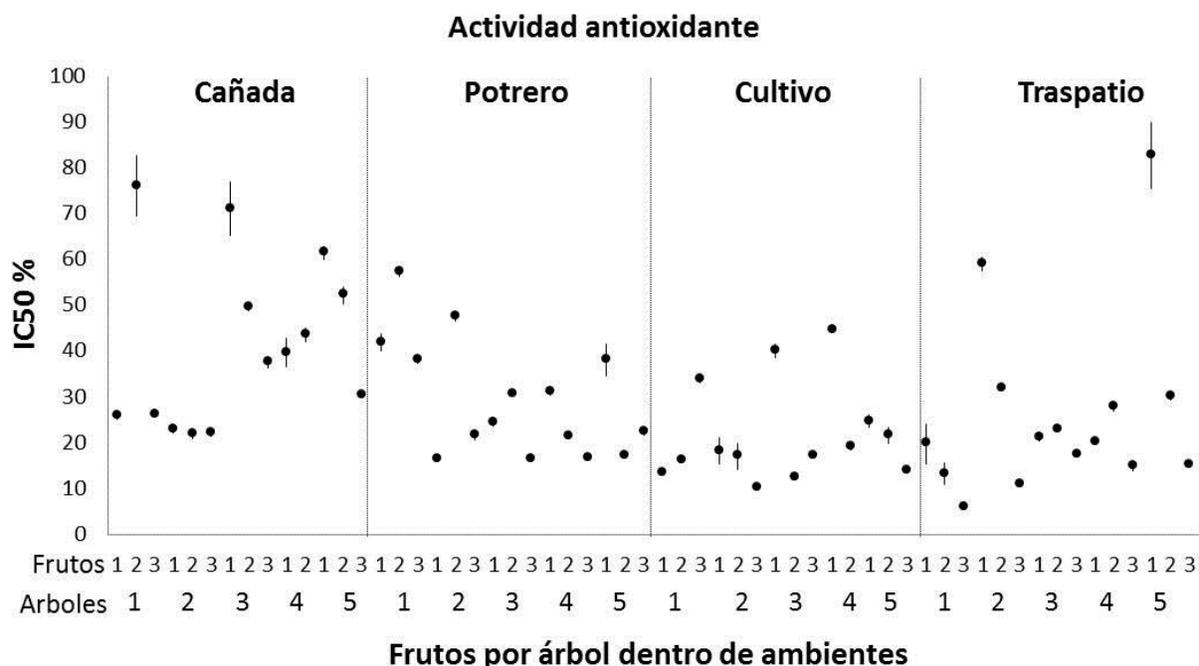


Figura 15. [3 de 3]

### Variación de compuestos fenólicos

El modelo para describir la variación del contenido de polifenoles corresponde a un diseño estratificado expresado como sigue,  $VPA = A + Ar(CA) + Fr(Ar)$  donde VPA: variación total del principio activo; CA: variación entre condiciones ambientales; Ar(CA): variación de árboles dentro de condiciones ambientales; Fr(Ar): variación de frutos dentro de árboles. En el Cuadro 9 se aprecia que los modelos para cada una de las variables fitoquímicas (fenoles totales, fenoles no taninos, taninos condensados, flavonoides y actividad antioxidante) son estadísticamente significativos, con coeficientes de determinación y variación adecuados ( $R^2$ , CV), por lo que estos modelos explican ampliamente la variación fitoquímica. En los casos de las fuentes de

variación se deduce que existe variación altamente significativa entre condiciones ambientales, entre árboles dentro de condición ambiental, y entre frutos dentro de árboles, lo que indica que al menos una de las condiciones ambientales, árboles o frutos es diferente y superior al resto en lo que respecta al contenido de polifenoles. En cuanto al porcentaje de MS, se observa que existen diferencias significativas entre condiciones ambientales, entre árboles dentro de condición ambiental y frutos dentro de árboles. Para el contenido de grados Brix, peso y volumen de los frutos, no se observan diferencias significativas entre condiciones ambientales, pero sí diferencias entre árboles lo cual sugiere que las edades de maduración de los frutos entre árboles son similares.

El contenido de compuestos fenólicos, fenoles no taninos y taninos condensados depende del ambiente en el que se desarrollan los árboles en la comunidad de estudio (Cuadro 10); los árboles que crecen en cañada son los que presentan menor contenido de estos principios activos, al igual que los que crecen en potrero, estos ambientes tienen menor intensidad de las actividades humanas. En contraste, los árboles de cultivo y traspatio tienen el mayor contenido de polifenoles, estas condiciones ambientales tienen más influencia de las actividades humanas. Esta tendencia se observa también en la determinación de la capacidad antioxidante, donde los árboles que crecen en cultivo y traspatio, tienen mayor actividad antioxidante (ó menor IC50 %) que los árboles que crecen en el resto de los ambientes, lo que hace suponer que los árboles que crecen en cultivo y traspatio están sujetos a procesos de selección y mejoramiento genético tradicionales por parte de los campesinos. El contenido de flavonoides totales es significativamente mayor en cultivo que en cañada y potrero, y en

menor proporción en traspatio; la variación de los flavonoides está estrechamente asociada a la variación del contenido de MS. Realizando un ejercicio teórico, donde el contenido de flavonoides totales se obtiene estandarizando en 12 % el contenido de MS, es decir eliminando la variación de la MS por condición ambiental, se observa que el gradiente de mayor a menor contenido de flavonoides cambia en este orden: cañada, potrero, cultivo y traspatio, por lo que se puede afirmar que la mayor producción de MS depende de la disponibilidad de agua, y a la vez la mayor proporción de MS esta asociada a la menor concentración de flavonoides totales. Lo anterior se debe probablemente a que la máxima producción de flavonoides ocurre durante los primeros días de la formación de los frutos o bien que los flavonoides después de llegar a su máxima producción disminuyen para ser utilizados en otros procesos metabólicos.

Cuadro 9. Síntesis del análisis de variación de cinco principios activos en arboles de cirián

Variable y fuente de variación	GL	Significancia	R <sup>2</sup>	CV
<b>Fenoles totales</b>				
Modelo	57	**	0.98	5.8
Condición ambiental	3	**		
Árboles(Condición ambiental)	16	**		
Frutos (Árboles)	38	**		
<b>Fenoles no taninos</b>				
Modelo	57	**	0.94	12.4
Condición ambiental	3	**		
Árboles(Condición ambiental)	16	**		
Frutos (Árboles)	38	**		
<b>Taninos condensados</b>				
Modelo	57	**	0.96	7.9
Condición ambiental	3	**		
Árboles(Condición ambiental)	16	**		
Frutos (Árboles)	38	**		
<b>Flavonoides</b>				
Modelo	57	**	0.99	6
Condición ambiental	3	**		
Árboles(Condición ambiental)	16	**		
Frutos (Árboles)	38	**		
<b>Actividad antioxidante</b>				
Modelo	57	**	0.98	6.7
Condición ambiental	3	**		
Árboles(Condición ambiental)	16	**		
Frutos (Árboles)	38	**		
<b>Materia Seca %</b>				
Modelo	57	**	0.64	9.6
Condición ambiental	3	**		
Árboles(Condición ambiental)	16	**		
Frutos (Árboles)	38	**		
<b>Grados Brix</b>				
Modelo	57	*	0.51	13.9
Condición ambiental	3	NS		
Árboles(Condición ambiental)	16	*		
<b>Peso de frutos</b>				
Modelo	57	**	0.56	22.2
Condición ambiental	3	NS		
Árboles(Condición ambiental)	16	**		
<b>Volumen de frutos</b>				
Modelo	57	**	0.56	22.7
Condición ambiental	3	NS		
Árboles(Condición ambiental)	16	**		

Cuadro 10. Promedios y diferencias estadísticas de variables fitoquímicas y morfológicas de frutos por condición ambiental

Variables	Condición ambiental			
	Cañada	Potrero	Cultivo	Traspatio
Compuestos Fenólicos (mg g <sup>-1</sup> MS)	4.9 <sup>d</sup>	5.8 <sup>c</sup>	7.4 <sup>b</sup>	8.0 <sup>a</sup>
Fenoles no taninos (mg g <sup>-1</sup> MS)	0.49 <sup>d</sup>	0.56 <sup>c</sup>	0.68 <sup>a</sup>	0.63 <sup>b</sup>
Taninos condensados (%)	10.3 <sup>d</sup>	11.4 <sup>c</sup>	14.6 <sup>a</sup>	13.3 <sup>b</sup>
Flavonoides (mg g <sup>-1</sup> MS) <sup>z</sup>	0.569 <sup>b</sup>	0.566 <sup>b</sup>	0.602 <sup>a</sup>	0.552 <sup>c</sup>
Flavonoides (mg g <sup>-1</sup> MS) <sup>y</sup>	0.73 <sup>a</sup>	0.69 <sup>b</sup>	0.49 <sup>c</sup>	0.34 <sup>d</sup>
Actividad Antioxidante (IC50 %)	41.5 <sup>d</sup>	29.5 <sup>c</sup>	21.7 <sup>a</sup>	26.3 <sup>b</sup>
Materia Seca (%)	12.8 <sup>a</sup>	12.05 <sup>b</sup>	11.63 <sup>c</sup>	11.52 <sup>d</sup>
Grados Brix	15.3 <sup>a</sup>	14.5 <sup>a</sup> <sup>b</sup>	14.4 <sup>ab</sup>	13.6 <sup>b</sup>
Peso	692.6 <sup>a</sup>	655.7 <sup>a</sup>	726.9 <sup>a</sup>	701 <sup>a</sup>
Volumen	731.4 <sup>a</sup>	712 <sup>a</sup>	774.3 <sup>a</sup>	734 <sup>a</sup>

Mismas letras dentro de variables son estadísticamente iguales (Duncan,  $P \leq 0.05$ )

<sup>z</sup> Considerando el porcentaje de MS de cada fruto

<sup>y</sup> Considerando un sólo valor del 12 % de MS para todos los ambientes

## Correlaciones

En el Cuadro 11 se muestran las correlaciones significativas entre variables morfológicas y fitoquímicas, se observa un primer conjunto de correlaciones positivas entre las variables altura del árbol, diámetro y área de copa, altura y diámetro del tronco, y diámetro de ramas. Otro grupo es entre las variables taninos condensados, peso y volumen de fruto con diámetro y área de copa, por lo que en árboles con más área foliar se esperan frutos de mayor tamaño y mayor contenido de este principio activo. Se observa además asociación positiva entre el porcentaje de MS y grados Brix, correlación negativa entre porcentaje de MS y flavonoides totales, y correlación positiva entre el porcentaje de MS y la capacidad antioxidante, lo anterior muestra que la variación del porcentaje de MS no afecta el contenido de azúcares en frutos, pero sí la determinación de flavonoides totales, los cuales se presentan en menor concentración cuando aumenta el contenido de MS y de grados Brix; así mismo, en frutos con alto

porcentaje de MS, el IC50 % aumenta lo que repercute en un menor nivel de actividad antioxidante, lo que sugiere que el contenido de flavonoides es de principal importancia para lograr la capacidad antioxidante que caracteriza a los frutos de esta especie. Entre mayor sea la acumulación de MS en los frutos, se tiene un mayor CI50 % que equivale a una menor actividad antioxidante. Se aprecia una correlación positiva entre el peso y volumen de frutos, por lo que es suficiente la determinación de una de estas variables para tener idea del tamaño de los frutos. La asociación entre peso, volumen y taninos condensados indica que en frutos grandes se espera mayor contenido de este principio activo.

En cuanto a las variables fitoquímicas se observan correlaciones positivas entre fenoles totales, fenoles no taninos y taninos condensados. Por otro lado, se presentan correlaciones negativas entre el contenido de fenoles totales, fenoles no taninos y taninos condensados asociados al contenido de flavonoides y a la actividad antioxidante que como ya se mencionó, podría deberse a que la máxima biosíntesis de flavonoides totales ocurre en edad temprana de los frutos. Lo mismo aplica para la asociación de flavonoides y actividad antioxidante en donde se observa una correlación positiva, es decir que debido a que las concentraciones de flavonoides llegaron a su máximo en etapa precoz de los frutos, los frutos que tengan más MS presentarán menor actividad antioxidante (ó mayor IC50 %). Lo anterior implica que la mayor producción de MS no repercute en más contenido de flavonoides, como si ocurre en el resto de los polifenoles estudiados.

No se observan correlaciones significativas entre las variables fitoquímicas y morfológicas, por lo que se puede decir que la variación fitoquímica se debe

principalmente a la disponibilidad de recursos en las condiciones ambientales y por las características físicas de los frutos.

Cuadro 11. Correlaciones y significancias entre variables morfológicas y fitoquímicas del cirián

Variables	Características morfológicas									Características fitoquímicas				
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Altura del árbol	0.59 **	0.62 **	0.68 **	0.80 **	0.72 **									
2. Diámetro de copa		0.86 **	0.44 **	0.65 **	0.61 **			0.28 **	0.29 **					
3. Área de copa			0.35 **	0.73 **	0.62 **			0.30 **	0.28 **			0.26 *		
4. Altura de tronco				0.40 **	0.50 **									
5. Diámetro de tronco					0.84 **									
6. Diámetro de ramas														
7. Materia seca							0.27 *						-0.25 *	0.31 *
8. Grados Brix													-0.31 *	
9. Peso del fruto									0.98 **			0.39 **		
10. Volumen del fruto												0.34 **		
11. Fenoles totales											0.51 **	0.63 **	-0.52 **	-0.76 **
12. Fenoles no taninos												0.66 **	-0.53 **	-0.44 **
13. Taninos condensados													-0.44 **	-0.52 **
14. Flavonoides														0.45 **
15. Actividad antioxidante														

\* Significativo (Pearson,  $P \leq 0.05$ )

\*\* Altamente significativo (Pearson,  $P \leq 0.01$ )

## Agrupaciones

En el Cuadro 12 se muestra la proporción de cada variable morfológica y fitoquímica en cinco componentes principales (CP) resultado del análisis multivariado. Los vectores propios resaltados son los valores absolutos más altos e indican las variables que representan a cada CP, el número de variables con mayor representatividad en cada CP está dado por el valor propio ( $\lambda$ ) para ese CP. El CP1 está representado por

variables morfológicas (altura del árbol, diámetro y área de copa, diámetro del tronco y de las ramas), mientras que el CP2 por variables fitoquímicas (fenoles no taninos, taninos condensados y actividad antioxidante), y la asociación entre éstos explica el 50 % de la variación total. Mientras que los CP3, CP4 y CP5 están representados por las variables referentes al número de frutos y sus características fisicoquímicas.

Cuadro 12. Contribución de las variables en cada componente principal (CP)

Variables	Valores de vectores propios				
	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
Altura del árbol	<b>0.35</b>	0.26	0.05	-0.16	0.20
Diámetro de copa	<b>0.36</b>	0.16	0.06	0.20	0.00
Área de copa	<b>0.38</b>	0.15	0.07	0.13	-0.14
Altura del tronco	0.28	0.12	0.02	0.06	0.51
Diámetro del tronco	<b>0.37</b>	0.23	0.17	-0.06	-0.14
Diámetro de ramas	<b>0.35</b>	0.24	0.21	-0.09	-0.05
Total de frutos	-0.07	-0.08	-0.01	0.09	<b>0.69</b>
Materia seca	0.01	0.05	0.25	<b>0.61</b>	0.06
Grados Brix	0.10	0.04	0.23	<b>0.45</b>	-0.37
Peso de fruto	0.17	-0.17	<b>-0.55</b>	0.23	0.02
Volumen de fruto	0.16	-0.16	<b>-0.57</b>	0.22	-0.02
Compuestos Fenólicos	0.22	-0.38	-0.25	-0.04	0.04
Fenoles no taninos	0.18	<b>-0.38</b>	-0.08	-0.08	0.10
Taninos condensados	0.22	<b>0.41</b>	-0.05	0.02	0.04
Flavonoides	-0.21	0.29	0.06	0.44	0.10
Actividad antioxidante	-0.15	<b>0.38</b>	0.32	0.12	0.16
<b><math>\lambda</math></b>	4.7	3.0	2.1	1.5	1.3
<b>Proporción</b>	30	20	11	10	8
<b>Acumulada</b>	30	50	61	71	80

$\lambda$  Valor propio

CP Componente principal

En la Figura 16, se observa la distribución de los frutos de cirián de acuerdo a la asociación de los componentes principales 1, 2 y 3. Cada letra corresponde a uno de los tres frutos muestreados de cada árbol, las letras en color morado corresponden a los árboles ubicados en cañada, las de color rojo son de los árboles que crecen en potrero, y las azules y verdes en cultivo y traspatio respectivamente. Se realiza la distribución en tres grupos, el grupo I integra los frutos de los árboles de los ambientes de cañada y potrero y son árboles de porte más pequeño, de frutos cercanos a la media y con menor contenido de principios activos. El grupo II, incluye los árboles de los ambientes de cultivo y traspatio, éstos son más grandes, con frutos desde pequeños hasta grandes, y con mayor contenido de principios activos que los árboles de cañada y potrero. Se deduce que las condiciones ambientales como la disponibilidad de agua y las actividades de los campesinos, influyen directamente en el desarrollo de los árboles y en el contenido de compuestos fitoquímicos como los polifenoles, lo que hace suponer la presencia de un proceso de selección tradicional llevado a cabo durante varias generaciones y dirigido a obtener árboles de mejor calidad medicinal cercanos o dentro de la comunidad. El grupo III está formado por los tres frutos de uno de los árboles que crece en cañada y destaca por ser de porte alto y con altos contenidos de principios activos.

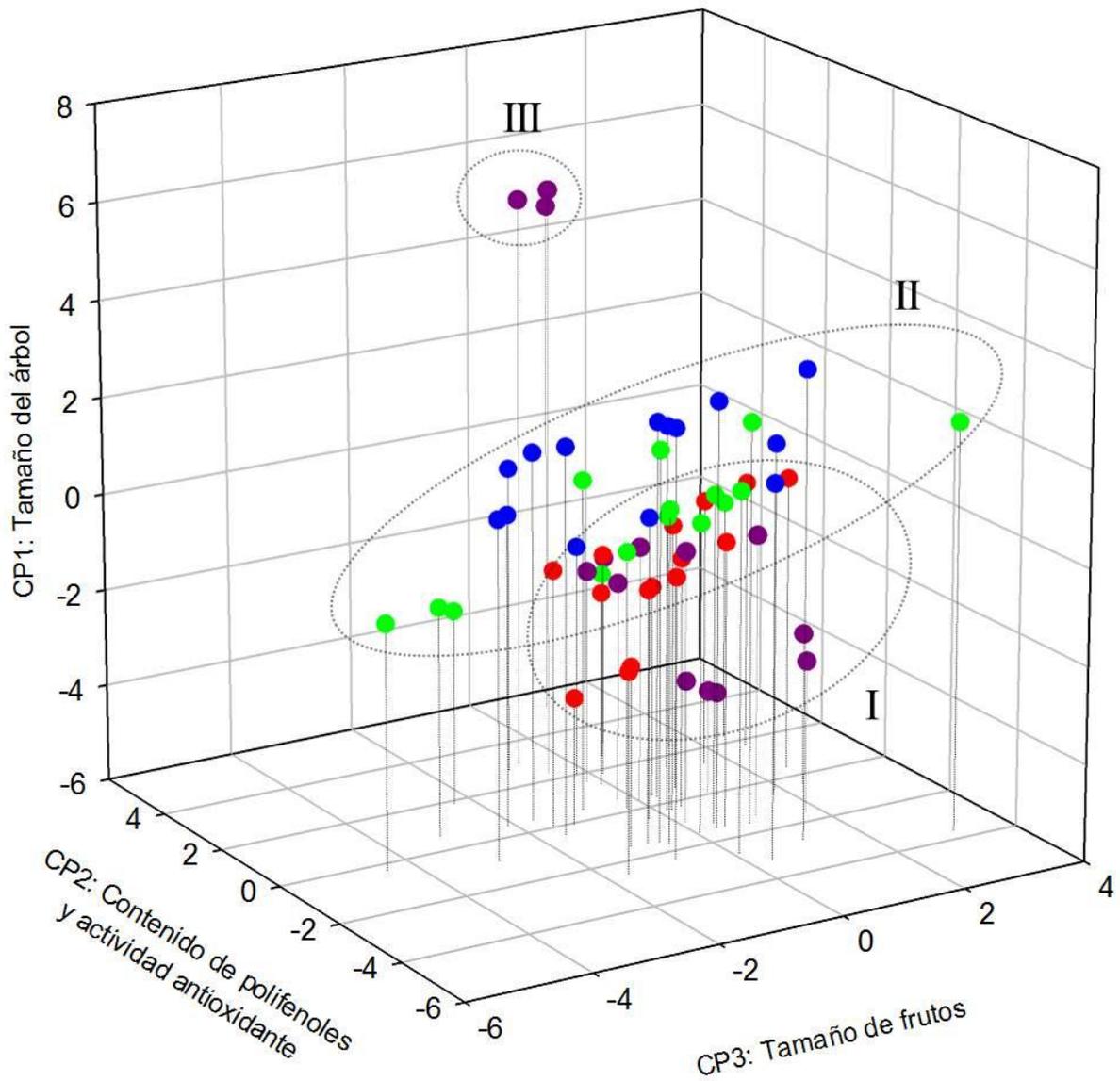


Figura 16. Distribución de frutos de cirián de acuerdo a la asociación de tres componentes principales.  
 Puntos de color rojo representa a frutos de los árboles de potrero, los de color azul a los de cultivo, los de color verde a los de traspatio, y los morados a los de cañada.

## CONCLUSIONES

Existe variación fitoquímica en la población de árboles de cirrián estudiada, observando mayor contenido de polifenoles y actividad antioxidante en árboles que crecen en zonas de mayor influencia humana, lo que indica que existe un proceso de mejoramiento tradicional dirigido a lograr individuos con mejores características medicinales. Los flavonoides cuantificados en esta población de árboles probablemente tienen su biosíntesis durante los primeros días de formación de los frutos, lo que repercute en la variación del contenido de flavonoides asociada al porcentaje de MS de cada fruto.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- Arenas S., F. 2004. Etonobotánica y usos potenciales del cirrián (*Crescentia alata*, H.B.K.) en el Estado de Morelos. Polibotánica 18:13-31
- Autore, G.; Rastrelli, L; Lauro, M.R.; Marzocco, S.; Sorrentino, R.; Sorrentino, U.; Pinto A.; Aquino, R. 2001 Inhibition of nitric oxide synthase expresión by a methanolic extrac of *Crescentia alata* and its derived flavonols. Life Science 70(5):523-534
- Barron Y., R.M., García M., M.R.; Soto H., M.R., Colinas L., T.; Kite, G. 2011 Flavonoides y actividad antioxidante de *Calia secundiflora* (Ort.) Yakovlev. Rev. Fitotec. Mex. 34(3):151-157
- Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (BDMTM) (2009). Consultado el 18 de mayo de 2012, versión digital:

[http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Cirian\\_o\\_cuatecomate&id=7347](http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Cirian_o_cuatecomate&id=7347)

Challenger, A.; Soberón, J. 2008. Los ecosistemas terrestres, En: Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 87-108

Espinosa O., D.; Ocegueda C., S. (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, en Capital natural de México, vol. I : Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 33-65.

García M., E. 2001. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM, Inst Geog. Mex. 217p

Gentry, A.H. 1980. Organization for Flora Neotropica. Bignoniaceae: Part I (Crescentieae and Tourrettieae). Flora Neotropica 25(1): 1-130

González G., J.C.; Madrigal S., X.; Ayala B., A.; Juárez C., A.; Gutiérrez V., E. 2006. Multiple-purpose trees used in livestock production in the hot and humid region of the State of Michoacan, Mexico. Livestock Research for Rural Development 18(8):109

Liu, L.; Laura, Y.; Liang, T.; Ye H., X.; Zeng, X. 2009. Determination of polyphenolic content and antioxidant of kudingcha made from *Ilex kudingcha* C. J. Tseng. Food Chem. 112:35-41.

- Makkar, H.P.S.; Blummel, M.; Borowy, N.K.; Becker, K. 1993. Gravimetric determination of tannins and their correlations with chemical and protein precipitation methods. *J Sci Food Agric* 61:161-165.
- Mirambell, S.L. 2001. Arqueolítico y cenolítico inferior (30000-7000 a.C.). *Rev Arqueología Mexicana* 9(52): 46-51
- Miranda C., S. 2000. Mejoramiento genético del maíz en la época prehispánica. *Agricultura Técnica en México* 26(1):3-15
- Muñoz J., A.M.; Ramos E., D.F.; Alvarado O., U.C.; Castañeda C., B. 2007. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Rev Soc Quím Perú* 73(3):142-149.
- Muñoz O., A.; Miranda C., S.; Cuevas S., J.A.; Santacruz V., A; Sánchez D., S. 2009. Resistencias, prehistoria, historia y diferencias de teocintle a maíz. *Impresos América. Méx.* 110 p.
- Porter, L.J.; Hrstich, L.N.; Chan, B.J.. 1986. The conversion of proanthocyanidins prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phyto-chemistry*. 25, 223-230.
- Pourmerad, F.; Hosseinimehr, S.J.; Shahabimajid, N. 2006 Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants. *African Journal of Biotechnology* 5 (11): 1142-1145
- Pueblos de América. Los Ejes, Carácuaro, Michoacán de Ocampo. Disponible en: <http://mexico.pueblosamerica.com/i/los-ejes/>

Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1a Edición Digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Méx. 504 p. Consultado el 20 de abril de 2012. Versión electrónica:

<http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMxPort.pdf>

Toledo, V.M. 1982 Pleistocenic changes of vegetation in tropical Mexico, *In* Prance G (ed.), *Biological diversification in the tropics*, Columbia University Press, Nueva York, pp. 93-111.

Valladares C., M.G.; Rios G., M.Y. 2007. Iridoids from *Crescentia alata*. *Journal of Natural products* 70(1):100-102

## SÍNTESIS FINAL

Adicional al programa clásico académico, el presente trabajo implicó la permanencia del autor en la comunidad de Los Ejes, Municipio de Carácuaro, Michoacán por un periodo de doce meses, durante los cuales no sólo convivió con las poblaciones vegetales objeto de los estudios científicos sino con la componente humana con la cual realizó los principales usos de la planta objeto de estudio y participó en eventos sobre la vigencia actual de las medicinales cuyas raíces se asientan en la cuna de la agricultura mesoamericana. Se vinculó con la corriente que sigue de cerca el conocimiento en diferentes ángulos del refugio pleistocénico.

El trabajo permite tener una primer aproximación de las dimensiones fundamentales de la variabilidad de una planta que ha servido de apoyo al hombre en el proceso ascendente de una corriente agrícola que hoy por hoy apunta a ser de las más exitosas en el planeta en varios ángulos relacionados con la sobrevivencia humana.

La variación morfológica es documentada a través de un conjunto de variables que al aplicar selección se criban los caracteres más sensibles asociados a los criterios de selección.

La dimensión fitoquímica muestra la mayor sensibilidad no sólo a los factores ecológicos sino también a los morfológicos, con coeficientes de variación que reflejan reducido efecto de las variaciones aleatorias.

La dinámica de la floración ilustra con bastante precisión no solo la duración de tres etapas del desarrollo: botones, flores y e inicio de los frutos sino el ritmo de los tres procesos.

Los cromosómico en número  $2n=40$  confirma la similaridad con especies vecinas e ilustra el procedimiento seguido con las modificaciones a la tecnología clásica.

Un rasgo poco conocido es la proliferación de los árboles mediante prolongados desarrollos radicales subterráneos y emergencia de brotes que alcanzarán el desarrollo de nuevas unidades. Esto permite postular que los individuos de un rodal determinado pueden estar emparentados si no es que conformen un sólo clon, ayudando así a explicar los resultados observados en la selección.

La elaboración de productos abre nuevas perspectivas de aplicaciones que sumadas al uso de recipientes elaborados con las jícaras de los frutos en variadas presentaciones pueden representar fuentes de trabajo que enderecen los senderos en que se tienen encajonadas a los jóvenes y niños de esas áreas marginadas.

Los métodos estadísticos utilizados inician con los análisis de variación clásicos y culminan con análisis multivariados que no sólo enriquecen la visión aislada de la acción de las variables involucradas sino las dimensiones que integran los efectos de todas las variables en gráficas de fácil interpretación. En este sentido el trabajo es un buen ejemplo para consulta y aplicación en la investigación moderna.

El reporte sobre el evento de origen prehispánico como una peregrinación que culmina en Carácuaro con variados rasgos folklóricos entrelazados al comercio y uso de medicinales da un marco cultural a esta investigación

El calendario agrícola que se reporta ensambla con precisión en la secuencia de actividades y ritmos ecológicos de una micro región de la mayor trascendencia para el desciframiento de las raíces profundas del origen de la agricultura.

## **ANEXO 1. PLANTAS MEDICINALES QUE SE COMERCIALIZAN EN LA FIESTA DEL SEÑOR DE CARÁCUARO, MICHOACAN, MÉXICO.**

### **RESUMEN**

La fiesta del Señor de Carácuaro en Michoacán, México, es una expresión cultural que data de fechas prehispánicas. Durante esta celebración, se comercializan plantas medicinales de diversas regiones del país, y constituye un evento único en el año para el intercambio de conocimientos sobre la diversidad y usos de medicinales. Se plantean los siguientes objetivos, describir la importancia de la Fiesta de Carácuaro, como medio para el intercambio y generación de conocimiento sobre la diversidad y usos de las medicinales en México, y realizar un inventario de las plantas medicinales más importantes comercializadas durante la fiesta de Carácuaro. Se realizaron entrevistas orales y grabadas a 10 de los médicos tradicionales que ofertan las medicinales en el tianguis establecido durante los días 12 y 21 de febrero de 2010, con motivo de la fiesta del Señor de Carácuaro. Colecta de las principales especies medicinales que se comercializan. Se obtuvo un listado de 116 especies medicinales que se comercializan durante la fiesta de Carácuaro, distribuidas en 61 familias botánicas, de las cuales las más frecuentes de uso son Asteraceae 12 %, Leguminosae 9 %, Euphorbiaceae 5 %, Labiatae y Rosaceae 4 %, respectivamente. Las medicinales son en su mayoría hierbas (42 %), seguida por árboles (36 %) y arbustos (17 %). Con esta diversidad de plantas se tratan al menos 50 diferentes padecimientos, entre los más frecuentes son afecciones del sistema digestivo y de las vías respiratorias (16 y 9 %, respectivamente), rituales (11 %), piel (9 %), afecciones renales (5 %), bilis y gastritis (4 %, respectivamente) y diabetes (3 %). Las partes que más se utilizan de las plantas son las hojas (25 %) seguida por la parte aérea de la planta (23 %) y corteza (15 %). Se concluye que, la fiesta del Señor de Carácuaro, sigue siendo un medio para el intercambio de conocimientos sobre la diversidad y usos de las plantas medicinales, por lo que su conservación debe ser una prioridad para el desarrollo de la región de Tierra Caliente, Michoacán.

**Palabras clave:** Plantas medicinales, Tierra Caliente, Carácuaro

## INTRODUCCIÓN

La región de Tierra Caliente en el estado de Michoacán, México es una de las más biodiversas del país y es considerada uno de los centros de domesticación del maíz (Muñoz *et al*, 2009). Por su riqueza en especies, algunas endémicas, destaca el municipio de Carácuaro donde prevalece la selva baja subcaducifolia (González *et al*, 2006; Rzedowski, 2006). La palabra Carácuaro proviene del p'urhépecha y significa “lugar en la cuesta” lo que indica la presencia de asentamientos humanos desde la época prehispánica; así mismo, los municipios de Nocupétaro y Carácuaro tienen una rica y trascendental historia por su activa participación en la Guerra de Independencia de 1810. Una de las expresiones del sincretismo religioso, y de mayor importancia en la región, es la fiesta del “Señor de Carácuaro” celebrada el miércoles de ceniza y con la cual se inicia el calendario agrícola. Durante la fiesta se comercializan plantas y animales de uso medicinal, y constituye un mecanismo para la obtención e intercambio de plantas y conocimientos en una región caracterizada por presentar alta marginación geográfica y económica.

La importancia ecológica, económica e histórica de la región de estudio, hace indispensable contar con la descripción de las plantas medicinales y del conocimiento para su uso que poseen los médicos tradicionales de Carácuaro, Michoacán, debido a que en corto plazo pudieran desaparecer a causa del agudo rezago económico, los altos índices de migración y la extensión de la frontera agrícola.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se realizaron entrevistas abiertas a los 10 comerciantes de plantas medicinales que se establecieron durante la fiesta del “Señor de Carácuaro”, en Michoacán, México, celebrada entre el 12 y 21 de febrero de 2010, coincidiendo con la celebración católica de miércoles de ceniza el 17 de febrero. Las entrevistas fueron grabadas con una grabadora digital y se profundizó en conocer las especies que los comerciantes ofrecen al público, parte de la planta utilizada, forma de preparación y uso terapéutico. Se realizó la colecta de algunas de las especies, principalmente de las representativas de la región de Tierra Caliente. La información se sistematizó en un cuadro descriptivo, los nombres científicos, familias botánicas e información adicional se obtuvo de las bases de datos: Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana y CAB-Direct. Se consideraron sólo los puestos establecidos, dando prioridad a aquellos que eran atendidos por médicos tradicionales.

## **RESULTADOS**

En el año de 2010, la fiesta del “Señor de Carácuaro” se llevó a cabo entre el 12 y 21 de febrero, siendo el día principal el 17 de febrero ó miércoles de ceniza (Figura 17 y 18). Durante este lapso, concurren miles de peregrinos en bicicleta, en camiones o caminando, algunos recorren cientos o miles de kilómetros, provenientes de municipios de Tierra Caliente, en Michoacán y Guerrero, así como de municipios del norte de Michoacán, Puebla, Estado de México, Jalisco, Guanajuato y de diversos lugares del centro-occidente de México, así como del extranjero, sobre todo de Estados Unidos. A lo largo del año, el municipio de Carácuaro carece de actividad económica; sin

embargo, durante los diez días de fiesta, las calles de la cabecera municipal se llenan de comerciantes que ofrecen todo tipo de productos.

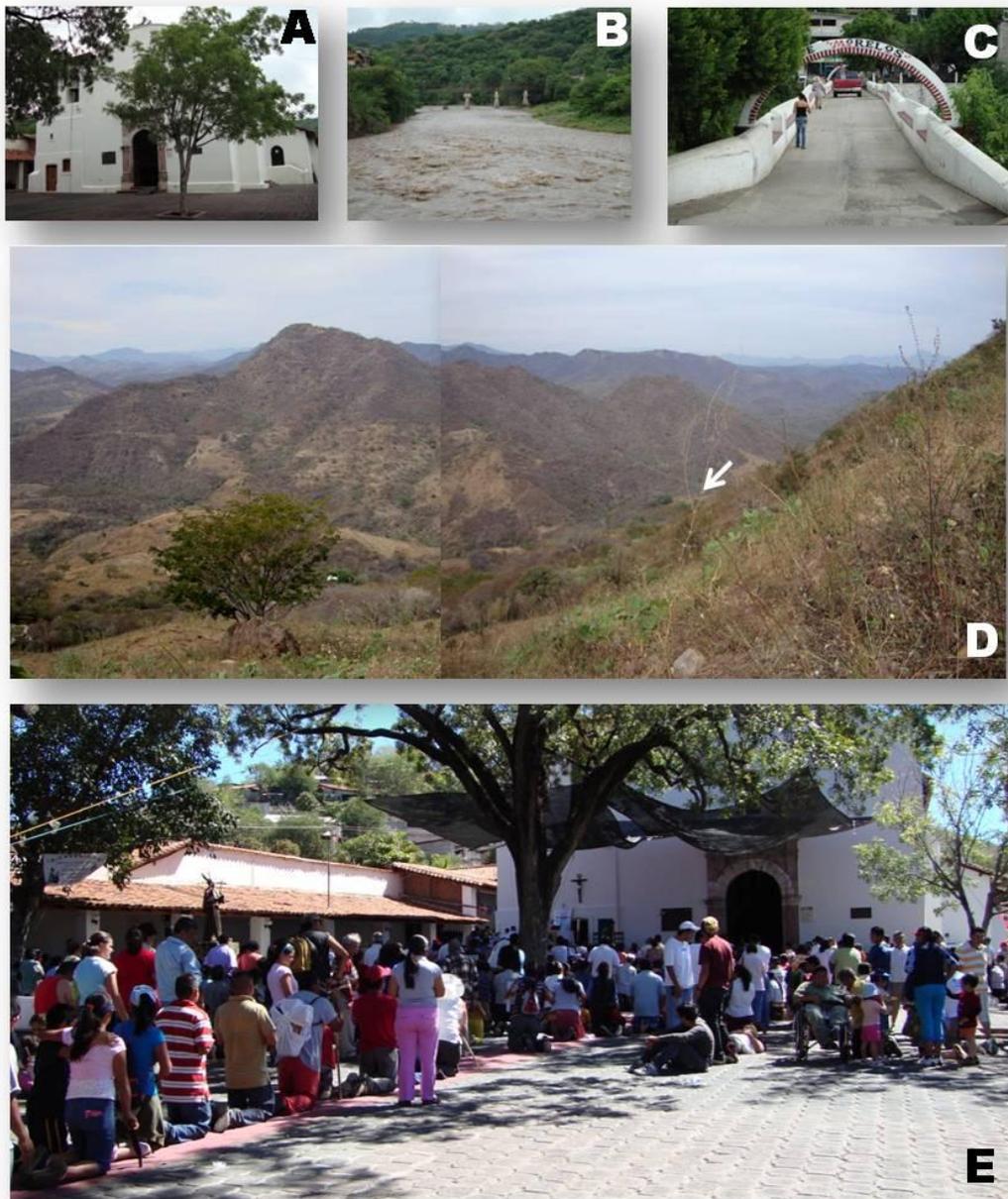


Figura 17. Peregrinación a la iglesia del Señor de Carácuaro, Michoacán. A) Fachada de la iglesia en la cabecera municipal, B) Río Carácuaro, uno de los tributarios del Río Balsas, C) Puente Morelos, acceso principal al pueblo de Carácuaro, D) Vista desde lo alto del cerro de la comunidad El Nieto, Carácuaro, Michoacán, donde se señala con una flecha el valle de la cuenca que sirve de vereda natural para el paso de los peregrinos que provienen de la comunidad indígena de San Juan Acatitlán, Puebla, caminando a través de la Sierra Madre del Sur y E) Concentración de peregrinos durante los cinco días anteriores y posteriores al miércoles de ceniza.



Figura 18. Danzantes en el atrio de la Iglesia de Carácuaro, se presentan a partir del lunes previo al miércoles de ceniza.

Tradicionalmente, entre los principales productos que se ofertan son las plantas medicinales, tanto de la región de Tierra Caliente como exóticas. Es común que la gente de la región espere la fiesta de Carácuaro para hacerse de las plantas medicinales que ocupará o podría ocupar durante el año. Se observó la venta de plantas nativas por parte de los residentes a los médicos tradicionales en sus locales

de venta, principalmente de las especies ítamo real (*Aristolochia pringlei* Rose), cirrián (*Crescentia alata* Kunth.), pánicua (*Cochlospermum vitifolium* Willd), cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlech.), cuaulote (*Guazuma ulmifolia* Lam.), y animales como armadillo (*Dasypus novemcinctus*), zorrillo (*Mephitis* spp.), víbora de cascabel (*Crotalus catalinensis*), tlacuache (*Didelphis virginiana*) y jabalí (*Tayassu pecari*).

Actualmente, la comercialización de medicinales en la fiesta de Carácuaro ha disminuido, y sólo se identificaron diez puestos de venta de plantas medicinales (Figura 19); en contraste, han prosperado los comerciantes de pomadas y remedios esotéricos. A pesar de esto, aún destaca la diversidad de plantas que se comercializan la cual incluye más de 116 diferentes especies medicinales, distribuidas en 61 familias botánicas (Cuadro 13), de las cuales las más frecuentes son Asteraceae 12 %, Leguminosae 9 %, Euphorbiaceae 5 %, y Labiatae y Rosaceae 4 % respectivamente. Del Cuadro 13 se desprende que, las frecuencias en cuanto a forma biológica de las especies comercializadas son: hierbas 42 %, árboles 36 %, arbustos 17 % y otros 6 % (bejucos, helechos, enredaderas). Con las medicinales comercializadas se atienden al menos 50 diferentes padecimientos, principalmente por afecciones estomacales (16 %), rituales (limpias, aire, protección) (11 %), afecciones respiratorias (9 %), afecciones de la piel (9 %), afecciones renales (5 %), bilis (4 %), gastritis (4 %) y diabetes (3 %). Las partes de la planta que se utiliza son: hojas 25 %, parte aérea 23 %, corteza 15 %, raíces 9 %, fruto 8 %, flores 6 %, tallos 6 %, semillas 3 %, toda la planta 3 % y otros 2 %.

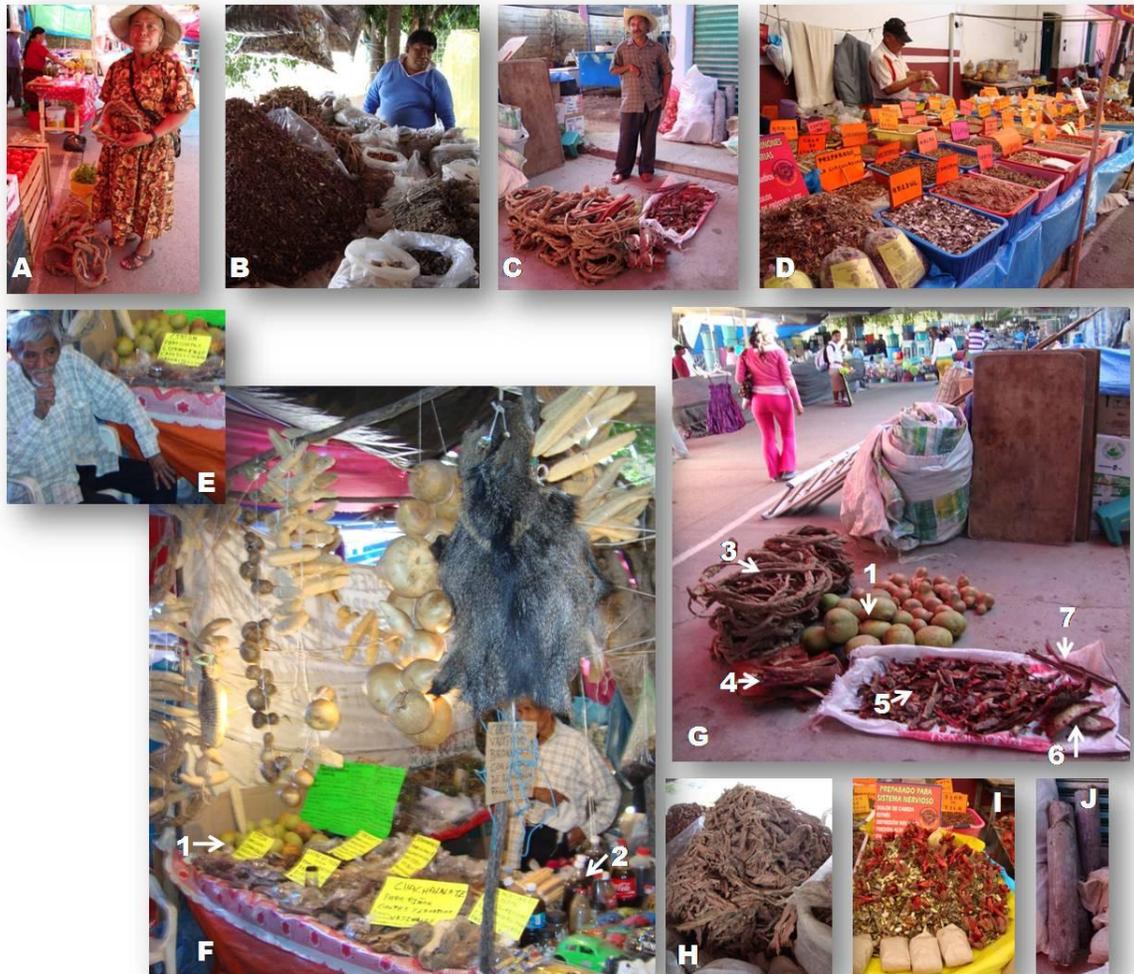


Figura 19. Venta de plantas medicinales en la fiesta del Señor de Carácuaro, Michoacán.

Donde: A, B, C, D y E) Vendedores de plantas medicinales; 1. El Fruto de cirián es uno de los productos más frecuentes, 2. Jarabe de cirián, 3. Itamo real, 4. Palo Brasil, 5. Quina, 6. Cuachalalate, 7. Tres equis; G) Panorama de los puestos ambulantes durante el primer día de la fiesta, H) Cancericina, I) Compuesto para afecciones de los nervios hecho con plantas del Altiplano Central de México, se distingue la flor de manita y la flor de magnolia, J) troncos de Pánicua.

Cuadro 13. [1 de 11] Plantas medicinales que se comercializan durante la fiesta del Señor de Carácuaro, Michoacán

Nombre común	Nombre científico	Familia	Forma Biológica	Usos	Forma de preparación	Parte de la planta que se comercializa
Abedul	<i>Betula spp.</i>	Betulaceae	Árbol	Diurético Tónico	Té	Hojas, Savia
Ajenjo	<i>Artemisia absinthium</i> L.	Asteraceae	Hierba	Dolor de estómago, Afecciones biliares	Té (Cocimiento)	Ramas con hojas
Ajo	<i>Allium sativum</i> L.	Liliaceae	Hierba	Antiparasitario, Reumas, Picaduras de animales ponzoñosos, protección	Té, en fresco, amuletos	Bulbo
Ajo japonés	<i>Allium cepa</i> grupo aggregatum	Alliaceae	Hierba	Dolor de huesos, artritis, aire	Macerado en alcohol	Bulbo
Alambrillo	<i>Smilax glauca</i> Walter	Liliaceae	Enredadera	Gripa, tos	Té	Ramas con hojas
Albahaca	<i>Ocimum selloi</i> Benth	Labiatae	Hierba	Dolor de estómago, Diarrea, parásitos, Aire	Té (Cocimiento), En fresco, Amuletos	Hojas
Anís de campo	<i>Tagetes filifolia</i> Lag.	Asteraceae	Hierba	Aire, Alergias, Problemas de la piel	Té/ Cocimiento	Parte aérea
Árnica	<i>Heteroteca inuloides</i>	Asteraceae	Hierba	Golpes, Reumatismo, Aire	Cocimiento, Tópico	Ramas con hojas y flores
Árnica blanca	<i>Trixis pringlei</i> Crantz	Asteraceae	Hierba	Heridas, golpes	Cocimiento, Tópico	Ramas con hojas y flores
Bálsamo de Perú	<i>Myroxylon balsamum</i> Harms var. <i>Pareirae</i> (Royle) Harms	Leguminosae	Árbol	Reumas, Artritis, Golpes	Té (Cocimiento)	Semillas

Cuadro 13. [2 de 11]

Nombre común	Nombre científico	Familia	Forma Biológica	Usos	Forma de preparación	Parte de la planta que se comercializa
Bonete	<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	Caricaceae	Árbol	Úlceras bucales y de garganta	En fresco, Cocimiento	Fruto
Borraja	<i>Borago officinalis</i> L.	Boraginaceae	Hierba	Afecciones respiratorias	Té (Cocimiento)	Hojas y flores
Cabellos de elote	<i>Zea mays</i> L.	Gramineae	Hierba erecta	Afecciones renales	Té	Estambres de la flor masculina
Cabeza de chivo	<i>Lophosoria quadripinnata</i>	Cyatheaceae	Helecho	Cálculos biliares, mal de orín	Remojado en agua	Raíz
Cacahuananche	<i>Licania arborea</i> Seem.	Rosaceae	Árbol	Caída del cabello, Ictericia (mal amarillo), Cáncer	Cocimiento	Frutos, Corteza
Cancerina	<i>Hippocratea excelsa</i> Kunth	Hippocrateaceae	Bejuco leñoso	Úlceras, Heridas, riñón, próstata, gastritis, inflamación	Cocimiento	Raíz
Cañafístula amarilla	<i>Cassia fistula</i> L.	Leguminosae	Árbol	Afecciones de las vías respiratorias.	Cocimiento, Jarabe	Frutos (vainas)
Cañafístula morada	<i>Cassia grandis</i> L.	Leguminosae	Árbol	Afecciones de las vías respiratorias.	Cocimiento, Jarabe	Frutos (vainas)
Capitaneja	<i>Verbesina crocata</i> (Cav.) Less.	Asteraceae	Arbusto	Afecciones ginecológicas, Trastornos digestivos y de la piel.	Cocimiento	Raíz, Ramas
Carambolo	<i>Averrhoa carambol</i> L.	Oxalidaceae	Árbol	Fiebre, Diarrea, Escorbuto	Jugo	Fruto
Cascalote	<i>Caesalpinia coriacea</i> (Jacq.) Willd.	Leguminosae	Árbol	Úlceras internas, Piel (sarna), cicatrizante.	Té	Fruto

Cuadro 13. [3 de 11]

Nombre común	Nombre científico	Familia	Forma Biológica	Usos	Forma de preparación	Parte de la planta que se comercializa
Cedrón	<i>Aloysia triphylla</i> (L' Herit.) Brett.	Verbenaceae	Arbusto	Afecciones digestivas	Té	Hojas
Chaparro amargo	<i>Castela tortuosa</i>	Simarubaceae	Arbusto	Parásitos intestinales,	Té	Hojas y ramas secas
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i> Miller	Annonaceae	Árbol	Afecciones intestinales	Té	Hojas
Cirián	<i>Crescentia alata</i> Kunth	Bignonaceae	Árbol	Afecciones respiratorias	Jarabe/Té	Fruto
Cirián de china (Crucillo)	<i>Randia echinocarpa</i> Moc. & Sessé	Rubiaceae	Árbol	Afecciones renales	Té	Hojas
Ciruelillo	<i>Phyllanthus nobilis</i> (L. f.) Mull. Arg.	Euphorbiaceae	Arbusto	Aire	En fresco	Parte aérea
Cocolmecha	<i>Similax jalapensis</i>	Smilacaceae		Riñón y próstata; adelgazar		
Cola de Caballo (limpia plata, carricillo)	<i>Equisetum myriochaetum</i> Schlechtendal & Cham.	Equisetaceae	Arbusto	Afecciones renales	Cocción/Té	Parte aérea
Copal	<i>Protium copal</i> (Schlechtendal & Cham.) Engel.	Burseraceae	Árbol	Padecimientos de la piel, Rituales	En fresco	Resina, Corteza
Copal blanco	<i>Bursera hindsiana</i> (Benth.) Engl.	Burseraceae	Árbol	Tos	Té	Corteza
Copalchi	<i>Croton niveus</i> Jacq.	Euphorbiaceae	Árbol	Diabetes, Bilis, Heridas, Hemorragias	Remojado en agua	Corteza
Corongoro	<i>Ziziphus amole</i> (Sé & Moc.) C. Johnston	Rhamnaceae	Árbol	Heridas, Golpes, Gastritis	Cocimiento	Corteza
Corteza de pino	<i>Pinus teocote</i> Schlechtendal & Cham.	Pinaceae	Árbol	Tos, Antiparasitario, Rituales	Té	Brea

Cuadro 13. [4 de 11]

Nombre común	Nombre científico	Familia	Forma Biológica	Usos	Forma de preparación	Parte de la planta que se comercializa
Cuachalalate	<i>Amphipterygium adstringens</i> Schiede ex Schlech.	Anacardiaceae	Árbol	Úlceras, Cáncer de estómago, Gastritis, Lesiones cutáneas	Macerado en agua, Cocimiento	Corteza
Cuajilote	<i>Pseudosmodingium perniciosum</i> (Kunth) Engelm.	Anacardiaceae	Árbol	Enfermedades de la piel, Tos, Diabetes	Macerado	Corteza
Cuaulote	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	Árbol	Afecciones de las vías respiratorias	Cocimiento	Frutos, corteza
Cueramo	<i>Cordia elaeagnoides</i> DC.	Boraginaceae	Árbol	Úlceras internas, Hemorroides	Infusión	Tallo
Doradilla	<i>Selaginella lepidophylla</i> Spring	Selaginellaceae	Hierba	Afecciones renales	Té	Hojas
Epazote	<i>Teloxys ambrosioides</i> (L.) Weber	Chenopodiaceae	Hierba	Afecciones digestivas	Té	Hojas
Epazote de zorrillo	<i>Chenopodium graveolens</i> (Willd.) Weber	Chenopodiaceae	Hierba	Dolor de estómago	Té	Hojas
Espinazo del diablo	<i>Kalanchoe daigremontiana</i> ; <i>Bryophyllum daigremontianum</i>	Crassulaceae	Hierba	Cáncer, Cicatrizante	Té	Parte aérea, toda la planta
Espinosilla	<i>Loeselia mexicana</i> (Lam.) Brandege	Polemoniaceae	Hierba	Fiebre, Cuidados del pelo	Cocimiento	Parte aérea

Cuadro 13. [5 de 11]

Nombre común	Nombre científico	Familia	Forma Biológica	Usos	Forma de preparación	Parte de la planta que se comercializa
Estafiate	<i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt. subsp. <i>mexicana</i> (Willd.) Keck	Asteraceae	Hierba	Dolor de estómago, Rituales	Cocimiento, En fresco	Parte aérea
Flor de manita	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i> Lam.	Sterculiaceae	Árbol	Nervios, Afecciones del corazón	Té, Cocimiento	Flores
Flor de sauco	<i>Sambucus mexicana</i> Presl	Caprifoliaceae	Arbusto	Afecciones respiratorias, rituales	Té, Cocimiento	Toda la planta, especialmente las flores
Flor de siete azares	TORONJIL ( <i>Agastache mexicana</i> ); FLOR DE MANITA ( <i>Chiranthodendron pentadactylon</i> ); VALERIANA ( <i>Valeriana prosera</i> ); HOJA DE NARANJA ( <i>Citrus sinensis</i> ); AZAHAR ( <i>Citrus aurantclifolia</i> ); TILA ( <i>Temstroemia Sylvatica</i> )	Labiatae  Sterculiaceae  Valerianaceae  Rutaceae	Varias	Nervios, gripa, bilis	Té	Varias
Garañona	<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	Scrophulariaceae	Arbusto	Tos	Té	Flor, Hojas
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i> (DC.) Cav.	Zygophyllaceae	Arbusto	Afecciones renal-urinario	Cocimiento	Toda la planta especialmente ramas
Gordolobo	<i>Gnaphalium chartaceum</i> Greenman	Asteraceae	Hierba	Tos, Lavar heridas	Té	Parte aérea

Cuadro 13. [6 de 11]

Nombre común	Nombre científico	Familia	Forma Biológica	Usos	Forma de preparación	Parte de la planta que se comercializa
Guarumbo	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	Moraceae	Árbol	Diabetes, Presión arterial	Té	Hojas, rama, corteza, raíz
Hierba de zorrillo	<i>Petiveria alliacea</i> L.	Phytolaccaceae	Hierba	Reumas, Dolor de estómago, Cáncer	Cocimiento	Raíz, Hojas
Hierba del cáncer	<i>Acalypha lindheimerii</i> Muell. & Arg.	Euphorbiaceae	Hierba		Cocimiento	Parte aérea con flor
Hierba del golpe	<i>Oenothera kunthiana</i> (Spach) Munz	Onagraceae	Hierba	Padecimientos musculoesqueléticos; heridas	Cocimiento	Parte aérea
Hierba del sapo	<i>Eryngium heterophyllum</i> Engel.	Umbelliferae	Hierba	Afecciones renales (mal de orín); Dolor de estómago; Tos	Té	Parte aérea con flores
Hierba maestra	<i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt.	Asteraceae	Hierba	Afecciones digestivas	Té	Hojas
Hierba mora	<i>Solanum nigrescens</i> Mart. & Galeotti	Solanaceae	Hierba	Afecciones de la piel	Cocimiento	Parte aérea con flores
Hierbabuena	<i>Mentha canadensis</i> L.	Labiatae	Hierba	Afecciones digestivas	Té	Hojas
Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i> (L.) Mill.	Umbelliferae	Hierba	Afecciones digestivas (dolor de estómago, bilis)	Té	Parte aérea principalmente las hojas
Hoja seen	<i>Flourensia cernua</i>	Asteraceae		Laxante, estreñimiento	Té	Hojas, Semillas
Huinar	<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke	Malvaceae	Hierba	Gastritis	Té	Parte aérea

Cuadro 13. [7 de 11]

Nombre común	Nombre científico	Familia	Forma Biológica	Usos	Forma de preparación	Parte de la planta que se comercializa
Ítamo Real	<i>Aristolochia pringlei</i> Rose	Aristolochiaceae	Bejuco	Cólico, dolor de estómago, tos, picaduras de alacrán.	Cocimiento. Se bebe y se aplica en baños	Tallo
Jamaica	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	Malvaceae	Hierba	Afecciones renales; Dolor de estómago	Té	Flores
Leche de pegahueso	<i>Euphorbia tanquahuete</i> Sessé & Moc.	Euphorbiaceae	Árbol	Fracturas	Fresco	Resina
Linaza	<i>Linum usitatissimum</i>	Linaceae	Hierba	Sistema inmunológico; Antioxidante	Licuado	Semilla
Llanten	<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae	Hierba	Afecciones digestivas; Desinflamatorio; Analgésico	Té	Hojas
Magnolia	<i>Magnolia dealbata</i> Zuce.	Magnoliaceae	Árbol	Afecciones del corazón; Nervios	Té	Flores
Malva	<i>Malva neglecta</i> (L.) Wall.	Malvaceae	Hierba	Afecciones digestivas (empacho, corajes)	Té	Hojas
Manzanilla	<i>Matricaria recutita</i> L.	Asteraceae	Hierba	Problemas digestivos	Té	Parte aérea
Menta blanca	<i>Mentha aquatica</i> L. x <i>Mentha spicata</i> L.	Lamiaceae	Hierba	Dolores gastrointestinales	Té	Hojas
Menta verde	<i>Mentha spicata</i> Crantz	Lamiaceae	Hierba	Dolores gastrointestinales	Té	Hojas
Mil en rama	<i>Achillea millefolium</i> L.	Asteraceae	Hierba	Dolor de oídos	Jugo	Toda la planta

Cuadro 13. [8 de 11]

Nombre común	Nombre científico	Familia	Forma Biológica	Usos	Forma de preparación	Parte de la planta que se comercializa
Mostaza	<i>Brassica campestris</i> L.	Cruciferae	Hierba	Aire	Machacadas	Semillas
Muitle	<i>Justicia spicigera</i> Schlechtendal	Acanthaceae	Arbusto	Anemia; Dolor de estómago	Cocimiento	Hojas
Noni	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Rubiaceae	Arbusto	Sistema inmunológico	Licuado	Fruto
Nopal	<i>Opuntia</i> sp.	Cactaceae	Cladodio	Diabetes; Adelgazar	Té	Raíz; Cladodio
Nurite	<i>Satureja macrostema</i>	Labiatae	Arbusto	Baños postparto; Dolor de estómago; Estimulante; Bilis y cálculos hepáticos; Rituales	Té	Parte aérea
Ocote	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schlechtendal	Pinaceae	Árbol	Rituales	Incienso	Resina, Corteza
Ortiga	<i>Urtica dioica</i> L.	Urticaceae	Hierba	Reumas	Frotación	Hojas
Otate	<i>Guadua amplexifolia</i> (Presl) R. & S.	Poaceae	Arbusto- Bambú	Tos, afecciones respiratorias	En jarabe con el fruto de cirián	Raíz
Palo azul	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ort.) Sarg.	Leguminosae	Árbol	Piedras en los riñones	Té	Corteza
Palo Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst.	Leguminosae	Árbol	Afecciones del corazón; Regula la presión; Bilis; Úlcera gástrica	Té, Remojado en agua	Corteza
Pánicua	<i>Cochlospermum vitifolium</i> Willd	Cochlospermaceae	Árbol	Padecimientos hepáticos	Té, Remojado en agua	Corteza

Cuadro 13. [9 de 11]

Nombre común	Nombre científico	Familia	Forma Biológica	Usos	Forma de preparación	Parte de la planta que se comercializa
Pápalo quelite	<i>Porophyllum ruderale</i> (DC.) Cronquist, var <i>macrocephallum</i> .	Asteraceae	Hierba	Afecciones del hígado	Té; En fresco	Hojas y raíces
Parácata	<i>Cassia skinneri</i> Benth.	Leguminosae	Árbol	Diabetes	Cocimiento	Corteza
Parota	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Grises	Leguminosae	Árbol	Afecciones de las vías respiratorias	Té, Jarabe	Frutos, Hojas, Corteza
Pasiflora	<i>Passiflora</i> sp.	Passifloraceae	Trepadora	Nervios	Té	Parte aérea
Pericón	<i>Tagetes lucida</i> Cav.	Asteraceae	Hierba	Afecciones estomacales; Limpias; Amuletos	Té; Planta Seca	Parte aérea
Pingüica	<i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth	Ericaceae	Arbusto	Afecciones renales	Té	Toda la planta, especialmente las hojas
Pinzán (Guamúchil)	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Leguminosae	Árbol	Problemas digestivos	Cocimiento; Remojado en agua	Corteza
Pirul	<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae	Árbol	Aire; Limpias	En fresco	Hojas
Pochote	<i>Ceiba aesculifolia</i> Kunth	Bombacaceae	Árbol	Problemas digestivos	Té; Remojado en agua	Hojas; Corteza
Prodigiosa	<i>Brickellia squarrosa</i> (Cav.) B.L. Robinson	Asteraceae	Hierba	Afecciones estomacales; Parásitos	Té	Hojas
Quina amarilla / roja	<i>Capparis incana</i> Kunth	Capparidaceae	Árbol	Fiebres, Diabetes	Té	Hojas
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Labiatae	Hierba	Afecciones estomacales; Bilis; Rituales	Té; En fresco	Parte aérea
Rosa de castilla	<i>Rosa chinensis</i> Jacq.	Rosaceae	Arbusto	Afecciones digestivas; Piel	Cocimiento	Flores

Cuadro 13. [10 de 11]

Nombre común	Nombre científico	Familia	Forma Biológica	Usos	Forma de preparación	Parte de la planta que se comercializa
Ruda	<i>Ruta chalepensis</i> L.	Rutaceae	Hierba	Aire; Regular la presión	En fresco; Cocimiento	Hojas y tallos
Sábila	<i>Aloe vera</i> L.	Liliaceae	Hierba	Afecciones de la piel; Quemaduras; Adelgazar; Amuletos	En fresco; Tostada	El acíbar de las hojas
Salvia	<i>Buddleja microphylla</i> Kunth	Loganiaceae	Arbusto	Atenuante	Cocimiento	Hojas con ramas
Sangre de grado	<i>Jatropha dioica</i> Cerv.	Euphorbiaceae	Arbusto	Cabello; Várices; Golpes	Cocimiento (uso tópico)	Hojas con ramas
Sangre de toro	<i>Rivina humilis</i> L.	Phytolaccaceae	Arbusto	Purgante; Reumas	Cocimiento	Raíz
Santa María	<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Shultz-Bip.	Asteraceae	Hierba	Baños postparto; Aire, Limpias	En fresco	Parte aérea
Suelda consuelda	<i>Potentilla candicans</i> Humb. & Bonpl.	Rosaceae	Hierba	Fracturas; Afecciones respiratorias	Té	Parte aérea
Tarepe	<i>Dorstenia contrayerba</i> , <i>Dorstenia brasiliensis</i>	Moraceae	Hierba	Picaduras de animales ponzoñosos	Machacada	Hojas, Raíces
Tejocotes	<i>Crataegus pubescens</i> (Kunth) Steudel	Rosaceae	Árbol	Afecciones respiratorias	Té	Fruto
Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth.	Leguminosae	Árbol	Afecciones digestivas	Té	Corteza
Tepezcohuite	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poiret	Leguminosae	Árbol	Piel; Quemaduras, Heridas	Cocimiento	Corteza
Tila	<i>Ternstroemia sylvatica</i>	Theceae	Árbol	Nervios, presión arterial alta, corazón, bilis	Cocimiento. Se bebe en té.	Flores

Cuadro 13. [11 de 11]

Nombre común	Nombre científico	Familia	Forma Biológica	Usos	Forma de preparación	Parte de la planta que se comercializa
Tlanchalagua	<i>Hypericum silenoides</i>	Clusiaceae	Hierba	Bilis; riñón, afecciones estomacales	Té	Raíz y tallo
Toronjil	<i>Agastache mexicana</i> (Kunth) Lint & Epling	Labiatae	Hierba	Afecciones digestivas; Limpias	Té	Parte aérea
Tres equis	<i>Serjania triquetra</i> Radlk.	Sapindaceae	Bejuco	Afecciones renales	Cocimiento	Tallos
Valeriana	<i>Valeriana edulis</i> Nutt subsp. <i>procera</i>	Valerianaceae	Hierba	Dolor de pecho, espalda, cabeza	En alcohol	Toda la planta
Verbena	<i>Verbena</i> spp. L.	Verbenaceae	Hierba	Transtornos digestivos	Té	Parte aérea
Yoloxóchitl	<i>Magnolia mexicana</i> (= <i>Talauma mexicana</i> (DC.) G. Don.)	Magnoliaceae	Árbol	Afecciones del corazón	En alcohol	Parte aérea
Zapote blanco	<i>Casimiroa edulis</i> Llave y Lex.	Rutaceae	Árbol	Regular la presión alta; Diabetes	Té	Hojas
Zarzaparrilla	<i>Smilax aristolochiifolia</i> Millar	Liliaceae	Arbusto	Afecciones de la menstruación	Cocimiento	Raíz

## DISCUSIÓN

La fiesta del “Señor de Carácuaro” es parte del sincretismo religioso entre la cultura prehispánica p’úrhépecha y la católica adoptada durante la colonización española; es una de las manifestaciones culturales más importantes de México, por lo que el municipio de Carácuaro es el centro ceremonial más importante de la región de Tierra Caliente en Michoacán, México. Con esta fiesta, se inicia el calendario agrícola, lo que coincide con el inicio del calendario p’úrhépecha, el 1 de febrero, el cual aún se practica en el norte del estado de Michoacán. A partir de esta fecha, se inician las prácticas agrícolas, principalmente la roza-tumba-quema que es la preparación del terreno para la siembra del maíz en el mes de junio.

Las peregrinaciones a Carácuaro, debieron realizarse desde la época prehispánica, ya que existen antecedentes de civilizaciones prehispánicas asentadas en esta región. Destacan los peregrinos de San Juan Acatitlán, Puebla, indígenas nahoas quienes a decir de ellos, son los fundadores del templo del “Señor de Carácuaro”. Los peregrinos de San Juan Acatitlán llegan en miles, llevan vestimentas típicas de su grupo cultural y se distinguen por hablar su lengua nahoa.

Es probable que los indígenas de San Juan Acatitlán hayan hecho peregrinaciones a Carácuaro mucho antes de la llegada de los españoles, recorriendo grandes distancias a pie a través de la Sierra Madre del Sur (Figura 17D). Llegan por el mismo camino que han recorrido por siglos, utilizan los valles de las cuencas para abrirse paso, viajan hombres, mujeres y niños, llevan bastones de otate (*Guadua amplexifolia* (Presl) R. & S.) especialmente cortados para la ocasión que les brinda apoyo en su andar. Este tipo de peregrinaciones, son evidencia de la presencia de rutas perfectamente conocidas en

la época precolombina que servían para el comercio e intercambio cultural y religioso, por lo que debió haber un intenso flujo de personas entre las regiones de Mesoamérica, Norte de México y de otros puntos del continente, que propiciaron la colonización de nuevos nichos ecológicos, el aprovechamiento de la diversidad, el intercambio cultural, artístico y de conocimientos.

Las peregrinaciones consolidan la identidad cultural, la práctica de recorrer grandes distancias es común en casi todas las culturas de México; en este contexto, Carácuaro debió ser un centro ceremonial de gran importancia en Mesoamérica, sobre todo por localizarse específicamente en el paralelo 19° latitud norte, condición apreciada por el hombre prehispánico para la observación del cosmos y la invención de calendarios agroastronómicos (Miranda *et al.*, 2005).

La fiesta comienza el viernes anterior al miércoles de ceniza, durante ese día y el sábado y domingo, llegan peregrinos y turistas del interior del estado de Michoacán, las ceremonias religiosas son constantes y monótonas; sin embargo, a partir del lunes, arriban grupos indígenas p'úrhépecha, nahoas, otomíes, entre otros y los “*danzantes de Carácuaro*” quienes rompen la solemnidad y dan colorido y sonido a la fiesta. A través de sus danzas piden buena ventura para el ciclo agrícola que se inicia (Figura 18).

La fiesta del Señor de Carácuaro, es una clara evidencia del intenso intercambio de productos que se daba entre diferentes regiones del país y a lo largo del continente. Los productos que se ofrecen han ido cambiando conforme las necesidades del comprador, en un inicio debieron ofrecerse todo tipo de productos exóticos de

diferentes nichos ecológicos. El intercambio de semillas, de utensilios para la vida cotidiana, alimentos y conocimientos, debieron ser actividades preponderantes durante la fiesta.

En la fiesta de Carácuaro, los comerciantes de plantas juegan un papel de distribuidores y médicos, diagnostican la enfermedad y recomiendan un producto; el intercambio cultural, económico y biológico que se da en este tipo de concentraciones religiosas es de gran relevancia. La gente encuentra artículos que cubren la mayor parte de sus necesidades, muchos de estos productos son difíciles de encontrar durante el año debido al aislamiento y condiciones socioeconómicas.

Las plantas medicinales son de los productos más comercializados durante la fiesta de Carácuaro, a pesar de que la mayoría de los negocios son de discos, cerveza, comida, sombreros, plásticos, muebles, artículos religiosos, artesanías, artículos para la agricultura y la ganadería, y no más de diez puestos de plantas medicinales. La venta de plantas medicinales no se concentra en el intercambio del producto vegetal, como ocurre con los medicamentos convencionales; implica además un intercambio profundo de conocimientos sobre su botánica, usos, peligros, lugares de colecta, selección de genotipos, diversidad, formas de propagación, ecología, etc., este amplio intercambio de conocimientos debió ser de capital importancia en una época en que la salud humana dependía del uso de las plantas medicinales.

Por su importancia ecológica y cultural, Carácuaro debe ser considerado uno de los centros ceremoniales más importantes de la Tierra Caliente y de México, con la

finalidad de asegurar la conservación de las manifestaciones culturales que desde hace siglos, han permitido conocer la diversidad y uso de las plantas medicinales de México.

### **BIBLIOGRAFIA CITADA**

Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (BDMTM) (2009). Consultado el 18 de mayo de 2012, versión digital:

[http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Cirian\\_o\\_cuatecomate&id=7347](http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Cirian_o_cuatecomate&id=7347)

González GJC, Madrigal SX, Ayala BA, Juárez CA, Gutiérrez VE 2006. Multiple-purpose trees used in livestock production in the hot and humid region of the State of Michoacan, Mexico. *Livestock Research for Rural Development* 18(8):109

Miranda C., S.; Santos G., A.; Casas D., E. 2005. El ajuste del tiempo de rotación de la Tierra en la época prehispánica. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 1(1):73-83

Muñoz O., A.; Miranda C., S.; Cuevas S., J.A.; Santacruz V., A.; Sánchez D., S. 2009. Resistencias, prehistoria, historia y diferencias de teocintle a maíz. *Impresos América. Méx.* 110 p.

Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. 1a Edición Digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Méx. 504 p. Consultado el 20 de abril de 2012. Versión electrónica:

<http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMxPort.pdf>

## **ANEXO 2. PROPAGACIÓN ASEXUAL DEL ÁRBOL DE CIRIÁN**

En la comunidad de Los Ejes en Carácuaro, Michoacán, al estudiar una población de cirián por parte de los autores de esta investigación, se observó que estos árboles se propagaban vegetativamente a través de las raíces. Se localizó un área con abundancia de árboles de distintas edades y se escarbó hasta encontrar las raíces (Figura 20). Utilizando un plano cartesiano, se determinó la ubicación espacial de los árboles con raíces comunes (Figura 21); se aprecia que cada árbol madre puede producir varios hijuelos o clones a través de las raíces y que éstos pueden crecer hasta 20 m de distancia. Se concluye que, es probable que la reproducción asexual sea una de las principales estrategias de propagación de esta especie.



Figura 20. Las raíces que unen a dos árboles de cirrián son señaladas por Moisés Cárdenas. Los árboles se señalan con flechas.

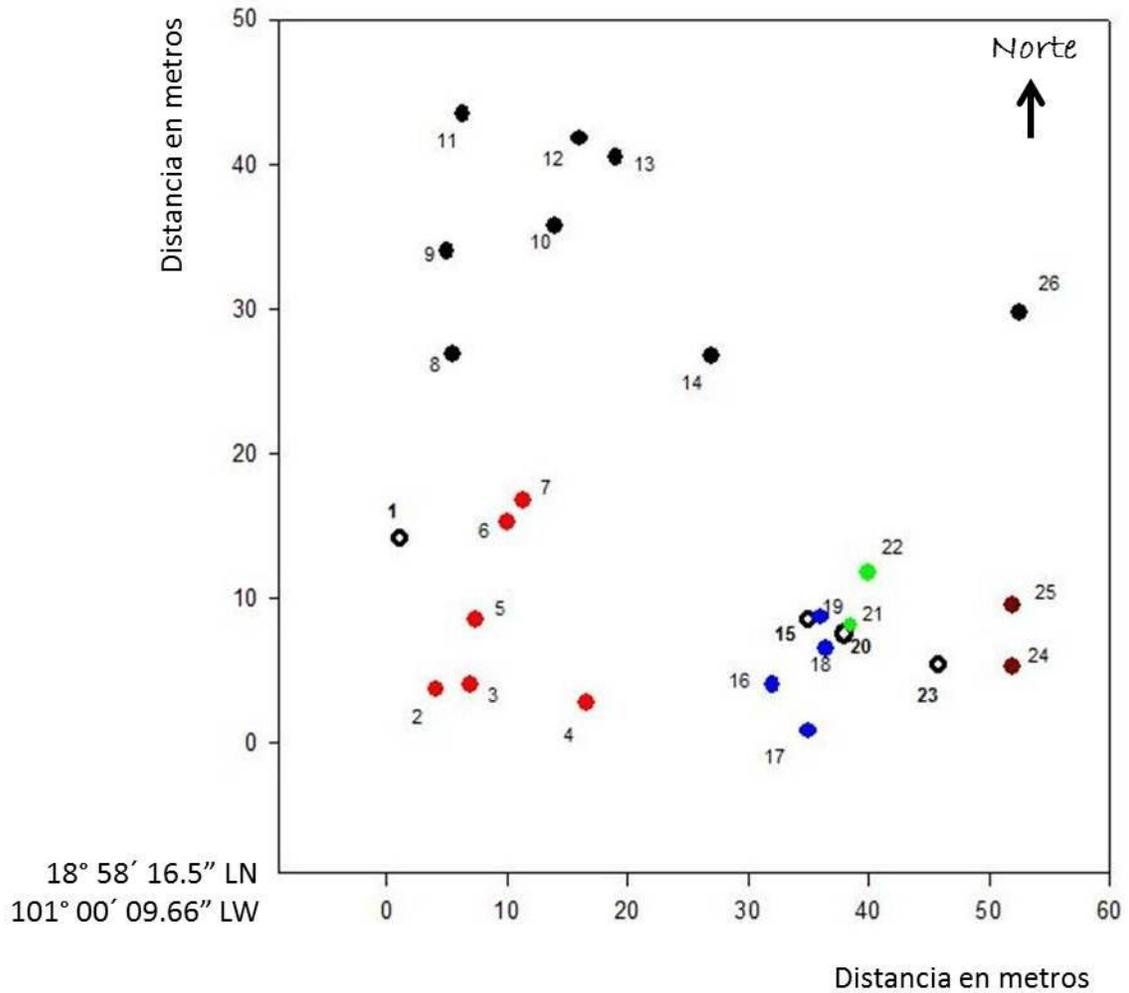


Figura 21. Propagación asexual y distribución del árbol de cirrián. Los puntos en color rojo representan los hijuelos o clones del árbol madre 1, los puntos de color azul del árbol madre 19, los de color marrón al árbol madre 23, los de color negro son árboles que no se determinó su origen.

### **ANEXO 3. CALENDARIO AGRÍCOLA DE TRES ESTACIONES UTILIZADO EN EL MUNICIPIO DE CARÁCUARO, MICHOACÁN, MÉXICO**

El calendario agrícola que utilizan en la región de estudio comprende tres estaciones o periodos cada uno de cuatro meses, a diferencia del calendario convencional que se dividen en 4 estaciones de tres meses cada una. El miércoles de ceniza, que es la referencia principal de este calendario, ocurre 40 días antes del domingo previo a la primera luna llena de primavera. En miércoles de ceniza comienza la cuenta de cuatro meses, durante este tiempo se realiza la quema y preparación de los terrenos donde se sembrará la milpa. El siguiente periodo comienza después de los cuatro meses de semana santa y dura también cuatro meses, en éste se realiza la siembra que puede ser en seco (quince días antes de la primera lluvia) o en mojado que es la que practica la mayoría de los campesinos y consiste en esperar a que se establezca el periodo de lluvia para sembrar. Las siembras en seco son de riesgo, debido a que en caso de que no llueva cuando se ha programado de acuerdo al calendario que ellos manejan, pueden perder la inversión de la semilla, los jornales e insumos que emplearon. La tercera estación o periodo comienza 8 meses después de miércoles de ceniza y durante ésta se realiza la cosecha y almacenamiento de los granos, a demás se ubican los predios que han de servir para el siguiente ciclo y se desmontan los que terrenos que lo ameriten. El ciclo comienza nuevamente el siguiente miércoles de ceniza (Figura 22).

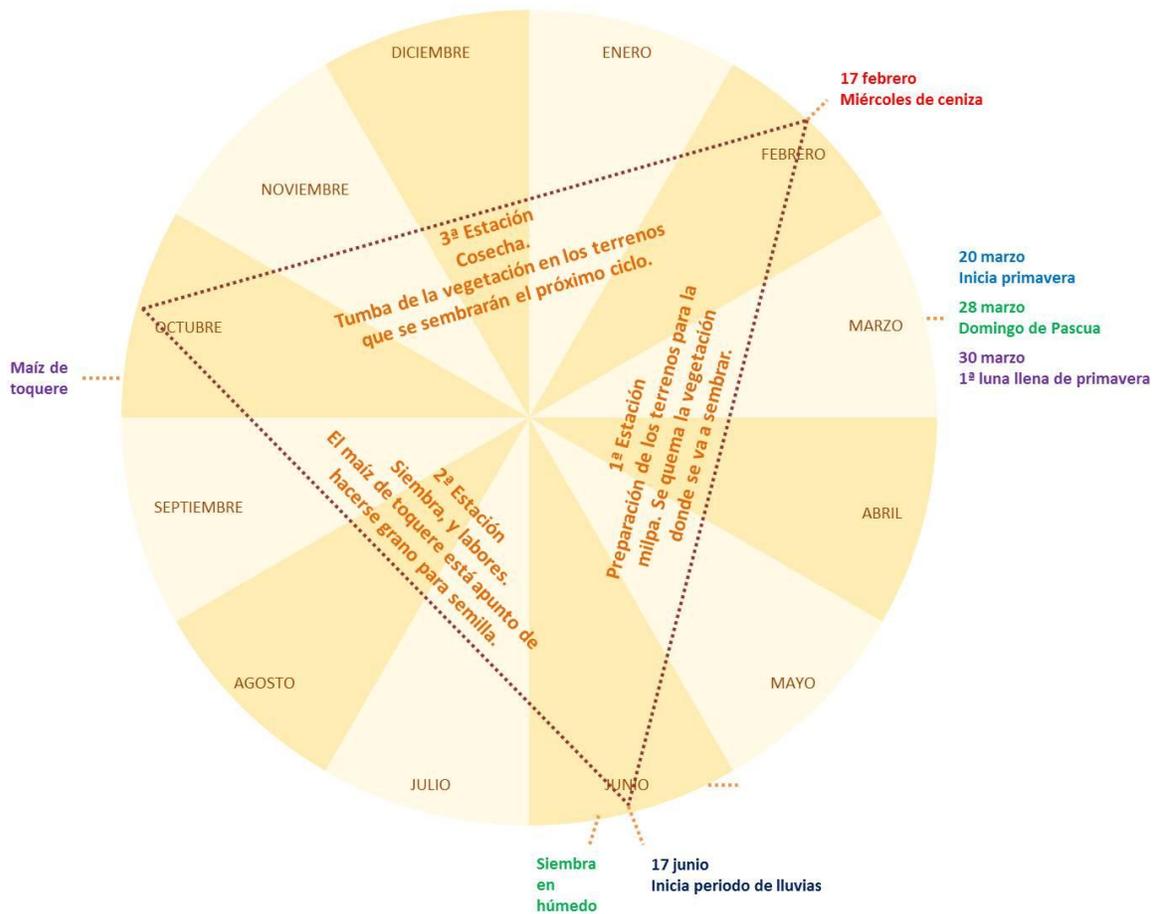


Figura 22. Calendario agrícola tradicional del año 2010 utilizado por los campesinos del municipio de Carácuaro, Michoacán, México. Este calendario se divide en tres estaciones de 4 meses cada una, y comienza con la fiesta del Señor de Carácuaro el miércoles de ceniza.

#### **ANEXO 4. ELABORACIÓN DE JARABE Y CHOCOLATE DE CIRIÁN**

Se investigó la preparación tradicional de jarabe y chocolate de cirián en la comunidad de Los Ejes, Carácuaro, Michoacán. A partir de la información recabada se elaboró un folleto en el que se muestran los ingredientes y procedimientos para realizar estos medicamentos tradicionales (Figura 23).

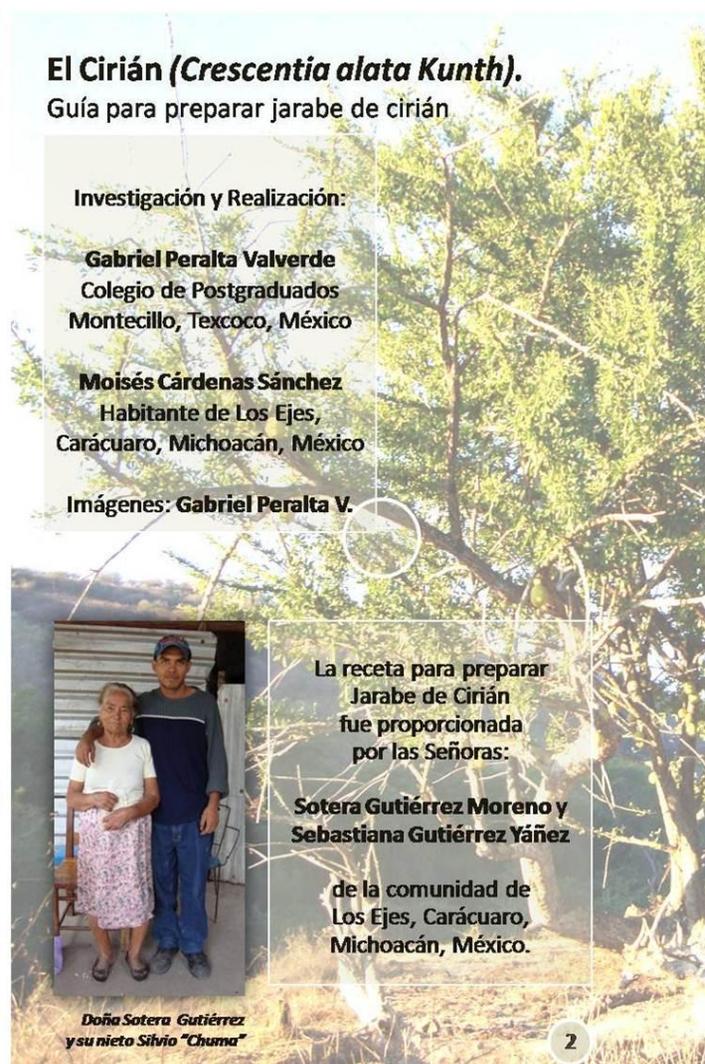


Figura 23. [1 de 12] Folleto para la elaboración de chocolate y jarabe de cirián

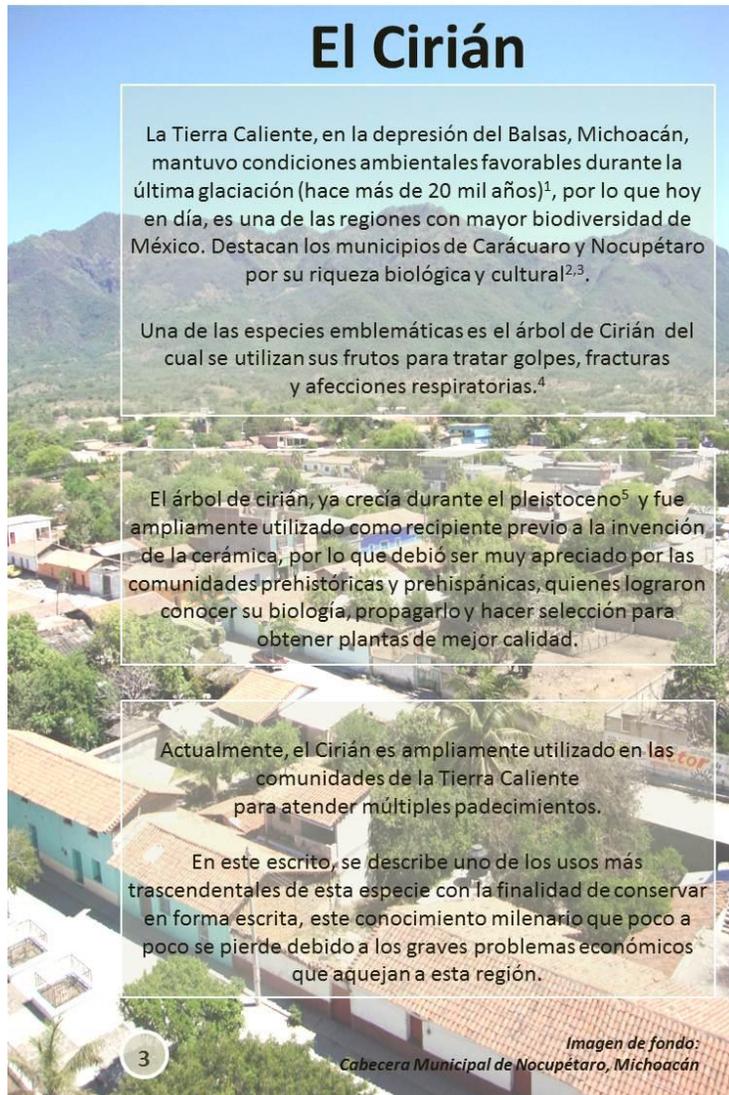


Figura 23. [2 de 12]

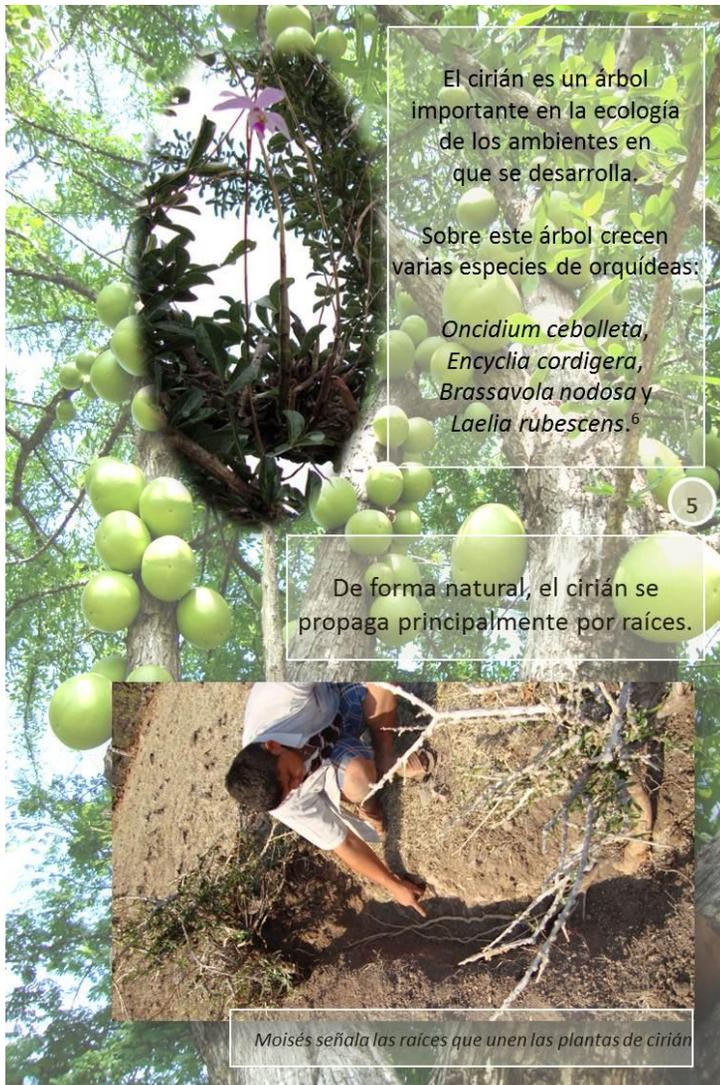


Figura 23. [3 de 12]

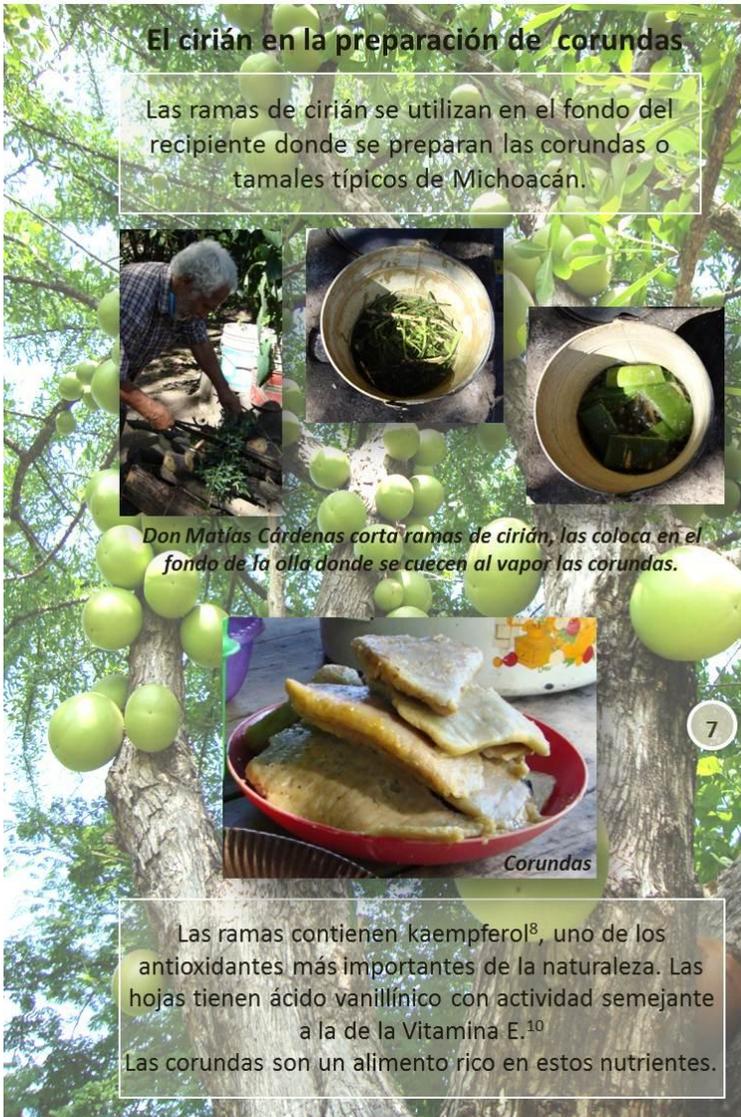


Figura 23. [4 de 12]



Figura 23. [5 de 12]

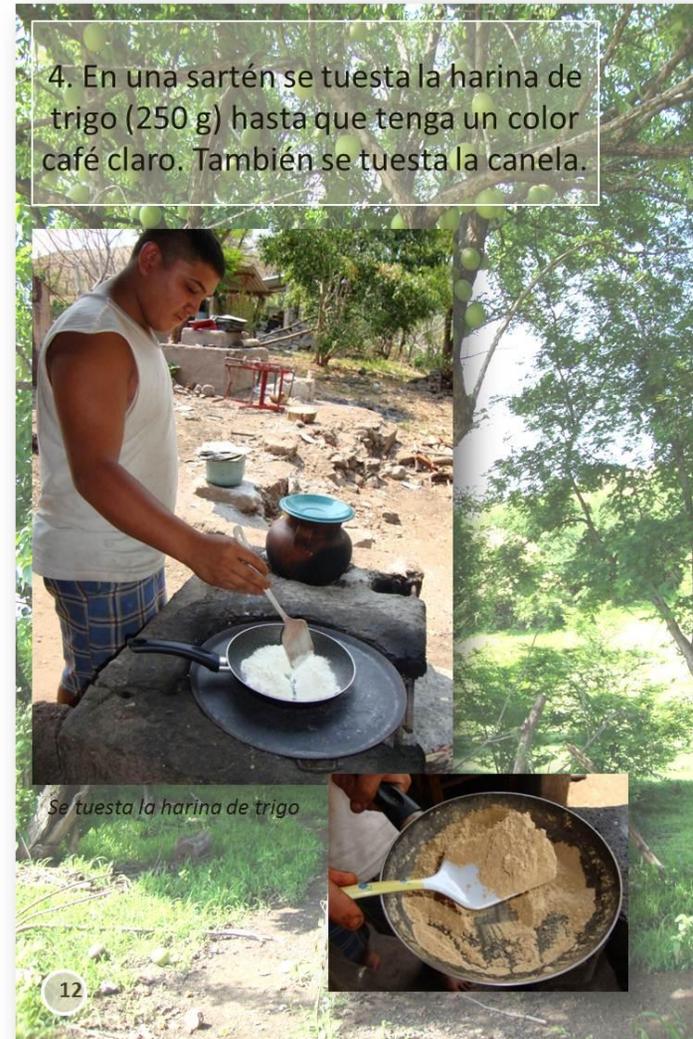


Figura 23. [6 de 12]

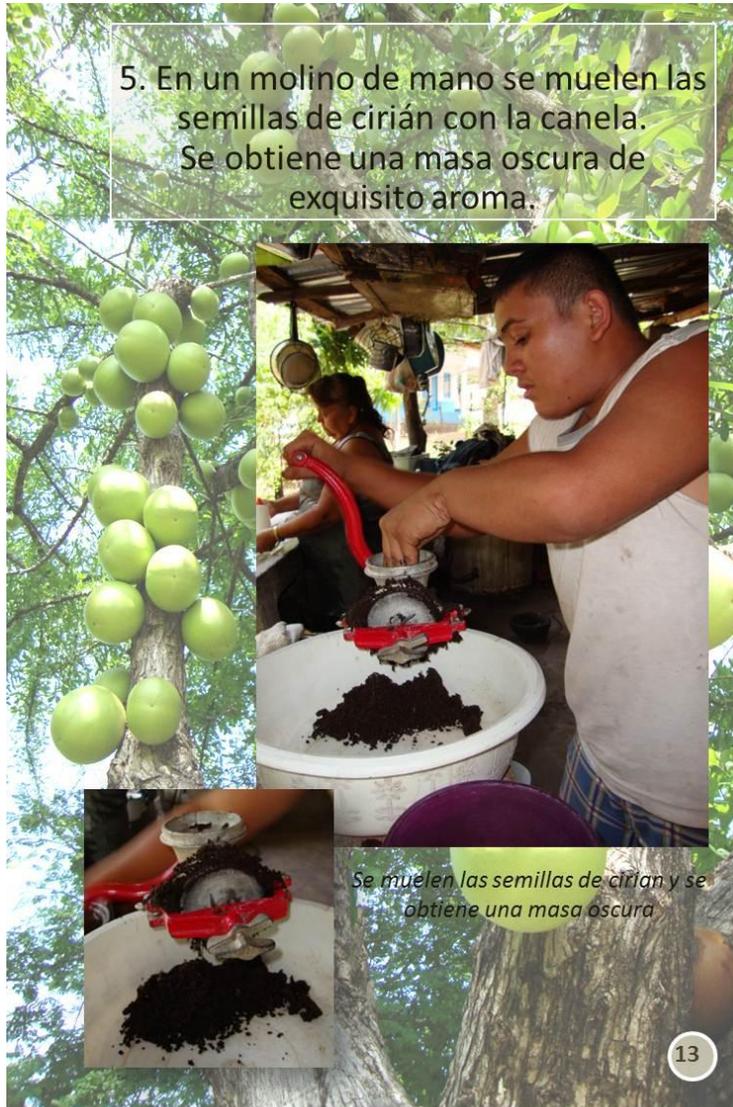


Figura 23. [7 de 12]

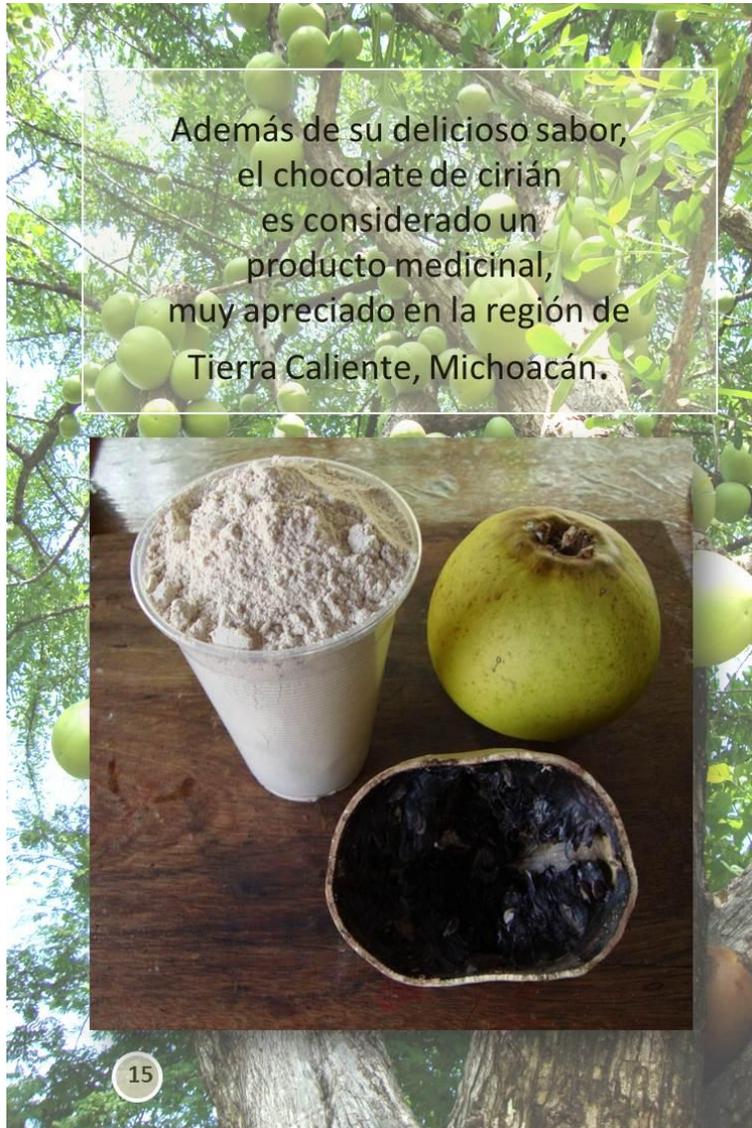


Figura 23. [8 de 12]



**Jarabe de Cirián:  
Ingredientes**

Ingredientes	Nombre científico	Calidad	Cantidad
Cirián	<i>Crescentia alata</i>	Caliente	1 fruto
Cuachalalate	<i>Amphipterygium adstringens</i>	Caliente	20 g de corteza
Cañafístula	<i>Cassia grandis</i>	Caliente	20 g de vaina
Tilia	<i>Tilia mexicana</i>	Fresca	5 g de flores
Flor de sauco	<i>Sambucus mexicana</i>	Fresca	2 g
Anís de estrella	<i>Illicium verum</i>	Caliente	5 g de semillas
Anís chiquito	<i>Pimpinella anisum</i>	Caliente	2 g
Árnica de castilla	<i>Trixis inula</i>	Fresca	2 g de flores
Rosa de castilla	<i>Rosa spp.</i>	Fresca	5 g de flores
Canela	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Caliente	5 g de corteza
Sal de grano		Fresca	10 g
Piloncillo			2 piezas
Mezcal			10 ml

18

Figura 23. [9 de 12]

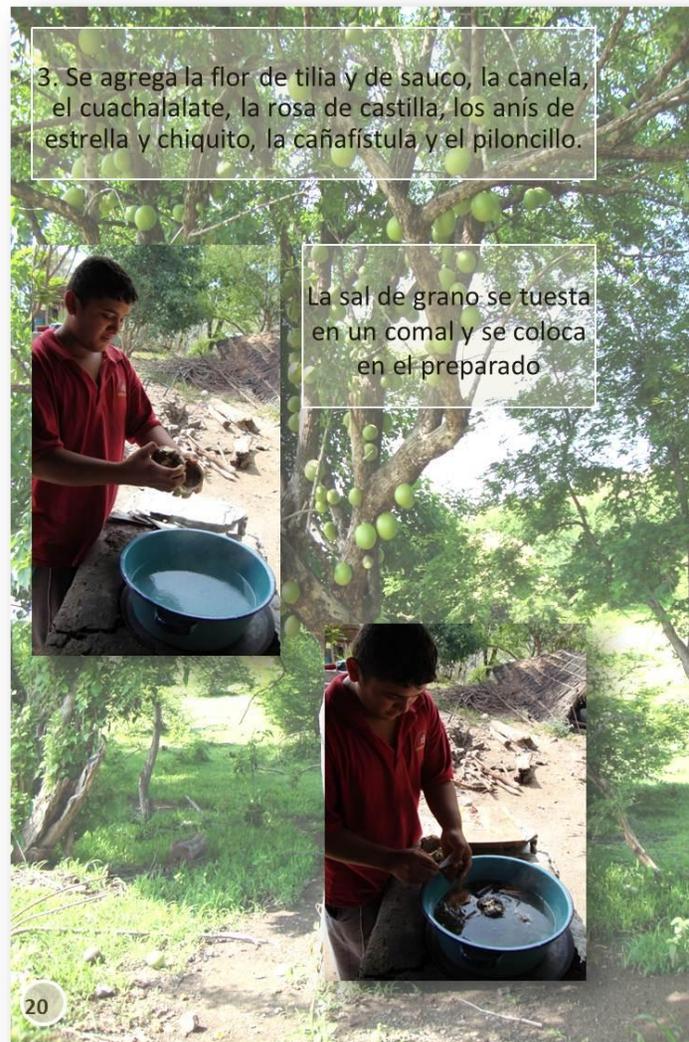


Figura 23. [10 de 12]



Figura 23. [11 de 12]

7. Se toma tres veces al día antes de los alimentos durante 7 ó 9 días.

Se recomienda su uso para el tratamiento de:

- Fracturas
- Golpes
- Tumores Internos
- Afecciones del Sistema Respiratorio
- Bronquitis
- Tuberculosis
- Dolor de Pulmón

Mientras dura el tratamiento no se debe consumir bebidas frías ni carne de puerco.

La cáscara del fruto de cirrián contiene taninos, éstos compuestos han mostrado que actúan como abortivos.<sup>11</sup> A pesar de que en la elaboración del Jarabe se eliminó la cáscara del fruto, no debe ser administrado a mujeres embarazadas.

23



Bibliografía:

1. Muñoz OA, Miranda CS, Cuevas SJA, Santacruz VA, Sánchez DS 2009. Resistencias, prehistoria, historia y diferencias de teocintle a maíz. Impresos América. Méx. 110 p.
2. González GJC, Madrigal SX, Ayala BA, Juárez CA, Gutiérrez VE 2006. Multiple-purpose trees used in livestock production in the hot and humid region of the State of Michoacan, Mexico. Livestock Research for Rural Development 18(8):109
3. Rzedowski J 2006. Vegetación de México. 1a Edición Digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Méx. 504 p.
4. Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. 2009.
5. Gentry AH 1980. Organization for Flora Neotropica. Bignoniaceae: Part I (Crescentieae and Tourrettieae). Flora Neotropica 25(1): 1-130
6. Yeaton RI, Gladstone DE 1982. The pattern of colonization of epiphytes on calabash trees (*Crescentia alata* HBK.) in Guanacaste Province, Costa Rica. Biotropica 14(2): 137-140
7. Valladares MG, Rios MY 2007. Iridoids from *Crescentia alata*. Journal of Natural Products 70(1):100-102
8. Autore G, Rastrelli L, Lauro MR, Marzocco S, Sorrentino R, Sorrentino U, Pinto A, Aquino R 2001. Inhibition of nitric oxide synthase expression by a methanolic extract of *Crescentia alata* and its derived flavonols. Life Science 70(5):523-534
9. Rojas G, Lévano J, Tortoriello J, Navarro V 2001. Antimicrobial evaluation of certain plants used in Mexican traditional medicine for the treatment of respiratory diseases. Journal of Ethnopharmacology 74(1):97-101
10. Wiyaporn A 2002. Phytochemical study of leaves and bark of *Crescentia alata* HBK. Tesis. Universidad de Chulalongkorn, Tailandia. Scientific commons: <http://en.scientificcommons.org/51013981>
11. OFI-CATIE, Cordero J (edit). Bodhier DH 2003. Árboles de Centroamérica: un manual para el extensionista. OFI-CATIE. El Salvador. pp. 497- 502.

Este folleto es parte de la investigación titulada:

**CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DEL CIRIÁN.  
Aspectos medicinales, fenología  
y fisiología de los frutos**

Realizada por el  
**MC. Gabriel Peralta Valverde**  
como parte del Programa Doctoral en  
Recursos Genéticos y Productividad-Genética.

Colegio de Postgraduados.  
Montecillo, Texcoco, México

Imagen de fondo:  
Flores de cirrián de 17 días

Figura 23. [12 de 12]

## ANEXO 5: PROGRAMAS Y SALIDAS EN SAS V. 9

### a) Programa para el análisis de variación de la población base, seleccionada y no seleccionada

```
*/Y1= ALTURA DE PLANTA
Y2= AREA BASAL
Y3= VOLUMEN
Y4= CIRCUNFERENCIA DEL TRONCO
Y5= ALTURA DEL TRONCO A RAMIFICACION PRINCIPAL
Y6= DIAMETRO DEL DOSEL
Y7= NUMERO DE RAMAS QUE HACEN LA RAMIFICACIÓN PRINCIPAL
Y8= NUMERO DE RAMAS ABAJO DE LA RAMIFICACION PRINCIPAL
Y9= NUMERO DE FRUTOS EN LA BASE DE LA RAMA 1
Y10= NUMERO DE FRUTOS EN LA PARTE MEDIA DE LA RAMA 1
Y11= NUMERO DE FRUTOS EN EL APICE DE LA RAMA 1
Y12= TOTAL DE FRUTOS RAMA 1
Y13= NUMERO DE FRUTOS EN LA BASE DE LA RAMA 2
Y14= NUMERO DE FRUTOS EN LA PARTE MEDIA DE LA RAMA 2
Y15= NUMERO DE FRUTOS EN EL APICE DE LA RAMA 2
Y16= TOTAL DE FRUTOS EN LA RAMA 2
Y17= TOTAL DE FRUTOS POR RAMA
Y18= PESO PROMEDIO DE FRUTO
Y19= DIAMETRO PROMEDIO ECUATORIAL ANGOSTO
Y20= DIAMETRO PROMEDIO ECUATORIAL ANCHO
Y21= DIAMETRO PROMEDIO POLAR
CA= CONDICIÓN AMBIENTAL*/
;
data CIRIAN;
input CA Y1-Y21;
cards;

proc print;
proc glm;
classes CA;
model Y1-Y21= CA;
means CA/DUNCAN;
run;
```

## b) Análisis de variación entre ambientes, comparación entre población seleccionada y no seleccionada, y la interacción

```

*/Y1 -Y21: VARIABLES RESPUESTA
  1 árboles no seleccionados (población no seleccionada)
  2 árboles seleccionados por floracion temprana y abundante
*/;
data CIRIAN;
input CA TP Y1-Y21;
cards;

proc print;
proc glm;
classes CA TP;
model Y1- Y21 = CA TP CA*TP;
means CA TP CA*TP /DUNCAN;
run;

```

## c) Análisis de componentes principales para la población base

### EDITOR

```

*/ Y1 -Y21: VARIABLES RESPUESTA
  CA CONDICIÓN AMBIENTAL
*/;
OPTIONS PS=60 LS=100;
DATA CIRIAN;
INPUT CA $ Y1-Y21 ETIQ $;
CARDS;

```

1	10.1	2	9	0.66	1.5	5.5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	
1	10.3	2	9.2	1.55	0.9	13.2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	
1	4.8	2	4.4	0.57	0.9	7.6	2	0	2	0	2	4	0	3	3	6	10	657.8	9.8	11	10.1	A
1	5.3	2	4.8	0.71	1.6	6.9	6	0	4	3	1	8	2	1	1	4	12	430.3	8.3	9.5	9.8	A
1	7.2	2	6.4	0.79	1.5	8.1	4	0	0	0	1	1	0	0	1	1	2	445	8.3	9.7	8.8	A
1	7.7	2	7	0.77	0.9	8.2	2	0	2	0	2	4	0	3	0	3	7	555.5	9.8	10.5	9.3	A
1	19.2	4	34.4	2.85	2.6	14.8	4	0	2	0	3	5	0	0	2	2	7	385	8.3	9.2	9.2	A
2	1.5	0.5	0.5	0.17	0.1	2.15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B
2	1.6	0.5	0.5	0.1	0.1	1.5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B
2	1.65	0.5	0.5	0.15	0.1	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B
2	1.9	0.5	0.5	0.8	1.6	0.8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B
2	3.3	0.5	0.5	0.29	0.1	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B
2	3.9	0.5	0.5	0.28	0.1	5.2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B
2	6.4	2	6	0.45	2.17	5.2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B
2	7.6	4	13.6	1.08	1.29	10.1	3	0	1	0	0	1	0	0	5	5	6	569	8.8	10.3	9.2	B
2	7.7	1	3.5	1.16	2.5	10.2	3	0	4	7	2	13	2	0	3	5	18	705.8	9.5	10.8	11.7	B
2	8.8	4	16	1.65	1.7	13	3	0	1	0	1	2	0	0	0	0	2	345	7.5	8.8	7.7	B

```

2 8.9 4 16 0.93 1.85 10.5 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 236 9.6 10.8 10.1 B
2 9.5 2 8.6 1.44 1.35 12.8 2 0 0 2 0 2 1 0 0 1 3 256.5 7.6 8.5 7.9 B
3 6 4 10.8 1.11 0.87 8 2 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 C
3 8.7 4 15.6 1.26 1.46 8.25 3 1 0 3 0 3 2 1 0 3 6 293.7 6.2 7.6 8.6 C
3 7.7 4 14 1.44 1.42 9.8 3 2 2 1 15 18 2 7 0 9 27 775 9.2 11.9 12.9 C
3 8.5 4 15.2 1.85 0.3 9.9 4 0 0 1 0 1 0 0 2 2 3 644 9.9 10.8 10.3 C
3 8.6 4 15.6 1 2.5 11.9 2 2 5 7 38 50 11 9 26 46 96 452.6 8.2 9.4 8.8 C
3 9.5 4 17.2 1.59 1.6 10.5 2 0 0 6 6 12 0 0 2 2 14 282.3 7.4 8.6 7.4 C
3 10.8 4 19.6 2 2.3 12.7 2 0 0 1 1 2 0 0 0 0 2 0 0 0 0 C
3 11.2 4 20 1.47 2.4 13.1 3 1 5 6 16 27 1 2 2 0 27 382.3 8.1 8.9 10.6 C
3 11.3 4 20.4 1.26 2 11.1 4 0 0 2 10 12 0 1 6 7 19 462 8.7 9.2 9.7 C
4 3.8 0.5 0.9 0.17 2 1.95 5 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 D
4 3.9 2 7.2 0.93 0.9 10 6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 D
4 4 2 3.6 1.01 0.19 7.2 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 D
4 4.6 1 2.1 0.35 0.49 4.3 4 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 D
4 5.6 2 5 0.68 0.59 11.1 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 D
4 6.3 4 11.2 1.02 0.1 6.3 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 D
4 7.9 4 14.4 1.8 1.4 12.5 2 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 D
4 8 2 7.2 0.88 1.39 8 2 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 D
4 10.2 4 18.4 1.6 1.3 14.8 2 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 D
4 7.8 2 7 0.93 0.52 8 4 0 2 4 7 13 0 0 0 0 13 700.3 10.5 10.8 9.9 D
4 9.7 4 17.6 1.5 0.79 10.5 2 0 1 10 36 47 0 2 1 3 50 812.7 9.8 11.5 12.2 D
4 10.2 4 18.4 1.45 1.55 13 2 2 1 1 4 6 0 0 1 0 6 1228 10.5 12.5 13.9 D
;
PROC PRINT;

PROC PRINCOMP OUT=VOYCP1 PREFIX=CR;
VAR Y1 Y2 Y3 Y4 Y5 Y6 Y7 Y8 Y9 Y10 Y11 Y12 Y13 Y14 Y15 Y16 Y17 Y18 Y19
Y20 Y21;

PROC PRINT DATA=VOYCP1;

PROC PLOT;
PLOT CR2*CR1=ETIQ/VREF=0 HREF=0;

RUN;

```

**SALIDA**

```

Sistema SAS

The PRINCOMP Procedure

Observations      40
Variables          21

```

Simple Statistics

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
Mean	7.291250000	2.587500000	10.08250000	1.042500000	1.223250000	8.766250000
StD	3.431189662	1.395448186	7.64242167	0.592628867	0.766990079	3.728792812

Simple Statistics

	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12
Mean	3.325000000	0.450000000	0.800000000	1.350000000	3.625000000	5.775000000
StD	1.327953892	0.8458041235	1.435805858	2.496664441	8.654885977	11.58577266

Simple Statistics

	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18
Mean	0.525000000	0.725000000	1.375000000	2.475000000	8.250000000	265.4700000
StD	1.811466328	1.880909491	4.234700970	7.414426340	17.52763386	317.0694191

Simple Statistics

	Y19	Y20	Y21
Mean	4.400000000	5.007500000	4.952500000
StD	4.526673086	5.148083412	5.153887629

Correlation Matrix

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11
Y1	1.0000	0.7073	0.8997	0.8439	0.6137	0.7852	-.3353	0.0509	0.2518	0.2801	0.2668
Y2	0.7073	1.0000	0.8858	0.7680	0.4066	0.7175	-.4585	0.1287	0.1689	0.2743	0.3669
Y3	0.8997	0.8858	1.0000	0.8757	0.5487	0.7672	-.3463	0.0798	0.2051	0.2726	0.3505
Y4	0.8439	0.7680	0.8757	1.0000	0.4688	0.8081	-.4676	-.0125	0.1588	0.2418	0.1955
Y5	0.6137	0.4066	0.5487	0.4688	1.0000	0.4338	-.2752	0.2771	0.4602	0.3264	0.2654
Y6	0.7852	0.7175	0.7672	0.8081	0.4338	1.0000	-.4679	0.0196	0.2695	0.2715	0.2660
Y7	-.3353	-.4585	-.3463	-.4676	-.2752	-.4679	1.0000	-.2020	-.0726	-.2208	-.2501
Y8	0.0509	0.1287	0.0798	-.0125	0.2771	0.0196	-.2020	1.0000	0.1394	0.0328	0.2268
Y9	0.2518	0.1689	0.2051	0.1588	0.4602	0.2695	-.0726	0.1394	1.0000	0.5923	0.5468
Y10	0.2801	0.2743	0.2726	0.2418	0.3264	0.2715	-.2208	0.0328	0.5923	1.0000	0.7680
Y11	0.2668	0.3669	0.3505	0.1955	0.2654	0.2660	-.2501	0.2268	0.5468	0.7680	1.0000
Y12	0.2908	0.3541	0.3460	0.2178	0.3256	0.2906	-.2434	0.1938	0.6600	0.8626	0.9803
Y13	0.0866	0.1792	0.1190	0.0276	0.3603	0.1633	-.1367	0.3272	0.6231	0.4799	0.6442
Y14	0.0972	0.2634	0.1716	0.0469	0.2454	0.1548	-.2302	0.3538	0.6057	0.3869	0.7385
Y15	0.1678	0.2547	0.2266	0.0693	0.3601	0.2157	-.1681	0.2237	0.5440	0.4384	0.6665
Y16	0.1190	0.2350	0.1758	0.0434	0.3279	0.1783	-.1801	0.2799	0.5655	0.4340	0.7005
Y17	0.2426	0.3335	0.3030	0.1623	0.3540	0.2675	-.2371	0.2465	0.6755	0.7538	0.9443
Y18	0.3810	0.3935	0.3767	0.3346	0.2514	0.3668	-.2295	0.0773	0.5253	0.4841	0.4489

Sistema SAS

The PRINCOMP Procedure

Correlation Matrix

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11
Y19	0.4769	0.4526	0.4576	0.3864	0.3639	0.4274	-.2120	-.0609	0.5669	0.5105	0.4242
Y20	0.4715	0.4659	0.4619	0.3907	0.3704	0.4296	-.2209	-.0355	0.5632	0.5109	0.4347
Y21	0.4838	0.4746	0.4794	0.4030	0.3922	0.4367	-.2124	0.0074	0.5902	0.5443	0.4604

Correlation Matrix

	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21
Y1	0.2908	0.0866	0.0972	0.1678	0.1190	0.2426	0.3810	0.4769	0.4715	0.4838
Y2	0.3541	0.1792	0.2634	0.2547	0.2350	0.3335	0.3935	0.4526	0.4659	0.4746
Y3	0.3460	0.1190	0.1716	0.2266	0.1758	0.3030	0.3767	0.4576	0.4619	0.4794
Y4	0.2178	0.0276	0.0469	0.0693	0.0434	0.1623	0.3346	0.3864	0.3907	0.4030
Y5	0.3256	0.3603	0.2454	0.3601	0.3279	0.3540	0.2514	0.3639	0.3704	0.3922
Y6	0.2906	0.1633	0.1548	0.2157	0.1783	0.2675	0.3668	0.4274	0.4296	0.4367
Y7	-.2434	-.1367	-.2302	-.1681	-.1801	-.2371	-.2295	-.2120	-.2209	-.2124
Y8	0.1938	0.3272	0.3538	0.2237	0.2799	0.2465	0.0773	-.0609	-.0355	0.0074
Y9	0.6600	0.6231	0.6057	0.5440	0.5655	0.6755	0.5253	0.5669	0.5632	0.5902
Y10	0.8626	0.4799	0.3869	0.4384	0.4340	0.7538	0.4841	0.5105	0.5109	0.5443
Y11	0.9803	0.6442	0.7385	0.6665	0.7005	0.9443	0.4489	0.4242	0.4347	0.4604
Y12	1.0000	0.6618	0.7101	0.6597	0.6869	0.9516	0.5048	0.4971	0.5046	0.5344
Y13	0.6618	1.0000	0.7810	0.8929	0.9489	0.8389	0.1988	0.2498	0.2619	0.2672
Y14	0.7101	0.7810	1.0000	0.6957	0.8315	0.8211	0.3876	0.3867	0.4085	0.4173
Y15	0.6597	0.8929	0.6957	1.0000	0.9635	0.8437	0.2517	0.3071	0.3050	0.2887
Y16	0.6869	0.9489	0.8315	0.9635	1.0000	0.8771	0.2738	0.3158	0.3237	0.3111
Y17	0.9516	0.8389	0.8211	0.8437	0.8771	1.0000	0.4495	0.4622	0.4705	0.4848
Y18	0.5048	0.1988	0.3876	0.2517	0.2738	0.4495	1.0000	0.9039	0.9126	0.9279
Y19	0.4971	0.2498	0.3867	0.3071	0.3158	0.4622	0.9039	1.0000	0.9972	0.9855
Y20	0.5046	0.2619	0.4085	0.3050	0.3237	0.4705	0.9126	0.9972	1.0000	0.9915
Y21	0.5344	0.2672	0.4173	0.2887	0.3111	0.4848	0.9279	0.9855	0.9915	1.0000

Eigenvalues of the Correlation Matrix

	Autovalor	Diferencia	Proporción	Acumulada
1	9.69249790	5.62747990	0.4615	0.4615
2	4.06501800	1.82503868	0.1936	0.6551
3	2.23997932	1.15695801	0.1067	0.7618
4	1.08302132	0.12801927	0.0516	0.8134
5	0.95500204	0.13330511	0.0455	0.8588
6	0.82169694	0.17221872	0.0391	0.8980
7	0.64947822	0.25236407	0.0309	0.9289
8	0.39711416	0.08921788	0.0189	0.9478
9	0.30789627	0.07188637	0.0147	0.9625
10	0.23600990	0.07062930	0.0112	0.9737
11	0.16538060	0.01753535	0.0079	0.9816
12	0.14784525	0.03817327	0.0070	0.9886
13	0.10967199	0.04834329	0.0052	0.9938
14	0.06132870	0.02685636	0.0029	0.9968
15	0.03447234	0.01010823	0.0016	0.9984
16	0.02436411	0.01863169	0.0012	0.9996

Sistema SAS

The PRINCOMP Procedure

Eigenvalues of the Correlation Matrix

	Autovalor	Diferencia	Proporción	Acumulada
17	0.00573241	0.00314203	0.0003	0.9998
18	0.00259038	0.00169023	0.0001	1.0000
19	0.00090015	0.00090015	0.0000	1.0000
20	0.00000000	0.00000000	0.0000	1.0000
21	0.00000000		0.0000	1.0000

Eigenvectors

	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7
Y1	0.190541	0.326167	0.167250	-.011642	0.201982	0.112676	0.085158
Y2	0.201253	0.265612	0.202191	-.046233	-.112242	-.204428	0.275424
Y3	0.202176	0.313845	0.211400	-.062841	0.109391	-.020707	0.287751
Y4	0.166372	0.356495	0.203566	-.107974	0.035691	-.027010	-.020000
Y5	0.182782	0.111002	0.178275	0.322046	0.336828	0.451448	-.303419
Y6	0.188080	0.289442	0.189693	-.073919	0.050017	-.134999	-.116054
Y7	-.125991	-.131987	-.214887	-.024776	0.610808	0.131590	0.663942
Y8	0.070481	-.107756	0.249717	0.580756	-.412504	0.390266	0.344267
Y9	0.232609	-.124292	-.138398	0.116355	0.260785	0.232888	-.233135
Y10	0.231831	-.083885	-.111930	-.416969	-.079840	0.424055	-.134975

Eigenvectors

	CR8	CR9	CR10	CR11	CR12	CR13	CR14
Y1	-.003494	0.010040	-.449224	-.199998	-.073753	-.553830	-.366158
Y2	-.113716	-.130205	0.663406	0.229102	-.116137	-.034531	-.219013
Y3	-.100708	-.133914	0.065569	-.124888	-.176641	-.066660	0.121049
Y4	0.170751	0.004484	0.016211	-.567095	0.342149	0.411832	0.293746
Y5	-.386178	-.276458	-.037621	0.274055	0.059107	0.313202	-.045260
Y6	0.456647	0.392201	-.203862	0.606742	0.063971	0.141275	0.047284
Y7	0.090500	0.107892	0.011618	0.092561	0.147049	0.149292	0.002524
Y8	0.092324	0.305015	0.020835	-.046725	0.012811	-.084470	0.161237
Y9	0.615557	-.166601	0.300960	-.160030	-.405523	-.101704	0.063548
Y10	-.097141	0.281268	0.257965	-.022998	0.298486	-.149034	-.181614

Eigenvectors

	CR15	CR16	CR17	CR18	CR19	CR20	CR21
Y1	0.030779	0.265227	0.090845	-.017782	0.021005	0.000000	0.000000
Y2	0.038462	0.355476	0.048780	-.010791	-.014737	0.000000	0.000000
Y3	-.115102	-.747577	-.214344	0.018488	0.010762	0.000000	0.000000
Y4	0.089079	0.224129	0.085243	0.016951	-.003813	0.000000	0.000000
Y5	0.002811	0.048891	-.021424	0.028262	-.008704	0.000000	0.000000
Y6	0.033376	-.069229	-.029892	-.004064	-.007727	0.000000	0.000000
Y7	0.093571	0.084194	0.004984	0.019139	0.002920	0.000000	0.000000
Y8	0.066279	0.023712	-.014374	-.012719	-.001612	0.000000	0.000000
Y9	-.022131	0.032219	-.039711	-.069911	0.009882	0.043587	0.097372
Y10	0.414275	-.199939	-.015597	0.042501	0.020932	0.075791	0.169316

Sistema SAS

The PRINCOMP Procedure

Eigenvectors

	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7
Y11	0.259740	-.175781	0.045821	-.310220	-.189561	0.121509	0.213041
Y12	0.272818	-.164793	-.007043	-.307177	-.126494	0.211013	0.101169
Y13	0.217576	-.290365	0.171471	0.116471	0.179856	-.139637	-.099426
Y14	0.229145	-.241221	0.058667	0.157064	-.126213	-.222823	0.119106
Y15	0.224898	-.246969	0.171643	0.049767	0.213296	-.272506	-.069359
Y16	0.230585	-.278216	0.156972	0.098501	0.132705	-.295836	-.033992
Y17	0.277873	-.226617	0.061746	-.161377	-.027476	0.014337	0.052494
Y18	0.227296	0.102406	-.377896	0.156460	-.186583	-.052311	0.079348
Y19	0.243381	0.129347	-.371825	0.127213	0.011991	-.111052	-.026898
Y20	0.246117	0.127149	-.365752	0.141837	-.010620	-.109609	-.009387
Y21	0.250970	0.127160	-.359574	0.140776	-.025266	-.033700	0.026954

Eigenvectors

	CR8	CR9	CR10	CR11	CR12	CR13	CR14
Y11	-.058129	-.157611	-.243925	0.109440	-.144963	0.129444	0.166194
Y12	0.011928	-.077775	-.089331	0.056967	-.094225	0.051978	0.092890
Y13	0.038710	0.200346	0.182795	-.101301	0.406940	-.109537	-.223757
Y14	0.256369	-.565576	-.157489	0.101191	0.323616	-.031641	-.135982
Y15	-.250081	0.307347	-.020808	-.088071	-.398938	0.047499	0.181373
Y16	-.124039	0.104623	-.053299	-.088092	0.044292	0.031015	-.049472
Y17	-.044586	-.007152	-.081594	0.000391	-.043547	0.047477	0.040473
Y18	0.013139	0.159194	-.127526	-.173882	-.221476	0.482783	-.583523
Y19	-.122732	0.035278	-.013858	0.040655	0.055192	-.208331	0.312818
Y20	-.120248	0.014288	0.002429	0.063754	0.125653	-.140370	0.248475
Y21	-.068438	0.006560	0.027815	0.054730	0.137015	-.062319	0.088482

Eigenvectors

	CR15	CR16	CR17	CR18	CR19	CR20	CR21
Y11	-.308410	0.167750	0.047505	0.054482	0.010409	0.262737	0.586948
Y12	-.143860	0.086221	0.027205	0.041194	0.013511	0.218006	-.785712
Y13	-.610290	-.067305	0.018467	0.267340	0.043288	0.000000	0.000000
Y14	0.390946	-.151046	0.121062	0.210873	0.042289	0.000000	0.000000
Y15	0.305567	-.029707	0.406756	0.312822	0.121927	0.000000	0.000000
Y16	0.171075	0.050652	-.386978	-.585963	-.169200	0.364595	0.000000
Y17	-.022724	0.078419	-.145714	-.220641	-.062643	-.861899	0.000000
Y18	-.017474	-.071690	-.107572	0.121326	0.018422	0.000000	0.000000
Y19	0.049069	0.150946	-.343905	0.416998	-.525921	0.000000	0.000000
Y20	-.021476	0.089352	-.169340	-.094366	0.771466	0.000000	0.000000
Y21	-.150241	-.172957	0.647925	-.427659	-.273981	0.000000	0.000000

Sistema SAS

Obs	CA	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21
1	1	10.10	2.0	9.0	0.66	1.50	5.50	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	10.30	2.0	9.2	1.55	0.90	13.20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1	4.80	2.0	4.4	0.57	0.90	7.60	2	0	2	0	2	4	0	3	3	6	10	657.8	9.8	11.0	10.1
4	1	5.30	2.0	4.8	0.71	1.60	6.90	6	0	4	3	1	8	2	1	1	4	12	430.3	8.3	9.5	9.8
5	1	7.20	2.0	6.4	0.79	1.50	8.10	4	0	0	0	1	1	0	0	1	1	2	445.0	8.3	9.7	8.8
6	1	7.70	2.0	7.0	0.77	0.90	8.20	2	0	2	0	2	4	0	3	0	3	7	555.5	9.8	10.5	9.3
7	1	19.20	4.0	34.4	2.85	2.60	14.80	4	0	2	0	3	5	0	0	2	2	7	385.0	8.3	9.2	9.2
8	2	1.50	0.5	0.5	0.17	0.10	2.15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	2	1.60	0.5	0.5	0.10	0.10	1.50	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	2	1.65	0.5	0.5	0.15	0.10	3.00	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	2	1.90	0.5	0.5	0.80	1.60	0.80	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	2	3.30	0.5	0.5	0.29	0.10	9.00	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	2	3.90	0.5	0.5	0.28	0.10	5.20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	2	6.40	2.0	6.0	0.45	2.17	5.20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	2	7.60	4.0	13.6	1.08	1.29	10.10	3	0	1	0	0	1	0	0	5	5	6	569.0	8.8	10.3	9.2
16	2	7.70	1.0	3.5	1.16	2.50	10.20	3	0	4	7	2	13	2	0	3	5	18	705.8	9.5	10.8	11.7

Obs	ETIQ	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7	CR8	CR9	CR10
1	A	-2.2942	-0.27150	0.51445	-0.24100	1.81704	0.61971	1.07058	-0.40456	-0.42281	-0.48812
2	A	-1.4030	1.19953	1.73498	-0.73542	-0.11478	-0.44313	-0.94916	0.82151	0.28218	-0.91478
3	A	0.9713	-0.71604	-2.16974	1.04896	-0.75742	-1.36686	-1.01718	0.24674	-0.69531	-0.21500
4	A	0.9975	-1.28803	-2.40896	0.53163	1.99716	0.76971	0.03835	0.85415	-0.08555	0.97020
5	A	-0.3396	0.50621	-1.64007	0.65703	0.46118	-0.37819	-0.07580	-0.78436	0.11341	-0.49646
6	A	0.8511	0.09448	-1.83965	0.83581	-0.66435	-0.96646	-0.84771	0.59368	-0.98037	-0.51284
7	A	3.1286	4.64293	1.28711	0.20443	2.47509	0.30112	0.69923	0.29518	-0.44660	-0.91772
8	B	-3.7583	-2.38161	-0.85954	-0.50573	0.16055	-0.19944	0.41570	-0.07625	-0.09177	0.08146
9	B	-3.8051	-2.46466	-0.91177	-0.48043	0.15350	-0.16943	0.44077	-0.17612	-0.16037	0.10199
10	B	-3.7127	-2.31340	-0.81585	-0.51944	0.17958	-0.22438	0.39364	0.02193	-0.00207	0.01480

11	B	-2.9852	-1.55414	0.14179	0.09069	-0.51722	0.41948	-1.64693	-1.02016	-1.01223	0.02031
12	B	-3.2791	-1.60659	-0.38210	-0.66949	0.36562	-0.39380	0.24312	0.79538	0.63491	-0.52543
13	B	-3.4403	-1.85054	-0.54960	-0.59437	0.34937	-0.23606	0.37662	0.32652	0.23689	-0.39650
14	B	-2.2088	-0.50089	0.80490	0.17772	0.45397	0.62385	-0.88276	-1.00030	-0.89945	-0.07789
15	B	1.0848	1.19697	-0.91743	0.65110	0.31451	-1.29956	-0.11877	-0.58218	0.32444	0.48570
16	B	2.7905	-0.47539	-2.19246	0.17274	1.08798	1.71530	-2.28354	0.30620	0.82999	0.21266

Obs	CR11	CR12	CR13	CR14	CR15	CR16	CR17	CR18	CR19	CR20	CR21
1	-0.03074	-0.00990	-0.31260	-0.69221	0.09477	0.26701	0.04254	0.04307	0.03297	0	0
2	-0.13758	0.13794	-0.13111	-0.14380	0.01220	0.16469	0.11027	-0.02018	0.01081	0	0
3	0.10874	-0.48413	-0.02462	0.03496	0.38113	-0.09036	-0.00660	-0.02312	0.00140	0	0
4	0.04607	0.21231	0.03422	-0.03477	-0.13956	0.16942	-0.06344	-0.09169	-0.01523	0	0
5	0.36906	0.15370	0.10712	0.11155	-0.17716	0.25605	0.06978	0.03025	0.04945	0	0
6	-0.05716	-0.17066	-0.54045	-0.09159	0.15266	-0.02760	-0.13484	0.06285	-0.02525	0	0
7	-1.12716	-0.22004	-0.13637	0.30155	-0.13173	-0.19395	-0.06159	-0.07317	0.01086	0	0
8	-0.28298	-0.06273	0.03523	0.12168	-0.07493	-0.22416	-0.00747	0.00231	0.00798	0	0
9	-0.32759	-0.11645	-0.05418	0.06807	-0.09038	-0.23084	-0.00968	0.00050	0.01039	0	0
10	-0.13427	-0.06292	0.02933	0.10654	-0.06899	-0.23591	-0.01318	0.00003	0.00726	0	0
11	-0.80196	0.05263	0.63258	0.27993	-0.19462	-0.02450	0.05141	0.03176	-0.01445	0	0
12	0.61189	0.08538	0.08761	0.07594	0.02056	-0.16682	0.00254	-0.01105	0.00403	0	0
13	-0.03184	0.00151	-0.16015	-0.04123	-0.00957	-0.05367	0.04745	-0.01031	0.01564	0	0
14	0.41638	-0.26798	0.08981	-0.49802	-0.13642	0.05312	-0.02906	0.03076	-0.00613	0	0
15	0.15307	-0.79673	0.14064	0.06970	0.14376	0.09376	0.03568	-0.06256	0.06812	0	0
16	-0.22871	0.28340	0.31506	-0.34372	0.21785	-0.02381	0.03286	-0.09262	-0.01655	0	0

Sistema SAS

Obs	CA	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21
17	2	8.80	4.0	16.0	1.65	1.70	13.00	3	0	1	0	1	2	0	0	0	0	2	345.0	7.5	8.8	7.7
18	2	8.90	4.0	16.0	0.93	1.85	10.50	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	236.0	9.6	10.8	10.1
19	2	9.50	2.0	8.6	1.44	1.35	12.80	2	0	0	2	0	2	1	0	0	1	3	256.5	7.6	8.5	7.9
20	3	6.00	4.0	10.8	1.11	0.87	8.00	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	3	8.70	4.0	15.6	1.26	1.46	8.25	3	1	0	3	0	3	2	1	0	3	6	293.7	6.2	7.6	8.6
22	3	7.70	4.0	14.0	1.44	1.42	9.80	3	2	2	1	15	18	2	7	0	9	27	775.0	9.2	11.9	12.9
23	3	8.50	4.0	15.2	1.85	0.30	9.90	4	0	0	1	0	1	0	0	2	2	3	644.0	9.9	10.8	10.3
24	3	8.60	4.0	15.6	1.00	2.50	11.90	2	2	5	7	38	50	11	9	26	46	96	452.6	8.2	9.4	8.8
25	3	9.50	4.0	17.2	1.59	1.60	10.50	2	0	0	6	6	12	0	0	2	2	14	282.3	7.4	8.6	7.4
26	3	10.80	4.0	19.6	2.00	2.30	12.70	2	0	0	1	1	2	0	0	0	0	2	0.0	0.0	0.0	0.0
27	3	11.20	4.0	20.0	1.47	2.40	13.10	3	1	5	6	16	27	1	2	2	0	27	382.3	8.1	8.9	10.6
28	3	11.30	4.0	20.4	1.26	2.00	11.10	4	0	0	2	10	12	0	1	6	7	19	462.0	8.7	9.2	9.7
29	4	3.80	0.5	0.9	0.17	2.00	1.95	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	4	3.90	2.0	7.2	0.93	0.90	10.00	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	4	4.00	2.0	3.6	1.01	0.19	7.20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
32	4	4.60	1.0	2.1	0.35	0.49	4.30	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0

Obs	ETIQ	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7	CR8	CR9	CR10
17	B	0.8128	2.34977	-0.08688	0.25803	0.44372	-0.49548	-0.19757	0.16225	-0.13796	0.31462
18	B	0.5023	2.04841	-0.68849	0.65354	0.35764	-0.58669	-0.06886	-0.98600	-0.34140	0.30577
19	B	0.4080	1.43936	-0.32367	-0.05782	-0.14521	-0.38322	-1.24976	-0.05464	0.64229	-0.62721
20	C	-1.6207	0.43710	1.73201	0.05703	-1.10300	-0.22959	-0.00530	0.00249	-0.12389	0.91109
21	C	0.9824	0.87598	0.20553	0.58479	-0.31108	0.03469	0.38572	-0.66628	0.20196	0.83735
22	C	4.2004	-0.62599	-0.53107	1.71353	-1.56495	-0.35746	1.48538	1.02183	-1.51036	-0.24531
23	C	0.8734	2.02765	-1.40304	-0.11957	-0.00207	-1.52507	1.01496	-0.12585	0.74077	0.38752
24	C	11.4603	-7.49584	3.39436	0.31565	0.86219	-1.30612	-0.22346	-0.28895	0.49861	-0.04894
25	C	1.8763	1.57926	0.10278	-1.35237	-0.47488	0.38910	-0.48948	-1.05431	0.30354	0.50052
26	C	-0.1753	2.38112	2.75765	-0.64743	0.45901	0.29570	-0.70987	-0.16415	-0.55881	0.08118
27	C	4.5719	0.65403	-0.02537	-0.50817	0.37747	2.32009	-0.10602	1.28731	-0.64119	0.66360
28	C	2.5612	1.19506	-0.04122	-0.32579	0.90216	-0.41739	0.86260	-1.32488	-0.02873	-0.50383
29	D	-2.9273	-2.26929	0.58082	2.34482	-0.32974	2.38482	0.96352	-0.73754	0.28394	-0.22460
30	D	-2.5263	-0.50990	0.34466	-0.59550	1.23943	-0.10740	0.93712	0.55646	0.28221	0.09895
31	D	-2.5245	-0.52264	0.61723	-0.74879	-0.99060	-0.81091	-0.83052	0.36883	-0.01739	0.21008
32	D	-3.0416	-1.62244	0.12719	0.24766	-0.41100	0.33061	0.33135	0.01857	0.20892	-0.18884

Obs	CR11	CR12	CR13	CR14	CR15	CR16	CR17	CR18	CR19	CR20	CR21
17	0.37437	0.02278	0.30882	0.33622	-0.23927	0.18106	-0.09526	-0.00223	0.04431	0	0
18	0.92215	0.10840	-0.54582	0.32745	-0.33948	-0.04434	-0.03286	-0.03870	-0.02843	0	0
19	0.16024	0.91031	-0.34967	0.19224	-0.21260	0.07172	0.05513	0.05526	-0.00333	0	0
20	-0.07579	-0.30347	-0.11540	-0.06511	-0.02977	0.14154	-0.01630	-0.03255	-0.02234	0	0
21	-0.16033	1.01784	-0.54995	-0.34988	-0.15579	-0.30775	0.05449	-0.00776	-0.01756	0	0
22	0.10737	0.97732	0.36897	-0.14675	0.11604	0.01831	0.05157	-0.04413	0.01890	0	0
23	-0.79210	0.29911	0.21053	0.18705	0.18170	0.17812	0.08599	0.08536	-0.02790	0	0
24	-0.11493	-0.09084	-0.04266	0.02290	-0.12061	0.02000	-0.03733	0.03118	0.00508	0	0
25	-0.00954	0.44215	-0.29047	0.11226	0.54223	-0.18911	-0.07313	0.03179	0.07889	0	0
26	-0.00675	0.16105	0.48310	-0.24512	0.08635	-0.07266	-0.08133	0.05718	-0.00558	0	0
27	0.39161	-0.64233	-0.36635	0.33659	-0.02403	-0.11989	0.21202	0.12311	0.01114	0	0
28	0.47272	-0.36486	0.10339	0.06765	0.34208	-0.06467	0.13150	-0.04306	-0.10084	0	0
29	0.05704	0.06701	0.12918	0.33981	0.17993	0.12343	-0.06024	0.01647	-0.00424	0	0
30	0.61954	0.35182	0.81695	0.16721	0.14493	-0.05585	-0.05160	0.05155	-0.01177	0	0
31	-0.39212	-0.06662	0.04210	0.13796	-0.09745	0.08741	0.09078	-0.03614	-0.01168	0	0
32	-0.21573	-0.13269	-0.33796	0.01994	-0.00181	0.00397	0.02423	-0.02602	0.00978	0	0

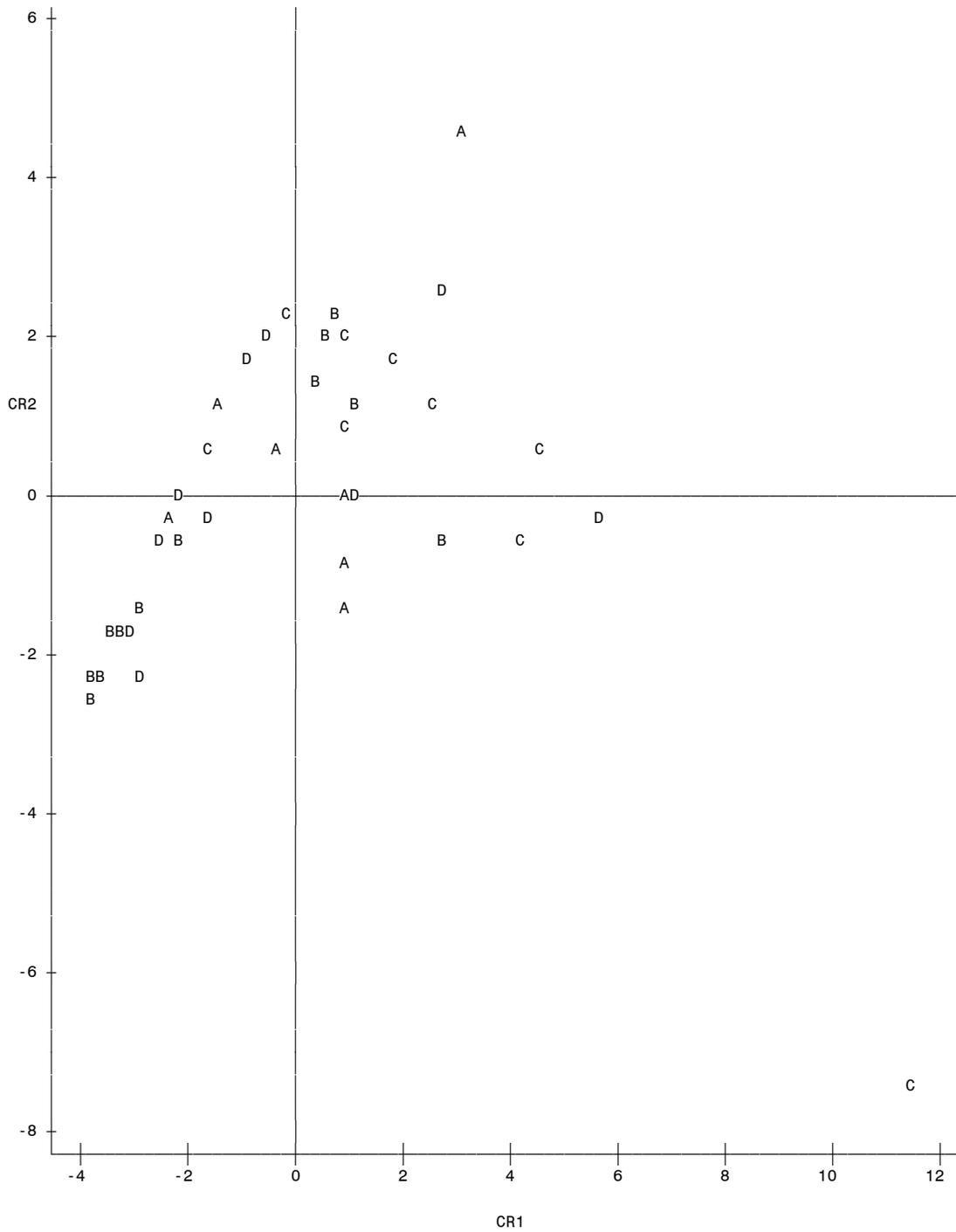
Sistema SAS

Obs	CA	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21
33	4	5.60	2.0	5.0	0.68	0.59	11.10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
34	4	6.30	4.0	11.2	1.02	0.10	6.30	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
35	4	7.90	4.0	14.4	1.80	1.40	12.50	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
36	4	8.00	2.0	7.2	0.88	1.39	8.00	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
37	4	10.20	4.0	18.4	1.60	1.30	14.80	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	4	7.80	2.0	7.0	0.93	0.52	8.00	4	0	2	4	7	13	0	0	0	0	13	700.3	10.5	10.8	9.9
39	4	9.70	4.0	17.6	1.50	0.79	10.50	2	0	1	10	36	47	0	2	1	3	50	812.7	9.8	11.5	12.2
40	4	10.20	4.0	18.4	1.45	1.55	13.00	2	2	1	1	4	6	0	0	1	0	6	1228.0	10.5	12.5	13.9

Obs	ETIQ	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7	CR8	CR9	CR10
33	D	-2.2941	-0.25033	0.75015	-0.63362	-0.20831	-0.55379	-0.50661	0.59803	0.30755	-0.22051
34	D	-2.1610	0.11313	0.84245	-0.94443	-0.03836	-0.87162	0.97068	0.17763	-0.23010	0.99636
35	D	-0.8730	1.60663	2.51334	0.02860	-0.60495	-0.05936	-0.19560	0.43617	0.10609	0.44008
36	D	-1.6673	-0.21920	2.07248	1.77962	-1.63683	1.37821	0.13016	0.10110	0.66373	-0.31498
37	D	-0.6034	2.03328	2.76116	-0.06324	-0.43742	-0.12769	-0.01319	0.65551	0.31918	0.04696
38	D	1.1660	0.07569	-2.78948	-0.70229	-0.18286	0.35343	0.16771	0.36093	0.53577	-0.08368
39	D	5.6117	-0.15597	-1.43413	-3.89304	-2.36239	1.39961	0.90402	-0.52147	-0.23366	-0.50815
40	D	2.7904	2.63779	-1.27451	1.98457	-1.59976	0.17370	0.58686	-0.04041	1.10363	-0.17040

Obs	CR11	CR12	CR13	CR14	CR15	CR16	CR17	CR18	CR19	CR20	CR21
33	0.65475	-0.11543	-0.03417	-0.14643	-0.04695	-0.03417	0.00773	-0.02559	-0.00821	0	0
34	-0.37079	-0.25331	-0.28398	-0.29835	-0.00211	0.17281	0.02711	-0.01837	-0.00080	0	0
35	0.01597	0.08889	0.41294	0.15695	0.07899	0.14744	-0.01860	0.00067	-0.02542	0	0
36	-0.16649	-0.15922	-0.50456	0.21491	0.11132	0.14104	-0.01389	-0.05365	-0.00228	0	0
37	0.34644	-0.13671	-0.08587	-0.08920	0.02953	-0.19076	-0.11430	-0.01348	-0.00805	0	0
38	-0.36303	-0.18873	-0.27993	-0.06464	-0.03053	0.21344	-0.18900	0.10334	-0.04678	0	0
39	0.10699	-0.06511	0.19342	0.01154	-0.16910	0.10925	-0.04822	-0.07726	0.00384	0	0
40	-0.10681	-0.66269	0.60525	-0.54979	-0.34319	-0.26276	0.02483	0.04618	0.01201	0	0

Trazado de CR2\*CR1. El simbolo es el valor de ETIQ.



NOTA: 2 obs ocultas.

## d) Análisis de componentes principales para la población seleccionada

### EDITOR

```

*/Y1-21 = VARIABLES
  CA CONDICIÓN AMBIENTAL
*/;
OPTIONS PS=60 LS=100;
DATA CIRIAN;
INPUT CA $ Y1-Y21 ETIQ $;
CARDS;

```

1	5.3	2	4.8	0.71	1.6	6.9	6	0	4	3	1	8	2	1	1	4	12	430.3	8.3	9.5	9.8	A
1	7.2	2	6.4	0.79	1.5	8.1	4	0	0	0	1	1	0	0	1	1	2	445	8.3	9.7	8.8	A
1	7.7	2	7	0.77	0.9	8.2	2	0	2	0	2	4	0	3	0	3	7	555.5	9.8	10.5	9.3	A
2	7.7	1	3.5	1.16	2.5	10.2	3	0	4	7	2	13	2	0	3	5	18	705.8	9.5	10.8	11.7	B
2	8.8	4	16	1.65	1.7	13	3	0	1	0	1	2	0	0	0	0	2	345	7.5	8.8	7.7	B
2	9.5	2	8.6	1.44	1.35	12.8	2	0	0	2	0	2	1	0	0	1	3	256.5	7.6	8.5	7.9	B
3	6	4	10.8	1.11	0.87	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	C
3	8.7	4	15.6	1.26	1.46	8.25	3	1	0	3	0	3	2	1	0	3	6	293.7	6.2	7.6	8.6	C
3	7.7	4	14	1.44	1.42	9.8	3	2	2	1	15	18	2	7	0	9	27	775	9.2	11.9	12.9	C
3	8.5	4	15.2	1.85	0.3	9.9	4	0	0	1	0	1	0	0	2	2	3	644	9.9	10.8	10.3	C
3	8.6	4	15.6	1	2.5	11.9	2	2	5	7	38	50	11	9	26	46	96	452.6	8.2	9.4	8.8	C
3	11.3	4	20.4	1.26	2	11.1	4	0	0	2	10	12	0	1	6	7	19	462	8.7	9.2	9.7	C
4	7.9	4	14.4	1.8	1.4	12.5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D
4	10.2	4	18.4	1.6	1.3	14.8	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D
4	10.2	4	18.4	1.45	1.55	13	2	2	1	1	4	6	0	0	1	0	6	1228	10.5	12.5	13.9	D

```

;
PROC PRINT;

PROC PRINCOMP OUT=VOYCP1 PREFIX=CR;
VAR Y1 Y2 Y3 Y4 Y5 Y6 Y7 Y8 Y9 Y10 Y11 Y12 Y13 Y14 Y15 Y16 Y17 Y18 Y19
Y20 Y21;

PROC PRINT DATA=VOYCP1;

PROC PLOT;
PLOT CR2*CR1=ETIQ/VREF=0 HREF=0;

RUN;

```

### SALIDA

```

Sistema SAS

The PRINCOMP Procedure

Observations      15

```

Variables 21  
Simple Statistics

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
Mean	8.353333333	3.266666667	12.606666667	1.286000000	1.490000000	10.563333333
Std	1.578818123	1.099783528	5.36076576	0.364668147	0.571864120	2.37249617

Simple Statistics

	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12
Mean	2.933333333	0.666666667	1.266666667	1.800000000	4.933333333	8.00000000
Std	1.162919151	0.8164965809	1.751190072	2.366431913	10.10987259	12.85079208

Simple Statistics

	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18
Mean	1.333333333	1.466666667	2.666666667	5.400000000	13.40000000	439.5600000
Std	2.819996623	2.799659843	6.661903060	11.56842995	24.24222998	327.8103520

Simple Statistics

	Y19	Y20	Y21
Mean	6.913333333	7.946666667	7.960000000
Std	3.736282848	4.300642255	4.466830132

Correlation Matrix

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11
Y1	1.0000	0.3861	0.7306	0.4937	0.1728	0.7332	-.3442	0.1256	-.3594	-.0275	0.1345
Y2	0.3861	1.0000	0.9035	0.5781	-.2056	0.3722	-.2644	0.5833	-.3734	-.3074	0.2587
Y3	0.7306	0.9035	1.0000	0.6132	-.0374	0.5897	-.2772	0.4754	-.3951	-.2245	0.2579
Y4	0.4937	0.5781	0.6132	1.0000	-.2762	0.6751	-.3123	0.1655	-.4959	-.2940	-.1967
Y5	0.1728	-.2056	-.0374	-.2762	1.0000	0.2154	0.0236	0.1637	0.6048	0.7347	0.5416
Y6	0.7332	0.3722	0.5897	0.6751	0.2154	1.0000	-.5394	0.2698	-.1857	-.0580	0.1349
Y7	-.3442	-.2644	-.2772	-.3123	0.0236	-.5394	1.0000	-.4764	0.1847	0.0986	-.1523
Y8	0.1256	0.5833	0.4754	0.1655	0.1637	0.2698	-.4764	1.0000	0.1665	0.1109	0.5596
Y9	-.3594	-.3734	-.3951	-.4959	0.6048	-.1857	0.1847	0.1665	1.0000	0.7550	0.5942
Y10	-.0275	-.3074	-.2245	-.2940	0.7347	-.0580	0.0986	0.1109	0.7550	1.0000	0.5637
Y11	0.1345	0.2587	0.2579	-.1967	0.5416	0.1349	-.1523	0.5596	0.5942	0.5637	1.0000
Y12	0.0518	0.0960	0.1077	-.2765	0.6438	0.0702	-.0765	0.4833	0.7427	0.7305	0.9715
Y13	-.0668	0.0614	0.0183	-.2876	0.5762	0.0292	-.1016	0.4550	0.7184	0.7600	0.8903
Y14	-.0658	0.1887	0.1088	-.2569	0.3310	-.0628	-.1433	0.5729	0.5993	0.4140	0.8971
Y15	0.1363	0.1592	0.1885	-.2279	0.5653	0.1440	-.1137	0.3589	0.5898	0.6751	0.9149
Y16	0.0390	0.1482	0.1326	-.2663	0.5455	0.0685	-.1200	0.4462	0.6607	0.6763	0.9615
Y17	0.0461	0.1216	0.1204	-.2736	0.6016	0.0699	-.0978	0.4691	0.7090	0.7100	0.9738
Y18	0.1694	-.1301	0.0073	-.0862	0.1564	-.0625	0.1478	0.2160	0.3347	0.2299	0.2063

Sistema SAS

The PRINCOMP Procedure

Correlation Matrix

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11
Y19	0.1112	-.3555	-.1874	-.2758	0.2025	-.2329	0.3717	-.1670	0.4023	0.3469	0.2453
Y20	0.0897	-.3230	-.1741	-.2597	0.2189	-.2300	0.3606	-.0868	0.4108	0.3421	0.2633
Y21	0.1134	-.2783	-.1266	-.2272	0.2589	-.2232	0.3611	0.0039	0.4087	0.3790	0.2527

Correlation Matrix

	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21
Y1	0.0518	-.0668	-.0658	0.1363	0.0390	0.0461	0.1694	0.1112	0.0897	0.1134
Y2	0.0960	0.0614	0.1887	0.1592	0.1482	0.1216	-.1301	-.3555	-.3230	-.2783
Y3	0.1077	0.0183	0.1088	0.1885	0.1326	0.1204	0.0073	-.1874	-.1741	-.1266
Y4	-.2765	-.2876	-.2569	-.2279	-.2663	-.2736	-.0862	-.2758	-.2597	-.2272
Y5	0.6438	0.5762	0.3310	0.5653	0.5455	0.6016	0.1564	0.2025	0.2189	0.2589
Y6	0.0702	0.0292	-.0628	0.1440	0.0685	0.0699	-.0625	-.2329	-.2300	-.2232
Y7	-.0765	-.1016	-.1433	-.1137	-.1200	-.0978	0.1478	0.3717	0.3606	0.3611
Y8	0.4833	0.4550	0.5729	0.3589	0.4462	0.4691	0.2160	-.1670	-.0868	0.0039
Y9	0.7427	0.7184	0.5993	0.5898	0.6607	0.7090	0.3347	0.4023	0.4108	0.4087
Y10	0.7305	0.7600	0.4140	0.6751	0.6763	0.7100	0.2299	0.3469	0.3421	0.3790
Y11	0.9715	0.8903	0.8971	0.9149	0.9615	0.9738	0.2063	0.2453	0.2633	0.2527
Y12	1.0000	0.9382	0.8636	0.9245	0.9710	0.9935	0.2502	0.3117	0.3261	0.3243
Y13	0.9382	1.0000	0.7931	0.9150	0.9656	0.9581	0.0659	0.1758	0.1918	0.1786
Y14	0.8636	0.7931	1.0000	0.6983	0.8407	0.8590	0.2086	0.2643	0.3018	0.2878
Y15	0.9245	0.9150	0.6983	1.0000	0.9695	0.9527	0.0807	0.1844	0.1681	0.1363
Y16	0.9710	0.9656	0.8407	0.9695	1.0000	0.9919	0.0982	0.2071	0.2101	0.1835
Y17	0.9935	0.9581	0.8590	0.9527	0.9919	1.0000	0.1795	0.2640	0.2731	0.2595
Y18	0.2502	0.0659	0.2086	0.0807	0.0982	0.1795	1.0000	0.8351	0.8585	0.8998
Y19	0.3117	0.1758	0.2643	0.1844	0.2071	0.2640	0.8351	1.0000	0.9925	0.9650
Y20	0.3261	0.1918	0.3018	0.1681	0.2101	0.2731	0.8585	0.9925	1.0000	0.9830
Y21	0.3243	0.1786	0.2878	0.1363	0.1835	0.2595	0.8998	0.9650	0.9830	1.0000

Eigenvalues of the Correlation Matrix

	Autovalor	Diferencia	Proporción	Acumulada
1	8.75681476	3.92950153	0.4170	0.4170
2	4.82731324	1.83030568	0.2299	0.6469
3	2.99700756	1.51312027	0.1427	0.7896
4	1.48388729	0.52819296	0.0707	0.8602
5	0.95569432	0.32946557	0.0455	0.9057
6	0.62622875	0.12308677	0.0298	0.9356
7	0.50314198	0.18302616	0.0240	0.9595
8	0.32011583	0.11466230	0.0152	0.9748
9	0.20545353	0.08297462	0.0098	0.9846
10	0.12247891	0.00405847	0.0058	0.9904
11	0.11842045	0.04595362	0.0056	0.9960
12	0.07246683	0.06261502	0.0035	0.9995
13	0.00985180	0.00872704	0.0005	0.9999
14	0.00112476	0.00112476	0.0001	1.0000
15	0.00000000	0.00000000	0.0000	1.0000
16	0.00000000	0.00000000	0.0000	1.0000

Sistema SAS

The PRINCOMP Procedure

Eigenvalues of the Correlation Matrix

	Autovalor	Diferencia	Proporción	Acumulada
17	0.00000000	0.00000000	0.0000	1.0000
18	0.00000000	0.00000000	0.0000	1.0000
19	0.00000000	0.00000000	0.0000	1.0000
20	0.00000000	0.00000000	0.0000	1.0000
21	0.00000000	0.00000000	0.0000	1.0000

## Eigenvectors

	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7
Y1	0.006435	0.228393	0.385694	0.334307	0.125933	-.302655	-.253577
Y2	-.006947	0.364053	0.146195	-.342531	0.263921	0.207813	-.045710
Y3	0.004237	0.356934	0.286222	-.098233	0.300390	0.073485	-.201622
Y4	-.120830	0.273372	0.252977	0.094262	0.030745	0.284277	0.674837
Y5	0.223979	-.004567	-.031497	0.461409	0.015106	0.339528	-.475008
Y6	-.003221	0.315704	0.206996	0.417037	-.152882	0.016012	0.189490
Y7	-.001236	-.287289	0.001331	-.095481	0.690321	0.369082	0.000430
Y8	0.144368	0.260338	0.065214	-.330447	-.405789	0.397330	-.247646
Y9	0.270037	-.152708	-.129218	0.075177	-.144924	0.301279	0.178305
Y10	0.262915	-.081841	-.074904	0.329794	0.029505	0.271203	0.135306

## Eigenvectors

	CR8	CR9	CR10	CR11	CR12	CR13	CR14
Y1	-.087471	0.097191	0.341511	0.303162	-.143874	0.142564	0.141944
Y2	-.103163	-.044177	0.062968	-.383522	0.244370	-.302880	-.154402
Y3	-.043330	-.074312	0.291785	-.116495	0.111967	0.156394	-.006272
Y4	-.023072	0.271373	-.186936	-.131734	-.215958	0.268935	0.181681
Y5	0.195919	0.284936	-.293274	-.362640	0.055886	0.218930	-.008975
Y6	0.453880	-.246788	-.102220	0.258647	0.203583	-.317926	-.228591
Y7	0.265183	-.054784	-.071914	0.436142	-.117168	0.036146	-.033644
Y8	-.098177	-.002908	-.152189	0.433305	0.047361	0.067086	0.267390
Y9	0.303191	-.294814	0.605068	-.188970	0.119890	0.091265	0.244110
Y10	-.584278	0.183264	0.264289	0.114457	-.116414	-.268909	-.238400

## Eigenvectors

	CR15	CR16	CR17	CR18	CR19	CR20	CR21
Y1	-.006586	-.000225	-.016474	0.077294	0.412884	0.126589	-.189526
Y2	0.019436	-.031732	0.077266	0.034567	0.501798	-.101715	0.064408
Y3	-.014278	0.044841	-.075797	-.052820	-.700591	0.000000	0.000000
Y4	-.009109	0.010444	-.032296	0.018436	0.021015	0.094650	-.105832
Y5	0.003868	0.003161	0.006998	0.024416	0.051480	-.056889	0.001339
Y6	0.016430	-.027697	0.066087	-.060662	-.060036	-.146940	0.225170
Y7	0.005439	0.003094	0.011033	0.060112	0.073075	-.021147	0.033720
Y8	-.009724	-.051725	0.021117	0.176616	0.017826	0.190854	0.210035
Y9	0.023952	-.022807	0.080806	0.011849	0.100356	0.214646	-.104831
Y10	0.073197	0.006151	0.179876	0.119734	-.113140	-.061668	0.218560

## Sistema SAS

## The PRINCOMP Procedure

## Eigenvectors

	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7
Y11	0.313382	0.135321	-.006132	-.104015	0.059687	-.130770	-.036532
Y12	0.331755	0.070578	-.036226	-.010855	0.032641	-.011882	0.020474
Y13	0.312529	0.079315	-.141369	0.005014	0.029469	-.005655	0.154919
Y14	0.282318	0.075814	-.033883	-.307481	-.100905	-.166594	0.065322
Y15	0.299731	0.123189	-.077609	0.069472	0.192630	-.197958	0.053982
Y16	0.316966	0.108021	-.095060	-.032026	0.102824	-.162790	0.093965
Y17	0.327120	0.088961	-.064567	-.021037	0.066371	-.083982	0.055693
Y18	0.125884	-.187350	0.423976	-.116647	-.257230	0.182011	-.064607
Y19	0.153242	-.284811	0.350060	-.020355	0.040462	-.195973	0.098153
Y20	0.158366	-.276993	0.357372	-.057234	-.003932	-.112161	0.075273
Y21	0.157662	-.264796	0.376590	-.061097	-.032279	0.056305	-.015675

Eigenvectors

	CR8	CR9	CR10	CR11	CR12	CR13	CR14
Y11	0.162246	0.039100	-.178551	-.045562	-.294637	-.382939	0.168760
Y12	0.061364	0.024333	-.009347	-.040519	-.236894	-.338345	0.122130
Y13	-.169404	0.018466	-.107763	0.254998	0.560242	0.183122	-.042806
Y14	0.349170	0.500449	0.261249	0.068863	-.134088	0.226854	-.299639
Y15	-.165415	-.416268	-.231823	-.087332	-.108825	0.256113	0.104044
Y16	-.046969	-.089550	-.090003	0.023769	0.033200	0.253670	-.142461
Y17	0.010115	-.029834	-.047905	-.010136	-.109735	-.058305	-.003242
Y18	-.074593	-.405351	-.048123	-.060272	-.371780	0.190065	-.385262
Y19	0.000176	0.001903	-.036432	-.116496	0.184484	0.013084	0.431241
Y20	0.033964	0.107452	-.132445	-.063112	0.290503	-.045458	-.353390
Y21	-.067404	0.181313	-.037687	0.043861	0.124619	-.194625	0.236968

Eigenvectors

	CR15	CR16	CR17	CR18	CR19	CR20	CR21
Y11	0.210403	0.054056	0.484888	0.161487	-.175210	0.076563	-.426540
Y12	0.182269	0.040552	-.809590	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Y13	0.062659	0.287724	-.095775	-.031796	0.033231	-.261843	-.479219
Y14	0.104884	0.192324	0.095483	-.088232	0.051131	-.180009	0.268620
Y15	0.178605	0.365328	0.129153	-.231199	0.103825	0.207679	0.406508
Y16	0.145738	-.840251	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Y17	-.920362	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Y18	0.009621	0.066414	-.034367	-.000717	0.054148	-.297375	-.237863
Y19	0.008359	-.023771	0.042182	0.454302	-.037740	-.434758	0.297399
Y20	-.005777	0.071267	-.077641	0.253823	-.046029	0.652450	0.000000
Y21	-.011498	-.137737	0.092680	-.759603	0.000000	0.000000	0.000000

Sistema SAS

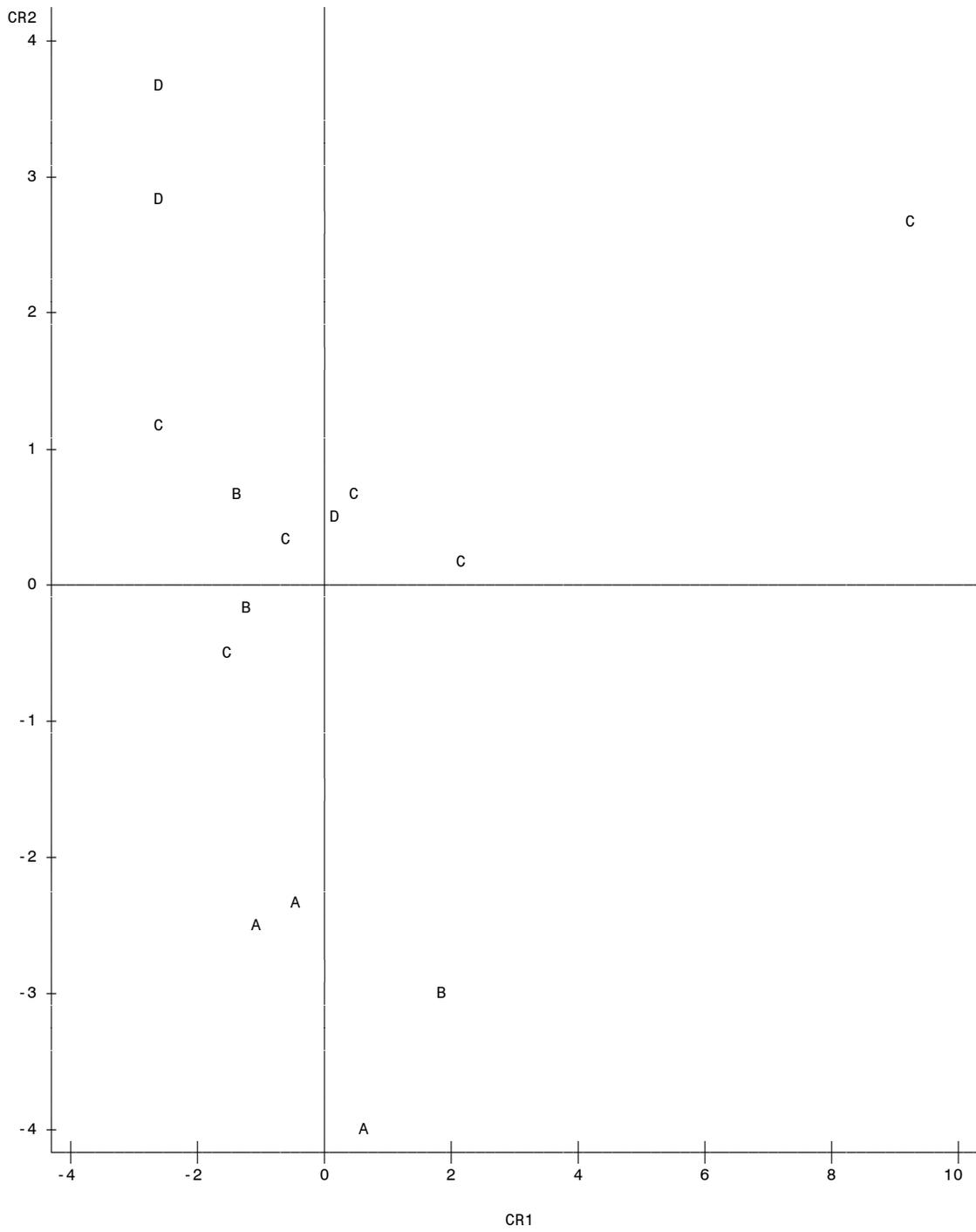
Obs	CA	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20
1	1	5.3	2	4.8	0.71	1.60	6.90	6	0	4	3	1	8	2	1	1	4	12	430.3	8.3	9.5
2	1	7.2	2	6.4	0.79	1.50	8.10	4	0	0	0	1	1	0	0	1	1	2	445.0	8.3	9.7
3	1	7.7	2	7.0	0.77	0.90	8.20	2	0	2	0	2	4	0	3	0	3	7	555.5	9.8	10.5
4	2	7.7	1	3.5	1.16	2.50	10.20	3	0	4	7	2	13	2	0	3	5	18	705.8	9.5	10.8
5	2	8.8	4	16.0	1.65	1.70	13.00	3	0	1	0	1	2	0	0	0	0	2	345.0	7.5	8.8
6	2	9.5	2	8.6	1.44	1.35	12.80	2	0	0	2	0	2	1	0	0	1	3	256.5	7.6	8.5
7	3	6.0	4	10.8	1.11	0.87	8.00	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
8	3	8.7	4	15.6	1.26	1.46	8.25	3	1	0	3	0	3	2	1	0	3	6	293.7	6.2	7.6
9	3	7.7	4	14.0	1.44	1.42	9.80	3	2	2	1	15	18	2	7	0	9	27	775.0	9.2	11.9
10	3	8.5	4	15.2	1.85	0.30	9.90	4	0	0	1	0	1	0	0	2	2	3	644.0	9.9	10.8
11	3	8.6	4	15.6	1.00	2.50	11.90	2	2	5	7	38	50	11	9	26	46	96	452.6	8.2	9.4
12	3	11.3	4	20.4	1.26	2.00	11.10	4	0	0	2	10	12	0	1	6	7	19	462.0	8.7	9.2
13	4	7.9	4	14.4	1.80	1.40	12.50	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
14	4	10.2	4	18.4	1.60	1.30	14.80	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
15	4	10.2	4	18.4	1.45	1.55	13.00	2	2	1	1	4	6	0	0	1	0	6	1228.0	10.5	12.5

Obs	Y21	ETIQ	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7	CR8	CR9
1	9.8	A	0.61010	-3.95604	-1.93436	-0.47993	1.08960	1.14335	0.00788	0.55258	-0.38286
2	8.8	A	-1.13881	-2.55604	-0.69654	-0.24665	0.30281	-0.71739	-0.79764	0.20007	-0.09125
3	9.3	A	-0.41497	-2.25001	-0.33572	-0.80099	-1.16726	-1.70869	-0.10760	0.26958	-0.14444
4	11.7	B	1.79921	-3.01755	-0.44305	2.55020	-0.99400	0.91794	0.30166	-0.45365	0.17824
5	7.7	B	-1.38510	0.65060	1.05615	0.72181	0.57730	0.20120	0.39152	0.80872	0.03075
6	7.9	B	-1.28678	-0.24089	0.25811	1.61524	-0.67592	-1.09605	0.62191	-0.08751	0.42106
7	0.0	C	-2.66186	1.24931	-3.03589	-1.42973	-0.45379	0.07238	-0.33811	-0.62386	-0.26776
8	8.6	C	-0.62019	0.25976	0.03543	-0.53060	0.47683	0.36948	-0.58895	-1.21151	0.74260
9	12.9	C	2.08306	0.10680	1.35780	-2.18835	-0.82475	0.59761	0.15874	0.75285	0.93586
10	10.3	C	-1.56138	-0.48822	1.88681	-1.09160	1.21768	-0.24497	1.77768	-0.61510	-0.36465

11	8.8	C	9.23542	2.59736	-1.36516	-0.00220	0.20841	-0.46368	0.24516	-0.12127	-0.29263
12	9.7	C	0.45339	0.66712	1.70775	0.86822	2.05316	-0.48596	-1.12553	0.05272	0.18627
13	0.0	D	-2.67842	2.87569	-1.53743	0.30362	-0.31831	0.64044	0.41739	0.24059	0.10876
14	0.0	D	-2.64191	3.63167	-0.69455	0.98925	-0.07843	0.05461	-0.20581	0.49924	-0.24301
15	13.9	D	0.20825	0.47045	3.74064	-0.27829	-1.41333	0.71974	-0.75831	-0.26343	-0.81694

Obs	CR10	CR11	CR12	CR13	CR14	CR15	CR16	CR17	CR18	CR19	CR20	CR21
1	0.24843	0.36327	0.18590	-0.03381	0.036277	0	0	0	0	0	0	0
2	-0.85694	0.19431	-0.04757	0.09627	-0.044085	0	0	0	0	0	0	0
3	0.62199	-0.28898	0.00767	0.10183	0.013896	0	0	0	0	0	0	0
4	0.12533	-0.26412	-0.31480	0.00805	-0.032051	0	0	0	0	0	0	0
5	-0.11967	-0.73715	0.52893	-0.04482	-0.023736	0	0	0	0	0	0	0
6	-0.26084	0.47722	0.18986	-0.15339	0.043324	0	0	0	0	0	0	0
7	-0.07772	-0.35947	-0.13783	-0.19879	-0.007619	0	0	0	0	0	0	0
8	0.21987	0.09898	0.46025	0.09844	-0.004725	0	0	0	0	0	0	0
9	-0.01352	0.12251	-0.23240	-0.05425	-0.014560	0	0	0	0	0	0	0
10	0.00567	0.08304	-0.19697	0.02691	-0.019071	0	0	0	0	0	0	0
11	-0.12913	0.00670	0.11046	0.01707	-0.001373	0	0	0	0	0	0	0
12	0.17671	-0.19356	-0.41738	-0.05638	0.027829	0	0	0	0	0	0	0
13	-0.29018	-0.16763	-0.20646	0.18654	0.060857	0	0	0	0	0	0	0
14	0.47976	0.57349	-0.02648	0.01693	-0.056719	0	0	0	0	0	0	0
15	-0.12975	0.09137	0.09681	-0.01060	0.021755	0	0	0	0	0	0	0

Trazado de CR2\*CR1. El símbolo es el valor de ETIQ.



## e) Análisis de conglomerados para la población base

### EDIT

```
*/Y1-21= VARIABLES RESPUESTA
  CA CONDICIÓN AMBIENTAL
*/;
OPTIONS PS=60 LS=100;
DATA CIRIAN;
INPUT CUAD $ Y1-Y21 $;
CARDS;

;
proc print;
proc cluster data=cirian method=average outtree=dendr;
var Y1 Y2 Y3 Y4 Y5 Y6 Y7 Y8 Y9 Y10 Y11 Y12 Y13 Y14 Y15 Y16 Y17 Y18 Y19
Y20;
copy cuad;
proc tree data=dendr;
run;
```

### SALIDA

Sistema SAS

Procedimiento CLUSTER

Análisis del conglomerado de enlace medio

Autovalores de la matriz de covarianza

	Autovalor	Diferencia	Proporción	Acumulada
1	100704.040	100257.517	0.9944	0.9944
2	446.523	379.838	0.0044	0.9988
3	66.685	33.385	0.0007	0.9994
4	33.300	25.389	0.0003	0.9998
5	7.911	2.495	0.0001	0.9998
6	5.415	2.338	0.0001	0.9999
7	3.078	1.185	0.0000	0.9999
8	1.893	0.250	0.0000	1.0000
9	1.643	0.260	0.0000	1.0000
10	1.383	0.634	0.0000	1.0000
11	0.750	0.232	0.0000	1.0000
12	0.518	0.286	0.0000	1.0000
13	0.232	0.060	0.0000	1.0000
14	0.173	0.007	0.0000	1.0000
15	0.165	0.100	0.0000	1.0000
16	0.065	0.031	0.0000	1.0000
17	0.034	0.007	0.0000	1.0000
18	0.027	0.027	0.0000	1.0000
19	0.000	0.000	0.0000	1.0000
20	0.000		0.0000	1.0000

Desviación estándar de la muestra total cuadrática media = 71.15962  
 Distancia cuadrática media entre observaciones = 450.053

Historia de conglomerado

NCL	-Conglomerados unidos-	Frecuencia	Norm RMS Dist	T i e
39	OB8	OB9	2	0.0015
38	CL39	OB10	3	0.0027
37	OB13	OB32	2	0.0056
36	OB20	OB34	2	0.0066
35	CL38	OB11	4	0.0084
34	OB30	OB33	2	0.0095
33	OB26	OB37	2	0.0095
32	CL37	OB29	3	0.0098
31	CL35	CL32	7	0.01
30	OB14	OB31	2	0.0101
29	CL30	OB36	3	0.0124
28	CL29	CL34	5	0.0133
27	CL33	OB35	3	0.0135
26	OB1	CL36	3	0.0139
25	CL31	OB12	8	0.0154
24	CL26	CL28	8	0.016
23	CL24	OB2	9	0.0188
22	CL23	CL25	17	0.0248
21	OB16	OB38	2	0.0277
20	OB6	OB15	2	0.0378

Sistema SAS

Procedimiento CLUSTER

Análisis del conglomerado de enlace medio

Historia de conglomerado

NCL	-Conglomerados unidos-	Frecuencia	Norm RMS Dist	T i e
19	CL22	CL27	20	0.039
18	OB21	OB25	2	0.0411
17	OB4	OB5	2	0.0453
16	OB3	OB23	2	0.046
15	OB18	OB19	2	0.0504
14	CL17	OB28	3	0.0799
13	OB7	OB27	2	0.0829
12	CL15	CL18	4	0.1025
11	CL13	OB17	3	0.1117
10	CL16	CL21	4	0.1243
9	OB22	OB39	2	0.1296
8	CL14	CL11	6	0.1851
7	CL10	CL20	6	0.2641
6	CL8	OB24	7	0.2858
5	CL6	CL12	11	0.3612
4	CL7	CL9	8	0.3887
3	CL4	CL5	19	0.7556
2	CL19	CL3	39	1.1699
1	CL2	OB40	40	2.2787

## f) Análisis de conglomerados para la población seleccionada

### EDIT

```

*/Y1-21= VARIABLES RESPUESTA
  CA CONDICIÓN AMBIENTAL
*/;
OPTIONS PS=60 LS=100;
DATA CIRIAN;
INPUT CUAD $ Y1-Y21 $;
CARDS;

;
proc print;
proc cluster data=cirian method=average outtree=dendr;
var Y1 Y2 Y3 Y4 Y5 Y6 Y7 Y8 Y9 Y10 Y11 Y12 Y13 Y14 Y15 Y16 Y17 Y18 Y19
Y20;
copy cuad;
proc tree data=dendr;
run;

```

### SALIDA

Sistema SAS

Procedimiento CLUSTER

Análisis del conglomerado de enlace medio

Autovalores de la matriz de covarianza

	Autovalor	Diferencia	Proporción	Acumulada
1	107519.727	106515.001	0.9901	0.9901
2	1004.726	966.168	0.0093	0.9994
3	38.558	30.133	0.0004	0.9997
4	8.425	0.735	0.0001	0.9998
5	7.690	3.271	0.0001	0.9999
6	4.419	1.214	0.0000	0.9999
7	3.205	1.475	0.0000	1.0000
8	1.730	0.768	0.0000	1.0000
9	0.961	0.505	0.0000	1.0000
10	0.456	0.228	0.0000	1.0000
11	0.228	0.055	0.0000	1.0000
12	0.172	0.139	0.0000	1.0000
13	0.033	0.028	0.0000	1.0000
14	0.005	0.005	0.0000	1.0000
15	0.000	0.000	0.0000	1.0000
16	0.000	0.000	0.0000	1.0000
17	0.000	0.000	0.0000	1.0000
18	-0.000	0.000	-0.0000	1.0000
19	-0.000	0.000	-0.0000	1.0000
20	-0.000	-0.000	-0.0000	1.0000

Desviación estándar de la muestra total cuadrática media = 73.68525  
 Distancia cuadrática media entre observaciones = 466.0265

Historia de conglomerado

NCL	-Conglomerados unidos-	Frecuencia	Norm RMS Dist	T i e
14	OB13      OB14	2	0.0111	
13	OB7      CL14	3	0.0192	
12	OB1      OB2	2	0.0438	
11	CL12      OB12	3	0.0771	
10	OB6      OB8	2	0.0826	
9	OB4      OB10	2	0.1425	
8	OB5      CL10	3	0.1562	
7	CL9      OB9	3	0.2335	
6	CL11      OB3	4	0.2394	
5	CL6      OB11	5	0.2721	
4	CL5      CL8	8	0.4053	
3	CL4      CL7	11	0.6962	
2	CL3      CL13	14	1.1049	
1	CL2      OB15	15	1.8888	

## g) Análisis de variación para el estudio fitoquímico

```
*/CA CONDICIÓN AMBIENTAL 1 BARRANCA, 2 POTRERO, 3 CULTIVO, 4 TRASPATIO
ARB ARBOL
FRUT FRUTO
PA PRINCIPIO ACTIVO
*/;
OPTIONS PS=60 LS=100;
DATA FLAVON;
INPUT CA ARB FRUT PA;
CARDS;

;
PROC PRINT;

PROC GLM;
CLASS CUAD ARB FRUT;

MODEL FLAV = CUAD ARB (CUAD) FRUT (ARB);
MEANS CUAD ARB (CUAD) FRUT (ARB) /DUNCAN;
RUN;
```

## h) Análisis de componentes principales para el estudio fitoquímico

### EDIT

```
*/CA CONDICIÓN AMBIENTAL
ARB ARBOL
FRUT FRUTO
Y1 = ALTURA
Y2 = DOSEL
Y3 = AREA DOSEL
Y4 = ALTURA DEL TRONCO
Y5 = DIAMETRO DEL TRONCO
Y6 = DIAMETRO DE RAMAS
Y7 = TOTAL DE FRUTOS
Y8 = MATERIA SECA
Y9 = GRADOS BRUX
Y10 = PESO
Y11 = VOLUMEN
Y12 = FENOLES TOTALES
Y13= FENOLES NO TANINOS
Y14= TANINOS CONDENSADOS
Y15 = FLAVONOIDES
Y16 = ACT ANTIOXIDANTE
*/;
OPTIONS PS=60 LS=100;
DATA FITOQ;
INPUT CA ARB FRUT $ Y1-Y16 ETIQ $;
CARDS;

1 2 3 22.2 15 127.3 3 0.987 0.637 7 12.9 17.8 701.8 700 6.640 0.540 13.552 0.289 26.156 a
1 2 2 22.2 15 127.3 3 0.987 0.637 7 13.2 15.8 769.7 800 2.066 0.647 4.970 0.350 76.088 a
```

1	2	1	22.2	15	127.3	3	0.987	0.637	7	13.7	16.2	755.7	800	9.415	0.630	14.481	0.353	26.075	a
1	10	1	7.5	9.5	65.1	0.1	0.474	0.158	75	13.4	20.0	612.3	610	7.185	0.572	15.755	0.264	22.910	a
1	10	2	7.5	9.5	65.1	0.1	0.474	0.158	75	13.8	16.0	535.8	590	4.890	0.353	9.371	0.596	21.937	a
1	10	3	7.5	9.5	65.1	0.1	0.474	0.158	75	13.9	16.0	835.1	900	8.290	0.548	12.512	0.238	22.304	a
1	36	3	12	12	47.7	1.5	0.286	0.143	100	11.4	10.2	633.0	630	3.664	0.299	5.481	0.735	37.640	a
1	36	2	12	12	47.7	1.5	0.286	0.143	100	12.1	13.7	571.3	610	4.311	0.829	11.436	0.439	49.730	a
1	36	1	12	12	47.7	1.5	0.286	0.143	100	12.5	16.0	502.2	580	2.562	0.183	5.942	0.960	71.152	a
1	37	1	2	6.7	40.7	0.7	0.127	0.086	2	11.5	11.8	708.0	720	4.611	0.368	9.907	1.073	39.700	a
1	37	2	2	6.7	40.7	0.7	0.127	0.086	2	13.6	16.5	827.8	900	2.754	0.663	7.743	0.566	43.607	a
1	38	1	4	5	6.0	0.2	0.150	0.114	6	12.4	13.0	741.4	750	4.000	0.263	10.484	0.862	61.538	a
1	38	2	4	5	6.0	0.2	0.150	0.114	6	12.6	16.0	627.1	700	3.331	0.429	10.841	0.743	52.290	a
1	38	3	4	5	6.0	0.2	0.150	0.114	6	13.1	15.0	875.8	950	5.222	0.543	12.334	0.492	30.559	a
2	29	1	6.1	11	55.0	1.16	0.255	0.250	55	9.8	13.4	677.6	700	4.135	0.274	8.731	1.480	24.546	b
2	29	2	6.1	11	55.0	1.16	0.255	0.250	55	10.9	13.6	726.1	800	5.070	0.410	13.514	0.453	30.779	b
2	29	3	6.1	11	55.0	1.16	0.255	0.250	55	12.1	14.0	799.7	900	7.787	0.706	12.484	0.395	16.502	b
2	31	2	8.1	8.5	36.3	1.6	0.280	0.145	25	11.8	13.6	604.8	610	7.493	0.900	16.134	0.581	21.540	b
2	31	3	8.1	8.5	36.3	1.6	0.280	0.145	25	12.6	13.0	641.9	690	10.218	0.926	15.698	0.245	16.714	b
2	31	1	8.1	8.5	36.3	1.6	0.280	0.145	25	12.8	15.0	623.0	680	5.274	0.411	10.034	0.738	31.129	b
2	32	1	6.1	6.4	12.2	0.95	0.201	0.138	50	10.9	10.2	513.0	510	5.718	0.707	9.331	1.117	38.230	b
2	32	3	6.1	6.4	12.2	0.95	0.201	0.138	50	12.1	13.6	527.6	590	7.628	0.685	9.900	0.259	22.574	b
2	32	2	6.1	6.4	12.2	0.95	0.201	0.138	50	12.8	13.0	429.9	500	6.504	1.225	14.860	0.187	17.244	b
2	4	3	8.1	12.7	55.1	1.26	0.392	0.210	15	11.3	18.0	799.9	900	3.864	0.237	8.711	0.702	38.258	b
2	4	2	8.1	12.7	55.1	1.26	0.392	0.210	15	12.4	21.2	799.5	900	2.710	0.385	8.627	0.603	57.317	b
2	4	1	8.1	12.7	55.1	1.26	0.392	0.210	15	13.3	15.2	912.9	1100	4.487	0.398	11.783	0.494	42.026	b
2	5	2	8	10	47.5	1.7	0.395	0.256	80	11.8	16.1	593.4	600	2.570	0.558	5.082	0.697	47.671	b
2	5	1	8	10	47.5	1.7	0.395	0.256	80	12.8	12.0	487.2	500	7.154	0.269	12.675	0.376	16.583	b
2	5	3	8	10	47.5	1.7	0.395	0.256	80	13.5	16.0	698.3	700	6.363	0.359	12.835	0.159	21.731	b
3	22	1	8	11.3	52.7	1.64	0.477	0.264	100	10.7	15.0	617.4	610	4.283	0.261	8.932	1.203	40.240	c
3	22	2	8	11.3	52.7	1.64	0.477	0.264	100	11.9	12.2	899.2	1000	9.122	1.317	21.981	0.446	12.453	c
3	22	3	8	11.3	52.7	1.64	0.477	0.264	100	14.0	12.5	685.6	750	7.702	0.604	9.732	0.283	17.279	c
3	1	2	9.6	13	77.7	2.05	0.477	0.396	7	11.9	16.3	808.5	820	5.861	0.544	11.277	0.261	16.252	c
3	1	3	9.6	13	77.7	2.05	0.477	0.396	7	13.2	14.3	833.0	900	5.650	0.406	8.255	0.612	34.015	c
3	1	1	9.6	13	77.7	2.05	0.477	0.396	7	15.1	15.0	456.2	500	10.856	0.654	18.040	0.338	13.613	c
3	13	1	8.7	12.3	63.9	1.2	0.420	0.460	60	8.9	10.9	1201.6	1340	6.027	0.474	11.956	0.741	18.339	c
3	13	2	8.7	12.3	63.9	1.2	0.420	0.460	60	10.0	15.5	475.6	500	6.887	0.707	11.011	0.641	17.194	c
3	13	3	8.7	12.3	63.9	1.2	0.420	0.460	60	11.3	11.0	458.0	500	11.654	0.722	15.110	0.505	10.127	c
3	25	2	8	15	107.5	1.57	0.541	0.358	2	10.1	11.7	574.8	590	5.777	0.927	9.781	0.399	19.289	c
3	25	1	8	15	107.5	1.57	0.541	0.358	2	11.2	11.5	507.6	550	3.896	0.499	8.791	1.082	44.540	c
3	27	1	10.5	13	119.6	1.45	0.541	0.275	30	11.1	13.3	859.9	880	6.900	0.564	18.286	1.336	24.724	c
3	27	3	10.5	13	119.6	1.45	0.541	0.275	30	11.4	16.2	1003.0	1050	10.425	1.026	25.726	0.280	14.106	c
3	27	2	10.5	13	119.6	1.45	0.541	0.275	30	11.9	14.5	796.9	850	8.230	0.773	25.483	0.304	21.745	c
4	19	3	9.8	8.1	26.6	2.4	0.331	0.286	90	9.3	17.0	885.3	900	10.054	0.481	13.373	0.483	10.959	d
4	19	2	9.8	8.1	26.6	2.4	0.331	0.286	90	12.9	16.5	568.5	600	5.192	0.794	12.033	0.666	31.854	d

```

4 19 1 9.8 8.1 26.6 2.4 0.331 0.286 90 13.2 10.5 621.1 700 3.483 0.154 8.363 1.248 59.030 d
4 20 3 9.4 10.4 42.1 1.9 0.417 0.230 60 11.6 16.0 714.7 760 11.664 0.703 14.020 0.241 17.481 d
4 20 1 9.4 10.4 42.1 1.9 0.417 0.230 60 12.0 15.6 719.5 800 7.771 0.494 11.829 0.519 21.186 d
4 20 2 9.4 10.4 42.1 1.9 0.417 0.230 60 12.1 19.0 715.4 780 7.424 0.743 17.509 0.258 22.944 d
4 21 3 8.4 7 16.0 1.37 0.541 0.339 25 8.3 12.3 284.1 250 9.894 0.535 10.913 0.324 14.896 d
4 21 1 8.4 7 16.0 1.37 0.541 0.339 25 10.8 14.6 295.2 300 6.631 0.515 10.727 0.551 20.199 d
4 21 2 8.4 7 16.0 1.37 0.541 0.339 25 11.4 13.0 355.6 400 4.090 0.424 6.758 0.947 27.945 d
4 16 3 8.6 14.4 74.2 1.5 0.509 0.286 19 10.3 12.4 892.3 900 13.454 0.667 11.424 0.425 5.957 d
4 16 1 8.6 14.4 74.2 1.5 0.509 0.286 19 10.6 14.0 606.4 690 7.323 0.510 13.543 0.768 19.932 d
4 16 2 8.6 14.4 74.2 1.5 0.509 0.286 19 11.0 15.4 953.8 1050 9.427 0.919 14.939 0.444 13.330 d
4 39 3 9.8 10.8 54.7 3.2 0.245 0.180 83 12.3 12.1 838.3 830 10.449 0.989 19.171 0.239 15.272 d
4 39 2 9.8 10.8 54.7 3.2 0.245 0.180 83 12.5 15.2 1243.9 1200 8.009 1.201 27.469 0.205 30.138 d
4 39 1 9.8 10.8 54.7 3.2 0.245 0.180 83 14.4 12.5 820.4 850 5.266 0.332 7.207 0.959 82.751 d

```

```

;
PROC PRINT;

PROC CORR;
VAR Y1-Y16 FITO1-FITO16;

PROC PRINCOMP OUT=VOYCP1 PREFIX=FQUIM;
VAR Y1 Y2 Y3 Y4 Y5 Y6 Y7 Y8 Y9 Y10 Y11 Y12 Y13 Y14 Y15 Y16;

PROC PRINT DATA=VOYCP1;

PROC PLOT;
PLOT FQUIM2*FQUIM1=ETIQ/VREF=0 HREF=0;

RUN;

```

## SALIDA

```

Sistema SAS

The PRINCOMP Procedure

Observations      58
Variables          16

Simple Statistics

      Y1          Y2          Y3          Y4          Y5          Y6
Mean    8.874137931    10.59655172    55.78507175    1.535862069    0.4047045393    0.2620096922
StD     3.760018680     2.83350663    32.12309030    0.765102985    0.1858778842    0.1293818997

Simple Statistics

      Y7          Y8          Y9          Y10         Y11         Y12
Mean    46.01724138    12.01437723    14.44094828    693.5093103    737.4137931    6.539996583
StD     33.77505120     1.36851062     2.35636362    191.5426268    206.8863604    2.649174584

Simple Statistics

```

	Y13	Y14	Y15	Y16
Mean	0.5906231188	12.39392295	0.5716264147	29.69517573
Std	0.2598874903	4.81318273	0.3196409005	17.11620004

Correlation Matrix

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
Y1	1.0000	0.5995	0.6282	0.6807	0.8080	0.7270	0.0007	0.1437
Y2	0.5995	1.0000	0.8647	0.4446	0.6537	0.6111	-.0968	-.0695
Y3	0.6282	0.8647	1.0000	0.3589	0.7387	0.6275	-.2512	0.0531
Y4	0.6807	0.4446	0.3589	1.0000	0.4078	0.5026	0.1522	0.1017
Y5	0.8080	0.6537	0.7387	0.4078	1.0000	0.8426	-.2326	0.0079
Y6	0.7270	0.6111	0.6275	0.5026	0.8426	1.0000	-.2374	-.1353
Y7	0.0007	-.0968	-.2512	0.1522	-.2326	-.2374	1.0000	0.0355
Y8	0.1437	-.0695	0.0531	0.1017	0.0079	-.1353	0.0355	1.0000
Y9	0.1906	0.0999	0.1418	-.0106	0.2255	0.0426	-.1167	0.2710
Y10	0.0702	0.2859	0.3062	0.1990	-.0145	-.0143	-.0174	0.0376
Y11	0.0360	0.2905	0.2810	0.1335	-.0293	-.0256	-.0426	0.0688
Y12	0.0950	0.1644	0.1544	0.1866	0.1849	0.1751	0.0353	-.1475
Y13	0.0616	0.0823	0.1348	0.1822	0.0420	0.0222	0.0185	-.0268
Y14	0.0610	0.1357	0.2668	0.1632	0.0660	-.0002	0.0383	0.0140
Y15	-.2066	-.1050	-.1192	-.1338	-.2165	-.1275	0.0148	-.2525
Y16	0.1118	-.0851	-.0817	0.0868	-.1346	-.1546	0.0013	0.3151

Correlation Matrix

	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16
Y1	0.1906	0.0702	0.0360	0.0950	0.0616	0.0610	-.2066	0.1118
Y2	0.0999	0.2859	0.2905	0.1644	0.0823	0.1357	-.1050	-.0851
Y3	0.1418	0.3062	0.2810	0.1544	0.1348	0.2668	-.1192	-.0817
Y4	-.0106	0.1990	0.1335	0.1866	0.1822	0.1632	-.1338	0.0868

Sistema SAS

13:37 Monday, May 31, 2012 5

The PRINCOMP Procedure

Correlation Matrix

	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16
Y5	0.2255	-.0145	-.0293	0.1849	0.0420	0.0660	-.2165	-.1346
Y6	0.0426	-.0143	-.0256	0.1751	0.0222	-.0002	-.1275	-.1546
Y7	-.1167	-.0174	-.0426	0.0353	0.0185	0.0383	0.0148	0.0013
Y8	0.2710	0.0376	0.0688	-.1475	-.0268	0.0140	-.2525	0.3151
Y9	1.0000	0.1625	0.1752	-.1022	-.0553	0.0871	-.3156	0.0718
Y10	0.1625	1.0000	0.9808	0.1286	0.1924	0.3930	-.1432	-.0083
Y11	0.1752	0.9808	1.0000	0.0883	0.1622	0.3498	-.1330	0.0086
Y12	-.1022	0.1286	0.0883	1.0000	0.5150	0.6334	-.5241	-.7621
Y13	-.0553	0.1924	0.1622	0.5150	1.0000	0.6631	-.5342	-.4494
Y14	0.0871	0.3930	0.3498	0.6334	0.6631	1.0000	-.4459	-.5235
Y15	-.3156	-.1432	-.1330	-.5241	-.5342	-.4459	1.0000	0.4583
Y16	0.0718	-.0083	0.0086	-.7621	-.4494	-.5235	0.4583	1.0000

Eigenvalues of the Correlation Matrix

	Autovalor	Diferencia	Proporción	Acumulada
1	4.69722594	1.66085799	0.2936	0.2936

2	3.03636795	0.93196098	0.1898	0.4833
3	2.10440697	0.60445474	0.1315	0.6149
4	1.49995223	0.19608153	0.0937	0.7086
5	1.30387069	0.52406857	0.0815	0.7901
6	0.77980212	0.16107984	0.0487	0.8389
7	0.61872228	0.08131491	0.0387	0.8775
8	0.53740737	0.10879643	0.0336	0.9111
9	0.42861094	0.10443716	0.0268	0.9379
10	0.32417378	0.10532687	0.0203	0.9582
11	0.21884691	0.04653181	0.0137	0.9718
12	0.17231510	0.04904615	0.0108	0.9826
13	0.12326895	0.04379124	0.0077	0.9903
14	0.07947771	0.01376012	0.0050	0.9953
15	0.06571759	0.05588411	0.0041	0.9994
16	0.00983348		0.0006	1.0000

Eigenvectors

	FQUIM1	FQUIM2	FQUIM3	FQUIM4	FQUIM5	FQUIM6	FQUIM7	FQUIM8
Y1	0.353784	0.256096	-.045448	0.163965	0.203615	0.015849	-.148792	0.036318
Y2	0.363864	0.160588	0.058506	-.198453	-.004682	0.090979	0.390553	0.090971
Y3	0.381388	0.149189	0.073018	-.129926	-.136691	-.096662	0.455373	0.155852
Y4	0.279420	0.115080	0.024125	0.063685	0.510356	-.144616	-.433033	-.028304
Y5	0.370321	0.232884	-.166365	0.059222	-.137877	0.088114	0.024257	-.029943
Y6	0.345094	0.236111	-.207811	-.089383	-.048352	0.019507	-.223338	-.166808
Y7	-.070604	-.083145	0.007908	0.092014	0.685556	0.551094	0.319465	0.074586
Y8	0.011950	0.054425	0.246468	0.607154	0.064178	-.363992	0.398248	-.360759
Y9	0.098075	0.036011	0.230865	0.453347	-.365604	0.538947	-.190179	0.339802
Y10	0.173875	-.174645	0.552265	-.231061	0.019835	0.055057	-.142757	-.157095
Y11	0.158367	-.163698	0.566607	-.223792	-.024451	0.056095	-.102852	-.192576

Sistema SAS

13:37 Monday, May 31, 2012 6

The PRINCOMP Procedure

Eigenvectors

	FQUIM1	FQUIM2	FQUIM3	FQUIM4	FQUIM5	FQUIM6	FQUIM7	FQUIM8
Y12	0.218430	-.381046	-.245907	-.036681	0.042892	0.054376	0.015486	-.361954
Y13	0.179560	-.382586	-.078772	0.084131	0.102892	-.366955	-.089682	0.539170
Y14	0.216580	-.412663	0.048486	0.019818	0.036295	-.116129	0.133474	0.313628
Y15	-.209377	0.294697	0.056576	-.438040	0.102255	-.059115	0.129169	0.214588
Y16	-.148060	0.382057	0.324592	0.120443	0.158303	-.256203	-.097006	0.239848

Eigenvectors

	FQUIM9	FQUIM10	FQUIM11	FQUIM12	FQUIM13	FQUIM14	FQUIM15	FQUIM16
Y1	0.017326	0.242103	-.395476	0.124936	-.366231	-.540998	-.239367	0.010431
Y2	-.198491	-.524139	0.029765	0.006272	0.137756	-.365222	0.367157	0.166398
Y3	0.020821	-.062584	-.054147	-.096444	-.103066	0.410707	-.563282	-.192919
Y4	0.249132	-.443052	0.220623	-.136063	-.169133	0.261173	0.063584	-.089094
Y5	-.006525	0.382930	-.076629	0.191231	-.152236	0.442951	0.583408	0.017840
Y6	-.060899	0.302310	0.413542	-.176309	0.575628	-.148480	-.202544	0.044095
Y7	-.144365	0.208642	0.069941	0.008423	0.120608	0.109322	-.042661	-.024633
Y8	0.140570	0.073530	0.296642	0.119529	0.005585	-.095104	0.039210	0.063965
Y9	0.235180	-.174636	0.152287	0.172707	0.082622	-.004277	-.093546	-.008748
Y10	-.051320	0.127531	-.008617	0.047284	-.078612	0.143037	-.116481	0.686282
Y11	-.112343	0.135081	0.057658	0.085654	0.011628	-.130333	0.141265	-.668566
Y12	0.295434	-.189522	-.324173	0.503984	0.331154	0.063818	-.111508	-.027785
Y13	-.363832	0.084826	0.245944	0.402916	0.027264	-.009584	-.026637	0.013049
Y14	0.513378	0.226303	-.142866	-.484264	0.136977	-.130929	0.207390	0.021679
Y15	0.545083	0.141841	0.287629	0.423917	-.044584	-.123588	0.007904	0.023609

Y16 -.050571 -.005817 -.475417 0.067578 0.542467 0.154107 0.057730 -.008723

Sistema SAS

13:37 Monday, May 31, 2012 7

Obs	INTHUM	ARB	FRUT	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12
1	1	2	3	22.2	15.0	127.295	3.00	0.98679	0.63664	7	12.9325	17.775	701.82	700	6.6401
2	1	2	2	22.2	15.0	127.295	3.00	0.98679	0.63664	7	13.2326	15.800	769.73	800	2.0658
3	1	2	1	22.2	15.0	127.295	3.00	0.98679	0.63664	7	13.7237	16.200	755.72	800	9.4148
4	1	10	1	7.5	9.5	65.133	0.10	0.47430	0.15810	75	13.3587	20.000	612.29	610	7.1845
5	1	10	2	7.5	9.5	65.133	0.10	0.47430	0.15810	75	13.8188	16.000	535.80	590	4.8896
6	1	10	3	7.5	9.5	65.133	0.10	0.47430	0.15810	75	13.8751	16.000	835.05	900	8.2900
7	1	36	3	12.0	12.0	47.700	1.50	0.28649	0.14324	100	11.4493	10.200	633.04	630	3.6644
8	1	36	2	12.0	12.0	47.700	1.50	0.28649	0.14324	100	12.1145	13.700	571.30	610	4.3110
9	1	36	1	12.0	12.0	47.700	1.50	0.28649	0.14324	100	12.5323	16.000	502.17	580	2.5616
10	1	37	1	2.0	6.7	40.722	0.70	0.12733	0.08595	2	11.5072	11.800	707.97	720	4.6112
11	1	37	2	2.0	6.7	40.722	0.70	0.12733	0.08595	2	13.6380	16.500	827.76	900	2.7541
12	1	38	1	4.0	5.0	6.037	0.20	0.14961	0.11353	6	12.3993	12.950	741.41	750	4.0002
13	1	38	2	4.0	5.0	6.037	0.20	0.14961	0.11353	6	12.6455	16.000	627.06	700	3.3314
14	1	38	3	4.0	5.0	6.037	0.20	0.14961	0.11353	6	13.1015	15.000	875.79	950	5.2218
15	2	29	1	6.1	11.0	55.000	1.16	0.25466	0.24988	55	9.8086	13.350	677.55	700	4.1353
16	2	29	2	6.1	11.0	55.000	1.16	0.25466	0.24988	55	10.9049	13.600	726.08	800	5.0700

Obs	Y13	Y14	Y15	Y16	ETIQ	FQUIM1	FQUIM2	FQUIM3	FQUIM4	FQUIM5	FQUIM6
1	0.53998	13.5518	0.28927	26.1561	a	5.81013	2.94959	-0.67913	1.35397	-0.57874	0.06283
2	0.64669	4.9704	0.34972	76.0875	a	4.70765	5.19716	0.91450	1.24809	0.12159	-1.21816
3	0.62986	14.4814	0.35323	26.0751	a	6.16848	2.27476	-0.52733	1.13505	-0.19628	-0.56822
4	0.57245	15.7551	0.26439	22.9101	a	-0.35898	-0.97762	0.08145	2.30652	-1.41995	1.66470
5	0.35315	9.3710	0.59632	21.9374	a	-1.44321	0.54970	-0.24739	1.32779	-0.85823	0.96975
6	0.54778	12.5125	0.23828	22.3042	a	-0.14621	-1.33308	1.07515	1.17853	-0.81659	0.90477
7	0.29864	5.4812	0.73458	37.6397	a	-1.54381	1.56828	-0.23961	-0.86887	1.95450	0.40098
8	0.82937	11.4362	0.43851	49.7302	a	-0.68637	0.33239	0.00630	0.87394	1.72123	-0.00459
9	0.18349	5.9419	0.96023	71.1523	a	-2.03748	3.10359	0.82681	0.84593	1.41991	0.97381
10	0.36756	9.9068	1.07316	39.6997	a	-3.51617	-0.00036	0.60678	-1.52656	-0.97697	-1.20384
11	0.66292	7.7430	0.56623	43.6074	a	-2.80358	-0.45776	2.33482	0.81845	-1.67063	-0.98005
12	0.26272	10.4843	0.86182	61.5379	a	-4.06940	0.35577	1.31253	-0.25824	-1.04679	-1.09387
13	0.42889	10.8408	0.74268	52.2901	a	-3.84864	0.06075	1.00792	0.79256	-1.58040	-0.60469
14	0.54316	12.3345	0.49206	30.5593	a	-2.81494	-1.64532	1.74237	0.43952	-1.60169	-0.60238
15	0.27420	8.7315	1.47988	24.5460	b	-1.94575	1.32939	-0.12318	-2.68620	0.01959	0.86560
16	0.40961	13.5137	0.45312	30.7790	b	-0.80071	-0.29787	0.36938	-0.81693	-0.14059	0.48147

Obs	FQUIM7	FQUIM8	FQUIM9	FQUIM10	FQUIM11	FQUIM12	FQUIM13	FQUIM14	FQUIM15	FQUIM16
1	-0.70848	-0.11574	0.42571	0.57981	-0.02365	-0.19722	-0.50379	-0.22994	-0.22494	0.07140
2	-1.12217	0.39904	-1.43233	0.82127	-0.47848	0.17831	0.17517	0.28600	-0.12919	0.00662
3	-0.40371	-0.77900	0.67313	0.74317	-0.15077	0.46935	-0.20104	-0.29203	-0.18888	-0.03145
4	1.39496	0.66116	0.26739	0.50215	-0.26262	0.17370	0.18085	0.24590	-0.12408	0.14415
5	1.94353	-0.30381	-0.11417	0.69941	0.16498	0.19566	-0.49595	0.16603	-0.07031	-0.01960
6	1.47582	-0.94397	-0.52674	0.91304	-0.40743	0.56197	-0.00466	0.32131	-0.07434	0.01506
7	0.86501	-0.42688	-1.07313	-0.18082	-0.74689	-0.28502	-0.93116	-0.50941	-0.13211	0.16477
8	0.62967	1.34314	-1.20442	-0.18718	-0.73517	0.00783	-0.05104	-0.53815	-0.01968	0.04495
9	0.78178	0.84079	0.05235	-0.52056	-0.86084	0.17857	0.22136	-0.48180	-0.08921	-0.10601
10	0.05200	-0.18638	0.58760	-0.12905	-0.08706	-0.09898	-0.18986	0.39936	-0.29933	0.00934
11	-0.28580	0.10381	-0.58168	-0.26437	0.72963	0.20114	-0.12359	0.45322	-0.41950	-0.07587
12	-0.51063	-0.45869	0.39623	0.74636	-0.87750	-0.20494	0.55587	-0.05527	0.05124	0.22750
13	-0.62215	0.30632	0.33869	0.49389	-0.25764	-0.10884	0.37544	-0.20095	-0.03505	-0.00757
14	-0.68348	-0.79146	-0.06969	0.78980	0.04562	-0.00906	-0.10875	-0.30063	-0.06925	0.08595
15	0.31974	0.49900	0.84600	-0.08742	0.73614	0.15493	-0.29427	-0.28301	-0.30670	0.06661
16	0.17381	-0.02396	-0.42834	-0.20501	-0.20963	-1.10812	0.31257	-0.04586	-0.09797	-0.09283

Sistema SAS

Obs	INTHUM	ARB	FRUT	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12
17	2	29	3	6.1	11.0	55.000	1.16	0.25466	0.24988	55	12.0671	14.000	799.71	900	7.7870
18	2	31	2	8.1	8.5	36.326	1.60	0.28012	0.14537	25	11.8351	13.550	604.77	610	7.4928
19	2	31	3	8.1	8.5	36.326	1.60	0.28012	0.14537	25	12.6147	13.000	641.93	690	10.2185
20	2	31	1	8.1	8.5	36.326	1.60	0.28012	0.14537	25	12.7578	15.000	623.00	680	5.2740
21	2	32	1	6.1	6.4	12.176	0.95	0.20054	0.13847	50	10.8841	10.200	513.03	510	5.7179
22	2	32	3	6.1	6.4	12.176	0.95	0.20054	0.13847	50	12.1365	13.600	527.63	590	7.6284
23	2	32	2	6.1	6.4	12.176	0.95	0.20054	0.13847	50	12.7969	13.000	429.85	500	6.5043
24	2	4	3	8.1	12.7	55.087	1.26	0.39153	0.21009	15	11.2855	18.000	799.87	900	3.8643
25	2	4	2	8.1	12.7	55.087	1.26	0.39153	0.21009	15	12.3862	21.200	799.52	900	2.7100
26	2	4	1	8.1	12.7	55.087	1.26	0.39153	0.21009	15	13.2783	15.200	912.92	1100	4.4869
27	2	5	2	8.0	10.0	47.475	1.70	0.39472	0.25625	80	11.7560	16.050	593.41	600	2.5701
28	2	5	1	8.0	10.0	47.475	1.70	0.39472	0.25625	80	12.8053	12.000	487.19	500	7.1543
29	2	5	3	8.0	10.0	47.475	1.70	0.39472	0.25625	80	13.4555	16.000	698.31	700	6.3627
30	3	22	1	8.0	11.3	52.723	1.64	0.47748	0.26420	100	10.7022	15.000	617.44	610	4.2833
31	3	22	2	8.0	11.3	52.723	1.64	0.47748	0.26420	100	11.8880	12.200	899.22	1000	9.1220
32	3	22	3	8.0	11.3	52.723	1.64	0.47748	0.26420	100	14.0193	12.500	685.57	750	7.7022

Obs	Y13	Y14	Y15	Y16	ETIQ	FQUIM1	FQUIM2	FQUIM3	FQUIM4	FQUIM5	FQUIM6
17	0.70632	12.4836	0.39534	16.5018	b	-0.08652	-1.50300	0.47057	-0.38843	-0.14918	0.19817
18	0.89966	16.1342	0.58094	21.5399	b	-0.75697	-1.49463	-0.80404	0.20677	0.02576	-1.04657
19	0.92600	15.6976	0.24470	16.7145	b	-0.19280	-2.38031	-0.80769	0.71129	0.04112	-1.18363
20	0.41120	10.0337	0.73814	31.1291	b	-1.59928	0.41245	0.25071	0.49693	-0.29867	-0.31738
21	0.70698	9.3306	1.11697	38.2303	b	-3.35681	-0.07085	-1.28232	-1.17282	0.80617	-1.07366
22	0.68538	9.9002	0.25947	22.5739	b	-2.26451	-1.47760	-1.07620	0.96666	-0.06301	-0.15434
23	1.22463	14.8598	0.18678	17.2439	b	-1.84459	-2.54349	-1.66753	1.63222	0.22171	-1.33066
24	0.23712	8.7115	0.70151	38.2579	b	-0.43857	1.31850	1.60359	-0.40715	-1.51174	1.06177
25	0.38463	8.6270	0.60340	57.3170	b	-0.39375	1.70258	2.51999	1.02920	-1.77270	1.00374
26	0.39823	11.7833	0.49373	42.0258	b	0.12239	0.39607	2.52085	-0.04701	-0.93037	-0.32875
27	0.55812	5.0818	0.69690	47.6706	b	-1.35159	1.76289	0.12461	0.57781	0.61598	0.73933
28	0.26925	12.6750	0.37554	16.5829	b	-0.68447	0.04336	-1.57124	0.59638	0.92118	0.31980
29	0.35854	12.8350	0.15897	21.7306	b	-0.06661	-0.33646	0.20152	1.55690	0.33133	0.99350
30	0.26103	8.9319	1.20311	40.2403	c	-1.18145	1.99480	-0.19819	-1.02351	1.04023	1.57250
31	1.31702	21.9808	0.44621	12.4527	c	1.71858	-3.25370	0.32290	-0.62758	1.60905	-0.34721
32	0.60351	9.7319	0.28309	17.2788	c	0.26826	-0.50964	-0.27723	0.89963	1.26449	0.25711

Obs	FQUIM7	FQUIM8	FQUIM9	FQUIM10	FQUIM11	FQUIM12	FQUIM13	FQUIM14	FQUIM15	FQUIM16
17	0.31765	-0.48776	-0.62168	-0.22463	0.41619	0.02981	0.20375	-0.15905	-0.29579	-0.11457
18	-0.38234	0.70929	0.39885	-0.19070	-0.08250	0.15080	-0.47475	-0.21547	0.00158	0.06368
19	-0.29234	-0.32005	0.03202	-0.38557	-0.39263	0.35918	-0.27659	-0.12817	-0.08305	-0.07483
20	-0.28364	-0.27281	0.62089	-0.41178	0.09533	0.05188	-0.64392	-0.15664	-0.07601	-0.08147
21	-0.22795	0.53544	0.06637	0.51399	-0.16925	0.63383	-0.10792	-0.12938	-0.08020	0.09914
22	-0.41192	-0.45463	-0.62498	-0.10088	-0.26428	0.10276	-0.10892	-0.04017	-0.26121	-0.13507
23	-0.10798	0.92073	-1.00148	0.31438	0.40272	0.06079	-0.19378	-0.30306	-0.03449	-0.10291
24	-0.38994	0.13365	0.07977	-0.78623	-0.10583	-0.11021	-0.22586	-0.23821	0.29670	-0.03129
25	-0.53531	0.96472	-0.05558	-0.88774	0.00527	0.18309	0.37748	-0.14218	0.29310	0.00919
26	0.16018	-0.71167	-0.32782	-0.20679	-0.11070	-0.23218	-0.02051	-0.37343	0.62998	-0.17089
27	-0.25641	0.85475	-0.83750	-0.15933	0.50279	0.15236	0.08360	0.48998	-0.11269	0.04016
28	0.88808	-1.20793	0.21821	-0.13607	-0.03999	-1.00908	-0.19776	0.16697	0.12550	0.01054
29	0.34997	-0.93125	-0.06170	-0.13100	0.24444	-0.81936	-0.02194	0.24956	0.03657	0.13108
30	0.43854	0.67827	0.64106	0.16973	0.28527	0.19050	0.11831	0.39353	0.29618	0.12209
31	0.48308	0.85019	-0.55941	1.16882	0.56802	0.45115	0.24313	0.04605	0.67417	-0.04350
32	1.16759	-1.38676	-0.87591	0.17437	0.57058	0.16184	-0.08923	0.32717	0.29990	0.00679

Sistema SAS

Obs	INTHUM	ARB	FRUT	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12
33	3	1	2	9.6	13.0	77.656	2.05	0.47748	0.39631	7	11.9059	16.275	808.49	820	5.8611
34	3	1	3	9.6	13.0	77.656	2.05	0.47748	0.39631	7	13.2098	14.300	832.96	900	5.6500

35	3	1	1	9.6	13.0	77.656	2.05	0.47748	0.39631	7	15.1253	15.000	456.23	500	10.8563
36	3	13	1	8.7	12.3	63.926	1.20	0.42018	0.45997	60	8.9458	10.850	1201.62	1340	6.0273
37	3	13	2	8.7	12.3	63.926	1.20	0.42018	0.45997	60	10.0039	15.500	475.62	500	6.8873
38	3	13	3	8.7	12.3	63.926	1.20	0.42018	0.45997	60	11.3462	11.000	457.99	500	11.6540
39	3	25	2	8.0	15.0	107.465	1.57	0.54114	0.35811	2	10.1388	11.700	574.80	590	5.7772
40	3	25	1	8.0	15.0	107.465	1.57	0.54114	0.35811	2	11.1840	11.500	507.59	550	3.8955
41	3	27	1	10.5	13.0	119.575	1.45	0.54114	0.27482	30	11.1120	13.325	859.93	880	6.9004
42	3	27	3	10.5	13.0	119.575	1.45	0.54114	0.27482	30	11.3533	16.200	1003.00	1050	10.4245
43	3	27	2	10.5	13.0	119.575	1.45	0.54114	0.27482	30	11.9316	14.500	796.94	850	8.2297
44	4	19	3	9.8	8.1	26.568	2.40	0.33105	0.28649	90	9.2871	16.950	885.31	900	10.0544
45	4	19	2	9.8	8.1	26.568	2.40	0.33105	0.28649	90	12.8962	16.500	568.54	600	5.1918
46	4	19	1	9.8	8.1	26.568	2.40	0.33105	0.28649	90	13.2427	10.500	621.13	700	3.4832
47	4	20	3	9.4	10.4	42.126	1.90	0.41700	0.23025	60	11.6155	16.000	714.73	760	11.6641
48	4	20	1	9.4	10.4	42.126	1.90	0.41700	0.23025	60	12.0376	15.600	719.53	800	7.7709

Obs Y13 Y14 Y15 Y16 ETIQ FQUIM1 FQUIM2 FQUIM3 FQUIM4 FQUIM5 FQUIM6

33	0.54401	11.2773	0.26072	16.2516	c	1.83362	0.32569	0.29058	0.03965	-1.16008	0.17669
34	0.40588	8.2552	0.61247	34.0153	c	1.21337	1.47536	1.05172	-0.28916	-0.60349	-0.66046
35	0.65394	18.0401	0.33810	13.6128	c	2.00822	-0.43908	-1.61179	1.86341	-0.63419	-1.34991
36	0.47354	11.9563	0.74063	18.3389	c	1.29691	-0.51284	1.82074	-3.94267	0.21317	0.96664
37	0.70729	11.0113	0.64071	17.1937	c	0.46289	0.42243	-2.12650	-0.60547	-0.37781	1.05836
38	0.72236	15.1102	0.50465	10.1265	c	1.00945	-0.91929	-2.94031	-0.76194	0.38669	-0.22437
39	0.92714	9.7814	0.39923	19.2891	c	1.63336	0.44534	-1.70443	-1.48056	-0.99009	-1.10558
40	0.49904	8.7906	1.08175	44.5404	c	0.38151	2.75550	-0.94500	-1.80524	-0.66781	-1.37394
41	0.56374	18.2857	1.33622	24.7242	c	1.55139	0.52310	0.69942	-2.41385	-0.30629	-0.37897
42	1.02613	25.7263	0.27976	14.1065	c	3.66187	-2.72484	1.12198	-0.60557	-0.88626	-0.10410
43	0.77333	25.4828	0.30397	21.7454	c	2.80750	-1.48016	0.34476	-0.24300	-0.65214	-0.56125
44	0.48110	13.3726	0.48324	10.9588	d	0.41912	-1.54155	0.03380	-0.74054	0.99605	2.43320
45	0.79429	12.0329	0.66617	31.8535	d	-0.63068	0.10957	-0.32367	1.54026	1.52470	0.34166
46	0.15366	8.3629	1.24781	59.0295	d	-2.11781	2.55094	0.51053	-0.43663	2.59396	-0.63694
47	0.70299	14.0200	0.24132	17.4813	d	0.89888	-1.70924	-0.56615	0.59799	0.27640	0.82347
48	0.49450	11.8294	0.51950	21.1861	d	0.14301	-0.34071	0.11607	0.28148	0.31518	0.79236

Obs FQUIM7 FQUIM8 FQUIM9 FQUIM10 FQUIM11 FQUIM12 FQUIM13 FQUIM14 FQUIM15 FQUIM16

33	-0.64441	-0.45169	-0.40619	-0.67931	0.65735	-0.61249	-0.22203	-0.01313	-0.16534	0.14999
34	-0.15947	-1.14433	-0.12453	-0.41637	0.64149	-0.01780	0.09554	-0.02613	-0.04840	0.04601
35	1.04202	-0.89624	1.32963	-0.82359	0.63444	-0.11166	0.60697	-0.41737	0.03611	0.06783
36	-0.78376	-1.05551	-1.13285	1.32287	0.26124	-0.42910	0.28048	-0.29424	-0.08014	-0.09255
37	-0.02819	0.93620	-0.40854	-0.07034	0.67558	-0.03883	0.78137	-0.32306	-0.47370	0.04462
38	0.86018	-0.59543	0.02147	0.12221	0.05970	0.05369	1.14537	-0.42959	-0.29864	0.02368
39	0.42385	0.84363	-1.58219	-0.86189	0.22450	-0.26741	-0.21899	0.45576	-0.07145	-0.00097
40	1.05609	0.74805	-0.08197	-0.61918	0.19734	-0.14106	0.20037	0.31936	0.16243	-0.03159
41	1.20848	0.86194	1.60888	0.61916	0.01967	0.37004	-0.49655	0.10935	-0.23116	-0.02043
42	0.55614	1.04194	0.55906	0.40875	-0.57153	-0.09682	0.06770	0.26542	-0.24637	-0.10943
43	1.14878	0.88234	0.71448	0.36923	-0.75634	-1.02728	0.01471	0.22293	-0.03940	-0.16095
44	-1.98385	-0.36088	0.62954	-0.11753	-0.13970	0.13060	-0.10111	0.20210	-0.46663	-0.10993
45	-0.73018	0.80430	0.32972	0.16412	1.05959	0.23081	0.03459	-0.07030	-0.16772	-0.04151
46	-0.04364	-0.85197	0.92452	0.71719	0.25277	-0.19462	0.20459	-0.00513	0.20220	-0.13943
47	-0.55588	-0.47351	0.23773	-0.58051	-0.51426	0.64586	0.20428	0.12965	0.00417	-0.07064
48	-0.34437	-0.48832	0.30563	-0.26922	0.05384	0.21123	-0.30000	-0.02128	0.16676	-0.12233

Sistema SAS

Obs INTHUM ARB FRUT Y1 Y2 Y3 Y4 Y5 Y6 Y7 Y8 Y9 Y10 Y11 Y12

49	4	20	2	9.4	10.4	42.126	1.90	0.41700	0.23025	60	12.1396	19.000	715.39	780	7.4238
50	4	21	3	8.4	7.0	16.048	1.37	0.54114	0.33901	25	8.2756	12.300	284.14	250	9.8944
51	4	21	1	8.4	7.0	16.048	1.37	0.54114	0.33901	25	10.8017	14.600	295.19	300	6.6314
52	4	21	2	8.4	7.0	16.048	1.37	0.54114	0.33901	25	11.4411	13.000	355.55	400	4.0901
53	4	16	3	8.6	14.4	74.190	1.50	0.50931	0.28649	19	10.3158	12.400	892.30	900	13.4542
54	4	16	1	8.6	14.4	74.190	1.50	0.50931	0.28649	19	10.6020	14.000	606.36	690	7.3231
55	4	16	2	8.6	14.4	74.190	1.50	0.50931	0.28649	19	11.0216	15.400	953.75	1050	9.4269
56	4	39	3	9.8	10.8	54.678	3.20	0.24511	0.18038	83	12.2666	12.100	838.29	830	10.4488
57	4	39	2	9.8	10.8	54.678	3.20	0.24511	0.18038	83	12.5314	15.200	1243.90	1200	8.0089

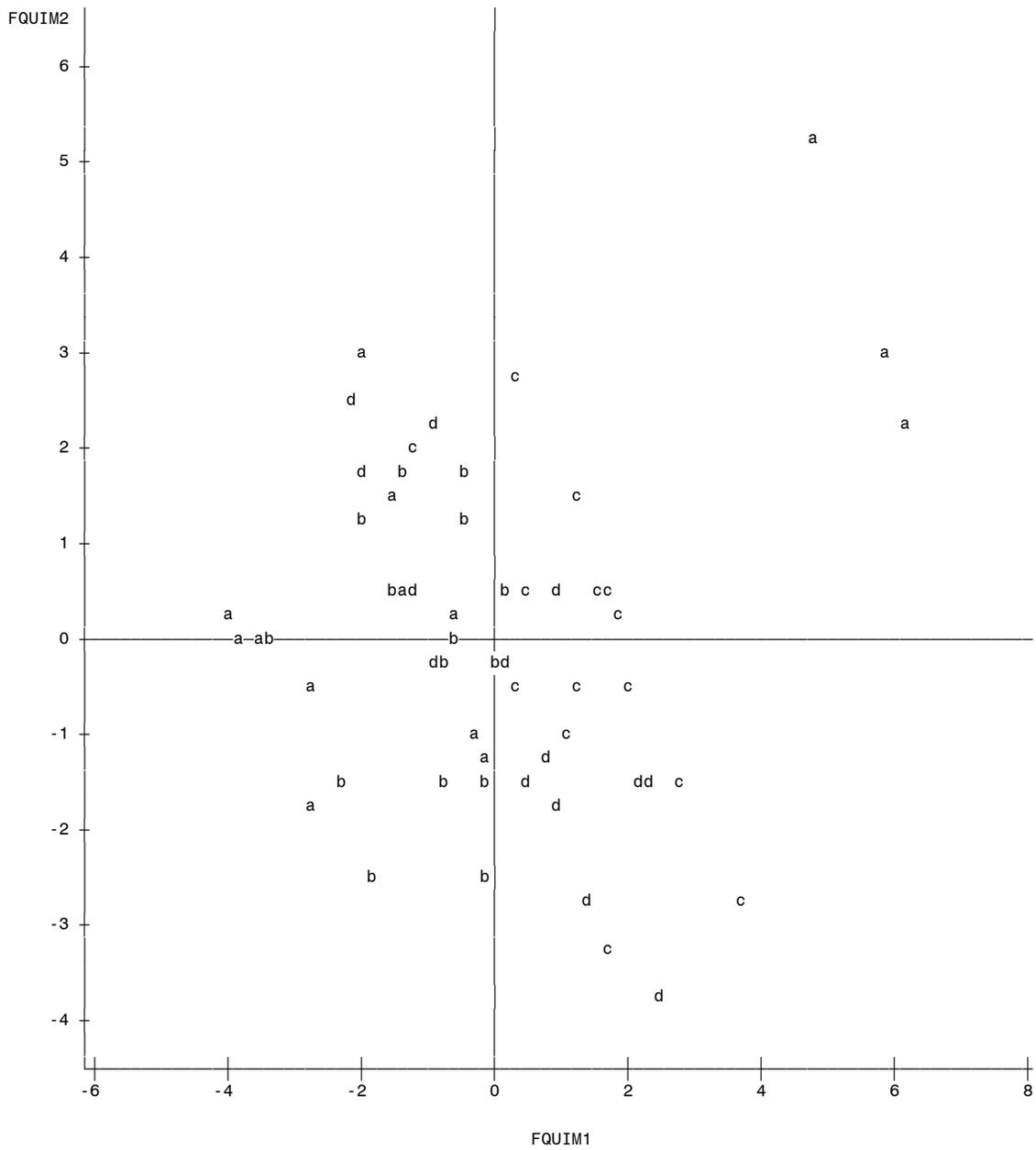
58 4 39 1 9.8 10.8 54.678 3.20 0.24511 0.18038 83 14.3916 12.500 820.35 850 5.2658

Obs	Y13	Y14	Y15	Y16	ETIQ	FQUIM1	FQUIM2	FQUIM3	FQUIM4	FQUIM5	FQUIM6
49	0.74293	17.5090	0.25785	22.9438	d	0.82112	-1.26983	0.40199	1.48703	-0.13752	1.06343
50	0.53489	10.9125	0.32378	14.8960	d	-0.92238	-0.33719	-4.44705	-0.57352	-0.54089	0.47238
51	0.51476	10.7268	0.55149	20.1992	d	-1.24263	0.59200	-3.14995	0.68548	-0.72435	0.18771
52	0.42367	6.7576	0.94677	27.9448	d	-1.94929	1.83606	-2.30330	-0.01750	-0.36074	-0.32065
53	0.66731	11.4238	0.42532	5.9574	d	2.08395	-1.57841	-0.65503	-2.01633	-0.65148	0.21044
54	0.51004	13.5429	0.76816	19.9317	d	0.86845	0.44401	-0.88248	-1.33822	-0.79772	0.13364
55	0.91917	14.9394	0.44367	13.3302	d	2.30993	-1.59063	0.82997	-1.18390	-0.96013	0.13033
56	0.98888	19.1713	0.23932	15.2720	d	1.44678	-2.70912	0.06505	0.11877	2.47558	-0.68938
57	1.20125	27.4687	0.20454	30.1381	d	2.44263	-3.68709	3.12074	0.23211	2.23879	-0.60009
58	0.33224	7.2071	0.95893	82.7515	d	-0.99348	2.28964	2.45666	0.43708	2.92914	-1.19651

Obs	FQUIM7	FQUIM8	FQUIM9	FQUIM10	FQUIM11	FQUIM12	FQUIM13	FQUIM14	FQUIM15	FQUIM16
49	-0.62203	0.77899	0.43533	-0.27529	0.11502	-0.13235	0.05672	-0.08006	0.25689	-0.05891
50	-1.64664	-0.05229	-0.08939	0.07359	-1.11985	-0.31738	0.17841	0.48667	0.22005	-0.01375
51	-1.08554	0.17698	0.38667	0.39625	0.03317	-0.21508	-0.01133	0.17059	0.38347	0.02029
52	-0.84271	-0.09138	0.29410	0.79288	0.57663	0.10927	-0.33381	0.07816	0.47806	-0.02133
53	0.03604	-1.33857	-0.30602	-0.90408	-0.67417	1.08049	0.04911	0.10676	0.10682	0.19761
54	0.44425	0.32219	0.37953	-0.70046	-0.09551	-0.04832	-0.11559	-0.20355	0.50310	-0.05667
55	-0.16839	0.13546	-0.44924	-0.40838	0.15030	0.76334	-0.00546	-0.13900	0.39350	0.02322
56	-0.36704	-0.13925	0.19750	-0.86025	-0.01036	-0.19909	-0.36777	0.15778	-0.18957	-0.01038
57	-0.98218	1.06049	0.43688	0.04938	0.14130	-0.65263	0.02575	0.05853	0.18866	0.31156
58	-0.00465	-0.65067	0.54256	-0.88427	-0.37633	0.44016	0.64442	0.53752	-0.10466	-0.05519

Sistema SAS

Trazado de FQUIM2\*FQUIM1. El símbolo es el valor de ETIQ.



NOTA: 1 obs ocultas.