

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

CAMPUS IZTACALA



BO 1404/98  
g.1

“CRECIMIENTO Y ANALISIS QUIMICO DEL FRUTO  
DE ESCONTRIA CHIOTILLA (WEBER) ROSE Y  
STENOCEREUS PRUINOSUS (OTTO) BUXBAUM;  
EN VENTA SALADA, PUEBLA”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I O L O G A  
P R E S E N T A :  
CLAUDIA HUERTA PAZ

DIR. BIOL. ANTONIA TRUJILLO HERNANDEZ

IZTACALA, EDO. DE MEX.

1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVILA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA  
JEFATURA DE LA CARRERA DE BIOLOGIA

Los Reyes Iztacala, a 5 de marzo de 1968

APROBACION DE TESIS

LIC. AMERICA LANDA ROMERO  
JEFE DE LA UNIDAD  
DE ADMINISTRACION ESCOLAR.  
P R E S E N T E .

Por medio de la presente manifestamos a Ud. que como Miembros de la Comisión Dictaminadora del trabajo de Tesis del Pasante de Biología:

CLAUDIA HUERTA PAZ

titulado:

"Crecimiento y análisis químico del fruto de Escontria  
chiotilla (Weber) Rose y Stenocereus pruinosus (Otto)  
Buxbaum en Venta Salada, Puebla".

para obtener el grado de Licenciatura, después de haber sido cuidadosamente revisado y realizadas las correcciones que se consideraron pertinentes, declaramos nuestra aprobación del trabajo escrito, ya que reúne las características, calidad y decoro académico del título al que aspira.

A t e n t a m e n t e  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

BIOL. MANUEL MANDUJANO PIÑA

BIOL. ALBERTO ARRIAGA FRIAS

M. EN C. ERNESTO AGUIRRE LEON

BIOL. ANTONIA TRUJILLO HERNANDEZ

M. EN C. ISMAEL AGUILAR AYALA

(Nombre completo)

(Firma)

*G r a c i a s*

# ÍNDICE

1.- Resumen.....	1
2.- Introducción.....	3
3.- Objetivos.....	7
3.1 Objetivo general.....	7
3.2 Objetivos particulares.....	7
4.- Antecedentes.....	8
4.1 Descripción de <i>Escontria chiotilla</i> .....	8
4.2 Descripción de <i>Stenocereus pruinosus</i> .....	9
4.3 Investigaciones en frutos de cactáceas.....	11
5.- Materiales y métodos.....	17
5.1 Descripción del área de estudio.....	17
5.2 Diseño de muestreo.....	19
5.3 Variables de estudio.....	20
5.3.1 Producción de frutos.....	20
5.3.2 Patrón de crecimiento.....	20
5.3.3 Relación cáscara - pulpa.....	20
5.3.4 Color externo del fruto.....	21
5.3.5 Firmeza del fruto.....	21
5.3.6 Análisis químico durante el crecimiento del fruto.....	21
5.3.7 Análisis químico en el fruto maduro.....	21
5.3.8 Respiración en el fruto.....	21
6.- Resultados y discusión.....	24
6.1 Producción de frutos.....	24
6.2 Crecimiento del fruto.....	31
6.3 Relación cascara - pulpa.....	37
6.4 Color externo del fruto.....	39
6.5 Firmeza del fruto.....	41
6.6 Cambios químicos durante el crecimiento del fruto.....	42
6.7 Análisis químico en el fruto maduro.....	45
6.8 Patrón de respiración del fruto.....	50
7.- Conclusiones.....	52
8.- Recomendaciones.....	53
9.- Apéndice.....	54
10.- Bibliografía.....	57

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Composición química del fruto entres especies del género <i>Stenocereus</i> .....	15
Cuadro 2.- Análisis bromatológico de la parte comestible del fruto de <i>E. chiotilla</i> .....	16
Cuadro 3.- ANDEVA para las estructuras reproductivas de <i>S. pruinosus</i> para las cuatro orientaciones.....	54
Cuadro 4.- Datos de precipitación pluvial.....	54
Cuadro 5.- ANDEVA para las estructuras reproductivas de <i>E. chiotilla</i> para las cuatro orientaciones.....	56
Cuadro 6.- Relación longitud/ diámetro del fruto de <i>S. pruinosus</i> .....	34
Cuadro 7.- Relación longitud/diámetro del fruto de <i>E. chiotilla</i> .....	35
Cuadro 8.- Datos en peso y porcentaje de la cáscara y el lóculo de <i>S. pruinosus</i> .....	37
Cuadro 9.- Datos en peso y porcentaje de la cáscara y el lóculo de <i>E. chiotilla</i> .....	38
Cuadro 10.- Cambios de color del fruto de <i>S. pruinosus</i> .....	39
Cuadro 11.- ANDEVA para el color externo de <i>S. pruinosus</i> .....	55
Cuadro 12.- Cambio de color del fruto de <i>E. chiotilla</i> .....	40
Cuadro 13.- ANDEVA para el color externo de <i>E. chiotilla</i> .....	55
Cuadro 14.- Firmeza del fruto de <i>E. chiotilla</i> .....	41
Cuadro 15.- ANDEVA para los datos de firmeza de <i>E. chiotilla</i> .....	55
Cuadro 16.- ANDEVA para los cambios químicos en el fruto de <i>S. pruinosus</i> .....	56
Cuadro 17.- ANDEVA para los cambios químicos del fruto de <i>E. chiotilla</i> .....	56
Cuadro 18a.- Composición química en la porción comestible de <i>S. pruinosus</i> en base húmeda.....	45

Cuadro 18b.- Composición química de la pulpa-semilla del fruto de *S. pruinosus* en base seca.....46

Cuadro 19a.- Composición química del fruto de *E. chiotilla* en la porción comestible en base húmeda.....48

Cuadro 19b.- Composición química del fruto de *E. chiotilla* de la pulpa y semilla determinados en base seca.....49

Cuadro 20.- ANDEVA para la respiración de los frutos de las dos especies.....56

Cuadro 21.- Comparación de medias en los resultados de respiración de *E. chiotilla*.....56

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Dibujo esquemático de una flor y fruto del género <i>Stenocereus</i> .....	4
Figura 2.- Localización del área de estudio.....	18
Figura 3a.- Estadios fenológicos reproductivos de <i>S. pruinosus</i> .....	22
Figura 3b.- Bf (brotes florales), F (flor) y F (fruto) de <i>S. pruinosus</i> .....	23
Figura 4.- Estadios fenológicos reproductivos de <i>E. chiotilla</i> .....	23
Figura 5.- Producción de estructuras reproductivas de <i>S. pruinosus</i> por orientaciones.....	25
Figura 6.- Producción promedio de estructuras reproductivas de <i>S. pruinosus</i> por rama...26	
Figura 7.- Producción de estructuras reproductivas de <i>E. chiotilla</i> por orientaciones.....	28
Figura 8.- Producción promedio de estructuras reproductivas de <i>E. chiotilla</i> por ramas...29	
Figura 9.- Curva de crecimiento del fruto de <i>S. pruinosus</i> .....	32
Figura 10.- Incremento del volumen y peso del fruto de <i>S. pruinosus</i> .....	33
Figura 11.- Curva de crecimiento del fruto de <i>E. chiotilla</i> .....	32
Figura 12.- Incremento en volumen y peso del fruto de <i>E. chiotilla</i> .....	36
Figura 13.- Cambios químicos a través del crecimiento del fruto de <i>S. pruinosus</i> .....	43
Figura 14.- Cambios químicos a través del crecimiento del fruto de <i>E. chiotilla</i> .....	44
Figura 15.- Valores promedio de la respiración del fruto de <i>S. pruinosus</i> .....	51
Figura 16.- Valores promedio de la respiración del fruto de <i>E. chiotilla</i> .....	51



## 1.- RESUMEN

En las zonas áridas y semiáridas del país se presentan diversas plantas que son utilizadas por el hombre para su provecho entre las que se encuentran las cactáceas, cuyos frutos son el recurso alimenticio más consumido por la gente del lugar, sin embargo, estos no han tenido una explotación adecuada, por ello es importante conocer más sus características fisiológicas y de productividad para poder proponer un manejo poscosecha que permita la comercialización a grandes distancias.

El presente estudio evaluó la producción de frutos por rama y orientaciones (geográficas), así como el patrón de crecimiento y la composición química de los frutos de *Stenocereus pruinosus* de un huerto y *Escontria chiotilla* silvestre en la región de Venta Salada, Puebla. Para ello se eligieron cuatro organismos con características similares (por especie) y se escogieron cuatro ramas que representarían los cuatro puntos cardinales, de estas se marcaron aréolas y se registraron las yemas desde que estas surgían haciendo el seguimiento de brotes florales hasta la cosecha del fruto, durante tres meses y cada ocho días, se registraron abortos de estos mismos estadios fenológicos, así mismo el patrón de crecimiento se hizo midiendo longitud y diámetro de los frutos, se evaluó el color, firmeza, pH, acidez titulable, sólidos solubles totales, azúcares totales y reductores, así como la respiración (en mg CO<sub>2</sub>/kg/hr) a través del crecimiento del fruto. En frutos maduros se realizó un análisis químico de la porción comestible midiendo el contenido de proteínas, fibra cruda, humedad, pectinas, vitamina c, lípidos, ceniza y azúcares totales.

Los resultados encontrados fueron: en *S. pruinosus*, no hay diferencias estadísticas de la productividad entre orientaciones, cosechando de 1 a 2 frutos maduros por rama. El fruto presenta una forma globosa. El patrón de crecimiento observado pertenece a una curva doble sigmoidal. El color rojo en el fruto se manifiesta desde el día 42 del crecimiento. La relación cascara - pulpa, en las primeras semanas se da un porcentaje mayor de cascara que es de 88.09% que va disminuyendo para quedar finalmente en 28.32%, mientras la pulpa se ve incrementada a un porcentaje final de 71.67%. La acidez titulable disminuye, el pH, sólidos solubles totales, azúcares reductores y totales aumentan conforme crece el fruto, en el patrón respiratorio los mg CO<sub>2</sub>/Kg/hr se mantienen constantes, por lo que se sugiere que este fruto podría ser de tipo no climatérico. En el fruto maduro el contenido de proteínas es de 12.07% en semillas y 3.31 % en pulpa, cenizas 6 % en semillas y 3 % en pulpa, azúcares totales tiene 17.71 g/100g en pulpa, fibra cruda presenta un 50 % en semilla y 3.05 % en pulpa. La humedad 86.81 %, pectinas 0.323 %, vitamina c 4.22 mg/100 ml, lípidos 2.4 %. El pH es 5.41 siendo un fruto no ácido.

En *E. chiotilla*, estadísticamente la productividad entre las orientaciones es igual, teniendo la capacidad de dar de 4 a 5 frutos maduros por rama. El fruto presenta una forma globosa. El patrón de crecimiento es de tipo doble sigmoidal. Los cambios de color en el fruto se dan a partir del día 56 de su crecimiento. La relación cascara - pulpa en las primeras semanas de crecimiento es mayor el porcentaje de cascara con un 82.99% que disminuye hasta quedar en un 39.36% al final del crecimiento y conforme la pulpa aumenta a un porcentaje final de 60.63%. La firmeza fue de 1.22 Kg/cm<sup>2</sup> cuando se cosecho, y no se dan cambios estadísticamente significativos en el pH, acidez titulable, azúcares totales y reductores durante su crecimiento; los sólidos solubles totales aumentan conforme crece el fruto. El patrón respiratorio presenta un incremento en mg CO<sub>2</sub>/Kg/hr a los 44 días del crecimiento, por lo que podría considerarse a este fruto de tipo climatérico. En el análisis químico a la porción comestible del fruto el contenido de proteínas es de 20.14 % en semilla y 5.56 % pulpa, cenizas 2.3 % en pulpa y 54.01 % en semilla proponiéndolo como una buena fuente de estos compuestos. Los azúcares totales 5.46 g/100g, humedad 72.73 %, pectinas 0.31 %, vitamina c 5.46 mg/100 ml, lípidos 7.0 %, el pH es de 4.22 siendo un fruto ácido.

## 2.- INTRODUCCIÓN

La flora de México se considera como una de las más ricas y variadas del mundo esto debido a la situación geográfica, lo accidentado de su fisiografía y a sus climas tan variados, así como a las intensas migraciones recibidas de Norteamérica y América del sur y al notable grado de endemismo (Bravo, 1978). En México las regiones áridas y semiáridas ocupan un 60% de su territorio total, ocupando la zona centro y norte. Existe una franja entre los 30° de latitud norte y el trópico de Cáncer con mínima nubosidad, además la lejanía del mar y la presencia de los grandes sistemas montañosos actúan como barrera para los vientos húmedos, acentuando la aridez en esta zona. Estas condiciones climáticas provocan bajos volúmenes de precipitación, presentándose un tipo de flora llamada xerófila, de matorrales, por lo que la limitante ambiental; es la escasa disponibilidad del agua que en algunos casos llega a ser extrema (Anónimo s/a).

En las regiones áridas la falta de recursos hace que el hombre que habita allí se empeñe en obtener provecho de la vegetación natural. De esta manera un gran número de plantas silvestres se utilizan con fines de construcción, como cercas vivas, combustible, textiles, medicinales y como alimento sobre todo en época de escasez. Esta vegetación se utiliza notablemente en los alrededores de los poblados donde existe. Sin embargo esto no sucede a distancias mayores. Por otro lado, pocas especies, han sido objeto de explotación intensiva con fines de comercio e industrialización (Rzedowski, 1978).

Dentro de la flora que existe en las zonas áridas y semiáridas, se encuentra un grupo vegetal, de gran importancia: que destaca por su fisonomía la familia **CACTACEAE** (Bravo, 1978). Las cactáceas fueron para los indígenas fuente de alimento, bebida, medicina y de materia prima para la construcción de viviendas, para la elaboración de toscas mantas y para la manufactura de sus armas de caza y pesca, así como de diversas herramientas, adquiriendo estas plantas tanta importancia que algunas de ellas llegaron a ser deificadas. (Bravo, 1991).

Como recurso alimenticio de estas plantas la parte más consumida es el fruto, el cual es muy complejo, pues en él intervienen no sólo el ovario propiamente dicho, sino también los órganos en que está incluido (Fig. 1) el tejido medular del eje y el cortical o pericarpelo. Son muy variados en forma, tamaño y color su anatomía depende del grado de desarrollo o reducción de los órganos del pericarpelo, como son: los podarios, las escamas, cerdas, espinas, en ciertos géneros hojas más o menos desarrolladas y las aréolas con su producción o no de lana. Las aréolas del pericarpelo generalmente cesan su actividad después de la fecundación persistiendo inactivas en los frutos. En otros casos las aréolas del pericarpelo se activan después de la fecundación produciendo abundante cantidad de lana, espinas o escamas. Las aréolas pueden persistir en el fruto maduro y en otros casos ser caducas. Los

restos secos del perianto se desprenden arriba del pericarpelo y abajo del androceo, dejando una cavidad más o menos umbilicada. El pericarpio está integrado por las paredes muy delgadas del ovario y por el pericarpelo. Cuando madura, sus paredes se engruesan, los podarios se hacen imperceptibles por la turgencia de los tejidos y la superficie se vuelve colorida adquiriendo diversos matices del amarillo, anaranjado, rojo o púrpura. (Bravo, 1978).

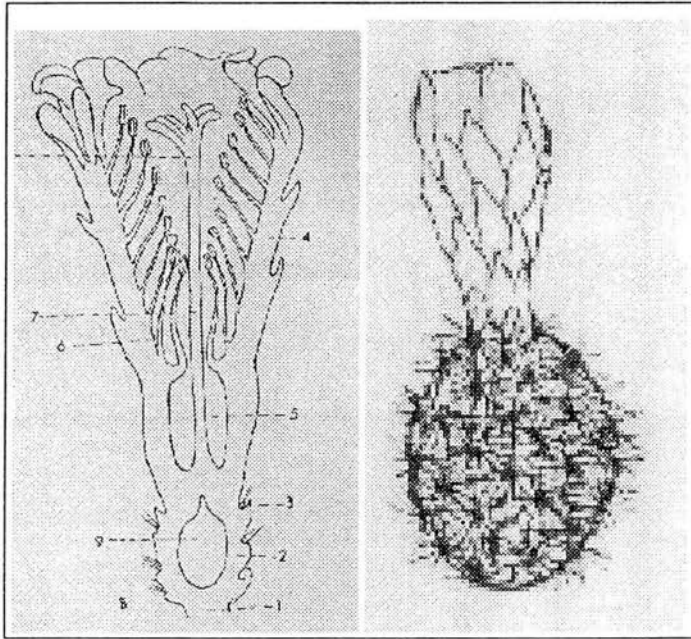


Fig. 1A Dibujo esquemático de una flor del género *Stenocereus* (Bravo, 1978) sección longitudinal: 1, zona peduncular muy corta; 2, pericarpelo; 3 podarios (pequeños y numerosos provistos de escamas triangulares que desarrollan espinas después de la antesis); 4, tubo receptacular; 5, cámara nectarial; 6, estambres; 7, pistilos; 8, lóbulos del estigma; 9, cavidad del ovario. Y (B) fruto (Lomeli y Pimienta, 1993) del género *Stenocereus*, aspecto exterior.

Las numerosas especies de cactáceas que producen frutos utilizados por el hombre como alimento pertenecen principalmente a los géneros *Pereskia*, *Opuntia*, *Hylocereus*, *Escontria*, *Heliabruva*, *Pachycereus*, *Stenocereus*, *Carnegiea*, *Machaerecercus*, *Ferocactus* y *Mammillaria*, pero los de mayor importancia económica, por ser los más demandados en el mercado son los de *Opuntia*, *Hylocereus* y *Stenocereus*. Este último produce pitayas comestibles, generalmente globosas hasta ovoides que al madurar pierden sus aréolas con todo y espinas, facilitando su ingestión. Otro género es *Escontria* que da frutos llamados "jotillas" de cerca de 5 cm. de diámetro cubiertos de grandes escamas papiráceas, su pulpa es de sabor dulce y agradable (Bravo, 1978).

Sin embargo para que se tenga un buen provecho de estos frutos es necesario que se cosechen en su estado de madurez fisiológica para lo cual es necesario conocer las etapas de crecimiento que consisten principalmente en: varios periodos; I.- iniciando con una corta pero rápida división celular, después de la fecundación, esto produce un rápido incremento en el crecimiento del fruto. La división celular continua mucho más tiempo en la epidermis que en la pulpa. II.- Posteriormente hay un engrosamiento y alargamiento celular que da un crecimiento intensivo del fruto cuyo tamaño se define en este periodo. Los espacios de aire intercelular están ausentes o pequeños en el momento de la floración y aumenta al máximo para la especie en cuestión al mismo tiempo que crecen las células. Las vacuolas se forman al principio de la fase del crecimiento de las células y aumentan de tamaño conforme crecen éstas, terminando por ocupar la mayoría del espacio en el centro de las mismas. Las vacuolas se encuentran separadas del citoplasma por una membrana semipermeable, a través de la cual deben pasar el agua y otras sustancias que forman el jugo vacuolar (celular). Este jugo contiene productos tales como azúcares, ácidos orgánicos y en la región de la epidermis pigmentos que dan color al fruto. En todos los casos se acumulan cantidades grandes de reservas en los tejidos de almacenamiento. La composición de estos acumulamientos varía de acuerdo con cada variedad de fruto (Westwood, 1982) acorde a esto la madurez adecuada varía con la utilización del producto en consecuencia se debe distinguir claramente entre madurez fisiológica y madurez de consumo, el primer termino es el estado de desarrollo pleno del fruto a partir del cual continúan con el proceso de maduración, siendo los cambios que conducen a los frutos a obtener su máxima calidad organoleptica y estética, para terminar con la madurez de consumo que es cuando el fruto está listo para su consumo o procesado; finalmente el fruto llega a la senescencia donde se dan una serie de cambios que provocan la muerte celular. Esto es un punto importante en la postcosecha, ya que de esto depende el adecuado manejo y conservación para su comercialización, debido a la gran diversidad de formas, fisiología y composición química; resulta difícil establecer el momento exacto de su cosecha, sin embargo; existen índices que pueden marcar las diferencias entre las etapas fisiológicas, siendo estos los siguientes:

**Indices de cosecha:**

**Físicos:** tamaño, peso específico, forma, textura, firmeza, suavidad, dureza, color externo, consistencia.

**Químicos:** contenido de almidón ó azúcares, ácidos orgánicos, acidez titulable, contenido de pigmentos, vitaminas, contenido de jugo, contenido de aceites, contenido de taninos, determinación de sólidos, sabor, aroma (esencias olorosas y etileno)

**Fisiológicos:** índice de respiración, balance hormonal, desarrollo de capas de abscisión, producción de etileno, control enzimático. (Yahia e Higuera, 1992, Pantastico, 1979).

Lo anterior proporciona información ,dando una idea de cuando el fruto puede ser cosechado y debido que es necesario llevar acabo un buen manejo de los productos en postcosecha conservando su calidad organoléptica durante su comercialización, es importante en los frutos comestibles de cactáceas conocer su crecimiento y proceso de maduración "in situ" para tener un mejor aprovechamiento de este recurso que se encuentran en las zonas áridas y semiáridas de nuestro país.

### 3.- OBJETIVOS

#### 3.1.- OBJETIVO GENERAL

- 3.1.1- Establecer el patrón de crecimiento y composición química de los frutos de *Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxbaum y *Escontria chiotilla* (Weber) Rose en la región de Venta Salada, Municipio de Coxcatlán, Puebla durante un ciclo de producción.

#### 3.2.- OBJETIVOS PARTICULARES

- 3.2.1.- Evaluar la producción de frutos entre orientaciones (puntos cardinales) en *E. chiotilla* y *S. pruinosus* del mismo porte y con características morfológicas similares.
- 3.2.2.- Obtener el patrón de crecimiento de los frutos *S. pruinosus* y *E. chiotilla*.
- 3.2.3.- Evaluar el proceso de maduración de los frutos de *S. pruinosus* y *E. chiotilla* mediante la cuantificación de pH, acidez titulable, sólidos solubles totales, azúcares totales y azúcares reductores, en diferentes etapas del crecimiento.
- 3.2.4.- Valorar los cambios físicos sufridos por los frutos de *S. pruinosus* y *E. chiotilla* en color, peso y firmeza durante su crecimiento.
- 3.2.5.- Determinar por medio de análisis químicos la composición de los frutos en su etapa de madurez fisiológica.

## 4.- ANTECEDENTES

### 4.1.- Descripción de *Escontria chiotilla* (Weber) Rose.

#### Clasificación taxonómica

Clase	Dicotyledonese (Dicotiledoneas)
Subclase	Dalipétalas
Orden	Cactales Britton et Rose
Familia	CACTACEAE Lindley
Subfamilia	Cereoideae Schum
Tribu	Pachycereae Buxb
Subtribu	Pterocereinae Buxb
Genero	<i>Escontria</i> Rose
Especie	<i>E. chiotilla</i> (Weber) Rose

*Escontria chiotilla* comúnmente llamada "jiotilla", "quiotilla" o "chiotilla", también recibe el nombre de "padre nuestro" según Piña-Luján (1977), en el zapoteco se le conoce como "chigus" y "tepepoanochtli" según Sanchez-Mejorana (1984) y como "shishova" al fruto y "xuega" según Flores (1991), es una planta arborecente de 3 a 7 m de altura. Tronco corto y grueso, como de 40 cm de diámetro, dicotómicas, 7 a 8 costillas, prominentes, algo crenadas. Aréolas muy próximas a menudo confluentes, elípticas, como de 1 cm de longitud, con fieltro grisáceo. Espinas radiales 10 a 15, subuladas, rectas, extendidas, a veces dirigidas hacia abajo de 1 cm de longitud, espinas centrales 3 a 5, una mucho más larga como de 7 cm de longitud, rectas, subuladas, ligeramente aplanadas moreno grisáceo con la punta más oscura. Flores en la terminación de las ramas, infundiliformes, miden incluyendo el ovario 3 cm de longitud, segmentos interiores del perianto amarillos, acuminados; pericarpelo y tubo con grandes escamas papiráceas translúcidas, brillantes, acuminadas, pungentes; axilas sin lana ni cerdas, estambres amarillos; estigma con 8 a 10 lóbulos (Bravo, 1978). Nieto (1980) señala que *E. chiotilla* se encuentra asociada a otras cactáceas de gran tamaño y especies arbóreas propias del matorral micrófilo; a menudo forma agrupaciones llamadas "quiotillales" éstas; se encuentran registradas en la cuenca del balsas, en el área del río Tepelcatepec cuenca alta del Papaloapan; en Oaxaca, región de Cuicatlán, Teotitlán y Totolapan; en el cañón del Zopilote, Guerrero; en la presa del infiernillo, Michoacán y es muy abundante en el Valle de Tehuacán, Puebla principalmente en los poblados de Calipan, Acatlán, Coxcatlán y Sierra Mixteca. La época de floración es en los primeros meses del año y la fructificación en abril, mayo y junio.



#### 4.1.1.- Fruto de *E. chiotilla*

Los frutos de *E. chiotilla* son globosos, escamosos de color café rojizo, de 3.5 cm de diámetro, sus semillas son negras de 1.0 - 1.3 mm. de ancho y largo, con amplio hilio basal, y testa gruesa presentan una pulpa purpurina de sabor dulce y agradable por lo que es muy apreciada para comerse como fruta fresca, para preparar bebidas refrescantes y alcohólicas (vinillo de jiotilla), helados y para la elaboración de mermeladas (Bravo, 1991), o en conserva. El hecho de que estos frutos se utilicen localmente para la producción de mermeladas, indica que deben de ser ricos en mucilagos y sustancias pépticas, esta característica amplía el campo de su uso, ya que este tipo de productos secundarios tienen gran demanda en la industria alimenticia, especialmente en la dulcera, para elaboración de pastas y en la farmacéutica, como vehículo de pomadas en calidad de demulcentes y emolientes (Nieto, 1980).

#### 4.2.- Descripción de *Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxbaum

##### Clasificación taxonómica

Clase	Dicotyledonese (Dicotiledonas)
Subclase	Dalipétalas
Orden	Cactales Britton et Rose
Familia	CACTACEAE Lindley
Subfamilia	Cereoideae Schum
Tribu	Pachycereae Buxb
Subtribu	Stenocereinae Buxb
Genero	<i>Stenocereus</i> (Berger) Riccobono
Especie	<i>S. pruinosus</i> (Otto) Buxb.

*Stenocereus pruinosus*, generalmente conocido como "pitayo" y "pitayo de octubre" y que los nahuas llamaron "cuapatla" (Sanchez-Mejorana, 1984), es una cactácea arborecente de tronco bien definido, de unos 4 a 5 m de alto ramoso, con ramas de 8 a 10 cm. de diámetro, de color verde oscuro y hacia la extremidad de las ramas azuloso con una pruinosidad blanquecina, sus costillas son de 5 a 6 prominentes agudas algo onduladas, sus aréolas son distantes entre si de 3 a 4 cm., son grandes de 8 a 10 mm. de diámetro, circulares, provistas de fieltro grisáceo claro. Sus espinas radiales de 5 a 7 de 1 a 2 cm. de largo, radiadas, subuladas, al principio amarillentas, después grises con la punta oscura. Las espinas centrales son de 1 a 4 de color gris de 2 a 3 cm. de longitud. Las flores son infundiliformes de 9 cm. de longitud, con tubo receptacular largo; escamas y segmentos anteriores del perianto de color moreno verdoso; segmentos interiores del perianto de color blanco, más largos y delgados que los exteriores; pericarpelo con numerosos podarios pequeños que llevan escamas con aréolas provistas de lana

corta. Se reporta en los Estados de Tamaulipas, Veracruz, Puebla, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Crece en estado silvestre y se cultiva en diversos poblados de las mixtecas altas, Huajapan de León, Puebla; en el cañón del río Atoyac en "Cuajiotales" y en los alrededores de Tehuacán, en Guerrero, en el Cañón del Zopilote, en Chiapas; en la Hacienda de la Providencia y también cerca de Tula, Tamaulipas y Río Verde, San Luis Potosí (Bravo, 1978).

#### 4.2.1.- Fruto de *Stenocereus pruinosus*

Existen diferentes tipos que se distinguen por la forma y el color de los frutos los cuales como en el caso de *S. pruinosus* produce frutos comestibles que se les da el nombre de "pitayas", generalmente globosos hasta ovoides, de 5 a 8 cm de largo de color variable rojo púrpura, anaranjado verdoso que al madurar pierden sus aréolas lanosas con todo y espinas, facilitando mucho su ingestión sus semillas son pequeñas de 2 a 2.5 mm. de largo y 1.8 mm. de ancho, con amplio hilio basal, testa negra con grandes puntuaciones. Al igual que las tunas, su pulpa es carnosa del mismo color que el pericarpelo también dulce y jugosa, por lo que tienen gran demanda como fruta fresca, en menor escala como mermelada y pulpas concentradas, bebidas refrescantes, bebidas alcohólicas por fermentación y helados en forma regional. La cosecha de pitayas se realiza ya sea de poblaciones silvestres, que a veces forman asociaciones grandes y densas, o bien de plantas cultivadas en cercos vivos o en pequeños huertos (Bravo, 1991). En los valles centrales de Oaxaca, la principal época de floración, es a principios de año, lo cual motiva un fuerte período de fructificación en los meses de abril y mayo (Flores, 1991). En la pitaya un porcentaje alto del volumen del fruto es ocupado por la pulpa y las semillas son pequeñas, por lo que éstas no son una limitante para su aceptación, como ocurre con la tuna. Esto es una ventaja importante en términos de calidad de frutos ya que la pitaya puede ser considerada como un fruto con potencial de exportación a mercados de Estados Unidos y la Comunidad Económica Europea, en donde los frutos exóticos con colores atractivos presentan una amplia demanda (Pimienta y Tomas, 1993).

### 4.3.- Investigaciones en frutos de cactáceas

Los estudios efectuados en frutos de cactáceas son escasos; de los cuales la mayoría están enfocados al género *Opuntia*, a continuación se incluyen algunos de estos, así como los géneros *Stenocereus* y *Escontria*.

#### 4.3.1.- Cultivo y producción.

En producción de frutos del género *Opuntia* esta el trabajo realizado por Rodríguez (1981) para cuatro especies (*O. cochicera*, *O. robusta*, *O. streptacantha* y *O. leucontrichia*) donde comenta que la producción de yemas varía entre las especies, que estas son afectadas por factores físicos (heladas); también hay aborción de yemas debido a que la planta madre no puede mantener y llegar a floración por la competencia de agua y nutrientes, entre estas además, el que las especies florezcan al mismo tiempo provoca que se de una hibridación de especies, dándose la floración en un lapso corto de tiempo, que a su vez conlleva a un traslape en la fructificación de las especies. De las cuatro especies señaladas *O. streptacantha* es la que produce más frutos.

En el trabajo de Becerra, Barrientos y Diaz (1976) para *O. amyclaea* se plantea que debido a la forma aplanada de los cladodios, la captación de luz depende en gran parte de la orientación, así ellos estudiaron esta variable en los cladodios sobre producción y calidad de frutos. Obteniendo que los cladodios orientados norte-sur se ven favorecidos en la fructificación debido a su mayor captación de luz solar, lo cual ayuda a la diferenciación floral de las yemas, además de que los frutos en esta orientación tienen un mayor contenido de sólidos solubles. Por lo que concluyen que los cladodios orientados norte-sur tienen mayor eficiencia fotosintética que los orientados este-oeste produciendo una mayor cantidad de carbohidratos y auxinas, produciendo así más frutos, aumentando el peso de los cladodios y emitiendo más raíces.

Otros trabajos realizados por Nerd (1991); Kuti (1992) e Inglese (1995), mencionan que la fertilización y el riego a las plantas de *Opuntia spp.* da como resultado un mayor número de frutos por planta.

Para el cultivo del género *Stenocereus* se tiene que Llamas (1984a), Tapia (1984), Pérez y Nava (1991), Pimienta y Nobel (1994), dan normas para llevar un cultivo, estos autores describen que la propagación de la planta se debe hacer con segmentos del brazo de unos 60 a 150 cm de largo y con plantas que por lo menos hayan fructificado dos años, el corte de las ramas se hace de manera diagonal para propiciar la cicatrización. Posteriormente se dejan de 15

a 30 días, y se procede a plantar antes de que comience el periodo de lluvias en hoyos de 40 a 50 cm de profundidad, dejando entre 4 a 5 m de distancia entre planta y planta. Ya que se ha asegurado el enraizamiento de la planta se recomienda aplicar estiércol y hacer cajetes para conservar los nutrientes y el agua. La poda como control de la altura de la planta y la longitud de la rama facilita la cosecha del fruto. Sugieren realizar un control de las plagas y enfermedades como las hormigas arrieras, controladas con "Folidol" en polvo en los hormigueros y en la base de los troncos de las plantas. Al igual que al barrenador del pitayo que ataca tanto frutos como a planta se le controla con DIPTEREX. Otro depredador del fruto son las aves, cuando los frutos se encuentran ya maduros, esto se resuelve poniendo "espantapájaros".

Lomeli y Pimienta (1993), y Pimienta, Robles y Domínguez (1995) mencionan para *Stenocereus queretaroensis*, que la caída de flores y frutos ocurre en diferentes estaciones durante la diferenciación de la flor, lo que está dado por los daños de bajas temperaturas, daño por larvas de escarabajos y por la competencia de los recursos maternos entre estadios de desarrollo. Estos mismos autores señalan que el periodo de fructificación de la pitaya es corto siendo entre 60 a 70 días.

Con respecto a la producción Piña (1977) señala que en la región de la Mixteca Oaxaqueña cada planta de "pitaya" produce en promedio 100 frutos al año, Llamas (1984b) menciona para *S. griseus* en Sto. Domingo Tianguistengo, Oax. que cada "árbol" produce entre 5 a 150 frutos por año dependiendo de la edad de la planta y número de frutos por brazo, por último Pimienta y Nobel (1994) en la subcuenca de Sayula, Jal. para *S. queretaroensis* reportan que la cosecha varía de 45 a 98 frutos por planta en cultivo.

En la relación al cultivo de la especie *E. chiotilla* se encontró que Nieto (1980) menciona que en esta no existe, debido a que crece de forma abundante en el "monte" llegando a ser dominante en algunas comunidades vegetales, sin embargo; comenta que la planta se produce vegetativamente al desprenderse un brazo y la producción comienza entre los 5 a 6 años de la planta y que a partir de entonces su producción es constante.

Para la producción de frutos Piña (1977) menciona para la región de la Mixteca oaxaqueña que cada planta de "jiotilla" produce en promedio 300 frutos al año, mientras que Nieto (1980) dice que cada planta de "jiotilla" sostiene un promedio de 50 frutos, por último Martínez (1987) estima la producción total de frutos a diferentes orientaciones (geográficas) en los años 1984 y 1985 de la región de Venta Salada, llegando a la conclusión de que la orientación norte de los organismos presenta un número mayor de frutos que las otras tres restantes, sugiriendo que esta se encuentra influida por la temperatura y precipitación pluvial, por lo tanto; la producción de frutos no es constante de un año a otro teniendo un promedio de 136 frutos por planta para 1984 y de 194 frutos para 1985, por su parte Flores (1991) menciona que un árbol puede producir de 20 a 1000 frutos dependiendo del número de brazos que tenga y de si la productividad es buena o mala es decir, si la productividad de frutos (anual) por brazo es de 3 a 4 se considera mala y si da de 12 a 14 es buena

#### 4.3.2.- Características físicas de los frutos.

Entre los índices de cosecha, las características físicas como tamaño, color, firmeza son las que más se pueden apreciar a primera vista y por lo tanto revisten una gran importancia por parte de los consumidores.

Se ha encontrado que el patrón de crecimiento del fruto *Opuntia spp* según Pimienta (1990), es sigmoide simple y se puede dar en ciclos cortos ( 120 a 140 días), intermedios (140 a 160 días) o largos (170 a 180 días) mientras que Kuti (1992) indica que el patrón de crecimiento es sigmoide simple para *O. ficus - indica*, *O. hyptiacantha*, *O. lindheimeri* y de tipo doble sigmoide para *O. inermis*.

En el caso del género *Stenocereus*, para *S. stellatus*, Cruz (1985), *S. griseus*, Del Toro y Castellón (1986), *S. queretaroensis*, Lomeli y Pimienta (1993) sugieren que el crecimiento es de tipo doble sigmoide.

Otra característica se da en relación al color el que se atribuye a la presencia de pigmentos como antocianinas y betalainas que proporciona al consumidor la idea del estado de madurez o inmadurez del fruto. En el caso de *O. ficus - indica*, Cano (1987) explica que la cantidad de pigmentos aumentan después de los 60 días de floración y que alcanza 13.9 mg/100g (peso fresco) de betacianinas y 2.9 mg/100g de betaxantinas, 15 días antes del corte del fruto; también menciona inestabilidad de los pigmentos debida al aumento de la temperatura. Por otro lado Ramos (1983) y Pimentel (1984) realizaron estudios del pigmento del fruto de *E. chiotilla* llegando encontrando que esta especie tiene betalainas (isobetaninas, filocactinas y betanina) las cuales proporcionan el color al fruto, y que estas son muy inestables a los cambios de pH, las altas temperatura, la luz y el aire; siendo estos pigmentos los responsables del color en el fruto.

En el manejo del fruto la firmeza es importante ya que esta le proporciona mayor turgencia y resistencia a golpes que le da un periodo de conservación más amplio en postcosecha. Al respecto Barbera (1992) menciona para el fruto de *O. ficus - indica*, que esta decrece después de los 100 días de floración (antesis) con un rango final de 4.5 a 5 Kg/cm<sup>2</sup>, y considera que el fruto para ser consumido en fresco debe ser cosechado con una firmeza que permanezca por los 6 Kg/cm<sup>2</sup> dada entre los 70 a 90 días después de la floración.

Por su parte Cruz (1984) menciona que *Stenocereus stellatus* presenta muy poca firmeza, lo cual implica una susceptibilidad a golpes en postcosecha y por lo tanto a un periodo reducido de conservación, la firmeza en este fruto va de 2.7 a 4.2 Kg/cm<sup>2</sup>

### 4.3.3.- Características químicas del fruto.

El análisis químico de los frutos reviste importancia en la calidad nutricional y de sabor, ayudando a establecer valores mínimos en el contenido de ciertos parámetros dependiendo del fruto y del estado de madurez fisiológica.

Barbera (1992) para *O. ficus-indica* y Kuti (1992) para *O. ficus-indica*, *O. hyptiacantha*, *O. lindheimeri* y *O. inermis*, estiman los cambios químicos durante el desarrollo del fruto observando que los sólidos solubles totales se incrementan rápidamente después de los 45 días de floración al igual que los azúcares totales; otros componentes como la fibra cruda, pectinas, cenizas, proteínas y la acidez titulable decrecen de los 50 a 70 días después de la floración.

Mientras Del Toro y Castellón (1986) comentan que *S. griseus* sufre cambios químicos durante su desarrollo, aumentando en su fase final los azúcares totales y los azúcares reductores donde el contenido de fructuosa es superior, después de presentar variaciones durante su crecimiento y disminuir la acidez titulable al acercarse la madurez.

De análisis bromatológico se tienen los estudios realizados para *O. streptacantha* y *O. imbricata* por Escamilla (1977) en el cual se encontró que la proteína cruda de las dos especies es sumamente baja y que los componentes de mayor importancia industrial de este fruto es la abundancia de carbohidratos, que se encuentran como azúcares reductores directos, así como el contenido de pectinas útiles para la elaboración de mermeladas.

Borrego y Burgos (1986) reúnen los análisis bromatológicos de diferentes variedades de las especies *O. streptacantha* y *O. robusta* y de diversos autores pero en general comenta que el agua es el mayor componente de los frutos, que el contenido de proteínas es bajo en todas las variedades de estas dos especies y que los carbohidratos más encontrados son glucosa y fructosa con valores altos.

Delgado y Pimienta (1988) evalúan los componentes del fruto de *Opuntia spp* como son vitamina c, composición de ácidos grasos y proteína cruda, en nopaleras cultivadas y silvestres encontrando que en las nopaleras cultivadas el porcentaje de azúcares y vitaminas c es mayor que en las silvestres y que en las semillas de estos últimos hay mayor cantidad de aceites y pectinas disponibles para la elaboración de mermeladas.

Entre los análisis bromatológicos para *S. griseus* y *S. stellatus* realizados por Piña (Citado por Bravo, 1991) se encuentran proteínas, fibra cruda, cenizas, grasas, humedad y extracto libre de nitrógeno para base húmeda y base seca en el fruto íntegro (pulpa, cascara y semilla) para *S. griseus* y en pulpa y semilla para *S. stellatus* (cuadro 1).

Cuadro 1.

Composición química del fruto en tres especies del género *Stenocereus*.

	PULPA	
	<i>S. stellatus</i> *	<i>S. griseus</i> . *
Humedad %	86.33	85.79
Proteínas %	7.33	9.07
Fibra cruda %	1.83	23.15
Cenizas %	3.54	3.23
Grasas %	2.07	0.84

	SEMILLA	
	<i>S. stellatus</i> *	<i>S. griseus</i> . *
Humedad %	5.20	35.25
Proteínas %	22.21	21.77
Grasas %	23.38	1.65

	PULPA		
	<i>S. stellatus</i> *	<i>S. griseus</i> *	<i>S. queretaroensis</i> &
Ac. titulable	0.115 g/100ml	0.64 g/100ml	0.24 %
pH	5.2	3.95	4.5
Az. reductores	7.9%	8.12 %	8.2 %
Az. totales	8.1 %	8.61 %	10.1 %
Vitamina "c".	11.72 mg/100ml	21.8 mg/100ml	-----

\* Piña- Lujan (citado por Bravo 1991), &amp; Pimienta y Tomas (1993)

Mientras Ramos (1983) incluye en su trabajo un cuadro (Cuadro 2) con la composición química de los frutos de *E. chiotilla* (proteínas, cenizas, carbohidratos y humedad), y concluye que es un alimento de bajo valor nutritivo por el bajo porcentaje de proteínas encontrado en la pulpa.

**Cuadro 2.**Análisis bromatológico de la parte comestible del fruto de *E. chiotilla*.

PULPA	
	Base húmeda %
Humedad	84.5
Proteínas	0.72
Fibra cruda	0.44
Cenizas	0.45
Grasas	0.37
Carbohidratos	13.42 (por diferencia)

Ramos (1983)

**3.3.4.- Características fisiológicas de los frutos.**

Los parámetros fisiológicos como desarrollo de capas de abscisión, producción de etileno, índice de respiración en los frutos ayudan a dar un mejor manejo en pre y postcosecha.

En cuanto al desarrollo del fruto Pimienta, Engleman y Robles (1988) dicen que para *Opuntia spp* el receptáculo que rodea al ovario da origen a la cáscara, la pulpa esta formada por células epidérmicas de las envolturas funiculares y los funiculos. Pimienta y Engleman (1985) expresan que las semillas debido al engrosamiento de las células internas de la envoltura funicular se asemejan al "hueso" de las drúpaceas. Por último Pimienta (1990) menciona que durante las ocho primeras semanas después de la floración el mayor crecimiento es el de la cascara y posteriormente la del lóculo.

Por otro lado, con respecto al el patrón de respiración del fruto Escamilla (1977) describe para *O. imbricata* y *O. streptacantha* y Pimienta (1990) para *O. ficus-indica* lo clasifican como un fruto **no climatérico**. En frutos de *S. stellatus* (Cruz, 1985) y *S. griseus* (Del Toro y Castellón, 1986) reportan un comportamiento que corresponde a los frutos **no climatéricos**.



## 5.- MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1.- Descripción del área de estudio.

Las zonas áridas del sur del país, son más bien semiáridas, presentan carácter tropical, las principales son la de Tehuacán en Puebla, la de Cuicatlán (incluyendo el Cañón de Tomellín), en Oaxaca, la gran cuenca del Río Balsas situadas en los estados de Guerrero y Michoacán y la del Istmo de Tehuantepec (Rzedowski, 1978).

La región árida del Valle de Tehuacán más meridional con respecto a la de Hidalgo y Querétaro. Esta situada en la parte alta de la cuenca del Papaloapan. Su altitud se encuentra entre 1000 a 1800 msnm donde: El municipio de Coxcatlán se encuentra formado parte de este Valle; lugar donde se desarrollo el presente estudio, este se encuentra limitado al Norte por el municipio de Zinacatepec, al Sur por Nahuatipan y Teopoxco en Oaxaca, al Este por Calipan, San Gabriel Chilac y San José Miahuatlán y al Oeste por Zoquitlan y Santa Marta Coyomeapán. La extensión se calcula en 304.89 Km<sup>2</sup> aproximadamente, con una altitud de 1200 msnm. El municipio se encuentra integrado por dos juntas auxiliares, Tilipan y Calipan; y once rancherías: Pala, Xacalco, Vigastepec, Tequexpalco, Potrero, Tepeyoloc, Tecoltepec, Ocotlamanic, Chichiltepec, San Rafael (Pueblo Nuevo) y Venta Salada (Figura 2). (Aguilar et al. 1982 citado por Martínez, 1987). La comunidad de Venta Salada se encuentra ubicada a los 97° 15' 10" y 97° 11' 28" longitud oeste y a los 18° 14' 28" y 18° 15' 14" latitud Norte (Carta geológica, Orizaba E-14-3, 1:250,000. ( Dirección general de geografía, 1983).

Entre las características más importantes del área de estudio se encuentran las siguientes:

**Clima:** El clima según Koppén (citado por Martínez 1987) es BS<sub>1</sub> (h')w<sup>''</sup>(w)(e)g; donde, B es el grupo de climas secos, S<sub>1</sub> el menos seco de los climas BS con P/T de 22.9, (h') muy cálido con temperatura media anual de 22°C; w<sup>''</sup> con presencia de canículas (dos puntos de precipitación media anual máxima separadas por dos estaciones secas, una larga en la mida fría de la temporada lluviosa) y (w) régimen de lluvias en verano, (e) variaciones de temperaturas medias mensuales con extremosa oscilación entre 7° y 14 ° C, (g) el mes más caliente antes de junio con una temperatura media anual de 22.7 ° C y precipitación anual de 542.4 mm.

**Suelos:** Presenta suelos con dos horizontes A y C y tres tipos de textura; franco, migajon arcilloso y arcilloso arenoso, pH alcalino (8.3), ricos en carbonatos de calcio, pobres en Potasio y Fósforo, con cantidades suficientes de Nitrógeno y materia orgánica. Son suelos aluviales fértiles utilizados para la agricultura, principalmente caña de azúcar, dado que existe irrigación por parte de canales de riego (Cisneros, 1983).

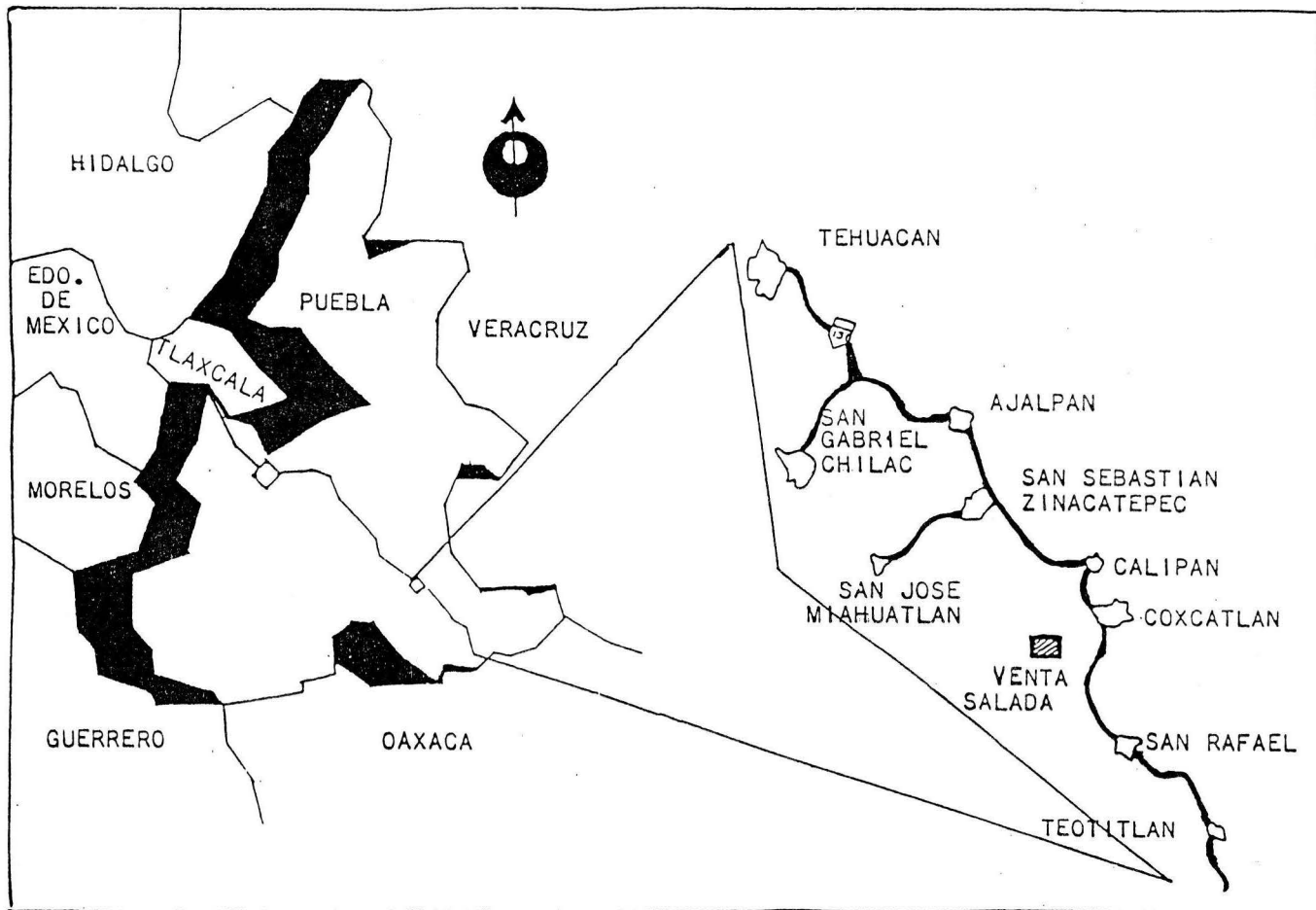


FIGURA 2.- Localización de la zona de estudio y las localidades que la rodean.

(Carta geologica Orizaba E-14-3, 1:250,000, Dirección general de geografía, 1983).

**Vegetación:** La vegetación de mayor importancia dentro de la zona de estudio y de acuerdo con Rzedowski (1978) es de tipo Micrófilo y Crasicaule, pero según García, (1973) la zona de estudio presenta un tipo de vegetación Multidendricaule y Crasicaule, considerando en su conjunto como Selva Baja Espinosa Caducifolia, ya que se caracteriza por tener agrupaciones de plantas arbustivas de ramificaciones abundante con espinas laterales y tallos carnosos, así como, un predominio de leguminosas espinosas bajas (4 a 8 m) y predominantemente de hojas caedizas.

**Hidrografía:** Coxcatlán es atravesado por el "Río Salado" que esta suministrado por numerosos manantiales de flujo constante y perenne (Cisneros, 1983).

## 5.2.- Diseño de muestreo.

Para el presente trabajo se muestrearán dos especies de cactáceas una cultivada y otra silvestre, entre los meses de febrero a mayo del año 1995.

De acuerdo con Meyran y Meyran \* (comunicación personal) la especie cultivada es *Stenocereus pruinosus* con una edad de 8 años, que se caracteriza por ser arborecente de 2.06 m de altura en promedio, con 12 ramas, que presenta de 5 a 6 costillas por rama, con fructificación lateral.

Para evaluar la producción de frutos se seleccionaron completamente al azar cuatro organismos de un huerto\* de *S. pruinosus* con una altura de aproximadamente 2.06 m aparentemente sanas, se eligieron 4 ramas que dieran a los cuatro puntos cardinales (norte, sur, este, oeste) con la ayuda de una brújula y excluyendo aquellas ramas que no estuvieran exactamente en alguna de las orientaciones, así como las ramas jóvenes (no reproductivas). Para la evaluación se marcaron con pintura vinílica 50 cm de la rama iniciando el registro del ápice hacia la base. Las mediciones se hicieron durante 10 semanas a intervalos de 7 y 14 días cada uno. En un área de 500 m<sup>2</sup>

La especie que se encuentra en estado silvestre pertenece a *Escontria chiotilla* que se caracteriza por ser arborecente de 2.80 m de altura en promedio con 21 ramas en promedio, que presenta de 6 a 8 costillas por rama, con fructificación apical.

\* El Biol. Antonio Meyran Camacho y El Dr. Jorge Meyran García quienes identificaron la especie

\* Propiedad del Sr. Luis Hernández Escobar.

Para evaluar la producción de frutos se seleccionaron completamente al azar cuatro organismos jóvenes, con una altura entre los 2 y 3 m, aparentemente sanas de una población nativa, se eligieron 10 ramas para cada uno de los cuatro puntos cardinales (norte, sur este, oeste). De cada rama se marcaron las 5 aréolas que se encontraban en la parte apical de cada una de las costillas. Las mediciones se llevaron a cabo durante 12 semanas a intervalos de 7 y 14 días cada uno. En un área de 800 m<sup>2</sup>

Para obtener el patrón de crecimiento de los frutos de *S. pruinosus* y *E. chiotilla* se tomaron medidas morfométricas como longitud, diámetro, peso y volumen.

Los análisis químicos de los frutos en diferentes estadios de crecimiento, se colectaron frutos de otras ramas de la planta con el fin de no afectar los frutos que se evaluaban respetando las medidas correspondientes al tiempo de crecimiento y se transportaron al laboratorio en frío.

### 5.3.- Variables de estudio para las dos especies.

- 5.3.1.- La **producción de estructuras reproductivas** se realizó marcando las aréolas con pinturas vinílicas y registrando las yemas, brotes florales y frutos que se encontraban al iniciar el trabajo, haciendo el seguimiento de estas, así; como las estructuras abortadas. Tomando los estadios fenológicos como se señala en la figura 3a y 3b para *S. pruinosus*. De la misma forma se realizó para *E. chiotilla* (figura 4).
- 5.3.2.- El **patrón de crecimiento** para los frutos de las dos especies se obtuvo midiendo la longitud y el diámetro con un vernier desde el estadio de yema hasta el corte del fruto para *S. pruinosus*; y desde la anthesis hasta el corte del fruto para *E. chiotilla*. El volumen de los frutos se calculó utilizando la fórmula  $A = 0.5236 d^3$  citada por Westwood (1982) y el peso se registró con ayuda de una balanza vernier marca ohaus.
- 5.3.3.- La **relación cáscara y pulpa** en los frutos se sacó midiendo por separado el peso de la cáscara y de la pulpa con todo y semilla en una balanza vernier marca ohaus y posteriormente la relación de porcentaje correspondiente se sacó tomando en cuenta el peso total del fruto.

- 5.3.4.- El **color externo** (de la epidermis) de los frutos se midió en un Hunter LAB\* que maneja un sistema de coordenadas que mide el espectro de luz que va de verde a rojo (a), de azul a amarillo (b) y la brillantes del fruto (L), donde mientras el fruto obtenga un resultado más negativo este se acerca al color verde, azul u opaco y si el resultado es positivo este tendrá un color rojo, amarillo y brillante.
- 5.3.5.- La **firmeza** se evaluó con un penetrómetro Chatiyon\* con puntal fuerza 5 five modelo FDV-30 que mide la fuerza de presión que se requiere para penetrar al fruto dado en Kg/ cm<sup>2</sup> (en este caso solo se registro para los frutos de *E. chiotilla*).
- 5.3.6.- Los **análisis químicos** realizados a los frutos en diferentes estadios de crecimiento fueron los siguientes: pH que se midió con un potenciómetro marca Lutron pH-201 rango 0-14. Sólidos solubles totales y la acidez titulable por el métodos descritos por Bósquez (1992), azúcares reductores por la técnica de Nelson-Somogyi y azúcares totales por el método del fenol- ácido sulfúrico que especifican González y Peñalosa (1981).
- 5.3.7.- Los **análisis químicos** llevados a cabo en la porción comestible de los frutos fisiológicamente maduros fueron, porcentaje de proteínas por el método del microkjeldahl detallado por González y Peñalosa (1981), fibra cruda, vitamina C y pectinas por las técnicas explicadas por Lees, (s/a). La humedad por la técnica señalada por Calvo (1988), los lípidos por el método de Goldfish que especifica González y Peñalosa (1981) y cenizas por la técnica realiza por Escamilla (1977).
- 5.3.8.- La **respiración** de los frutos se midió por medio en un tren de respiración evaluando por titulación los mg CO<sub>2</sub>\* a diferentes estadios de crecimiento.

---

\* Se midio en el laboratorio de Fisiología Postcosecha del Colegio de Posgraduados de la U.A. CH. con ayuda del M. en C. Ismael Aguilar Ayala.



Figura 3a.- Estadios fenológicos reproductivos de *S. pruinosus* registrados, en AD (aréola dañada); Y (yema); BF (brote floral).

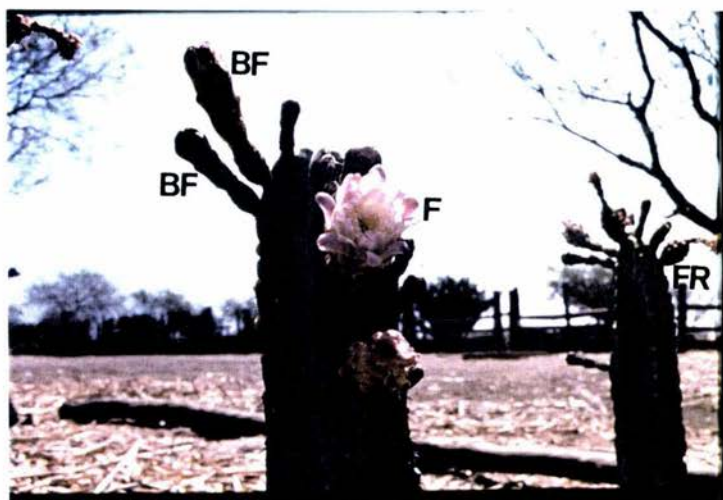


Figura 3b.- Bf (Brotos florales); F (flor) y Fr (frutos) de *S pruinosus* que se registraron.

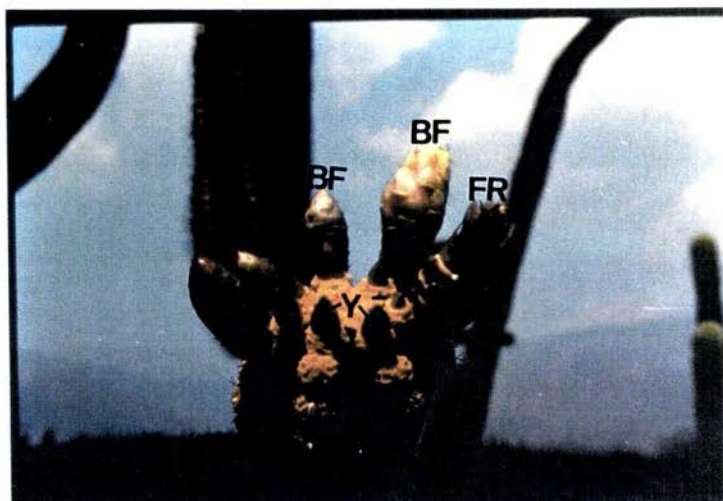


Figura 4.- Estadios fenológicos reproductivos de *E. chiotilla* registrados, donde: Y (yemas); BF (brote floral); Fr (fruto).

## 6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Producción de frutos.

En la producción de estructuras reproductivas ( yemas, brotes florales y frutos) de *S. pruinosus* por orientaciones (norte, sur, este y oeste) (figura 5) se observó que el número de estas son similares a excepción de la orientación norte donde se nota una menor producción, sin embargo; el análisis estadístico ANDEVA (Cuadro 3 del apéndice) reveló que no hay diferencias significativas por orientaciones siendo capaces todos los brazos de la planta de presentar el mismo número de frutos; esto puede deberse a que el pitayo es una planta que carece de follaje y el proceso fotosintético se lleva a cabo en los tallos por lo que el sombreado es reducido, y no llega a ser un factor limitante para la iniciación floral, de hecho Pimienta (1993) menciona que la formación de flores y frutos se presenta con igual intensidad en diferentes posiciones de la planta.

En cuanto a la producción de estructuras reproductivas en *S. pruinosus* por rama (Figura 6) se tiene que de un promedio de 108 aréolas (que representa el 100%) registradas, 6 (5.55%) estaban dañadas encontrándose el tejido ya necrosado; del número restante de aréolas 102 (94.44% del total de aréolas) se observó que solo brotaron 29 (26.85%) yemas en promedio por rama y debido principalmente a que las hormigas arrieras las destrozaron mordidiéndolas se mermó la producción, abortándose 17 yemas (15.74%); este suceso también fue observado por Pérez y Nava (1991) en *S. queretaroensis*, por lo que solo llegaron 12 estructuras al estadio de brotes florales, atribuido a factores abióticos como los vientos que se registraron en la zona en el mes de abril y las lluvias que se presentaron en esta época (Cuadro 4 del apéndice), se observó caída de flores; lo que provocó que 10 brotes florales en promedio por rama fueran abortados (equivalentes a un 9.25% del total de aréolas). Finalmente solo se registraron 2 frutos amarrados (que equivale al 1.85%) y estos fueron consumidos por pájaros como el "cuicuite", "chiquiton", "chigui", "gorrion" y "paloma" encontrándose picados por lo que los frutos caen, esto en un porcentaje de 0.3% del total de aréolas en consecuencia solo se cosechan de 1 a 2 frutos por rama.

La baja producción de frutos en este huerto se puede deber además de lo antes mencionado a que no recibe ningún tipo de práctica cultural por lo que para obtener un mayor número de frutos se deben preservar las estructuras que le preceden, es decir para mantener un mayor número de yemas se tiene que controlar hormiga "arriera" con insecticida en polvo en la base de las ramas de la planta (Pérez y Nava, 1991). La caída de brotes florales puede estar influido por la cantidad de flores polinizadas, sin embargo; en este trabajo no se observaron a los polinizadores aunque Soriano y Sosa (1992) reportan como principales polinizadores a los murciélagos, además de las abejas y algunos escarabajos, así los óvulos no fecundados pudo ser una de las causas de caída de flores, otra causa puede ser el agua que las plantas recibieron en

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## 6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Producción de frutos.

En la producción de estructuras reproductivas ( yemas, brotes florales y frutos) de *S. pruinosus* por orientaciones (norte, sur, este y oeste) (figura 5) se observó que el número de estas son similares a excepción de la orientación norte donde se nota una menor producción, sin embargo; el análisis estadístico ANDEVA (Cuadro 3 del apéndice) reveló que no hay diferencias significativas por orientaciones siendo capaces todos los brazos de la planta de presentar el mismo número de frutos; esto puede deberse a que el pitayo es una planta que carece de follaje y el proceso fotosintético se lleva a cabo en los tallos por lo que el sombreado es reducido, y no llega a ser un factor limitante para la iniciación floral, de hecho Pimienta (1993) menciona que la formación de flores y frutos se presenta con igual intensidad en diferentes posiciones de la planta.

En cuanto a la producción de estructuras reproductivas en *S. pruinosus* por rama (Figura 6) se tiene que de un promedio de 108 aréolas (que representa el 100%) registradas, 6 (5.55%) estaban dañadas encontrándose el tejido ya necrosado; del número restante de aréolas 102 (94.44% del total de aréolas) se observó que solo brotaron 29 (26.85%) yemas en promedio por rama y debido principalmente a que las hormigas arrieras las destrozaron mordidiéndolas se mermó la producción, abortándose 17 yemas (15.74%); este suceso también fue observado por Pérez y Nava (1991) en *S. queretaroensis*, por lo que solo llegaron 12 estructuras al estadio de brotes florales, atribuido a factores abióticos como los vientos que se registraron en la zona en el mes de abril y las lluvias que se presentaron en esta época (Cuadro 4 del apéndice), se observó caída de flores; lo que provocó que 10 brotes florales en promedio por rama fueran abortados (equivalentes a un 9.25% del total de aréolas). Finalmente solo se registraron 2 frutos amarrados (que equivale al 1.85%) y estos fueron consumidos por pájaros como el "cuicuite", "chiquiton", "chigui", "gorrión" y "paloma" encontrándose picados por lo que los frutos caen, esto en un porcentaje de 0.3% del total de aréolas en consecuencia solo se cosechan de 1 a 2 frutos por rama.

La baja producción de frutos en este huerto se puede deber además de lo antes mencionado a que no recibe ningún tipo de práctica cultural por lo que para obtener un mayor número de frutos se deben preservar las estructuras que le preceden, es decir para mantener un mayor número de yemas se tiene que controlar hormiga "arriera" con insecticida en polvo en la base de las ramas de la planta (Pérez y Nava, 1991). La caída de brotes florales puede estar influido por la cantidad de flores polinizadas, sin embargo; en este trabajo no se observaron a los polinizadores aunque Soriano y Sosa (1992) reportan como principales polinizadores a los murciélagos, además de las abejas y algunos escarabajos, así los óvulos no fecundados pudo ser una de las causas de caída de flores, otra causa puede ser el agua que las plantas recibieron en

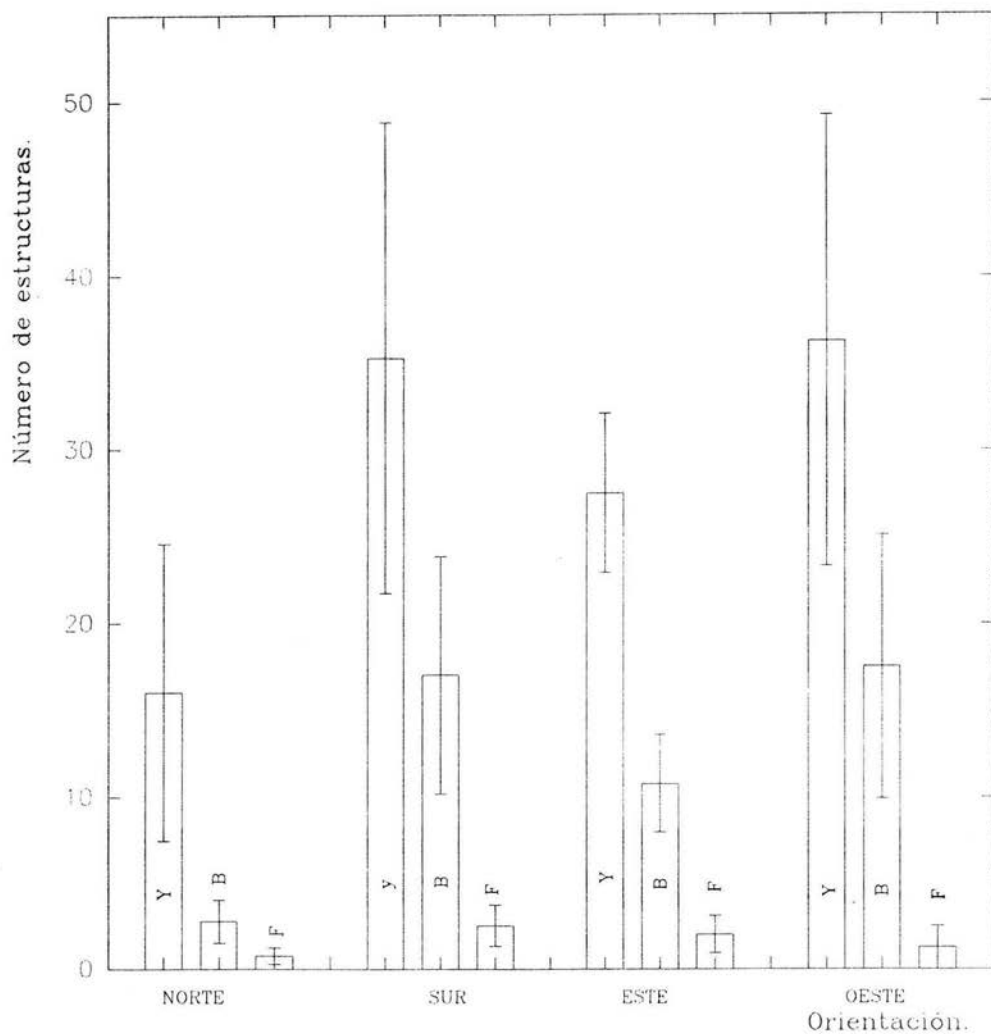


Figura 5.- Producción de estructuras reproductivas (con  $n=4$ ) de la especie *S. pruinosus* por orientaciones registradas en yemas (Y), brotes florales (B) y frutos (F).

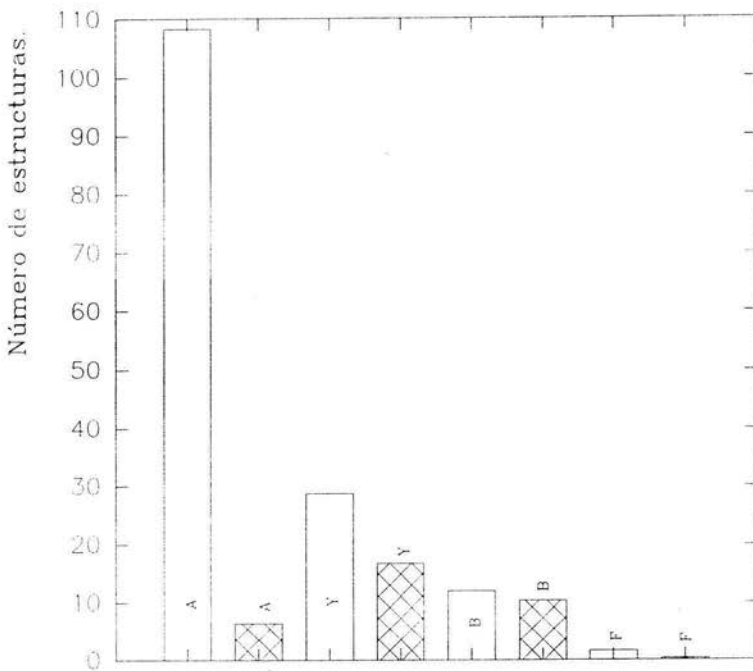


Figura 6. producción promedio por ramas (n=16) de estructuras reproductivas de *S. pruinosus*, así como estructuras dañadas o abortadas (barras sombreadas), mostradas como aréolas (A), yemas (Y), brotes florales (B) y frutos (F).

la época seca en este año aunque Kuti (1992) y Pérez y Nava (1991) recomiendan el riego antes de la producción de la flor y el fruto, según Pimienta, Robles y Domínguez (1995) comentan que la aplicación de agua en la estación seca afecta negativamente el desarrollo reproductivo, afectando el número de flores y retardando su apertura; sin embargo se debe considerar que la producción de frutos puede estar afectada por la precipitación pluvial del año anterior, es decir que en este caso la precipitación pluvial registrada en 1994 (Cuadro 4 del apéndice) fue de 264.1 mm. total anual, aumentando para el año 1995 (511.3 mm. total anual) de acuerdo con lo observado por Martínez (1987) se esperaría que en el año 1996 la producción fuera más elevada siendo este parámetro el responsable del aumento en la producción. Otra causa de la baja productividad se atribuye a la falta de fertilización, ya que de acuerdo con Llamas (1984a), Pérez y Nava (1991), Nerd (1991), Kuti (1992) y Inglese (1995) mencionan que una fertilización al cultivo da una mayor producción de frutos y como este huerto no la recibe una probable causa de la aborción de estructuras se deba a la competencia por recursos necesarios para mantener flores y frutos al mismo tiempo ya que es una especie con asincronía reproductiva.

Comparando la producción obtenida para *S. pruinosus*; con el estudio realizado por Llamas (1984a) en *S. griseus*, él menciona que una planta de 8 años de edad tiene en promedio 5 brazos que producen 10 frutos cada uno, en el presente trabajo se observó que *S. pruinosus* con 8 años de edad presenta 7 brazos (productivos) en promedio, sin embargo amarra muy pocos frutos en consecuencia solo se cosecharon de 7 a 14 frutos por planta lo cual está muy por debajo de lo reportado por Piña (1977) para *S. griseus* mencionando un promedio de cien frutos por planta, pero hay que considerar que la productividad de una planta aun de la misma especie puede variar dependiendo de la edad de la planta, número de brazos por planta y frutos por brazo además de los factores bióticos y abióticos que lo influyen.

Otra característica de *S. pruinosus* es que tiene una asincronía reproductiva, esto quiere decir que en la planta se pueden encontrar al mismo tiempo yemas, brotes florales, flores en antesis y frutos en desarrollo este fenómeno está considerado como una estrategia ecológica ventajosa, ya que cuando las condiciones del medio son desfavorables solo una parte de las estructuras reproductivas se verán afectadas por factores bióticos (como las plagas) o abióticos (las lluvias) y otra parte de ellas llegaran al final del crecimiento. Esto también favorece al productor porque además de asegurar un mínimo de rendimiento comercial en años adversos también facilita la cosecha y comercialización, pues la maduración de frutos se da de forma gradual (Pimienta, 1995).

En el caso de la producción de estructuras reproductivas de *E. chiotilla* por orientaciones (Figura 7) se observó que el número de estas son similares, y se confirma al realizar un análisis estadístico ANDEVA (cuadro 5 del apéndice) donde se muestra que no hay diferencia significativa entre las orientaciones, por lo tanto todos los brazos de la planta pueden producir el mismo número de frutos, sin embargo, esto no concuerda con el estudio realizado por

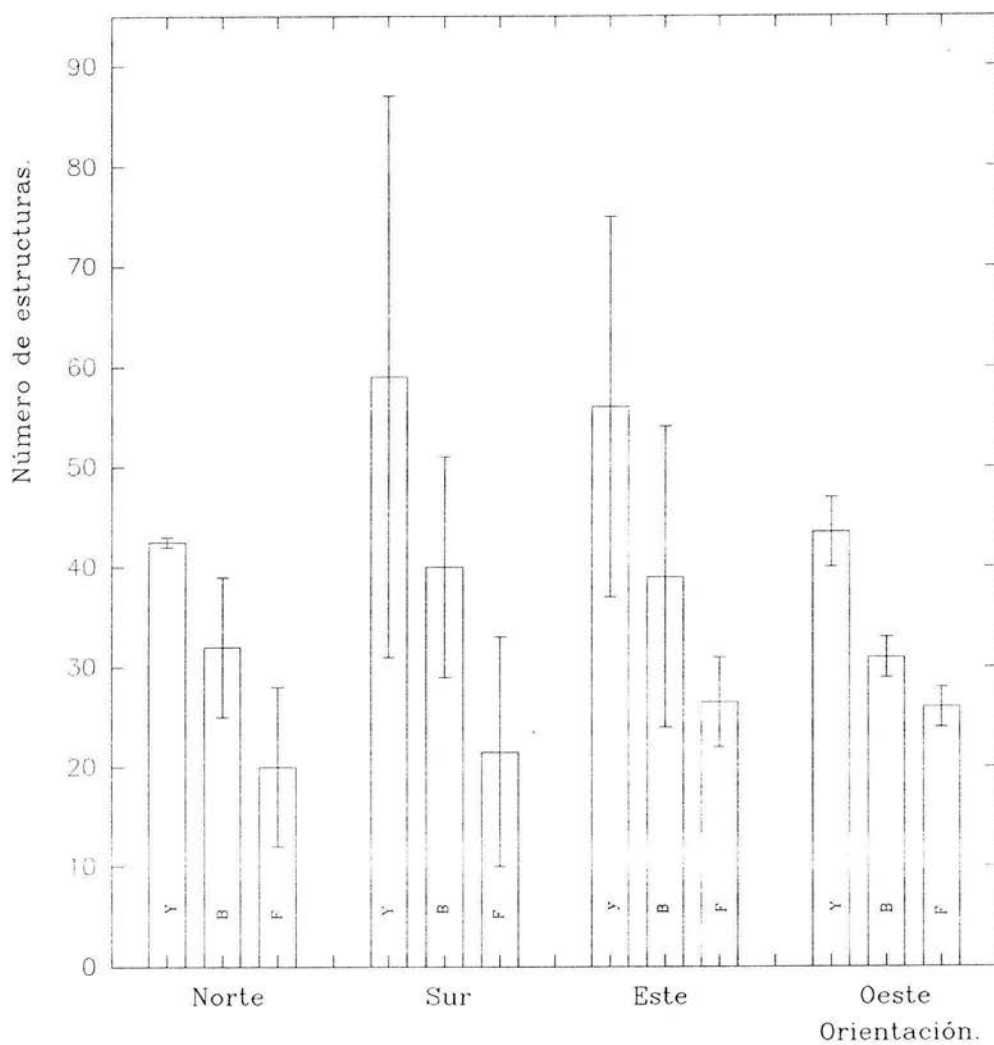


Figura 7.- Producción de estructuras reproductivas (n=10) de la especie *E. chiotilla* por orientaciones registradas en yemas (Y), brotes florales (B) y frutos (F).

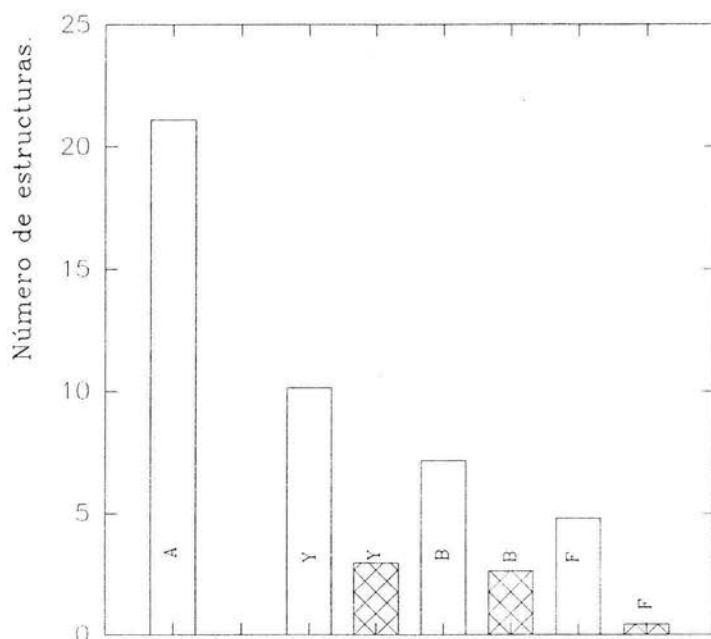


Figura 8.- Producción promedio por rama (n=10) de estructuras reproductivas de E. chiotilla, así como estructuras abortadas (barras sombreadas), mostradas como aréolas (A), yemas (Y), brotes florales (B) y frutos (F).

Martínez (1987) en el cual concluye que la parte norte es la que presenta una mayor producción de frutos y el trabajo de Becerra (1976) quien menciona para *O. amyclaea* que la orientación norte-sur presenta una mayor producción de frutos debido a la cantidad de luz recibida, sin embargo; en el trabajo de Martínez realizado para *E. chiotilla* las plantas son de un mayor porte en altura, cobertura, y el número de brazos es mayor de 82 por planta, proponiendo que a mayor actividad fotosintética mayor cantidad de carbohidratos y por lo tanto una elevada producción de frutos, por lo que en este estudio se plantea la posibilidad de que al no tener tantas ramas estas no se obstruyen la luz entre sí, y probablemente; esto favorece la oportunidad de dar el mismo número de frutos.

En relación a la producción de estructuras reproductivas en *E. chiotilla* por rama (Fig. 8) de un promedio de 21 aréolas (100%) marcadas, brotaron 10 (47.61%) yemas, de estas fueron abortadas 3 (14.28%); y llegaron al siguiente estadio de brotes florales 7 (33.33%) abortándose 3 (14.28%), finalmente solo amarraron 5 frutos (23.80%) y se abortaron 2 frutos (9.52%).

Las causas de aborción en estos organismos puede deberse a que al tratarse de una planta silvestre no recibe ningún cuidado además de estar expuesta; se observó que las hormigas consumen las puntas tiernas de las yemas y las destrozan. En cuanto a la aborción sufrida en los brotes florales se sigue observando la presencia de hormigas, además de las lluvias esporádicas que se presentaron presentadas en abril en esta zona por lo que se ve afectado el número de flores (Pimienta, 1995) y de una posible caída de estas sufrida por la competencia de nutrientes entre las diferentes estructuras reproductivas, ya que esta especie también presenta asincronía reproductiva. Los frutos se ven afectados en diferentes formas, debido al ataque de los pájaros que los picotean y a los escarabajos cuyas larvas afecta el pericarpo y el endocarpo viéndose el fruto con motitas café y generalmente al abrir el fruto la larva se encuentra ahí, según Llamas (1984a) la producción por el ataque de larvas puede abatirse hasta en un 30-40% en el fruto de *S. griseus*, sin embargo para "jiotilla" no se encontraron reportes de un porcentaje en pérdida de frutos por estos organismos. Lo anterior demerita el valor de los frutos si se considera en un mercado para estos.

Comparando la producción obtenida para esta planta con otros trabajos se tiene que se cosechan en promedio 3 frutos por rama y si por planta se tienen 16 ramas productivas en promedio se obtendrán 48 frutos y de acuerdo a esto según la clasificación realizada por Flores (1991) entraría en la categoría de una productividad mala, pero hay que recordar que en este caso se trata de organismos jóvenes que apenas empiezan su producción de frutos y que el rendimiento esta en función de la edad de la planta, del número de brazos productivos (Llamas, 1984b), además; de la influencia que tengan los factores abióticos como la precipitación pluvial que de acuerdo con Martínez (1987) influye de un año a otro, recordando (Cuadro 4 del apéndice) que el año 1994 fue un año con menor precipitación pluvial que para 1995 (año en el que se hicieron estas observaciones) la productividad para el '95 sería baja, por lo que esta varía entre diferentes años (Flores, 1991).

La asincronía reproductiva para esta especie tendría las mismas ventajas ecológicas y comerciales que se menciono para la "pitaya".

## 6.2 Crecimiento del fruto.

Con respecto al crecimiento del fruto de *S. pruinosus* este presenta un incremento tanto en longitud como en su diámetro, en la Figura 9 se puede apreciar que se da un primer periodo de crecimiento entre los días 0 al 39 posteriormente a partir del día 39 al 46 se observa un lento crecimiento, por último del día 46 al 68 se da otro periodo de crecimiento en el fruto. El primer periodo de crecimiento en el fruto puede estar dado primero por la división celular en el desarrollo de la yema, posteriormente del brote floral (pericarpelo y cavidad del ovario) que van a constituir al fruto y finalmente por la del pericarpo (pulpa y semilla), hasta esta etapa el fruto según Coletto (1989) puede alcanzar casi el número total de células que va a tener sin embargo aumenta muy poco de tamaño en tanto Hulme (1970) menciona que en este periodo se incrementa la semilla en tamaño y peso, así como también; se observa un cambio de color de la semilla dado entre los días 25 al 39, a partir de este día el crecimiento lento en el fruto se da el máximo crecimiento de la semilla, la lignificación del endocarpo (semilla) que continua rápidamente, mientras se detiene el crecimiento del mesocarpo (pulpa) (Hulme, 1970; Westwood, 1982); el último periodo de crecimiento del fruto se atribuye a la expansión del mesocarpo con espacios intercelulares y de acuerdo con Coletto (1989) y Leopold (1975) la acumulación de sustancias como agua, carbohidratos. Y según Cruz (1985) en el caso de las cactáceas esta expansión se debe al desarrollo de los funículos y sus ramificaciones. En esta etapa es donde el fruto madura (Hulme, 1970; Westwood, 1982). Todo lo anterior indica que esta especie presenta un crecimiento doble sigmoidal del fruto; lo cual coincide con lo descrito para *S. griseus* por Del Toro y Castellón (1986).

El crecimiento final para la "pitaya" en promedio fue de 8.13 cm de longitud y de 5.13 cm de diámetro en esta zona y es más pequeño de acuerdo con lo reportado por Piña (1977) el cual menciona que alcanza hasta los 7 cm de diámetro, sin embargo; para otros frutos del mismo género como *S. queretaroensis*, realizados por Pimienta y Tomas (1993) presenta 6 cm de longitud y 5 cm de diámetro, mientras que Pérez y Nava (1991) para esta última especie dicen que alcanza 8 cm de largo y 6 cm de diámetro. Lo cual nos sugiere que el tamaño del fruto puede variar debido al agua y a los nutrientes que afectan al crecimiento del fruto, ya que se ha observado que cuando reciben riego estos son de mayor tamaño al igual que cuando son fertilizados (Pimienta, 1995 y Kuti, 1992).



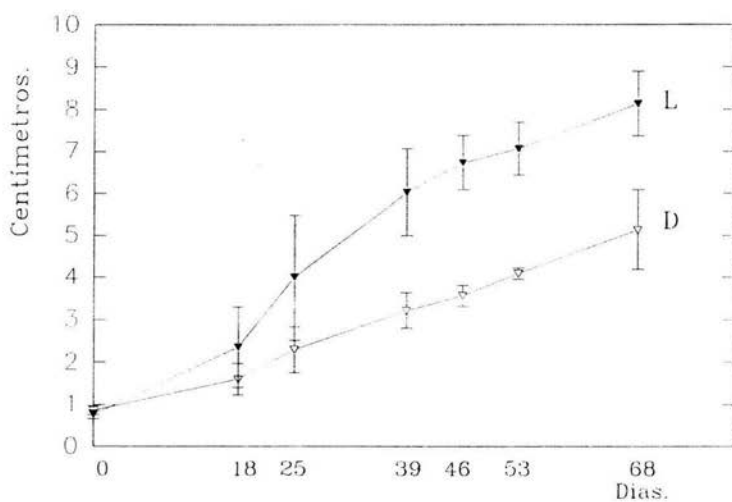


Figura 9.- Curva de crecimiento del fruto de S. prinosus dado en longitud (L) y diámetro (D) en n=12.

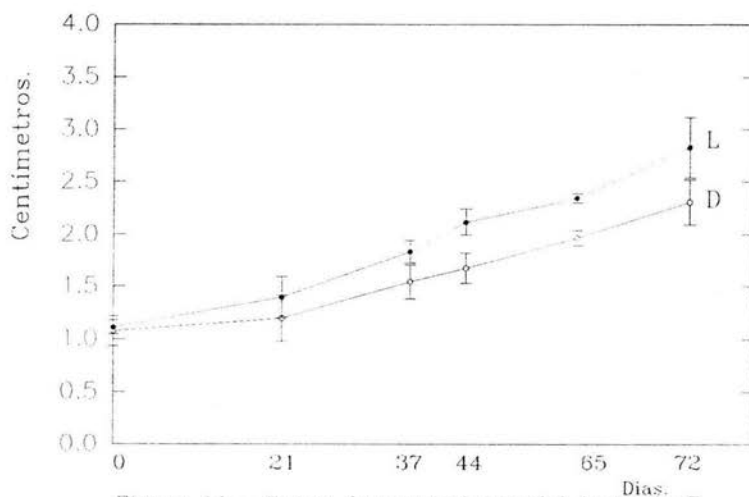


Figura 11 - Curva de crecimiento del fruto de E. chiotilla mostrado en longitud (L) y diámetro (D) para n=15.

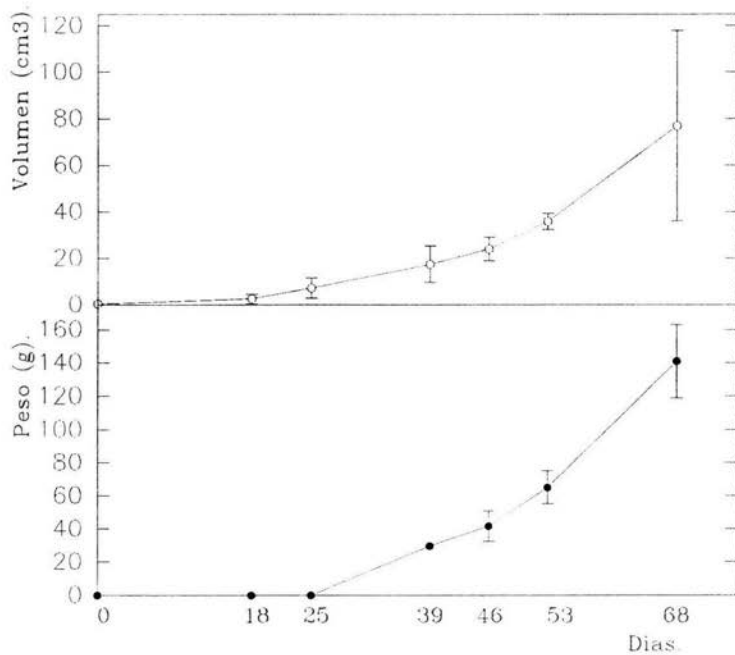


Figura 10.- Incremento promedio ( $n=12$ ) en el volumen y peso del fruto de *S. pruinosa*.

El periodo de fructificación es corto siendo de 68 días para *S. pruinosus* y similar al presentado por *S. queretaroensis* que es de 60 a 70 días (Pimienta, Robles y Domínguez, 1995).

#### Cuadro 6

Relación longitud/ diámetro (L/D) del fruto de *S. pruinosus* a diferentes tiempos de crecimiento con n= 12.

Tiempo (días)	0	18	25	39	46	53	68
L/D (cm)	0.84	1.67	1.78	1.83	1.87	1.72	1.58

En cuanto a la relación Longitud/ Diámetro del fruto *S. pruinosus* para el tiempo cero, la yema presenta una relación de 1, que significa que esta crece más en diámetro que en longitud; sin embargo, a partir del día 18 y hasta el final del crecimiento esta relación (L/D) se torna superior a 1 por lo tanto el crecimiento del fruto se da más longitudinalmente que en el diámetro, siendo este menor, en consecuencia este fruto presenta una forma globosa. Esto coincide con lo encontrado para *S. stellatus* (Cruz, 1985); *S. griseus* (Del Toro y Castellón, 1986) y *S. queretaroensis* (Pimienta y Tomas, 1993), especies que pertenecen al mismo género y cuya forma es similar.

El volumen del fruto de *S. pruinosus* se incrementa debido a que las células del tejido del mesocarpio (pulpa) crecen rápidamente (Westwood, 1982), hay elongación celular y aumentan en tamaño y cantidad los espacios intercelulares del mesocarpio (Hulme, 1970; Leopold, 1975) esto se da generalmente en la última fase del crecimiento del fruto (Figura 10), es por esto que al final de este se nota un aumento acelerado en el volumen del fruto siendo este al final del crecimiento de 70.68 cm<sup>3</sup> en promedio. El peso también se ve incrementado a partir del día 46 dado por la acumulación de carbohidratos y agua (Coletto, 1989; Leopold, 1975) hasta la fase de madurez fisiológica, para alcanzar al día 68 un peso promedio de 140.77 g.

Para el crecimiento del fruto de *E. chiotilla* (Figura 11) se dan dos periodos de incremento el primero del día 0 al 37 y el segundo del día 44 al 72 con un periodo de lento crecimiento entre los días 37 al 44. El primer periodo de incremento del fruto esta dado por la división celular y el inicio del desarrollo del embrión en la semilla (Coletto, 1989; Leopold, 1975), además un cambio de color de la semilla dado entre el día 21 al 37; de este último al día 44 se ve una lignificación en la semilla y un desarrollo máximo de esta, por lo que durante este tiempo el crecimiento del fruto es más lento debido a la competencia entre el desarrollo y crecimiento de la semilla; (a su vez se detiene el crecimiento del mesocarpio) (Leopold, 1975; Hulme, 1970 y Westwood, 1982). El segundo periodo de crecimiento rápido en el fruto se da

por la elongación de las células del mesocarpo, espacios intercelulares y la acumulación de agua y fotosintatos (Leopold, 1975; Coletto, 1989). En esta última etapa del crecimiento es donde se lleva a cabo la maduración del fruto (Hulme, 1970; Westwood, 1982). Todo lo anterior indica un crecimiento de tipo doble sigmoidal para esta especie, siendo el crecimiento promedio final para "jiotilla" de 2.82 cm de longitud y de 2.30 cm de diámetro; lo cual nos indica que en esta zona los frutos son más pequeños, ya que Flores (1991) reporta que los frutos de *E. chiotilla* en los Valles Centrales de Oaxaca crecen de 3 a 4 cm de diámetro y Piña (1977) menciona que el fruto llega a alcanzar 5 cm de diámetro.

El periodo de crecimiento del fruto desde yema registrado en este estudio es de 88 a 95 días, siendo más corto comparado con el de la tuna que oscila entre 120 y 180 días (Pimienta, 1990) y algunos frutales caducifolios como el durazno, en el que el desarrollo del fruto ocurre en 120 días y otros como el aguacate que abarca 180 días (Lee y Young, 1983 Citado por Pimienta, 1995).

#### Cuadro 7

Relación longitud/diámetro (L/D) del fruto de *E. chiotilla* en diferentes días de crecimiento para n=15.

Tiempo (días)	0	21	37	44	58	72
L/D (cm)	1.03	1.16	1.18	1.26	1.19	1.22

En el caso del fruto de *E. chiotilla* la relación longitud/diámetro (L/D) (Cuadro 7); desde un inicio se mantiene mayor a 1, presentando un crecimiento longitudinal mayor que en su diámetro; por lo tanto según la clasificación de Aguilar (comunicación personal) este fruto tiene una forma globosa, lo cual coincide con lo que reporta Flores (1991) para esta misma especie.

El volumen (Figura 12) se incrementa a partir del día 44 debido a los espacios intercelulares del mesocarpo (pulpa) y a la elongación de las células (Hulme, 1970; Leopold, 1975) llegando a un volumen final de 6.37 cm<sup>3</sup> en promedio, mientras el aumento del peso se debe a la acumulación de agua y fotosintatos (Coletto, 1989; Leopold, 1975) y siendo su peso final en promedio de 11.65g.

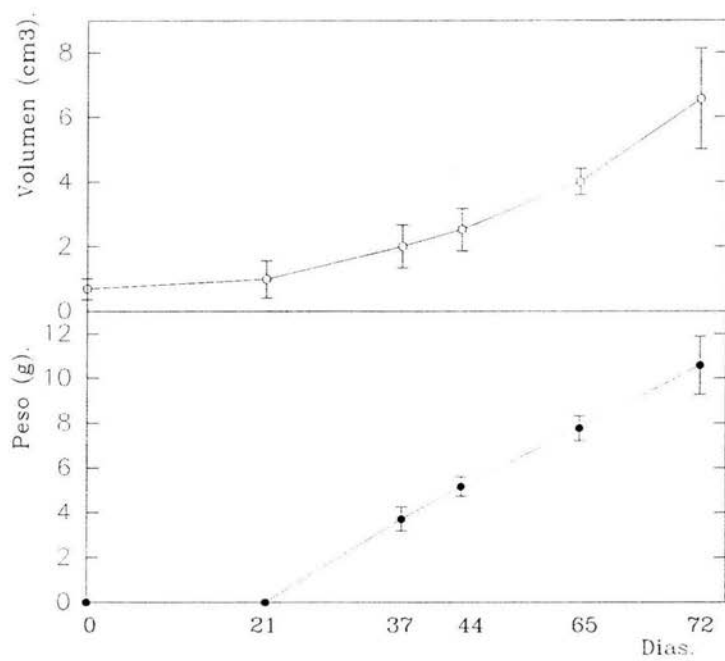


Figura 12.- Incremento promedio ( $n=15$ ) en el volumen y peso en el fruto de E. chiotilla.

### 6.3 Relación cáscara-pulpa.

**Cuadro 8**

Cambios dados en peso y porcentaje de la cáscara y el lóculo (pulpa- semilla) del fruto de *S. pruinosus* en diferentes semanas de crecimiento después de la antesis en n=4.

Tiempo semanas	Peso total del fruto gramos (g)	Cáscara		Pulpa - Semilla	
		peso (g)	%	peso (g)	(%)
1 <sup>a</sup>	10.08	8.88	88.09	1.20	11.90
2 <sup>a</sup>	22.97	18.57	80.86	4.39	19.11
3 <sup>a</sup>	45.23	29.99	66.30	15.24	33.69
4 <sup>a</sup>	51.00	29.60	58.03	21.40	41.96
6 <sup>a</sup>	157.30	44.55	28.32	112.75	71.67

Nota.- El porcentaje esta dado a partir del peso total del fruto en cada estadio de crecimiento.

En cuanto a la relación que existe entre el porcentaje de la cáscara y el lóculo (pulpa - semilla) del fruto de *S. pruinosus* (cuadro 8) en el cual a las dos primeras semanas después de la floración el porcentaje de cáscara (88.09%) es mayor que la del lóculo (11.90%) debido a que en las primeras fases se da una rápida división celular en el crecimiento del fruto (Hess, 1980; Bidwell, 1979), lo anterior es muy parecido con lo que ocurre a la tuna, la cual en las ocho primeras semanas después de la floración presentan mayor crecimiento de la cáscara (Pimienta, 1990). En la tercera y cuarta semana después de la floración el porcentaje de la cáscara se ve disminuida y se incrementa el de la pulpa-semilla, que en "pitaya" (Cuadro 8), se da por la expansión del lóculo donde se encuentra la pulpa y semilla (Pimienta, 1990) habiendo una disminución en el grosor de la cáscara. Finalmente la cáscara disminuye a un 28.32 % y la porción del lóculo aumenta a un 71.67 % en la sexta semana, atribuido al hecho de que durante los últimos días de desarrollo del fruto es cuando ocurre el llenado del lóculo o expansión de las células del parénquima que dan origen a la pulpa (Pimienta, 1990). Este porcentaje final de 71.67% para el fruto de *S. pruinosus*, es similar a los datos que reportan Pimienta y Tomas (1993) para once variedades del fruto de *S. queretaroensis* con un porcentaje de alrededor del 75% de pulpa. En cortes efectuados para extraer la pulpa-semilla de los frutos se observó que las semillas van presentando cambios, hasta la segunda semana estas son blandas, posteriormente a la tercer semana son de color café claro pero siguen siendo blandas, por último estas se endurecen y adquieren un color negro, por lo tanto se puede decir que la cobertura funicular de la semilla engrosan sus paredes dando origen a una cubierta endurecida (lignificada) como sucede en la tuna (Engleman y Pimienta, 1985). Aunque en el presente trabajo no se hizo un conteo de semillas, ni se separaron sus partes, es probable que el funículo y la envoltura funicular contribuyan con el porcentaje de la pulpa del fruto como menciona Del

Toro y Castellón (1986) que ocurre para *S. griseus* y en tuna según Engleman y Pimienta (1985).

#### Cuadro 9.

Cambios mostrados en peso y porcentaje de la cáscara y el lóculo (pulpa- semilla) del fruto de *E. chiotilla* después de antesis a diferentes semanas de crecimiento en n=10.

Tiempo semanas	Peso total del fruto Gramos (g)	Cascara		Pulpa - Semilla	
		peso (g)	%	peso (g)	%
3 <sup>a</sup>	3.94	3.27	82.99	0.67	17.00
6 <sup>a</sup>	5.33	4.09	76.73	1.24	23.26
8 <sup>a</sup>	9.82	6.20	63.13	3.62	36.86
10 <sup>a</sup>	15.65	6.16	39.36	9.49	60.63

Nota.- El porcentaje esta dado a partir del peso total del fruto para cada uno de los estadios de crecimiento.

Para el fruto de *E. chiotilla* (Cuadro 9) a la tercer semana después de la floración el porcentaje de cáscara es mayor (82.99%) que el del lóculo (17.00%) debido a la rápida división celular del tejido (Hess, 1980; Bidwell, 1979), posteriormente al ir creciendo el fruto la porción de la cascara disminuye con respecto al de la pulpa-semilla, esto ocurre en la sexta y octava semana aún cuando la cascara tiene un porcentaje relativamente alto, se aprecia que el lóculo (pulpa - semilla) del fruto empieza a llenarse debido probablemente a la división de las células que dan origen a la pulpa, ya que en estas semanas también se observa que el grosor del tejido de la cascara se mantiene constante siendo de 3 mm. Finalmente y para llegar a la madurez del fruto la cascara se adelgaza teniendo esta un grosor de 1 mm. con un 39.36 % en relación a la pulpa-semilla que es de 60.63%, debido a que el lóculo del fruto empieza a expandirse (Pimienta, 1990), encontrando un porcentaje final de 60.63% que comparado con los datos que reporta Fernández (1988) para tuna con un 51% de porción comestible, es similar. En las semillas se aprecia a la tercer semana un color amarillo y de consistencia blanda, hasta la cuarta semana son café claro y blandas, por último a partir de la sexta semana las semillas son de color negro y se endurecen este engrosamiento y oscurecimiento en sus paredes es debido posiblemente a la lignificación que ocurre (Engleman y Pimienta, 1985). Todo lo anterior nos conduce a pensar que también en esta especie el origen de la pulpa este dada por el lóculo, el funículo y la envoltura funicular que forman células del parenquima las cuales se expanden contribuyendo con la parte comestible del fruto; y el pericarpelo que rodea al ovario se convierte en la cáscara del fruto maduro, como ocurre en la tuna (Engleman y Pimienta, 1985; Pimienta, 1990).

## 6.4 Color externo del fruto.

### Cuadro 10.

Cambio de color del fruto de *S. pruinosis* mostrados en brillantez (L), el espectro de verde a rojo (a) y de azul a amarillo (b) a diferentes días de crecimiento para n= 12. Y la prueba de comparación múltiple de medias (LSD).

Crecimiento del fruto	brillantez	verde a rojo	azul a amarillo
Días	L	a	b
42	21.45 a	4.94 a	3.07 a
53	21.40 a	5.85 a	2.95 b
68	20.53 a	1.41 b	4.70 c

Nota: Las medias con la misma letra resultan estadísticamente iguales.

El cambio de color en el fruto de *S. pruinosis* (Cuadro 10) en cuanto a la brillantez, esta se mantiene constante dado que estadísticamente al realizar un ANDEVA (Cuadro 11 del apéndice) no se presenta una diferencia, siendo la brillantez igual entre los tres valores de los días de crecimiento, indicando que la superficie del fruto refleja la luz debido a la homogeneidad del color, dando un aspecto brillante. En el espectro que va de verde a rojo (a), los frutos con 68 días de crecimiento presentan un color rojo menos fuerte o intenso que el del día 53; estadísticamente los frutos del día 42 y 53 tienen una tonalidad de rojo igual (cuadro 10) que difieren con la del día 68, esto se debió a que los frutos de esta última muestra se encontraban en un estado más avanzado de maduración, llegando a la senescencia adquiriendo coloraciones cafés o amarillas dado por la inestabilidad que muestran las betalainas al cambio de pH, temperatura y calor ( Ramos, 1983) o del ablandamiento del fruto (cambios acuosos) (Badui,1996) que sufre el mismo al senecer, por otro lado los frutos del día 42 y 53 que muestran el color rojo externo, han degradado (Will, 1989) o bien enmascarado (Cheftel, 1992) las clorofilas, cuando las betalainas están presentes. El espectro que va de azul a amarillo (b), siempre se mantiene en este último color en las tres muestras y con valores positivos, siendo el más amarillo o pardo el del día 68 estadísticamente hablando (cuadro 10), sin embargo; todos los valores se dan en amarillo ya que las betalainas según Gibson y Nobel (1986) no producen el color azul, asumiendo que la familia Cactaceae no puede producir antocianinas debido a que los flavonoides que contienen no pueden ser transformados por la pérdida de una enzima que cataliza uno de los pasos en la síntesis de antocianinas. El color rojo puede estar dado en este tipo de frutos por las betaninas y el amarillo por las betanxantinas (Gibson y Nobel, 1986).



**Cuadro 12.**

Cambio de color del fruto de *E. chiotilla* en diferentes etapas del crecimiento dado por la brillantez (L), el espectro de verde a rojo (a) y de azul a amarillo (b) en n= 30. Y la comparación múltiple de medias (LSD).

Crecimiento del fruto	Brillantez	Verde a rojo	Azul a amarillo
Días	L	a	b
37	35.34 a	- 4.97 a	11.86 a
44	27.84 b	0.80 b	7.39 b
56	24.22 c	2.47 c	4.71 c
72	25.81 c	1.90 c	6.32 d

Nota: Las medias con la misma letra resultan estadísticamente iguales.

De los datos registrados para los frutos de *E. chiotilla* (Cuadro 12) el comportamiento de la brillantes (L) es similar a partir del día 44 de crecimiento y es mayor para el día 37, sin embargo estadísticamente (cuadro 13 del apéndice), la brillantez es diferente, siendo los frutos más brillantez los del día 37 (cuadro 12), siguiendo los del día 44 y por último los de los días 56 y 72, esto sugiere que el color es más uniforme al día 37 y esta uniformidad de color va disminuyendo conforme el fruto crece. Para el espectro que va de verde a rojo, los frutos del día 37 de crecimiento siempre se mantienen en el color verde (- 4.97), ya que se trata de un fruto pequeño que contiene clorofilas en sus células, que no se han empezado a degradar, se puede decir que es un fruto inmaduro fisiológicamente hablando, estadísticamente esta muestra difiere con las restantes, los frutos del día 44 ya comienzan a adquirir tonalidades del rojo menor que los frutos de los días 56 y 72 que muestran la misma tonalidad de rojo (estadísticamente hablando), dado a que para este tiempo según Kays (1991) las betalainas ya se encuentran presentes en las vacuolas de las células del fruto, debido a los cambios en el pH, luz (Pimentel, 1984; Ramos, 1983; Piattelli, 1981) y el ablandamiento del fruto (Badui, 1996); posteriormente las betalainas serán degradadas cambiando la coloración a pardo o tonalidades cafés. El espectro que va de azul a amarillo siempre se mantiene en amarillo presentando diferencias estadísticas entre todas las muestras (cuadro 12), siendo el más amarillo la del día 37 (11.86) y la menos amarilla la del día 56 (4.71), esto a que las betalainas no dan tonalidades en azul (que proporcionan colores azules, morados, lilas, violetas) (Gibson y Nobel, 1986). Para el caso del color en esta especie Pimentel (1984) sugiere que las betalainas presentes en el fruto de *E. chiotilla* son isobetaninas, filocactinas y betaninas; este último es el que produce el color rojo o púrpura (Gibson y Nobel, 1986).

## 6.5 Firmeza del fruto.

En el fruto de *S. pruinosus* no se llevo a cabo esta prueba (por falta de material biológico), sin embargo; Cruz (1984) menciona que *Stenocereus spp* presenta muy poca firmeza y se encuentra entre 2.7 a 4.2 Kg/cm<sup>2</sup>, lo cual implica un susceptibilidad a golpes en postcosecha y por lo tanto a un periodo reducido de conservación.

### Cuadro 14

Firmeza que presenta el fruto de *E. chiotilla* a diferentes días de crecimiento (con n=10). Así, como la comparación múltiple de medias (LSD).

Tiempo de crecimiento (días)	Firmeza ( Kg/cm <sup>2</sup> )
37	5.61 a
58	5.94 a
72	1.22 b

Nota: Las medias con la misma letra resultan estadísticamente iguales.

La firmeza que presentan los frutos de *E. chiotilla* es la fuerza de presión que se ejerce para penetrar los frutos; y esta es mayor cuando los frutos estan todavía inmaduros a los días 37 y 58 de crecimiento (cuadro 14) estos dos valores son estadísticamente iguales por lo que en dicho estado los geles de almidón y geles de pectina presentes en la lamina media aseguran una cohesión entre las células (Cheftel, 1992). Al ir madurando el fruto la fuerza de presión que requiere para penetrarlo es menor perdiendo su firmeza a los 72 días de crecimiento (cuadro 14), esto parece ser mediado por la acción de enzimas hidrolíticas sobre los polisacaridos de la pared celular (García y Peña, 1995; Fenemma, 1993; Stumpf, s/a). En las frutas se encuentran principalmente la pectilmetilesterasa y la poligalacturonasa, que conjuntamente provocan que las protopectinas, que se encuentran en los tejidos inmaduros de los frutos; se conviertan en pectinas solubles al madurar y los frutos adquieran una textura más adecuada para ser consumidos (Badui, 1996) que en este caso se presenta en el día 72 (1.22 Kg/cm<sup>2</sup>). Una degradación excesiva de las pectinas conduce a un ablandamiento marcado en el fruto y al ataque de microorganismos que se da al senecer el fruto (Wills, 1989).

## 6.6 Cambios químicos durante el crecimiento del fruto.

En el fruto de *S. pruinosus* (Figura 13) el contenido de acidez titulable disminuye ( de 0.0736 a 0.0233%) partir del día 53 de crecimiento y hasta el final de este; el pH se comporta de manera inversa a la acidez titulable (y va de 3.69 a 5.41). Los sólidos solubles totales (S.S.T.) (2.33 a 5.00 °Brix), azúcares reductores (1.05 a 8.39 g/100g) y azúcares totales (3.75 a 17.71 g/100g) tienden a aumentar conforme el fruto va creciendo. Al realizar un análisis estadístico ANDEVA (cuadro 16 del apéndice) se obtiene diferencias significativas en todos los elementos analizados.

La acidez titulable (Fig. 13 B) muestra un decremento en el porcentaje del contenido de los ácidos orgánicos en el fruto de *S. pruinosus* al final de su crecimiento que de acuerdo con Wills (1989) si se considera que los ácidos orgánicos son una reserva energética más de la fruta, el contenido de estos declinan durante el periodo de actividad metabólica máxima durante el curso de la maduración, y a un ritmo constante durante la senescencia (Fenemma, 1993); este comportamiento también lo reportan Del Toro y Castellón (1986) para el fruto de *S. griseus* donde el contenido de acidez titulable desciende al acercarse el fruto a la madurez. Los ácidos orgánicos también se convierten en azúcares (Wills, 1989) que puede ser otra de las causas por las que se ve disminuida la acidez titulable en el fruto. Debido a todo lo anterior es de esperarse que el valor del pH se incremente (Fig. 13 A) a razón de que la acidez del fruto se ve disminuida, como ocurre en este caso con *S. pruinosus*.

Los azúcares totales en el fruto de *S. pruinosus* (Fig. 13 E) aumentan, este cambio se puede deber a la degradación del almidón incrementándose en la etapa de madurez fisiológica del fruto haciéndolo más dulce, a esto también pueden contribuir los ácidos orgánicos como ya se menciona, Del Toro y Castellón (1986) quienes reporta un incremento de estos en la etapa de madurez para *S. griseus*.

Los cambios que se presentan en los azúcares reductores (Fig. 13 D) pueden ser debido a la síntesis de disacáridos al final del crecimiento del fruto y en la etapa de madurez fisiológica en el fruto de *S. pruinosus*. Para *S. griseus* Del Toro y Castellón (1986) encontraron que el incremento de azúcares reductores se da fuertemente en la etapa de madurez y Tucker (1981) menciona que en los frutos en general los niveles totales de sacarosa, glucosa y fructosa se incrementan durante la maduración. Los sólidos solubles totales que es la suma de los porcentajes de azúcares y los ácidos orgánicos (Bósquez, 1992), estos en consecuencia se incrementan también en la etapa de madurez fisiológica del fruto de *S. pruinosus* (figura 13C).

Se puede decir que para cosechar este fruto se debe hacer a partir del día 68 del crecimiento ya que es cuando se observa mayor cantidad de azúcares y S.S.T. y un menor grado de acidez para este fruto.

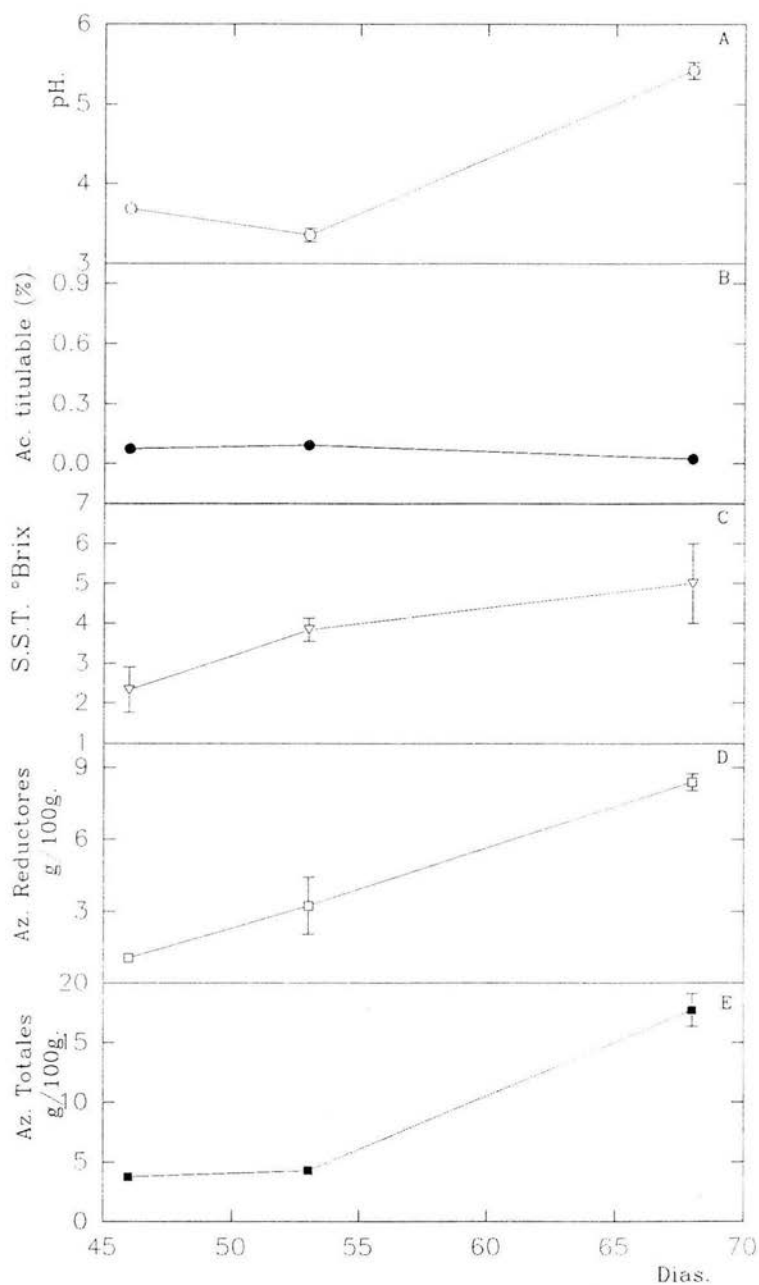


Figura 13.- Cambios químicos a través del crecimiento del fruto de *S. pruinosa*, después de la antesis que se dieron en pH, Ac. titulable, S.S.T., Azúcares reductores y totales.

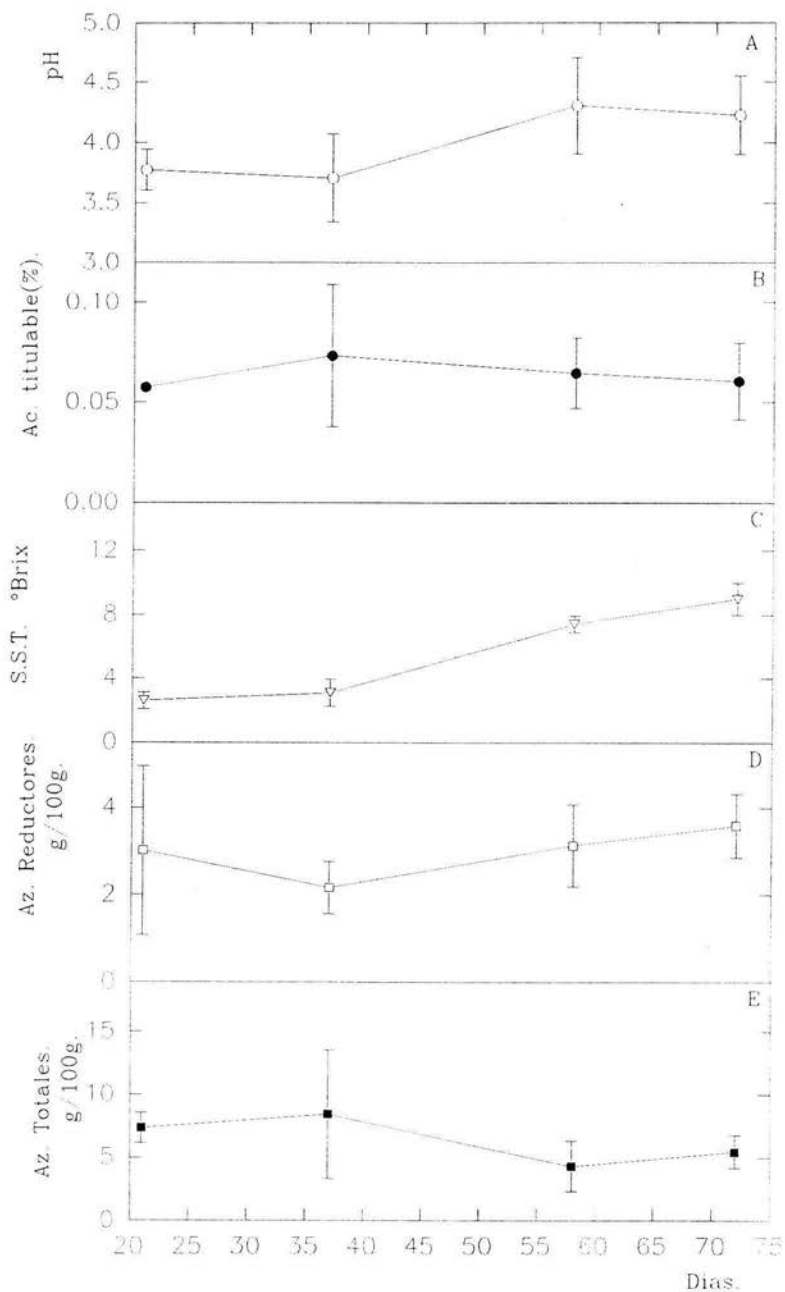


Figura 14.- Cambios químicos del fruto de *E. chiotilla* a través del crecimiento después de la antesis dados en pH, Ac. titulable, S.S.T., Azúcares totales y reductores.

Para el caso del fruto de *E. chiotilla* se pudo observar gráficamente que el porcentaje de acidez titulable tiende a disminuir (de 0.0605 a 0.0573%) hasta el final del crecimiento (Fig. 14), al igual que los azúcares totales (7.34 a 5.46 g/100g) presentando fluctuaciones. El pH (3.77 a 4.22), los azúcares reductores (3.01 a 3.59 g/100g) y los sólidos solubles totales (S.S.T.) (2.6 a 9.0 °Brix) aumentan a través del crecimiento, sin embargo estadísticamente no presentan diferencias significativas por lo tanto se puede decir que se mantienen constantes; solo los S.S.T. presentan una diferencia estadística (cuadro 17 del apéndice).

En consecuencia gráficamente se observó (figura 14B) que el porcentaje de acidez titulable para el fruto de *E. chiotilla* tienden a disminuir debido a que estos son utilizados en otras rutas metabólicas, como es la respiración, aunque este decaimiento no es tan drástico, lo cual sugiere que solo parte de estos ácidos orgánicos son utilizados. El pH del fruto incrementa su valor, es decir se comporta de manera inversa a los ácidos orgánicos, ya que el pH es la expresión de la acidez del fruto a consecuencia de que los ácidos orgánicos declinan durante el periodo de actividad metabólica durante la maduración del fruto al convertirse en azúcares. En el caso los azúcares reductores el incremento sufrido en la fase final del crecimiento del fruto se debe a la hidrólisis que sufren algunos disacaridos (Badui, 1996); en este caso es muy probable que por esta razón descendan los azúcares totales. Por último los sólidos solubles totales se incrementan, tomando en cuenta y que según Becerra (1976) el nivel de carbohidratos se incrementa, además este parametro evalua la suma de azúcares, ácidos orgánicos y sales, por lo tanto este fruto tiene más contenido de sales que no fueron analizadas en este trabajo, que de azúcares y ácidos orgánicos. En esta caso el fruto de *E. chiotilla* debe ser colectado después del día 70 de crecimiento que es cuando se observa un incremento en los S.S.T. y los azúcares reductores que le proporcionan el sabor dulce.

## 6.7 Análisis químico del fruto maduro.

### Cuadro 18A

Composición química en la porción comestible del fruto de *S. pruinosus* en base húmeda para n=4.

	Pulpa	Semilla
Humedad	86.81 %	14.50 %
Azúcares reductores	8.39 g/100g	---
Azúcares totales	17.71 g/100g	---
Sólidos solubles totales	5.00 °Brix	---
Pectinas	0.32 %	---
Acidez titulable	0.023 %	---
pH	5.41	---
Vitamina "c"	4.22 mg/100ml	---

En relación a la composición química se encontró, que en el fruto de *S. pruinosus* la humedad es de 86.81%, considerándolo como un fruto jugoso, de acuerdo a que según Badui (1996) un fruto con humedad intermedia es aquel que contiene entre un 25 a un 50 % de humedad (base húmeda); sin embargo en general los frutos rebasan un porcentaje del 70% (Potter, 1973); aunque el contenido de agua en los frutos puede variar dependiendo de la hora del corte y las variaciones de temperatura que sufren estos (Wills, 1989).

En el fruto de *S. pruinosus* los sólidos solubles totales en °Brix fue de 5 (cuadro 18A) y los azúcares reductores de 8.39 g/100g considerándolos bajos de acuerdo con lo mencionado por Pimienta y Tomas (1993) para *Opuntia spp*, sin embargo; al comparar los azúcares totales que fue de 17.71 g/100g con el contenido de otros frutales como son el manzano y la uva que presentan valores de 14 a 15 g/100g (Scheider, 1990), este resulta ser mayor por lo que se puede considerar a la "pitaya" como fuente importante de carbohidratos. En cuanto a la acidez, la "pitaya" tiene un valor de 0.02%; que comparado con la acidez encontrada por Inglese, Barbera y Mantia (1995) para *O. ficus - indica*, este valor se considera como bajo, además de que el pH 5.41 de la "pitaya" cae dentro de los alimentos considerados como no- ácidos; siendo el límite entre los alimentos ácidos y no ácidos un pH de 4.5 (Leonard, et al, 1959 citado por Pimienta, 1993). El contenido de vitamina c 4.22 mg/100g de la "pitaya" es bajo comparado con frutos cítricos como el limón, naranja toronja cereza, fresa e incluso plátano que presentan un contenido mayor de 10 mg/100g (Aguilar, 1995) sin embargo, es comparable con frutos como la vid, el manzano y el peral que contienen 4 mg/100g (Aguilar, 1995; Scheider, 1990). Las pectinas en *Opuntia spp* va de 0.18 a 1.89% (anónimo, 1981), sin embargo no se encontro reportes de extracción de estas en *Stenocereus* aunque estas no son tan bajas.

#### Cuadro 18B

Composición química de la pulpa y semilla del fruto de *S. pruinosus* determinados en base seca en n = 4.

	Pulpa	Semilla
Proteínas	3.31 %	12.07 %
Lípidos	2.40 %	18.95 %
Fibra cruda	3.05 %	50.90 %
Cenizas	3.00 %	6.00 %

El análisis químico que se realizo a la pulpa y la semilla de los frutos de *S. pruinosus* (cuadro 18) se observa que la semilla presenta mayor contenido de proteínas, lípidos, fibra cruda y cenizas que en la pulpa.

En cuanto al contenido proteico de la pulpa es bajo 3.31% de acuerdo a otros reportes de otras especies del mismo género, pero comparable al contenido en frutos como el higo seco (2.4 g/100g) y la ciruela pasa (3.6 g/100g), mientras en la semilla el contenido se incrementa a 12.07% siendo cercano a otras semillas como la almendra (16.9 g/100g) (Scheider, 1990) por lo que se considera, a estas una buena fuente de proteínas y debido a que las semillas son blandas y de acuerdo con Pimienta (1993) de fácil digestión, pueden servir como alimento preparadas de diversas formas (previamente molidas) a manera de "pinole", en atoles, sazonadas con diversas frutas y especies, tostadas y molidas agregándoselas a diversos guisos o untadas en tortillas. El contenido de lípidos en la pulpa 2.4%, al compararlo con la generalidad de las frutas es alto ya que Wills (1989) menciona que es de 1% en base húmeda además de que se ve aumentado con la semilla 18.95%; que es comparable al de la tuna el cual se encuentra entre un rango de 8 a 13% (Borrego, 1986; Escamilla, 1983, Anónimo, 1981), lo que sugiere que se podrían extraer aceites de la semilla, como ocurre en semillas de tuna donde reportan una composición semejante a los aceites de soya y cártamo.

La fibra cruda en la pulpa de la "pitaya" es menor 3.05% que en la semilla 50.90%; representando a las pectinas, hemicelulosas y ligninas; tomando en cuenta que la fibra es necesaria para el buen funcionamiento del tracto digestivo de los humanos se puede considerar al fruto de *S. pruinosus* como una buena fuente de ésta. En cuanto a las pectinas tenemos que al comparar lo reportado por Borrego (1986) y Escamilla (1983) para *O. streptacantha* con un 0.18% de contenido en la pulpa el fruto de *S. pruinosus* es mayor 0.32%. Las cenizas que representan la parte mineral en la "pitaya" es de 3.0% para la pulpa y de 6% para la semilla.

Al realizar una comparación con la información encontrada para otras especies (cuadro 1 de antecedentes) se pudo apreciar que el cambio en el valor de los contenidos de un mismo compuesto varía entre especies de un mismo género; debido a las prácticas de cultivo, edad de la planta, época del año y condiciones climatológica (Ramos, 1983).



**Cuadro 19A.**

Composición química del fruto de *E. chiotilla* en la porción comestible en base húmeda con n=10.

	Pulpa	Semilla
Húmedad	72.73 %	15.00%
Azúcares reductores	3.39 g/100g	---
Azúcares totales	5.46 g/100g	---
Sólidos solubles totales	9.00 °Brix	---
Pectinas	0.31 %	---
Acidez titulable	0.06 %	---
pH	4.22	---
Vitamina "c"	5.06 mg/100ml	---

La humedad del fruto de *E. chiotilla* 72.73% cae dentro de la humedad general de los frutos que es de 70% (Potter, 1973), pudiéndolo considerar como jugoso según Badui (1996) además; de que el contenido de agua varía dependiendo de los factores mencionados con anterioridad.

El fruto de *E. chiotilla* tiene un bajo contenido de acuerdo con lo descrito por Pimienta y Tomas (1993) de sólidos solubles totales 9 °Brix comparado con *Opuntia spp* que llega a tener hasta 13 °Brix y de azúcares tanto reductores 3.39 g/100g como totales 5.46 g/100g; sin embargo entran en el rango marcado por Wills (1989) para la generalidad de los frutos, donde se menciona que los carbohidratos totales van de 2 a 40%; por lo tanto no considera a la "Jiotilla" como una fuente importante de estos. En cuanto a su acidez esta es de 0.06% y de acuerdo con Inglese, Barbera y Mantia (1995) este valor es bajo; el pH 4.22 cae dentro de los alimentos considerados como ácidos (Leonard, 1959 citado por Pimienta, 1993). el contenido de Vitamina c 5 mg/100ml se encuentra por debajo de frutales como: cítricos, fresa, plátano que tienen un contenido de más de 10 mg/100g; pero coincide con lo encontrado para ciruela que es de 5 mg/100g (Aguilar, 1995). En cuanto a pectinas el valor cae dentro de otras especies del género *Opuntia* que va de 0.18 a 1.89%, pero según Nieto (1980) en "jiotilla" es suficiente para la elaboración de mermeladas.

**Cuadro 19B.**

Composición química del fruto de *E. chiotilla* de la pulpa y la semilla determinados en base seca n=10.

	Pulpa	Semilla
Proteínas	5.56 %	20.14 %
Lípidos	7.00 %	20.70 %
Fibra cruda	3.52 %	54.01 %
cenizas	2.30 %	3.00 %

En el caso del fruto de *E. chiotilla* el análisis químico que se realizó a la pulpa y la semilla (cuadro19B) presenta mayor porcentaje en contenido de proteínas, lípidos, fibra cruda y cenizas en la semilla que en la pulpa.

El contenido proteico de la "jiotilla" es menor en la pulpa 5.56% y alto en la semilla 20.14% por tanto como ya se menciona para "pitaya" este fruto también es buena fuente de proteínas. El contenido de lípidos en la pulpa 7.0% como en la semilla 20.70% rebasan el contenido que en general presentan los frutos que es de 1% (Wills, 1989), al igual que el fruto de la tuna (Borrego, 1986) no mayor del 4% en la pulpa y un 13% en la semilla, lo cual nos sugiere que podrían extraerse aceites de la semilla como en el caso de la tuna mencionando (Granados, 1991; Borrego, 1986 y Anónimo, 1981) que los aceites extraídos de la semilla de tuna tienen propiedades similares con otros aceites vegetales; sin embargo en "jiotilla" la semilla es muy pequeña comparada con la de la tuna, por lo que lo más probable es que no resultaría rentable.

La fibra cruda de la "jiotilla" es menor en la pulpa 3.52% que en la semilla es 54.01% de acuerdo a lo cual; podría considerarse a la "jiotilla" como una fuente importante de fibra .

Al comparar los resultados encontrados en este trabajo para *E. chiotilla* con los reportados por Ramos (1983) (cuadro 2 de los antecedentes) se observa que presentan una gran diferencia debido posiblemente a que él realiza las pruebas en base húmeda; saca el porcentaje de carbohidratos por diferencia, es decir por una resta de los demás componentes; por otra parte se recuerda que el contenido químico en los frutales varía de acuerdo a la edad de la planta, condiciones climatológicas y épocas del año (Ramos, 1983).

## 6.8 Patrón de respiración del fruto.

La respiración se midió para el fruto de *S. pruinosa* a partir del día 42 del crecimiento, en la figura 15 se observa que hay un leve incremento al día 53, que desciende para el día 68 al realizar el análisis estadístico ANDEVA (cuadro 20 en apéndice) se ve que entre los días de crecimiento la cantidad de  $\text{CO}_2/\text{Kg}/\text{hr}$  es estadísticamente igual lo cual sugiere en primer instancia que se trata de un fruto **no climatérico** ya que no sufre un incremento en la respiración sin embargo estos datos no son suficientes para afirmar de manera precisa que se trata de un fruto no climatérico (figura 15). Pero Del Toro y Castellón (1986), mencionan para el fruto de *S. grisea* que no existen diferencias significativas de la respiración durante el desarrollo del fruto ni en la etapa de madurez. Así mismo Cruz (1985) reporta que los frutos de *S. stellata* tiene un comportamiento que corresponde a los frutos no climatéricos. Sin embargo, en este trabajo los registros realizados no presentan un patrón completo debido a que para *S. pruinosa* no se realizó en frutos de los primeros estadios; por lo que se tendrían que registrar  $\text{mg CO}_2$  desde el inicio del crecimiento para confirmar que no se da un pico climatérico anterior al día 42 o bien entre los días en los que no fue medida la respiración y confirmar si es climatérico o no. Para en su debido momento saber que tipo de manejo requiere este fruto después de cosechado.

En el caso del fruto de *E. chiotilla* al día 37 del crecimiento en la figura 16 se muestra una respiración menor a la observada para el día 44 tendiendo a descender a partir del día 56 y hasta el estado de madurez fisiológica; al realizar un estadístico ANDEVA (cuadro 20 en apéndice); se encontró que si existe una diferencia significativa entre los  $\text{mgCO}_2/\text{Kg}/\text{hr}$  registrados para el día 37 del crecimiento (cuadro 21 en apéndice) del fruto con respecto de los días 44, 56 y 72 donde los  $\text{mgCO}_2$  son iguales entre si, lo cual sugiere que este fruto presenta aparentemente un pico climatérico para el día 37 (figura 16) en consecuencia este podría ser un fruto de tipo **climatérico**; esto se vería apoyado también con el cambio de color del fruto que en este tiempo ya presenta betalainas en sus células y por lo tanto la tasa de fotosíntesis es menor, los azúcares totales y los ácidos orgánicos disminuyen en esta etapa del crecimiento del fruto lo que podría indicar la respiración del fruto, además, presenta la característica de ser muy perecedero, para lo cual habría que buscar formas de conservación después de la cosecha o bien la transformación de este en otros productos como la elaboración de mermeladas; como lo menciona Bravo (1991), o bien en bebidas refrescantes, nieves, helados, concentrados, ates.

Sin embargo para un resultado más confiable se deben de realizar otro tipo de estudios, como por ejemplo medir el etileno para los dos frutos, verificar si realmente se da este pico climatérico en  $\text{mg CO}_2$ .

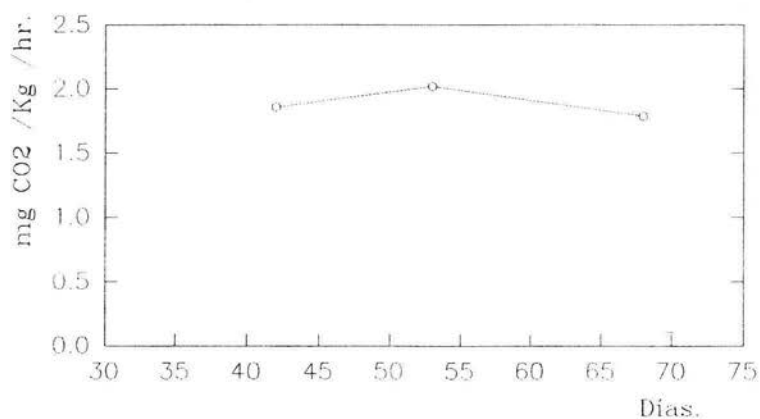


Figura 15.- Valores promedio de la respiración presentada por el fruto de *S. pruinosus* durante 72 hrs para tres estadios de crecimiento después de la antesis.

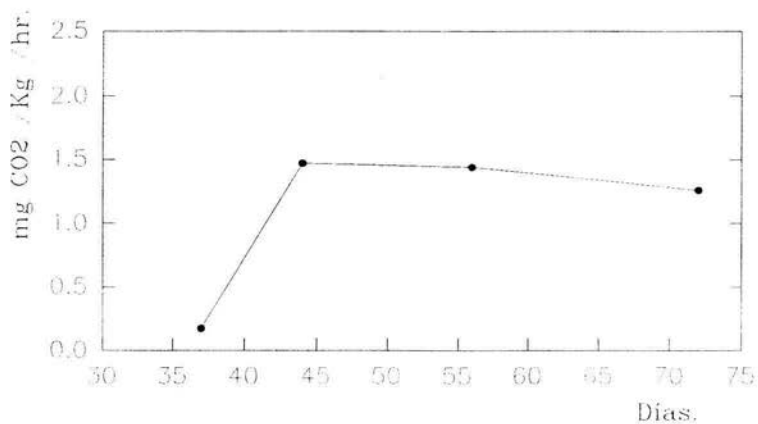


Figura 16.- Valores promedio de la respiración del fruto de *E. chiotilla* presentada durante 72 hrs para cuatro estadios de crecimiento después de la antesis.

## 7.- CONCLUSIONES

- En las dos especies (*S. pruinosus* y *E. chiotilla*) hay asincronía reproductiva.
- La producción de frutos por orientaciones en el caso de *S. pruinosus* y *E. chiotilla* no presentan diferencias significativas entre sí.
- La producción de frutos promedio por rama para *S. pruinosus* fue de 2 frutos cosechados y de 3 frutos colectados por rama para *E. chiotilla*, lo cual resulto ser bajo.
- Los frutos de *S. pruinosus* y *E. chiotilla* presentan un crecimiento doble sigmoidal; siendo el crecimiento final en promedio de 8.13 cm de longitud y 5.13 cm de diámetro para *S. pruinosus* y para *E. chiotilla* de 2.82 cm de longitud y 2.30 cm de diámetro.
- Los frutos de *S. pruinosus* y el de *E. chiotilla* tienen una forma globosa.
- Durante la etapa de madurez fisiológica del fruto de *S. pruinosus* se incrementan los azúcares totales y reductores, sólidos solubles totales y pH; decreciendo los ácidos orgánicos.
- En la etapa de madurez fisiológica del fruto de *E. chiotilla* se incrementan los sólidos solubles totales y se mantienen constantes los azúcares totales y reductores, así como el pH y los ácidos orgánicos.
- La "pitaya" cae dentro de los frutos considerados como no ácidos y se le puede considerar como una buena fuente de carbohidratos 17.71g/100g de azúcares y fibra cruda en semilla 50.90%.
- La "jiotilla" en su etapa de madurez comercial se le considera un fruto ácido y de acuerdo a su contenido de fibra cruda en semilla 54.01% es una buena fuente de esta.
- El contenido de proteínas en la "pitaya" y "jiotilla" es bajo en la pulpa de acuerdo con (pimienta, 1993), sin embargo; sus semillas son buenas aportadoras de proteínas y minerales.
- De acuerdo al patrón de respiración presentado en el fruto de *S. pruinosus* posiblemente sea No climatérico y el fruto de *E. chiotilla* de tipo Climatérico.
- La firmeza del fruto de *E. chiotilla* es de 1.22 Kg/cm<sup>2</sup> en la madurez fisiológica.
- Los frutos es recomendable colectarlos para *S. pruinosus* a partir del día 68 cuando los °Brix son de 5 y *E. chiotilla* a partir del día 72 cuando la firmeza es de 1.22 Kg/cm<sup>2</sup>, además que han obtenido su mayor tamaño, y menor porcentaje de cascara .

## 8.- RECOMENDACIONES.

Dado que los frutos de *S. pruinosus* y *E. chiotilla* son explotados por los habitantes de la zona, se propone por lo observado en el área de estudio, la experiencia obtenida del presente trabajo y lo descrito en la bibliografía.

- Realizar un mayor número de prácticas culturales en el huerto de *S. pruinosus*, como son la fertilización con estiércol, el control de plagas, la poda del árbol para tener control en el crecimiento de la planta y no maltratarla al cosechar los frutos. El aclareo de los frutos, para que unos con otros no obstruyan su crecimiento, así; como hacer cajetes para la retención de agua en la época de lluvias. Todo esto con el fin de aumentar la producción de frutos.
- Realizar un análisis físico- químico del suelo para conocer su fertilidad.
- Obtener una relación de la porción entre la pulpa y la semilla, para valorar en que porcentaje se encuentra cada una de ellas; y realizar un análisis químico a la cascara con el propósito de un posible uso como forraje para el ganado caprino.
- Verificar datos de color, además de medir el contenido de pigmentos, para determinar cuales estan presentes y en que cantidades en las diferentes etapas del crecimiento.
- Llevar a cabo un estudio de la firmeza del fruto de *S. pruinosus*, además de notar cual es la firmeza optima para el traslado de los frutos a otras regiones, en ambas especies.
- Analizar en los frutos si contienen aminoácidos esenciales, cuáles están presentes, así como que minerales y otras vitaminas contienen para conocer la calidad de estos.
- Efectuar un patrón de respiración de días anteriores (con respecto a este trabajo) para el fruto de *S. pruinosus*.
- Evaluar compuestos volatiles como el etileno para confirmar en ambas especies al tipo de fruto al que pertenecen de acuerdo al patrón respiratorio.

## 9.- APÉNDICE

**Cuadro 3.**

Resultados del análisis de varianza (ANDEVA) para las estructuras reproductivas de *S. pruinosus* para las cuatro orientaciones.

Estructura reproductiva	Orientación	
	Fo	F .05
Aréolas marcadas.	0.7032	3.49
Yemas .	0.7852	3.49
Brotes florales.	0.5523	3.49
Frutos amarrados.	1.6600	3.49

**Cuadro 4.**

Datos de precipitación pluvial proporcionados por el Ingenio de Calipam, Pue. para cuatro años en el área de estudio.

Mes	1993 mm	1994 mm	1995 mm	1996 mm
Enero	0	0	2.5	0
Febrero	7.0	0	5.7	0
Marzo	2.7	0	6.5	0
Abril	40.6	7.3	6.0	0
Mayo	26.1	57.0	26.0	0
Junio	186.6	36.5	80.9	156.7
Julio	69.6	28.0	65.0	44.3
Agosto	87.0	93.5	153.7	88.0
Septiembre	131.7	9.8	48.2	69.0
Octubre	0	32.0	71.3	41.0
Noviembre	21.5	0	0	6.5
Diciembre	0	0	45.5	0
Total	572.8	264.1	511.3	405.5

**Cuadro 5.**

Resultados del análisis de varianza (ANDEVA) para las estructuras reproductivas de *E. chiotilla* entre las cuatro orientaciones.

Estructura reproductiva	Orientación	
	Fo	F .05
Aréolas marcadas.	4.13	6.59
Yemas.	1.05	6.59
Brotos florales.	1.05	6.59
Frutos amarrados.	0.24	6.59

**Cuadro 11**

Análisis de varianza (ANDEVA) que se obtuvieron a partir del color externo del fruto de *S. pruinosus* entre los días de crecimiento.

Espectro	Días de crecimiento	
	Fo	F .05
Brillantez	1.04	3.35
verde a rojo	10.44 *	3.35
azul a amarillo	4.62 *	3.35

**Cuadro 13**

Análisis de varianza (ANDEVA) que se obtuvieron a partir de los datos de color externo del fruto de *E. chiotilla* entre los días de crecimiento

Espectro	Días de crecimiento	
	Fo	F .05
Brillantez	49.04 *	2.68
verde a rojo	11.47 *	2.68
amarillo a azul	68.87 *	2.68

**Cuadro 15.**

Resultados del análisis de varianza (ANDEVA) para la firmeza del fruto de *E. chiotilla*.

Fo	F .05
134.65*	3.35



**Cuadro 16**

Análisis de varianza (ANDEVA) para los cambios químicos sufridos en el fruto de *S. pruinosus* a través del crecimiento.

	Fo	F .05
pH	553.24*	5.14
Ácidos orgánicos	50.09*	5.14
Sólidos solubles totales	11.35*	5.14
Azúcares reductores	83.98*	5.14
Azúcares totales	268.29*	5.14

**Cuadro 17**

Análisis de varianza (ANDEVA) para la composición química del fruto de *E. chiotilla* a diferentes etapas del crecimiento.

	Fo	F .05
pH	2.63	4.07
Ácidos orgánicos	0.83	4.07
Sólidos solubles totales	53.05*	4.07
Azúcares reductores	0.76	4.07
Azúcares totales	1.23	4.07

**Cuadro 20**

Análisis de varianza (ANDEVA) para la respiración en los frutos de las dos especies.

Fruto	Fo	F :05
<i>Stenocereus pruinosus</i>	4.72	6.94
<i>Escontria chiotilla</i>	5.39*	5.14

**Cuadro 21**

Comparación de medias (LSD) para los resultados de respiración del fruto de *E. chiotilla*.

Días de crecimiento	mg CO <sub>2</sub> /Kg/hr
72	1.2631 a
56	1.4423 a
44	1.4798 a
37	0.1771 b

Nota: Las medias con la misma letra resultan estadísticamente iguales.

## 10.- BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A. I. (1995). Apuntes del curso de DGPA. Fisiología de frutos en postcosecha. ENEP Iztacala. U.N.A.M.
- Anónimo. (1981). Perspectivas de la utilización del nopal y la tuna. CENTEMEX.(Centro del nopal y tuna del Edo. de Méx.).Servicios agrícolas integrados al Edo. de Méx. Monografía.78p.
- Anónimo. (sin año). Regionalización ecológica del territorio. Serie: ordenamiento ambiental No. 4. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). Folleto.
- Badui, D.S. (1996). Química de los alimentos. tercera ed. Alhambra Mexicana. 648 p.
- Barbera, G. ; Carimi, F., Inglese, P. y Panno, M. (1992). Physical, morphological and chemical changes during fruit development and ripening in the cultivars of prickly pear, *Opuntia ficus - indica* (L.) Miller. Journal of horticultural Science 67 (3): 307-312.
- Becerra, R. S., Barrientos, P.F. y Díaz, M.D. (1976). Eficiencia fotosintética del nopal (*Opuntia spp*) en relación con la orientación de sus cladodios. Agociencia 24 : 67- 77.
- Bidwell, C.A. (1979). Fisiología vegetal. AGT. México.784 p.
- Borrego, E.F. y Burgos, V. N. (1986). El nopal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México 20-137 pp.
- Bósquez, M.E. (1992). Manual de prácticas de laboratorio de fisiología postcosecha de frutas y hortalizas. U. A. M. Unidad Iztapalapa. México.
- Bravo, H. H. (1978). Las Cactáceas de México. Volumen I. U. N. A. M. México. 743 p.
- Bravo, H.H. (1991). Las Cactáceas de México. Volumen III. U. N. A. M. México. 518p.
- Calvo, C. C. y Morales, L.J. (1988). Manual de técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos. tercera ed. INNSZ. 171p.
- Cano. M. R. , Saucedo, V. C., Barrientos, P. F., Colinas, L. M. T. (1987). Acumulación y estabilidad de pigmentos en frutos de nopal (*Opuntia ficus-indica*). 2a Reunión nacional sobre el conocimiento y aprovechamiento del nopal. Memorias. Jardín Botánico, Instituto de Biología UNAM & Esc. Nac. Cienc. Biol. IPN.
- Cisneros, C. A. E. (1983). Contribución al estudio ecológico de las algas macroscópicas en el Río Salado de una zona semiárida, en Coxcatlán, Pue. Tesis (Lic). Biología. ENEP Iztacala. UNAM.México.48p.

- Coletto, J. M. (1989). Crecimiento y desarrollo de las especies frutales. *Agroguías*. 50-127 pp.
- Cruz, H. P. J. (1984). Algunas características del cultivo de la pitaya *Stenocereus spp* en el estado de Puebla. Simposium del aprovechamiento del pitayo. UAM-Xochimilco. Departamento de producción agrícola y animal. División de ciencias biológicas y de la salud. 48-60 p.
- Cruz, H. P. J. (1985). Caracterización del fruto de cuatro tipos de pitaya (*Stenocereus stellatus* Riccobono). Tesis (Maestría) Fruticultura. Colegio de postgraduados. Chapingo, México. 89 p.
- Cheftel, J. C. y Cheftel, H. (1992). Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Volumen I y II. Acribia, Zaragoza, España. 333 y 404 p.
- Delgado, A., Pimienta, B. E. y Mauricio, R. L. (1988). Evaluación de la variación en componentes del fruto y la composición química de la pulpa y semilla de formas de nopal tunero (*Opuntia spp*). Memorias 3a reunión nacional El Nopal. U. N. A. A. N. & CONACyT. Saltillo, Coahuila. México.
- Del Toro, M. E. y Castellón, A. J. P. (1986). Fisiología del desarrollo del fruto del pitayo (*Stenocereus griseus* Haworth) y su aprovechamiento en la elaboración de mermelada. Tesis. (Ing. agrónomo). U. A. CH. Chapingo, México. 87 p.
- Escamilla, T. (1977). Proyecto para la industrialización de la tuna. Tesis. (Lic.) Fac. de Química. U. N. A. M. México. 137 p.
- Fernández, M. M. R. (1988). Caracterización de calidad de frutos de nopal tunero (*Opuntia spp*) en el estado de Hidalgo. Memorias de la tercera reunión nacional y la primera reunión internacional. El nopal. U. N. A. A. N. y CONACyT. Saltillo, Coahuila. México. 76 p.
- Fenemma, R. O. (1993). Química de los alimentos. Acribia. Zaragoza, España. 984-1000 pp.
- Flores, M.A., Manzanero, M. G. I., Acosta, C. S., Aguilar, S. R. y Saynes, V. A. (1991). Importancia ecológica y económica de *Escontria chiotilla* (Weber) Rose en la porción este de los Valles centrales de Oaxaca. *Cact. Suc. Méx.* 36: 16-23.
- García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. UNAM 155 p.
- García, H. E. R. y Peña, V. C. B. (1995). La pared celular: componente fundamental de las células vegetales. U. A. CH. México. 95 p.

- Gibson, A. C. y Nobel, P. S. (1986). *The Cactus Primer*. Harvard University Press. Inglaterra. 188 - 190 pp.
- González, M. S. y Peñalosa, C. I. (1981). *Métodos de biomoléculas*. ENEP Iztacala. UNAM. México. 308 p.
- Granados, S. D. y Castañeda, P. A. D. (1991). *El nopal: historia, fisiología, genética e importancia frutícola*. Trillas. México. 103 - 129 pp.
- Hess, D. (1980). *Fisiología vegetal*. Omega. Barcelona, España. 388p.
- Hulme. (1970). *The biochemistry of fruits and their products*. Volumen I. Food Science and Technology. A series of monographs. Academic Press. London and New York. 620 p.
- Inglese, P., Barbera, G. y La Mantia, T. (1995). Research strategies for the improvement of cactus pear (*Opuntia ficus - indica*) fruit quality and production. *Journal of Artd Environments*: 29: 455-468.
- Kays, S. J. (1991). *Postharvest physiology of perishable plant products*. An AVI Book. New York. E. U. U. 75 -313 pp.
- Kuti, J. O. (1992). Growth and compositional changes during the development of prickly pear fruit. *Journal of Horticultural Science*: 67(6): 861 - 868.
- Lees, R. (sin año). *Análisis de los alimentos métodos analíticos y control de calidad*. 2a. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 288 p.
- Leopold, A. C. y Kriedemann, P. E. (1975). *Plant growth and development*. 2a. Ed. Mc Graw - Hill Book Company. New York. E. E. U. U. 545 p.
- Lomeli - Mijes, E. y Pimienta - Barrios, E. (1993). Demografía reproductiva del pitayo (*Stenocereus queretaroensis* (Web.) Buxbaum). *Cact. Suc. Méx.* 38 (1): 13 - 21.
- Llamas, L. J. (1984a). El cultivo del pitayo en Huajuapán de León, Oaxaca. *Cact. Suc. Méx.* 29 (3): 62 - 65.
- Llamas, L. J. (1984b). El cultivo del pitayo en Huajuapán de León, Oaxaca. *Simposium del aprovechamiento del pitayo*. UAM - Xochimilco. 28-35 p.
- Martínez, M. D. (1987). Fluctuación fotosintética de *Escontria chiotilla* (Weber) Rose, en la localización de Venta Salada. Municipio de Coxcatlán, Puebla. Tesis (Lic.) Biología. ENEP Iztacala. UNAM. México. 97 p.
- Nerd, A., Karady, A. y Mizrahi, Y. (1991). Out-season prickly pear: Fruit characteristics and effect of fertilization and short droughts on productivity. *Hort Science* 26 (5): 527 - 529.

- Nieto, P. C. (1980) . La Jiotilla. Comunicado No. 41. INIREB. Folleto.
- Pantastico, E. R. B. (1979). Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. CECSA, México. 663 p.
- Pérez, S. E. y Nava, A. H. J. (1991). El cultivo del pitayo en Techaluta, Jalisco. Cact. Suc. Méx. 36 (4): 84 - 90.
- Piatelli, M. (1981). The Betalains: Structure, biosynthesis, and chemical taxonomy. Stumpf, P. K. y Conn, E. E. compilador. The biochemistry of plants. A comprehensive treatise. Volumen 7 Secondary plant products. David, D. Davies & Academic Press Inc. New York. E. U. U. 557-573 pp.
- Pimienta, B. E. y Engleman, E. M. (1985). Desarrollo de la pulpa y proporción, en volumen de los componentes del loculo maduro en tuna (*Opuntia ficus - indica* (L). Miller). Agrociencia: 62 : 51 - 56.
- Pimienta, B. E. , E. M. Engleman y Robles E. J. (1988). Desarrollo de la pulpa y el fruto en nopal ( *Opuntia spp*) tunero. Memorias. 3a reunión nacional. El nopal . U.N.A.A.N. & CONACyT, Saltillo; Coahuila. México.
- Pimienta - Barrios, E. (1990). El nopal tunero. Universidad de Guadalajara. Tiempos de Ciencias. 55 - 111 pp.
- Pimienta - Barrios, E. y Tomas, V. M. L. (1993). Caracterización de la variación en el peso y la composición química del fruto en variedades de pitayo (*Stenocereus queretaroensis* (Weber) Buxbaum). Cact. Suc. Méx. 38 (4 ): 82 - 88.
- Pimienta - Barrios, E. y Nobel, P. S.(1994). Pitaya (*Stenocereus spp*; Cactaceae): an ancient and modern fruit crop of Mexico. Economic Botany 48 (1): 76 - 83.
- Pimienta, B. E., Robles, y Domínguez. (1995). Estrategias fisiológicas y reproductivas de adaptación del pitayo a la aridez. Ciencia. 46 (3): 339 - 349.
- Pimentel, G. R. S. (1984). Caracterización del pigmento rojo de la jiotilla *E. chiotilla*. Tesis (Lic). Q. F. B. Fac. Química. UNAM. México. 59 p.
- Piña, L. I. (1977). Pitayas y otras cactáceas afines del estado de Oaxaca. Cact. Suc. Méx. 22(1): 3 - 15.
- Potter, N.N. (1973). La ciencia de los alimentos. Harla. México. 749 p.
- Ramos, B. V. (1983). Utilización de pigmentos rojos de *Escontria chiotilla* como colorante en alimentos. Tesis (Lic.). Fac. de Química. UNAM. México. 66 p.

- Rodríguez, Z.O.(1981). Fenología reproductiva y aporte de frutos y semillas en dos nopaleras del antiplano potosino-zacatecano. Tesis. (Lic). Fac.de ciencias biológicas. U.N.N.L. Monterrey,N.L. México. 87 p.
- Rzedowski, J. (1978). Vegetación de México. Limusa. México. 432 p.
- Scheider, L. W. (1990). Guía moderna para una buena nutrición. Tomo II. Mc Graw-Hill 471 - 497 pp.
- Sánchez - Mejorana, R. (1984). Origen, taxonomía y distribución de las pitayas en México. Memorias. Simposium del aprovechamiento del pitayo. UAM - Xochimilco. 6-21 p.
- Sosa, M. y Soriano, P. (1992). Los murciélagos y los cactus una relación muy estrecha. Carta ecológica 61: 7-10.
- Tapia, S. A. E. (1984). Consideraciones practicas sobre el cultivo de la pitaya. Memorias. Simposium del aprovechamiento del pitayo. UAM - Xochimilco. 22-27 p.
- Tucker, G. A. y Grierson, D. (1981). Fruit Ripening. Stumpf, P. K. y Conn E. E. copilador. The biochemistry of plants. A comprehensive treatise. Volumen 12 Physiology of metabolism. David. D. Davies & Academic Press Inc. San Diego, E. E. U. U. 264 - 313 pp.
- Westwodd, M. N. (1982). Fruticultura de zonas templadas. Mundi Prensa. Madrid, España. 461 p.
- Will, R.H.H., Lee, T.H., McGlasson, W.B., Hall, E.G. y Graham, D. (1989). Postharvest. BSP Profesional Brooks Oxford. 2-112 pp.

*Si tienes un título universitario, puedes estar seguro de una cosa...*

*¡Que tienes un título universitario!*