

1989 - B

CODIGO: 082420533

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DEMOGRAFIA REPRODUCTIVA Y FENOLOGIA FLORAL  
EN PITAYO (*Stenocereus queretaroensis*, (Weber) Buxbaum).

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGIA  
P R E S E N T A  
ELBA LOMELI MIJES  
GUADALAJARA, JALISCO. 1991

14399/018999  
B245  
607



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

Sección .....  
 Expediente .....  
 Número .....

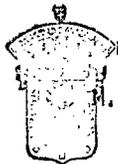
C. ELBA LOMELI MIJES  
 P R E S E N T E .-

Manifestamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado el tema de Tesis "DEMOGRAFIA REPRODUCTIVA Y FENOLOGIA FLORAL EN PITAYO Stenoce-reus queretaroensis (Webwe) Buxbaum", para obtener la Licenciatura en Bioló-gia.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como -- Director de dicha tesis al Dr. Eulogio Pimienta Barrios.

A T E N T A M E N T E  
 "PIENSA Y TRABAJA"

Guadalajara, Jal., 23 de Marzo de 1991.  
 EL DIRECTOR.



M. EN C. CARLOS BEAS ZARATE.

FACULTAD DE  
 EL SECRETARIO CIENCIAS BIOLÓGICAS

M. EN C. MARTIN P. TENA MEZA.

c.c.p.- El Dr. Eulogio Pimienta Barrios. = P r e s e n t e .  
 c.c.p.- El archivo del alumno.

CBZ/MTM/vsg.

Al contestar este oficio cifrese fecha y número



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN

Expediente .....

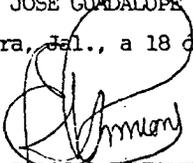
Número .....

M. EN C. CARLOS BEAS ZARATE  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
P R E S E N T E .

Por medio de la presente, me dirijo a usted de la manera más atenta, para notificarle, que he revisado con atención el trabajo de tesis de Licenciatura de la C. ELBA LOMELI MIJES que lleva como título "DEMOGRAFIA REPRODUCTIVA Y FENOLOGIA FLORAL - EN PITAYO (*Stenocereus queretaroensis*, (Weber) Buxbaum", y en mi calidad de Director de Tesis de la mencionada, concedo mi autorización para que se proceda a la impresión de la misma.

No habiendo otro asunto por tratar, agradeciendo de antemano la atención prestada a la presente, me despido con un cordial saludo poniendome a sus apreciables órdenes.

A T E N T A M E N T E  
"PIENSA Y TRABAJA"  
"AÑO LIC. JOSE GUADALUPE ZUNO HERNANDEZ"  
Guadalajara, Jal., a 18 de Noviembre de 1991

  
DR. EULOGIO PIMIENTA BARRIOS  
Director de Tesis

## *Agradecimientos*

*Un agradecimiento especial al Dr. Eulogio Pimienta Barrios, por la Dirección de tesis, correcciones y sugerencias por medio de las cuales hizo posible la realización de esta tesis.*

*Al Presidente Municipal de Techaluta de Montenegro, Sr. Miguel Castañeda González, por gestionar ante el productor, apoyo para trabajar en su huerta y facilidades otorgadas en el poblado, haciendo posible así la elaboración de esta tesis.*

*Al Sr. Enrique Castañeda González, por las facilidades otorgadas al facilitarnos su huerta de Pitayo, para la realización de los trabajos de experimentación efectuados en la realización de esta tesis.*

*Al M. en C. Humberto Gutierrez Pulido, por el apoyo estadístico brindado en la elaboración de esta tesis.*

*Al C. Sergio A. Ellerbracke Román por la asesoría informática para la elaboración de esta tesis.*

*A la Biól. Gloria Abud Quintero por el apoyo en la identificación taxonómica de los insectos.*

*Al M. en C. Miguel Cházaro Basáñez y Jorge Pedro Topete Angel por haberme facilitado alguna bibliografía para la realización de esta tesis.*

*A la Biól. Rosa María Patiño Beltrán por la elaboración de los dibujos de los estados fenológicos y el mapa de la ubicación geográfica de la zona de estudio.*

*A las autoridades de la Subdirección de Hidrología, Departamento de Hidrometría de la S. A. R. H.), por haber facilitado los datos climáticos diarios, haciendo así posible la elaboración de esta tesis.*

*Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y al Departamento de Investigación Científica y Superación Académica de la Universidad de Guadalajara, por brindar apoyo económico al proyecto "Domesticación del pitayo (D 112-904072)".*

# CONTENIDO

RESUMEN .....	1
1. INTRODUCCION .....	5
2. OBJETIVOS .....	7
3. HIPOTESIS .....	9
4. REVISION DE LITERATURA .....	11
4.1 Descripción y ubicación taxonómica de la especie .....	11
4.1.1 Planta .....	11
4.1.2 Morfología de la flor .....	13
4.1.3 Fruto .....	14
4.2 Demografía reproductiva .....	14
4.2.1 Factores que limitan la producción de frutos .....	19
4.2.2 Recursos para la reproducción .....	20
4.2.3 Factores que promueven la abscisión de frutos .....	22
4.2.4 Abscisión selectiva de flores y frutos .....	23
4.2.5 Abscisión de frutos maduros .....	24
4.3 Fenología floral .....	25
4.3.1 Crecimiento .....	26
4.3.2 Iniciación floral .....	27
4.3.3 Desarrollo del fruto .....	28
4.3.4 Efectos del clima sobre las estructuras de la planta .....	29
4.4 Biología de la polinización .....	30
4.4.1 Polinizadores y Polinización en Cactáceas .....	33
4.4.1.1 Vertebrados .....	34
4.4.1.2 Invertebrados .....	35
4.4.2 Efectos del clima sobre los visitantes a las flores .....	37
5. MATERIALES Y METODOS .....	39
5.1 Descripción del área de estudio .....	39
5.1.1 Hidrografía .....	39
5.1.2 Clima .....	41
5.1.3 Orografía .....	41
5.1.4 Clasificación y uso del suelo .....	41
5.1.5 Flora .....	42
5.2 Metodología .....	42
5.2.1 Selección de los huertos experimentales .....	42
5.2.2 Selección de plantas .....	43
5.2.3 Demografía reproductiva .....	44
5.2.4 Fenología .....	45

5.2.5 <i>Biología de la polinización</i> .....	46
5.2.5.1 <i>Eventos que ocurren durante la apertura y cierre de flores</i> .....	46
5.2.5.2 <i>Actividad de polinizadores bióticos</i> .....	52
<b>6. RESULTADOS</b> .....	53
6.1 <i>Demografía</i> .....	53
6.1.1 <i>Porcentaje de yemas florales en el brazo</i> .....	53
6.1.2 <i>Número de yemas florales</i> .....	53
6.1.3 <i>Amarre de fruto y abscisión de la flor</i> .....	54
6.1.4 <i>Factores que causan abscisión de flores</i> .....	60
6.1.5 <i>Emergencia de yemas</i> .....	62
6.2 <i>Fenología</i> .....	67
6.2.1 <i>Descripción de comportamiento de la aparición de yemas florales</i> .....	67
6.2.2 <i>Descripción morfológica del crecimiento de las yemas florales y el fruto</i> .....	86
6.2.3 <i>Crecimiento de las yemas</i> .....	95
6.2.4 <i>Datos Agroclimáticos</i> .....	99
6.2.4.1 <i>Precipitación</i> .....	99
6.2.4.2 <i>Temperatura</i> .....	102
6.2.4.3 <i>La precipitación y la temperatura registrada</i> .....	103
6.3 <i>Biología floral</i> .....	104
6.3.1 <i>Apertura de la flor</i> .....	104
6.3.2 <i>Visitantes de las flores de <u>Stenocereus queretaroensis</u></i> .....	107
<b>7. DISCUSION</b> .....	109
<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	115
<i>Apéndice A. VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES EN DIFERENTES ESTADIOS DURANTE LAS 23 OBSERVACIONES.</i> .....	117
<i>Apéndice B. ANALISIS DE LA PRECIPITACION Y TEMPERATURA DE LOS MUNICIPIOS DE AMACUECA, ATOYAC Y TECHALUTA DE MONTENEGRO.</i> .....	145
<b>9. BIBLIOGRAFIA</b> .....	153

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ubicación geográfica del área de estudio .....	40
2. Estados de desarrollo de yemas florales (01-05) .....	48
3. Estados de desarrollo de yemas florales (06-07) y frutos (08-09) .....	49
4. Estado de desarrollo del fruto maduro y aspecto externo de la flor antes de cerrar .....	50
5. Fruto inmaduro con el perianto seco y permanente y corte longitudinal de la flor .....	51
6. Número de yemas florales por cuarto .....	55
7. Cantidad de yemas florales durante el muestreo .....	56
8. Abscisión de yemas florales por estado de desarrollo .....	59
9. Causas de abscisión de flores y frutos .....	63
10. Abscisión de yemas contra su emergencia .....	66
11. Permanencia de las yemas florales en los estados .....	71
12. Cantidad de yemas florales del estado 1 .....	72
13. Cantidad de yemas florales del estado 2 .....	73
14. Cantidad de yemas florales del estado 3 .....	74
15. Cantidad de yemas florales del estado 4 .....	75
16. Cantidad de yemas florales del estado 5 .....	76
17. Cantidad de yemas florales del estado 6 .....	77
18. Cantidad de yemas florales del estado 7 .....	78
19. Cantidad de frutos en estado 8 .....	79
20. Cantidad de frutos en estado 9 .....	80
21. Cantidad de frutos en estado 10 .....	81
21-A. Número máximo de yemas florales de cada estado y fecha .....	82
22. Porcentaje de la duración promedio de las etapas fenológicas de yemas florales en estado 1 .....	84
23. Duración promedio (en días) de las etapas fenológicas .....	85
24. Crecimiento de las yemas florales .....	96
25. Ajuste de una línea recta a los puntos de diámetro polar con relación al tiempo .....	97
26. Ajuste de una línea recta a los puntos de diámetro ecuatorial con relación al tiempo .....	97
27. Factores climáticos contra etapas fenológicas .....	101
28. Forrajeo de mamíferos e insectos .....	105
29. Temperatura promedio durante el día comparada con eventos (A, B, C y D) de apertura floral .....	106

## APENDICE A

30.	<i>Variación en el número de yemas florales en la primera fecha de observación (27-02-90)</i> .....	118
31.	<i>Variación en el número de yemas florales en la segunda fecha de observación (05-03-90)</i> .....	119
32.	<i>Variación en el número de yemas florales en la tercera fecha de observación (10-03-90)</i> .....	120
33.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la cuarta fecha de observación (15-03-90)</i> .....	121
34.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la quinta fecha de observación (20-03-90)</i> .....	122
35.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la sexta fecha de observación (23-03-90)</i> .....	123
36.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la séptima fecha de observación (28-03-90)</i> .....	124
37.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la octava fecha de observación (04-04-90)</i> .....	125
38.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la novena fecha de observación (09-04-90)</i> .....	126
39.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la décima fecha de observación (13-04-90)</i> .....	127
40.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la décimo primera fecha de observación (17-04-90)</i> .....	128
41.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la décimo segunda fecha de observación (21-04-90)</i> .....	129
42.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la décimo tercera fecha de observación (26-04-90)</i> .....	130
43.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la décimo cuarta fecha de observación (29-04-90)</i> .....	131
44.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la décimo quinta fecha de observación (03-05-90)</i> .....	132
45.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la décimo sexta fecha de observación (07-05-90)</i> .....	133
46.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la décimo séptima fecha de observación (11-05-90)</i> .....	134
47.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la décimo octava fecha de observación (15-05-90)</i> .....	135
48.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la décimo novena fecha de observación (19-05-90)</i> .....	136
49.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la vigésima fecha de observación (23-05-90)</i> .....	137
50.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la vigésimo primera fecha de observación (28-05-90)</i> .....	138
51.	<i>Variación en el número de yemas florales y frutos en la vigésima segunda fecha de observación (04-06-90)</i> .....	139

52.	Variación en el número de yemas florales y frutos en la vigésima fecha de observación (13-06-90) .....	140
53.	Dinámica del desarrollo de yemas florales y frutos del 27-02-90 al 23-03-90 .....	141
54.	Dinámica del desarrollo de yemas florales y frutos del 28-03-90 al 21-04-90 .....	142
55.	Dinámica del desarrollo de yemas florales y frutos del 26-04-90 al 15-05-90 .....	143
56.	Dinámica del desarrollo de frutos del 19-05-90 al 13-06-90 .....	144

#### APENDICE B

57.	Precipitación anual de 1960 a 1989 en Techaluta, Jal .....	146
58.	Precipitación anual de 1962 a 1989 en Amacueca, Jal .....	147
59.	Precipitación anual de 1960 a 1989 en Atoyac, Jal .....	148
60.	Temperatura media anual de 1961 a 1989 en Techaluta, Jal .....	149
61.	Temperatura media anual de 1972 a 1989 en Amacueca, Jal .....	150
62.	Temperatura media anual de 1961 a 1988 en Atoyac, Jal .....	151

#### INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Ubicación taxonómica de <u>S. queretaroensis</u> .....	12
2.	Etapas fenológicas de <u>S. queretaroensis</u> .....	47

#### INDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1.	Cantidad de yemas florales totales durante el muestreo .....	57
2.	Número de yemas florales por estado de desarrollo .....	58
3.	Número máximo de yemas florales de cada estado de desarrollo .....	83
4.	Precipitación, temperatura media, temperatura máxima y temperatura mínima de la estación de Techatula de Montenegro, durante el período de muestreo de 1989 a Mayo de 1990 .....	100

## RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en plantas de Pitayo (*Stenocereus queretaroensis*), var. Mamey de 21 años de edad, de origen asexual, que se encuentran creciendo en un Huerto comercial que ubica en la localidad de Anoca, Municipio de Techaluta de Montenegro. Los objetivos de este trabajo son: caracterizar algunos aspectos básicos de la biología reproductiva del pitayo (*S. queretaroensis*) con el fin de determinar algunas de las causas que promueven la abscisión de yemas florales y frutos juveniles durante el crecimiento reproductivo, describir algunos aspectos de la biología floral del pitayo y evaluar la dinámica del proceso de diferenciación floral.

Se emplearon 14 plantas, de las que fueron seleccionados 2 brazos por planta. En cada brazo seleccionado se cuantificó el número de costillas y el total de areolas florales por costilla. Para conocer el patrón de distribución espacial de las yemas florales a lo largo del brazo, se dividieron estos en cuatro cuartos. Para evaluar el potencial reproductivo de la planta se tomaron registros cualitativos y cuantitativos, con intervalos de aproximadamente cuatro días para las 10 etapas fenológicas del crecimiento reproductivo, se realizó el seguimiento de cada una de éstas, a lo largo de los 23 muestreos realizados ubicandolos en espacio y tiempo durante todo el período de floración y fructificación. Por un período de una semana se colectaron 86 órganos reproductivos que sufrieron abscisión, se hizo un corte transversal en éstas y se evaluaron las causas que lo provocaron. Para evaluar el desarrollo de las estructuras reproductivas se eligieron al azar 60 yemas florales en estadio de desarrollo 1 (emergencia), se realizaron observaciones, registrando su avance en el desarrollo, también se registró el diámetro polar y ecuatorial, para poder determinar la tasa de crecimiento en función del tiempo.

Para evaluar las variables agroclimáticas de la región, se localizaron estaciones climatológicas ubicadas dentro del área de estudio. Se recopiló información meteorológica a nivel diario de la estación de interés y estaciones vecinas y además se desarrollaron métodos de computación para estimar factores climáticos para la región en estudio.

Para la evaluación de eventos que ocurren durante la antesis, se marcaron 20 flores diarias por un período de 6 días, registrando en estas el comportamiento floral. Para realizar la actividad de polinizadores bióticos se marcaron 12 flores por un período de 4 días, registrando en tiempo, la frecuencia de los visitantes y su comportamiento. Los resultados obtenidos se pueden agrupar en 3 temas 1). Demografía reproductiva 2). Fenología floral y 3). Biología de la polinización. Dentro del primer tema se determinó la distribución espacial y temporal de las yemas florales y frutos a lo largo de los brazos de pitayo, encontrándose que un 67% de las yemas florales y frutos se registraron en el primer cuarto; 26 % en el segundo cuarto, 6% en el tercer cuarto y 1% en el cuarto cuarto. Se obtuvo el total 594 yemas florales y el número de éstas por cada estadio de desarrollo. Se determinaron algunas causas que provocan abscisión y el porcentaje de abscisión por estadio de desarrollo; registrándose el porcentaje más alto en el estadio de desarrollo posterior a la apertura floral (estadio 7). La caída de órganos reproductivos después de la antesis se atribuye a las siguientes causas: 1). fallas en la fecundación (35%) y 2). larvas del escarabajo de la Familia Nitidullidae (27%).

Se registraron dos períodos de emergencia de yemas, el primero antes del 27 de Febrero y el segundo el 5 de Marzo del mismo año. El porcentaje de frutificación es mayor en las yemas que se diferencian durante el segundo período de emergencia, debido a que la mortalidad de yemas es menor.

El comportamiento fenológico puede decirse que es asincrónica entre individuos de la misma planta al encontrarlos en diferentes estadios de desarrollo.

Las condiciones climáticas que se registraron en el año en que se llevó a cabo este trabajo se consideran extremas, ya que fue el año que llovió menos y la temperatura registró un segundo lugar antes de la más alta en la serie climática. Las temperaturas bajas afectaron el desarrollo de las yemas florales, siendo los estadios 1 y 2 los más afectados por este factor climático adverso.

Los frutos aparentemente fueron afectados por factores fisiológicos y bióticos; los primeros fueron evidentes con el aborto de frutos sin alguna causa aparente, aunque probablemente este

aborto se puede atribuir al número reducido de óvulos que se fecundan debido a la polinización deficiente o senescencia de óvulos. Esta reducción en el número de óvulos que se transforman en semilla reduce la fuerza de la demanda, reduciendo la atracción de recursos maternos causando de esta manera, la abscisión. En los segundos se aprecia la presencia de galerías en el interior de los frutos.

El pitayo (*S. queretaroensis*), aparentemente es polinizado por miembros de orden Quiróptera con hábitos nocturnos, sin embargo un número de organismos de la clase insecta con hábitos diurnos que se ubican en 3 ordenes (Coleóptera, Hymenóptera y Díptera), fueron colectados al estar visitando a la flor de esta planta. *S. queretaroensis* no compite por polinizadores con otras especies simpátricas ya que no se traslapan los períodos de floración entre éstas.

## 1. INTRODUCCION

En la mayoría de los municipios de la subcuenca Sayula se desarrolla en condición silvestre y cultivada el pitayo (Stenocereus queretaroensis). Esta cactácea es importante para los habitantes de estos municipios, ya que los frutos que produce esta planta se comercializan en los mercados regionales y en la capital del estado, alcanzando precios que superan a la mayoría de los frutos que se comercializan en el período en que este fruto madura.

Otro aspecto sobresaliente de esta planta es que generalmente tanto las poblaciones cultivadas como silvestres se desarrollan en suelos que no son aptos para la agricultura, ya que por lo general las plantas de pitayo crecen en suelos poco profundos y pedregosos; además que por presentar metabolismo ácido crassuláceo, manifiesta un alto grado de resistencia y estabilidad a la sequía, que es común en los municipios citados.

Las características anteriormente citadas revelan el potencial que presenta este recurso genético para las zonas semiáridas, en que año con año la sequía afecta severamente las actividades agropecuarias que se realizan en esta zona.

Este trabajo forma parte de un proyecto de domesticación del pitayo, orientado a generar conocimientos sobre aspectos básicos referentes a la biología reproductiva de esta planta y que tiene como objetivos principales caracterizar la ocurrencia en tiempo y espacio los principales eventos reproductivos y los estadios de crecimiento reproductivo que presentan un mayor grado de sensibilidad a estreses bióticos y abióticos y que fácilmente afectan el esfuerzo reproductivo generado por esta especie.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

*Caracterizar algunos aspectos básicos de la biología reproductiva del pitayo (Stenocereus queretaroensis).*

### 2.2 Objetivos específicos

- a). *Determinar algunas de las causas que promueven la abscisión de yemas florales y frutos juveniles durante el crecimiento reproductivo.*
- b). *Describir algunos aspectos de la biología floral del pitayo.*
- c). *Evaluar la dinámica del proceso de diferenciación floral.*

### 3. HIPOTESIS

*La caracterización de los aspectos básicos de demografía, fenología y biología floral del pitayo, ayudará al entendimiento de las causas que limitan el esfuerzo reproductivo del pitayo.*

CUCBA



BIBLIOTECA

## 4. REVISION DE LITERATURA

### 4.1 Descripción y ubicación taxonómica de la especie

Según Bravo (1978), el pitayo se encuentra descrito taxonómicamente con los siguientes nombres científicos:

<u>Stenocereus queretaroensis</u>	(Weber) Buxbaum, Bot. st. 12:92. 1961.
<u>Cereus queretaroensis</u>	Web. in Mathsson, Monats. Kakt. 1:27. 1891.
<u>Pachycereus queretaroensis</u>	(Web.) Britton et Rose, Contr. U. S. Nat Herb., 12: 422. 1909.
<u>Lemaineocereus queretaroensis</u>	(Web.) Safford, Ann. Rep. Smiths.Inst. 1908: Pl. 6. f. 2. 1909.
<u>Ritterocereus queretaroensis</u>	(Web.) Backeberg, Cact. Succ. Journ. Am. 23: 121. 1951.

La ubicación taxonómica de S. queretaroensis según Bravo y Sanchez, 1989, se encuentra representada en el Cuadro 1.

#### 4.1.1 Planta

Presenta hábito arborescente, forma candelabroiforme, de 5 a 6 m de alto o más. El Tronco es leñoso, como de un metro de alto y 35 cm de diámetro o más. Ramas como de 15 cm. de diámetro, de color verde, a veces con tinte rojizo; el conjunto de ramas forma una copa. Costillas

# Cuadro 1: Ubicación Taxonómica

Reino	Vegetal
Subreino	Embriophyta
División	Angiospermae
Clase	Dicotiledoneae
Orden	Cactales
Familia	Cactaceae
Subfamilia	Cactoideae
Tribu	Pachycereae
Subtribu	Stenocereinae
Género	<u>Stenocereus</u>
Especie	<u>queretaroensis</u>
Nombre Común	Pitayo de Querétaro

6 a 8 prominentes, separadas por amplios intervalos. Areolas distantes entre sí como un cm con fieltro café oscuro casi negro, glandulosas. Espinas radiales 6 a 9, las inferiores como de 3 cm. de largo, gruesa, aciculares, desiguales. Espinas centrales 2 a 4, gruesas como de 4 cm. de largo. Flores a los lados de las ramas pero hacia la extremidad, infundibuliformes, de 10 a 12 cm. de largo, pericarpelo con escamas ovadas de 2 mm. de largo, segmentos exteriores del perianto spatulados rojizos; los interiores blancos con leve tinte rosa. Fruto globoso hasta ovoide, como de 6 cm. de largo, rojizo. Areolas con lana amarillenta y espinas numerosas, largas del mismo color; cuando el fruto madura, las areolas se desprenden quedando el pericarpelo desnudo (Bravo, 1978).

#### 4.1.2 Morfología de la flor

La estructura de la flor aparentemente es uniforme. Presenta perianto libre, contiene un ovario unilocular con estilo simple, presenta una zona pedicelar corta, la pericarpelar es proporcional al tamaño del ovario y la receptacular se alarga hacia arriba adquiriendo forma de campana o tubo, desarrollándose en su cara interna los estambres y en la externa los órganos foliares. En el caso específico de Stenocereus queretaroensis las flores abundan en el cuarto superior del brazo (aprox. primeros 25 cm del ápice a la base) y son de color blanco; el pericarpelo tiene podarios prominentes, los estambres son abundantes, presenta cámara nectarial, los óvulos son numerosos; las anteras de color crema y estilo de la misma longitud que el tubo y al mismo nivel que los estambres (Bravo, 1978) (Figura 5). Empezando por la base, es de color verdoso, su pericarpelo es cercano a globoso u oblongo y es triangular, láminas rojizas de 2 a 3 mm de longitud, después de la antesis, y durante el día se observan tricomas y débiles espinas sobre las flores. El tubo floral es de aproximadamente 4.5 cm de longitud, los lóbulos del estigma son 9

o 10, con estambre gruesos y cespitosos extendiéndose alrededor del perianto, (Gibson, 1990).

#### 4.1.3 Fruto

El fruto es considerado una baya, con un ovario inferior, la estructura típica del fruto en su madurez es globoso, con espinas setosas caducas y semillas negras, el perianto permanece durante el desarrollo del fruto, las espinas y tricomas se desarrollan después de cerrado el perianto. Presenta láminas pequeñas y persistentes, observándose como estructuras aplanadas sobre el fruto maduro, durante su desarrollo presenta un color rojizo (Bravo, 1978, Gibson, 1990).

El nombre genérico de pitaya, significa "fruta escamosa" y fue traída a México por los conquistadores españoles, desde las Antillas, pues fue este el primer lugar donde aquellos conocieron el fruto.(Piña, 1977).

#### 4.2 Demografía reproductiva

El término demografía se originó en las Ciencias Sociales y el campo de los demógrafos abarca el estudio de las poblaciones humanas (Erlich *et. al.*,1977, citado por Blom, 1988), cuyo interés inicial se refería a como y cuando cambian las tasas de natalidad en respuesta a las presiones sociales o del entorno. Por otro lado el mismo menciona que algunos ecólogos consideran a la demografía como un método que describe como es que y no porqué es que, usando ellos las técnicas demográficas para cuantificar las densidades variables de plantas en sus áreas de distribución. Otros citado por él mismo la incluyen en el tema de biología de poblaciones

*considerándola como un concepto de selección natural( e.g. Harper and White, 1974, Harper, 1977; Solbrig & Solbrig, 1979; Solbrig et al., 1979; Blom, 1987, citados por Blom, 1988, al respecto Franco M.; 1990, citando a Hutchinson, 1978, menciona que la demografía tuvo su origen en la necesidad, percibida desde la antigüedad, de conocer el número de habitantes de un pueblo en función de la conveniencia de prever la demanda de servicios que esta requeriría. El mismo citando a Keyfitz, 1968, menciona que posteriormente los demógrafos especializados en estudios poblacionales, desarrollaron métodos de análisis de información que les permitía, no solamente conocer el estado actual de la población, sino realizar predicciones sobre su tamaño futuro.*

*La palabra demografía se aplica a los estudios que predicen, analizan y describen en detalle cambios en una población, permitiéndonos obtener tasas de fertilidad (capacidad fisiológica del individuo para reproducirse), o de fecundidad (tomando en cuenta las condiciones ecológicas en las que se desarrolla el individuo) y longevidad (tiempo de vida del individuo pudiendo ser fisiológica o ecológica), patrón de distribución de los individuos en estudio (Saru Khan, 1987) y su comportamiento, para así poder establecer el grado de sobrevivencia de la misma.*

*Por otro lado Blom, 1988 establece que los principales objetivos de la demografía de plantas, son evaluar la natalidad, mortalidad, inmigración, emigración y el comportamiento de las plantas durante todas las etapas de su ciclo de vida.*

*Franco M., 1990, considera que es la familia de métodos que un investigador utiliza para estudiar la dinámica de una población.*

Eguiarte, 1983, citando a Harper, 1977 dice que a pesar de la importancia que representa el evento reproductivo este ha sido poco estudiado por los demógrafos vegetales.

Entre los trabajos realizados sobre demografía en el género Stenocereus destaca el llevado a cabo en Oaxaca, Oax. en 1984, el simposio "Aprovechamiento del Pitayo" realizado por el departamento de producción agrícola y animal, de la división de ciencias biológicas y de la salud de la UAM de Xochimilco, en el cual tuvieron lugar varias ponencias destacando un estudio sobre la productividad donde se menciona que el pitayo produce de 0 a 207 frutos por planta en Stenocereus stellatus y Stenocereus marginatus (Castillo A., 1984).

Se ha observado que al cortar los frutos maduros es promovida una mejor y mayor floración, así como la aceleración de la maduración de los frutos en desarrollo, particularmente en Stenocereus stellatus (Castillo A., 1984).

Bertin (1982) menciona que en la planta enredadera trompeta el aborto de frutos tiene lugar durante las tres primeras semanas del período de floración. Este aborto de frutos fue debido a fallas en la fecundación de los óvulos, debido a que se registro número bajo de semillas, lo cual reduce su capacidad de competencia con otros frutos en desarrollo, causando su abortad.

Parece que existe un umbral para la maduración del fruto, que varía con el número de frutos en desarrollo y la energía disponible durante la fructificación (Stephenson, 1980) citado por Bertin (1982).

Franco (1990), establece que si el intervalo de una fase es muy grande se corre el peligro de incluirse en la misma categoría individuos cuyo comportamiento demográfico pudiera ser muy distinto, además menciona que es importante tener conocimiento preciso de la biología de la especie para poder definir grupos, cuyos individuos posean características demográficas similares.

El mismo autor menciona que otro factor que afecta el comportamiento demográficos cuando los individuos de una población muestran una respuesta muy fuerte al apiñamiento, las tasas de mortalidad son mas altas y la fecundidad pobre; quizás como consecuencia de una disminución súbita de la disponibilidad de recursos, debido a la competencia que se establece entre ellos por la proximidad física.

Barbault (1982), establece que los caracteres demográficos tienen una importancia particular para las estrategias de adaptación . El mismo menciona que desde un punto de vista bioenergético, las estrategias de adaptación resultan de la repartición óptima de la energía acumulada entre las principales necesidades de un organismo como son: crecer, mantenerse y reproducirse. Menciona que otros autores, se interesaron particularmente en la fracción del presupuesto energético que cada organismo proporciona a las actividades de reproducción (esfuerzo reproductivo). Sin embargo se habla de que hay una flexibilidad de la proporción de la energía dedicada a las actividades de reproducción, hace mención de que las especies desérticas o en general de especies que crecen en medios variables e imprevisibles pueden ajustar su esfuerzo de reproducción de acuerdo con la lluvia que cayó y la cantidad de alimento previsible, ubicándose estas poblaciones entre  $r$ - $K$  ( $r$ =potencial biótico y  $K$ = capacidad biótica).

Kormondy (1985) menciona que hay dos fuerzas opuestas que actúan sobre el crecimiento y desarrollo de las poblaciones, la primera la capacidad de reproducirse a un cierto ritmo y la segunda la mortalidad (longevidad fisiológica). La oposición biológica del crecimiento proviene también de todas las fuerzas del ambiente físico y biológico en el que se encuentra el organismo. A fines de los años 20 el ecólogo americano Royal Chapmsn ya se refería a estas fuerzas como el potencial biótico y a la resistencia al ambiente respectivamente.

Las estrategias demográficas son el resultados de presiones selectivas numerosas y que traducen una serie de compromisos selectivos en los que intervienen muchas interacciones, tanto entre las poblaciones y sus ambientes, físico y biótico (parámetros de su nicho ecológico) como dentro de la población entre sus varias características demográficas (Burbault, 1982). El mismo establece que se puede imaginar la existencia de verdaderas estrategias de conjuntos, como resultado de fenómenos de coevolución.

Burbault (1982) menciona que resulta importante considerar en la explotación de cualquier recurso la información referente a la distribución geográfica y los factores climáticos, que de alguna manera condicionan la abundancia, biomasa y dinámica poblacional.

Entre los factores extrínsecos también se encuentran todo tipo de interacciones poblacionales, resultando estas interacciones en términos de su efecto sobre la sobrevivencia y reproducción de los individuos de la población, en benéficas, neutras y perjudiciales, entre las mas estudiadas se encuentran la depredación (herbivoría y parasitismo) competencia y mutualismo.

Resulta de gran interés introducirnos en el tema de ecología de poblaciones, mediante un

método que permita cuantificar los cambios numéricos de la población y si es posible discutir algunos factores que afecten su dinámica poblacional (May, 1981 citado por Franco, 1990).

Una población puede estar afectada por factores extrínsecos e intrínsecos, que deber ser tomados en cuenta para poder predecir el futuro de una población, tomando como base los datos recabados en cierto tiempo. Entre los factores extrínsecos se encuentran variaciones climáticas, cuyo efecto puede modificar el número poblacional cuya resistencia a valores extremos del clima es limitada. Entre los valores intrínsecos se encuentra la estructura de la población (e.g. la variabilidad en el número de individuos en la etapa reproductiva) y la densidad de yemas (Franco, 1990).

La importancia práctica del estudio de la ecología de poblaciones se utiliza como una herramienta útil para el control de plagas, así como para predicción de la cosecha óptima (Franco, 1990).

#### **4.2.1 Factores que limitan la producción de frutos**

La fracción del potencial reproductivo que se realiza, depende tanto, del número de flores polinizadas, del número de óvulos fecundados, de la depredación de semillas o frutos, de las condiciones climáticas y de la disponibilidad de la planta para proveer los recursos necesarios para su desarrollo (Stephenson, 1981).

#### 4.2.2 Recursos para la reproducción

Stephenson (1981) haciendo referencia a (Harper, 1977; Willson, 1972) menciona que las plantas son acumuladoras de recursos, los cuales son destinados para el crecimiento, mantenimiento y reproducción, esto es particularmente para las especies hermafroditas, ya que en estas los recursos se destinan tanto a la función masculina (polen) como a la femenina (frutos y semillas).

También los recursos dispuestos para la función femenina son distribuidos en el número de frutos y semillas y su peso (Harper and Lovell, 1970, citados por Stephenson, 1981).

Los recursos disponibles para una flor o fruto dado, están en función no únicamente del total de los recursos del individuo o de la rama, sino también del número de estructuras entre las cuales se dividen estos recursos. El número de estructuras reproductivas requiriendo ayuda materna, varía con el tiempo y la localización del individuo a causas de inciertas asociaciones con la polinización con la depredación de frutos y semillas (Stephenson, 1981).

Stephenson (1981), menciona que un problema general encontrado en plantas durante un episodio reproductivo, concierne a la coordinación del número de frutos disponibles. El problema es complejo, debido al número de flores polinizadas, los recursos totales, la distribución de recursos entre ramas fértiles y la depredación de frutos y semillas hacen que sea algo impredecible.

*La abscisión de flores y frutos permiten a las plantas ubicar fruto y número de semillas con los recursos disponibles de acuerdo al rango fijado por las condiciones del entorno (Stephenson, 1981).*

*Las hormonas producidas por las semillas, también juegan un papel de conducción en la movilización de recursos durante el desarrollo del fruto (Biale, 1978; Bollard, 1970 y Nitsch, 1970, citados por Stephenson, 1981).*

*Cuando un fruto juvenil esta próximo a caerse la producción de fitohormonas de crecimiento disminuye en las semillas y se incrementan los inhibidores de crecimiento, ácido abscísico y etileno, en el fruto (Bollard, 1970; Bramlett, 1972; Tamas *et. al.*, 1979, citados por Stephenson, 1981).*

*Los recursos necesarios para el desarrollo de frutos y semillas provienen de diversas fuentes. Los nutrientes inorgánicos y agua se mueven al interior de los frutos via Xilema, mientras que los carbohidratos y nutrimentos reciclados de órganos vegetativos entran a los frutos por el floema (Bollard, 1970; Coombe, 1976; Kozlowski, 1971 y Kozlowski, 1966, citados por Stephenson, 1981).*

*Stephenson (1981), citando a Chandler (1957) y Kozlowski (1966), menciona que los frutos también pueden utilizar recursos asimilados en años pasados y almacenados en tejidos perennes.*

### 4.2.3 Factores que promueven la abscisión de frutos

Muchos agentes bióticos y abióticos dañan los frutos y promueven la abscisión. Las heladas tardías durante la primavera son la principal causa de mortalidad de frutos (Stephenson, 1981).

Aunque es poco común las temperaturas altas algunas veces promueven la abscisión de frutos, aunque no se sabe si el calor cause la muerte directamente o indirectamente de las semillas (Addicott (1973), citado por Stephenson, 1981). Este último menciona que muchos frutos jóvenes son generalmente más susceptibles a daños abióticos que los frutos adultos.

Algunos frutos jóvenes se caen debido a anomalías genéticas o de desarrollo (Bradbury, 1929; Kraus, 1915; Sarvas 1962 y Sweet, 1969, citados por Stephenson, 1981. Sin embargo la mayoría de los frutos jóvenes que presentan abscisión, lo hacen como una respuesta a la limitación en los recursos. Si los recursos son limitados, se genera competencia entre frutos y esto causa abscisión inducida debido a que los frutos mejor colocados en relación a la fuente, a los más vigorosos son los que tienen mayor capacidad o de fuerza de demanda de los recursos limitados y por este motivo se ocasiona abscisión de los menos vigorosos.

Nitsch, 1950, 1963, citado por Flores (1989), menciona que existen indudables evidencias de que las semillas regulan muchos aspectos de crecimiento del fruto, aunque en muchas especies se desarrollan frutos sin semillas (partenocarpia). En general la remoción de los rudimentos seminales fertilizados detiene el crecimiento del fruto. y la geometría del fruto suele reflejar la distribución interna de las semillas, por otra parte hay una amplia correlación entre el número de semillas y en el fruto y el tamaño final del fruto.

#### 4.2.4 Abscisión selectiva de flores y frutos

*La maduración de los frutos es selectiva, las flores polinizadas y los frutos juveniles pueden madurar selectivamente en base al orden de polinización, el número de semillas desarrolladas, a los recursos de polen o a la combinación de ellos (Stephenson, 1981).*

*Cuando pocas semillas están presentes en un fruto, la actividad hormonal se reduce y con ella la capacidad de las semillas para atraer recursos (fuerza-demanda), consecuentemente mas semillas mueren por la limitación de recursos lo cual culmina con la caída o abscisión de frutos.*

*Una variación en el número de granos de polen depositados sobre los estigmas también da una variación en el número de semillas en los frutos en un individuo dado. Cuando esto ocurre los frutos con un bajo número de semillas son con frecuencia los mas fáciles de abortar( Bertin, 1981; Lee, 1980; Martin et al, 1961; Murneek, 1954; Quinlan, 1968 y Sweet, 1973 citados por Stephenson, 1981.*

*Stephenson, 1981 menciona que desde una perspectiva evolucionista, cualquier ventaja asociada con la producción de flores sobrantes y frutos juveniles debe exceder la pérdida en el potencial reproductivo asociado con la merma de recursos en flores y frutos abscisos.*

*La caída de flores y frutos después de la antesis favorece a plantas que no se incorporaron al rol de las flores con atracción de polinizadores y la diseminación del polen que es su rol en la producción de frutos.*

#### 4.2.5 Abscisión de frutos maduros

*Después del amarre inicial del fruto, se presentan durante su desarrollo dos o tres etapas de caída del mismo. Luckwill (1953) citado por Rojas y Ramírez (1987), mencionan para el caso de caducifolios, existe una correlación entre la caída del fruto después de la fertilización y en precosecha y la reducción en los niveles de auxina. La caída inicial se le atribuye a una competencia entre el fruto y otros procesos como el de crecimiento vegetativo (Ram, 1983, citado por Rojas y Ramírez, (1987). Estos autores afirman que la deficiencia en auxinas, giberelinas y citocininas en las semillas parece ser la causa principal de la caída de frutos. También mencionan Rojas y Ramírez (1987), que después del amarre, el fruto prosigue su crecimiento y desarrollo influenciado por varios factores.*

*Si la depredación de frutos jóvenes envuelve un fuerte riesgo de mortalidad del depredador, entonces la selección puede inclinarse a favor de aquellos predadores que ovopositan hasta después del período de aborción. La selección también puede actuar en favor de aquellas plantas que producen algún exceso de frutos y entonces caen algunos (Stephenson, 1981)*

*El algunos casos la falta de polinización, la depredación de frutos o semillas, o condiciones climáticas adversas coloca a la producción de frutos debajo del límite superior; en la mayoría de los casos, sin embargo los recursos limitan la producción de frutos. Cuando esto ocurre, las flores polinizadas y frutos juveniles se caen en la medida en que el número de frutos y semillas igualan a los recursos disponibles (Stephenson, 1981).*

### 4.3 Fenología floral

El término fenología se define como el estudio de los fenómenos biológicos que ocurren con cierto ritmo periódico, como la brotación, la floración y maduración de frutos relacionados con las condiciones ambientales del medio (Font Quer, 1985).

Durante un estudio fenológico se pueden establecer fases, entendiéndose estas como la aparición, transformación y desaparición rápida de los órganos vegetales, cada una de las cuales tiene sus propias necesidades; así pues, las exigencias varían en cada una de las etapas fenológicas, existiendo en algunas de ellas puntos críticos (PC) que se definen como un breve intervalo, durante el cual la planta presenta la máxima sensibilidad a un elemento, presentándose estos durante las primeras semanas, de tal manera que las variaciones de un fenómeno meteorológico se refleja en el rendimiento del cultivo (Torres, 1983).

Se tienen registros para el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) que indican que la etapa fenológica más sensible a la sequía es la floración, lo que indica una disminución en el rendimiento de semillas; explicada por la reducción de sus componentes: el número de vainas por planta, el número de semillas por vaina y el peso de las semillas (Palacios y Martínez, 1978 citados por Chan y Bravo, 1985).

Las etapas fenológicas en el nogal pueden verse afectadas por cambios en el medio, (Pimentel, 1984). Para el caso de la nuez el tiempo que necesita para la maduración, a partir de la brotación varía de un año a otro por efecto de la temperatura y otros factores relacionados con

*el manejo del huerto.*

*Las observaciones fenológicas precisas deben ser recopiladas por varios años para que puedan tener aplicaciones, entre estas aplicaciones podemos citar: poder definir las regularidades de crecimiento de una planta en relación con su medio ambiente, así como sus requerimientos agrícolas, proponer calendarios de control de plagas, zonificación agrícola, pronosticar fechas de floración o madurez, estimación del rendimiento y programación de asistencia técnica en base a la fenología de los cultivos (Villalpando, 1990). El mismo establece que por lo general las especies vegetales que pertenecen a una misma Familia botánica presentan las mismas fases fenológicas.*

#### **4.3.1 Crecimiento**

*El desarrollo de las plantas es un proceso fásico, a través del tiempo la flor y el fruto como individuo pasa por fases o estadios diferentes, emergencia de la yema, antesis, fruto inmaduro, fruto maduro etc...*

*Los fenómenos que ocurren durante el desarrollo se pueden sintetizar así:*

- 1. En el proceso de desarrollo ocurre un fenómeno de aumento de masa crecimiento y un fenómeno de cambio interno fisiológico de diferenciación por el que el órgano se va "madurando".*
- 2. El crecimiento y diferenciación son dos fenómenos distintos que pueden ocurrir en forma*

*simultánea y armónica o de manera independiente. Por eso pueden ser ambos rápidos, lentos, crecimiento rápido y diferenciación lenta.*

*3. Las fases del desarrollo dependen de la constitución génica del individuo y de los factores del medio.*

*4. Cuando las condiciones del medio no cubren las exigencias genéticas de alguna fase del desarrollo, los cambios fisiológicos no ocurren y la secuencia de la fase se detiene.*

*5. Cuando hay una concordancia entre las exigencias genéticas y el medio el desarrollo es normal y los cambios de crecimiento y diferenciación se sincronizan (Rojas y Ramirez, 1987).*

#### **4.3.2 Iniciación floral**

*La iniciación floral al igual que otros procesos fisiológicos, se determina mediante el genotipo (para algunas plantas) mientras que para otras el genotipo interactúa con las condiciones ambientales específicas, provocando la iniciación floral. (Weaver, 1989).*

*También menciona que algunos reguladores del crecimiento desempeñan un importante papel en la inducción de la iniciación floral.*

*Una vez que la planta alcanza una etapa fisiológica en la que esta lista para la iniciación floral, el primer cambio morfológico que inicia la transición de un meristemo vegetativo a otro*

reproductivo, es el aumento de la división celular en la zona central inmediatamente inferior a la parte apical del meristemo vegetativo. Dicha división da por resultado un grupo de células parenquimáticas no diferenciadas, rodeando a las células meristemáticas que a su vez dan origen a primordios florales (Weaver, 1989).

#### 4.3.3 Desarrollo del fruto

El aumento de volumen asociado al crecimiento del fruto es el resultado de la división o expansión celular o ambas a la vez. El crecimiento mediante división celular predomina en las primeras etapas de crecimiento, mientras que el crecimiento mediante la expansión celular se presenta durante las últimas. (Weaver, 1989).

Flores (1989) menciona que muchos frutos tienen patrones de crecimiento sigmoide, comenzando con un aumento, exponencial de tamaño y luego disminuye al estilo sigmoide, entre los cuales se encuentra Manzana (*Pyrus malus*), la piña (*Ananas comosus*), y el tomate (*Lycopersicon esculentum*).

La maduración del fruto es el conjunto de procesos asociados con la adquisición del tamaño máximo y con la transformación cualitativa de los tejidos (Flores, 1989). En esta última involucra el ablandamiento de éstos; conversiones hidrolíticas de los materiales de reserva y cambios en pigmentos y sabores. La energía para estos cambios proviene de actividades respiratorias. El ablandamiento de los tejidos es efectuado por una serie de enzimas presentes en los tejidos del fruto. Los cambios hidrolíticos de los materiales de reserva dan como resultado la

*formación de azúcares a partir de almidón y sustancias lipídicas. Las proteínas son sintetizadas en cantidades mayores durante el proceso de maduración del fruto (Biale, 1950; Biale, 1964; Sacher, 1973 citados por Flores, 1989).*

*La maduración del fruto esta asociada con cambios drásticos en la tasa respiratoria, disminuyendo esta en el fruto que alcanzó su tamaño máximo e incrementándose durante la maduración de los tejidos (respiración climatérica que se relaciona con un incremento en la concentración de etileno (Flores, 1989).*

*Climaterio se define como el periodo en la ontogenia de ciertos frutos, ( en especial los carnosos) durante el cual tienen lugar numerosos cambios bioquímicos, que determinan la transición de los frutos. Estos cambios son iniciados por la producción autocatalítica de etileno (Rhodes, 1970, Spurr, 1970 citados por Flores, 1989).*

#### **4.3.4 Efectos del clima sobre las estructuras de la planta**

*Los principales fenómenos meteorológicos que pueden causar daño son sequías, granizo, heladas, exceso de húmeda, vientos fuertes, tormentas con viento, tolváneras, temperaturas adversas para los cultivos (Villalpando, 1990).*

*Lee (1968), menciona la importancia que tienen los elementos climáticos sobre las plantas, se refiere a que la temperatura favorece al crecimiento y la maduración, aumenta la pérdida de agua y tendencia al secado; la humedad favorece al crecimiento y disminuye la pérdida de agua; el viento ayuda a la polinización y aumenta la pérdida de agua y la lluvia es esencial para el*

abastecimiento del agua.

*Con iguales esfuerzos reproductivos en término energéticos, dos individuos pueden asumir riesgos diferentes, según, las condiciones ambientales y las modalidades del esfuerzo, y tener, por lo tanto, valores selectivos diferentes (Barbault, 1982).*

Villalpando, 1990, menciona que las plantas perennes tienen una reacción más uniforme a los factores ambientales, y por consiguiente las observaciones fenológicas pueden hacerse en menor número de plantas. Además el registro de las fases fenológicas debe hacerse en el momento en el que el 50% de la unidad de muestreo (presente la fase en cuestión).

#### 4.4 Biología de la polinización

La polinización se define como la transferencia de los granos de polen desde las anteras hasta los estigmas (Rost *et. al.*, 1985). Los vectores mediante los cuales puede llevarse a cabo la polinización pueden ser bióticos (vertebrados, tales como las aves y los murciélagos e invertebrados, como son los insectos) y abióticos (viento y agua) (Foster y Gifford, 1974; Percival, 1969 citados por Pimienta, 1990).

De acuerdo a la manera en que es polinizada la flor, encontramos dos formas: 1) Autogamia, que consiste en la transferencia del polen de las anteras al estigma en la misma flor, siendo rara en plantas perennes y frecuente plantas anuales en poblaciones aisladas (Linskens, 1982), 2) alogamia, se presenta cuando el polen de una flor unisexual es transportado al estigma

de otra flor (Faegri y van der Pijl, 1979). Existen dos tipos de alogamia, la geitonogamia y la xenogamia, la primera ocurre cuando dos flores de la misma planta individual participan en la fertilización alogámica, y la segunda, se presenta si dos flores de diferentes plantas son las que participan en dicha actividad (Linskens, 1982) citados por Rosas, 1984.

Faegri y Van der Pijl, (1979) citado por Niembro, 1988, menciona que en las angiospermas la polinización se realiza en tres etapas: 1). Dehiscencia de las anteras y liberación de los granos de polen, 2). Transferencia de los granos de polen hacia el estigma y 3). Germinación de los granos de polen sobre el estigma.

En la mayoría de las angiospermas, la dehiscencia de las anteras ocurre longitudinalmente a lo largo del estomio, que es una hilera situada a cada lado de la antera entre los miembros de una par de esporangios (Foster y Gifford, 1974 citado por Pimienta, 1990). La dehiscencia ocurre usualmente después de la apertura de la flor (antes) aunque puede ocurrir antes de la apertura (cleistogamia) Percival (1969) citado por Rosas, 1984.

Los granos de polen formados en las anteras, se distinguen visualmente como un conjunto de polvo fino, sobre las anteras. Cada grano de polen contiene la gameta fecundante con sus respectivos cromosomas y dos capas que lo protegen, la intina en contacto en él y la extina situada en la parte externa. Teniendo poros y surcos entre otros detalles. Esto proporciona una ornamentación variada ayudándole para su adherencia a los estigmas durante la polinización.

Al llegar los granos de polen al estigma éstos se adhieren a la superficie gracias a los componentes viscosos que contienen que estimulan o inhiben la germinación dependiendo la

*computabilidad entre la especie.*

*Church y Williams (1983) mencionan que el tiempo efectivo de la floración para un polinizador es el período de liberación del polen más que en el momento en que se realiza la antesis.*

*Frankel y Galun, 1977 citados por Eguiarte, 1983, mencionan que la relación casual entre el polen y la formación del fruto y semillas tuvo reconocimiento desde los albores de la civilización agrícola, más sin embargo los primeros sistemas que se comprendieron fueron los referentes a la polinización diurna por abejas en climas templados. Entre los sistemas que más tardaron en ser descifrados son los nocturnos y dependen principalmente de vertebrados, siendo el trabajo de Baker (1961), uno de los pioneros sobre este tema.*

*Se habla de que las interacciones planta- animal es uno de los aspectos de biología que ha recibido más atención en los últimos años. De éstas interacciones ha llamado la atención las relaciones que vertebrados o invertebrados han mantenido con las flores y muchos de estos tipos de animales dependen parcial o totalmente de las flores para su subsistencia (Heinrich y Raven, 1972, Heinrich, 1975). Esta interacción ha motivado una gran cantidad de estudios entre los cuales destacan los distintos tipos de recompensa al polinizador (Howell, 1974, Simpson y Neff, 1981; Baker, 1978), la calidad de la recompensa (Percival, 1965; Baker, 1978; Baker y Baker, 1975), y los patrones de alimentación del visitante (Gill y Wolf, 1975; Janzen, 1971, citados por Eguiarte, 1983).*

*Estos sistemas de interacción planta-animal representan una oportunidad para el estudio*

de las relaciones complejas como competencia, Simbiosis y depredación (Emlen, 1975) a nivel de comunidad biótica.

Una proporción considerable de plantas son visitadas por murciélagos, sin embargo a pesar de su importancia la polinización nocturna como ya se mencionó anteriormente ha sido poco estudiada, encontrándose solo 30 Familias de plantas con este tipo de polinización, cabe hacer mención que las más frecuentes son las siguientes: Leguminosae, Bombacaceae, Bignonaceae y Cactaceae y dentro de la Familia de las Cactaceae encontramos miembros de los géneros Carnegiea, Lemaireocereus, Myrtillocactus y Cereus (Butanda-Cervare et al., 1978).

Osborn et al. (1988), intentó clasificar a los visitantes de flores en orden a su importancia como polinizadores de acuerdo a los siguientes cuatro criterios: (i) pureza específica de polen; (ii) que el estigma sea tocado por el insecto; (iii) duración corta de la estancia en la flor; y (iv) tamaño de cuerpo grande.

#### 4.4.1 Polinizadores y Polinización en Cactáceas

Entre los trabajos sobre polinización de las cactáceas destacan los de Porsch (1939) citado por Beutelspacher (1971), quien ya había supuesto la intervención de murciélagos en algunas cactáceas, sobre todo en aquellas en que las flores tienen hábitos nocturnos. Mc Gregor y col. (1962), también citados por Beutelspacher (1971), trabajaron sobre los agentes polinizadores del Saguaro (Carnegiea gigantea (Engelman) Britt & Rose) mencionando a los murciélagos los principales polinizadores nocturnos de esta especie y durante el día fueron observadas abejas

(*Apis mellifera* L. ).

#### 4.4.1.1 Vertebrados

Soberon (1990), dice que en muchas especies de plantas, el aspecto de las flores, su coloración, el tipo y cantidad de néctar y la hora de apertura se conjugan en los llamados "síndromes de polinización", que se definen como el conjunto de características florales que las adaptan a la polinización por grupos restringidos de visitantes. Por e.g. el síndrome del murciélago" o quiróptero-filia, se manifiesta en flores grandes, de colores pálidos, con gran cantidad de néctar y de apertura principalmente nocturna y solo dura una noche como ya lo menciona Fraegri van der Pijl, 1979 citado por Eguiarte; 1983, ya que los murciélagos tienen grandes requerimientos energéticos y pueden localizar las flores en la oscuridad.

Con respecto al sistema mencionado anteriormente se tiene por e.g. que el volumen promedio de néctar producido por una flor tropical es menor en aquellas visitadas por colibríes (Stiles, 1975, Fein, Singer, 1976 y 1978), que en aquellas visitadas por murciélagos (Baker, 1973; Heithaus, Opler y Bake, 1974; Sazima, 1978) citados por Bertin, 1982, una característica más de adaptación de la estructura floral es la longitud de la corola tubular con una constricción basal justo arriba del nectario puede reducir cualquier efecto de insolación y humedad (Covet, 1978 citado por Bertin, 1982), además, el polen en flores polinizadas por murciélagos siempre se encuentra en grandes cantidades y las anteras son grandes y numerosas Eguiarte; 1983, él mismo citando a Faegri y van der Pijl, 1979 y Howell; 1974, menciona que lo explican diciendo que el polen es la principal fuente de proteínas para los murciélagos, mientras que Heithaus *et al*, 1974, consideran que el área de la superficie ventral de un murciélago es muy grande en relación al

area estigmática de las flores, por lo que se requiere y justifica una cantidad de polen muy grande para asegurar la polinización.

En un estudio realizado sobre la polinización en el Saguaro (Carnegie gigantea) se encontró que los murciélagos desempeñan un papel importante en fructificación de esta especie, debido a que se considera que es el principal agente polinizador (Moran 1962). También menciona que dichos animales emigran de Arizona a desde México y que su principal alimento se cree que es el polen y néctar de los saguaros, otras cactáceas y de algunos agaves.

#### 4.4.1.2 Invertebrados

En los trabajos realizados en Cactáceas (Opuntia sp.) sobre polinización, llevada a cabo por invertebrados, sobresalen miembros del orden coleóptera e himenóptera principalmente.

Del orden Coleóptera encontramos 3 géneros: 1. Carpophilus (Nictidulidae) reportados por Toumey, 1899; Benson y Walkington, 1965; citados por Grant y Connell, 1979, para el género Opuntia, ellos mencionan que son poco efectivos en la polinización al no trasladarse de flor en flor y no tener contacto con el estigma; McFarland, 1983, los encontró en gran número en Opuntia imbricata, Connell (1956), citado por McFarland, 1989, menciona que pone sus huevos en las flores de Opuntia compressa (Salisb.) Macbr, donde las larvas se desarrollan antes de la pupación en la tierra bajo los cactus. Además, menciona que permanecen dentro de las flores, y en su estancia en éstas comen polen, estambres y pétalos; 2. Trichochrous (Melyridae). Sobre este género McFarland en 1983, citado por McFarland, 1989, los encontró en gran cantidad sobre las

flores de O. imbricata. Grant y Grant, 1979, en Opuntia basilaris y Opuntia littoralis; no se les observó de flor en flor, ni en contacto con el estigma aunque sí en gran número; y 3. Euphoria, es reportado por Borrer y DeLong, 1981, citados por McFarland, 1989, quién menciona que es de mayor tamaño a los otros 2 géneros, y sólo se encontraron de 1 a 2 organismos por flor, no se les vió moverse de flor en flor, y no se considera polinizadores.

Del orden Hymenóptera como visitantes de Opuntia algunos investigadores reportan a los géneros Anthophorids (Grant y Grant, 1979, citado por Osborn, 1988); Megachilids (Beutelspacher, 1971; Barrocos et. al., 1976;(citado por Osborn, 1988); Osborn, 1983 citado por McFarland, 1989); Ashmeadiella (McFarland, 1989); Halictus (McFarland, 1989); Diadasia (Grant et. al., 1979; Osborn, 1983; McFarland, 1989); Lithurge (Barrows et. al., 1976; Grant et. al., 1979, citados por McFarland, 1989); Osborn et. al., 1988); y Apis (Grant et. al., 1979); Se observó también el género Apis como visitante de Carnegiea gigantea por McGregor et. al.,(1962) citado por Beutelspacher, 1971.

Con respecto al comportamiento observado al llevar a cabo la visita a la flor (de una flor a otra) del género Opuntia, todos los autores coinciden que las abejas aterrizan sobre los lóbulos del estigma, y luego se arrastran sobre los estambres que estén cubiertos de polen, por lo que probablemente sean polinizadores, aunque en general se les reconoce como ladrones de polen y néctar, en flores que lo contienen.

#### 4.4.2 Efectos del clima sobre los visitantes a las flores

Boyle y Philogene (1985), haciendo referencia a Kevan y Baker (1983) mencionan que los efectos generales del clima sobre la población de flores y la visita de insectos a éstas, en pocos casos ha sido sujeto de estudio en la biología de la polinización, ellos mismos hablan que la actividad y efectividad de los insectos que polinizan depende mucho de la posición en el medio ambiente físico, vientos fuertes, nublados, heladas, fluctuaciones de temperatura, variación de humedad y luz. Por otra parte Ceballos y Galindo, 1984, para el caso de los murciélagos mencionan que la actividad diaria de éstos puede ser modificada por las condiciones climáticas, p.e. en días con temperaturas muy frías o lluviosas la mayoría de las especies permanecen en sus refugios y como un mecanismo de adaptación a tales condiciones se aletargan al encontrarse con problemas para obtener su alimento.

## 5. MATERIALES Y METODOS

### 5.1 Descripción del área de estudio

Este estudio se llevó a cabo en un huerto de pitayo (Stenocereus queretaroensis) que se encuentra ubicado en la localidad de Anoca, perteneciente al municipio de Techaluta de Montenegro, en el Estado de Jalisco. Dicha localidad está ubicada al norte de la región sur del estado a los 20 05' 23" de latitud norte, y 103 32'43" de longitud oeste, limitando con Atemajac de Brisuelas y Zacoalco de Torres al norte, con Atoyac y la laguna de Sayula al este, y con las faldas de la Sierra de Tapalpa y Atemajac de Brisuelas al oeste. La localidad de Anoca ocupa el segundo lugar en importancia dentro del municipio de Techaluta de Montenegro, encontrándose a 1348 msnm.

#### 5.1.1 Hidrografía

La zona carece de corrientes superficiales importantes, pero cuenta con un pozo profundo que desempeña un papel importante en su desarrollo.



### 5.1.2 Clima

*Presenta una temperatura media anual de 21.4 C, precipitación pluvial de 600 mm anuales (Carta de temperaturas medias anuales SPP, 1984), clima BS1 HW(W) considerado como semiseco, con primavera seca, semicálido sin estación primaveral definida, con lluvias en verano, precipitación menor de 5 mm. de precipitación invernal, e invierno fresco (Carta de climas, sistema de clasificación de Köppen modificado por García E: SPP, 1974).*

### 5.1.3 Orografía

*La mayor parte de la localidad es plana, se encuentra en las inmediaciones del pie de monte de la sierra de Tapalpa y en las estribaciones de la laguna de Sayula.*

### 5.1.4 Clasificación y uso del suelo

*Son abundantes los suelos feosen háplico. Por ser plano este tipo de suelos generalmente tienen uso agrícola, con tierras de temporal y humedad con siembras anuales, también se le da uso pecuario y forestal. La tenencia de la tierra en su mayor parte corresponde a la propiedad privada y menor proporción a la Ejidal.*

### 5.1.5 Flora

En la mayor parte de la localidad encontramos matorral espinoso con plantas xerófitas, mezquital y pastizal, además de la selva baja caducifolia y en la sierra se localiza bosque de pino-encino. También encontramos especies frutales como es el nogal (Carya illinoensis), mango (Mangifera indica), guayaba (Psidium guajave), durazno (Prunus persica.), capulfn (Eugenia spp.), aguacate (Persea americana), limón y naranja (Citrus spp.). (INEGI, 1988).

## 5.2 Metodología

El presente estudio se llevó a cabo en plantas de pitayo (Stenocereus querctaroensis), de aproximadamente 21 años de edad de origen asexual que se establecieron utilizando la técnica del corte de brazos en las que las prácticas de manejo se limitan únicamente a la aplicación esporádica de riego en la época seca del año.

### 5.2.1 Selección de los huertos experimentales

Para la selección de los huertos experimentales se llevó a cabo un recorrido a los alrededores del Municipio de Techaluta de Montenegro, tratando de ubicar algunos huertos que pudieran cumplir con una serie de características particulares para llevar a cabo este estudio, posteriormente se realizó una entrevista con varios de los productores de la zona con la finalidad de sondear la situación de los huertos en base a las siguientes requerimientos: disponibilidad del lugar para la realización del trabajo, homogeneidad del cultivo en cuanto a la variedad cultivada, edad de las plantas y manejo de las mismas y suficiente área cultivada. Como puede verse para

la realización del presente trabajo se pretendió elegir como zona de estudio un huerto con características especiales, sin embargo, dado a diferentes limitantes no fué posible elegir uno con la totalidad de los rasgos antes mencionados, lo anterior dió pauta a que se eligiera como zona de estudio aquel huerto en el cuál el propietario accedió y estuvo de acuerdo en permitirnos trabajar aún cuando esto le representará cierto sacrificio de algunas ganancias económicas durante la temporada de cosecha.

### 5.2.2 Selección de plantas

1. Se elaboró un croquis del huerto donde se ubicó a cada una de las plantas de pitayo que componían dicha población.
2. Se procedió a clasificar a las plantas de pitayo en base a una escala artificial de vigor. Esta escala se determinó tomando como criterio el número de brazos que posea la planta.
3. Una vez evaluada la población de las plantas de pitayo en base a su vigor, se determinó las clases de poblaciones de acuerdo a la distribución del número de brazos de los pitayos.
4. Considerando que en esta región la principal variedad cultivada es la denominada "Mamey", la selección de plantas se restringió a dicha variedad. A partir de la población experimental, se determinó un tamaño de muestra, que nos permita tener un rango de confiabilidad mayor o igual al 95%, suponiendo que la distribución de la población es normal (García-Pérez, 1978).

5. Después, por medio de números aleatorios, se seleccionaron 14 plantas a muestrear. Una vez definidas, se eligieron 2 brazos de cada una de éstas (28 brazos). En este caso los brazos elegidos tuvieron que ser aquellos que mostrarán signos de productividad y que tuvieran una longitud de alrededor de dos m. En la elección de los brazos también se consideró la posición geográfica de éstos en la planta, cuidando que los brazos elegidos se alternaran en su posición geográfica entre una y otra planta (Reyes Castañeda, 1983).

### 5.2.3 Demografía reproductiva

Se cuantificó el número de costillas que posean cada uno de los brazos seleccionados en todas y cada una de las plantas. Posteriormente, se llevó a cabo un conteo total de areolas florales en cada una de las costillas.

Con el objeto de conocer el patrón de distribución espacial de las yemas florales a lo largo del brazo, y facilitar el conteo de estas en las siguientes etapas de registro, se dividió el brazo en cuatro cuartos. El cuarto superior corresponde al ápice de la planta y el cuarto inferior a la base de la planta; los dos cuartos restantes se encontraban colocados entre el cuarto superior y el inferior.

Para evaluar el potencial reproductivo de la planta se tomaron registros cualitativos y cuantitativos, con intervalos de frecuencia de cuatro días durante las principales etapas fenológicas del crecimiento reproductivo por las que atraviesa esta planta. Para lograr esto se formuló un formato para la toma de datos de cada uno de los brazos por planta en el cual incluyen las

siguientes variables: 1). No. de planta; 2). No. de brazo; 3). Número y posición de la costilla; 4). estadio de desarrollo de la yema floral y el fruto. La información de los formatos se capturó en una computadora y grabada en discos, para su posterior procesamiento en el programa conocido como Lotus. El análisis estadístico se realizará utilizando el S. A. S. (Statistical Analysis System, 1987).

Para evaluar las causas de abscisión de flores y frutos se procedió a la colecta de las flores y frutos que sufrieron abscisión de la población de yemas florales en observación por un período de una semana, durante el cual se acumularon un total de 86 yemas principalmente en estadios avanzados de desarrollo, efectuándose a éstas un corte transversal y registrando los fenómenos presentados. Por otra parte, para conocer el total de yemas en observación que sufrieron abscisión por cada estadio de desarrollo, se realizó el seguimiento de cada una de éstas, a lo largo de los 23 muestreos realizados durante todo el período de floración y fructificación.

#### 5.2.4 Fenología

Para definir las etapas fenológicas se elaboró una escala de los diferentes estadios de desarrollo de la flor y el fruto (Cuadro 2 y Figuras 2, 3 y 4). Con esta escala elaborada se procedió a elegir al azar 60 yemas florales en sus estadios iniciales de desarrollo. Posteriormente se les dió seguimiento a su desarrollo realizando observaciones y registrando el estadio de desarrollo. Además de registrar el estadio por el que pasaban las diferentes yemas, también se registró el diámetro polar y ecuatorial, para poder determinar la tasa de crecimiento en función del tiempo.

*Este estudio fenológico se relacionó con algunos elementos agroclimáticos de la zona, con el fin de relacionar variables climáticas con variables fenológicas. La temperatura y la precipitación fueron las variables climáticas, a las que se les asignó mayor importancia (Villalpando, 1985).*

*Para evaluar las variables agroclimáticas de la región, se localizaron las estaciones climatológicas ubicadas dentro del área de influencia del área de cultivo. Se recopiló información meteorológica a nivel diario para toda la serie histórica de registros de la estación de interés y estaciones vecinas, para desarrollar métodos de computación para estimar factores climáticos para la región en estudio.*

### **5.2.5 Biología de la polinización**

*Las fases que se registraron en esta actividad, se describen a continuación:*

#### **5.2.5.1 Eventos que ocurren durante la apertura y cierre de flores**

*Para la evaluación de dicha actividad, se marcaron 20 flores diarias por un período de 6 días, para evaluar el patrón de comportamiento. Posteriormente en un formato se llevó el registro mediante la observación directa de las siguientes variables: 1) Hora de apertura floral; 2) ubicación de la flor en el brazo; 3) en la planta; 4) características del perianto; 5) comportamiento de los estambres y el pistilo; 6) patrón de dehiscencia (tomando como criterio la presencia de polen sobre los elementos del perianto); 7) presencia de néctar y 8) de aromas.*

**CUADRO 2: ETAPAS FENOLOGICAS DE  
STENOCEREUS QUERETAROENSIS (ESCALA DECIMAL)**

---

- 01 EMERGENCIA DE YEMA
- 02 INICIO DE CRECIMIENTO
- 03 INICIO DEL ABULTAMIENTO DEL PERIANTO
- 04 MAYOR ABULTAMIENTO DEL PERIANTO Y  
ALARGAMIENTO DEL TUBO RECEPTACULAR
- 05 PREVIA A LA APERTURA
- 06 FLOR ABIERTA
- 07 FLOR, DIAS DESPUES DE LA ANTESIS
- 08 FRUTO INMADURO CON CRECIMIENTO POLAR
- 09 FRUTO INMADURO CON CRECIMIENTO ECUATORIAL
- 10 FRUTO MADURO

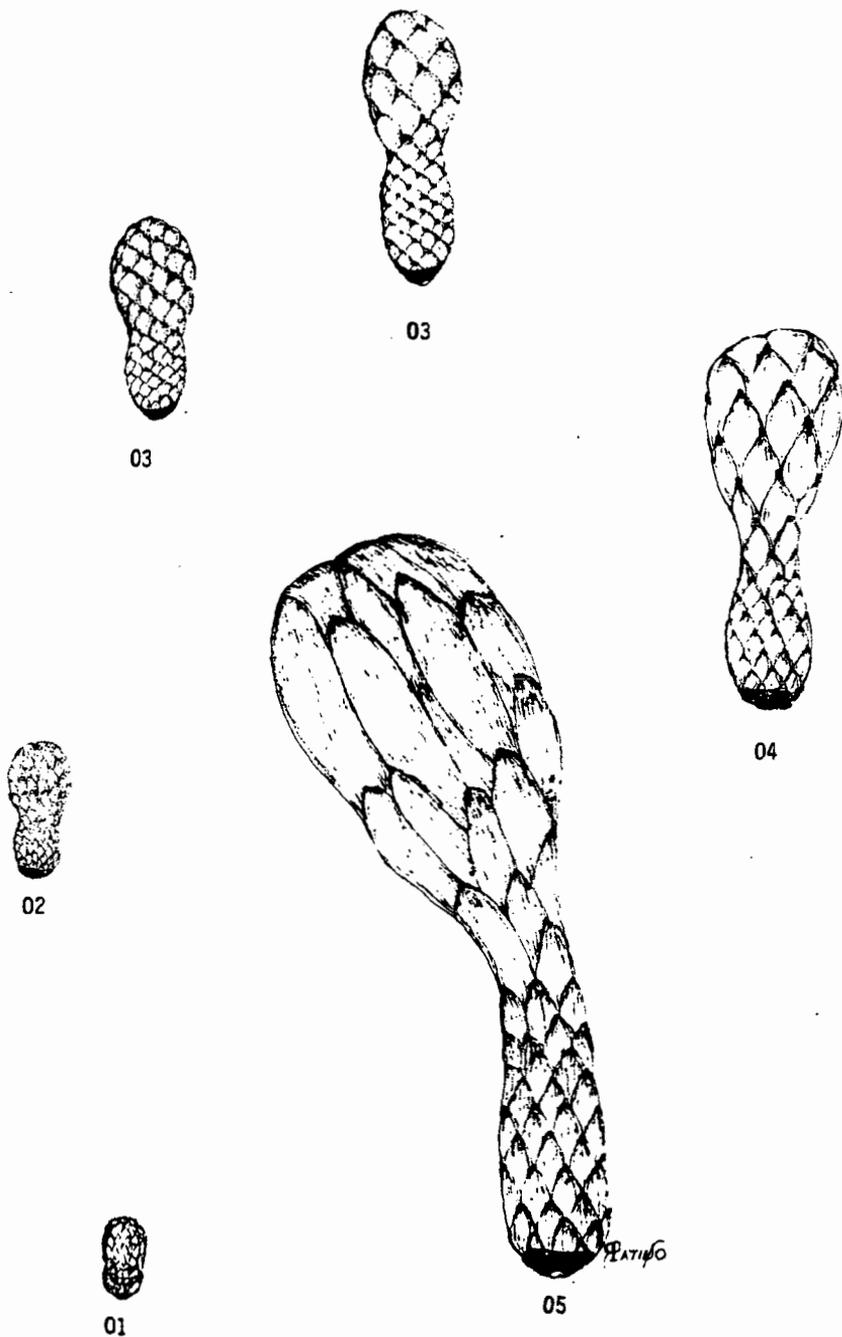


FIGURA 2: ESTADIOS DE DESARROLLO DE YEMAS FLORALES  
(DEL ESTADIO 01 AL 05) DEL PITAYO (Stenocereus queretaroensis)  
REPORTADAS EN LA TABLA 2.

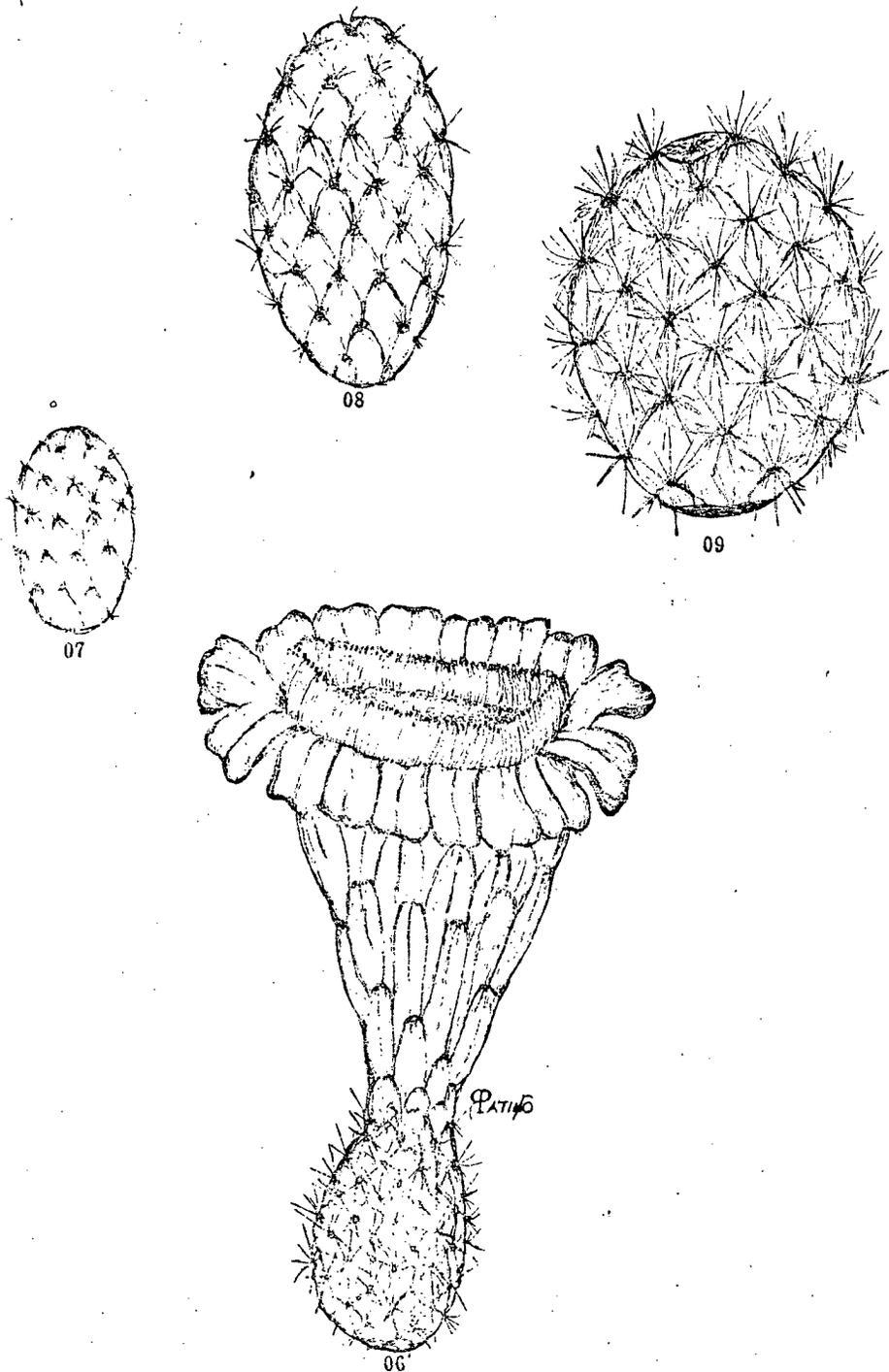
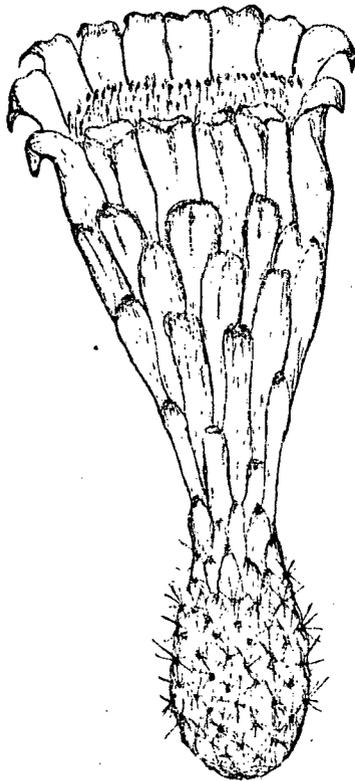
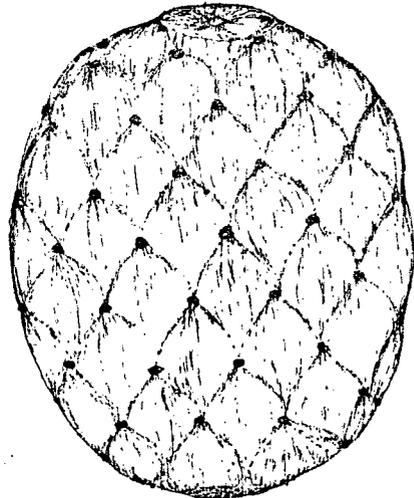


FIGURA 3: ESTADIOS DE DESARROLLO DE YEMAS FLORALES (06 y 07) Y FRUTO INMADURO (08 Y 09) REPORTADO EN LA TABLA 2.



b)



a) 10

FIGURA 4: a) ESTADIO DE DESARROLLO DEL FRUTO MADURO (10) REPORTADO EN LA TABLA 2, b) ASPECTO EXTERNO DE LA FLOR ANTES DE CERRAR.

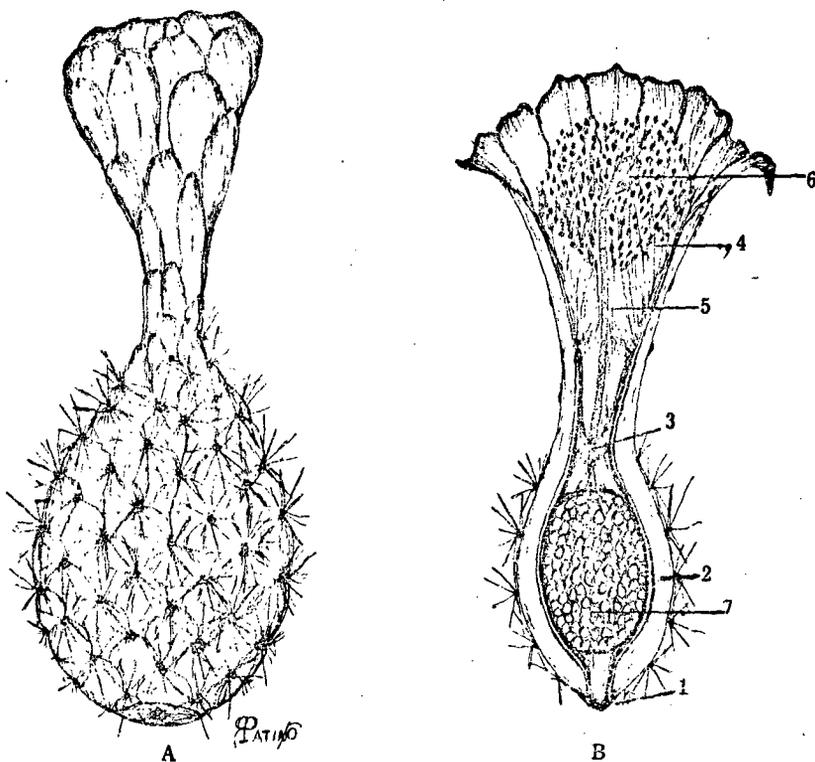


FIGURA 5: A) FRUTO INMADURO CON EL PERIANTO SECO Y PERMANENTE B) CORTE LONGITUDINAL DE LA FLOR 1. ZONA PEDUNCULAR CORTA, 2. PERI - CARPELO 3. CAVARA NECTARIAL 4. ESTAMERES, 5. PISTILO, 6. LOBULOS DEL ESTIGMA Y 7. CAVIDAD OVARICA.

### 5.2.5.2 Actividad de polinizadores bióticos

Para evaluar dicha actividad, se marcaron 12 flores por un periodo de 4 días, cuidando de que no quedaran las flores en la misma planta. Cada flor se mantendrá en observación por intervalos de diez minutos cada hora, a partir de la hora de apertura floral, registrándose en este tiempo la frecuencia de los visitantes y su comportamiento. Se capturaron algunos de los visitantes más frecuentes, los que se colocaron en frascos que contenían alcohol (70%); elaborándose su etiqueta de colecta para su posterior identificación.

## 6. RESULTADOS

CUOBA

### 6.1 Demografía



#### 6.1.1 Porcentaje de yemas florales en el brazo

BIBLIOTECA

Como se menciona previamente se registró la cantidad de yemas florales en los brazos seleccionados en cada uno de los cuatro cuartos en que se dividió cada brazo en observación. Se encontró que en el primer cuarto se registró un 67% de yemas florales; 26% en el segundo cuarto; 6% en el tercer cuarto y únicamente el 1% en el cuarto (Figura 6).

#### 6.1.2 Número de yemas florales

Se realizaron 23 muestreos durante los períodos de floración y fructificación, siendo el primer muestreo el 27 de Febrero. En este primer muestreo se registró un total de 536 yemas florales. En esta fecha se encontraron yemas de los 6 primeros estadios de desarrollo fenológico, es decir, hasta flores abiertas. En el tercer muestreo (10 de Marzo) se registró un total de 594 yemas que representa la cifra mayor de yemas registradas durante las diferentes fechas de muestreo. De el cuarto muestreo al décimosexto se presenta un descenso paulatino en el número de yemas florales, aunque esta variación fue relativamente baja si consideramos que en dos meses varió de 566 a 473 yemas florales. Sin embargo, a partir del muestreo 17 y hasta el 23, efectuado el 13 de Junio (último muestreo), se presenta descensos bruscos debido a la producción de frutos

y su salida hacia el mercado (Figura 7, Tabla 1 y 2 y Figura 30 a la 52 apéndice A).

### 6.1.3 Amarre de fruto y abscisión de la flor

Después de fecundación, se formará un frutillo, firmemente adherido al brazo; a esta fase se le denominó "amarre de fruto". En algunas ocasiones el amarre de frutos se redujo considerablemente debido a la caída excesiva de flores no fecundadas después de la antesis. Se considera normal la abscisión en cierto porcentaje de flores o frutillos iniciales, pero en ocasiones el porcentaje de abscisión aumenta mucho debido a diversos factores bióticos y abióticos.

Para conocer el porcentaje de yemas que sufrieron abscisión del total de las yemas observadas se llevó a cabo un seguimiento de cada una de éstas, pudiendo de tal forma registrar las yemas caídas y la etapa fenológica en que se encontraba (Figura 8).

A partir de ésta figura surge la siguiente interrogante: ¿Hay relación entre la intensidad de abscisión y el estado de desarrollo?. Para responder a ella se plantea la siguiente prueba de hipótesis:

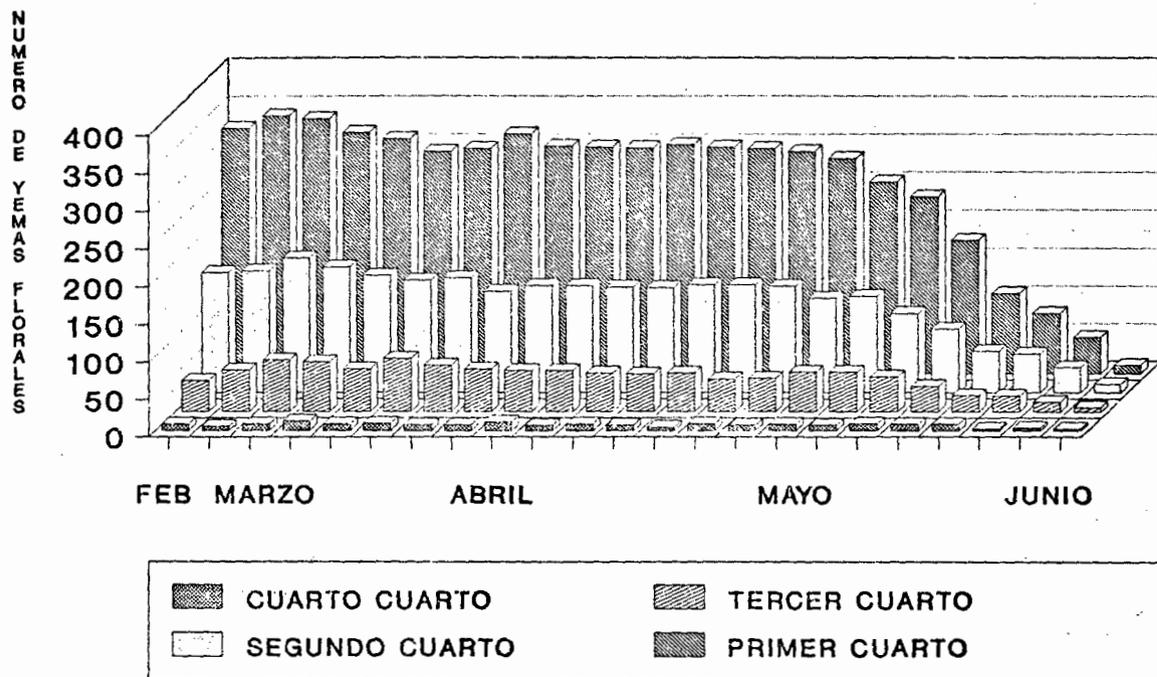
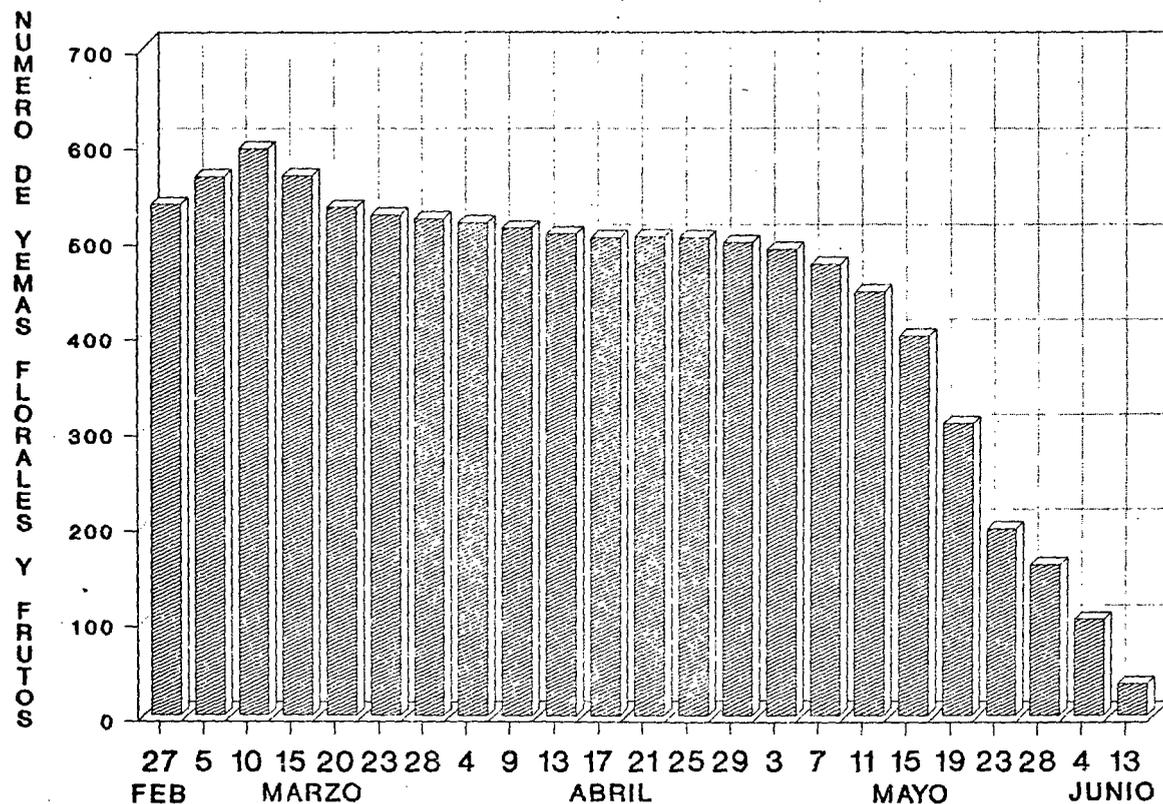


FIGURA 6: NUMERO DE YEMAS FLORALES POR CUARTO. (POSICION EN EL BRAZO) Y SU DINAMICA



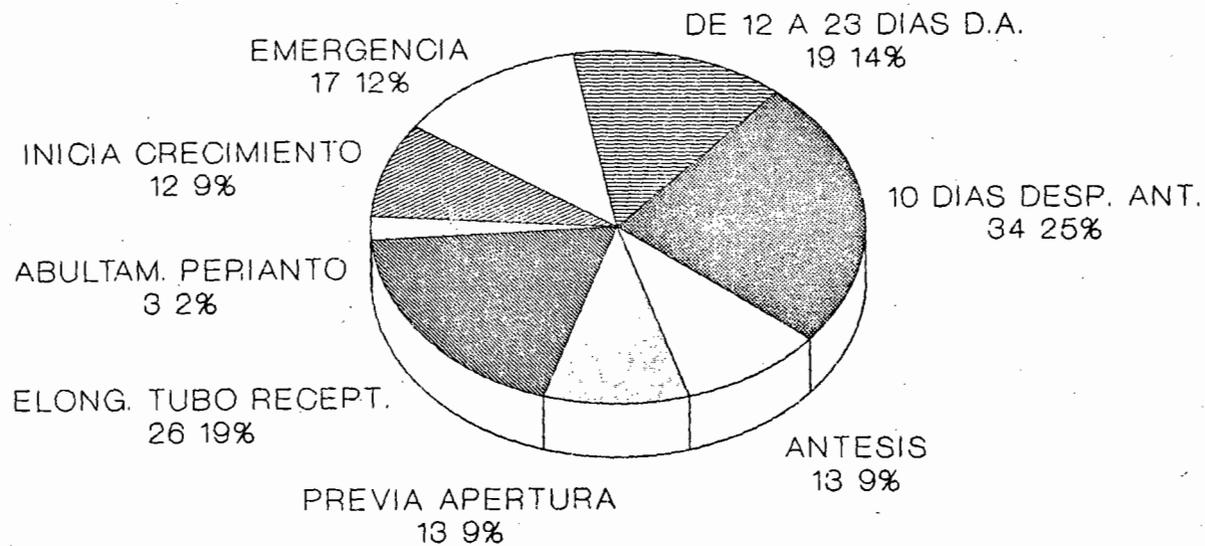
**FIGURA 7: CANTIDAD DE YEMAS FLORALES DURANTE EL MUESTREO**

*Tabla 1. Cantidad de Yemas Florales  
Totales durante el muestreo*

<i>FECHA</i>	<i>YEMAS FLORALES</i>
<i>27 Febrero</i>	<i>536</i>
<i>5 Marzo</i>	<i>565</i>
<i>10 Marzo</i>	<i>594</i>
<i>15 Marzo</i>	<i>566</i>
<i>20 Marzo</i>	<i>533</i>
<i>23 Marzo</i>	<i>525</i>
<i>28 Marzo</i>	<i>521</i>
<i>4 Abril</i>	<i>517</i>
<i>9 Abril</i>	<i>511</i>
<i>13 Abril</i>	<i>505</i>
<i>17 Abril</i>	<i>501</i>
<i>21 Abril</i>	<i>502</i>
<i>25 Abril</i>	<i>501</i>
<i>29 Abril</i>	<i>496</i>
<i>3 Mayo</i>	<i>489</i>
<i>7 Mayo</i>	<i>473</i>
<i>11 Mayo</i>	<i>444</i>
<i>15 Mayo</i>	<i>397</i>
<i>19 Mayo</i>	<i>305</i>
<i>23 Mayo</i>	<i>194</i>
<i>28 Mayo</i>	<i>157</i>
<i>4 Junio</i>	<i>100</i>
<i>13 Junio</i>	<i>33</i>

TABLA 2. NUMERO DE YEMAS FLORALES POR ESTADIO DE DESARROLLO.

	ESTADIO	1	2	3	4	5	6	7	8
FECHAS									
27 Febrero		137	167	125	94	11	2		
5 Marzo		118	104	132	147	41	5	18	
10 Marzo		111	111	108	186	26	15	37	
15 Marzo		107	86	91	158	17	25	64	18
20 Marzo		77	57	47	96	66	23	136	31
23 Marzo		39	61	58	61	37	25	218	25
28 Marzo		29	56	40	37	34	16	275	34
4 Abril		5	41	48	43	13	11	197	153
9 Abril		2	19	55	24	4	10	91	301
13 Abril		1	10	40	23	12	6	65	337
17 Abril			4	25	20	7	6	59	355
21 Abril		1	1	11	8	2	14	77	369
25 Abril		1		3	5	2	2	46	420
29 Abril			1	1		2		30	421
3 Mayo				1	1			15	422
7 Mayo				1			1	7	420
11 Mayo					1			1	372
15 Mayo						1			289
19 Mayo									213
23 Mayo									155
28 Mayo									120
4 Junio									69
13 Junio									7



**FIGURA 8: ABSCISION DE YEMAS  
POR ESTADIOS DE DESARROLLO**

*Ho. No hay relación entre la intensidad de abscisión y el estado de desarrollo fenológico.*

*Ha. Si hay relación entre la intensidad de abscisión y el estado de desarrollo fenológico.*

Para hacer la prueba  $X^2$  para bondad de ajuste (Lingreen, 1985), con un grado de significancia de  $\alpha = 0.05\%$ .

El estadístico de prueba toma el siguiente valor,

$$X^2 = 36.88;$$

por lo que comparando contra el valor de una distribución  $X^2$  con siete grados de libertad,  $X^2(7,0.05) = 14.07$ , se tiene que  $36.88 > 14.07$ , entonces con un nivel de significancia del 5% se rechaza  $H_0$ .

Por lo tanto, se deduce que la mortalidad es distinta en los diferentes etapas de desarrollo, observándose que en el estado 7 se presenta la mayor abscisión de frutos (Figura 8).

#### **6.1.4 Factores que causan abscisión de flores**

Mediante la observación directa, fue posible se pudo detectar algunos factores que provocan la abscisión de yemas florales, flores y frutos de *Stenocereus queretaroensis*. Por una parte dichos factores se identificaron a través del seguimiento de las yemas florales en observación durante todo el periodo de floración y fructificación de las plantas, lo que se complementó con la colecta de yemas que sufrieron abscisión. Durante el seguimiento de las yemas en observación se encontró que para los estados 1 y 2 la principal causa de abscisión fueron las temperaturas bajas

(heladas tardías), registrándose 28 yemas florales afectadas. En las yemas colectadas que presentaron abscisión destacan las yemas florales en estado 7 (flores después de ocurrida la antesis) y fruto en estado 8 (fruto juvenil), en los que se observaron las siguientes características que pueden estar relacionadas con la caída de flores y frutos en los estados 7 y 8. En las yemas florales en estado 7 se encontró una larva pequeña de color amarillo que se logró llevar a adulto (bajo cultivo por un período de 15 días), resultando ser un escarabajo que se observó que visitaban las flores antes de la apertura y aún después de que cerraba la flor. Este escarabajo perteneciente a la Familia Nictidulidae (el cual al parecer aprovecha la humedad existente en la flor para depositar sus huevecillos y asegurarse de cumplir con su ciclo reproductivo). Otra causa probable es que presentan un número bajo de óvulos fecundados. En frutos en estado 8 se encontró también una larva de color azul, que desafortunadamente no se pudo llevar al estado adulto. Al iniciarse el desarrollo de esta larva en el receptáculo floral, los frutos juveniles detienen su crecimiento y se desprende de la planta. El daño específico en el fruto está representado por las galerías internas presentes en las paredes del lóculo, provocando senescencia en dichas zonas, dañando a los óvulos lo cual finalmente trae la caída del fruto. Cabe aclarar aquí que en la mayoría de los casos no se encontró la larva en muchos frutos dañados, pero se dedujo que esta larva era la causa de abscisión en este estado debido a la estructura característica de las galerías que provoca dicha larva en los frutos dañados. Es importante hacer mención, que en los últimos días se pudo observar que algunos frutos sufrieron abscisión sin un daño aparente. No fue posible identificar la causa probable, aunque probablemente se deba a una caída fisiológica normal, como ocurre en otros frutos. Esta se conoce como caída de precosecha.

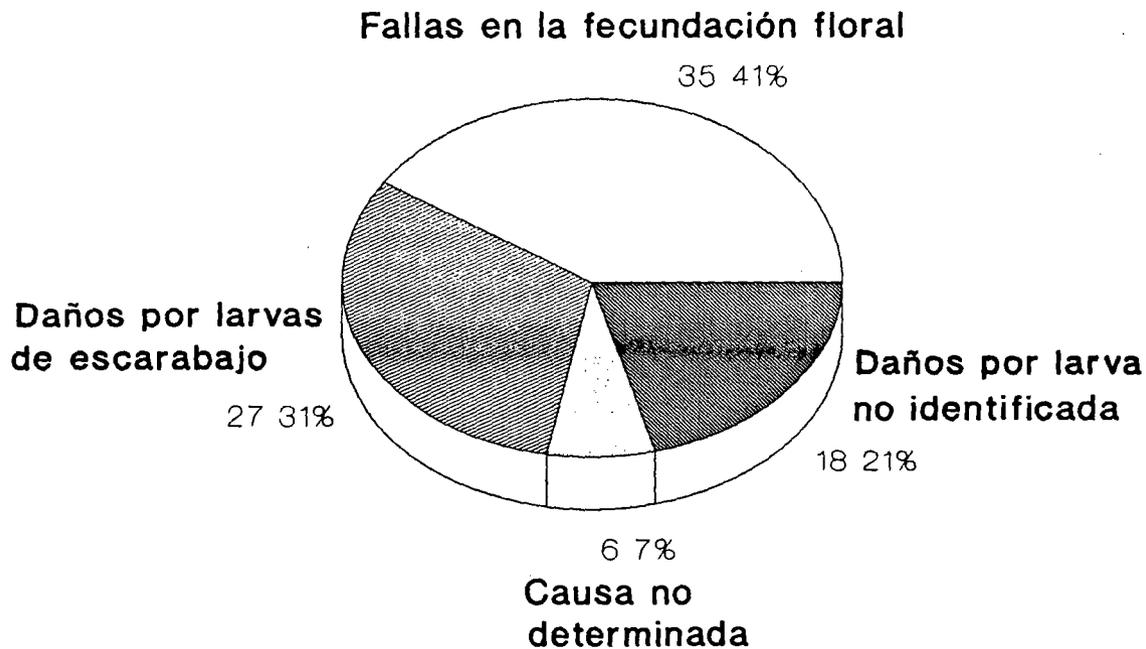
En base al análisis realizado de las flores y frutos que sufrieron abscisión se pudieron detectar algunos factores responsables de este fenómeno, los cuales se presentan en la Figura 9.

Como podemos observar en esta figura el primer lugar dentro de estas causas, destacan las "fallas en la fecundación floral" con 41%; el segundo lugar le corresponde a "daños por larva de escarabajo" con 31%; un tercer lugar para "daños por larva no identificada" con 21% y finalmente un 7% por "causas no identificadas".

Las características que nos indican fallas en la fecundación, son apreciadas en las paredes (placenta) del lóculo de la flor, debido a que estos presentan una gran cantidad de óvulos aparentemente no fecundados y con síntomas de senescencia por lo que se considera que el fruto no cumple con la cantidad mínima de óvulos fecundados para continuar su desarrollo. Esto en parte explica la caída del fruto antes de alcanzar su madurez. Por otro lado se encontraron yemas florales (días después de la antesis) las cuales no presentaron crecimiento de la cavidad oviductal ni de óvulos, ni daño a simple vista, por lo que probablemente no fueron polinizadas.

#### 6.1.5 Emergencia de yemas

En el muestreo se detectaron dos etapas de emergencia de yemas, una temprana (antes del 27 de Febrero) y la segunda (5 de Marzo). En ambas etapas se llevó un seguimiento independiente para evaluar la mortalidad. Se encontró que las yemas de la primera fase presentaron un porcentaje de asentamiento o de transformación de flores en frutos del 76%, mientras que en la segunda etapa el porcentaje de asentamientos fue de 90% (Figura 10).



**FIGURA 9: CAUSAS DE ABSCISION DE FLORES Y FRUTOS**

A partir de lo anterior surgió otra pregunta: ¿La mortalidad de las yemas de la segunda etapa es menor que en las yemas de la primera etapa?. Para responder ésta interrogante se llevó a cabo la siguiente prueba de hipótesis.

Ho. La proporción de fructificación de yemas tempranas (P1) es igual a la proporción de fructificación de yemas tardías).

Ha. La proporción de fructificación de yemas tempranas (P1) es menor que la proporción de fructificación de yemas tardías (P2).

donde P1 es la proporción de fructificación en la primera etapa ( $P1 = 0.76$ ) y P2 es la proporción de fructificación de yemas tardías ( $P2 = 0.90$ ). La significancia que se toma en esta prueba es  $\alpha = 0.05$ .

La prueba para igualdad de proporciones se hizo tomando en cuenta que el tamaño de muestra en ambas etapas es distinto. Así el estadístico de prueba esta dado por:

$$Z = \frac{\left( \frac{f_1}{n_1} - \frac{f_2}{n_2} \right)}{\sqrt{\left( \frac{f_1 + f_2}{n_1 + n_2} \right) \left( 1 - \frac{f_1 + f_2}{n_1 + n_2} \right) \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

donde:

$f_1$  = Fructificación temprana

$n_1$  = Yemas tempranas

$f_2$  = Fructificación tardía

$n_2$  = Yemas tardías

Bajo la hipótesis nula  $Z$  se distribuye como una normal estándar (Lingreen, 1976).

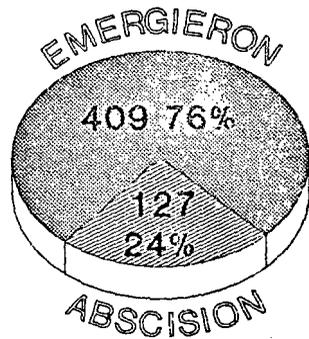
( Porcentaje de tempranas)  $P1 = 0.7630$

( Porcentaje de tardías)  $P2 = 0.8989$

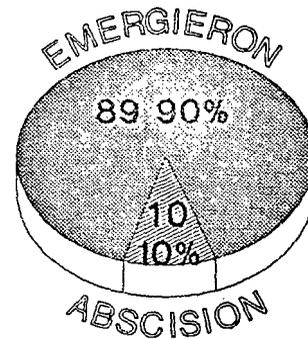
Calculando:  $Z = 3.0208$ ; la región de rechazo se obtiene de tablas y esta dada por  $Z = 3.0208 > Z(0.05) = 1.65$ .

Por lo que con un nivel de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ).

Por lo que el porcentaje de fructificación es mayor, es decir la mortalidad de yemas tardías es menor (Figura 10).



YEMAS QUE EMERGIERON  
HASTA EL 27-FEB-1990



YEMAS QUE EMERGIERON  
DESDE EL 5-MAR-90

FIGURA 10: ABSCISION DE YEMAS  
CONTRA SU EMERGENCIA

## 6.2 Fenología

### 6.2.1 Descripción de comportamiento de la aparición de yemas florales

#### Estadio 1

En la primera fecha de observación (27 de Febrero) se registraron 137 yemas florales en estadio 1; esta cifra fué la más alta que se encontró durante el resto de las observaciones. A partir de esta fecha, se observó un descenso gradual de tal manera que para el 17 Abril ya no se encontraron yemas en este estadio (Tabla 3, Figuras 11 y 12). Permanece un promedio de 10 días (Figuras 22 y 23).

#### Estadio 2

El 5 de Marzo (segunda fecha de observación) se registraron 167 yemas, correspondiendo esta fecha al número máximo de yemas de este estadio; a partir de esta fecha se presenta un descenso progresivo, encontrando la última yema para el 29 de Abril (Tabla 3, Figuras 11 y 13). Permanece un promedio de 9 días (Figuras 22 y 23).

#### Estadio 3

Para este estadio el número más alto de yemas se encontró el 5 de Marzo, con 132 yemas. Posteriormente se presentó un ligero descenso, hasta el día 20 de Marzo; el cual fue seguido por un ligero ascenso el 9 de Abril, descendiendo en seguida hasta el 29 de Abril, cuando se encontró la última yema en Estadio 3 (Tabla 3, Figuras 11 y 14). Permanece un promedio de 8 días

(Figuras 22 y 23).

#### Estado 4

*Este estado cuenta con 94 yemas en la primera fecha de observación (27 de Febrero), alcanzando el 10 de Marzo (tercera observación) el número más alto de yemas en estado 4 (186); posteriormente se presenta un descenso progresivo hasta el 25 de Abril, el 29 de Abril no se encontraron yemas en estado 4, y el 3 de Mayo pasó por estado 4 la última yema (Tabla 3, Figuras 11 y 15). Permanece un promedio de 11 días (Figuras 22 y 23).*

#### Estado 5

*Este estado, debido a su corta duración se muestra disminuído con respecto a los estados anteriores. El 27 de Febrero registró 11 yemas; en la siguiente observación (5 de Marzo) mostró un ligero aumento y posteriormente un descenso para las dos siguientes observaciones (10 y 15 de Marzo); el 20 de Marzo se presenta el número máximo de yemas en estado 5 (66 yemas); enseguida se presenta un descenso progresivo hasta el 13 de Abril; luego presenta un ligero ascenso, continuando con un ligero descenso el 7 de Mayo y permaneciendo estable con 2 yemas el 21, 25 y 29 de Abril; el 3 de Mayo no se encontraron yemas en estado 5 (Tabla 3, Figuras 11 y 16). Permanece un promedio de 5 días (Figuras 22 y 23).*

#### Estado 6

*En la primera fecha de observación (27 de Febrero) sólo se registraron 2 yemas en estado*

6, a partir de esta fecha presenta un ascenso progresivo hasta el 15 de Marzo, fecha en que se encuentran 25 yemas que es el mayor número de yemas en floración, luego se presenta un ligero descenso y posteriormente se presenta otro número máximo de yemas en este estadio el 23 de Marzo con 25 yemas; a partir de esta observación se manifiesta un constante descenso hasta el 13 de Abril con 6 yemas; el 21 del mismo mes tiene un ascenso a 14 yemas y posteriormente se reduce a 2 yemas el 25 de ese mismo mes. El 29 de Abril no se encontró ninguna yema en floración. (Tabla 3, Figuras 11 y 17). Permanece un promedio de 1 día (Figuras 22 y 23).

#### Estadio 7

Para el estadio 7 el primer registro fue el 5 de Marzo, y a partir de esta fecha hubo un incremento constante presentándose 275 yemas el 28 de Marzo, representando el número máximo de yemas en estadio 7, después de esta fecha muestra un descenso progresivo hasta el 17 de Abril; el 21 de ese mismo mes asciende a 77 yemas y a partir de esta fecha presenta un descenso progresivo hasta el 11 de Mayo donde encontramos una sola yema en este estadio. El 15 de Mayo no se encontró yemas en estadio 7 (Tabla 3, Figuras 11 y 18). Permanece un promedio de 11 días (Figuras 22 y 23).

#### Estadio 8

El estadio da inicio el 15 de Marzo con 18 yemas, a partir de esta fecha hay un ascenso progresivo hasta el 3 de Mayo con 422 frutos inmaduros, representando esta cifra el número más alto de yemas en este estadio; de esta fecha en adelante se dan descensos progresivos, encontrando 7 frutos juveniles para el 7 de Junio (Tabla 3, Figuras 11 y 19). Permanece un promedio de 28

días (Figuras 22 y 23).

#### Estado 9 y 10

Los registros para los estados 9 y 10 no son confiables con respecto a los resultados obtenidos en los anteriores estados. Las fallas observadas en el registro de dichos estados son debidas a que para los últimos estados (fruto medio y fruto maduro) 9 y 10 respectivamente, la duración en días de los frutos sobre las plantas es corta y por lo tanto casi siempre eran cosechados por los agricultores para comercializarlos en el mercado, por lo que sería más conveniente omitir su interpretación, ya que correríamos el riesgo de dar una visión no muy clara del comportamiento de dichos estados. (Tabla 3, Figuras 11, 20 y 21). Permanece un promedio de 8 días el estado 9 y 1 día el estado 10 (Figuras 22 y 23).

### NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS

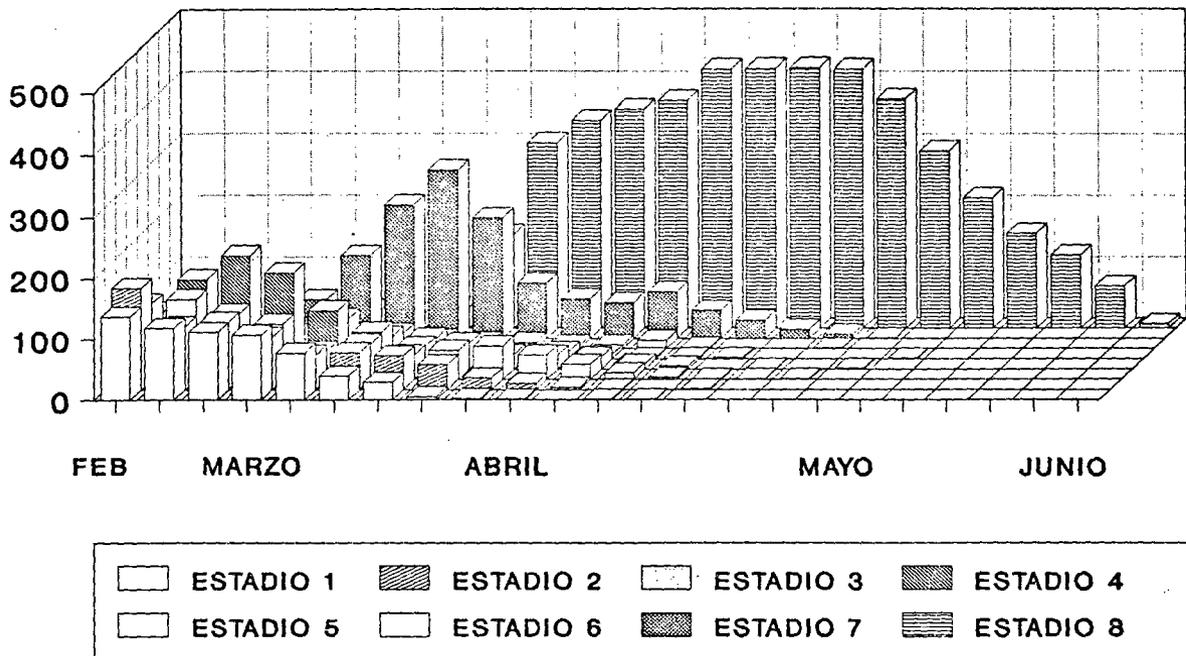


FIGURA 11: PERMANENCIA DE LAS YEMAS FLORALES EN LOS ESTADIOS. SIN CONSIDERAR ESTADIOS 9 Y 10

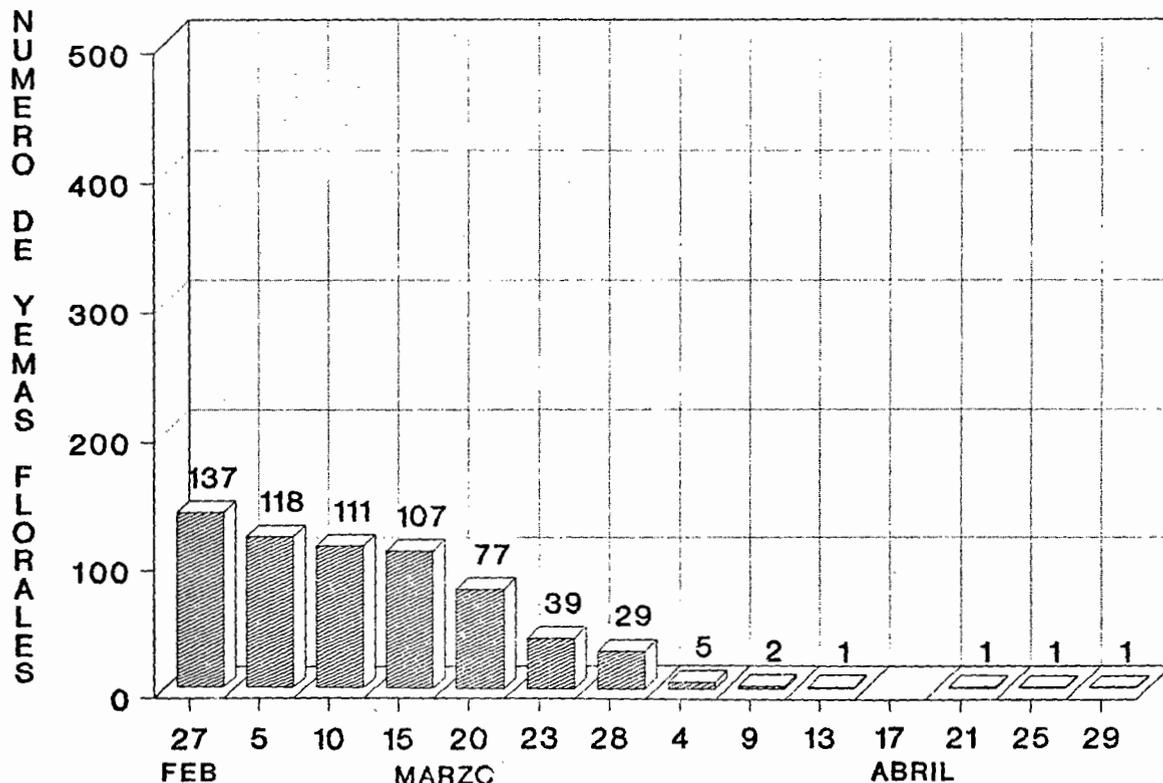


FIGURA 12: CANTIDAD DE YEMAS FLORALES DEL ESTADIO 1

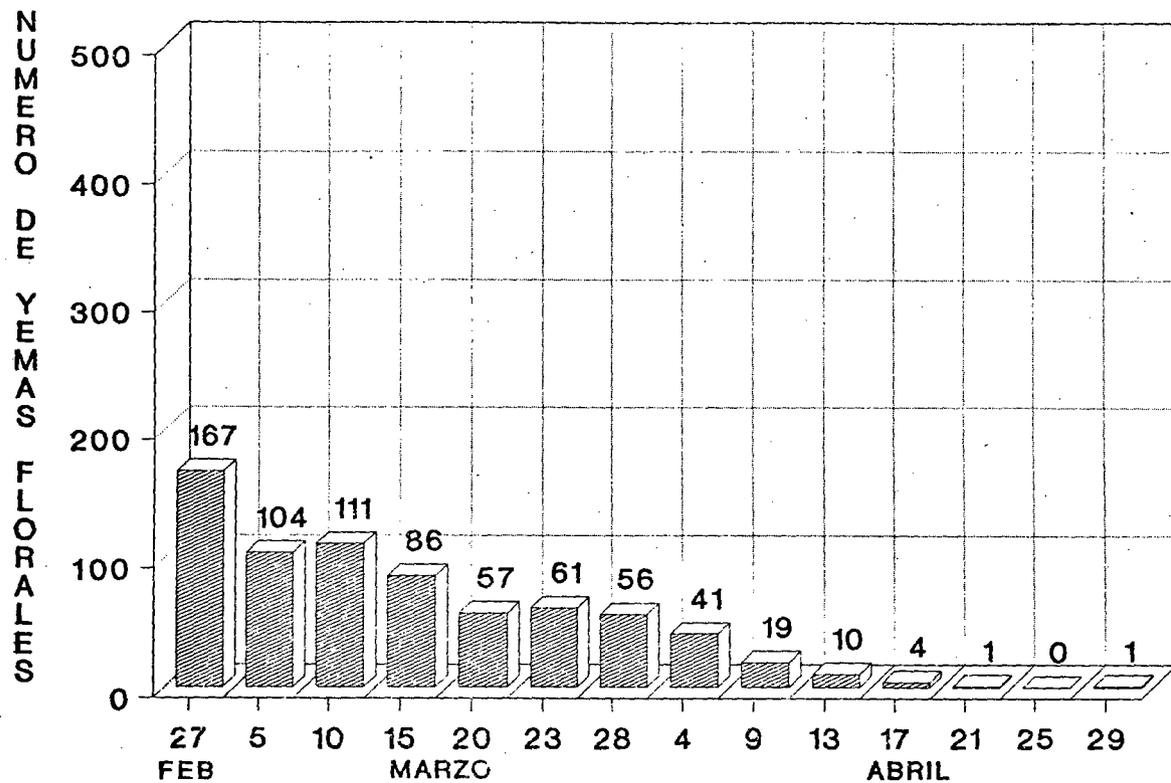


FIGURA 13: CANTIDAD DE YEMAS FLORALES DEL ESTADIO 2

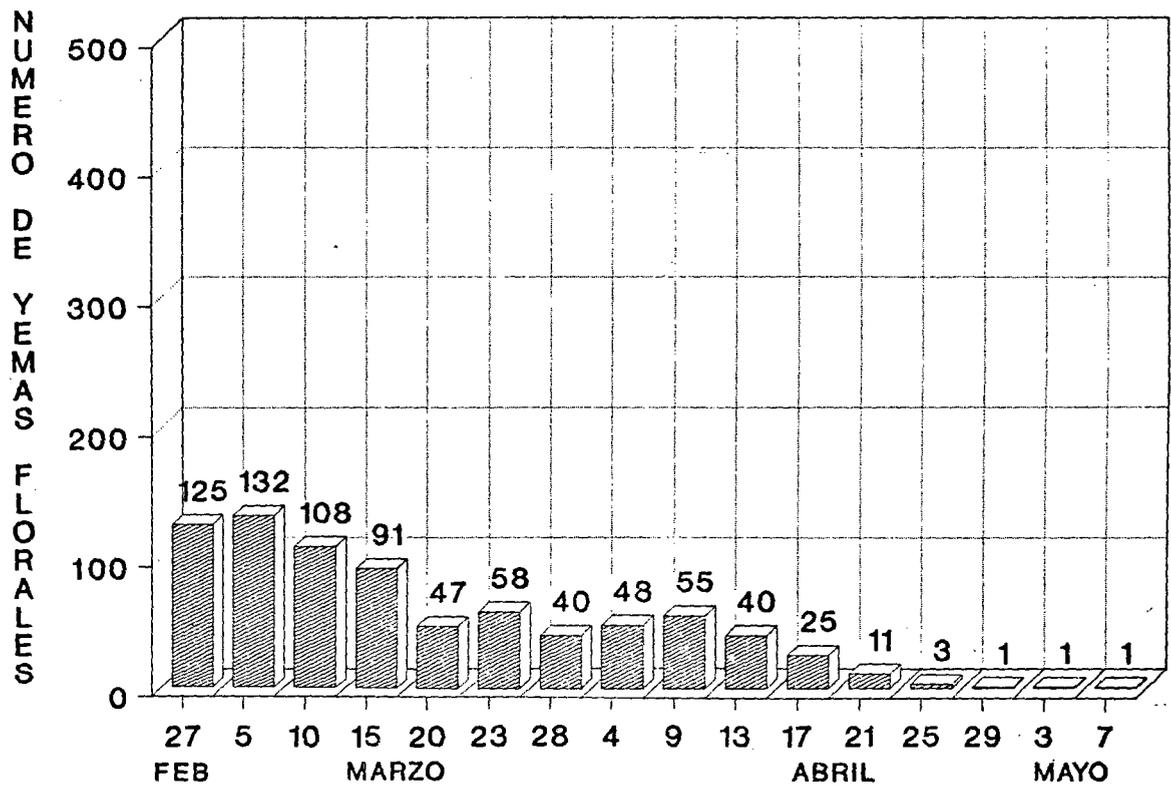


FIGURA 14: CANTIDAD DE YEMAS FLORALES DEL ESTADIO 3

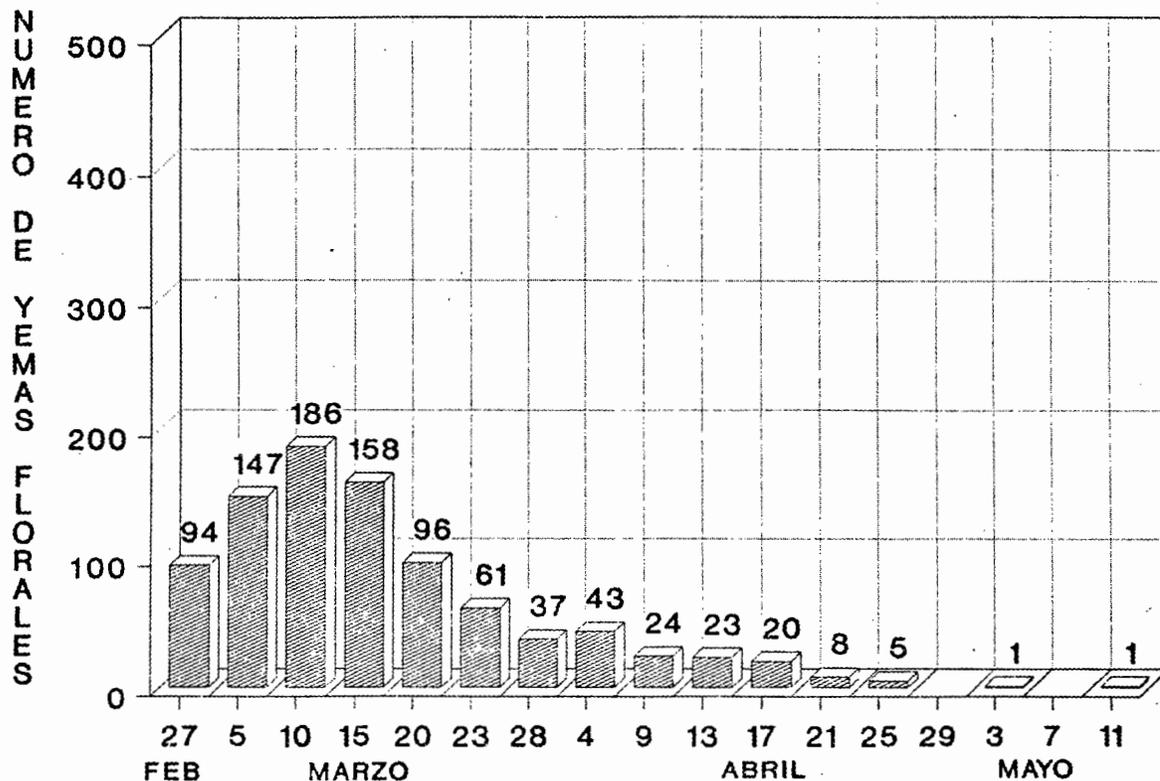


FIGURA 15: CANTIDAD DE YEMAS FLORALES DEL ESTADIO 4

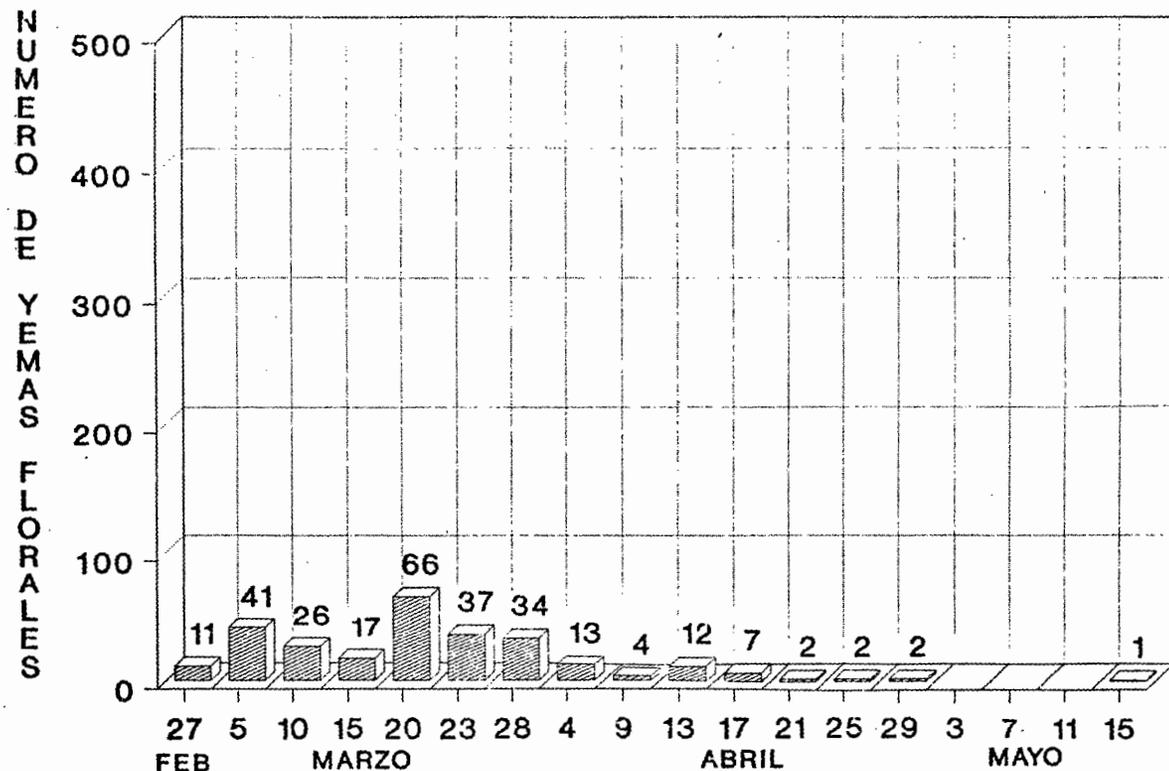
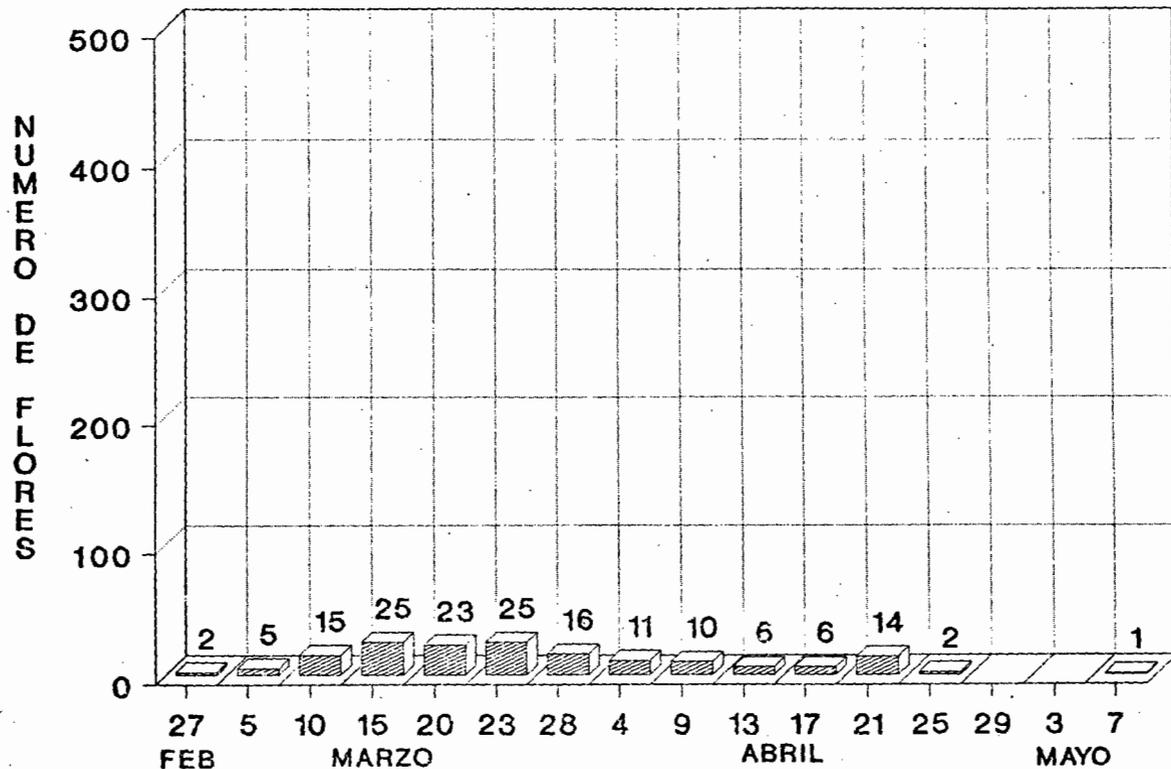
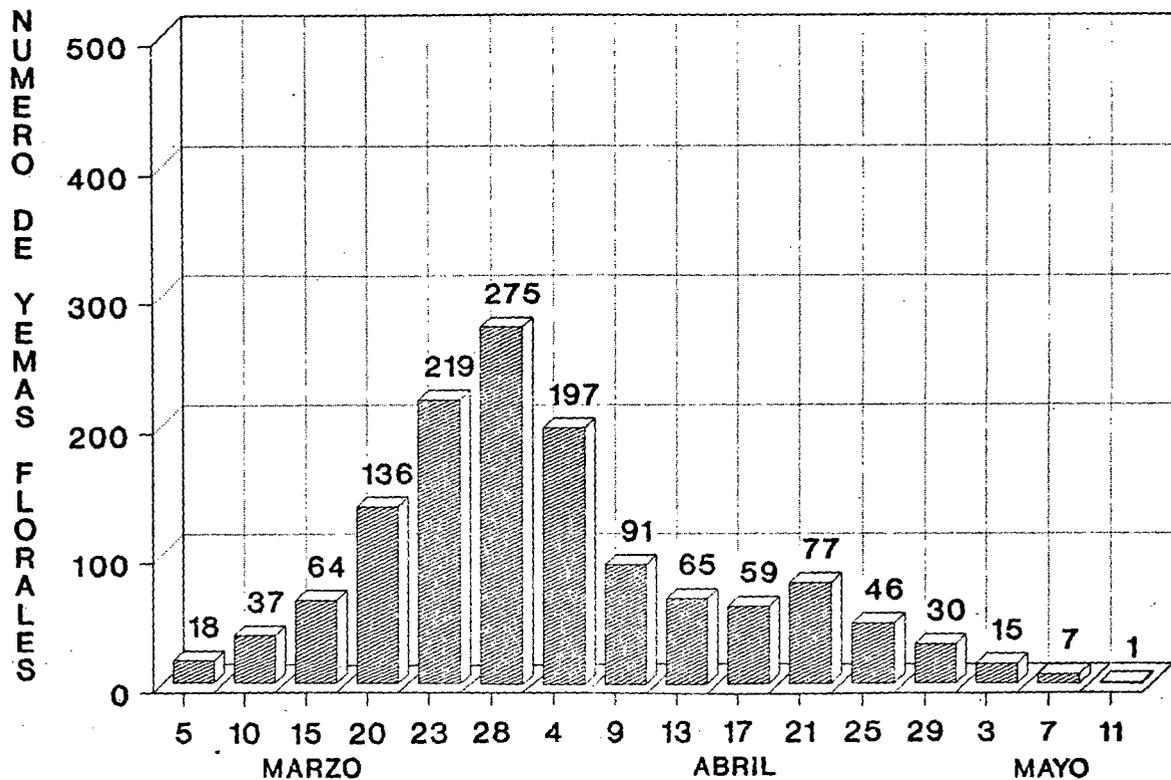


FIGURA 16: CANTIDAD DE YEMAS FLORALES DEL ESTADIO 5



**FIGURA 17: CANTIDAD DE FLORES  
DEL ESTADIO 6**



**FIGURA 18: CANTIDAD DE YEMAS FLORALES DEL ESTADIO 7**

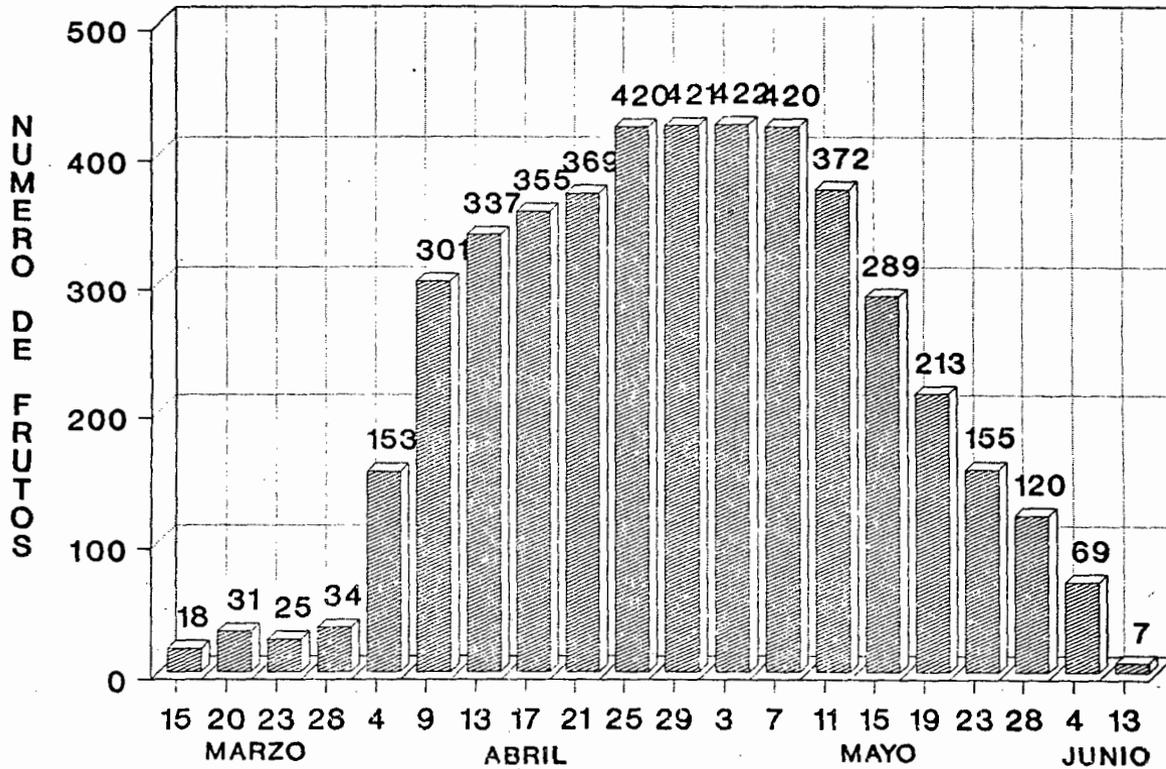


FIGURA 19: CANTIDAD DE FRUTOS DEL ESTADIO 8

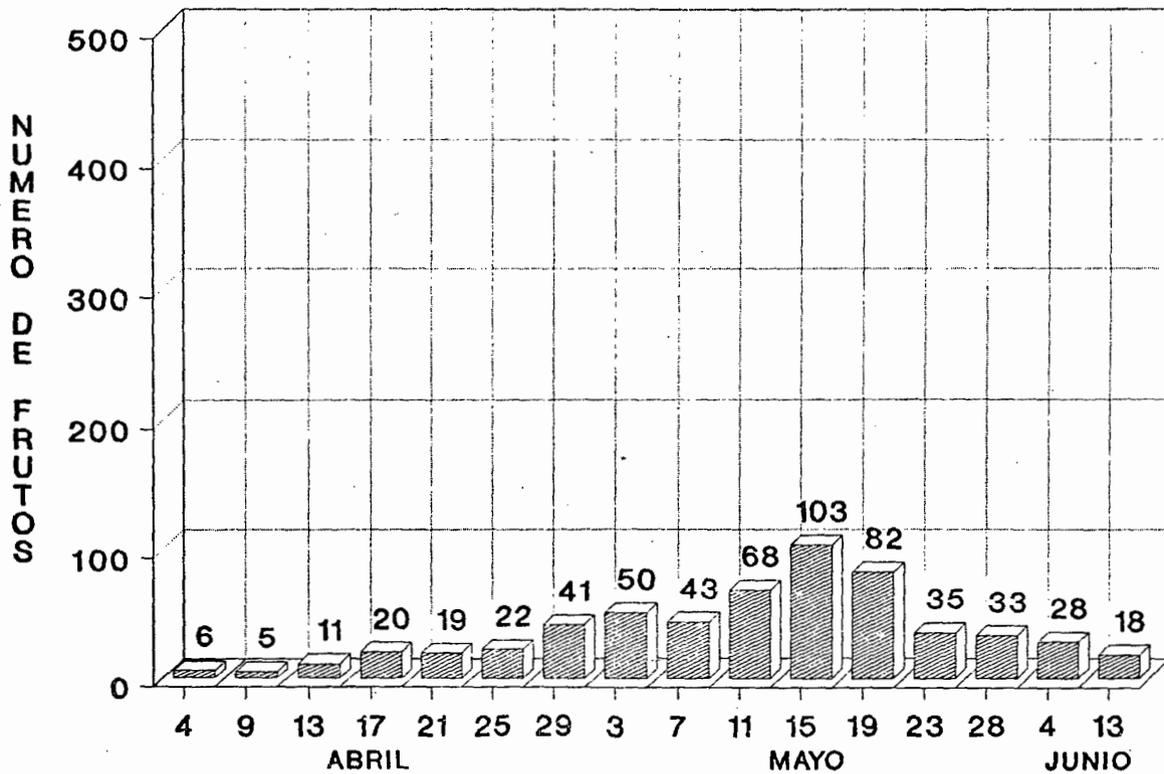


FIGURA 20: CANTIDAD DE FRUTOS DEL ESTADIO 9

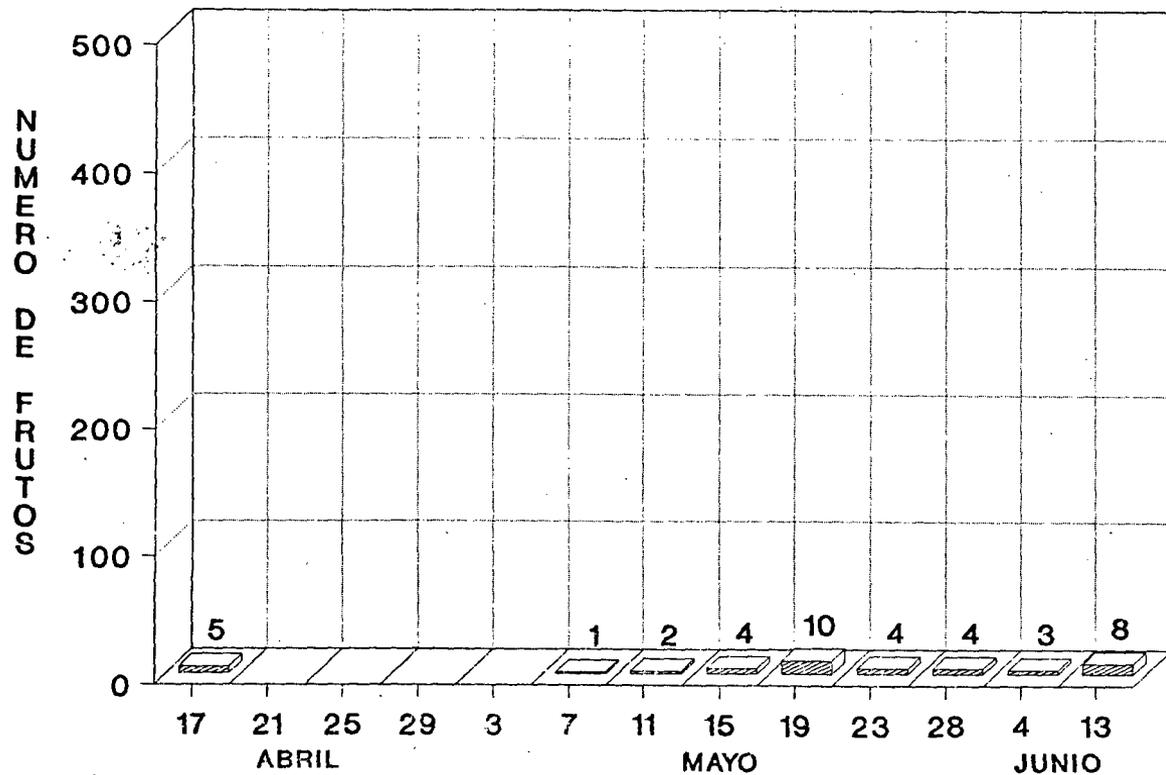


FIGURA 21: CANTIDAD DE FRUTOS DEL ESTADIO 10

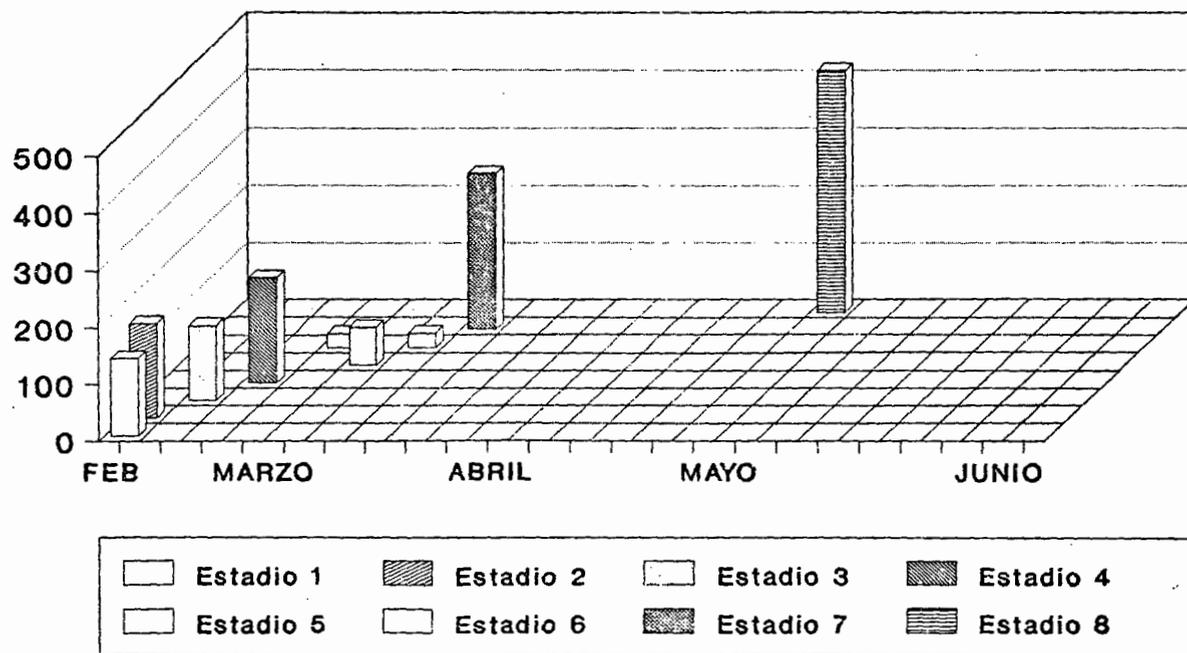
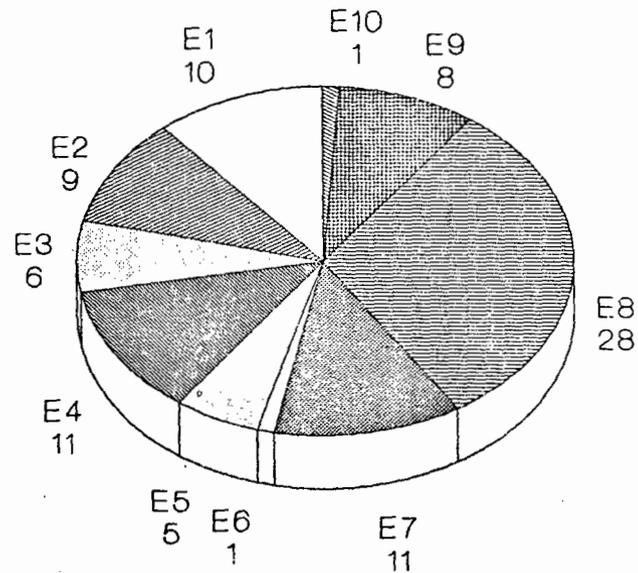


FIGURA 21-A. NÚMERO MÁXIMO DE YEMAS  
FLORALES DE CADA ESTADIO Y FECHA  
SIN CONSIDERAR ESTADIOS 9 Y 10



**Figura 22: Porcentaje de la Duración promedio de las etapas fenológicas de yemas florales en estadio 1, 27 Feb**

Tabla 3: número máximo de yemas florales de cada estadio y fecha.

<u>Fecha</u>	<u>Estadio</u>	<u>Nº Yemas Florales</u>
27 Febrero	1	137
27 Febrero	2	167
05 Marzo	3	132
10 Marzo	4	186
20 Marzo	5	66
23 Marzo	6	25
28 Marzo	7	275
03 Mayo	8	422

sin considerar estadios 9 y 10

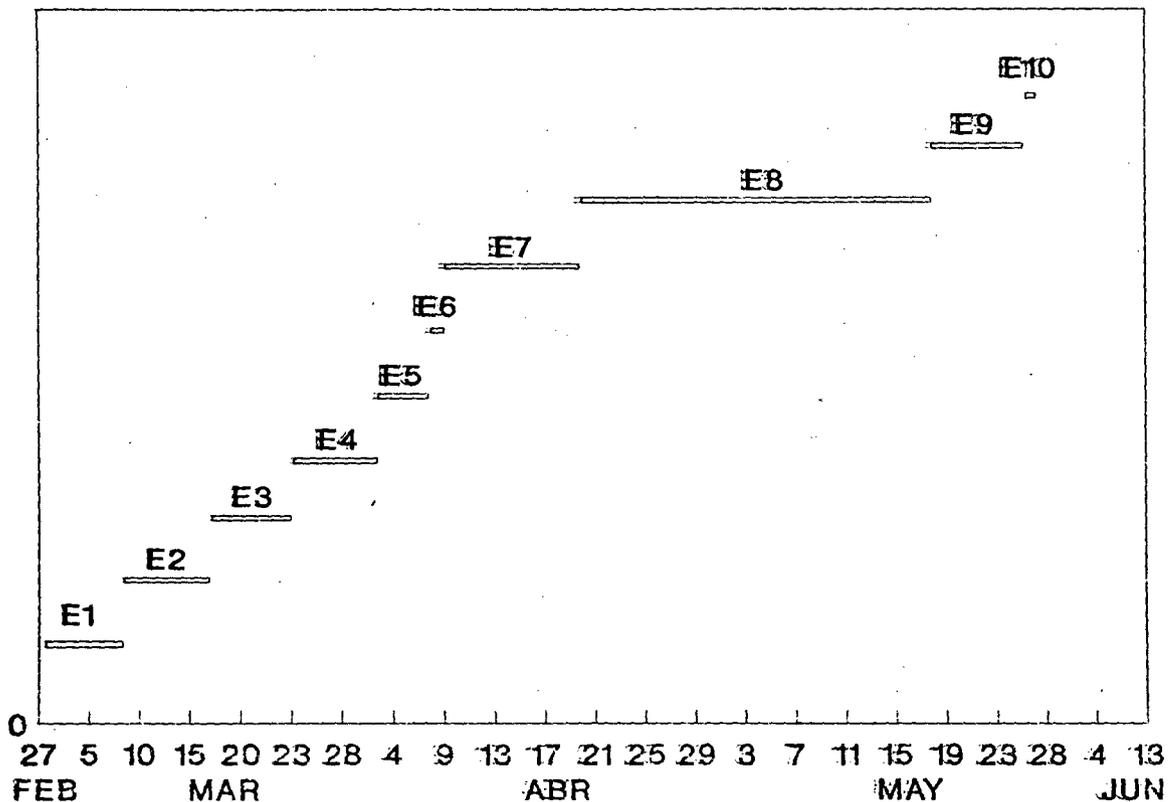


Figura 23: Duración promedio (en días) de las etapas fenológicas

En la descripción del comportamiento de los estados elaborada anteriormente, se excluyó una yema floral anormal que aparece en estado 1 el 21 de Abril. Esta yema muestra una discontinuidad en las gráficas de los estados 1, 2, 4 y 5, mientras que en la gráfica del estado 3 representa la yema floral del 3 y del 7 de Mayo. Dicha yema tiene su última aparición en estado 8; de su emergencia (21 de Abril) hasta su última observación (4 de Junio) transcurrieron 44 días, por lo que es probable que haya alcanzado el estado 10. Asimismo, se eliminó una yema registrada en estado 1 el 29 de Abril, la cual sólo se registró en esa ocasión y posteriormente sufrió abscisión.

#### **6.2.2 Descripción morfológica del crecimiento de las yemas florales y el fruto**

Para llevar a cabo la descripción morfológica del crecimiento de las yemas florales y frutos se empleó una escala artificial de 1 a 10, de la que se describe a continuación las características más relevantes.

1- La aréola muestra los primeros signos de brotación de yemas florales "pitones". La zona peduncular es amplia. Los primordios florales aún no se distinguen; además no se aprecia la cavidad ovárica en corte longitudinal; solamente se observa el ápice floral reducido (Figura 2, 01, Cuadro 2).

2- En esta fase las yemas florales presentan de 1 a 2 cm de longitud. La zona pericapelar tiene poca longitud; se nota la presencia de primordios foliares en desarrollo. No se aprecia la diferencia entre podarios y escamas; el receptáculo es corto; existe poco abultamiento del perianto; óvulos presentes en la cavidad ovárica sin apariencia transparente, observan los estambres cortos

y comprimidos; el pistilo es poco alargado y con los lóbulos del estigma juntos (Figura 2, 02, Cuadro 2).

3.- En esta fase las yemas presentan de 2 a 4 cm de longitud; la zona pericarpelar presenta desarrollo pobre; ya presenta el tubo receptacular corto. Empieza a apreciarse el abultamiento del perianto; los estambres aumentan de tamaño y se encuentran más separados entre sí; se nota el alargamiento del estilo (Figura 2, 03, Cuadro 2).

4.- Las yemas florales presentan de 5 a 8 cm de longitud. La zona peduncular se reduce; la zona pericarpelar presenta desarrollo proporcional a la cavidad ovárica, dicha cavidad con mayor cantidad de óvulos de color blanco opaco. Aumenta la longitud del estilo y el tubo receptacular, aumento de tamaño de estambres presentando mayor espacio cada uno entre sí, abultamiento del perianto, notándose una diferencia entre podarios y escamas (Figura 2, 04, Cuadro 2).

5.- Esta fase ocurre antes de que se presenta la antesis. Las yemas presentan zona peduncular corta, zona pericarpelar desarrollada, con escamas pilosas, podarios desarrollados, tubo receptacular largo, y diferenciación de segmentos del perianto; presentando poco aclaramiento los internos. Se aprecia la diferenciación de estambres, pistilo, lóbulos de estigma, y alargamiento del estilo. La cavidad ovárica presenta mayor dimensión al igual que los óvulos, en los cuales distingue el funículo (Figura 2, 05, Cuadro 2).

6.- Fase durante la cual tiene lugar la antesis, presenta la zona pedicelar corta, zona

*pericarpelar desarrollada presentando podarios con espina, tubo receptacular largo, diferenciación de segmentos del perianto, cámara rectarial, estambres, pistilos, lóbulos del estigma, y cavidad ovárica alojando a los óvulos de color blanco opaco; notándose la presencia del funículo (Figura 3, 06, Cuadro 2).*

7.- *Durante este estado el perianto presenta senescencia (marchitamiento) no hay cambios en el tamaño de la cavidad ovárica, el tubo receptacular permanece alargado, los estambres, estilo y estigma; sufren senescencia, pero sin abscisión. Las espinas inician su crecimiento (Figura 3, 07, Cuadro 2).*

8.- *Este estado empieza al momento que se inicia la expansión de la cavidad del óvulo, lo cual se percibe por el incremento en los diámetros, polar y ecuatorial del futuro fruto. Esta expansión de la cavidad ovárica es una respuesta reproductiva al estímulo de la fecundación (Figura 3, 08, Cuadro 2).*

9.- *Durante esta fase los frutos se encuentran en la etapa intermedia de su desarrollo. La característica distintiva es el aumento del tamaño del fruto que casi alcanza el tamaño final que precede al inicio de los procesos de maduración (Figura 3, 09, Cuadro 2).*

10. *En esta fase los frutos han alcanzado el estado de maduración fisiológica y comercial. Se caracteriza porque las espinas presentan abscisión natural y además ocurre dehiscencia o rajado de los frutos, mostrando el color característico de la pulpa para cada una de las variedades. Las escamas se fusionan, tornándose la textura de la cáscara un poco lisa. Se encuentra en estado avanzado de senescencia el tubo receptacular y estructuras del perianto y aunque están*

completamente secas no se desprenden de la planta (Figura 4, 10, Cuadro 2).

En el apéndice A se presenta la variación que se presenta en el número de yemas florales por estadio de desarrollo registrados en las diferentes fechas de muestreo, que fueron un total de 23.

En la primera fecha de observación (27-02-90) se registraron yemas florales en los estadios 1,2,3,4,5 y 6. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadios de desarrollo 2 (167 yemas florales del total de yemas registradas en la población de brazos en observación), 1 (137 yemas), 3(125 yemas), 4 (94 yemas), 5 (11 yemas), 6 (2 yemas) (Figura 30, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).

En la segunda fecha de observación (05-03-90) se registraron yemas florales en los estadios 1,2,3,4,5,6 y 7. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadios de desarrollo 4 (147 yemas florales del total de yemas registradas en la población de brazos en observación), 3 (132 yemas), 1 (118 yemas), 2 (104 yemas), 5 (41 yemas), 7 (18 yemas) y 6 (5 yemas) (Figura 31; 53, 54, 55 y 56 apéndice A).

En la tercera fecha de observación (10-02-90) se registraron yemas florales en los estadios 1,2,3,4,5,6 y 7. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadios de desarrollo 4 (186 yemas florales del total de yemas registradas en la población de brazos en observación), 1 y 2 (111 yemas), 3(108 yemas), 7 (37 yemas), 5 (26 yemas), 6 (15 yemas) (Figura 32, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).

En la cuarta fecha de observación (27-02-90) se registraron yemas florales en los estadíos 1,2,3,4,5,6 y 7 y frutos en el estadio 8. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadíos de desarrollo 4 (158 yemas florales del total de yemas registradas en la población de brazos en observación), 1 (107 yemas), 3(91 yemas), 2 (86 yemas), 7 (64 yemas), 6 (25 yemas) 8 (18 frutos) y 5 (17 yemas) (Figura 33, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).

En la quinta fecha de observación (20-03-90) se registraron yemas florales en los estadíos 1,2,3,4,5,6 y 7 y frutos en el estadio 8. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadíos de desarrollo 7 (136 yemas florales del total de yemas registradas en la población de brazos en observación), 4 (96 yemas), 1 (77 yemas), 5 (66 yemas), 2 (57 yemas), 3 (47 yemas), 8 (31 frutos) y 6 (23) (Figura 34, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).

En la sexta fecha de observación (23-03-90) se registraron yemas florales en los estadíos 1,2,3,4,5,6 y 7 y frutos en estadio 8. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadíos de desarrollo 7 (218 yemas florales del total de yemas registradas en la población de brazos en observación), 2 y 4 (61 yemas), 3(58 yemas), 1 (39 yemas), 5 (37 yemas), 6 (25 yemas) y 8 (25 frutos) (Figura 35, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).

En la séptima fecha de observación (28-03-90) se registraron yemas florales en los estadíos 1,2,3,4,5,6 y 7 y frutos en estadio 8. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadíos de desarrollo 7 (275 yemas florales del total de yemas registradas en la población de brazos en observación), 2 (56 yemas), 3(40 yemas), 4 (37 yemas), 5 (34 yemas), 8 (34 frutos) 1 (29 yemas) y 6 (16) (Figura 36, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).

En la octava fecha de observación (04-04-90) se registraron yemas florales en los estadíos 1,2,3,4,5,6 y 7 y frutos en estadío 8 y 9. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadíos de desarrollo 7 (197 yemas florales del total de yemas registradas en la población de brazos en observación), 8 (153 frutos), 3(48 yemas), 4 (43 yemas), 2 (41 yemas), 5 (13 yemas), 6 (11 yemas), 9 (6 frutos) y 1 (5 yemas) (Figura 37, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).

En la novena fecha de observación (09-04-90) se registraron yemas florales en los estadíos 1,2,3,4,5,6 y 7 y frutos en estadío 8 y 9. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadíos de desarrollo 8 (301 frutos del total de yemas registradas inicialmente en la población de brazos en observación), 3 (55 yemas del total de yemas registradas en los brazos en observación), 4(24 yemas), 2 ( 19 yemas), 6 (10 yemas), 9 (5 frutos), 5 (4 yemas) y 1 (2 yemas) (Figura 38, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).

En la décima fecha de observación (13-04-90) se registraron yemas florales en los estadíos 1,2,3,4,5,6 y 7 y frutos de los estadios 8 y 9. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadíos de desarrollo 8 (337 frutos del total de yemas registradas inicialmente en la población de brazos en observación, 71 (137 yemas), 3(125 yemas florales del total de yemas registradas en la población de brazos en observación)yemas), 4 (94 yemas), 5 (11 yemas), 6 (2 yemas) (Figura 30, 53, 54, 55 y 56 Apéndice A).

En la décimo primera fecha de observación (17-04-90) se registraron yemas florales en los estadíos 2,3,4,5,6 y 7 y frutos de los estadios 8, 9, y 10. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadíos de desarrollo 8 (355 frutos del total de yemas registradas inicialmente en los brazos en observación), 7 (59 yemas florales del total de yemas

registradas en la población de brazos en observación), 3 (25 yemas), 4 (20 yemas), 9 (20 frutos), 5 (7 yemas), 6 (6 yemas), 10 (5 frutos) y 2 (4 yemas) (Figura 40, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).

En la décimo segunda fecha de observación (21-04-90) se registraron yemas florales en los estadíos 1,2,3,4,5,6 y 7 y frutos de los estadíos 8 y 9. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadíos de desarrollo 8 (369 frutos del total de yemas registradas en la población de brazos en observación), 7 (77 yemas florales del total de yemas registradas en la población de brazos en observación), 1 (137 yemas), 3(125 yemas), 9 (19 yemas), 6 (14 yemas), 3 (11 yemas), 4 (8 yemas), 5 (2 yemas) y 1 y 2 (1 yema) (Figura 41, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).

En la décimo tercera fecha de observación (25-04-90) se registraron yemas florales en los estadíos 1,3,4,5,6 y 7 y frutos de los estadíos 8 y 9. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadíos de desarrollo 8 (420 frutos del total de yemas registradas en los brazos en observación) 7 (46 yemas florales del total de yemas registradas en la población de brazos en observación), 9 (22 frutos), 4(5 yemas), 3 (3 yemas), 5 y 6 (2 yemas), 1 (1 yemas) (Figura 32, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).

En la décimo cuarta fecha de observación (26-04-90) se registraron yemas florales en los estadíos 2,3,5 y 7 y frutos de los estadíos 8 y 9. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadíos de desarrollo 8 (421 frutos del total de yemas registradas en los brazos en observación), 9 (41 frutos) 7 (30 yemas florales del total de yemas registradas en la población de brazos en observación), 5 (2 yemas), 2 y 3(1 yemas) (Figura 43, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).

*En la décimo quinta fecha de observación (03-06-90) se registraron yemas florales en los estadios 3,4,5 y 7 y frutos en estadios 8 y 9. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadios de desarrollo 8 (422 frutos del total de yemas registradas en los brazos en observación), 9 (50 frutos), 7(15 yemas florales del total de yemas registradas en la población de brazos en observación), 3 y 4 (1 yema). (Figura 44, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).*

*En la décimo sexta fecha de observación (07-05-90) se registraron yemas florales en los estadios 3, 6 y 7 y frutos de los estadios 8, 9 y 10. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadios de desarrollo 8 (420 frutos del total de yemas registradas en los brazos en observación), 9 (43 frutos), 7 (7 yemas florales del total de yemas registradas en la población de brazos en observación), 3 y 7 (1 yemas), 10 (1 yemas) (Figura 45, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).*

*En la décimo séptima fecha de observación (11-05-90) se registraron yemas florales en los estadios 4 y 7 y los frutos de los estadios 8, 9 y 10. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadios de desarrollo 8 (372 frutos del total de las yemas registradas en los brazos en observación) 9 (68 frutos), 10 (2 frutos) y 4 y 7 (1 yema floral del total de yemas registradas en la población de brazos en observación) (Figura 46, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).*

*En la décimo octava fecha de observación (15-05-90) se registraron yemas florales en el estadio 5 y frutos en el estadio 8,9 y 10. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadios de desarrollo 8 (289 frutos del total de yemas registradas en los brazos en observación), 9 (103 frutos), 10 (4 frutos) y 5 (1 yemas florales del total de yemas registradas en la población de brazos en observación) (Figura 47, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).*

En la décimo novena fecha de observación (19-05-90) se registraron frutos en los estadios 8, 9 y 10. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadios de desarrollo 8 (213 frutos del total de yemas registradas en los brazos en observación), 9 (82 frutos), 10 (10 frutos) (Figura 48, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).

En la vigésima fecha de observación (23-05-90) se registraron frutos en los estadios de desarrollo 8, 9 y 10. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadios de desarrollo 8 (155 frutos del total de yemas registradas en los brazos en observación), 9 (35 frutos) y 10 (4 frutos) (Figura 49, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).

En la vigésima primera fecha de observación (28-05-90) se registraron frutos en los estadios de desarrollo 8, 9 y 10. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadios de desarrollo 8 (120 frutos del total de yemas registradas en los brazos en observación), 9 (33 frutos) y 10 (4 frutos) (Figura 50, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).

En la vigésima segunda fecha de observación (04-06-90) se registraron frutos en los estadios de desarrollo 8, 9 y 10. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadios de desarrollo 8 (69 frutos del total de yemas registradas en los brazos en observación), 9 (28 frutos) y 10(3 frutos) (Figura 51, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).

En la vigésima tercera fecha de observación (13-06-90) se registraron frutos en los estadios de desarrollo 8, 9 y 10. Los números más altos en orden progresivo se encontraron en los estadios de desarrollo 9 (18 frutos del total de yemas iniciales registradas en los brazos en observación), 10 (8 frutos) y 8(7 frutos) (Figura 52, 53, 54, 55 y 56 apéndice A).

### 6.2.3 Crecimiento de las yemas

El crecimiento expresado por el incremento en el diámetro polar del fruto se presenta en forma gráfica en la Figura 24. A través de una ecuación de regresión ajustada que se presenta a continuación se expresa en el crecimiento del fruto:

$$Y = a + bX + e \quad (1)$$

Donde Y es el diámetro polar del fruto y x es el día del año. Al hacer los calculos de los coeficientes a y b se obtiene el modelo ajustado:

$$Y = -57.69 + 0.8627X \quad (2)$$

Este modelo es significativo, es decir, el modelo ajustado explica el comportamiento del diámetro polar (Y). El coeficiente de determinación  $R = 0.98$  indica que el modelo explica un 98% de la variabilidad en el diámetro.

La variable X (días) toma los valores correspondientes a los días del año. Por lo que para fines de predicción el modelo sólo es válido para valores de X para los cuales hay un valor de Y. Así un rango estimado para X es entre 67 y 170.

En síntesis, podemos decir que el modelo de regresión nos dice que el diámetro polar del fruto crece linealmente a través del tiempo, hasta que alcanza su madurez (Figura 25).

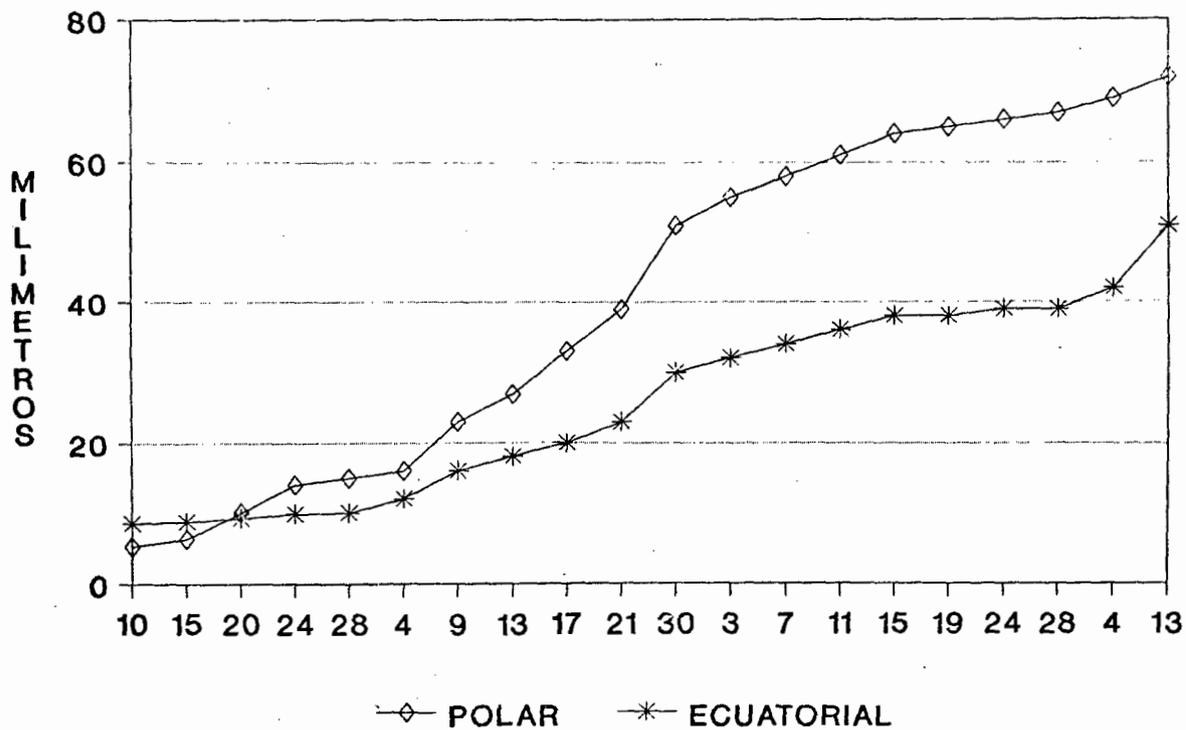


FIGURA 24: CRECIMIENTO DE LAS YEMAS FLORALES

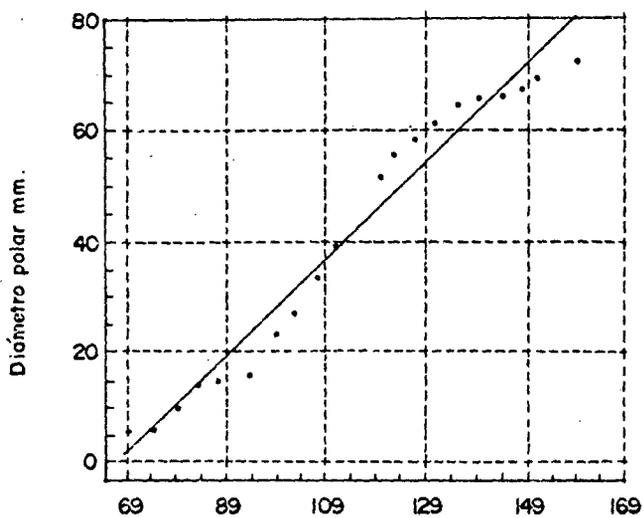


Figura 25. Ajuste de una línea recta a los puntos de diámetro polar con relación al tiempo.

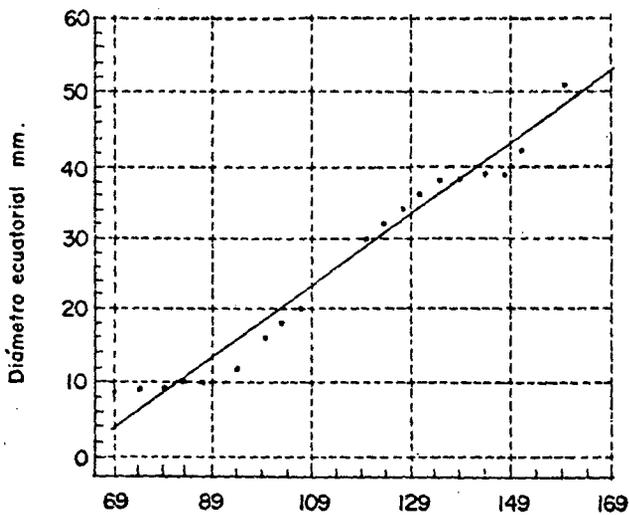


Figura 26. Ajuste de una línea recta a los puntos de diámetro ecuatorial con relación al tiempo.

En el caso del diámetro ecuatorial (ancho del fruto) se expresa éste en la Figura 26. Al igual que en el caso anterior se llevó a cabo una regresión donde se ajustó la ecuación 1, donde para este caso Y corresponde al diámetro ecuatorial del fruto y X es el día del año. Al llevar a cabo los calculos correspondientes de los coeficientes a y b se obtiene el siguiente modelo ajustado:

$$Y = -29.57 + 0.484X$$

El modelo ajustado explica el comportamiento del diámetro ecuatorial (Y). Donde el coeficiente de determinación  $R = 0.98\%$  indicándonos que el modelo explica un 98% de la variabilidad en el diámetro.

La variable X toma los mismos valores que en el modelo para diámetro polar ( de 1 a 365 días). Por lo que para fines de predicción el modelo sólo es válido en un rango de 65 y 170.

Al igual que en el ajuste del modelo anterior, podemos decir que este modelo de regresión, nos muestra que el diámetro ecuatorial del fruto crece linealmente a través del tiempo, hasta que alcanza su madurez (Figura 26).

## 6.2.4 Datos Agroclimáticos

*La estación meteorológica de Techaluta, no contenía la serie completa de registros de clima requeridos para el análisis climático de una zona semiárida (30 años), debido a esto, se tuvo que recurrir a las estaciones de Amacueca y Atoyac, dada su cercanía geográfica. Se realizó una interpolación de los datos, obteniéndose así los valores probables para Techaluta (Municipio al que pertenece la localidad de Anoca) (Figuras de la 57 a la 62 apéndice B).*

### 6.2.4.1 Precipitación

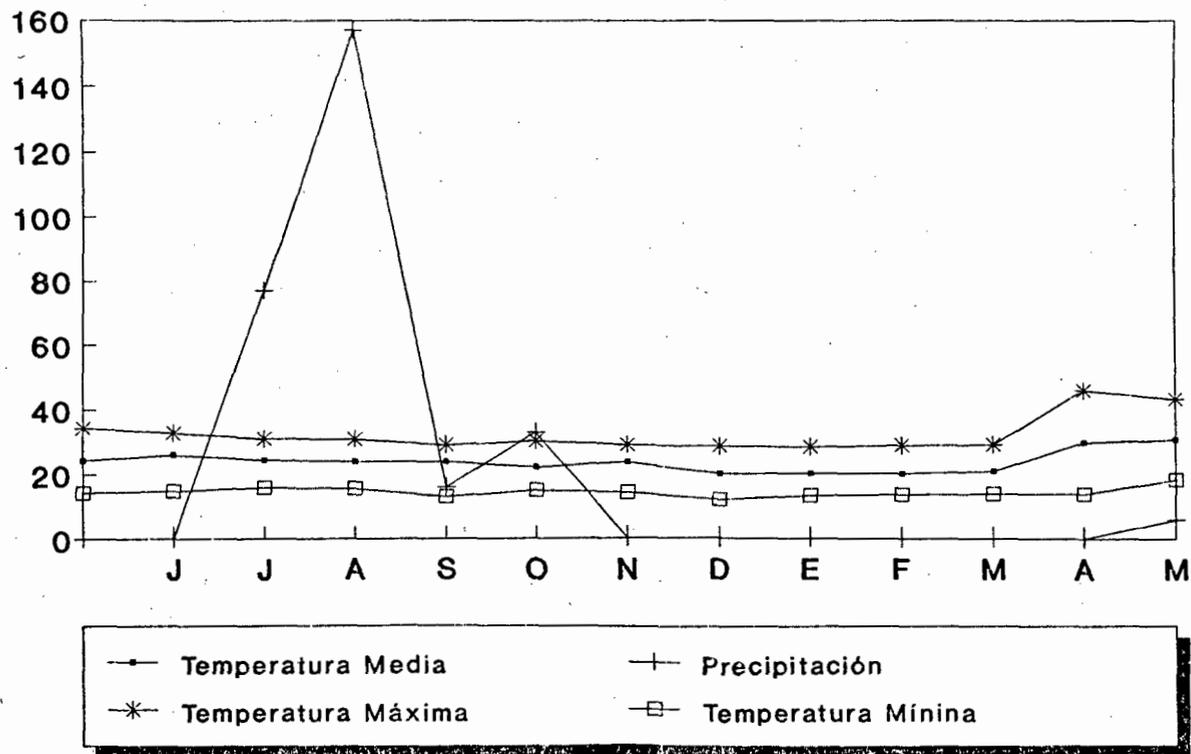
*En las figuras 57, 58 y 59 se presenta el patrón de lluvias registrado en la región. En Techaluta de Montenegro se registró en 1976 la precipitación más alta (1055.8 mm), mientras que en 1989 se registró el valor mínimo, ambos con respecto a los años que formaron parte del análisis de clima para esa región.*

*El valor para 1989 es considerado bajo o extremo respecto al resto de los valores de la serie climática. Si comparamos la precipitación en 1989 en Techaluta (283.7 mm) con la precipitación en ese año en Amacueca (230.9 mm) y con Atoyac (378 mm), encontramos que en los tres municipios se dió el valor mínimo en precipitación durante toda la serie climática. Considerando que la siguiente precipitación más baja en Techaluta fué de 498.5 mm en 1973, se tiene una diferencia de 214.8 mm, que nos ilustra lo extremo de la precipitación en 1989.*

**TABLA 4**

**PRECIPITACION, TEMPERATURA MEDIA, TEMPERATURA MAXIMA, TEMPERATURA MINIMA DE LA ESTACION DE TECHALUTA DE MONTENEGRO, DURANTE EL PERIODO DE JUNIO DE 1989 A MAYO DE 1990.**

	1989						1990					
	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M
Precipitación en mm.	0	0	77.1	157.1	16.1	32.9	0	0	0	0	0	0
Temperatura media en C	24.3	26.1	24.4	24	24	22.1	23.4	20.1	20.3	20.3	21	30
Temperatura máxima en C	34.3	32.8	31	30.9	29	30.2	28.8	28.6	28.5	28.9	29.2	46
Temperatura mínima en C	14.3	14.8	15.8	15.6	13	15	14	12	13.3	13.6	14	14



**FIGURA 27: FACTORES CLIMATICOS  
CONTRA ETAPAS FENOLOGICAS**

#### 6.2.4.2 Temperatura

En las Figuras 60, 61 y 62 se da a conocer en forma gráfica el patrón de temperaturas registradas para la región (Techaluta de Montenegro) las cuales fueron para 1977 la temperatura más alta (22.15 C); mientras que para 1968 se registró el valor mínimo (20.59 C) ambos en base a la media (21.31 C) y con respecto al resto de los años que forman parte de la serie climática, presentándose entre estos dos valores menores a 2 C (No hubo valores extremos, con respecto al valor de la media) con respecto al tiempo (1961-1989).

Los valores más altos para Techaluta en relación a los registrados para Atoyac en 1988 (21.73 C) y Amacueca en 1973 (22.13 C) estuvieron un poco abajo del valor para Techaluta. Sin embargo para 1988 Techaluta presentó 21.85 C y en 1973, 21.92 C.

Resulta de interés mencionar que en 1972 Amacueca presentó 21.32 C y 20.78 C para 1973, mientras Atoyac para 1972 registró 22.04 C y para 1988 21.09 C. Esta comparación de cifras tiene como objetivo ilustrar como cambia la temperatura de una estación a otra.

En lo que se refiere a la comparación de las temperaturas bajas registradas en las tres estaciones, se registraron los siguientes valores, Techaluta en 1968 con 20.59 C, coincidiendo en el año con Atoyac cuyo registro es de 20.11 C, mientras que en Amacueca no se tiene el registro para 1968, y su registro más bajo es de 19.61 C para 1983, presentando en este año Techaluta con 21.2 C y Atoyac con 20.14 C.

### **6.2.4.3 La precipitación y la temperatura registrada durante el período de estudio (1990)**

*En la Tabla 4 (en forma numérica) y en la Figura 27 (en forma gráfica), se presentan datos sobre temperatura media, temperaturas máximas y mínimas, y precipitaciones mensuales de la estación meteorológica de la zona de Techaluta (1348 msnm) durante el período comprendido entre Junio de 1989 a Mayo de 1990, durante este período la precipitación dió inicio en el mes de Agosto de 1989 con 77.1 mm de precipitación pluvial, alcanzando su valor más alto en el mes de Septiembre (137.1 mm), escaseando con 16.1 mm, y finalizando con 32.9 mm de precipitación pluvial en el mes de Noviembre del mismo año, para representar estos valores 283.2 mm de la precipitación pluvial de 1989.*

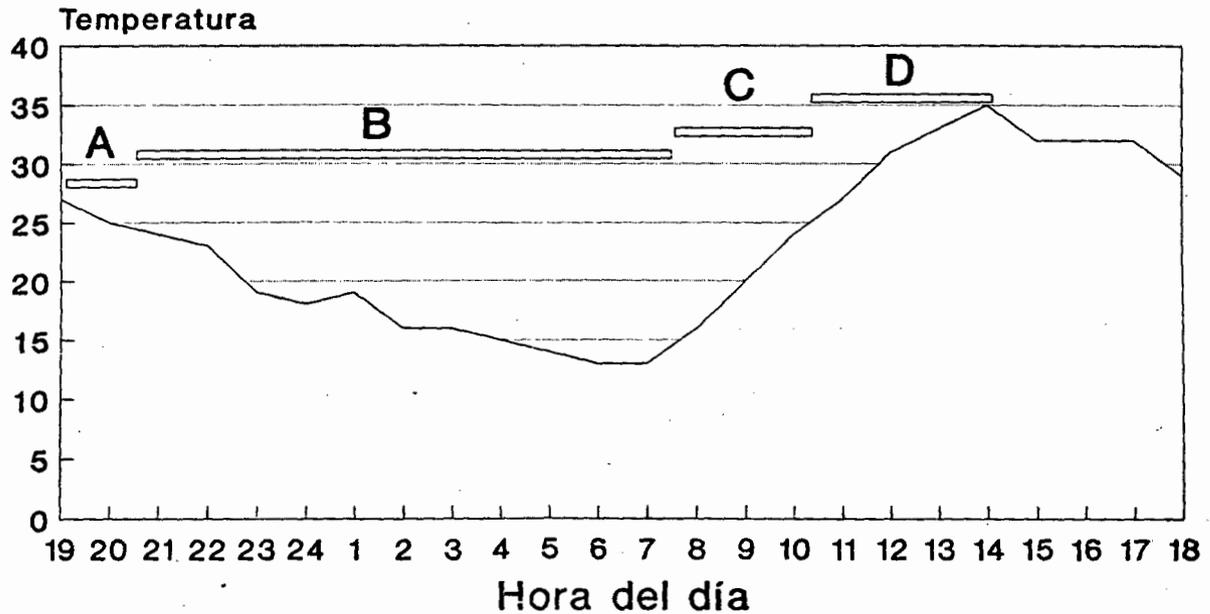
*La temperatura media a través del período (Junio de 1989 a Mayo de 1990), alcanzó su máximo valor el mes de Mayo de 1990 con 30 C. Se presentan los valores en forma progresiva: Julio (26.1 C), Agosto (24.4 C), Junio (24.3 C), Septiembre y Octubre (24 C), Diciembre (23.4 C), Noviembre (22.1 C) de 1989. Para 1990, Enero, Febrero y Marzo permanecen constantes con valores de 20.1 C a 20.3 C, elevándose a 21 C en el mes de Abril de ese mismo año. La temperatura máxima alcanzada durante el período en que se llevaron las observaciones le corresponde al mes de Mayo con 46 C y la temperatura mínima se registró en el mes de Enero con 12 C.*

## 6.3 *Biología floral*

### 6.3.1 *Apertura de la flor*

Los eventos que ocurren durante la apertura floral se dividieron en cuatro etapas: inicio de apertura (A), plena apertura (B), cerrado inicial (C) y cerrado final (D); éstos eventos estuvieron acompañados de los cambios de temperatura registrados durante el día, así a las 19:00 hrs se encontraba una temperatura de 27 C, a partir de esta hora sufre un descenso progresivo que es acompañado de los eventos de apertura floral; hasta la 6:00 hrs (13 C) cuando esta en plena apertura, continua con un ascenso progresivo hasta alcanzar la temperatura de 35 C (a las 13:00 hrs), estando acompañado esta variación de temperatura con el proceso de cerrado de la flor (14:00 hrs (Figura 29).

**FIGURA 29: Temperatura promedio durante el día comparada con eventos (A, B, C, D) de apertura floral**



A) APERTURA INICIAL    B) APERTURA PLENA  
C) CERRADO INICIAL    D) CERRADO FINAL

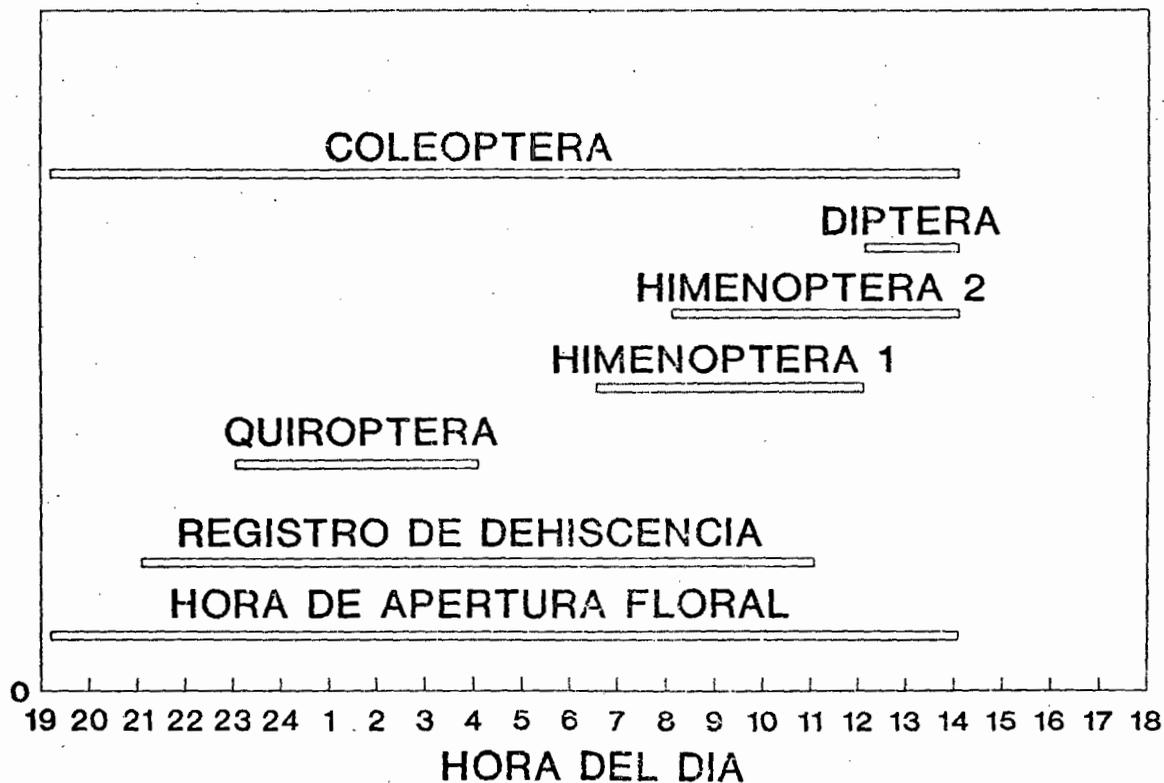


FIGURA 28: FORRAJEO DE  
MAMIFEROS E INSECTOS

### 6.3.2. Visitantes de las flores de Stenocereus queretaroensis

En la Figura 28 se reporta el horario en que estuvieron activos los visitantes a las flores de Pitayo, los cuantos florales (dehiscencia de las anteras y apertura y cerrado de la flor) están distribuidos a través de las 24 hrs. De las observaciones llevadas a cabo se agruparon en dos grupos de acuerdo a la hora en que se registraron activos, así tenemos se son diurnos y nocturnos; entre los diurnos encontramos a miembros del orden coleóptera (las Familias Alleculidae, se le registró sobre los tépalos (también se le observó por la noche) y Nitidulidae, a este escarabajo se le observó en etapa adulta sobre los tépalos antes de ocurrir la antesis y al efectuarse esta y en etapa de larva se le encontró inmerso en la base del tubo receptacular y entre los estambres de las flores que sufrieron abscisión 3 días después de la apertura floral), Hymenóptera ( La Familia Aphidae con Apis mellifera en el grupo 1, localizándose en los estambres de la flor, es abundante y si tiene contacto con los lóbulos del estigma, se revolotea entre los estambres y se desplaza a la base del tubo receptacular utilizando el estilo como medio para desplazarse en busca de néctar, por lo que se considera ladrona de polen y néctar;) y en el grupo 2 se registran las Familias Vespidae, Apoidea, Tiphiidae y Formicidae, observándoseles en la parte externa de la flor sobre el perianto, los dípteros estuvieron presentes a partir de las 12:00 hrs, se les registró en las estructuras del perianto aún después de cerrada la flor. También con hábitos diurnos se encontraron colibríes y abejorros pero no se reportan debido a que solo se observaron 5 individuos de los cuales sólo se detectó a 3 visitando las flores. Para los nocturnos estuvieron representados por miembros del orden quiróptera (de acuerdo a que son abundantes, visitan la flor, son grandes y los recursos florales están disponibles presentando las características propias para atraerlos como son el color blanco de la flor, olor fuerte, abundante polen y néctar y lo principal es que es de hábitos nocturnos y no compiten por el recurso, puede considerarse

*el principal polinizador.*

*observaciones realizadas sobre la producción de néctar se encontró que en promedio las flores producen aproximadamente 1 ml de esta sustancia, localizada en los nectarios de las flores, que al ser descubiertas normalmente por un animal (vertebrado o invertebrado) son visitadas obteniendo el primero una recompensa generalmente en forma de alimento y el segundo una ayuda en la polinización.*

## 7. DISCUSION

Los factores que afectan a los elementos reproductivos de la planta de Stenocereus queretaroensis se pueden englobar en factores intrínsecos (propios de la planta) y extrínsecos (elementos externos con los que interactúa la planta) (Franco, 1990). Entre los primeros podemos citar a los factores genéticos y fisiológicos (recursos provenientes del metabolismo, que dispone la planta para la reproducción) y entre los segundos se encuentra los factores bióticos (individuos vivos, tales como vertebrados e invertebrados que interactúan con la planta), y a factores climáticos y edáficos. La variación de dichos factores promueven la aborción de yemas florales y frutos, por tal motivo es conveniente evaluar los daños aparentes y no aparentes provocados por las variaciones registradas, con la finalidad de conocer su origen.

Cada uno de los estados de diferenciación floral y del desarrollo del fruto posee una serie de requerimientos y necesidades que le exigen los procesos por los que atraviesan; por tal razón cada una de las yemas florales son susceptibles o vulnerables a la variación de los diversos factores presentes en espacio y tiempo durante la diferenciación de la flor y el fruto. Así, tenemos que para yemas florales de los primeros estadios de desarrollo (estadio de desarrollo 1 y 2) presentaron un alto grado de sensibilidad a las bajas temperaturas, como ha sido reportado que también ocurre para otras especies frutales (Villalpando, 1990).

Durante la antesis y pocos días después de esta la abscisión de estructuras reproductivas fue consecuencia del daño causado por escarabajos pertenecientes a la Familia Nitidulidae. La caída posterior de frutos inmaduros no se puede atribuir a efecto de factores bióticos o abióticos, ya que estos no mostraron síntomas visibles de daños, como en los casos anteriores, ya que la

aborción de frutos después de antesis sin daño visible se puede relacionar con fallas en la fecundación, ya que en estos casos los frutos mostraron un número alto de óvulos sin síntomas aparentes de fecundación, lo cual se puede atribuir a la senescencia prematura de óvulos o bien a deficiencias en la polinización (Pimienta, 1987).

En el cuarto superior de cada brazo se registró la mayor cantidad de yemas florles y frutos. Esto se atribuye al hecho de que en el ápice de los brazos se encuentra el punto de crecimiento, en el cual se diferencian las aréolas que van a desarrollarse en flores y además que en contraste con otras especies frutales como manzana (*Pirus malus*) y en forma similar que en durazno (*Prunus persica*), las yemas únicamente diferencian flores una vez. Por lo que la mayoría de las yemas florales basales ya han diferenciado flores en años previos.

Stephenson (1981), menciona que la maduración de los frutos es selectiva pudiendo madurar de acuerdo al orden en que fueron polinizadas, al número de semillas desarrolladas, a los recursos del polen o a la combinación de todas estas causas. En cuanto al número de semillas requeridos por un fruto para continuar su desarrollo, menciona que cuando se encuentran pocas semillas la actividad hormonal se reduce y con ello disminuye la capacidad de las semillas para atraer recursos que son necesarios para su desarrollo (fuerza de la demanda).

Cuando la atracción de recursos a la fuerza de la demanda a una flor a fruto es baja, generalmente se encuentra en desventaja fisiológica con otros órganos reproductivos que se encuentran en estadíos de desarrollo más avanzados. Estas diferencias en la capacidad de atracción de recursos provocan la abscisión de estructuras reproductivas con menor fuerza de la demanda.

*Indudablemente que el número de óvulos que se fecundan es un factor determinante en el establecimiento de la fuerza de la demanda de una estructura reproductiva, ya que a partir de este momento se determina el número de semillas. Por lo general los frutos con una alta cantidad de semillas, maduran a expensas de frutos con un número menor de semillas, y adelantan su período de maduración (Stephenson, 1981).*

*De acuerdo con Bertin (1982), frutos con muchas semillas, requieren de igual manera muchos granos de polen para su fertilización, esto explica de alguna manera la abundancia de polen producido por estas flores y también probablemente los frutos juveniles abortados no hayan adquirido el número de granos de polen suficientes para llevar a cabo una buena fecundación de óvulos. Por lo tanto, no pudieron completar el crecimiento del fruto y alcanzar su madurez. Aparentemente para alcanzar la madurez existe un umbral que varía con el número de frutos en desarrollo y la energía disponible, además de condiciones climáticas que cada estado de desarrollo como organismo independiente responde a los estímulos presentes en el medio en que se desarrolla.*

*El presentar varias etapas de emergencia de yemas florales durante el período de floración y fructificación de la planta, probablemente sea otro mecanismo de adaptación de la planta para proteger y asegurar que un mínimo de sus estructuras reproductivas sobrevivan a los estreses presentados en el medio durante su desarrollo; asegurando así que un porcentaje de las yemas que emergieron de cada una de las etapas de emergencia, alcance a diferenciarse hasta fruto maduro (Rojas y Ramirez, 1987).*

*El hecho de que encontremos yemas florales en diversos estados de desarrollo al*

*transcurrir el período de floración puede considerarse como una estrategia reproductiva de la planta para sortear los efectos negativos de los diferentes estreses (bióticos y abióticos) a los que se encuentran expuestos los elementos reproductivos durante su crecimiento en la planta. Esto explica la ocurrencia en frutos con maduración temprana, intermedia y tardía. Por lo que podemos decir que el comportamiento fenológico es asincrónico entre individuos de la misma planta al encontrarlos en diferentes estados de desarrollo (aún en la misma costilla).*

*La razón por la que se tomo una escala decimal para la caracterización de los estados de desarrollo se apoya en las ideas de Franco (1990), quién establece que si el intervalo de una fase es muy grande se corre el peligro de incluirse en la misma categoría individuos cuyo comportamiento demográfico pudiera ser muy distinto; además, menciona que es importante tener conocimiento preciso de la biología de la especie para poder definir grupos, cuyos individuos posean características demográficas similares, por lo que es importante dividir en varios estados de desarrollo.*

*Aparentemente el fruto del Pitayo presenta un patrón de crecimiento sigmoide simple, en frutos con crecimiento sigmoide simple se caracterizan por presentar un período inicial en el cual se manifiesta un incremento en el número de células, seguido por un período donde las células se alargan rápidamente (Coombe, 1970), se presenta acumulación de recursos en semillas y en el pericarpio, que continua con un período exponencial, durante el cual se dispara el crecimiento de las células y finaliza con un período de declinación donde se presentan cambios asociados a la maduración (Stephenson, 1981; Flores, 1989).*

*La variación de la tasa de crecimiento de las yemas florales la flor y el fruto puede ser*

*interpretada de manera similar para todos los elementos de la población, sugiriendo de alguna forma que cada una de manera individual puede adaptarse a las condiciones microambientales y acoplarse a la tasa de crecimiento floral acorde a las condiciones fisiológicas independientemente de la talla alcanzada por ésta. Así Rojas y Ramírez (1987), mencionan que el crecimiento puede ser rápido o lento y que cuando las condiciones del medio no cubren las exigencias genéticas de alguna fase de desarrollo, los cambios fisiológicos no ocurren y la secuencia de la fase se detiene.*

*En relación al análisis climático, el patrón de comportamiento mostrado por la precipitación a través de toda la serie climática, no estuvo cercano con respecto a la media de la serie climática analizada, indicando de alguna manera que es un valor extremo, probablemente no muy favorable para la producción de frutos debido a que no permite la acumulación de recursos, previos al período reproductivo de la planta, Barbault (1982), menciona que las especies desérticas o en general especies que crecen en medios variables pueden ajustar su esfuerzo reproductivo de acuerdo a la humedad disponible que proviene de la lluvia y a los recursos disponibles por planta para la etapa reproductiva.*

*El hecho de que el período de floración presente un aumento gradual y se prolongue por varios días constituye una estrategia de la planta para atraer polinizadores, advirtiendo la localización de la planta. Sin embargo, en ocasiones esta atracción puede ser bloqueada por las condiciones climáticas adversas prevalecientes durante la floración (Boyle y Philogene, 1985). Estos autores mencionan que las condiciones generales del clima presentes en el medio afectan la actividad de polinizadores tanto vertebrados (e.g. murciélagos) como invertebrados (e.g. abejas). Las condiciones ambientales que afectan la actividad de los polinizadores bióticos son: vientos, tolvánicas (muy frecuentes en la zona de estudio) lluvias y cambios bruscos de temperatura. En*

la zona de estudio los vientos fuertes que provocan toluaneras, son probablemente el factor climático que con mayor severidad y fuerza puede afectar la actividad de polinizadores bióticos.

Algunas de las características que utiliza la flor como mecanismos para asegurar la polinización y que los agentes bióticos obtienen como recompensa podemos citar: olor característico de la flor (que es mas fuerte durante la noche), color blanco de los elementos del perianto, forma tubular de la flor, hora de apertura y dehiscencia de las anteras, abundante producción de néctar y polen. Las características anteriores están presentes en la flor de pitayo, y son por otro lado los requerimientos de los murciélagos (los cuales buscan alimento que les satisfaga su alta necesidad de energía y proteínas) (Eguiarte, 1983; Soberón, 1989).

## 8. CONCLUSIONES

BIBLIOTECA CENTRAL

La información generada por la observación y experiencias obtenidas durante la investigación sobre esta especie me permiten ofrecer algunas conclusiones:

1. Diferentes factores bióticos y abióticos afectan el desarrollo de yemas florales y frutos en pitayo. Entre los factores abióticos sobresalen los daños causados por las temperaturas bajas, que afectan a las yemas florales en los primeros estadios de desarrollo y entre los bióticos destacan los daños causados por larvas de escarabajos de la Familia Nitidulidae, que afectan a los estadios cercanos a la antesis.

3. La reducción en el número de óvulos fecundados, ocasionada por una deficiente polinización o bien por senescencia prematura de óvulos, es otra causa genética fisiológica de la abscisión de yemas florales y frutos juveniles.

4. el mayor número de yemas florales y frutos a lo largo de los brazos de pitayo se registró en el cuarto apical y el menor en el cuarto basal.

5. El desarrollo asincrónico de las yemas florales y frutos, es considerado como una estrategia reproductiva para sortear lo aleatorio de las condiciones bióticas y abióticas adversas para el crecimiento reproductivo del pitayo.

6. S. queretaroensis no compite por polinizadores con otras especies simpátricas, ya que no se traslapan los periodos de floración.

7. *S. queretaroensis*, fue visitado por una serie de agentes polinizadores, tanto de hábitos diurnos como nocturnos, lo cual aumenta la posibilidad de un flujo genético entre flores de la misma planta y a su vez, incrementa la eficiencia en la polinización.

8. Una alta densidad de polinización es un requisito fundamental en flores con un número alto de óvulos, como es el caso de pitayo.

9. Una diversidad de agentes polinizadores que no compiten entre ellos por presentar hábitos de comportamiento distinto, favorece a la eficiencia en la polinización.

***Apéndice A. VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES EN DIFERENTES ESTADIOS DURANTE LAS 23 OBSERVACIONES.***

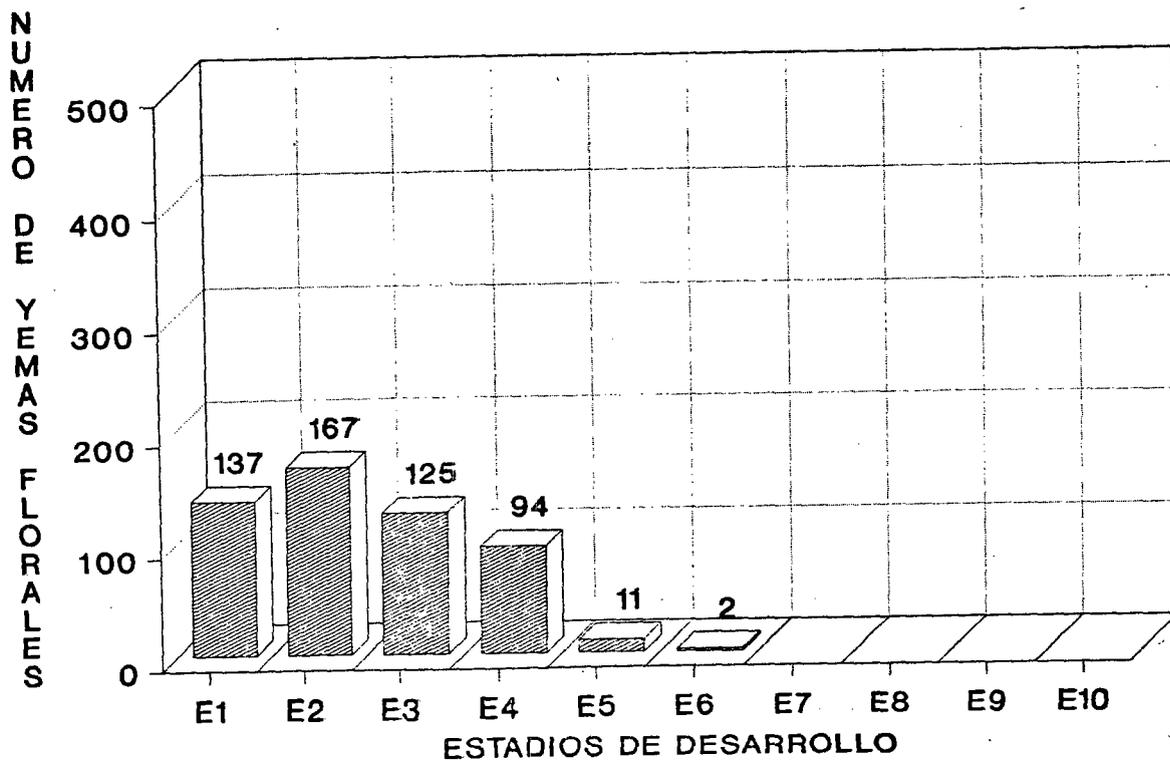


FIGURA 30: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES EN LA PRIMERA FECHA DE OBSERVACION (27-02-90).

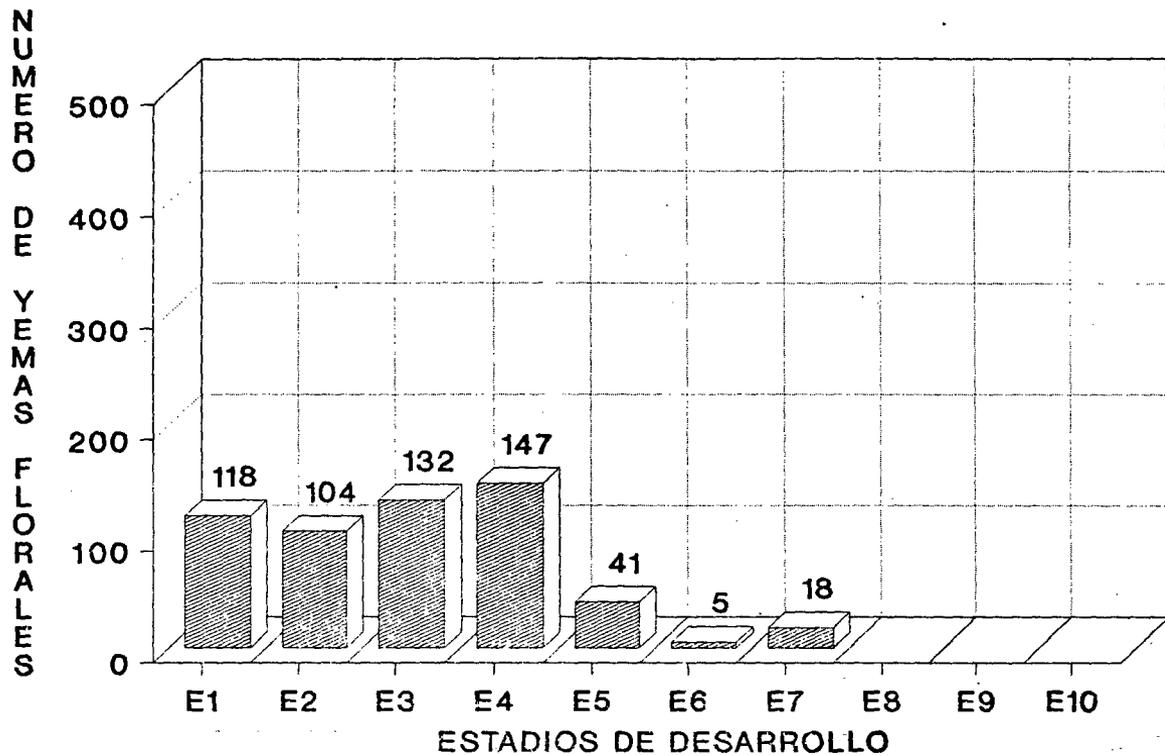


FIGURA 31: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES EN LA SEGUNDA FECHA DE OBSERVACION (05-03-90).

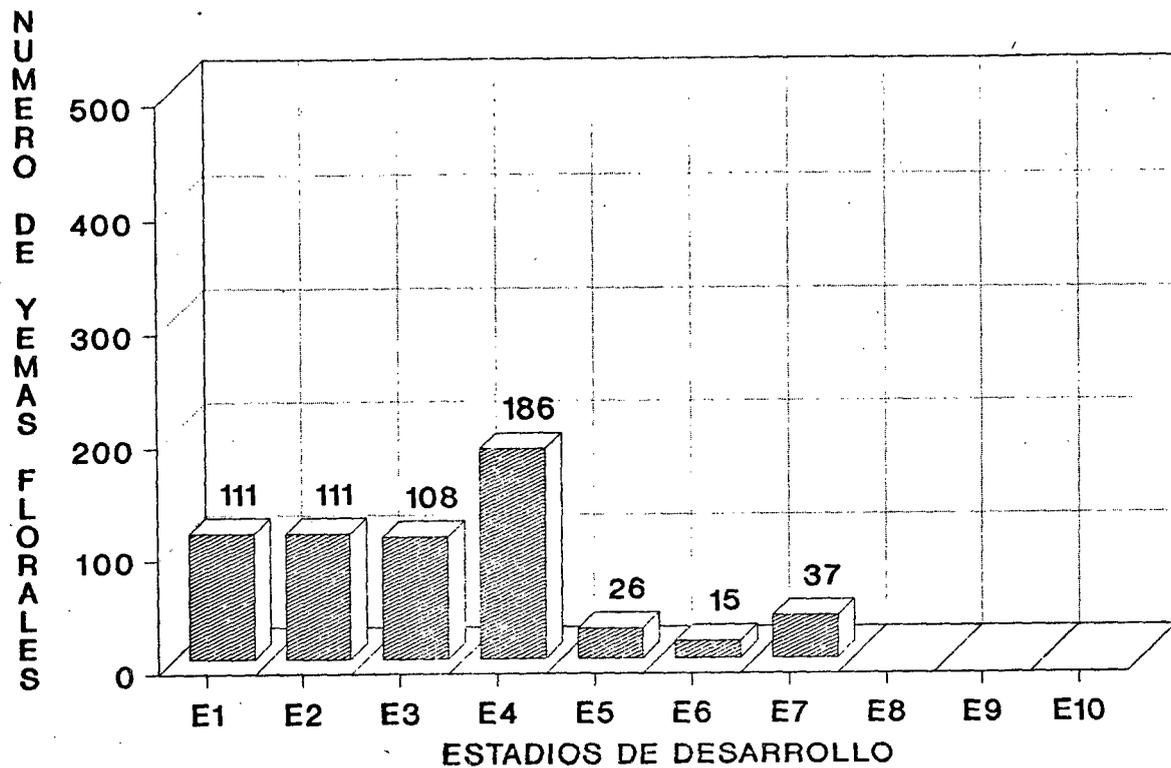


FIGURA 32: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES EN LA TERCERA FECHA DE OBSERVACION (10-03-90).

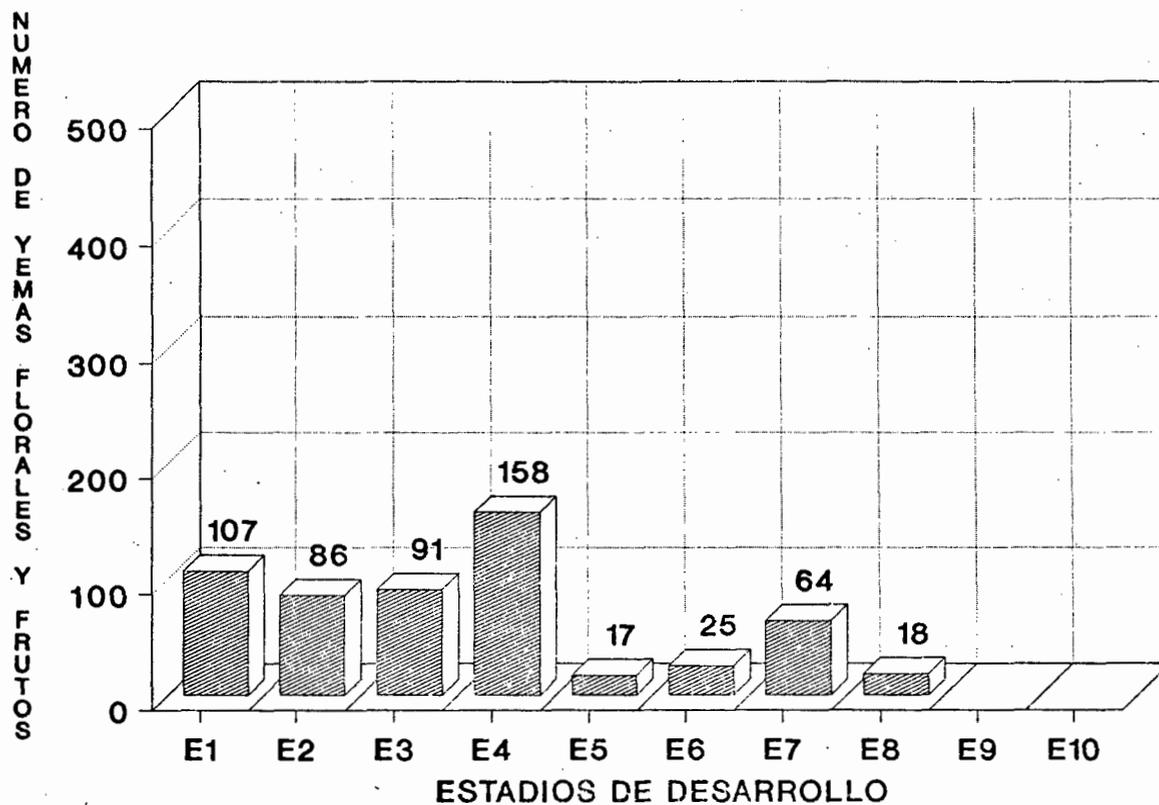


FIGURA 33: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN LA CUARTA FECHA DE OBSERVACION (15-03-90).

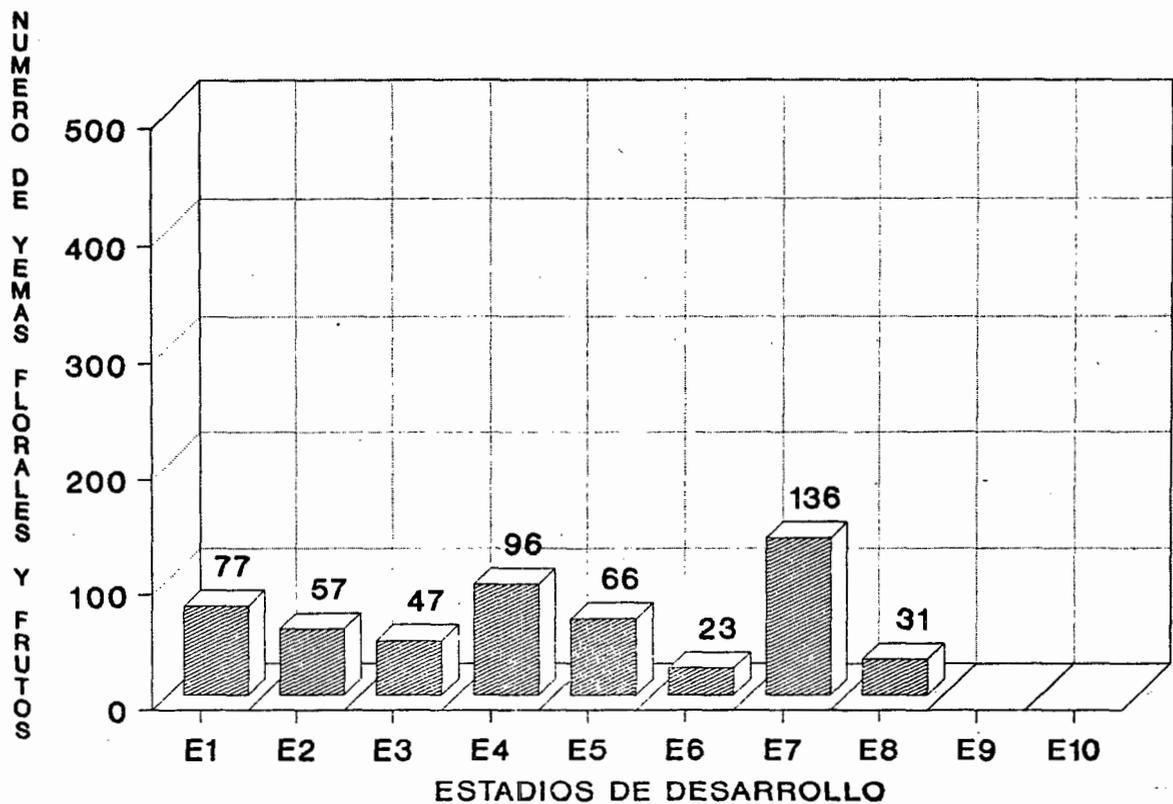


FIGURA 34: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN LA QUINTA FECHA DE OBSERVACION (20-03-90).

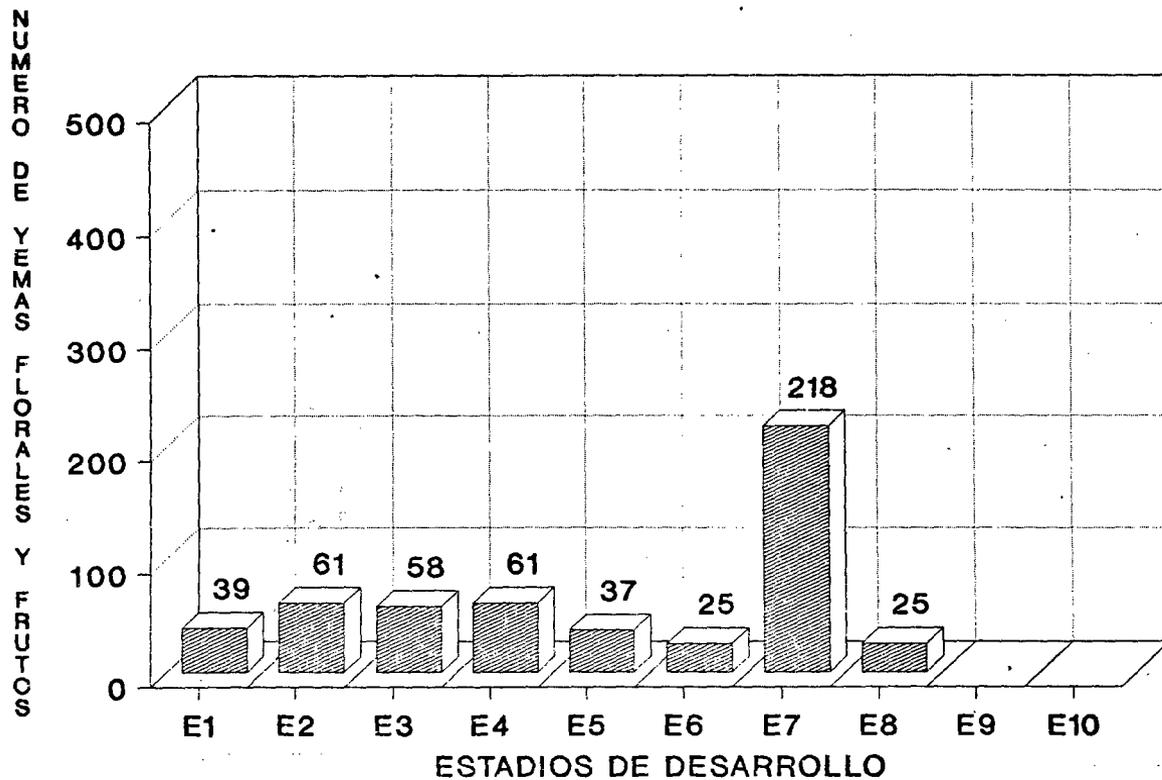


FIGURA 35: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN LA SEXTA FECHA DE OBSERVACION (23-03-90).

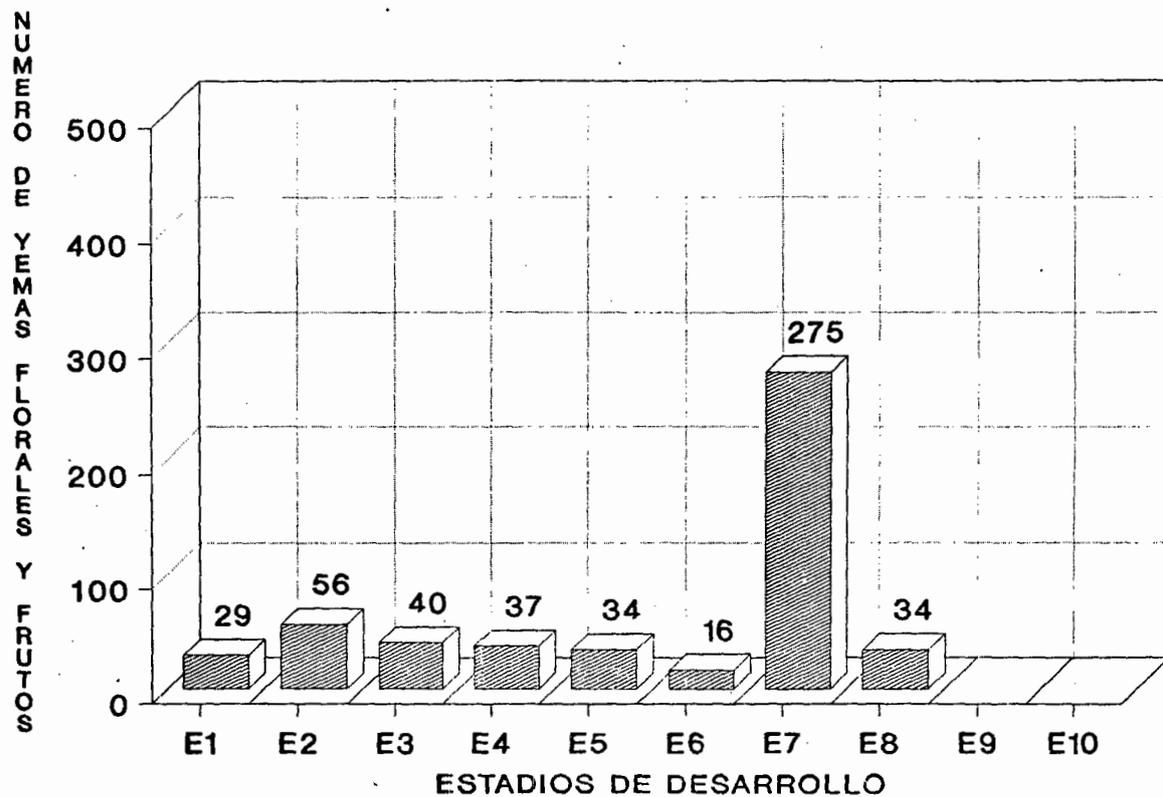


FIGURA 36: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN LA SEPTIMA FECHA DE OBSERVACION (28-03-90).

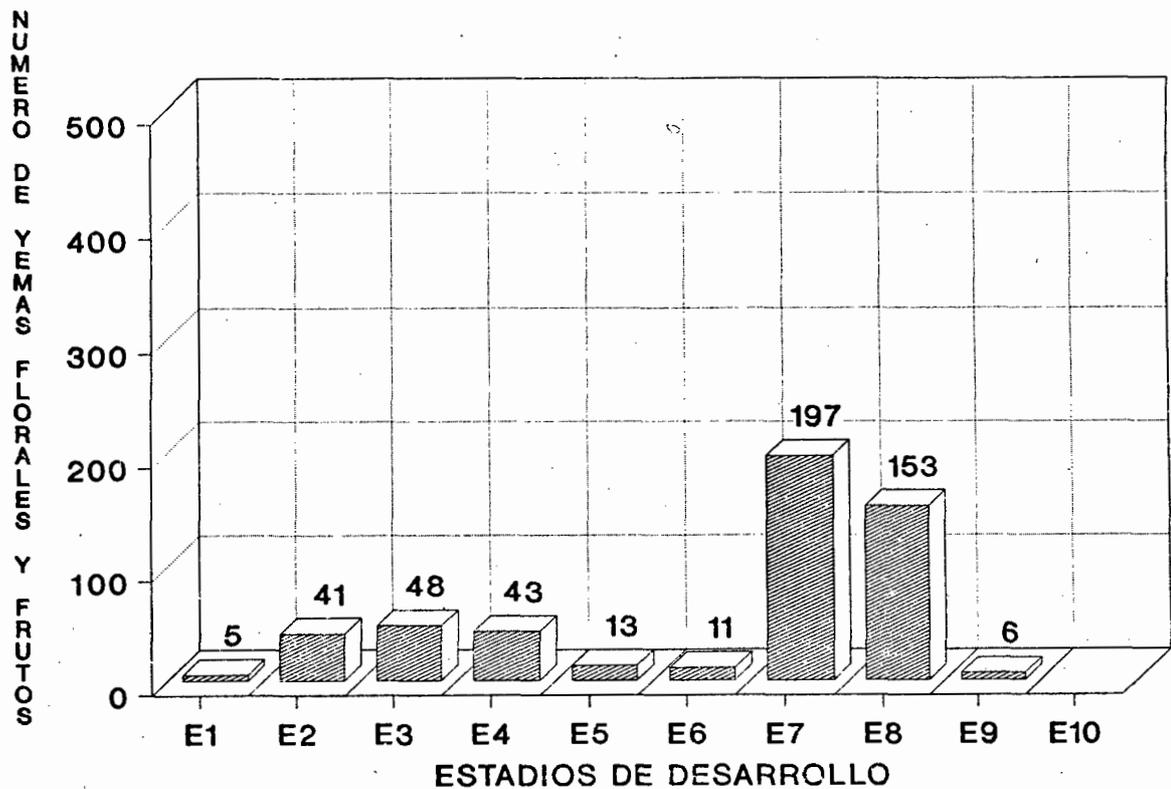


FIGURA 37: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN LA OCTAVA FECHA DE OBSERVACION (04-04-90).

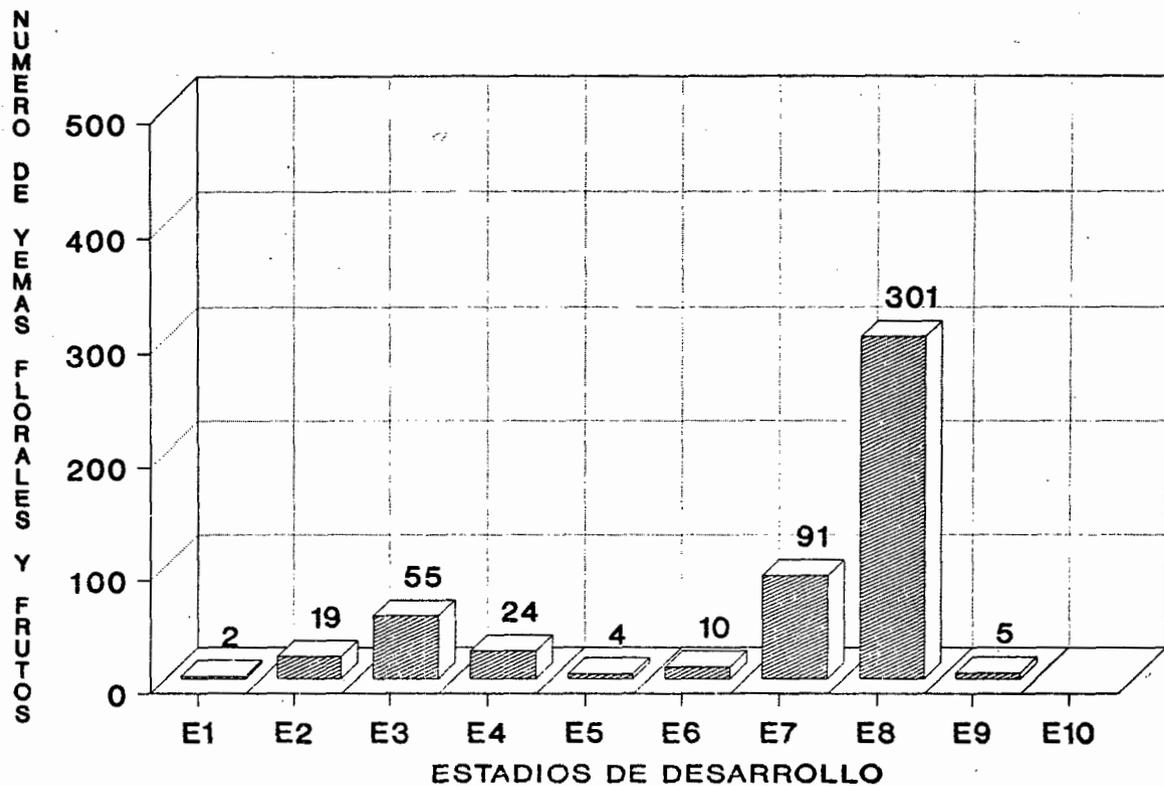


FIGURA 38: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FURTOS EN LA NOVENA FECHA DE OBSERVACION (09-04-90).

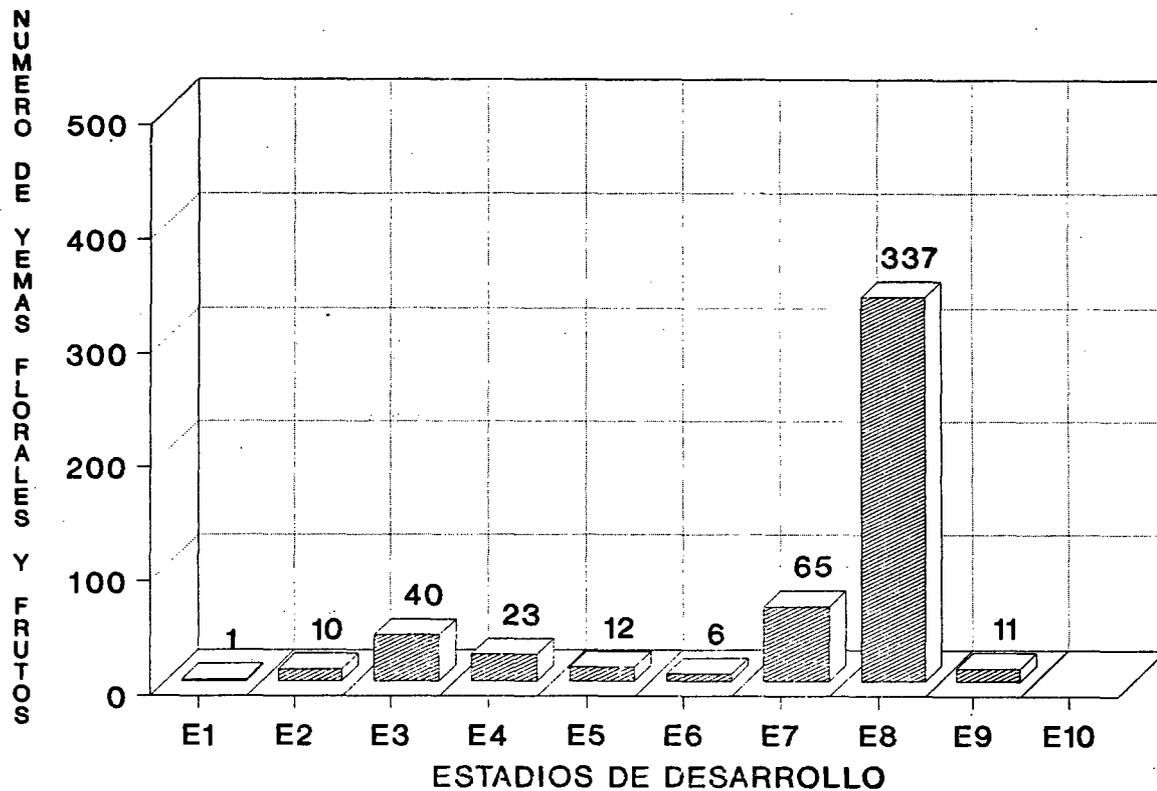


FIGURA 39: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN LA DECIMA FECHA DE OBSERVACION (13-04-90).

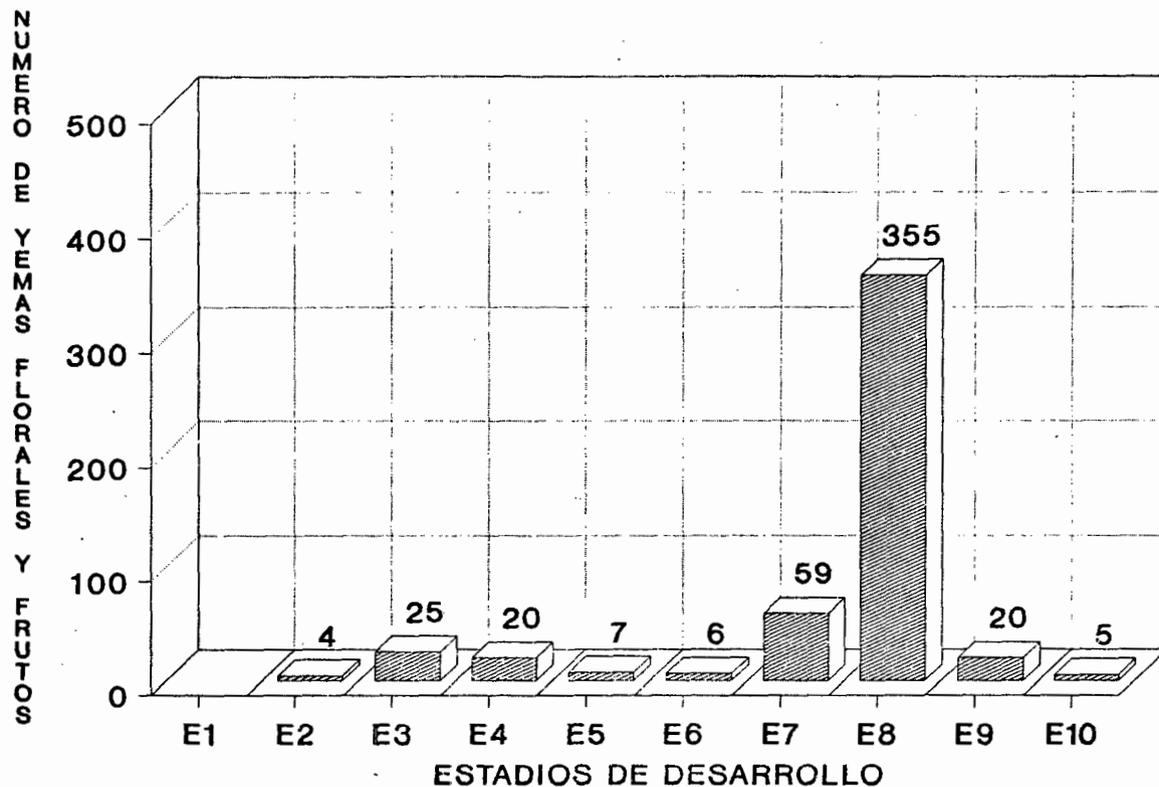


FIGURA 40: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN DECIMA PRIMERA FECHA DE OBSERVACION (17-04-90).

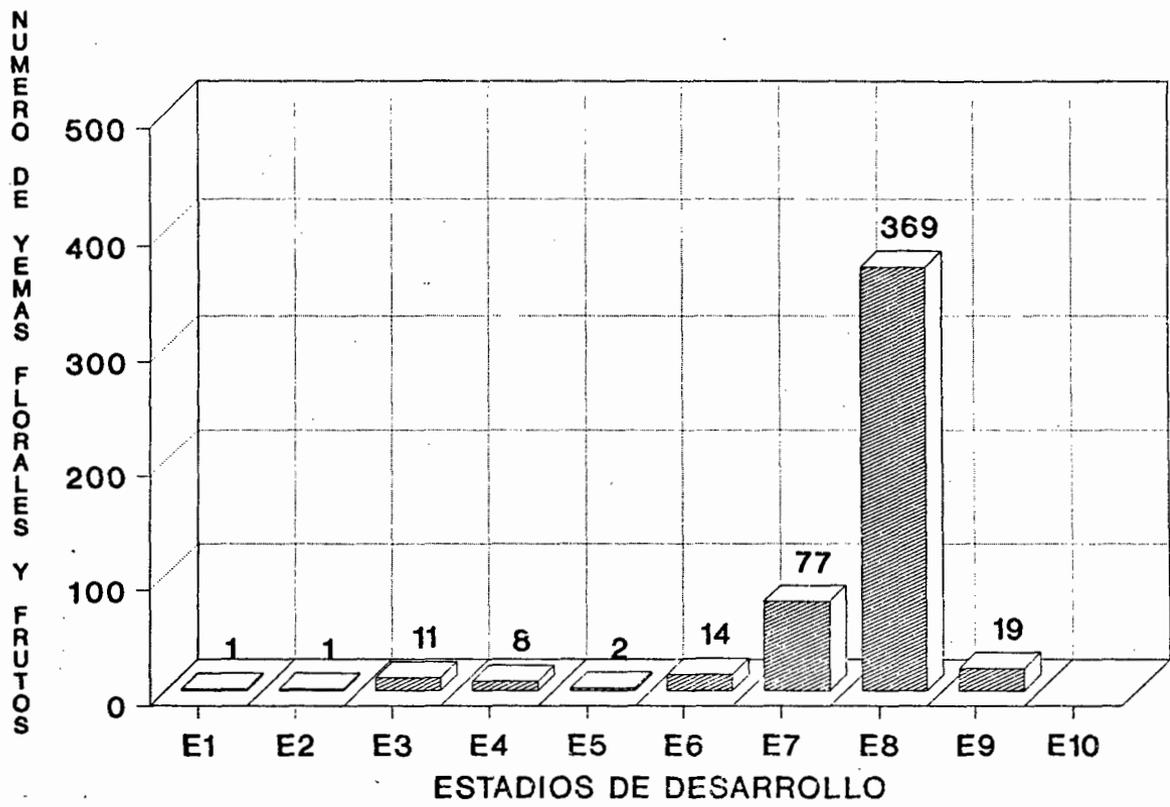


FIGURA 41: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN LA DECIMO SEGUNDA FECHA DE OBSERVACION (21-04-90).

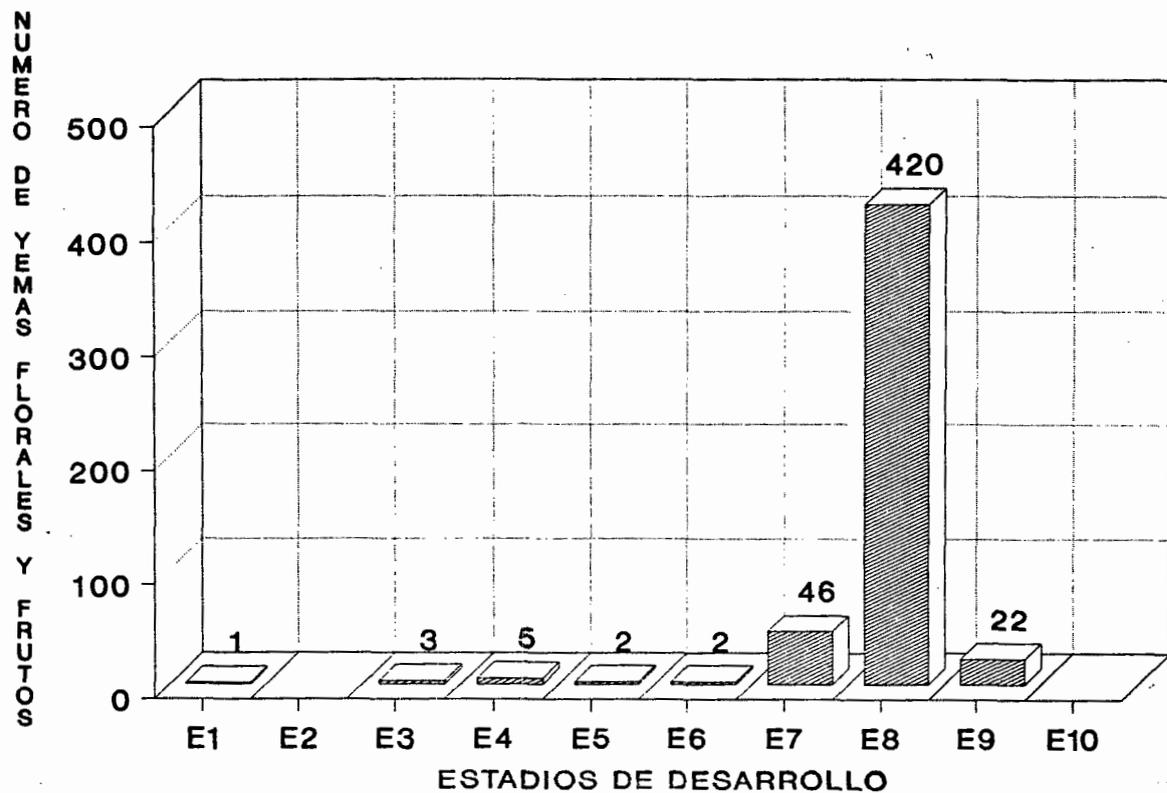


FIGURA 42: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN LA DECIMO TERCERA FECHA DE OBSERVACION (25-04-90).

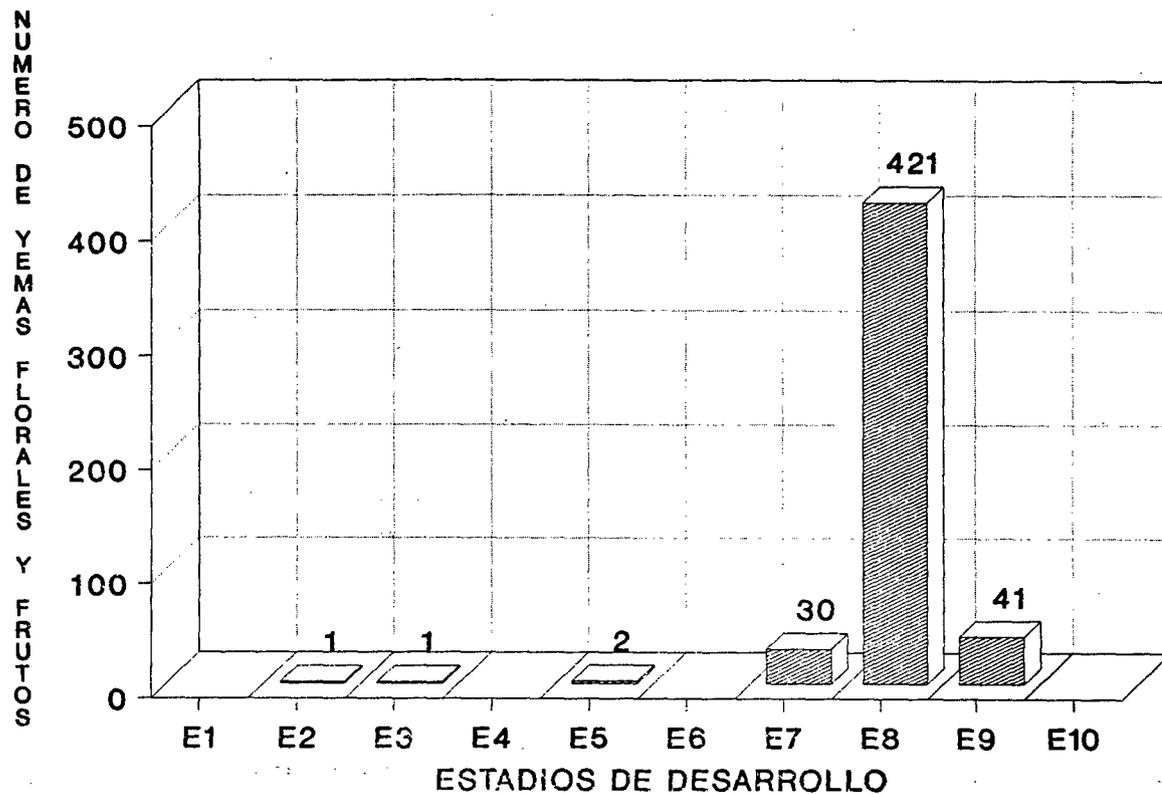


FIGURA 43: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN LA DECIMO CUARTA FECHA DE OBSERVACION (29-04-90).

NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS

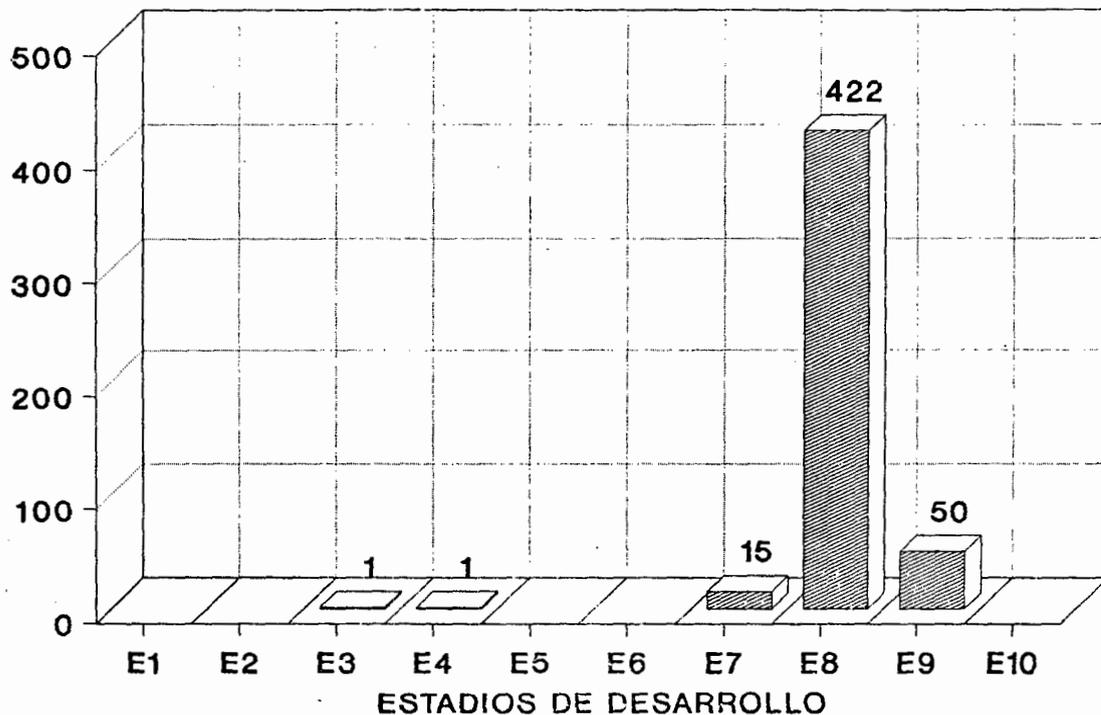


FIGURA 44: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN LA DECIMO QUINTA FECHA DE OBSERVACION (03-05-90).

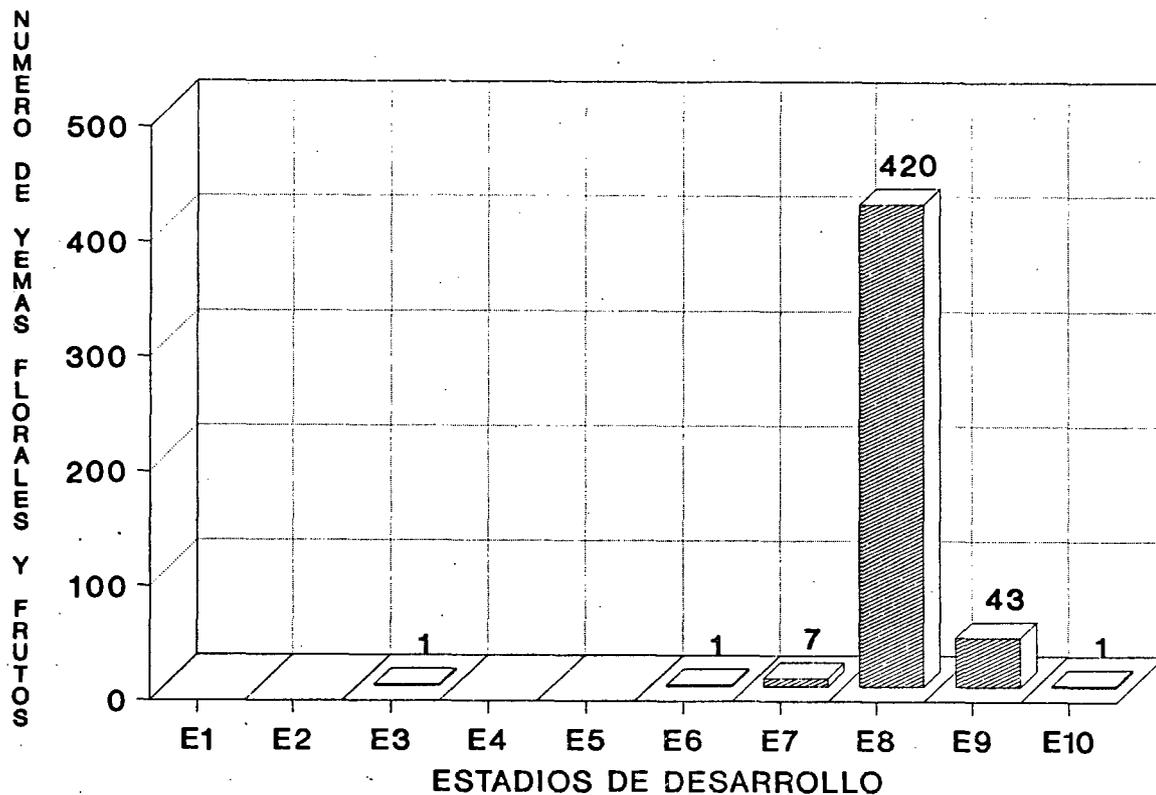


FIGURA 45: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN LA DECIMO SEXTA FECHA DE OBSERVACION (7-05-90).

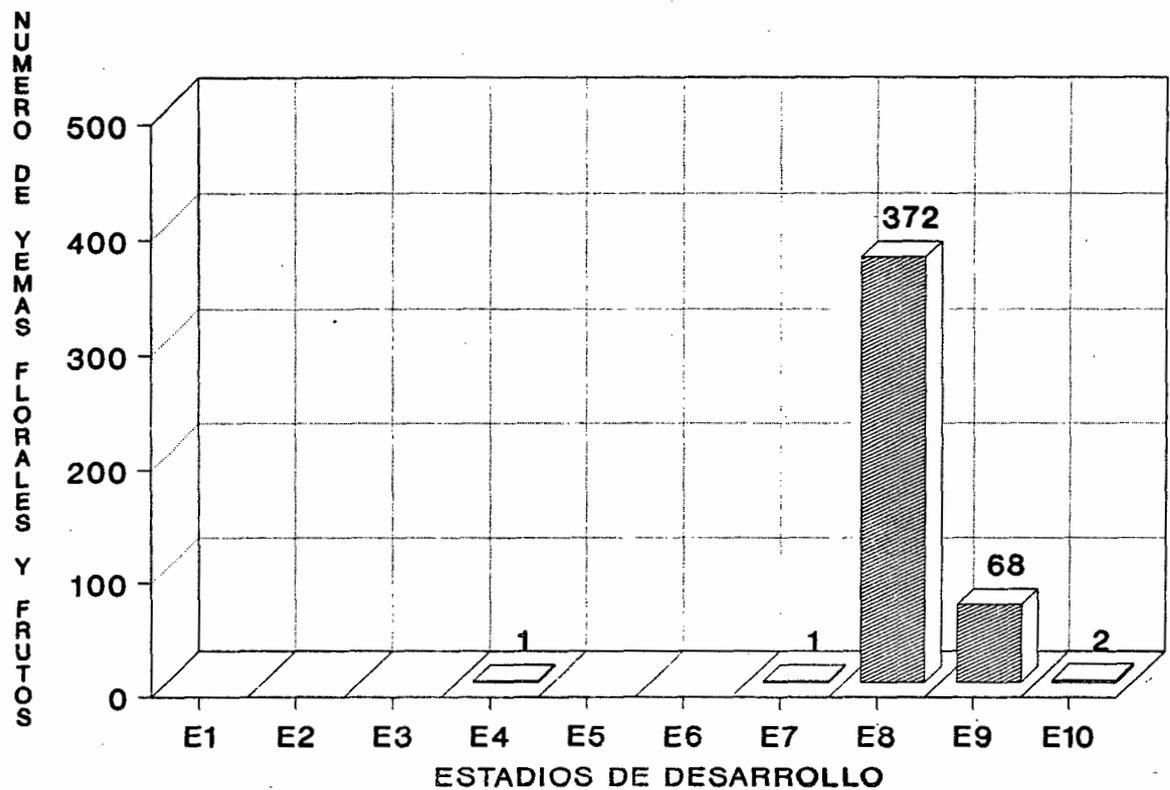


FIGURA 46: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN LA DECIMO SEPTIMA FECHA DE OBSERVACION (11-05-90).

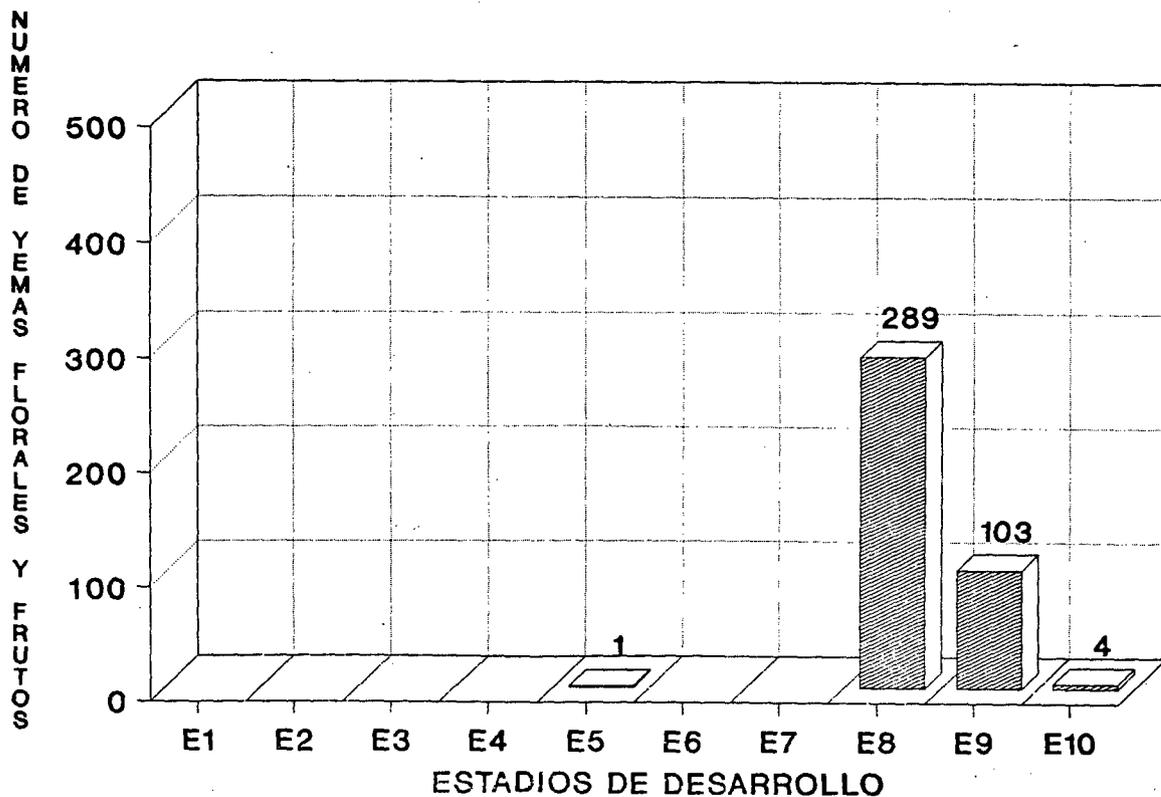


FIGURA 47: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN LA DECIMO OCTAVA FECHA DE OBSERVACION (15-05-90).

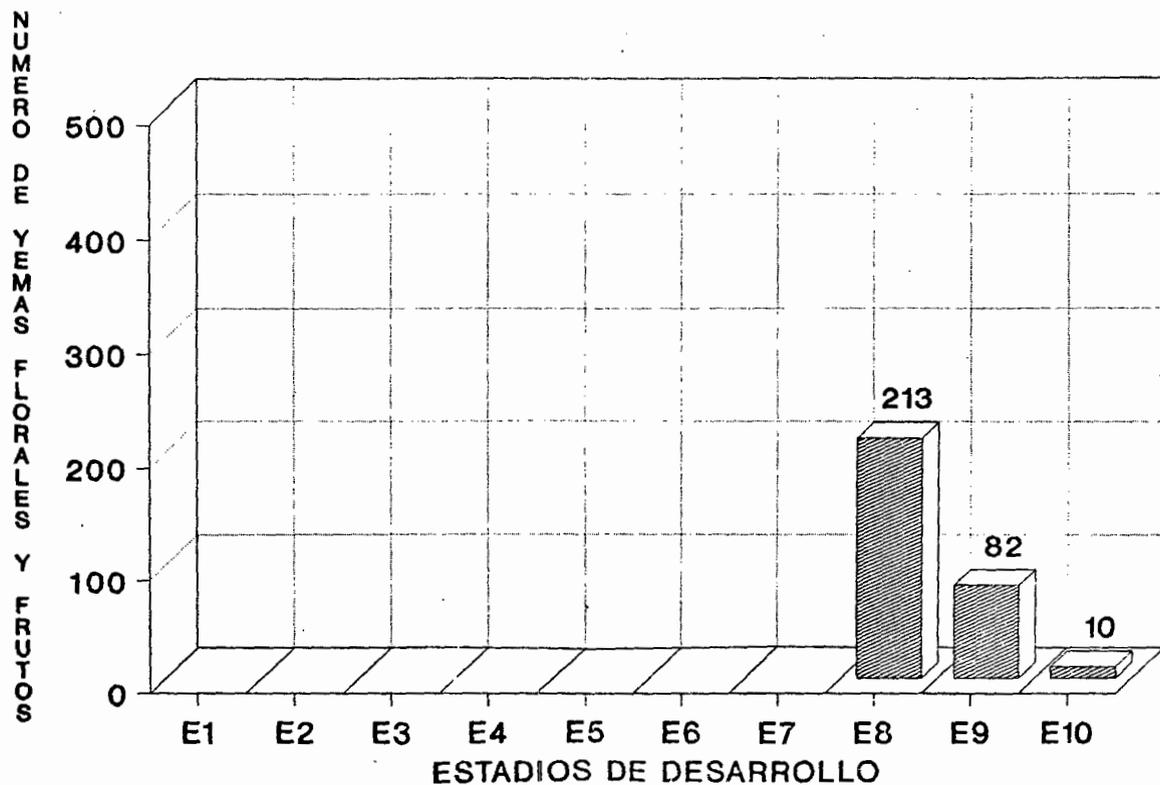


FIGURA 48: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN LA DECIMO NOVENA FECHA DE OBSERVACION (19-05-90).

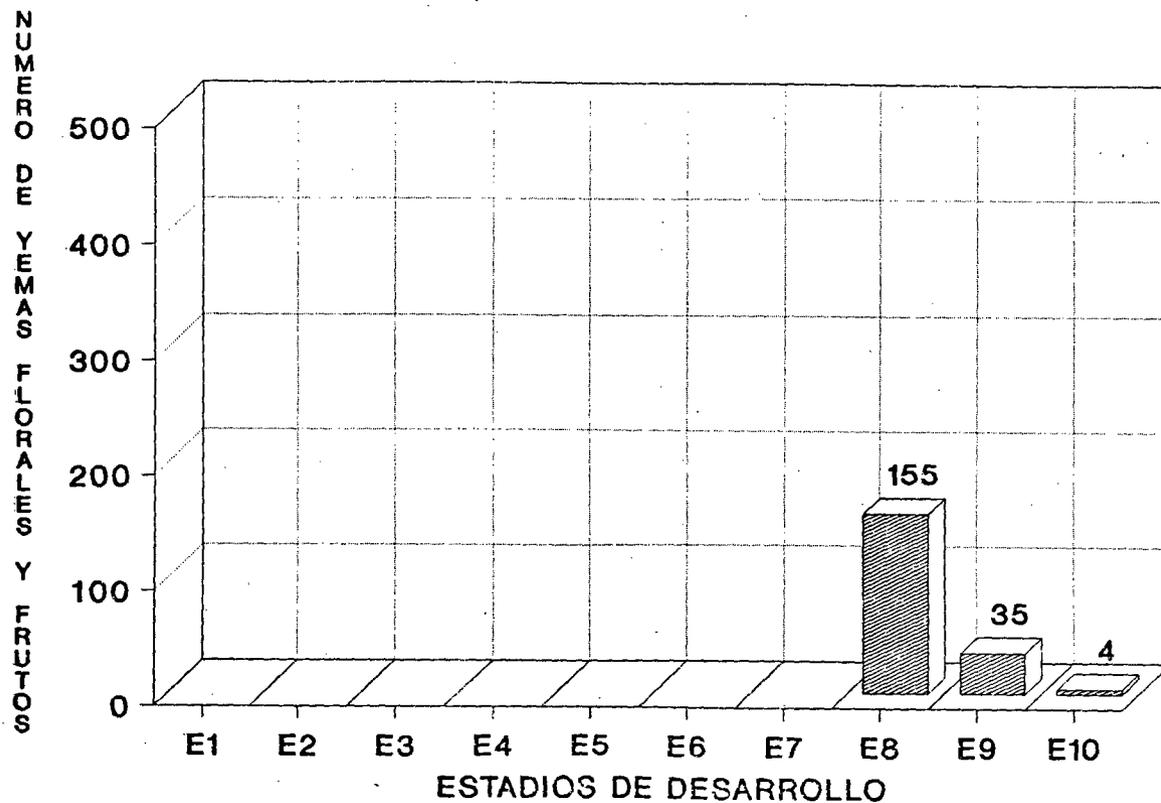


FIGURA 49: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN LA VIGESIMA FECHA DE OBSERVACION. (23-05-90).

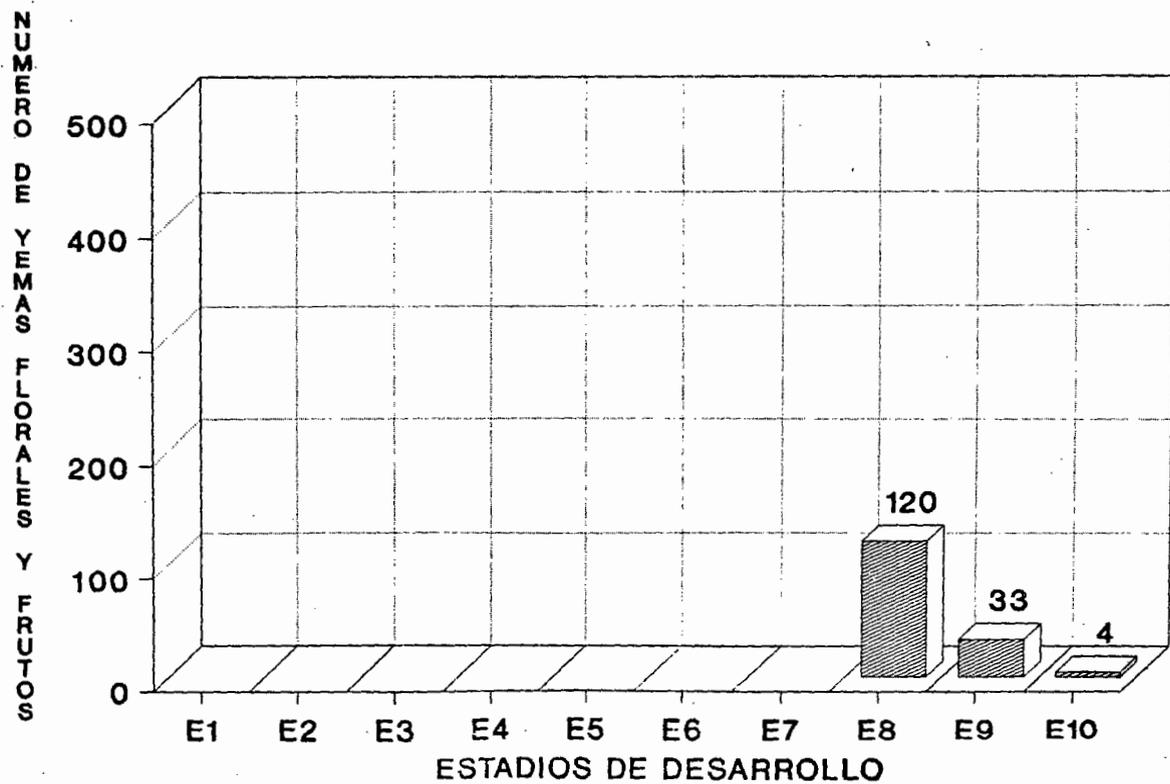


FIGURA 50: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN LA VIGESIMO PRIMERA FECHA DE OBSERVACION (28-05-90).

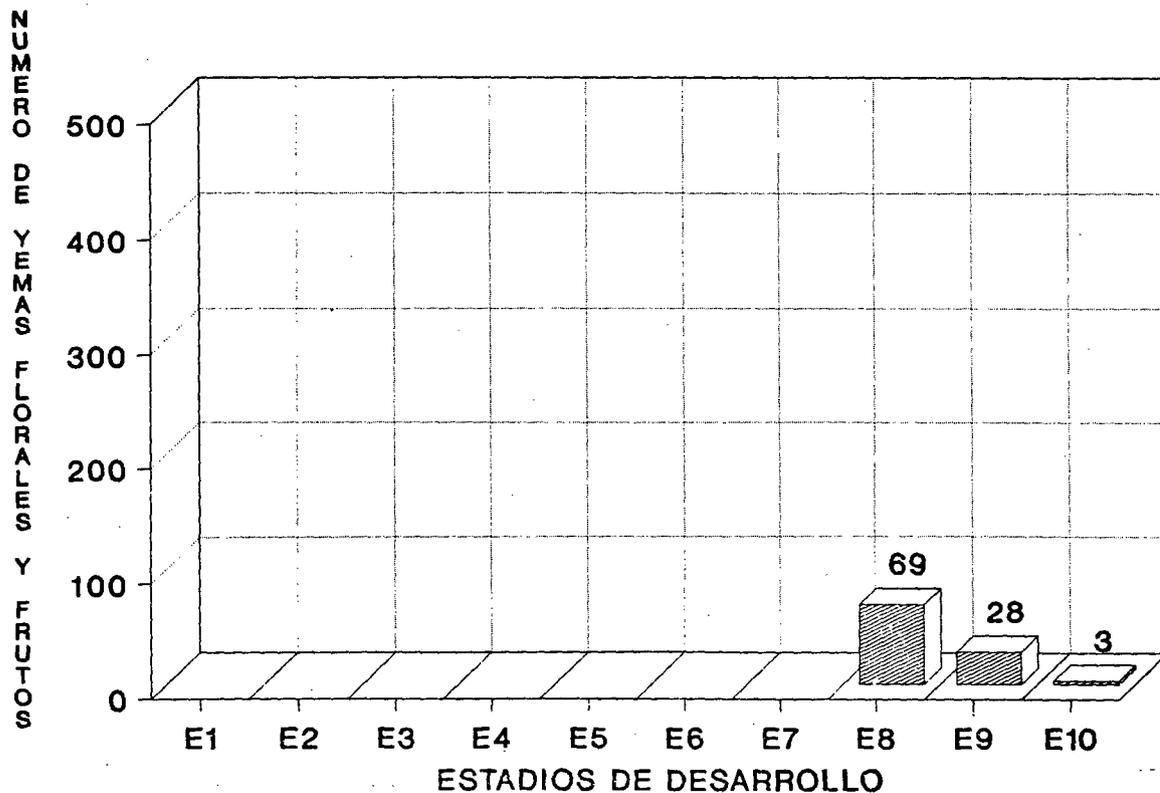
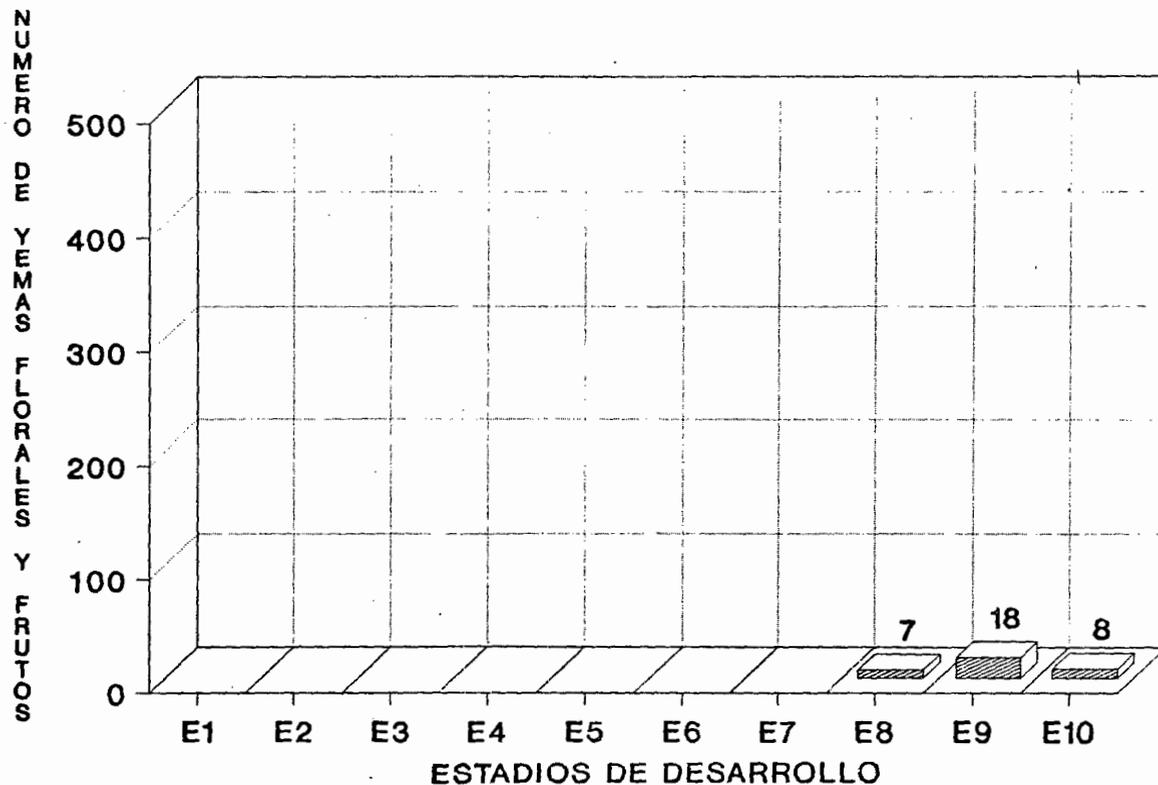
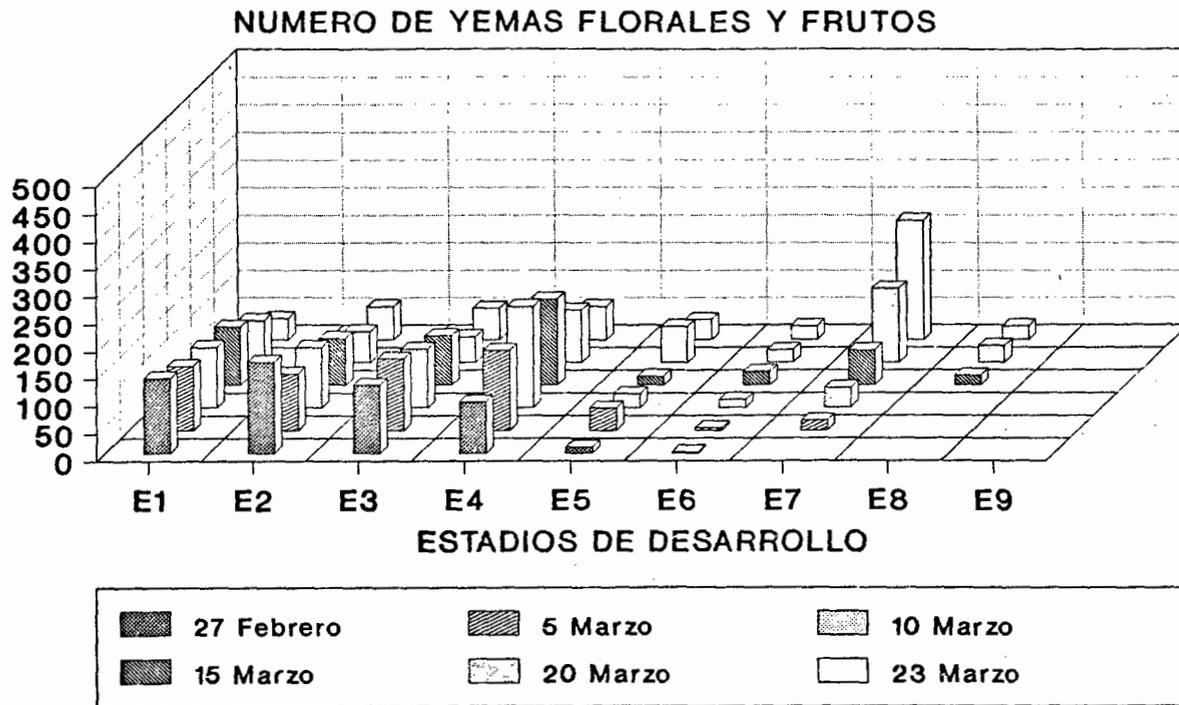


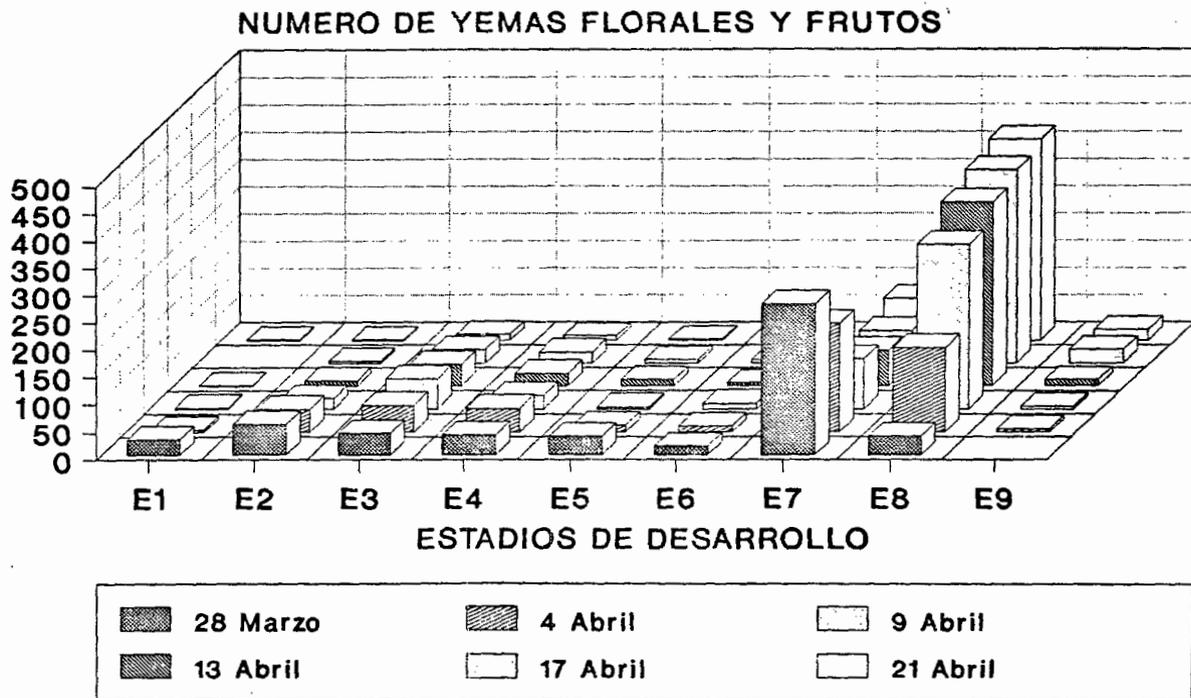
FIGURA 51: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN LA VIGESIMO SEGUNDA FECHA DE OBSERVACION (04-06-90).



**FIGURA 52: VARIACION EN EL NUMERO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS EN LA VIGESIMA TERCERA FECHA DE OBSERVACION (13-06-90)**



**FIGURA 53: DINAMICA DEL DESARROLLO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS DEL 27-02-90 AL 23-03-90.**



**FIGURA 54: DINAMICA DEL DESARROLLO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS DEL 28-03-90 AL 21-04-90.**

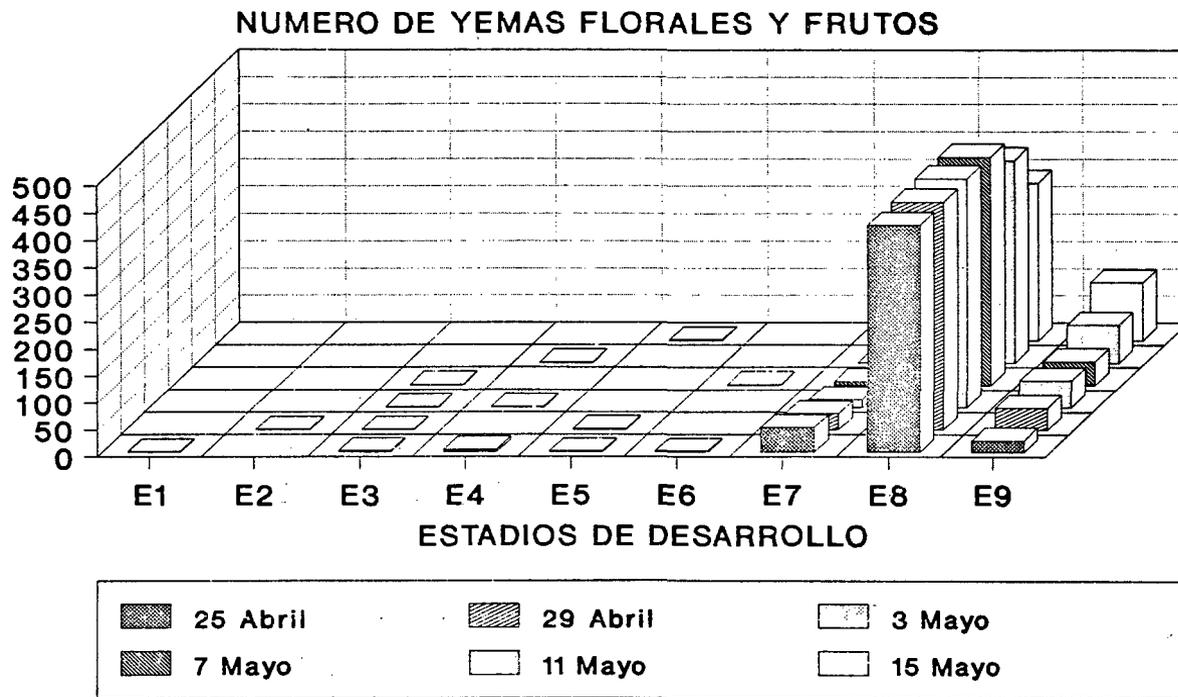
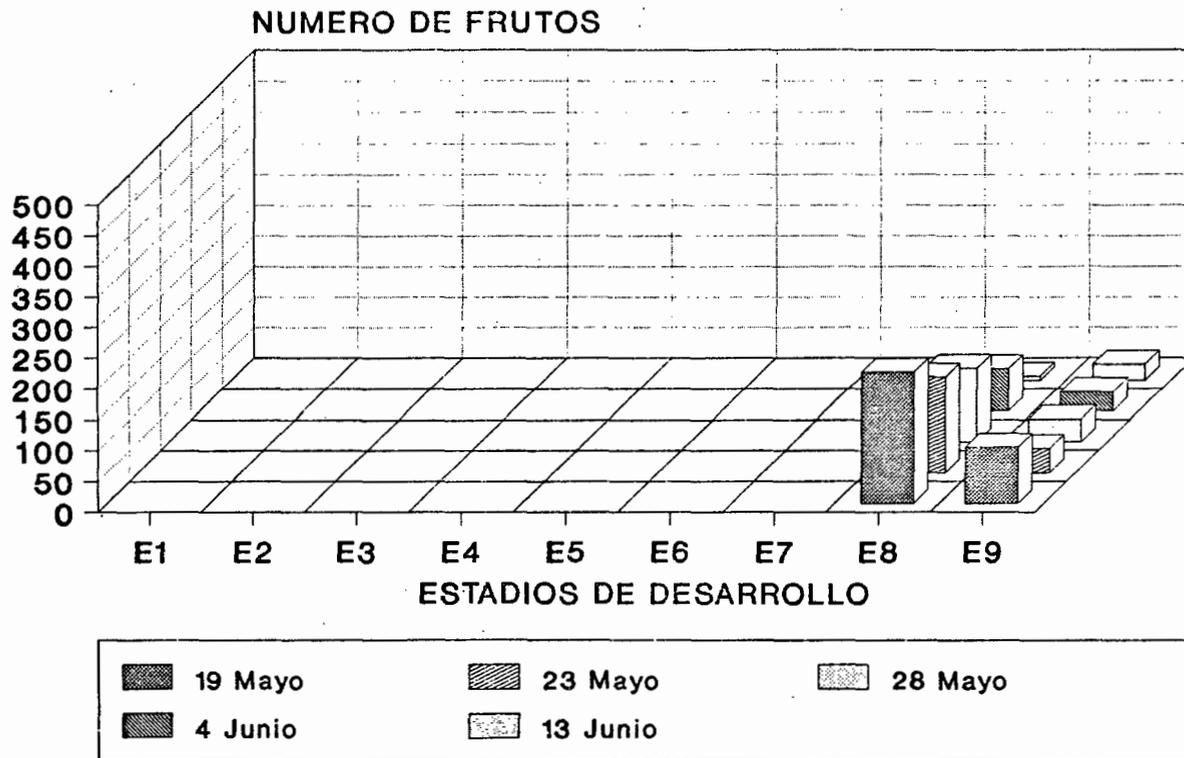


FIGURA 55: DINAMICA DE DESARROLLO DE YEMAS FLORALES Y FRUTOS DEL 25-04-90 AL 15-05-90

BIBLIOTECA GENERAL

CUORA



**FIGURA 56: DINAMICA DEL DESARROLLO DE FRUTOS DEL 19-05-90 AL 13-06-90.**

***Apéndice B. ANALISIS DE LA PRECIPITACION Y TEMPERATURA DE LOS MUNICIPIOS DE AMACUECA, ATOYAC Y TECHALUTA DE MONTENEGRO.***

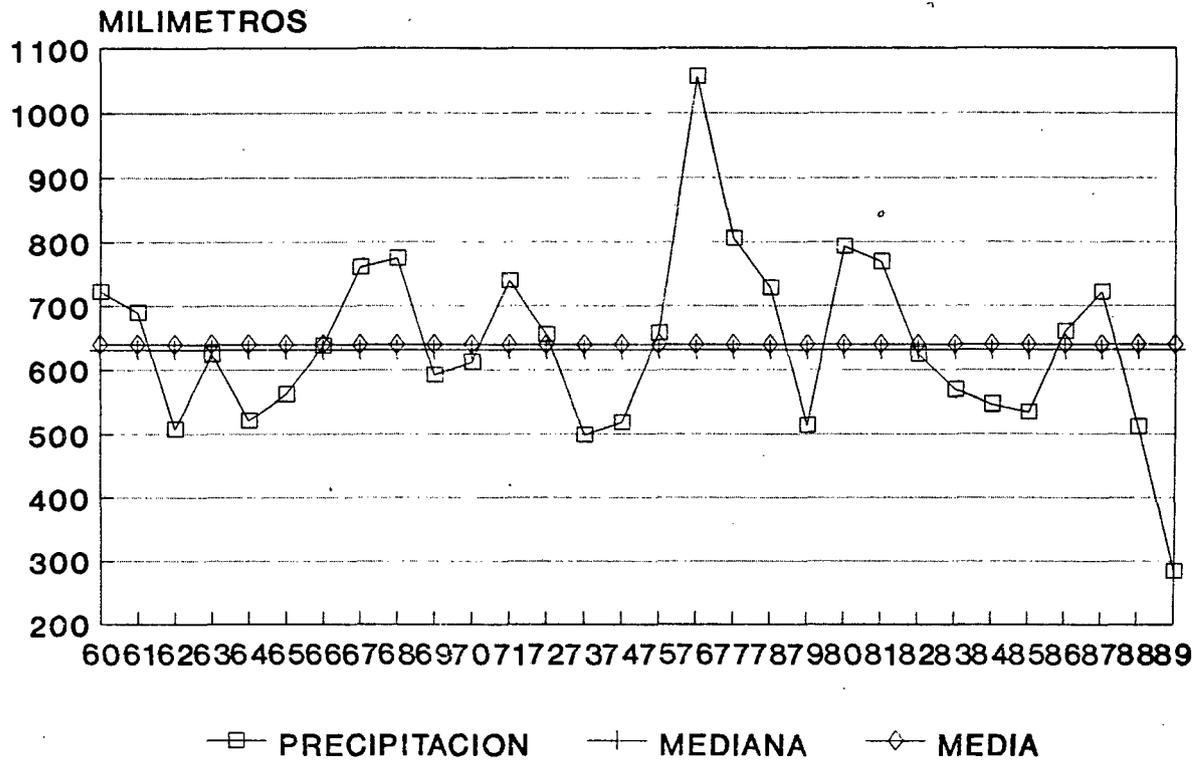
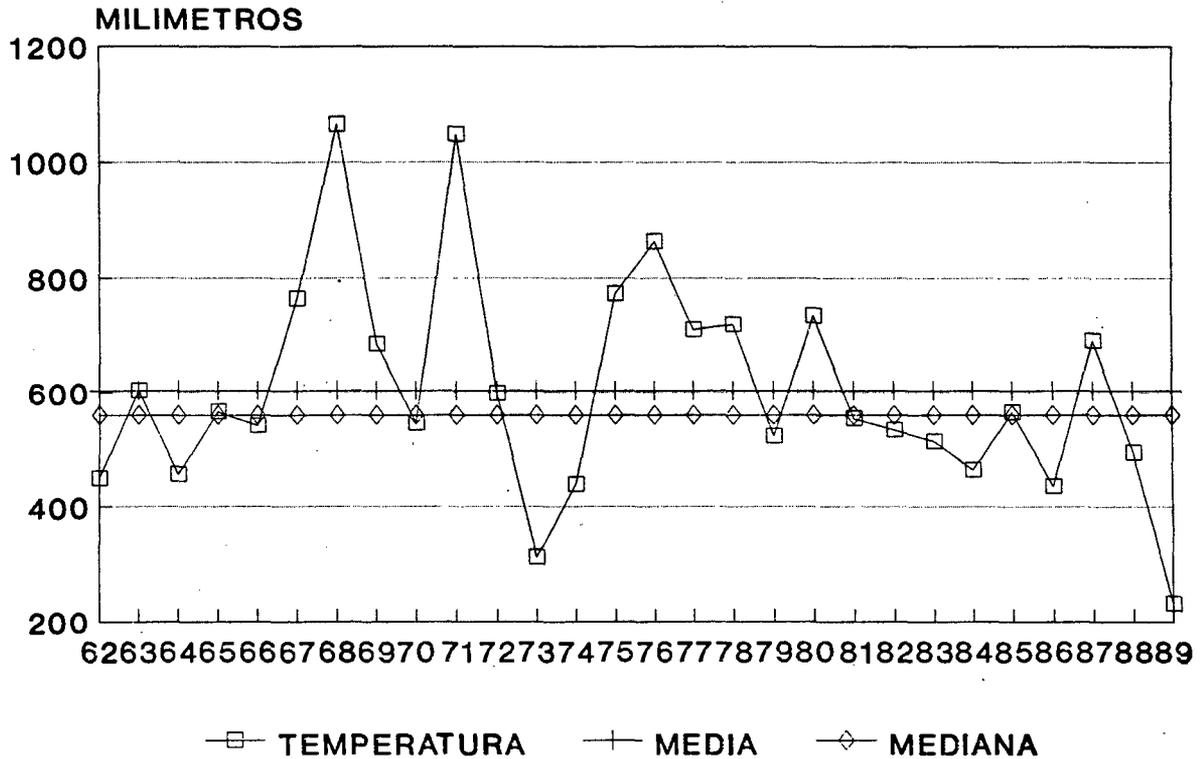


FIGURA 57: PRECIPITACION ANUAL DE 1960 A 1989 EN TECHALUTA, JAL.



**FIGURA 58: PRECIPITACION ANUAL DE 1962 A 1989 EN AMACUECA, JAL.**

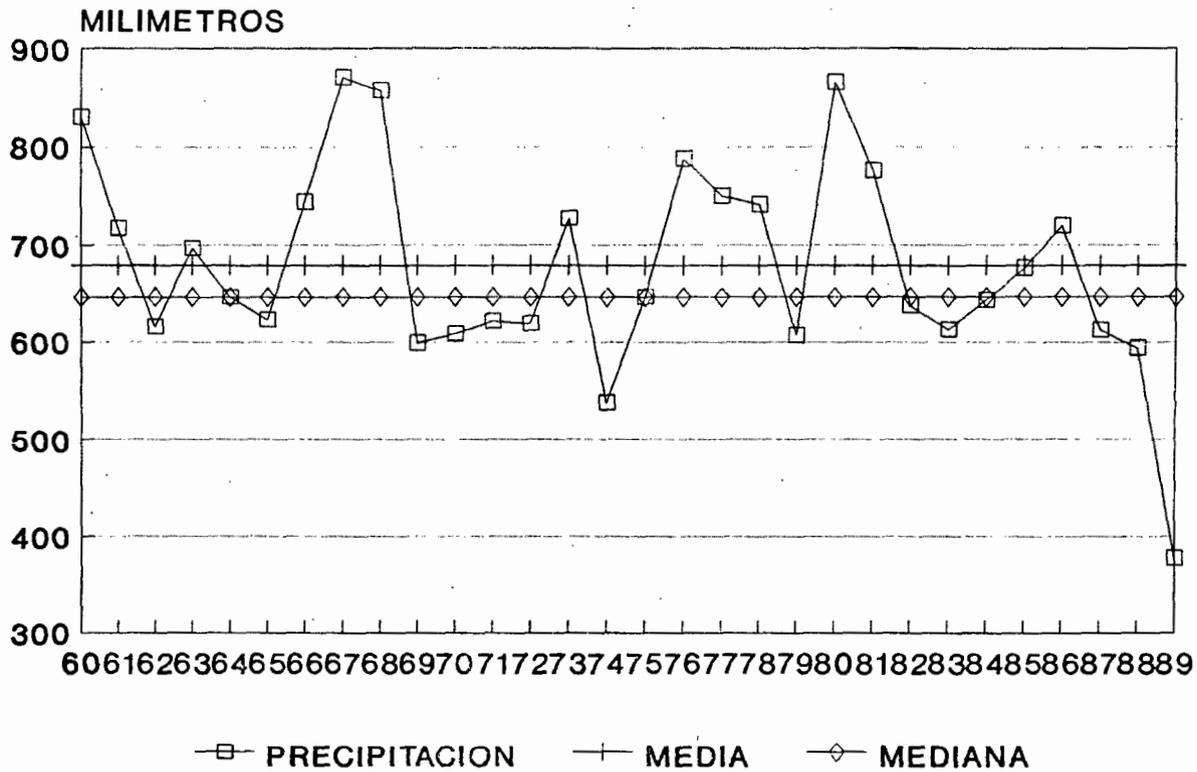
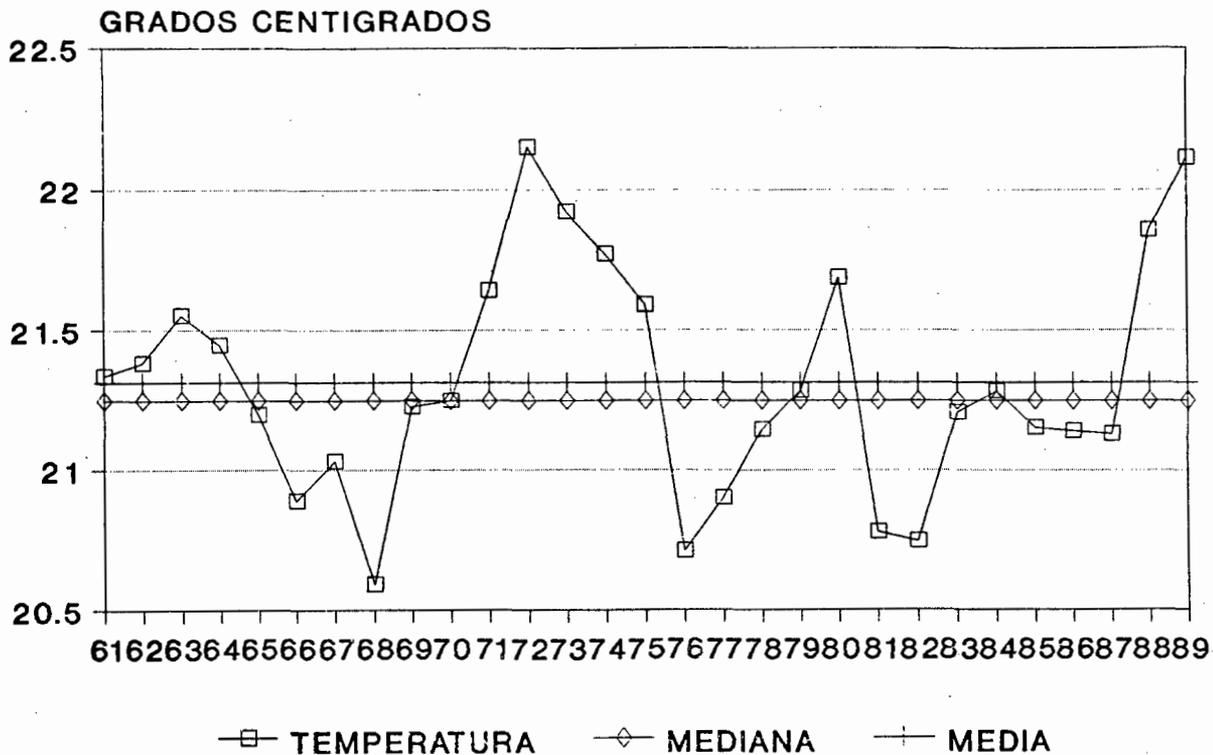
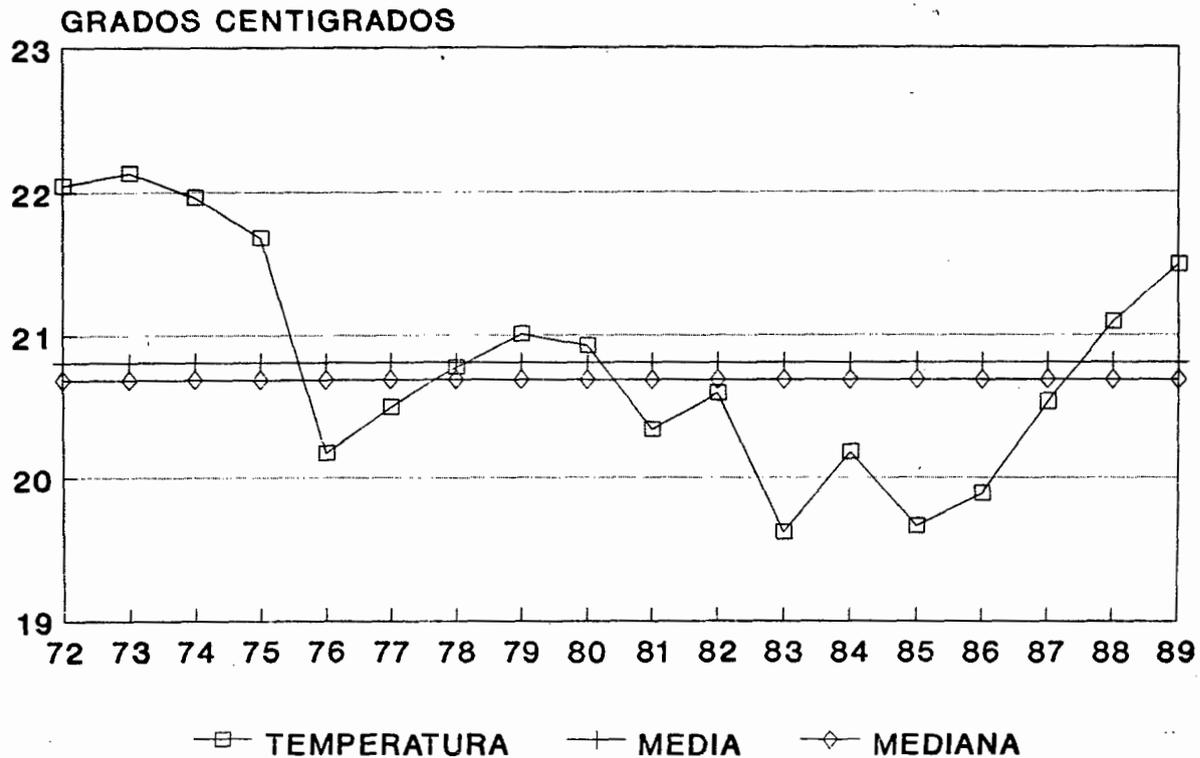


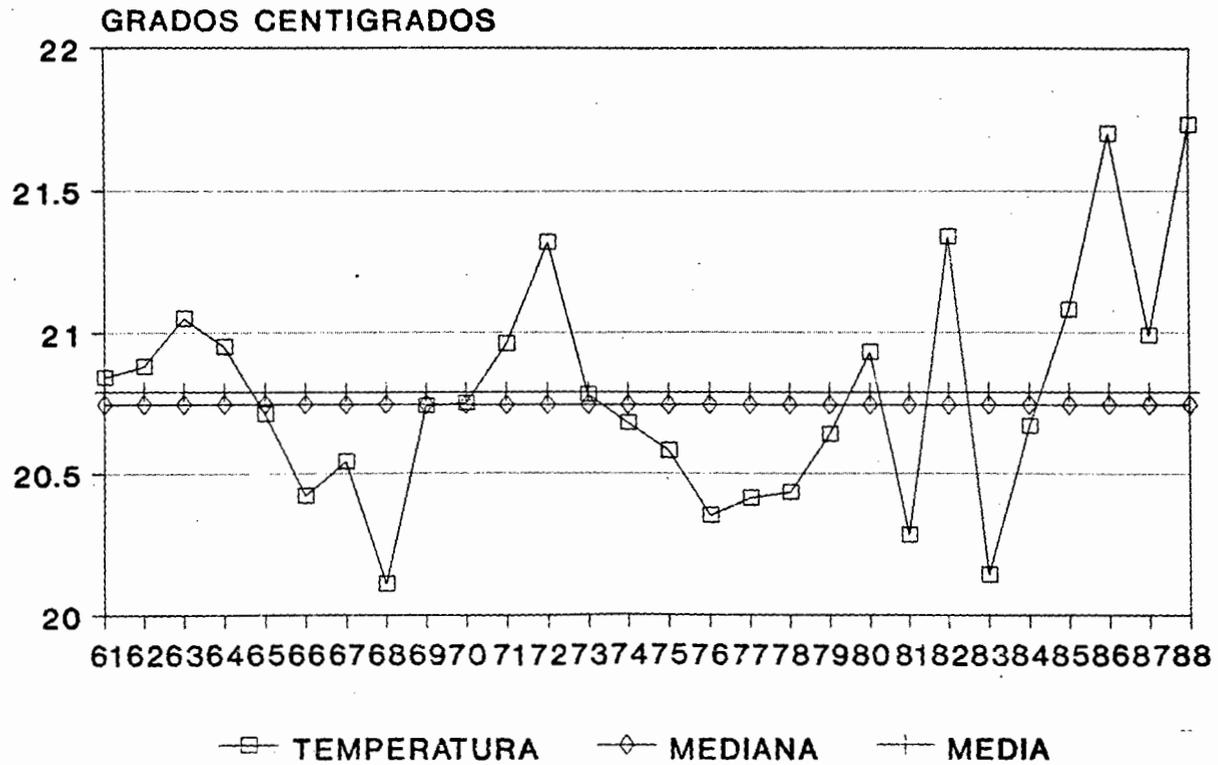
FIGURA 59: PRECIPITACION ANUAL DE 1960 A 1989 EN ATOYAC, JAL.



**FIGURA 60: TEMPERATURA MEDIA ANUAL DE 1961 A 1989 EN TECHALUTA, JAL.**



**FIGURA 61: TEMPERATURA MEDIA ANUAL DE 1972 A 1989 EN AMACUECA, JAL.**



**FIGURA 62: TEMPERATURA MEDIA ANUAL DE 1961 A 1988 EN ATOYAC, JAL.**

## 9. BIBLIOGRAFIA

Barbault, R. 1982. "La noción de estrategia de adaptación en Ecología". *Ciencia y Desarrollo* 45(4): 114-122.

Bertin, R. 1982. "Floral biology, hummingbird pollination and fruit production of trumpet creeper (*Campsis radicans*, bignoniaceae)". *Amer J. Bot.* 69(1): 122-134. 1982.

Beutelspacher, C. 1971. "Polinización en *Opuntia tomentosa* Salm-Dyck y *O. robusta*, Wendland en el Pedregal de San Angel". *Cact. Succ. Mex.* Tomo 16(4):84-86.

Blom, C.W.P.M. "The realism of models in plant demography". *Acta. Bot. Neerl.* 37(4), December 1988, p. 421-438.

Boyle, R. y Philogene, B. 1983. "The native pollinators of an apple orchard: variations and significance". *Journal of Horticultural Science* (1983) 58 (3) 355-363.

Boyle, R. y Philogene, B. 1985. "Pollinator activity and Abiotic Factors in an Apple Orchard". *The Canadian Entomologist* (1985) V. 117:1509-1521.

Bravo-Hollis, H. LAS CACTACEAS DE MEXICO. México, D. F., Universidad Nacional Autónoma de México. 1978 (c 1978) 743 p.

Bravo-Hollis, H. y Sánchez-Mejorada, H. "Claves para la identificación de las Cactáceas en México". *Cact. Succ. Mex. (Número Especial)*. 92 p.

Butanda, A. *et. al.* 1978. "La Polinización Quiropterófila: Una Revisión Bibliográfica". *Biótica* 3(1):29-35.

Ceballos, G. y Galindo, C. "Mamíferos silvestres de la cuenca de México". Primera Edición, 1984. Ed. Limusa. México, D. F. 300 p.

Chan, J. y Bravo, A. 1985 "Fenología de maíz y frijol en el altiplano de Zacatecas. I. El código decimal". *Fitotecnia* (1985) Núm. 7:49-65.

Church, R. y Williams, R. "Comparison of flower numbers and pollen production of several dessert apple and ornamental Malus cultivars". *Journal of Horticultural Science* (1983) 58 (3) 327-336.

Church, R. y Williams, R. "Comparison of flowering dates and pollen release characteristics of several Malus cultivars used as pollinators for Cox's Orange Pippin apple". *Journal of Horticultural Science* (1983) 58 (3) 349-353.

Coombe, G. B. 1976. "The development of fleshy fruits" *Ann. Rev. Plant. Physiol.* Vol. 27: 507-528.

Eguiarte, L. 1983. "Biología floral de Manfreda Brachystachya (Cav.) Rose en el Pedregal de San Angel, México, D. F.". Tesis para obtener el título de biólogo, Fac. de Ciencias, Departamento de Biología.

Emmel, T. "Ecología y biología de poblaciones". Primera Edición en Español. Nueva Editorial Interamericana, México, D. F., 1975.

Flores, E. "La planta: estructura y función". Primera Edición, 1989. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 502 p.

Font Quer, P. DICCIONARIO DE BOTANICA. Barcelona, España. Editorial Labor. 1985 (c 1985) 1244 p.

Franco, M. 1990. "Ecología de Poblaciones". Ciencias (Especial 4): 4-9.

García Pérez, A. "Elementos del Método Estadístico". 7ª Edición. UNAM. 1978. 306-307.

Gibson, A. 1990. "The systematics and evolution of Subtribu Stenocereinae. 9. Stenocereus queretaroensis and its closest relatives". Cactus and Succulent Journal (U. S.) Vol 62 : 170-176.

Gobierno del Estado de Jalisco. Techaluta: Ubicación y superficie. Secretaría de promoción y desarrollo económico. Dirección de Información Básica.

Grant, V. y Grant, K. "Pollination of Opuntia basilaris and O. littoralis". *Pl. Syst. Evol.* 132, 321-325 (1979).

Grant, V. y Connell, W. "The Association between Carpophilus Beetles and Cactus Flowers". *Pl. Syst. Evol.* 133, 99-102 (1979).

Koptur, S. *et. al.* 1988. "Phenological studies of shrub and treelet in tropical cloud forests of Costa Rica". *Journal of Tropical Ecology* (1988) 4:323-346.

Kormondy, E. "Conceptos de Ecología". Cuarta Edición, 1985. Alianza Universidad N° 32. Alianza Editorial. Madrid, España. 278 p.

Lee, H. EL CLIMA Y EL DESARROLLO ECONOMICO EN LOS TROPICOS. México, D. F., Manuales UTEHA N° 363. 1968 (c 1968) 246 p.

Lindgren, W. "Statistical Theory". 3ra. Edición. Mc Millan, New York, 1976. 666 p.

McFarland, J. *et al.* 1989. "Pollination biology of Opuntia imbricata (Cactaceae) in southern Colorado". *Canadian Journal of Botany*. V 67 (1) 24-28. (1989).

Moran, R. 1962. "Polinización en el Saguaro". *Cact. Succ. Mex.* 7(4):101.

Niembro, A. "Semillas de Arboles y arbustos". México, D. F., Ed. Limusa. Primera Edición. 1988.

- Osborn, M. *et al.* 1988. "Pollination biology of *Opuntia polyacantha* and *Opuntia phaeacantha* (Cactaceae) in southern Colorado". *Pl. Syst Evol.* 159, 85-94.
- Pimentel, J. 1984. "El cultivo del manzano y el nogal". *Ciencia y Desarrollo* (55) : 107-116.
- Pimienta, B. E. 1987. "Polinización y fecundación en frutales perennes" *Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, México, D.F. Núm. 4: 27 p.*
- Pimienta, B. E. 1990. "Fase Progámica en Angiospermas". *Ciencia* (1990). 41,319-332.
- Piña, I. 1977. "Pitayas y otras Cactáceas afines del Estado de Oaxaca". *Cact. Suc. Mex.* XXII (1): 3-14.
- Reyes Castañeda, P. "Bioestadística Aplicada". Trillas. 2ª Reimpresión. 1983.
- Rojas, M. y Ramírez, H. "Control hormonal del desarrollo de las plantas". Primera Edición. Ed. Limusa. México, D. F., 1987. 240 p.
- Rosas, M. 1984. "Polinización y fase Progámica en *Opuntia* spp.". Tesis para obtener el título de Biólogo. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Rost, T. *et al.* "Botánica. Introducción a la Biología Vegetal". Primera Edición, 1985. Ed. Limusa. México, D. F. 466 p.

Sarukhán, J. *INTRODUCCION A LA ECOLOGIA DE POBLACIONES*. México, D. F.

Editorial CECSA. 1987 (c 1987) 76 p.

Soberón, J. "Ecología de Poblaciones". México, D. F., Fondo de Cultura Económica, Serie La

Ciencia desde México, N° 82, Primera Edición, 1989. 150 p.

Stephenson, A. 1981. "Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions". *Ann.*

*Rev. Ecol. Syst.* 1981. 12: 253-79.

Torres, E. AGROMETEOROLOGIA. México, D. F. Editorial Diana. 1986 (c 1983). 150 p.

Villalpando, J. "Metodología de Investigación en Agroclimatología". Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1985.

Villalpando, J. "Curso-Taller: Análisis y aplicación de la información climatológica diaria en la agricultura de Jalisco". Guadalajara, Jal. 1990. 57 p.

Weaver, R. "Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura". Primera edición en español, 1976. Ed. Trillas. México, D.F. 622 p.