

41
rej.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS.

BIOSISTEMATICA EN Pleurothallis cardiothallis Reichb.f.
(ORCHIDACEAE).

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A

MIGUEL ANGEL CUELLAR COLIN.

México, D.F.

1987.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE.

	PAG.
I .- INTRODUCCION	1
II.- OBJETIVOS	5
III.- METODOLOGIA	7
IV.- AREA DE ESTUDIO	16
V.- <u>Pleurothallis cardiothallis</u> Reichb.f.	24
VI.- VARIACION FLORAL	
VI.1 COLOR	27
VI.2 MORFOLOGIA	35
VI.3 DIMENSIONES	46
VII.- FENOLOGIA	
VII.1 BAJO CULTIVO	
A) CONDICIONES AMBIENTALES	54
B) FLORACION	67
C) RELACIONES FLORACION / CONDICIONES AMBIENTALES	73
VII.2 EN EL CAMPO	
A) CONDICIONES AMBIENTALES	82
B) CONSIDERACIONES FENOLOGICAS	87
VIII.- DISTRIBUCION DE COLORES FLORALES	91
IX.- PIGMENTOS FLORALES	95
X.- NUMERO CROMOSOMICO	105
XI.- ASPECTOS COMPLEMENTARIOS	
XI.1 PREFERENCIA DE HABITO	110
XI.2 pH Y COLOR FLORAL	112
XII.- DISCUSION	115
XIII.- CONCLUSIONES	124
XIV.- BIBLIOGRAFIA	127

I. Introducción.

La variación es una de las características inherentes a los seres vivos, esto se halla plenamente demostrado por la gran diversidad de la vida en las poblaciones y en las especies que simbolizan a las fuerzas evolutivas (Mettler, 1979).

Tradicionalmente el estudio de la variación se ha basado en caracteres morfológicos externos, pero con el avance de las investigaciones en varios campos de la biología, se ha logrado una visualización integrada tomando en cuenta otros caracteres tales como : los citogenéticos, histológicos, serológicos, fisiológicos, autoecológicos, y más recientemente los bioquímicos : análisis de proteínas, enzimas, ADN y metabolitos secundarios incluidos entre estos, alcaloides y pigmentos. La aplicación integral de ese conjunto de conocimientos en la resolución de problemas de índole taxonómica ha dado lugar a la biosistemática.

Entre las poblaciones de angiospermas ocurre con cierta frecuencia la aparición de formas con variación en el color floral. De acuerdo con la literatura se han reconocido dos tipos de tal polimorfismo :

Uno, que es el más común y de carácter fenotípico, dependiente de las condiciones microambientales o de la edad de la flor, debido probablemente a pequeñas diferencias en la distribución y concentración de los pigmentos florales.

Un segundo tipo, menos frecuente pero de gran interés, debido a diferencias genotípicas, es el caso en donde se pueden reconocer claramente diferentes formas florales en color, coexistiendo en altas frecuencias dentro de una misma población.

No son numerosos los trabajos acerca de los factores que originan y mantienen este tipo de polimorfismo. En algunos casos puede ser el resultado de hibridaciones interespecíficas y ser mantenido por mecanismos que dependen de la discriminación de los polinizadores en relación con las frecuencias relativas de los individuos con diferentes colores florales -- (Kay, 1978).

Pocas familias de angiospermas sobrepasan a las orquídeas en su distribución geográfica, variabilidad de hábitos y en el espectro de color producido por sus flores (Arditti & Fisch, 1977). Los colores han sido frecuentemente utilizados en la descripción de especies y variedades.

Dentro de la familia Orchidaceae existe un notable polimorfismo y numerosas especies con variaciones en el color floral. Tal es el caso de Pleurothallis cardiothallis Reichb. f. que presenta un espectro de coloración floral que va del rojo oscuro al amarillo, así como variaciones morfológicas y de tamaño. Esta especie se halla distribuída en México y Centro América, para el país se han reportado colectas en los estados de Chiapas, Oaxaca, Puebla y Veracruz, pero los reportes más recientes así como las colectas realizadas por el Jardín -

Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional - Autónoma de México, indican que en la actualidad se encuentra dentro de la república en áreas muy restringidas como es el caso de el Volcán San Martín Tuxtla en Veracruz y el Parque Nacional Lagos de Montebello en Chiapas.

El hecho de hallar variaciones notables dentro de una especie conduce a la formulación de interrogantes que requieren de información. Una primer secuencia de dudas sería acerca de cómo se origina un polimorfismo; cómo se mantiene dentro de las poblaciones; y a donde se dirige en el proceso evolutivo. La búsqueda de respuestas satisfactorias a estas cuestiones es notablemente difícil. Sin embargo, existen otras preguntas que surgen a primera vista, más asequibles y que posiblemente conduzcan a inferir acerca de aquéllas. Se puede tomar como un punto de partida el tratar de establecer relaciones entre las variaciones observadas, o buscar los efectos de las variaciones en otros aspectos de la biología de las especies. Un punto de interés es el sistemático, en donde se intenta evaluar hasta que grado repercuten las diferencias en la clasificación taxonómica.

El presente trabajo desarrollado en el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, surgió ante la inquietud de adquirir información básica acerca del polimorfismo floral observado en Pleurothallis cardiothallis Reichb.f. y ante la necesidad del conocimiento de

la biología de especies silvestres que en México se encuentran, por su distribución natural y por el deterioro ambiental en -- áreas restringidas y amenazadas de extinción.

II. Objetivos.

Se plantea como objetivo central, el estudio de la variación en Pleurothallis cardiothallis Reichb.f. con la finalidad de contribuir al conocimiento de su biología y poder reevaluar su posición taxonómica dentro de un marco biosistemático, teniéndose como finalidades inmediatas :

a) Determinar si existe relación entre el color y la variación morfológica floral, tomando en cuenta las siguientes características : forma o contorno, base, ápice, margen y textura.

b) Determinar si existe relación entre el color y la variación dimensional de las estructuras florales : pétalos, sépalos y labelo.

c) Establecer si existen diferencias en la fenología de la floración entre plantas con diferentes colores florales, tanto en condiciones de cultivo en invernadero como bajo condiciones naturales en el campo, considerando :

- i) época de floración.
- ii) amplitud, inicio y finalización del período floral.
- iii) respuesta a las condiciones ambientales de temperatura y humedad.

d) Establecer las proporciones de los colores florales en el campo para estimar su abundancia relativa dentro de las poblaciones.

e) Determinar las diferencias en la composición pigmentaria por medio de un análisis cromatográfico comparativo en los extractos florales de los diferentes grupos de color.

f) Establecer si existen diferencias a nivel citogenético, determinando el número cromosómico en el meristemo de -ápices radiculares.

III. Metodología.

El estudio constó de tres fases básicas de trabajo :

A) Campo; B) Invernadero y C) Laboratorio.

A) Campo.

1) Localización y colecta de ejemplares.

Teniendo como antecedente las colectas de Pleurothallis cardiorthallis Reichb.f. realizadas por personal del Jardín Botánico, se efectuaron los viajes preliminares con dos objetivos : a) establecer dentro de las localidades los puntos de estudio, procurando contar con el mayor número posible de ejemplares bajo observación en los lugares más accesibles; b) co--lectar en ambas localidades (San Martín Tuxtla, Veracruz y Montebello, Chiapas), con el fin de contar con ejemplares vivos, que se trasplantaron al invernadero y sobre los cuales se rea--lizó el estudio bajo condiciones de cultivo.

2) Observaciones fenológicas.

Se llevaron a cabo visitas periódicas a ambas localidades para observar el desarrollo de la floración en el campo, intentando abarcar un período anual.

Se anotaron las condiciones; botón, flor, fruto de los ejemplares en los sitios elegidos, haciendo hincapié en el color floral. Un registro fotográfico se tomó como apoyo para la identificación de los colores exhibidos por los especímenes

III. Metodología.

El estudio constó de tres fases básicas de trabajo :

A) Campo; B) Invernadero y C) Laboratorio.

A) Campo.

1) Localización y colecta de ejemplares.

Teniendo como antecedente las colectas de Pleurothallis cardiothallis Reichb.f. realizadas por personal del Jardín Botánico, se efectuaron los viajes preliminares con dos objetivos : a) establecer dentro de las localidades los puntos de estudio, procurando contar con el mayor número posible de ejemplares bajo observación en los lugares más accesibles; b) co--lectar en ambas localidades (San Martín Tuxtla, Veracruz y Montebello, Chiapas), con el fin de contar con ejemplares vivos, que se trasplantaron al invernadero y sobre los cuales se rea--lizó el estudio bajo condiciones de cultivo.

2) Observaciones fenológicas.

Se llevaron a cabo visitas periódicas a ambas locali--dades para observar el desarrollo de la floración en el campo, intentando abarcar un período anual.

Se anotaron las condiciones; botón, flor, fruto de los ejemplares en los sitios elegidos, haciendo hincapié en el color floral. Un registro fotográfico se tomó como apoyo para la identificación de los colores exhibidos por los especímenes

en su habitat natural.

3) Colecta de material floral.

Durante las visitas al campo se colectaron flores -- que fueron sumergidas en una mezcla 3:3:1 de formol, glicerina y alcohol etílico, procurando tener muestras del mayor número -- posible de ejemplares. Se anotó localidad, fecha de colecta y color correspondientes, dicho material fue utilizado para las -- observaciones relativas a las características morfológicas de -- los especímenes estudiados en el campo.

4) Marcaje de ejemplares en el campo.

A los especímenes hallados dentro de los sitios de -- estudio se les etiquetó, señalándoseles con un número. Esto -- permitió llevar un registro de la floración y hacer una estima-- ción de la proporción de ejemplares pertenecientes a los dife-- rentes colores florales.

5) Observaciones sobre polinización.

Excursiones en los períodos de floración fueron rea-- lizadas con la finalidad de observar a los insectos visitantes de la especie, y se llevó a cabo un registro fotográfico.

Se utilizó una red entomológica de malla fina para atrapar a los insectos, cloroformo y frascos entomológicos pa-- ra su conservación. Las observaciones se efectuaron durante -- el período diurno.

6) Otros datos obtenidos en el campo.

a) Observaciones sobre hábito vegetativo.

De los ejemplares marcados en el campo se anotó el hábito vegetativo, dividiéndose en terrestres y epífitos, lo que facilitó una estimación de la preferencia de hábito de la especie.

b) Determinación de pH del suelo.

Muestras de suelo de los diferentes puntos de estudio fueron colectadas en bolsas de polietileno y expuestas al sol durante los días de estancia en el campo. Posteriores determinaciones sobre su pH se realizaron con un potenciómetro digital. A 20 gramos de suelo desecado, se le añadieron 15 ml. de agua destilada, la mezcla se agitó durante 30 minutos, al término de los cuales se hicieron las determinaciones.

B) Invernadero.

1) Cultivo de ejemplares.

Los ejemplares colectados fueron trasladados al invernadero en donde se cultivaron bajo las siguientes condiciones :

Cada espécimen fue depositado en una maceta plástica, con perforaciones en el fondo para permitir un drenaje adecuado.

El sustrato utilizado resultó de la mezcla hortícola:
1.- "tierra de hoja" (con alto contenido de restos vegetales -- principalmente hojarasca); 2.- "lama" (tierra fértil con alto porcentaje de materia orgánica); 3.- "maquique molido" (compuesto vegetal resultante de la mezcla de los restos de raíces pecíolos y fustes de helechos arborescentes de los géneros -- Sphaeropteris y Cyathea (Cyatheaceae). La proporción empleada fue 1/3:1/3:1/3.

Se hicieron cambios de sustrato cada seis meses, -- manteniendo las proporciones citadas, con la finalidad de restituir los componentes perdidos o disminuidos durante ese lapso. Los ejemplares no fueron abonados adicionalmente para evitar la posible estimulación artificial de la floración.

Se eligieron ocho puntos dentro del invernadero para el cultivo de los ejemplares cubriendo el gradiente de condiciones ambientales en temperatura, humedad y exposición luminosa,

que se establece dentro de la instalación en función de su topografía. De tal manera que para cada sitio con características ambientales diferentes, se tenían especímenes representantes de cada grupo de color y localidad.

El riego distribuido principalmente por aspersión, es más o menos homogéneo en los diferentes puntos utilizados, aunque cabe mencionar que los puntos más cercanos a los estanques cuentan con humedad adicional proveniente de esos depósitos de agua por vaporización.

2) Registro de floración.

Este se llevó a cabo semanalmente y en él se anotaron el número de flores y botones que presentaba cada ejemplar en el momento del registro y su color correspondiente. Para facilitar el registro, cada espécimen se etiquetó, indicándose su localidad de origen, grupo de color floral y ubicación dentro del invernadero.

3) Registro fotográfico.

Con la finalidad de contar con un apoyo fotográfico para la determinación de colores y morfología de los diferentes ejemplares, se creó un banco de diapositivas. Estas fueron tomadas con una cámara fotográfica de 35mm., contándose con un juego de lentillas para acercamientos (X1, X2, X3). Las películas utilizadas fueron de 64 y 100 ASA.

4) Colecta de material floral.

De los ejemplares cultivados en el invernadero se colectaron flores que fueron sumergidas en espíritu para su conservación. Cada frasco poseía anotaciones sobre la localidad de origen, grupo de color y ubicación del ejemplar dentro del invernadero, así como su fecha de colecta. En este material se basaron las observaciones sobre morfología y dimensiones florales.

5) Registro de temperatura.

En tres diferentes puntos del invernadero se colocaron termómetros de mínima y máxima, de tal manera que se contó con un termómetro para cada nivel : inferior, medio y superior.

Las lecturas de temperatura se efectuaron diariamente aproximadamente a las 15 horas, cuando la temperatura ya había alcanzado su nivel máximo.

Los registros fueron promediados para cada mes, teniéndose un promedio mensual de temperatura mínima y uno de temperatura máxima para cada uno de los tres niveles de registro.

6) Registro de humedad.

El invernadero Faustino Miranda cuenta con un termo-higrógrafo ubicado hacia la parte central del nivel superior de la instalación. De las gráficas que proporciona éste semanalmente, se obtuvieron los datos de humedad mínima y máxima dia--

rias, que fueron agrupados y promediados para cada mes, de manera que se obtuvo un promedio mensual para humedades mínimas y uno para humedades máximas.

C) Laboratorio.

1) Tipificación de color.

Para la identificación de los colores florales se -- utilizó el diccionario de color de Maerz y Paul (1950). Este -- fue elegido por considerarse apropiado para los colores y tonos presentados por el material en estudio que fluctúan de un amarillo intenso a un rojo obscuro.

Las tipificaciones se hicieron por comparación directa de las flores con el diccionario, para ello únicamente se -- utilizó material fresco obtenido de los ejemplares cultivados -- en el invernadero.

Tanto el diccionario como el material a comparar se hallaban iluminados por luz natural, procurándose hacer las determinaciones en las horas del día con mayor exposición solar -- (de las 12 a las 15 Hrs.). Asimismo, se procuró no utilizar para las tipificaciones flores marchitas o deterioradas por la acción de insectos, moluscos u otras plagas.

2) Registro de dimensiones florales.

Se utilizó una regla graduada en milímetros, registrándose el ancho (considerado como la máxima medición hallada en un sentido transversal a la estructura observada), y el largo (la máxima medición hallada en el sentido longitudinal). Con tales consideraciones se efectuaron las siguientes determinaciones :

IV. Area de estudio.

El trabajo se desarrolló en tres áreas : A) Parque Nacional Lagos de Montebello, Chiapas; B) Volcán San Martín Tuxtla, Veracruz; y C) Invernadero Faustino Miranda.

A) Parque Nacional Lagos de Montebello.

La región de los Lagos de Montebello comprende un sistema lagunar de grandes dimensiones situado al Sureste del estado de Chiapas en sus límites con la República de Guatemala.

Perteneciente al municipio de la Trinitaria, se localiza aproximadamente entre los 16°10' a 16°05' latitud Norte y los 91°45' a 91°40' longitud Oeste se halla enclavado en la región fisiográfica de la Altiplanicie de Chiapas o Mesa Central caracterizada por sus áreas montañosas, entre las que se alternan algunos valles de altitud considerable como son los de Teopisca, San Cristobal y Amatenango, en la parte central. Al extremo Sureste de esta zona como parte del Valle de Comitán se encuentran los lagos y lagunas de Montebello, Tzisco, Tepancuapan y Yalmutz (Gallegos, 1976). La altitud del valle varía de los 1000 a los 1500 m.s.n.m.

Dentro de los límites del parque nacional se hallan aproximadamente 36 lagunas, muchas de ellas intercomunicadas, formando una basta red hidrológica rodeada de un sistema forestal, en el que destacan los pinares de Pinus oocarpa y P. tenuifolia, así como encinares de Quercus peduncularis, entre -

los que se encuentran manchas de bosque decíduo secundario de -
liquidambar (Miranda, 1952).

La alta precipitación y abundancia de lagunas en la zona determinan una elevada humedad, lo que permite el desarrollo de abundantes epífitas, musgos, helechos, selaginelas y angiospermas, entre las cuales destacan las pertenecientes a las familias de las orquídeas y bromelias entre otras.

El Parque Nacional Lagos de Montebello se halla en la región de zonas templadas de Chiapas, la estación meteorológica más cercana es "La Trinitaria" localizada en el municipio del mismo nombre entre los 16°08' de latitud Norte y 92°03' de longitud Oeste, se ha determinado que el clima en dicha estación es A(C)w₁(w)ig (García, 1973) que corresponde a un clima semicálido, isotermal, con lluvias en verano, sequía intraestival y un porcentaje de lluvia invernal menor al 5%. El promedio anual de temperatura es de 19.9°C con oscilaciones de - - 18.3°C a 21.5°C y la precipitación media anual es de 1030.5 mm.

Una superficie relativamente extensa del parque que antes se hallaba cubierta por bosque, ha sido transformada en campos para desarrollo agrícola de temporal y para uso pecuario, "estas actividades han resultado contraproducentes, en virtud de las exigencias que el suelo necesita para sustentar la productividad del cultivo, ya que las técnicas de mejoramiento orgánico del suelo mediante quemas resultan ineficientes y constituyen un peligro para el bosque" (SAHOP 1980).

Es notable la ausencia de estudios de caracter; geológico, hidrológico, botánicos y faunísticos de tan basta área de reserva natural.

B) Volcán San Martín Tuxtla.

La sierra de Los Tuxtlas localizada al Sureste del estado de Veracruz es una pequeña cadena de origen volcánico, de la cual el Volcán San Martín es la mayor elevación con una altitud máxima de 1738 m.s.n.m. (Soto, 1976); localizado aproximadamente a los 18°35' latitud Norte y 5°10' longitud Oeste, el volcán presenta un cráter con dos conos interiores y un diámetro cercado a los 1.5 Km , la profundidad del cráter ha sido estimada, entre la parte más alta del borde y el piso, en 180 m aproximadamente.

La cara Sur del San Martín presenta una apariencia regular con tres picos de altitud semejante. En su vista Norte el cráter exhibe una depresión notable, mientras que la parte Oeste está constituida por una escarpada ladera. La cumbre -- Suroeste presenta algunos declives casi verticales, siendo estos excesivamente abruptos al igual que los declives exteriores (Alvarez del C., 1976).

El macizo volcánico de Los Tuxtlas se encuentra entre las zonas aluviales formadas por las cuencas de los ríos Papaloapan y Coatzacoalcos. Su orografía determina una variación climática que va de húmedo a subhúmedo y de cálido (la mayor extensión) a semicálido (en los picachos). En general se considera que el clima es cálido húmedo (Lot-Helgueras, 1976).

El clima de la región abarca varios subtipos del clima "A" de Koeppen modificado por García (1973). En la re--

gión se encuentran tres zonas térmicas y el San Martín se halla por su altitud en la zona semicálida que ocupa áreas cuya altitud está comprendida entre los 700-800 m hasta los 1500 ó --- 1700 m.s.n.m.

Para los sitios de mayor altitud el clima es (A) C - (fm) (Soto, 1976); semicálido húmedo, régimen de lluvias uniformemente repartidas y con un porcentaje de lluvia invernal menor a 18%. Las isoyetas alcanzan en las partes más altas y expuestas a los vientos húmedos provenientes del Golfo de México, valores hasta de 4000 y 4500 mm. La temperatura media anual está entre los 18°C y 22°C.

En el San Martín existe un alto grado de humedad, -- tanto en la atmósfera como en el suelo, debido al alto nivel de precipitación y gran concentración de nubes. El tipo de vegetación que se encuentra en el cráter es selva baja perennifolia de Oreopanax y Rapanea excepto en parte del piso en donde hay una pequeña sabana (Alvarez del C., 1976). Grandes cantidades de epífitas especialmente helechos y angiospermas de las familias Orchidaceae, Araceae, Bromeliaceae y Gesneriaceae se encuentran cubriendo los troncos y ramas de los árboles.

La descripción realizada por Don José Mariano Mociño (1793) en la expedición que realizó al Volcán de Los Tuxtlas, con motivo de su última actividad, hace suponer que la vegetación fue incendiada y destruída, sobre todo en el cráter, debido a las explosiones y materiales incandescentes vomitados por

el volcán y que la selva baja perennifolia que actualmente cubre la mayor parte del cráter, se originó después de esa perturbación y se desarrolló sobre los materiales arrojados durante la erupción.

C) Invernadero Faustino Miranda.

Esta instalación forma parte del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México y se encuentra dentro de los terrenos de la Ciudad Universitaria en el Pedregal de San Angel. Su fundación data del año de 1959 y fue destinado a albergar la colección de plantas vivas de la Institución, fundamentalmente aquéllas procedentes de las zonas cálido-húmedas del país.

El invernadero es de forma hemisférica y cubre aproximadamente 835 m^2 . Con una altura máxima de 16 m, su cúpula es una estructura de hierro revestida con marcolita. Fue construido sobre una hondonada natural de lava del propio pedregal, por lo que su topografía es irregular, conteniendo diversas -- oquedades y niveles que le confieren cierta variedad microclimática especialmente en cuanto a la exposición luminosa y temperatura, estableciéndose un gradiente de estos factores en función de la altura y ubicación de los puntos particulares en el invernadero.

El clima es regulado parcialmente de manera artificial, pues si bien éste varía de acuerdo con las condiciones climáticas de la Ciudad de México, el manejo de humidificadores, extractores, inyectores, ventiladores y riego, permite un cierto control de las condiciones dentro del invernadero.

El clima fue clasificado por Enriqueta García (Quero, 1968) como (A) Cfa (i), lo que corresponde a un clima semi

cálido, húmedo con lluvias uniformemente repartidas, verano cálido y poca oscilación anual de las temperaturas medias mensuales.

La humedad en el invernadero procede fundamentalmente del riego y de la evaporación del agua contenida en los estanques, además en las estaciones secas se hace funcionar los humidificadores, permitiendo un alto nivel de humedad con fluctuaciones relativamente pequeñas (Peña de Sousa, 1974).

La temperatura del invernadero forma un gradiente, hallándose la parte más cálida hacia los niveles superiores y disminuyendo paulatinamente hasta los huecos inferiores, donde se presentan los lugares más fríos y oscuros. Las oscilaciones térmicas fluctúan de los 10°C mínima a 35°C máximo (Peña de Sousa, 1974).

Cierto control sobre las temperaturas extremas se logra por medio de la ventilación, haciéndose circular el aire cuando se trata de épocas calurosas y por calefacción en tiempos de baja temperatura, fundamentalmente durante el invierno.

El suelo del invernadero se prepara con diversas mezclas de lo que se conoce comunmente como lama, tierra de hoja y tierra negra, variando las proporciones de éstas de acuerdo con los requerimientos particulares de las especies a cultivar.

V. Pleurothallis cardiothallis Reichb.f.

Dentro de la subtribu Pleurothallidinae Lindley, se hallan alrededor de 3800 especies de orquídeas divididas en 26 géneros y distribuidas en la América tropical y subtropical -- (Dressler, 1981). De acuerdo con Misas y Arango (1974) los países andinos son el centro de distribución geográfica del grupo y Colombia el país con mayor número de especies, siendo un importante centro de diversificación.

Algunos de los géneros en Pleurothallidinae están -- conformados por muy pocas especies, mientras otros contienen -- centenares que difieren notablemente entre sí, como Pleurothallis.

Según Dressler (1981) dentro de la subtribu las diferencias en número de polinios parecen corresponderse adecuadamente con las delimitaciones genéricas. Sin embargo, él mismo y otros autores (Garay, 1974; Misas y Arango, 1974; Luer 1975) reconocen que hay artificialidad dentro de la clasificación que deberá esclarecerse mediante estudios comparativos de los géneros no bien definidos y grandes grupos, cuyas especies presentan considerables diferencias.

El género Pleurothallis R.Br. es el más numeroso de la subtribu y de los más complejos. Contiene alrededor de 1500 binomios y aun cuando un número considerable de ellos han sido ya reducidos a sinónimos, el grupo es todavía uno de los más -- grandes de la familia Orchidaceae, reconociéndose por lo menos 1000 especies (Garay, 1974). Abarca un conjunto de especies no

tables por su disimilitud y polimorfismo, que se hallan comunemente establecidas en las regiones montañosas de los trópicos y subtrópicos americanos.

La distribución del género comprende: Florida, México, las Antillas, Centroamérica y Norte de Sudamérica, --- siendo incierto su centro de origen.

La especie tipo Pleurothallis ruscifolia (Jacq.) R. Br. fue descrita como Epidendrum ruscifolium Jaquin para la -- Martinica en 1760. Robert Brown basó en 1813 el género Pleurothallis en esta especie ampliamente distribuida.

A fines del siglo pasado y principios del presente diversos autores describieron un número considerable de especies. Posteriormente algunos otros investigadores redescubrieron muchas de ellas con nuevos nombres, ya sea porque consideraban que las variaciones representaban nuevas especies o no percibían que sus especímenes pertenecían a especies ya descritas, lo cual creó confusión y una multiplicación de epítetos, debido también en gran parte al hecho de que mucha de la literatura antigua ha sido de difícil obtención o difícil de interpretar por las vagas descripciones y porque muchos de los especímenes tipo son inaccesibles. La escasa comunicación --- entre los taxónomos de distintas áreas geográficas tuvo como consecuencia que muchas especies tomaran nuevos nombres en diferentes regiones. La variabilidad de las especies del género complicó el problema (Luer, 1975).

tables por su disimilitud y polimorfismo, que se hallan comunemente establecidas en las regiones montañosas de los trópicos y subtrópicos americanos.

La distribución del género comprende: Florida, México, las Antillas, Centroamérica y Norte de Sudamérica, --- siendo incierto su centro de origen.

La especie tipo Pleurothallis ruscifolia (Jacq.)R. Br. fue descrita como Epidendrum ruscifolium Jaquin para la -- Martinica en 1760. Robert Brown basó en 1813 el género Pleurothallis en esta especie ampliamente distribuída.

A fines del siglo pasado y principios del presente diversos autores describieron un número considerable de especies. Posteriormente algunos otros investigadores redescubrieron muchas de ellas con nuevos nombres, ya sea porque consideraban que las variaciones representaban nuevas especies o no percibían que sus especímenes pertenecían a especies ya descritas, lo cual creó confusión y una multiplicación de epítetos, debido también en gran parte al hecho de que mucha de la literatura antigua ha sido de difícil obtención o difícil de interpretar por las vagas descripciones y porque muchos de los especímenes tipo son inaccesibles. La escasa comunicación --- entre los taxónomos de distintas áreas geográficas tuvo como consecuencia que muchas especies tomaran nuevos nombres en diferentes regiones. La variabilidad de las especies del género complicó el problema (Luer, 1975).

Pleurothallis presenta inflorescencias muy variables y debido al valor taxonómico de este carácter, es posible - que sea reevaluado a futuro. Las claves utilizadas para el género son totalmente artificiales (Ames y Correll, 1952; - Garay, 1974; Williams, 1951) y están realizadas solamente - para la identificación de las especies en áreas geográficas específicas.

Williams (1951) listó 57 especies de Pleurothallis - para México. La primera descripción de P. cardiothallis -- fue hecha por Reichenbach f. en 1857, el tipo fue introduci do en el Hortus Schillerianus (Alemania) de material culti vado en Inglaterra. Esta especie variable que crece en bos ques densos y selvas ha sido reportada para México, Guatema la, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y Colombia (Luer, 1977).

Etimológicamente su nombre deriva del griego kardio - (corazón) y thallos (tallo) en referencia a sus tallos que sostienen hojas en forma de corazón. De acuerdo con Luer -- (1977) presenta la siguiente sinonimia:

- Humboldtia cardiothallis (Reichb. f.) Kuntze, Rev. - Gen. Pl. 2:667.1891.
- Pleurothallis acutipetala Schltr., Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 10:353. 1912.
- Pleurothallis costaricensis Schltr., Beih. Bot. Cen tralbl. 36 (2):395. 1918; non Rolfe.
- Pleurothallis schlechteriana Ames, Sched. Orchid. --- 2:24. 1923.

VI. Variación floral.

VI.1 Color.

Las orquídeas sobresalen entre las fanerogamas debido a la gran diversidad de formas y al amplio espectro de color producido por sus flores. Los colores han sido utilizados frecuentemente en la descripción de especies y variedades (Arditti & Fisch, 1977).

Ames y Correll (1952) hacen referencia al color de Pleurothallis cardiothallis Reichb.f. como variable; esta característica la comparte con un buen número de especies de orquídeas entre las que se puede citar a Pleurothallis segoviensis Reichb.f. cuyas flores varían en color de verde-amarillo a rojo púrpura; Physosiphon tubatus (Lloëd.) Reichb.f. con flores de amarillo verdoso a rojo brillante (Ames & Correll, 1952); Epiactis helleborine (L.) Crantz violeta rojizo, violeta pálido y blancas (Weijer, 1952); Cattleya bicolor Lindl. color oliva, café amarillento y café rojizo (Harper, 1974); Doritis pulcherrima Lindl. con flores rosa, rosa pálido y blancas (Harper, 1974).

En los registros de floración de orquídeas que se lleva a cabo semanalmente en el Invernadero Faustino Miranda y en las consultas al Herbario Nacional "MEXU", se detectaron en P. cardiothallis flores tanto rojas como amarillas; en las observaciones de campo y en los ejemplares cultivados en el presente trabajo, se encontró que además existen formas intermedias con un color semejante al naranja, así como una gama de tonos dentro de esos colores. Para facilitar el estudio se dividie--

ron los especímenes en tres grupos que corresponden de acuerdo con las tipificaciones basadas en el diccionario de color de -- Maerz y Paul (1950) a los siguientes :

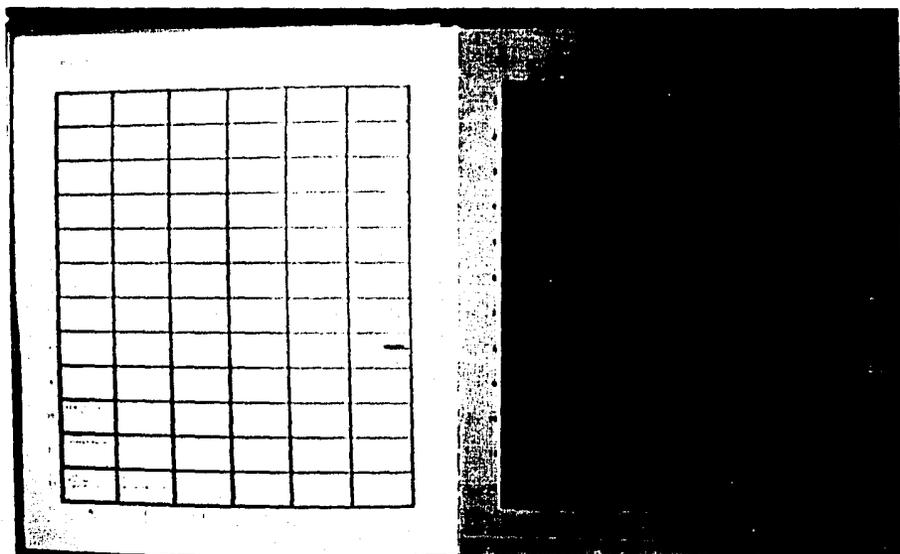
1. Rojo (8L6)
2. Intermedio (7L8)
3. Amarillo (10L3)

En donde el primer número de la clave corresponde al número de lámina utilizado en el diccionario, la letra señala la posición en la columna vertical y el segundo número la posición en la columna horizontal (figuras 1 y 2).

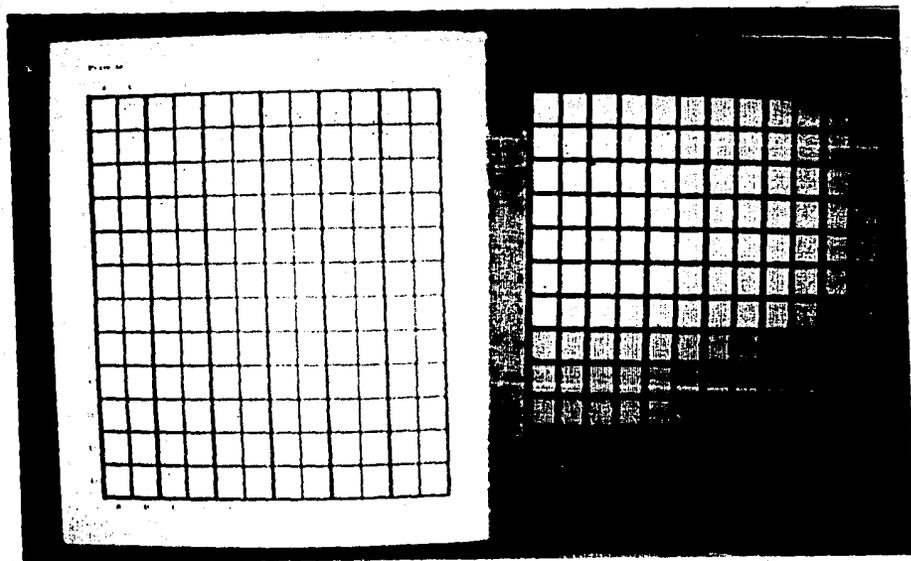
En cada grupo de color se detectó una variación de tonos que fueron clasificados dentro de las tres divisiones básicas (tabla 1). Se observó que tanto en el material de Chiapas como en el de Veracruz los grupos con mayor variedad de tonos son los intermedios, presentando estos una intergradación con formas afines al grupo rojo (7L6, 7L7), formas de color completamente intermedias (7L9) y formas afines al grupo amarillo (7A10). Mientras que en los grupos rojo y amarillo el color es más homogéneo, es decir, existe dentro de ellos una menor variedad de tonos especialmente en el amarillo donde sólo se hallan pequeñas diferencias en la brillantez.

Se han reconocido de acuerdo con la literatura, dos tipos de variación en el color floral (Kay, 1978). Uno que es el más común en donde la variación es un fenómeno puramente fenotípico, que depende de las condiciones microambientales o de

FIG. 1.- LAMINAS DEL DICCIONARIO DE COLOR DE MAERZ & PAUL
(1950).



LAMINA No. 7



LAMINA No. 10

FIG. 2.- CONTRAPORTADA DE LA LAMINA 8 DEL DICCIONARIO DE COLOR MAERZ & PAUL (1950)

	A	C	E	H	J	L	
1							1
2							2
3							3
4						Andorra	4
5				Chippendale African Brown+ Afghan-	Horsechestnut	Zanzibar	5
6		Ambulance	Rose Ebony	Granada Morro- Armada+	Briarwood-	Mirador Argentina+ Art Brown+	6
7			Lava-		Liberia+	Caruncle+	7
8		Chaetura Black	AFRICAN+	CORDOVAN Woodland Brown	Java Brown	Brazil Brown-	8
9	Hudson Seal	London Smoke+	NEGRO	Rembrandt	Hindu Galleon+	Maracaibo Domingo Brown-	9
10	SEPIA ^P	Moose	SEAL	CHOCOLATE	Falcon Muskrat+	Java+ Nomad Brown-	10
11	Wren	Bark Mocha+	Piccaninny Perique+ Otter-	Congo+	Montella	LEAF MOLD Kolinsky Weathered Oak-	11
12	AUTUMN	Bracken	Broncho- Old English Br+	Cattail Café Noir-		Mandalay Friar+	12
	A	C	E	H	J	L	

TABLA No. 1.-

COLORACION FLORAL

TIPIFICADA DE ACUERDO CON
EL DICCIONARIO DE COLOR DE MAERZ Y PAUL (1950)

1

GRUPO ROJO

8L4 8L5 8L6 8L7

2

GRUPO INTERMEDIO

7L6 7L7 7L8 7L9 7H10 7A10

Aff. ROJO

Aff. AMAR.

3

GRUPO AMARILLO

10L2 10L3

la edad de la flor y que probablemente sea debido a pequeñas diferencias en la distribución y concentración de los pigmentos - florales o de la estructura de los pétalos y otras partes florales. Este tipo de variación suele ser contínua y cubre un pe-
queño rango de color, siendo difícil cuantificar e investigar patrones inter o intrapoblacionales.

Un segundo tipo menos frecuente y de gran interés es debido a diferencias genotípicas, en donde se pueden reconocer claramente diferentes formas coexistiendo en altas frecuencias dentro de una población. Este último parece ser el caso de P. cardiothallis, ya que dentro de sus poblaciones se reconocen -- formas de color manifiestamente diferentes con un rango de va--
riación relativamente amplio, con extremos tan diferentes como es el amarillo del rojo.

Al efectuarse repeticiones de la tipificación para - un mismo individuo no se percibieron cambios en la coloración, mostrándose ésta constante a lo largo del desarrollo del presente estudio, indicando que las variaciones medioambientales re--
gistradas dentro del invernadero no afectan al color floral. - Resultados similares se obtuvieron de las observaciones en las diferentes visitas al campo. Paralelamente, al cultivarse ejemplares pertenecientes a diferentes grupos de color en condicio-
nes semejantes de suelo, riego, humedad, temperatura e ilumina-
ción, cada espécimen conservó su propio color.

El hecho de hallar variaciones en las flores condu-

ce a pensar en su posible relación con los agentes polinizadores. Los grupos de color floral de P. cardiothallis ofrecen una variedad de estímulos visuales que pudieran actuar de manera selectiva atrayendo polinizadores que presenten diferentes capacidades en la percepción del espectro de color.

Existen diversos reportes acerca de que el estímulo visual juega un papel relevante en la atracción selectiva de -- grupos importantes de polinizadores. Según Dodson (1965) hay suficiente evidencia para afirmar que el color puede actuar como una barrera para la hibridación. Por ejemplo, dos especies de Elleanthus : E. roseus y E. arapophyllostachys están estrechamente relacionadas, crecen juntas y florecen al mismo tiempo y aunque las flores son morfológicamente similares, difieren en color : E. roseus es rosada y E. arapophyllostachys anaranjada. Son visitadas por dos diferentes especies de colibríes, no se han encontrado híbridos y cada especie de ave visita únicamente a una especie de Elleanthus.

El estímulo visual generalmente está asociado con -- fragancia pero no siempre ocurre así. En el caso particular de P. cardiothallis no presenta fragancia en ninguna de sus diferentes formas de color o al menos ésta no es perceptible a los sentidos humanos, pero existe otro factor de interés para la -- atracción del polinizador, la secreción de pequeñas cantidades de néctar en la superficie pilosa de la uña del labelo (figuras 3 y 4).

FIG. No. 3.- VISTA LATERAL DE LA FLOR DE P. cardiothallis.

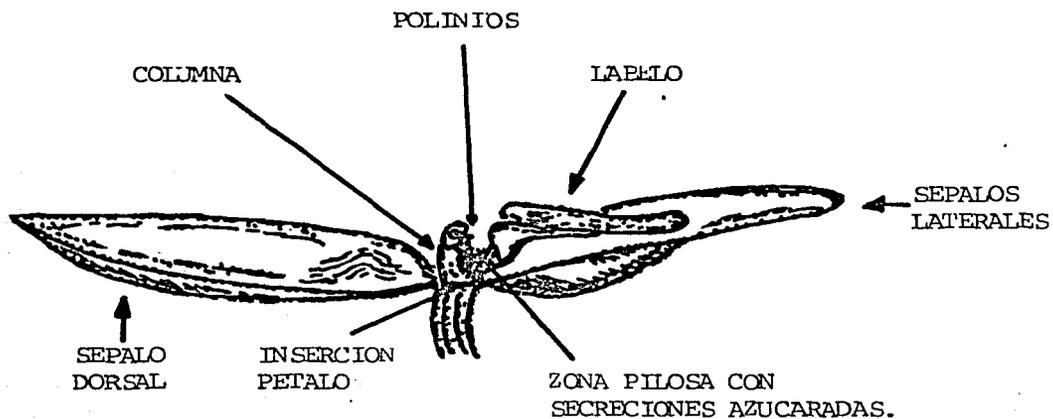
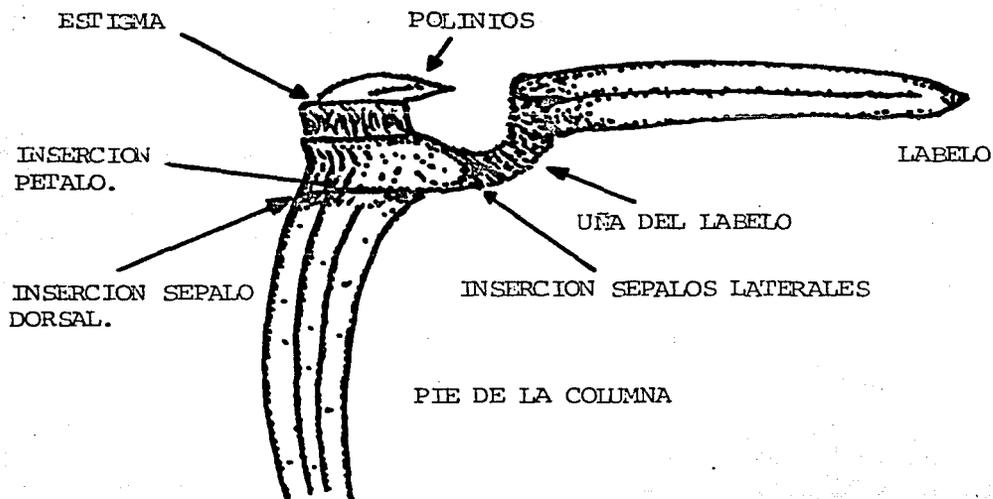


FIG. No. 4.- COLUMNNA Y LABELLO VISTA LATERAL.



VI.2. Morfología.

Dentro de las orquídeas existe una gran variedad de formas florales, sin embargo, algunas de sus especies parecen ser relativamente homogéneas, mientras otras son notoriamente más variables con respecto a sus características florales : forma, tamaño, color, ornamentación, etc.

Son numerosos los casos dentro de la familia en que han surgido problemas para designar a un grupo bajo la categoría de especie, pues es muy frecuente el hecho de encontrar grupos con poblaciones extremadamente variables, mostrando divergencias en la apariencia floral de población a población, con el consecuente desacuerdo entre los taxónomos.

La hibridación parece ser uno de los factores determinantes en la producción de variabilidad y en la formación de las especies vegetales. Son pocos los trabajos realizados sobre hibridación natural en orquídeas, sin embargo, las consecuencias de ésta en introgresión han sido detectadas (Whithner, 1974).

El análisis de algunos "enjambres híbridos" ha conducido a diferentes autores (Anderson, 1949; Nieremberg, 1972; Withner y Stevenson, 1968) a calificarlos como ejemplos de hibridación introgresiva, debido a la variabilidad que existe a veces de planta a planta con una mezcla de caracteres de los grupos progenitores, como resultado de las cruzas y retrocruzas de estos con su progenie.

La morfología de las estructuras florales observadas en P. cardiothallis se muestra variable en algunos de los caracteres tomados en consideración, tal es el caso de : la forma, - base y ápice; en cambio otros se muestran uniformes : margen y textura (tablas 2 y 3).

De manera semejante se puede decir que las estructuras más variables son los sépalos dorsal y laterales y en menor grado el labelo, mientras que pétalos y sobre todo columna se muestran constantes.

Así se observó que en los ejemplares procedentes de Veracruz dentro del grupo rojo, la forma de sépalos laterales - es orbicular-ovada, en el grupo intermedio es ovada y en el amarillo orbicular (figuras 5, 6 y 7). Los sépalos dorsales tanto en los especímenes intermedios como en los amarillos son elípticos, mientras los del grupo rojo son orbiculares.

Los labelos de los tres grupos son oblongo-rectangulares, pero en el rojo e intermedio son auriculados (con un ensanchamiento en la base con apariencia auricular), en tanto que los del amarillo carecen de tal carácter.

En los ejemplares provenientes del estado de Chiapas, los sépalos laterales del grupo amarillo son transversalmente - elípticos, en cambio en los rojo e intermedio son suborbiculares y ovados, respectivamente (figuras 8, 9 y 10).

Los sépalos dorsales de los grupos intermedio y amarillo

son elípticos, en tanto los del rojo son suborbiculares.

Los labelos de estos tres grupos son oblongo-rectangulares, pero en el intermedio y amarillo son auriculados, mientras que los especímenes rojos carecen de auriculación.

Se observó que aun dentro de un mismo grupo de color localidad se pueden hallar variaciones, especialmente en los intermedios, siendo los grupos rojo y amarillo morfológicamente más homogéneos.

son elípticos, en tanto los del rojo son suborbiculares.

Los labelos de estos tres grupos son oblongo-rectangulares, pero en el intermedio y amarillo son auriculados, mientras que los especímenes rojos carecen de auriculación.

Se observó que aun dentro de un mismo grupo de color localidad se pueden hallar variaciones, especialmente en los intermedios, siendo los grupos rojo y amarillo morfológicamente más homogéneos.

TAELA No. 2.- MORFOLOGIA DE LAS ESTRUCTURAS FLORALES.

L O C.	GRUPO DE COLOR	SEPALO DORSAL	SEPALOS LATERALES	PETALOS	LABELO	COLUMNA
C H I A P A S	Rojo	suborbicular apiculado	suborbicular apiculados	oblicuamente lanceolados pungentes	oblongo, rec- tangular, mucro- nado unguicula- do en la base.	comprimida dor- soventralmente, rostelo caudado
	Interme- dio.	elíptico apicu- lado ó suborbi- cular apiculado.	ovados apicula- dos ó suborbi- cular apicula- dos.	oblicuamente lanceolados pungentes.	oblongo rectangu- lar, mucronado - pandurado-auricu- lado en la base.	comprimida dor- soventralmente, rostelo caudado
	Amarillo	elíptico obtusó	transversalmen- te elípticos, apiculados, or- biculares ap.	oblicuamente lanceolados pungentes.	oblongo-rectan- gular, mucrona- do pandurado- auriculado en - la base.	comprimida dor- soventralmente rostelo caudado
V E R A C R U Z	Rojo	orbicular apiculado	orbicular ovada, apicula- do.	oblicuamente lanceolados a subulados pungentes.	oblongo-rectan- gular, mucrona- do y auriculado en la base.	comprimida dor- soventralmente, rostelo caudado
	Interme- dio.	elíptico acutado.	ovado acutado.	oblicuamente lanceolados pungentes.	oblongo-rectan- gular a subcua- drado, mucrona- do auriculado en la base.	comprimida dor- soventralmente, rostelo caudado
	Amarillo	elíptico apiculado	orbicular apiculado	oblicuamente lanceolados pungentes.	oblongo-rectan- gular a cuadrado mucronado ungui- culado-base.	comprimida dor- soventralmen- te, rostelo cau- dado.

TABLA No. 3.- CARACTERISTICAS DE LAS ESTRUCTURAS FLORALES

L O C.	GRUPO DE COLOR	SEPALO DORSAL	SEPALOS LATERALES	PETALOS	LABELO
C H I A P A S	Rojo	serrulado o doble- mente serrulado, - granular.	serrulado o doble- mente serrulado, - granular.	entero granular-finamente granular.	ciliado en el ápi- ce, entero en la base, granular-fina- mente granular.
	Inter- medio.	serrulado ó doble- mente serrulado, gra- nular-finamente gra- nular.	serrulado, granular-finamen- te Granular.	entero finamente -granu- lar.	ciliado en el ápi- ce, entero en la base granular.
	Anarillo	doblemente serrula- do, granular-fina -- mente granular.	serrulado doblemente serru- lado, granular.	entero finamente granu- lar.	ciliado en el ápi- ce, entero en la base granular
V E R A C R U Z	Rojo	doblemente serrulado granular-finamente granular.	doblemente serru- lado granular.	entero granular-finamente granular.	ciliado en el ápi- ce, entero en la base, granular-fina- mente granular.
	Interme- dio.	serrulado o doble-- mente serrulado, granular.	serrulado doblemen- te serrulado, granu- lar.	entero finamente-granula- lar.	ciliado en el ápi- ce, entero en la ba- se, granular-pu <u>veru</u> loso.
	Anarillo	doblemente serrulado granular.	serrulado en la ba- se entero en el -- ápice, granular.	entero granular-finamen- te granular.	ciliado en el ápi- ce, entero en la base, granular.

FIG. 5.-

FLOR ROJA VERACRUZ

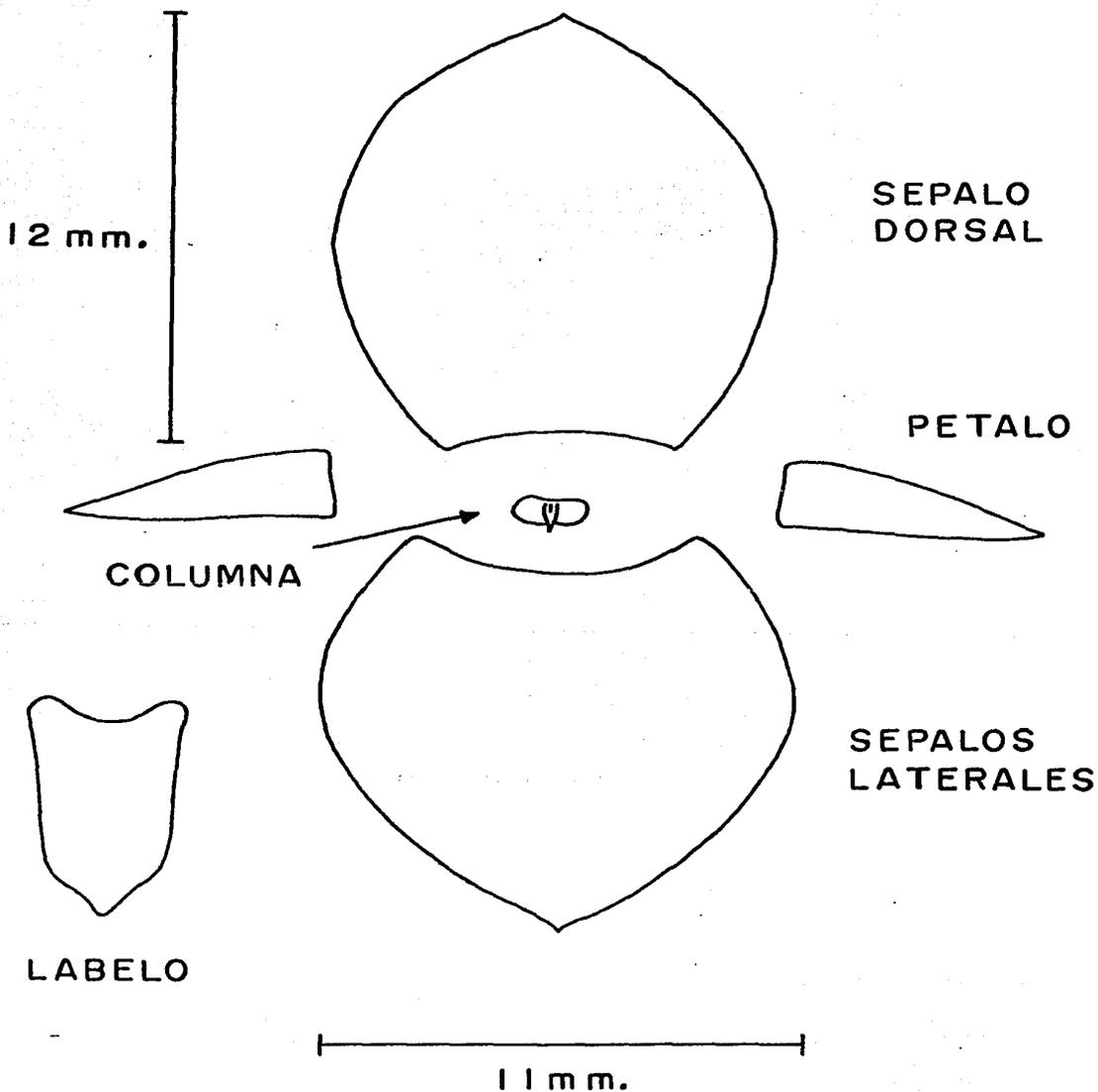


FIG. 6.- FLOR INTERMEDIA
VERACRUZ

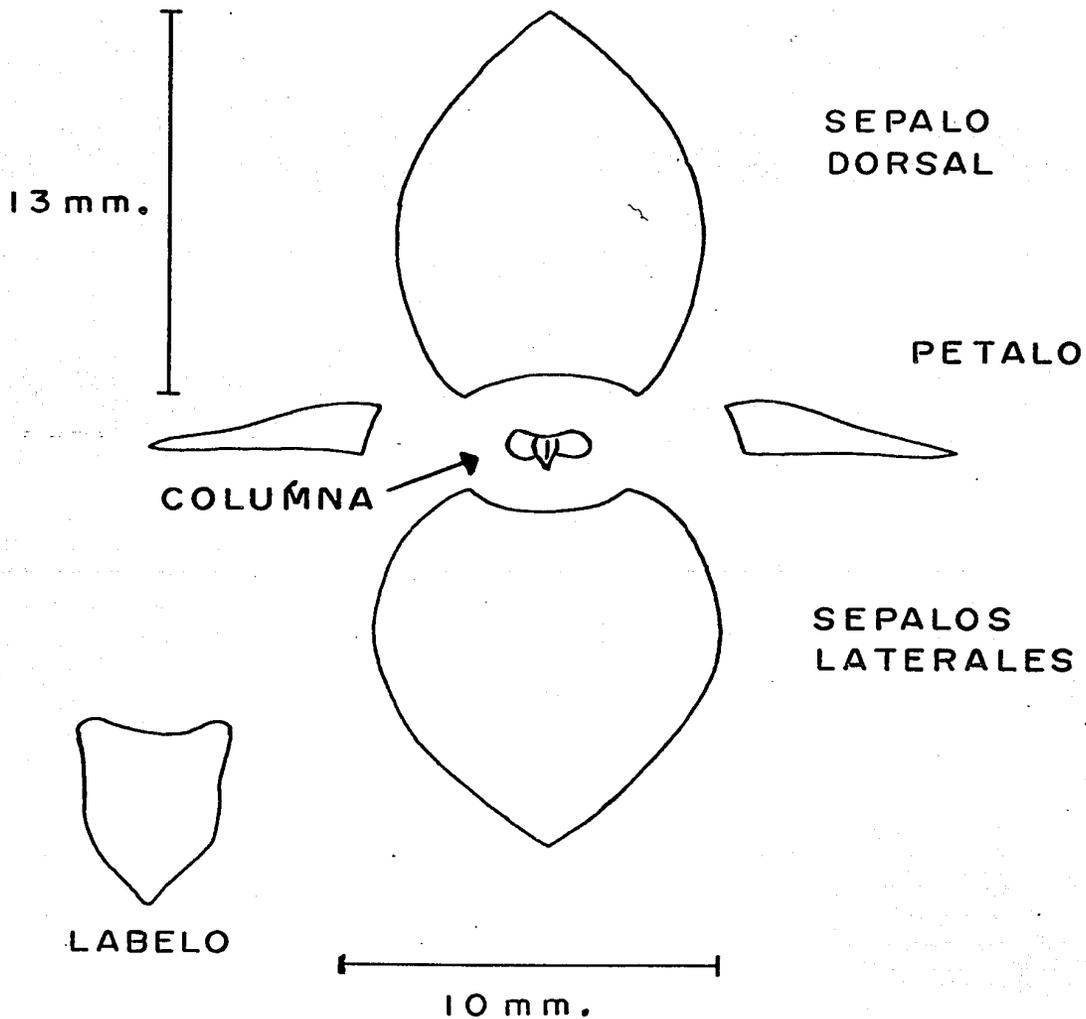


FIG. 7.- FLOR AMARILLA
VERACRUZ

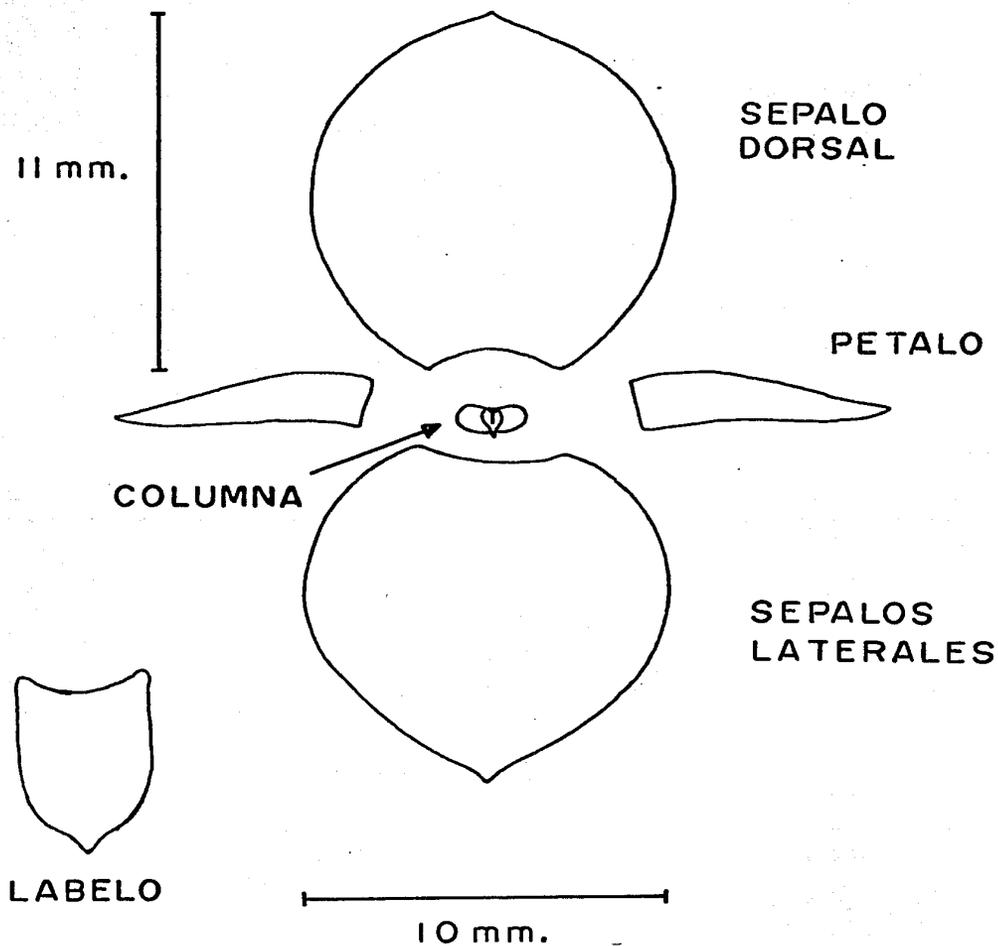


FIG. 8.-

**FLOR ROJA
CHIAPAS**

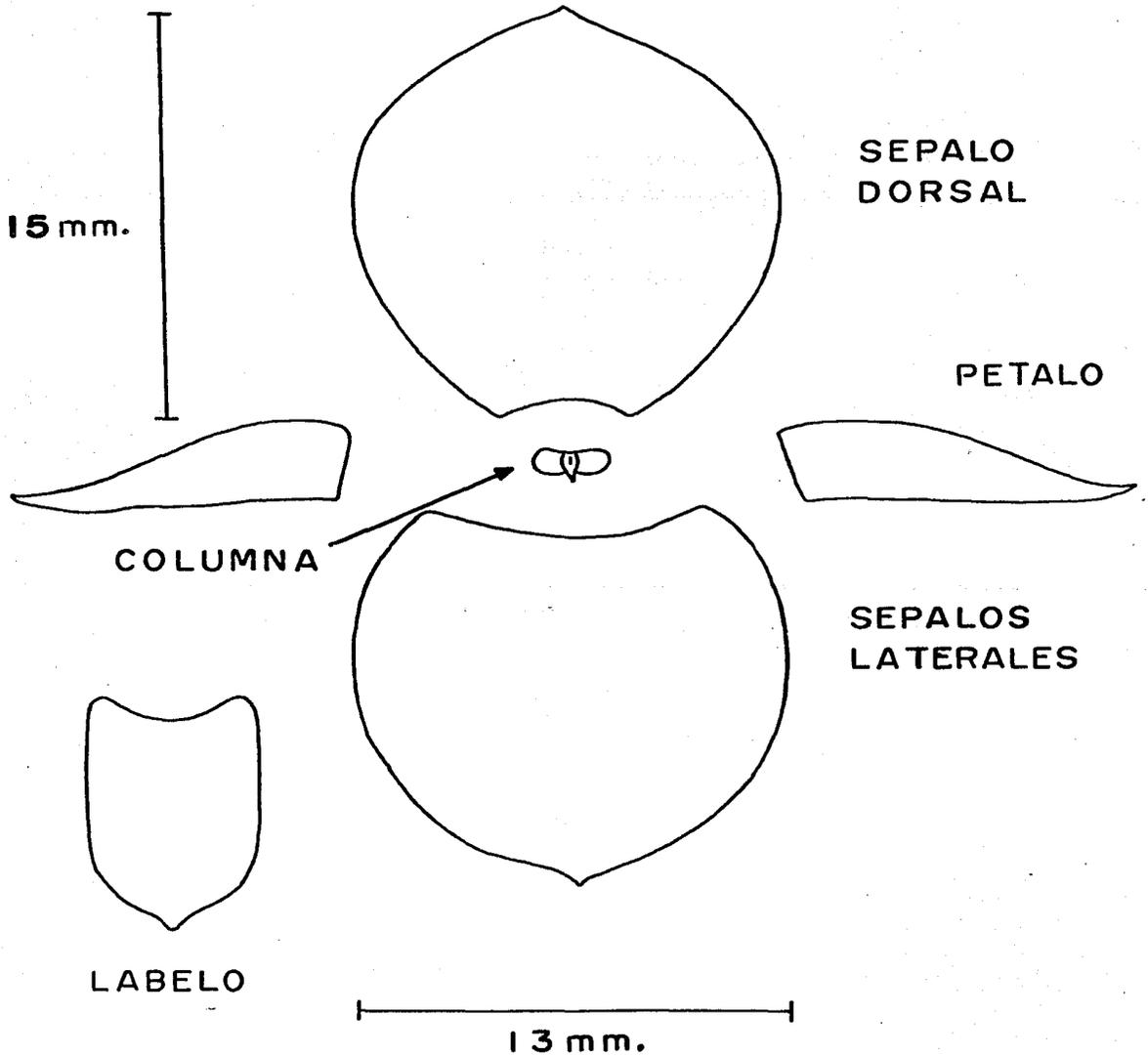


FIG. 9.- **FLOR INTERMEDIA
CHIAPAS**

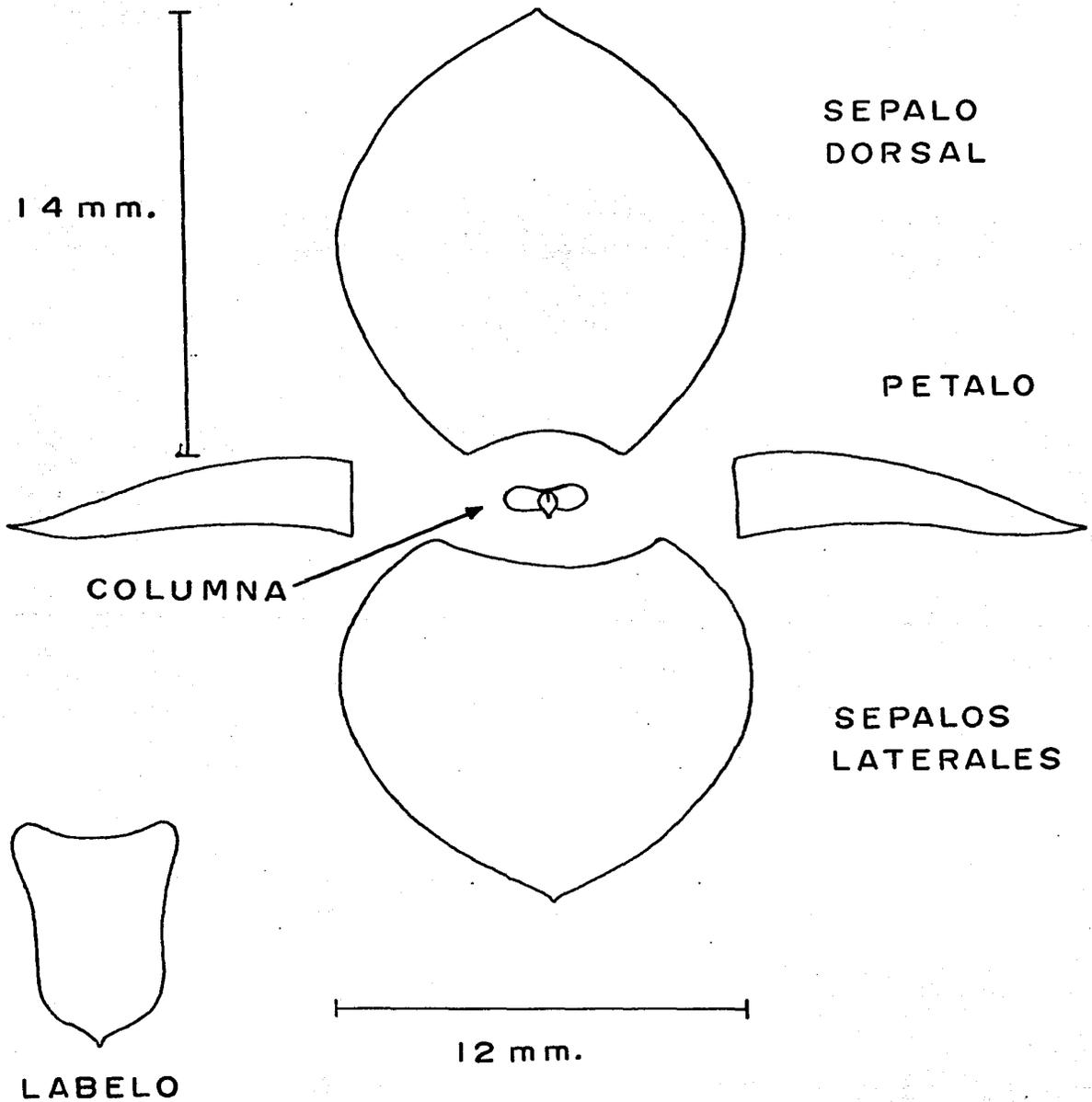


FIG. 10.- FLOR AMARILLA
CHIAPAS

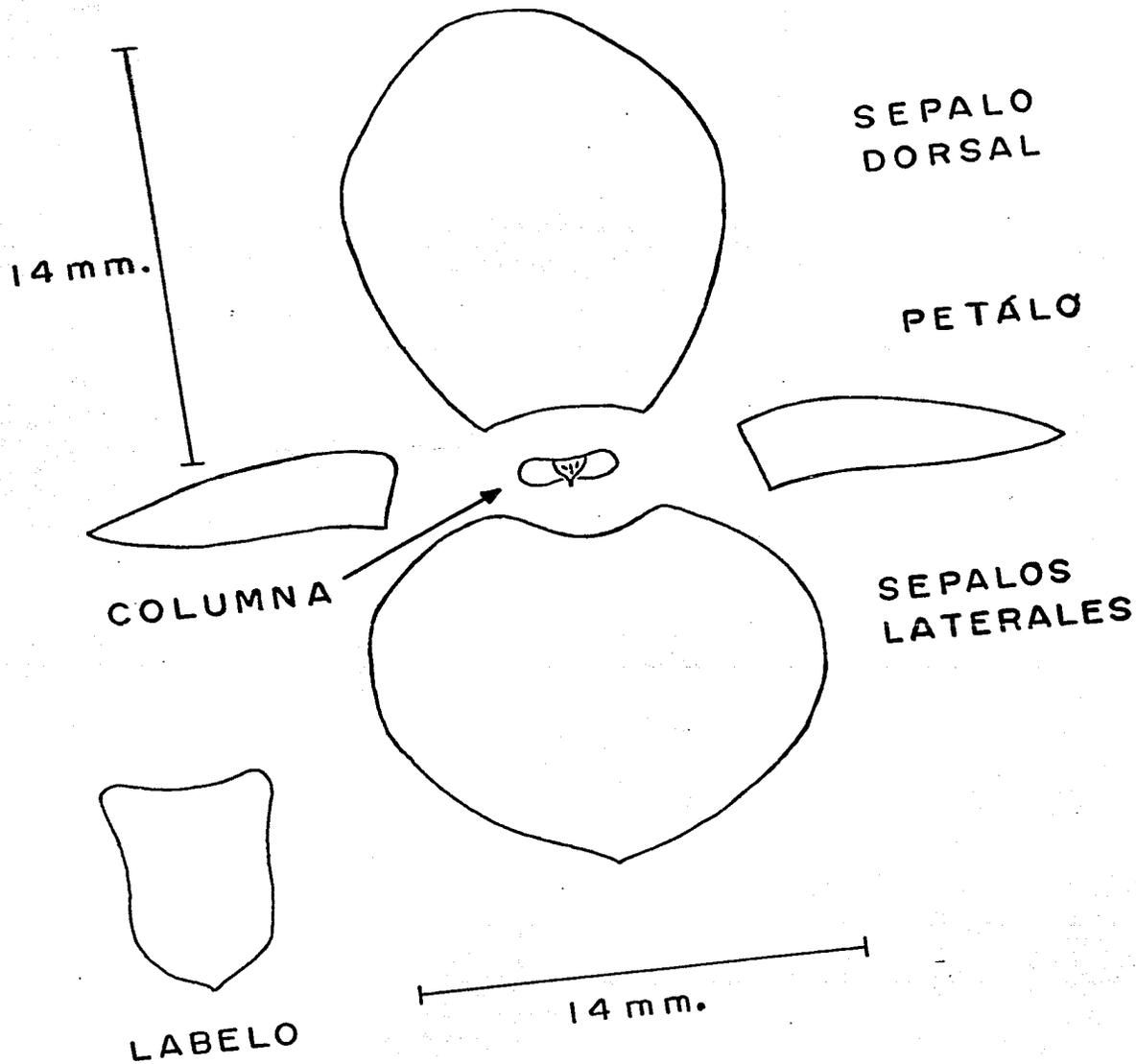
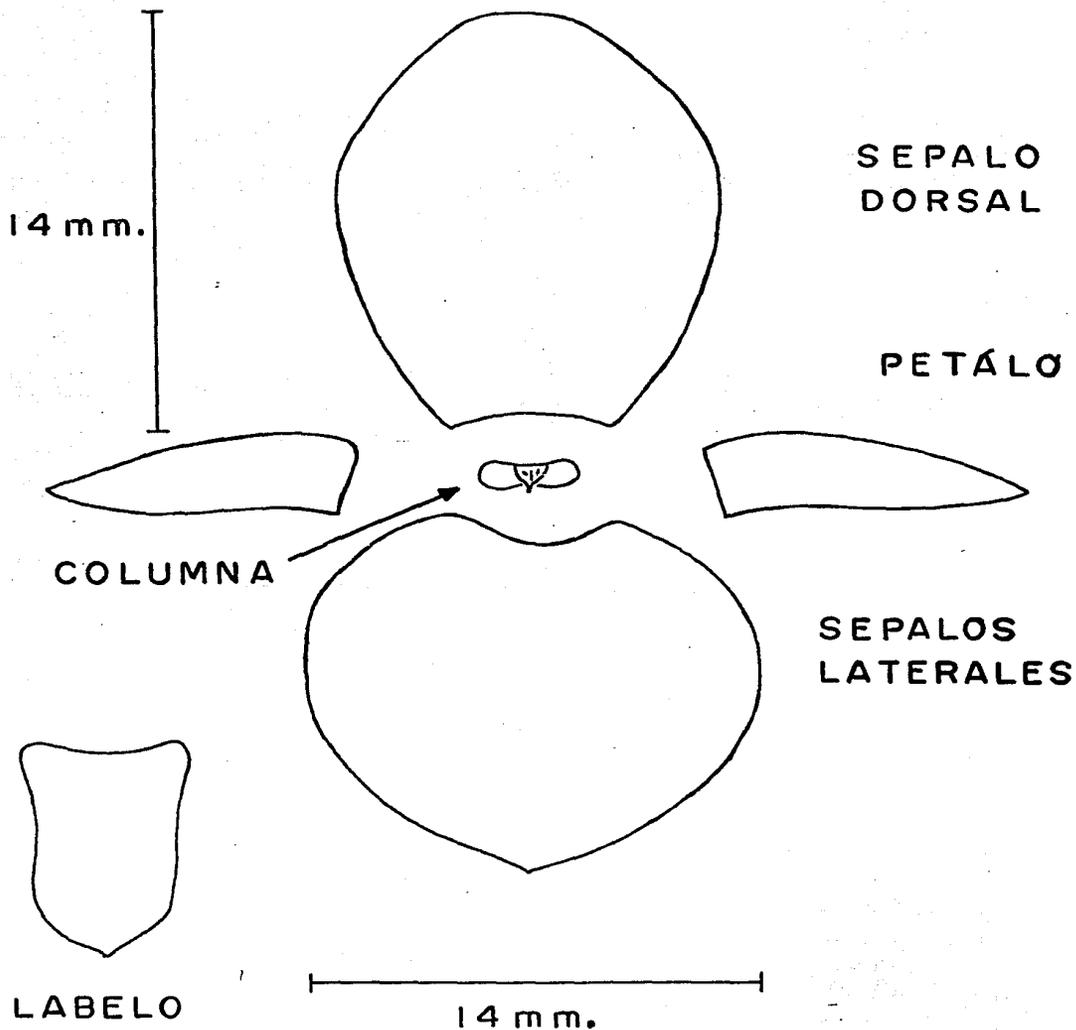


FIG. 10. - FLOR AMARILLA
CHIAPAS



VI.3 Dimensiones florales.

Los datos de dimensiones florales fueron conjuntados y promediados para cada grupo de color y localidad (tabla 4).

Tomando en cuenta los promedios obtenidos para cada grupo, se observa que los ejemplares de Chiapas presentan en -- las estructuras florales consideradas, mayores dimensiones que los de Veracruz, lo cual fue corroborado comparando las medias de las longitudes de los grupos de ambas localidades, utilizando la prueba estadística t de Student (tabla 5), resultando las diferencias altamente significativas; el nivel de significación seguido en estas pruebas fue de $=.005$.

Comparaciones individuales entre los grupos de color de cada localidad fueron llevadas a cabo por medio de la misma prueba t de Student. Las diferencias halladas entre los grupos de Veracruz son significativas (tabla 6), a un nivel de $=.005$. Tomando en cuenta las longitudes promedio (figura 11), se observa al grupo intermedio con una mayor longitud, el rojo con longitud media y el amarillo de menor tamaño.

Las comparaciones entre los grupos de color chiapanecos arrojan los siguientes resultados : la pareja formada por el rojo e intermedio fue significativa sólo a un nivel de -- $=0.20$; la pareja rojo - amarillo a un nivel de $=0.25$; y final-- mente la formada por el grupo intermedio y el amarillo a un nivel de $=0.45$, por lo que esta última no se considera estadísticamente significativa, existiendo entre sus medias una gran --

TABLA No. 4.- DIMENSIONES PROMEDIO
DE LAS ESTRUCTURAS
FLORALES (m.m.)

	GRUPO DE COLOR	SEPALO DORSAL		SEPALOS LATERALES		PETALOS		L A B E L O		LONGITUD TOTAL
		ANCHO	LARGO	ANCHO	LARGO	ANCHO	LARGO	ANCHO	LARGO	
V E R A C R U Z	ROJO	11.2	12.1	10.9	11.5	2.4	7.8	4.6	6.0	23.6
	INTERMEDIO	9.6	13.2	10.0	12.6	2.0	8.0	4.0	6.1	25.8
	AMARILLO	9.8	11.0	10.3	10.8	2.0	7.2	4.1	5.8	21.8
C H I A P A S	ROJO	12.9	14.8	13.2	13.6	2.7	10.0	5.2	7.8	28.4
	INTERMEDIO	11.7	14.2	12.3	13.1	2.6	9.4	5.0	7.5	27.3
	AMARILLO	12.8	14.2	13.7	13.0	3.0	10.6	5.6	7.3	27.2

TAFLA No. 5

COMPARACIONES ENTRE LOCALIDADES	VALOR t EXPERIMENTAL	NIVEL DE RECHAZO H_0
R ch _____ R v	8.55	$p < 0.005$
I ch _____ Iv	5.20	$p < 0.005$
A ch _____ Av	10.94	$p < 0.005$

TAFLA No. 6

COMPARACIONES ENTRE GRUPOS DE COLOR VERACRUZ.	VALOR t EXPERIMENTAL	NIVEL DE RECHAZO H_0 .
R v _____ Iv	4.70	$p < 0.005$
Rv _____ Av	4.96	$p < 0.005$
Iv _____ Av	10.75	$p < 0.005$

TAFLA No. 7

COMPARACIONES ENTRE GRUPOS DE COLOR -- CHIAPAS.	VALOR t EXPERIMENTAL	NIVEL DE RECHAZO H_0 .
R ch _____ I ch	0.97	$p < 0.20$
R ch _____ A ch	0.80	$p < 0.25$
I ch _____ A ch	0.20	$p < 0.45$

FIG. 11.- LONGITUD FLORAL MEDIA (mm.)

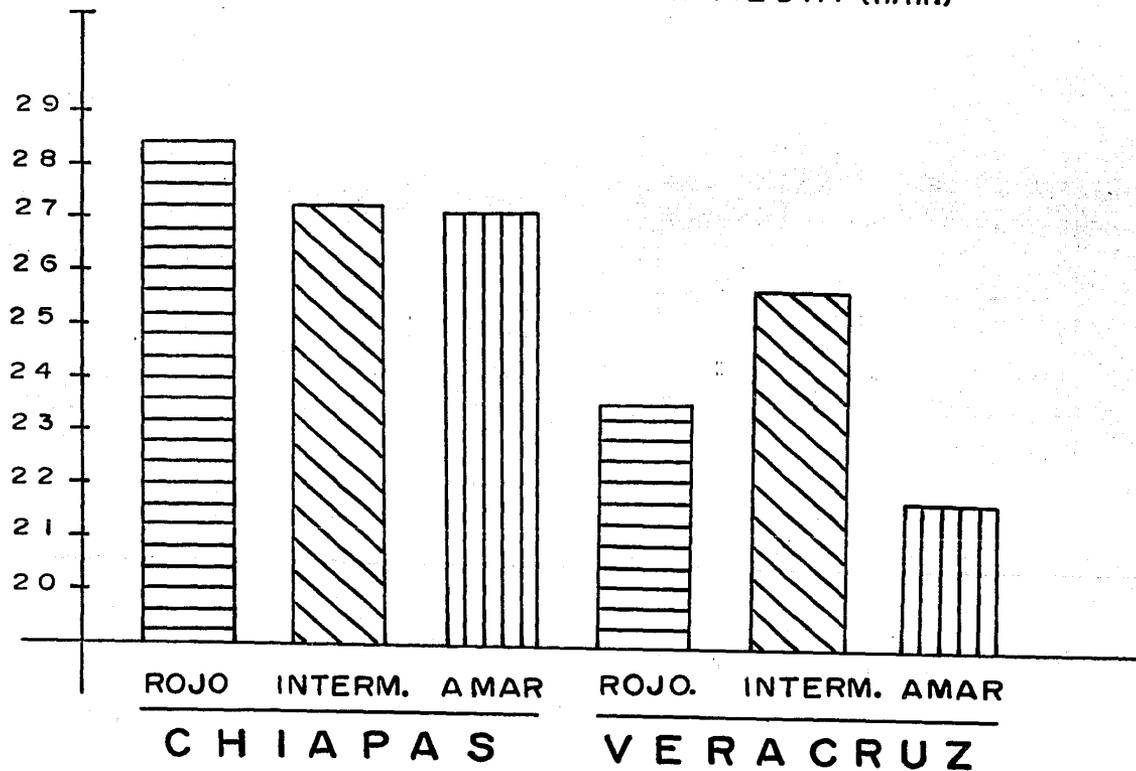


TABLA DE DATOS

FACTOR	B COLOR-FLORAL				$\Sigma \alpha_i$ ni
A	NIVEL	β_1 ROJO	β_2 INTERME- DIO.	β_3 AMARILLO	
LOCALIDAD	α_1 Chiapas	927.0 62	574.5 39	145.5 10	1647 111
	α_2 Veracruz	295.0 24	638.5 48	390.0 35	1323.5 107
$\Sigma \beta_i$ ni		1222 86	1213 87	535.5 45	

TABLA No. 8.- ANALISIS DE VARIANZA
PARA LAS LONGITUDES FLORALES.

F.V.	G1	SC	CM	RAZON DE VARIANZA	F.01
TRATA-- MIENTOS	5	428.66	85.73	** 5.63	3.02
A_{α}	1	332.03	332.03	** 21.80	6.63
B_{β}	2	172.03	86.01	** 5.65	4.61
$AB_{\alpha\beta}$	2	75.53	37.76	NS 2.48	4.61
ERROR	212	322.75	1.52	**=Significativa NS=No significativa.	
TOTAL	217	751.28			

$\alpha\beta$ = efecto debido a la interacción de los factores A y B

e_{ijk} = error (debido a la variación que existe entre los miembros de cada grupo).

Se probaron las siguientes hipótesis :

(1) Ho : $\alpha_1 = \alpha_2 \Rightarrow$ No existen diferencias significativas debidas al factor localidad.

(2) Ho : $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 \Rightarrow$ No existen diferencias significativas debidas al factor color floral.

(3) Ho : $(\alpha_1 B_1) = (\alpha_1 B_2) = (\alpha_1 B_3) = (\alpha_2 B_1) = \dots = (\alpha_i B_j)$
 \Rightarrow No existen diferencias significativas debidas a la interacción de ambos factores.

Se puede demostrar que cada una de las razones de varianza sigue una distribución F con los grados de libertad indicados (tabla 8).

Se calcularon los valores críticos de F para probar las 3 hipótesis con un nivel de significación de .01.

Se observa que las razones de varianza superan a los valores de F críticos respectivos en todos los casos excepto para $AB_{\alpha\beta}$, lo que conduce a las siguientes conclusiones :

a) Se rechaza Ho: $\alpha_1 = \alpha_2$, lo cual implica que existen diferencias significativas $P < .01$ entre los niveles de A, es decir, entre localidades.

b) Se rechaza Ho: $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3$, lo cual implica que --

existen diferencias significativas $P < .01$ entre los niveles de B, es decir, entre los grupos de color floral.

c) Se acepta $H_0 : (\alpha_1\beta_1) = (\alpha_1\beta_2) = \dots = (\alpha_i\beta_j)$, lo cual implica que no existen diferencias significativas $P < .01$ debidas a la interacción de los factores A y B.

VII. Fenología.

VII.1 Bajo cultivo.

A) Condiciones ambientales.

Temperatura.

Con la finalidad de estimar el comportamiento general de la temperatura dentro del invernadero, se obtuvieron los promedios mensuales de temperatura máxima y mínima para cada uno de los tres niveles topográficos representados de la siguiente manera : el nivel inferior por el punto número 1, el medio por el punto 4 y el superior por el número 8 (figura 12), resultando 6 curvas, es decir, una de mínimas y otra de máximas para cada nivel (figuras 13 y 14).

Se calculó el promedio de los valores mensuales máximos de los 3 niveles para obtener una curva total de máximas, de la misma manera se obtuvo el promedio para una curva total de mínimas (figura 15).

De la gráfica de promedios mensuales de temperaturas máximas (figura 13), se desprenden las siguientes observaciones :

Existe en el invernadero un gradiente térmico establecido en función de su topografía. El nivel inferior es el más frío, comprende diversas oquedades formadas de lava y sombreadas, la escasa circulación de aire aísla parcialmente desde el punto de vista térmico a estos lugares.

El nivel medio comprende las zonas del invernadero - de mediana altitud; su mayor parte está formada por un plano en donde figuran dos estanques, presenta una exposición luminosa y temperaturas intermedias entre las correspondientes a los niveles inferior y superior. La buena circulación de aire permite un intercambio térmico dinámico en esta zona.

En el nivel superior se registran las mayores temperaturas, es el más cercano a la cúpula del invernadero y consecuentemente el más expuesto a la luz y al calor provenientes - del exterior. La circulación aérea es muy dinámica por tratarse de espacios relativamente abiertos dentro de la propia instalación y además, por ser este el nivel en donde se encuentran - las principales entradas de aire, así como aparatos humidificadores. Todo esto contribuye a que sea la zona más variable térmicamente hablando, observación apoyada por el hecho de que se registren allí las más altas temperaturas y también los mayores descensos, de manera que la oscilación diaria es de mayor amplitud en ese nivel, intermedio para los lugares de mediana alti--tud y de menor amplitud en el nivel inferior, en donde las oscilaciones diarias son menores, sufriendo el menor calentamiento durante el día y el menor enfriamiento durante la noche.

Al examinar la gráfica de promedios mensuales de máximas, se puede decir que los tres niveles siguen un patrón similar de comportamiento térmico. Las curvas correspondientes - son muy similares en forma y básicamente presentan los mismos -

picos y declives, pero con notorias diferencias en cuanto a sus rangos de temperatura, siendo como a continuación se menciona :

Rangos de temperaturas máximas :

Nivel superior	=	21.3-30.8°C
Nivel medio	=	17.3-24.1°C
Nivel inferior	=	14.9-20.6°C

Por otra parte, se observa que las condiciones de -- temperatura en el invernadero siguen un régimen estacional, es decir, las temperaturas menos elevadas se registran en los meses de diciembre y enero. Aumentan gradualmente hasta alcanzar un máximo en la primavera, con su mayor expresión en mayo, después disminuyen de manera moderada a través del verano. Otro pico se detectó en septiembre, seguido de una brusca disminución hasta alcanzar nuevamente sus mínimos niveles en el invierno, completándose así la oscilación del ciclo anual.

De la gráfica de promedios mensuales de mínimas (figura 14) se hacen las siguientes observaciones : el régimen de temperaturas mínimas presenta un patrón de comportamiento semejante para los tres niveles, ya que sus respectivas curvas siguen formas muy similares con picos y valles, esencialmente coincidentes. Sin embargo, es notorio que el nivel inferior presenta temperaturas mínimas más altas que los niveles medio y superior, lo cual sugiere un menor enfriamiento, debido a que corresponde a los sitios más lejanos a la cúpula y, por tanto, menos expuestos a la influencia exterior; además se trata de --

los lugares que están más en contacto con la capa de lava propiamente dicha, la cual conserva durante las noches parte del calor absorbido en el tiempo de exposición solar.

Por otro lado, las curvas correspondientes a los niveles medio y superior se sobrepone en gran parte, mostrando temperaturas mínimas bastante similares. Sin embargo, el régimen de enfriamiento es ligeramente mayor para el nivel superior, ya que sus temperaturas mínimas son en promedio más bajas que las respectivas al nivel medio; cabe recordar que entre ambos niveles existe una diferencia de contacto con respecto a la influencia exterior, estando más expuesto el superior, y también con respecto a su contacto con la capa de lava, estando más cercano a ésta el nivel medio.

Los rangos de temperaturas mínimas para los diferentes niveles son :

Nivel superior = 9.1-15.6°C

Nivel medio = 9.0-15.9°C

Nivel inferior = 11.1-16.5°C

Las temperaturas mínimas dentro de la instalación siguen un régimen estacional registrándose su mayor descenso en los meses de invierno, especialmente diciembre y enero. Un aumento paulatino se observa a partir de esos meses a través de la primavera, hasta alcanzar un pico máximo en junio, a partir del cual se registra un descenso moderado entre los meses de verano y otoño, seguido de una brusca disminución para cerrar el ciclo anual en los meses de invierno.

Si bien el comportamiento general de la temperatura (figura 15) dentro del invernadero, sigue un claro régimen estacional que depende fundamentalmente del clima típico de la ciudad de México, los efectos de éste sobre la temperatura de la instalación se ven amortiguados por el funcionamiento del sistema de regulación del propio invernadero, de manera que cuando la temperatura aumenta se introduce aire humedecido y se abre la compuerta localizada hacia el centro de la cúpula, activando la circulación. El efecto es un refrescamiento de la instalación y consecuentemente una disminución de temperatura, de manera contraria cuando ocurre una disminución marcada, como sucede en las noches de los meses invernales y "nortes" se mantiene cerrada la cúpula del invernadero y se hace funcionar la calefacción, aumentando así la temperatura dentro de éste. Así se evitan las temperaturas extremas dentro de la instalación.

Aun cuando los diferentes niveles del invernadero es tan sometidos a un patrón térmico semejante, los rangos y oscilaciones para cada uno de ellos son esencialmente diferentes, presentandose una variedad de microambientes que son aprovechados para satisfacer las exigencias de los diversos ejemplares cultivados.

Humedad.

La humedad relativa, entendida como el porcentaje de saturación higroscópica de la atmósfera a una presión y temperatura determinadas, es estimada a través de los registros gráficos

FIG. 12.4 INVERNADERO FAUSTINO MIRANDA

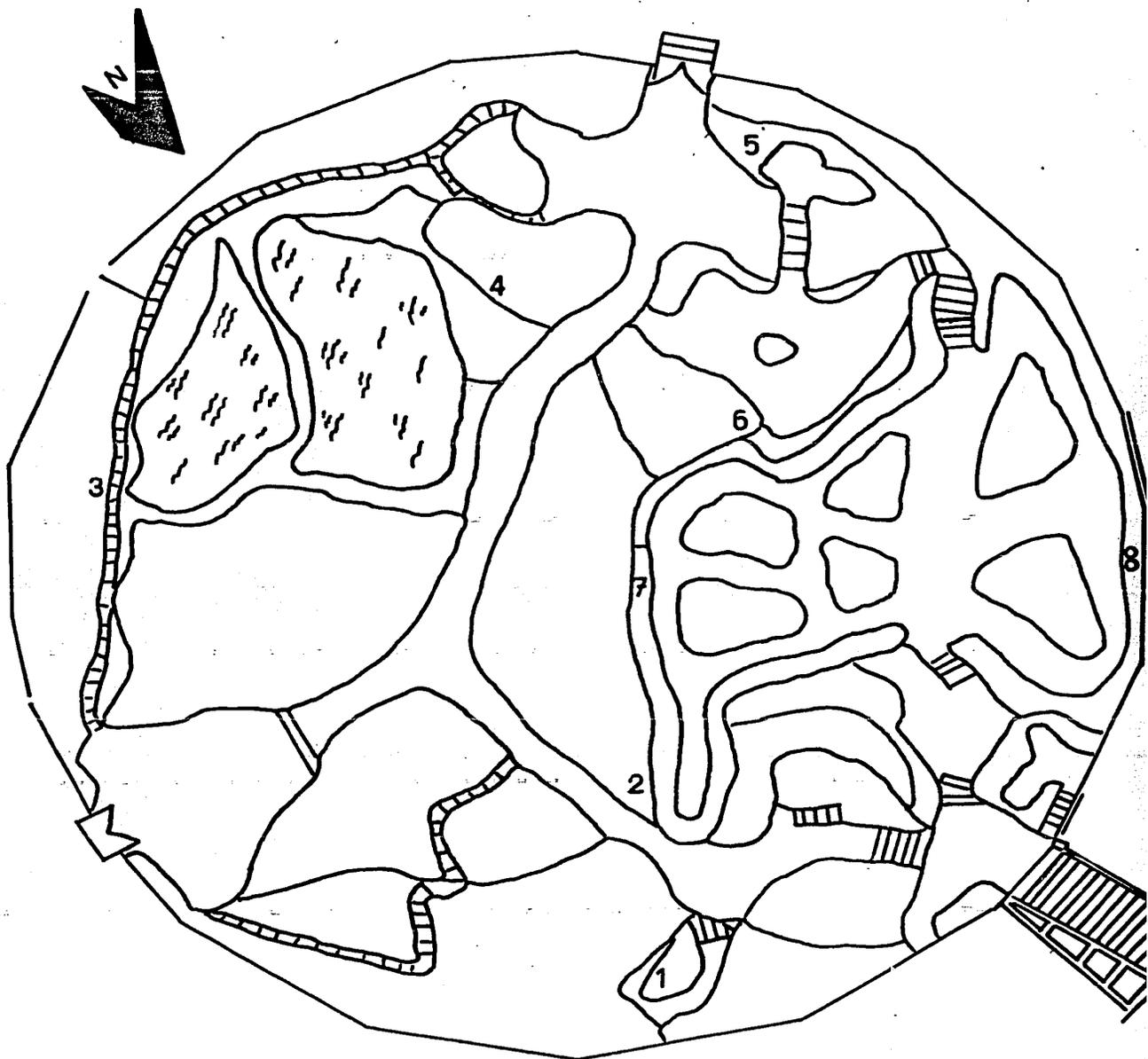


FIG. 13.- TEMPERATURA MAXIMA
(PROMEDIOS MENSUALES)

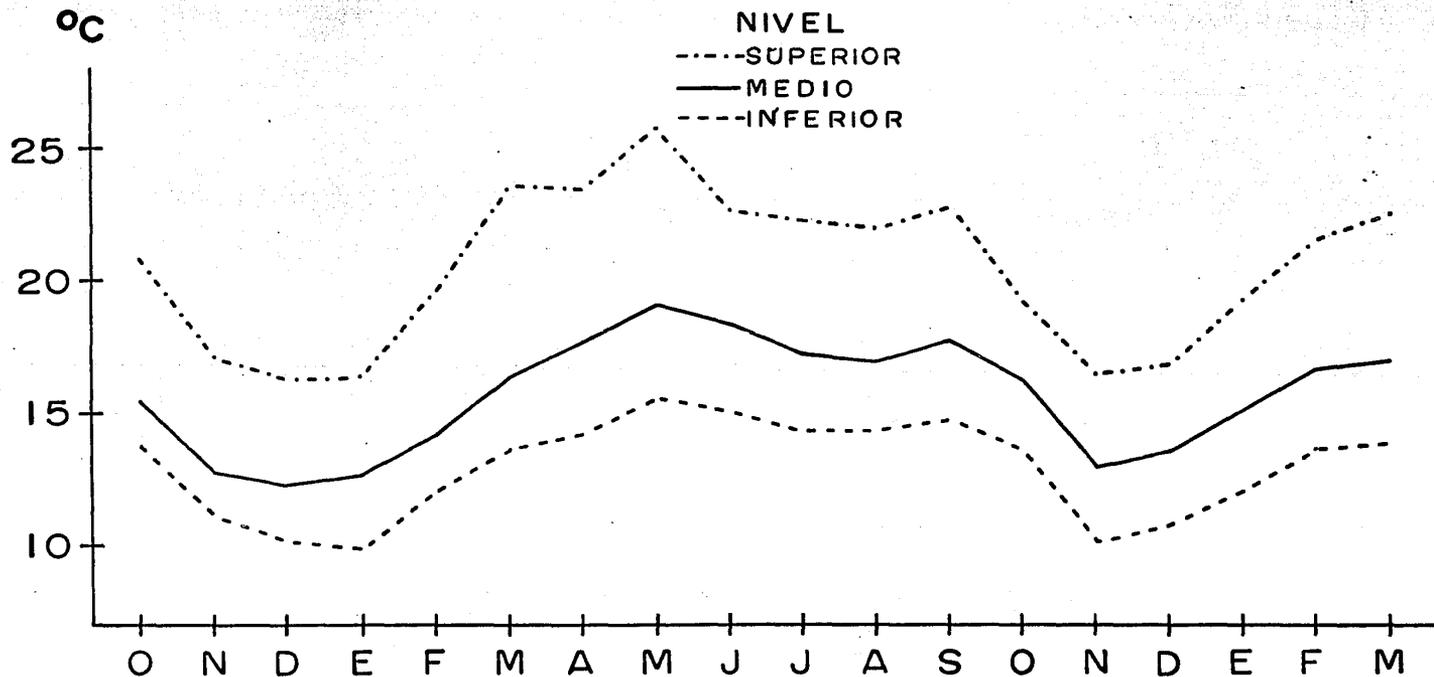


FIG. 14.- **TEMPERATURA MINIMA**
(PROMEDIOS MENSUALES)

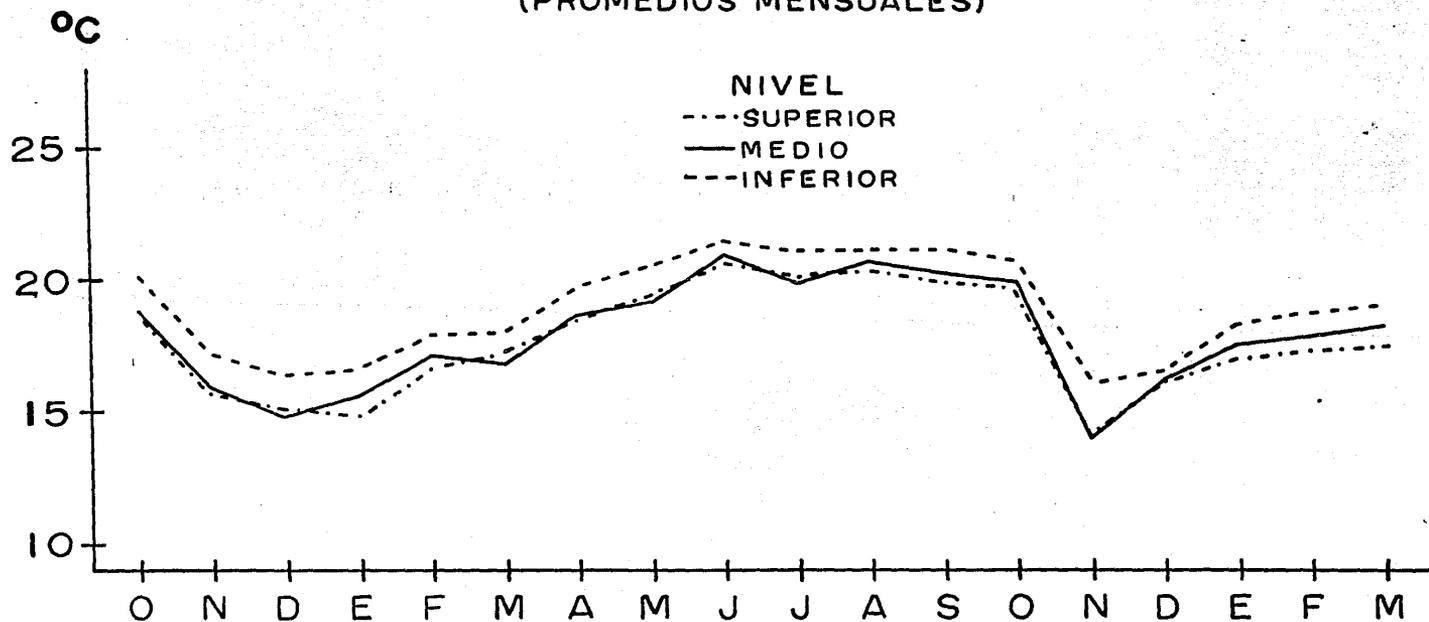
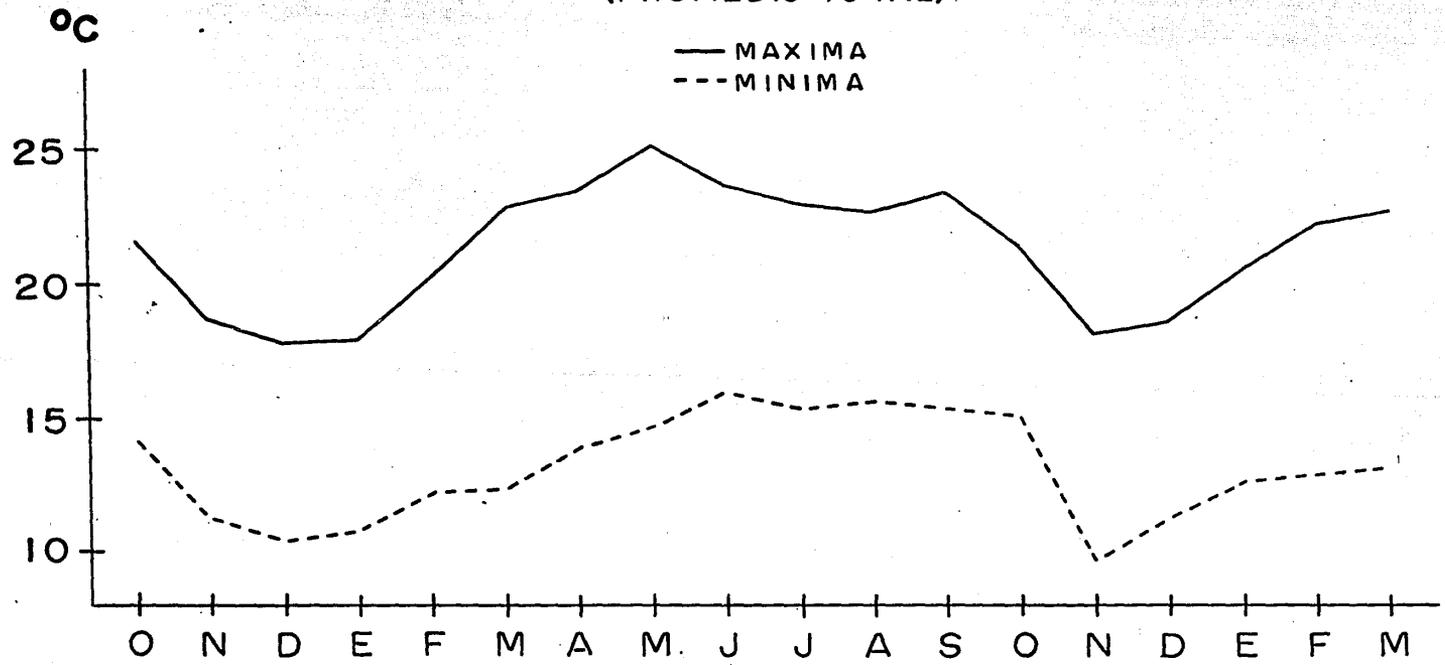


FIG. 15.- TEMPERATURA
(PROMEDIO TOTAL)



realizados por un termohigrógrafo localizado hacia el centro de la cúpula de la instalación en un punto medio topográfica y térmicamente hablando, y con una buena circulación de aire, por lo que tal sitio se considera como representativo de las condiciones medias de humedad en el invernadero.

Del termohigrógrafo se obtiene una gráfica semanal - que incluye dos curvas, una correspondiente a humedad y la otra a temperatura (figura 16). Se puede apreciar que la humedad - presenta fluctuaciones cíclicas con períodos de 24 horas, correspondiendo las lecturas máximas a un valle relativamente amplio que regularmente aparece poco después de media noche (aproximadamente 2 h. A.M.) y se prolonga hasta las 5-6 h.A.M. En tanto que los registros de humedad mínima se logran en forma de picos localizados hacia el medio día o cercanos a éste (aproximadamente de 12 h. a 14 h. P.M.). Lo que se puede explicar de la siguiente manera : cuando la temperatura se eleva, la atmósfera tiene mayor capacidad para retener partículas de agua, por lo que su grado de saturación disminuye y, por lo tanto, la humedad relativa es menor, esto sucede hacia medio día, cuando se alcanzan las temperaturas más elevadas. Al atardecer la temperatura decae, disminuyendo a su vez la capacidad atmosférica para retener el agua, de esa manera, el grado de saturación aumenta y, consecuentemente, la humedad relativa se hace mayor, hasta alcanzar su máxima saturación en las mismas horas en que el invernadero es más frío.

Por consiguiente, se puede afirmar que la humedad relativa sigue una relación inversa con respecto a la temperatura dentro del invernadero, considerando un ciclo diario de oscilación. Esto podría parecer contradictorio, tomando en cuenta que la mayor disponibilidad de agua para la atmósfera se presenta durante el día, cuando la radiación solar ocasiona evaporación y además es cuando se efectúa el riego de las plantas. Esto haría esperar una mayor saturación durante el día, pero el efecto de una mayor disponibilidad de agua se ve contrarrestado por el efecto de la temperatura.

Dado el gradiente térmico establecido dentro del invernadero y considerando la gran influencia de la temperatura sobre el grado de captación higroscópica de la atmósfera, cabría esperar un gradiente similar para la humedad relativa.

Las apreciaciones indican que al menos, en lo correspondiente a las oquedades localizadas en el nivel inferior del invernadero, la atmósfera aparece más saturada, lo cual resulta lógico, considerando que es el nivel con régimen de temperatura más frío. Por otro lado, la escasa circulación de aire en esos lugares no permite la uniformidad de la humedad en el invernadero.

Por lo que respecta a los niveles medio y superior, la humedad es más homogénea mientras se mantiene activo el sistema de ventilación, ya que estos lugares poseen una buena circulación de aire. Cuando ésta se ve reducida por encontrarse

Por consiguiente, se puede afirmar que la humedad relativa sigue una relación inversa con respecto a la temperatura dentro del invernadero, considerando un ciclo diario de oscilación. Esto podría parecer contradictorio, tomando en cuenta que la mayor disponibilidad de agua para la atmósfera se presenta durante el día, cuando la radiación solar ocasiona evaporación y además es cuando se efectúa el riego de las plantas. Esto haría esperar una mayor saturación durante el día, pero el efecto de una mayor disponibilidad de agua se ve contrarrestado por el efecto de la temperatura.

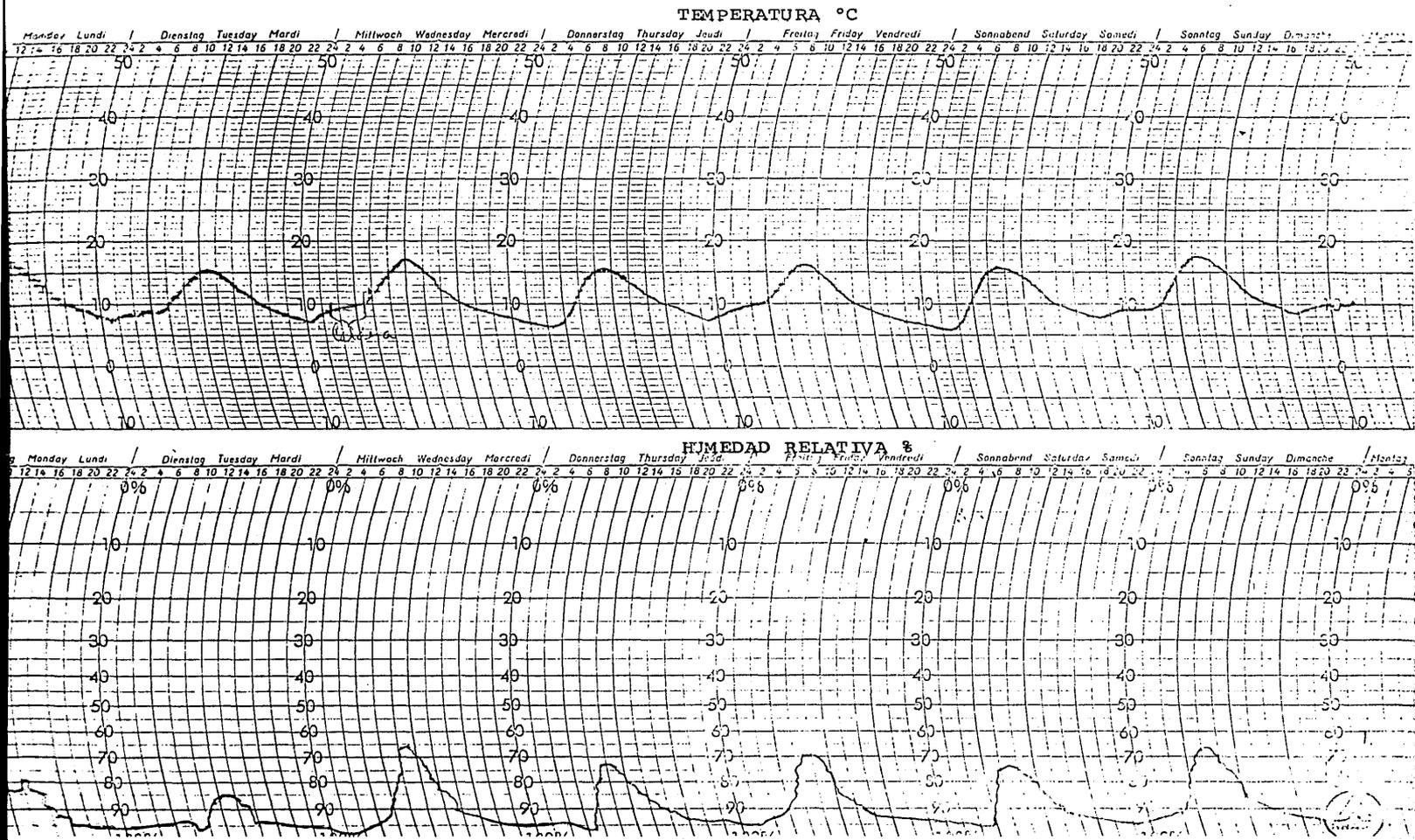
Dado el gradiente térmico establecido dentro del invernadero y considerando la gran influencia de la temperatura sobre el grado de captación higroscópica de la atmósfera, cabría esperar un gradiente similar para la humedad relativa.

Las apreciaciones indican que al menos, en lo correspondiente a las oquedades localizadas en el nivel inferior del invernadero, la atmósfera aparece más saturada, lo cual resulta lógico, considerando que es el nivel con régimen de temperatura más frío. Por otro lado, la escasa circulación de aire en esos lugares no permite la uniformidad de la humedad en el invernadero.

Por lo que respecta a los niveles medio y superior, la humedad es más homogénea mientras se mantiene activo el sistema de ventilación, ya que estos lugares poseen una buena circulación de aire. Cuando ésta se ve reducida por encontrarse

cerrado el invernadero y cuando no está en funcionamiento el -- sistema de ventilación (durante las noches y en los días fríos), entonces se manifiesta la diferencia de humedad, en virtud de - las diferencias térmicas en los distintos niveles.

FIG. 16.- EJEMPLO DE GRAFICA SEMANAL OBTENIDA DEL TERMOHIGROGRAFO.



B) Floración

De los especímenes cultivados en el invernadero se obtuvo un índice de intensidad de floración mensual para cada grupo de color-localidad, (tabla 9) que resultó de dividir el número total de flores de cada grupo aparecidas en un mes, entre el número de ejemplares correspondiente al mismo.

Los registros se cubrieron durante un período de 18 meses a partir de octubre de 1981 a marzo de 1983, de tales datos se obtuvieron básicamente seis curvas de floración una por cada grupo de color-localidad, (figuras 18 y 19).

Para facilitar el análisis de las curvas, es conveniente tomar en cuenta cuatro características que destacan de ellas : a) la amplitud o duración de los períodos florales; b) los tiempos de máxima intensidad de floración (picos de floración); c) el inicio de la floración tomada a partir de la aparición de las primeras flores; y d) el término de la floración.

Para los especímenes provenientes de Veracruz (figura 18), se observó un período de floración que varía en amplitud abarcando 9 meses para el grupo amarillo, 8 meses para el rojo y 7 meses para el intermedio. El reposo floral comprende aproximadamente 3 meses (abril, mayo y junio) en los grupos intermedio y amarillo, mientras en el rojo abarca 4 meses (mayo, junio, julio y agosto).

El inicio de la floración coincide para los grupos intermedio y amarillo, en tanto que el grupo rojo se halla desfasado, ya que su aparición ocurre 2 meses después y cesa con un mes de retraso.

Los picos de máxima intensidad coinciden entre los meses de diciembre y enero para los especímenes con flores rojas y amarillas. En cambio, los ejemplares con flores intermedias presentan una máxima intensidad que ocurre aproximadamente tres meses antes (en octubre) y cuando la floración de los grupos rojo y amarillo se hallan en su máxima expresión, la correspondiente al grupo intermedio sufre un decaimiento..

En los ejemplares provenientes de Chiapas (figura 19) la amplitud del período floral varía grandemente para el grupo rojo, presentando ésta una amplitud de aproximadamente diez meses por dos de reposo, mientras que los grupos intermedio y amarillo tienen amplitudes semejantes de siete y ocho meses, respectivamente, notándose que en enero de 1982 coincidieron en el término de floración en tanto que en 1983 se desfazaron por un mes, debido a una prolongación de la floración intermedia.

La aparición de la floración coincide en los grupos intermedio y amarillo, la del grupo rojo aparece un mes antes (entre marzo y junio).

Hacia finales de 1981 coincidieron los picos de máxi

ma floración de los grupos intermedio y rojo, difiriendo en un mes la máxima intensidad para el grupo amarillo.

Durante el lapso comprendido entre julio de 1982 y - marzo de 1983 el grupo intermedio presentó tres picos de floración, el amarillo dos y, por último, el rojo únicamente uno.

TABLA No. 9.- INTENSIDAD DE FLORACION DE
P. cardiothallis.

GPO. DE COLOR	C H I A P A S						V E R A C R U Z					
	ROJO		INTERME-- DIO		AMARILLO		ROJO		INTERME-- DIO		AMARILLO	
	N.F.	I.F.	N.F.	I.F.	N.F.	I.F.	N.F.	I.F.	N.F.	I.F.	N.F.	I.F.
OCT.	92	2.2	30	1.1	45	4.5	60	1.9	46	5.1	39	1.6
NOV.	42	1.0	30	1.1	20	2.0	32	1.0	31	3.4	45	1.9
DIC.	78	1.9	36	1.3	50	5.0	36	1.1	27	3.0	45	1.9
ENE.	134	3.2	48	1.8	5	0.5	124	3.9	25	2.8	57	2.4
FEB.	20	0.5	0	0	0	0	60	1.9	4	0.4	30	1.2
MAR.	2	0.05	0	0	0	0	60	1.9	2	0.2	9	0.4
ABR.	0	0	0	0	0	0	20	0.6	0	0	0	0
MAY.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JUN.	2	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JUL.	12	0.3	27	1.0	5	0.5	0	0	6	0.7	3	0.1
AGO.	16	0.4	6	0.2	5	0.5	0	0	9	1.0	15	0.6
SEP.	18	0.4	51	1.9	30	3.0	4	0.1	11	1.2	18	0.8
OCT.	20	0.5	15	0.5	10	1.0	4	0.1	20	2.2	15	0.6
NOV.	28	0.7	33	1.2	20	2.0	20	0.6	13	1.4	21	0.9
DIC.	104	2.5	72	2.7	25	2.5	100	3.1	3	0.3	81	3.4
ENE.	76	1.8	42	1.6	15	1.5	68	2.1	18	2.0	54	2.3
FEB.	30	0.7	15	0.6	0	0	80	2.5	0	0	36	1.5
MAR.	4	0.1	0	0	0	0	28	0.9	0	0	6	0.3

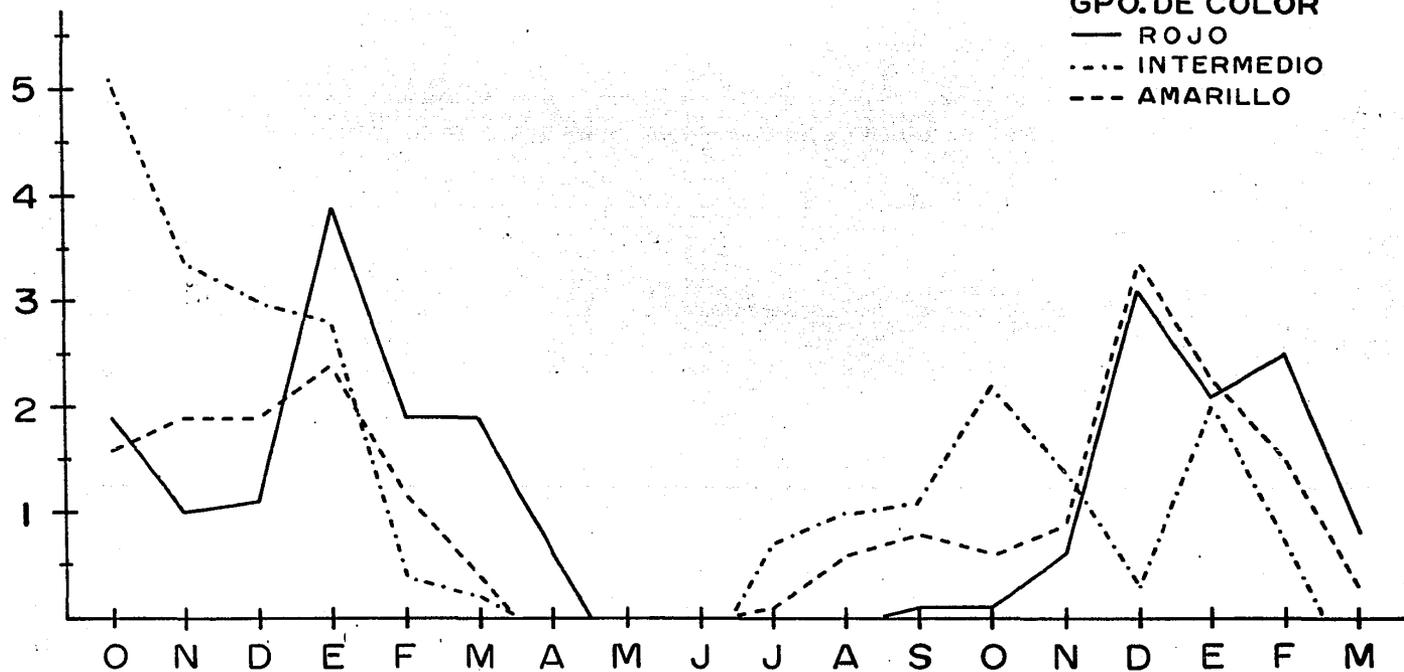
N.F. = No. total de flores

I.F. = Intensidad de floración.

FIG. 18.- VERACRUZ

INTENSIDAD
DE FLORACION

GPO. DE COLOR
— ROJO
- - - INTERMEDIO
- - - AMARILLO



CHIAPAS

FIG. 19.-

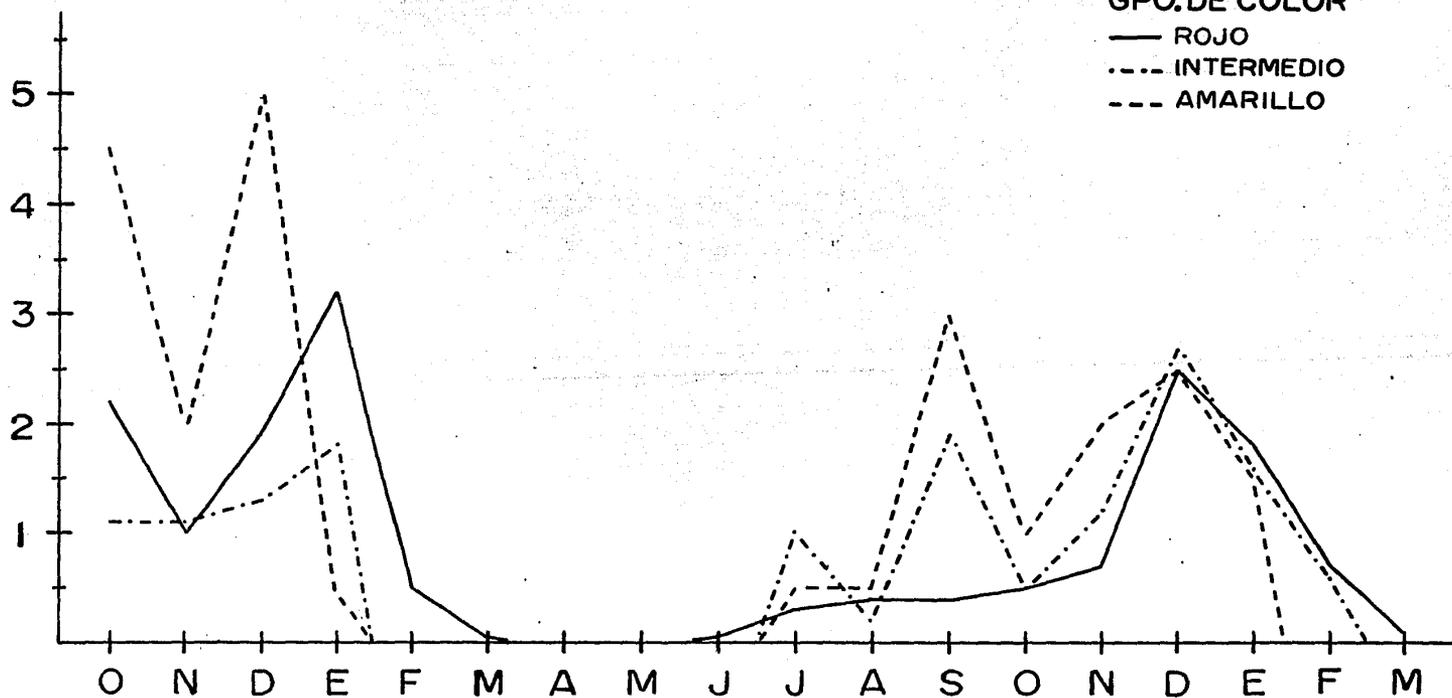
INTENSIDAD
DE FLORACION

GPO. DE COLOR

— ROJO

· · · · INTERMEDIO

- - - - AMARILLO



C) Relaciones floración-condiciones ambientales.

i) Floración-temperatura.

Las curvas de temperatura máxima y mínima fueron correlacionadas con las curvas de intensidad de floración de los especímenes cultivados en el invernadero, obteniéndose dos gráficas de confrontación : a) temperatura ambiental-intensidad de floración de ejemplares del estado de Chiapas (figura 20); y b) temperatura ambiental-intensidad de floración de ejemplares del estado de Veracruz (figura 21), de las cuales se hacen las siguientes observaciones :

Los especímenes de Chiapas muestran un comportamiento en intensidad de floración, que sigue una relación inversa con la curva de temperatura (figura 20), ya que los picos de máxima intensidad de floración se observaron en los meses en que la curva de temperatura se halla en sus mínimos niveles, lo cual se manifiesta claramente en los meses de noviembre, diciembre y enero, mientras que el período de reposo floral coincide con los meses de regímenes de temperatura más cálidos : abril, mayo y junio.

Cabe notar que, si bien entre los diferentes grupos de color se observan desfaseamientos temporales y variaciones individuales, en inicio y longitud de los períodos florales la tendencia general es un comportamiento fundamentalmente dependiente de los regímenes de temperatura.

Los ejemplares del estado de Veracruz, siguen una --
tendencia general (figura 21), similar a los de Chiapas con res-
pecto a la temperatura, presentando picos de floración en los
meses más fríos y un período de reposo floral que coincide con
los meses más calurosos. Y nuevamente es el caso de que aun --
cuando los diferentes grupos de color presentan variaciones in-
dividuales en su comportamiento floral, se observa la misma ten-
dencia general de una relación inversa con respecto a los nive-
les de temperatura mensuales.

FIG. 20.- **CHIAPAS**

INTENSIDAD
DE FLORACION

GPO. DE COLOR
— ROJO
- - - INTERMEDIO
- - - AMARILLO

TEMPERATURA
— °C

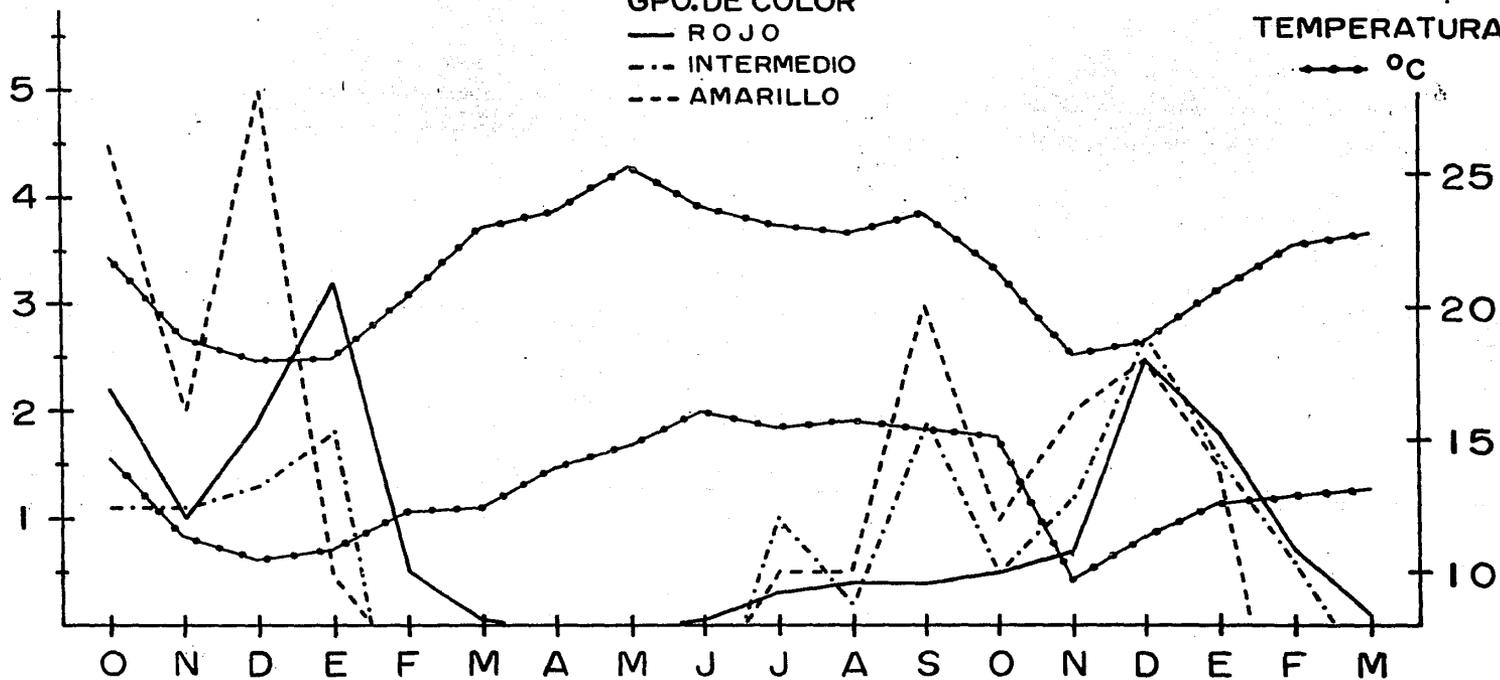


FIG. 21.-

VERACRUZ

INTENSIDAD
DE FLORACION

GPO. DE COLOR

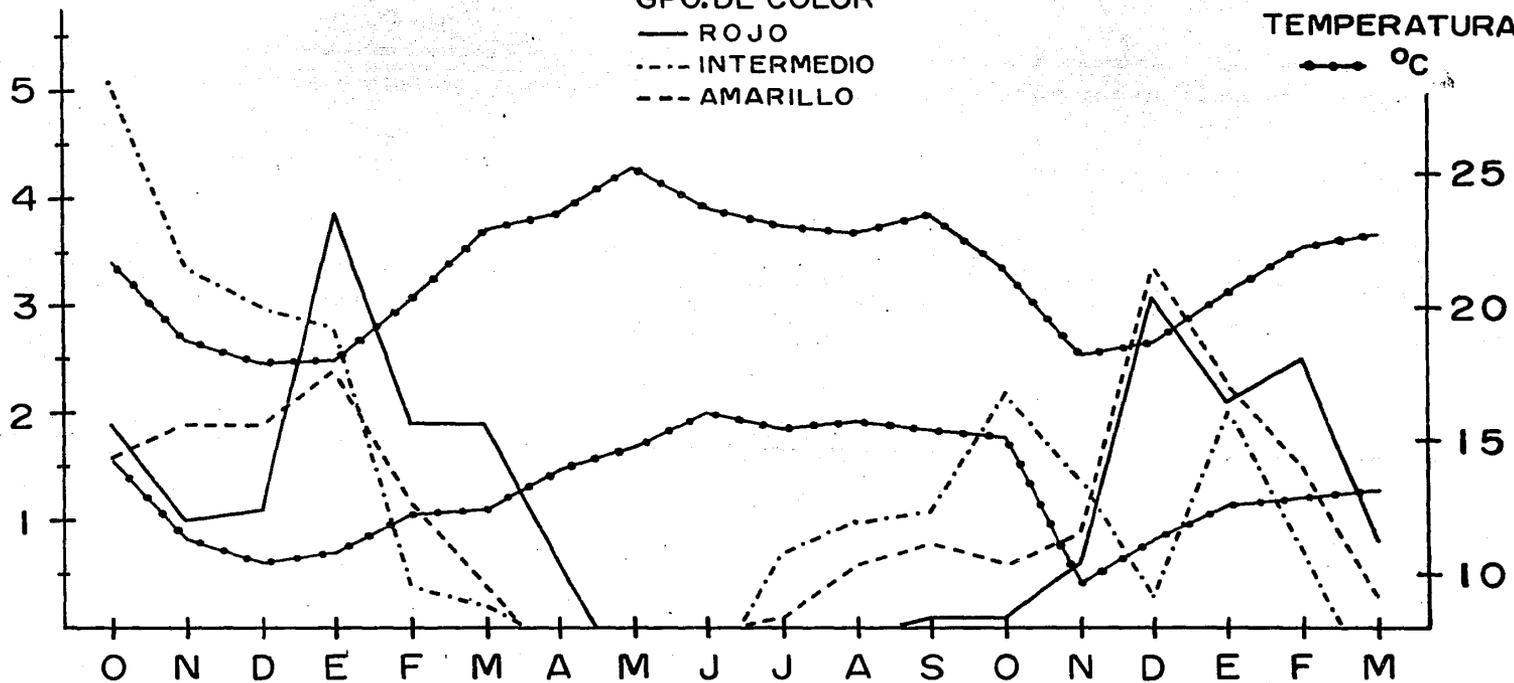
— ROJO

· · · · · INTERMEDIO

- - - - - AMARILLO

TEMPERATURA

—●— °C



-76-

ii) Floración-humedad.

Se realizó una confrontación entre las curvas mensuales de humedad (mínima y máxima) y las curvas de intensidad de floración de los ejemplares bajo cultivo en el invernadero, resultando las siguientes gráficas: Humedad ambiental-intensidad de floración de especímenes provenientes del estado de Chiapas (figura 23) y humedad ambiental-intensidad de floración de especímenes provenientes del estado de Veracruz (figura 24). De estas gráficas se desprenden las siguientes observaciones:

Es evidente el hecho de que la curva de humedad relativa máxima no muestra variaciones notables a través de los diferentes meses del año, manteniendo un alto nivel con variaciones menores a cinco unidades de humedad relativa, lo que indica un alto grado de saturación atmosférica. En contraste, la curva de humedad relativa mínima presenta grandes variaciones y prácticamente determina el patrón de comportamiento de humedad ambiental en el invernadero.

Existe una marcada relación directa entre la intensidad de floración de los ejemplares provenientes de Chiapas y el régimen de humedad relativa mínima (figura 23), coincidiendo en todos los casos los picos de máxima floración con los de la curva de humedad mínima. Asimismo, el reposo floral de los tres grupos de color coincide con el mayor decaimiento de la humedad (de marzo a mayo).

Cabe mencionar que aun cuando los diferentes grupos de color muestran entre sí variaciones de comportamiento en cuanto al inicio y longitud del período floral, siguen básicamente un patrón con una relación directa con los regímenes de humedad relativa mínima.

Los ejemplares de Veracruz siguen también una relación directa con el régimen de humedad relativa mínima (figura 23), presentando picos de máxima intensidad de floración en los meses de mayor humedad y períodos de reposo en los meses de mayor decaimiento en la humedad.

FIG. 22.- HUMEDAD RELATIVA

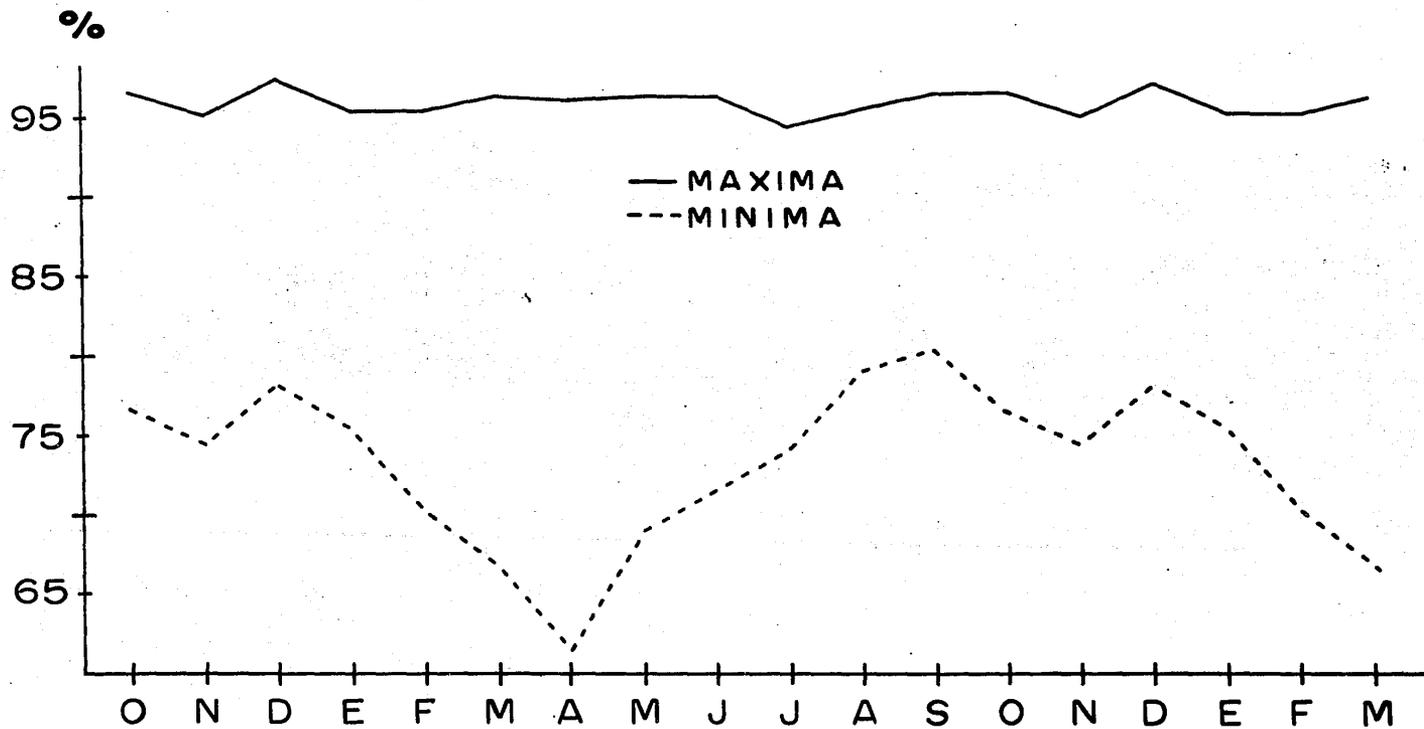


FIG. 23.-

CHIAPAS

INTENSIDAD
DE FLORACION

HUMEDAD
RELATIVA

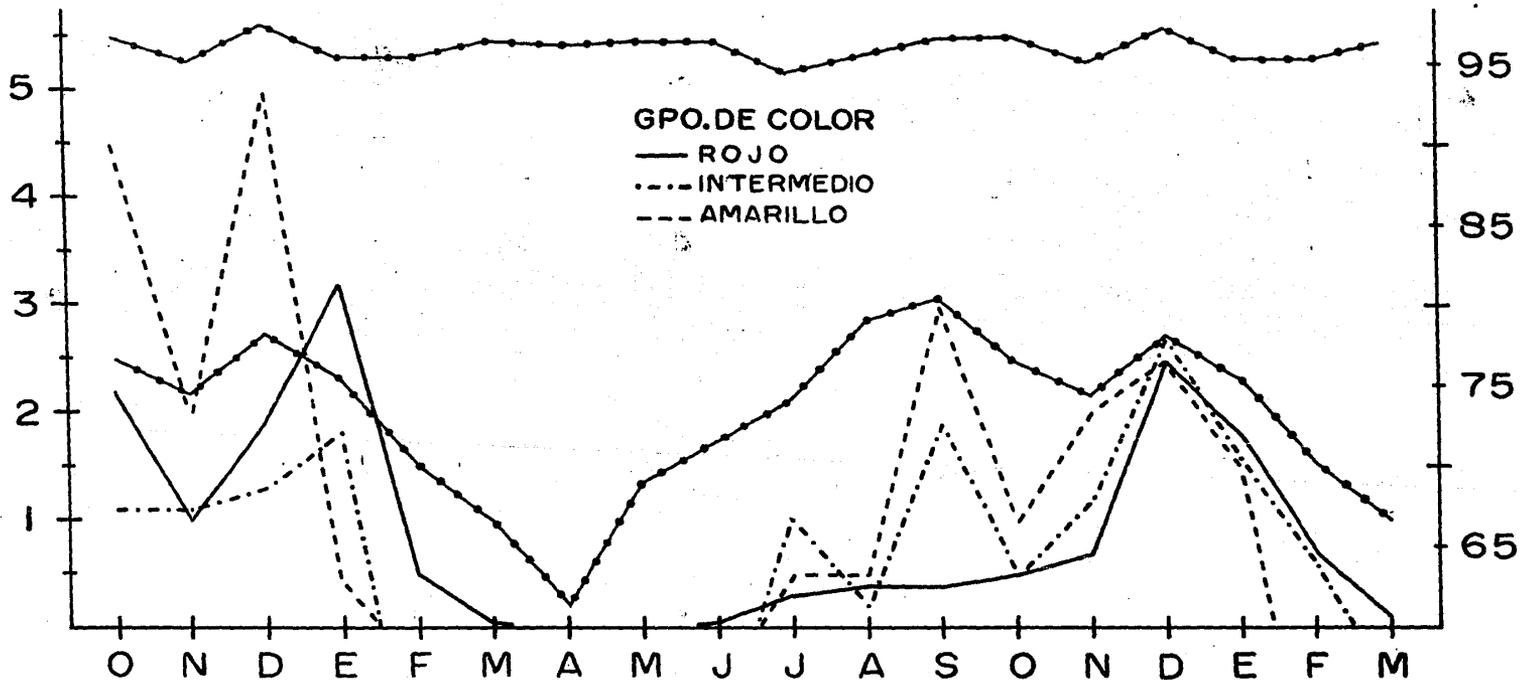
—●— %

GPO. DE COLOR

— ROJO

--- INTERMEDIO

- - - AMARILLO



-08-

FIG. 24. - VERACRUZ

INTENSIDAD
DE FLORACION

HUMEDAD
RELATIVA

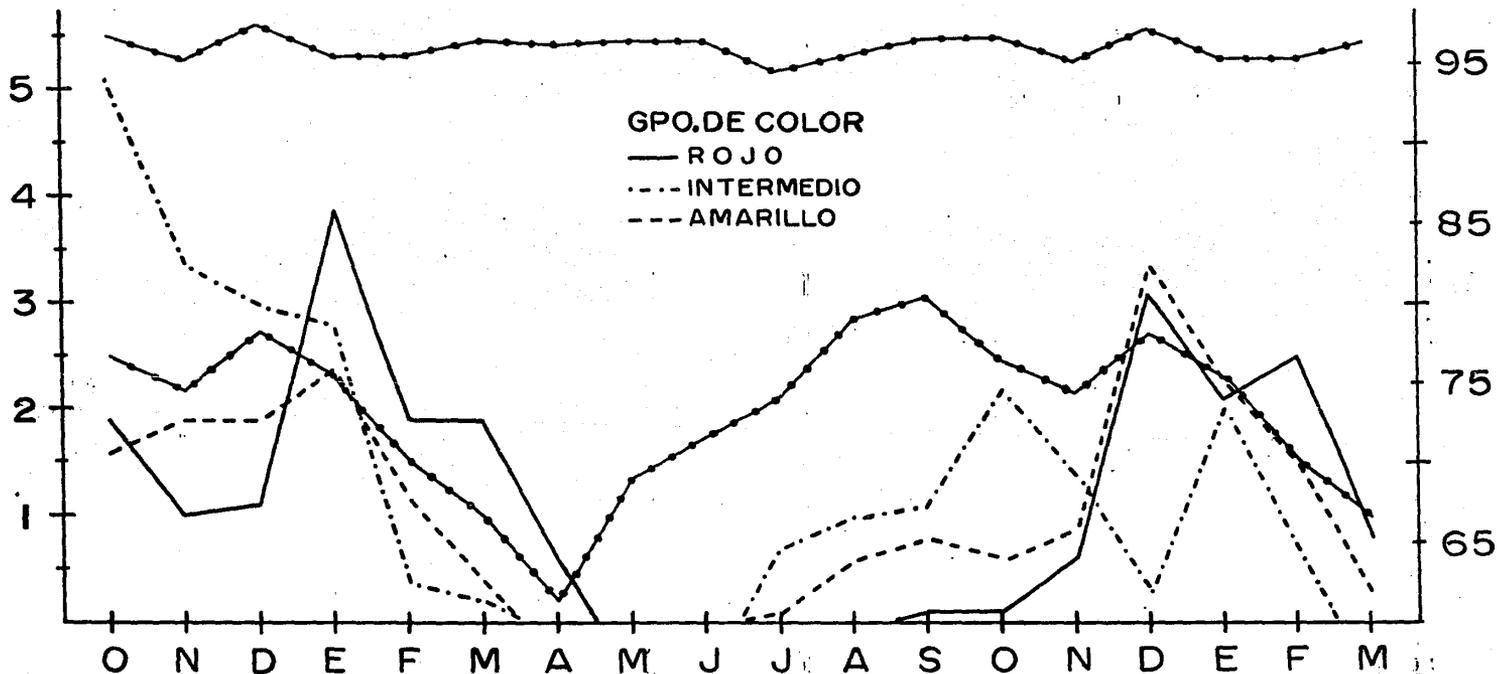
—●— %

GPO. DE COLOR

— ROJO

--- INTERMEDIO

--- AMARILLO



VII.2 En el campo.

A) Condiciones ambientales.

Temperatura.

De la estación meteorológica más cercana al Parque Nacional de los Lagos de Monte Bello ubicada en el Municipio de la Trinitaria Chiapas, se tomaron los datos de la temperatura ambiental que corresponden a los promedios mensuales obtenidos en dicha estación durante 14 años de observación (tabla 10). La gráfica del régimen de temperaturas mensuales promedio en el campo se muestra en la figura 25.

Se observa que la temperatura en el campo sigue un régimen estacional presentando sus mayores niveles en los meses de primavera, abril, mayo y junio, a partir de los cuales se registra una disminución paulatina. Un pico no tan pronunciado aparece en agosto, continúa el descenso hasta alcanzar sus niveles mínimos en los meses de invierno, diciembre y enero, cerrando así el ciclo anual de oscilación.

El máximo valor de temperatura corresponde al mes de mayo con 21.5°C y el mínimo a enero con 18.3°C, lo que sugiere un clima templado sin variaciones bruscas de temperatura y sin condiciones extremosas, pero variando según el régimen estacional.

Precipitación.

De la estación meteorológica de la Trinitaria se tomaron los datos de precipitación (tabla 10). De la gráfica correspon

diente (figura 26), se hacen las siguientes observaciones :

La zona presenta un amplio período de lluvias que abarca aproximadamente 6 meses a partir de mayo hasta octubre.

Dos picos de máxima precipitación se presentan en junio y septiembre, respectivamente, siendo este último el mes de máxima precipitación pluvial.

La época de mayor cantidad de lluvias es el otoño y la de menor precipitación es el invierno con un bajo porcentaje.

El amplio período de lluvias que abarca aproximadamente dos estaciones (verano y otoño) y el régimen de precipitación promedio, explican el alto grado de humedad que predomina la mayor parte del año en la zona. Por otro lado, se debe considerar que se trata de una basta red hidrológica que incluye un sistema lagunar.

Estos elevados niveles de humedad atmosférica permiten la proliferación de abundantes plantas epífitas, incluyendo entre ellas las orquídeas.

TABLA 10-DATOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACION
 ESTACION METEOROLOGICA DEL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA, CHIS.

MES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
TEMPERATURA (° C)	18.3	18.9	20.1	20.9	21.5	20.9	20.2	20.5	20.4	19.9	19.2	18.5
PRECIPITACION (mm).	8.1	15.1	11.5	28.5	102.5	186.7	133.4	127.9	232.5	122.5	41.3	20.5

TEMP. PROMEDIO = 19.9

PRECIPIT. PROMEDIO = 1030.5

TIPO DE CLIMA: A (C) w" 1 (w) ig

AÑOS DE OBSERVACION = 14

FIG. 25.- REGIMEN DE TEMPERATURA EN EL CAMPO (°C)
(ESTACION METEOROLOGICA DE LA TRINITARIA).

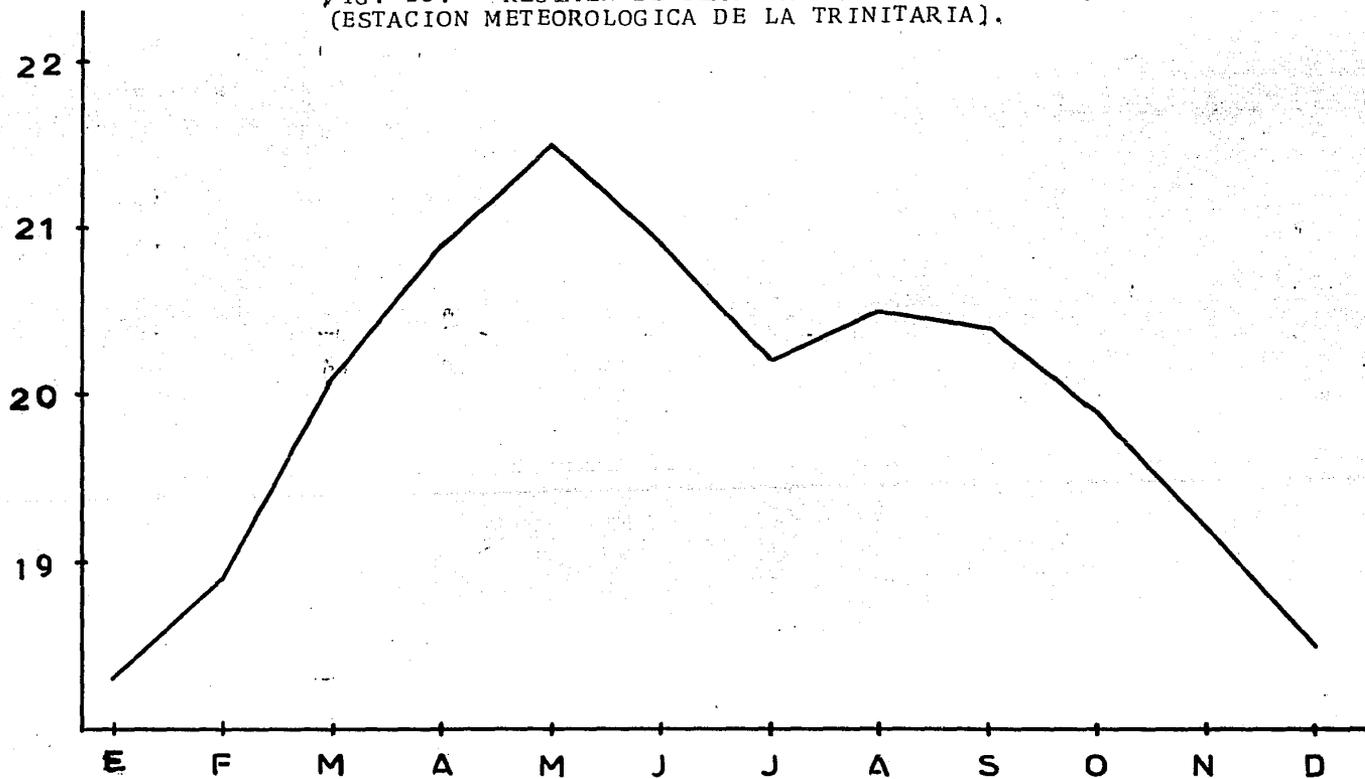
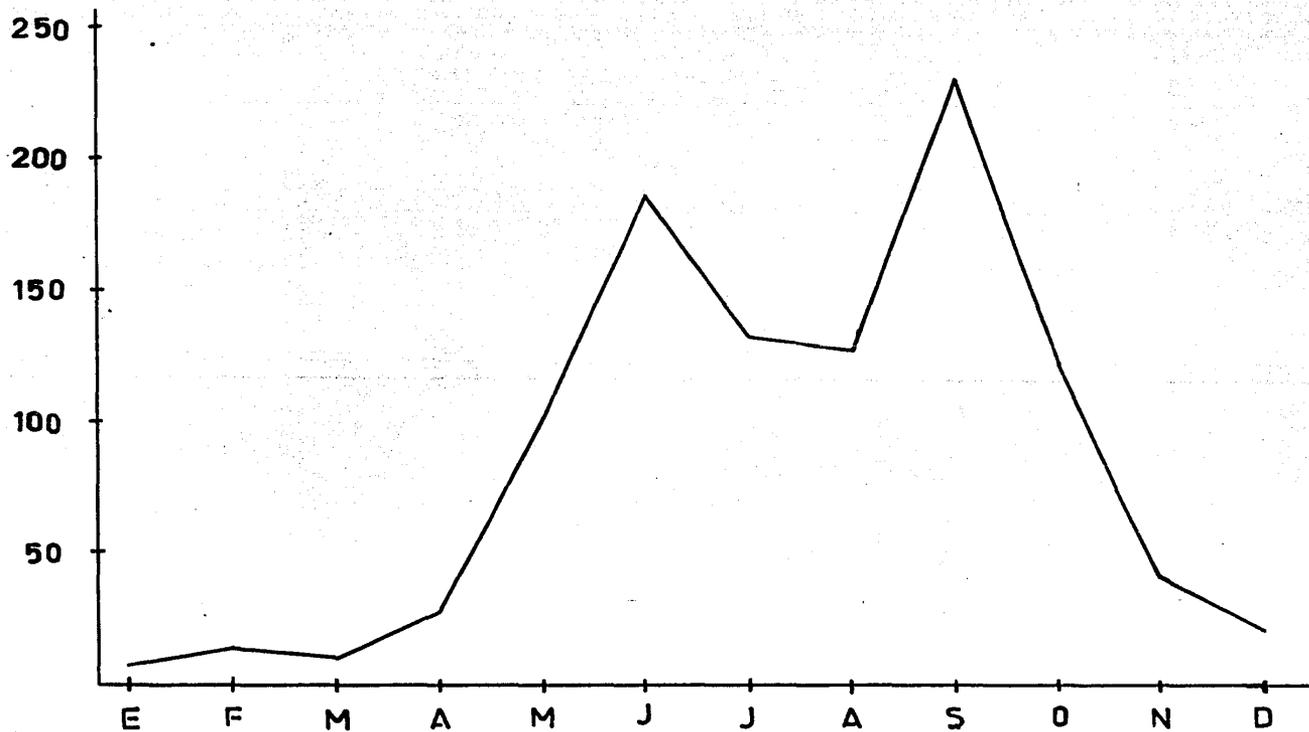


FIG. 26.- REGIMEN DE PRECIPITACION EN EL CAMPO (mm)
(ESTACION METEOROLOGICA DE LA TRINITARIA).



B) Consideraciones fenológicas.

La fenología en la definición clásica de Linnaeus (Lieth, 1974) fue descrita como "el arte de observar las fases del ciclo de vida o actividades de plantas y animales en su ocurrencia temporal a través del año". De acuerdo con ello en sus inicios se hallaba circunscrita a la mera descripción de los eventos biológicos enmarcados en el calendario civil o astronómico, tal fue el propósito principal de los primeros estudios fenológicos.

Posteriormente, se enfatizó en la correlación de la ocurrencia temporal de las fases biológicas con los cambios climáticos estacionales, en tal contexto la fenología fue definida en 1972 por el US/IBP (United States National Committee for the International Biological Program; Phenology Committee), como "el estudio del registro cronológico de los eventos biológicos y sus relaciones con los cambios climáticos estacionales". El mismo comité emitió la siguiente definición: "la fenología es el estudio del registro cronológico de eventos biológicos recurrentes, las causas de su cronología con respecto a fuerzas bióticas y abióticas y la interrelación entre las fases de la misma o diferentes especies".

Esta última definición abarca tanto a la autoecología como a la sinecología, ambas enfocadas al estudio de las relaciones de organismos y comunidades a la variación natural estacional de las condiciones medioambientales.

Se sabe de acuerdo con la literatura, que el inicio de los botones florales está relacionado con la longitud - del día (Devlin, 1976; Leopold, 1978). El comportamiento general en floración presentado por P. cardiothallis corresponde al de una planta de días cortos, floreciendo cuando la longitud - del día es inferior a una longitud crítica, condición dada en--tre los meses de junio y julio cuando se inician los primeros - botones y que prevalece en los meses restantes del año. (tabla 11).

Cuando las condiciones de luz superan esa longi--tud crítica en los meses de marzo, abril y mayo, la planta se mantiene en reposo floral.

Por otra parte se sabe que los efectos de la lon--gitud del día sobre la floración, pueden ser modificados o alte--rados por factores físicos, talés como la temperatura, humedad, concentración de CO_2 y por factores químicos, entre los que se cuentan los niveles hormonales y la disponibilidad de nutrien--tes esenciales (Devlin, 1976; Leopold, 1975).

Cabe señalar que para determinar con certeza -- cual de los factores que intervienen en el crecimiento, desarro--llo y floración de una planta es responsable de un efecto deter--minado, cada factor requeriría ser separado experimentalmente - manteniendo los otros constantes, esto solamente es posible uti--lizando técnicas altamente controladas, como las realizadas por Van Thien (1974).

Se observó que el reposo floral en el campo coincide con los meses de mayores regímenes de temperatura de marzo a junio, y el inicio de los primeros botones florales hacia finales de junio y principios de julio, coincide (tabla 11) con un pico en el nivel de precipitación.

Los primeros frutos aparecen aproximadamente un mes después de iniciada la floración, es decir, en agosto pero es hasta los meses de febrero, marzo y abril cuando se encuentra un mayor número de ellos, hecho que probablemente es el resultado de una mayor actividad de la fauna polinizadora durante diciembre y enero, y que favorece la mejor dispersión de semillas en un ambiente de temporada seca.

Los períodos de floración en el campo varían en amplitud, siendo mayor para los grupos rojo e intermedio y menor para el amarillo.

La estimación de las fluctuaciones en intensidad de floración en el campo, no tuvieron por limitaciones prácticas la precisión seguida en las observaciones sobre el material cultivado en el invernadero, siendo meramente cualitativas. Los espacios en blanco de enero y diciembre en la tabla de floración y fructificación, corresponden a visitas que no fue posible cubrir.

TABLA 11.- FLORACION Y FRUCTIFICACION DE P. cardiothallis
EN EL CAMPO.

ESTRUCTURA REPRODUCTIVA MES	BOTON	F L O R			FRUTO
		ROJO	INTERMEDIO	AMARILLO	
E N E R O					
F E B R E R O	*	**	*	—	***
M A R Z O	—	*	—	—	***
A B R I L	—	—	—	—	**
M A Y O	—	—	—	—	*
J U N I O	—	—	—	—	—
J U L I O	*	*	*	—	—
A G O S T O	**	**	*	*	*
S E P T I E M B R E	**	**	***	***	*
O C T U B R E	***	**	*	*	*
N O V I E M B R E	***	***	**	*	*
D I C I E M B R E					

* ESCASO ** REGULAR ABUNDANCIA *** ABUNDANTE.

VIII. Distribución de colores florales.

Para hacer una estimación de la proporción de los diferentes colores florales en el campo, se marcaron un total de 207 ejemplares distribuidos en 2 poblaciones localizadas en la región de los Lagos de Montebello Chiapas.

Durante las visitas se hizo un listado de tales -- ejemplares anotándose su estado reproductivo : botón, flor y/o fruto, cuando las plantas fueron halladas en flor se anotó el -- color correspondiente.

A una proporción considerable de plantas no se les -- logró detectar el color floral, debido a que durante el trabajo de campo se encontraron en alguno de los estadios siguientes :

- a) botón en estadios muy tempranos.
- b) fruto en estado de madurez avanzada.
- c) sin ninguna estructura reproductiva.

De los 207 ejemplares considerados, a un total de -- 115 se les detectó el color, lo que representa un 55.3%.

Los censos indican que aproximadamente un 72.8% de la población es de color rojo, 23.7% intermedio y sólo un 3.5% es amarillo. Lo que manifiesta una clara dominancia en favor de los especímenes con flores rojas (tabla 12).

Es posible que las frecuencias relativas de los colores florales estén en relación con la discriminación por par

te de los polinizadores. Hay evidencias acerca de que algunos insectos tienen preferencia por una forma de color particular - en especies polimórficas, por ejemplo :

Los trabajos realizados por Kay (1978) en Raphanus raphanistrum (Cruciferae) que tiene flores amarillas y blancas, demostraron que Pieris y Eristalis spp muestran marcada preferencia por las formas amarillas, mientras algunos Bombus spp la tienen por las flores blancas en las mismas poblaciones.

Las observaciones sobre polinización llevadas a cabo por Lloyd (1969) en Leavenworthia crassa (Cruciferae) que tiene tres colores florales, indicaron que existe una relación entre los porcentajes de los colores florales con las frecuencias de visitas efectuadas por parte de los polinizadores que son dípteros y lepidópteros.

Mogford (1978) observó las visitas por parte de Bombus sp. y Apis mellifera a poblaciones polimórficas de Cirsium palustre (Compositae) que presenta : flores púrpura, púrpura pálido y blancas, y estableció que Bombus sp. tenía cierta preferencia por las formas blancas en algunas de las poblaciones.

Si no existe preferencia de el o los polinizadores por algún color, se origina un polimorfismo estable, es decir, los diferentes colores florales exhiben porcentajes similares, habiendo un gran número de heterocigotos (Kay, 1978).

En cambio, si hay preferencia por algún homocigoto, la

frecuencia del color floral de éste dentro de la población se mantendrá en altos niveles, existiendo marcadas diferencias en la distribución porcentual de los colores exhibidos. Tal parece ser el caso de las poblaciones de Pleurothallis cardiothallis observadas en la región de los Lagos de Montebello, presentando en los 2 sitios de estudio (tabla 12) un patrón de distribución de color semejante con marcada predominancia en todos los casos de las plantas con flores rojas, una abundancia regular de ejemplares con flores intermedias y un bajo porcentaje de -- plantas con flores amarillas.

TABLA 12-DISTRIBUCION DE COLORES FLORALES.

LUGAR	GRUPO DE COLOR			INDIVIDUOS CON COLOR- DETECTADO.	INDIVIDUOS SIN COLOR DETECTADO.	INDIVIDUOS MARCADOS.
	ROJO	INTERMEDIO	AMARILLO			
PASO DEL SOLDADO.	33	15	2	50	49	99
DOS LAGUNAS	50	12	2	64	44	108
TOTAL	83	27	4	114	93	207
PORCENTAJE	72.8%	23.7%	3.5 %			

IX. Pigmentos florales.

Flores de los ejemplares cultivados en el invernadero se utilizaron para el análisis de los pigmentos, que fueron extraídos de acuerdo con los procedimientos seguidos por Harborne (1973) con una solución de HCl al 1% en metanol y en frío protegiendo de la luz con papel aluminio, durante 26 a 30 minutos, la mezcla de pigmentos obtenida fue separada por medio de una cromatografía bidimensional en papel.

Como un primer solvente se utilizó una mezcla de butanol, ácido acético y agua destilada (B.Ac.A.) en proporción 4:1:5. El papel fue rotado para aplicar un segundo solvente que consistió en una mezcla de ácido acético al 5% y agua destilada (Ac.A.) durante 2 horas y media (figura 27).

Se obtuvo un cromatograma por cada grupo de color de los cuales se hacen las siguientes observaciones :

Existe un componente "1" que aparece en los grupos rojo e intermedio (figuras 28 y 29), que por su color rojo escarlata y su Rf. (B.Ac.A.) 0.477 corresponde a una antocianina, tal componente no aparece en el cromatograma de las flores amarillas (figura 30). A excepción de éste, el patrón cromatográfico restante es semejante para los tres grupos de color.

El análisis con luz ultravioleta indicó la presencia de otros tres componentes "2", "3" y "4" que viran su color en presencia de NH_3 :

U L T R A V I O L E T A			
Componente	Luz visible	Solo	Con NH ₃
2	sin color	azul claro	verde fluoresc <u>en</u> te
3	sin color	violeta claro	azul intenso
4	sin color	azul claro	verde fluoresc <u>en</u> te

Estos componentes, por su posición en los cromatogramas y su color en ultravioleta, parecen ser flavonoides que probablemente sean copigmentos responsables del color amarillo.

Un concentrado de la antocianina se logró por extracción con metanol y HCl 1%, tal extracto fue cromatografiado unidimensionalmente en papel, utilizando como solvente una mezcla 1:1 de butanol y HCl 1% (figura 31). De acuerdo con el Rf obtenido 0.370, se infiere que es un monoglucósido de pelargonidina.

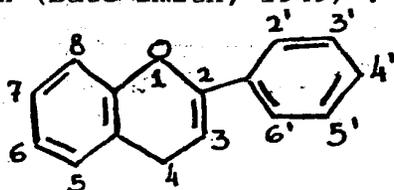
Por la intensidad del color de los extractos apreciado en los tubos de ensaye, se observó que la pelargonidina se halla más concentrada en las flores del grupo rojo, menos concentrada en las del intermedio y ausente en las amarillas, concordando con lo observado en los cromatogramas respectivos.

Si bien la pelargonidina es sólo uno de los elementos pigmentarios presentes, su papel en la variación del color en Pleurothallis cardiothallis es preponderante. Los análisis

realizados por Harper (1974) en Doritis pulcherrima (Orchidaceae) indican una situación semejante; fueron identificados seis pigmentos, uno de los cuales (delfinidina 3,5-diglucósido) es antocianina, y se encontró muy concentrada en flores de color rosa, menos concentrada en las rosa claro y ausente en flores blancas.

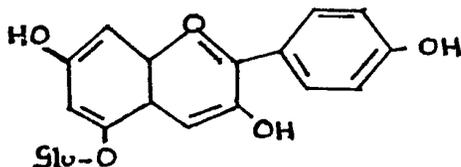
Las flores de Delonix regia (Leguminosae) varían en color desde amarillo-anaranjado a rojo oscuro. Saleh e Ishak (1976) concluyeron en un estudio cromatográfico, que las flores rojo oscuro contienen cinco veces la cantidad de antocianinas presentes en las flores anaranjado-amarillentas, comprobando que estos pigmentos juegan uno de los papeles principales en la variación del color.

Se sabe que las antocianinas, ya sea individualmente o en combinación con otros pigmentos, contribuyen en gran medida a la formación del amplio espectro de colores producidos por las flores de las orquídeas. Son flavonoides derivados del 2 fenil-benzopirán (Bate-Smith, 1949) :



Sus moléculas se componen de una aglicona altamente coloreada conocida como antocianidina ligada a un azúcar (o azúcares). Son seis las antocianidinas más comunes : pelargonidina, cianidina, delfinidina, petunidina y malvidina; el azú

car puede ser un mono, di o tri sacárido y la glicosilación ocurre en muchos casos en la posición 5 ó 7. Un monoglucósido de pelargonidina tendría la siguiente estructura :



Generalmente la introducción de grupos hidroxilo - en la posición 3 o en el "anillo" B, varían el espectro visible produciendo tonos azules, los substituyentes hidroxilo o metoxilo son responsables de las diferencias entre las antocianinas. -- Otros factores que afectan el color de estas sustancias son las unidades de azúcar, el tipo de substituyente (éter o hidroxilo), la presencia de otros flavonoides o iones metálicos y el p^H. - Todos estos factores tienen un profundo efecto sobre el sistema de resonancia de esas moléculas, resultando en cambios de color (Arditti, 1969).

Las antocianinas poseen todas las características de agentes quimiotaxonómicos : complejidad química, variabilidad estructural, estabilidad fisiológica, amplia distribución, relativa facilidad de aislamiento y rapidez de identificación. (Harborne, 1967).

El número y naturaleza de las antocianinas es característica de especie y variedad, de manera que las diferencias pigmentarias ya han sido utilizadas en estudios taxonómicos, por ejemplo en Linum (Linaceae), Vitis vinifera (Vitidaceae),

Mimulus cardinalis (Scrophulariaceae), y han sido útiles para - el mejor entendimiento de las relaciones sistemáticas entre -- otras plantas (Arditti, 1977).

En la taxonomía de orquídeas se han utilizado los alcaloides, las fragancias, los contenidos de azúcares. Pero, de acuerdo con Arditti (1977) existen pocos trabajos relacionados con la utilización de las antocianinas para tales fines.

FIG. 27.- ESQUEMA DE CROMATOGRAFIA BIDIMENSIONAL EN PAPEL DE LOS EXTRACTOS FLORALES.

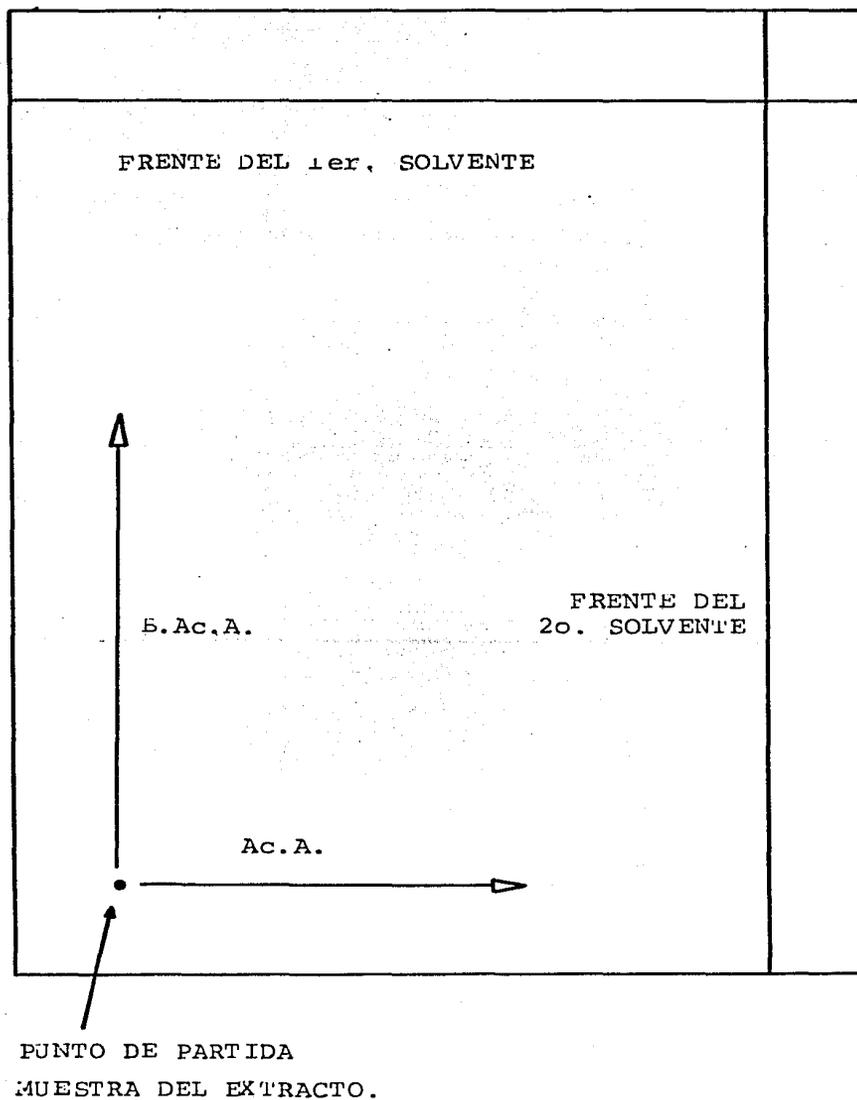


FIG. 28.- CROMATOGRAFIA BIDIMENSIONAL EN PAPEL DE EXTRACTOS FLORALES DE P. cardiothallis

GRUPO ROJO

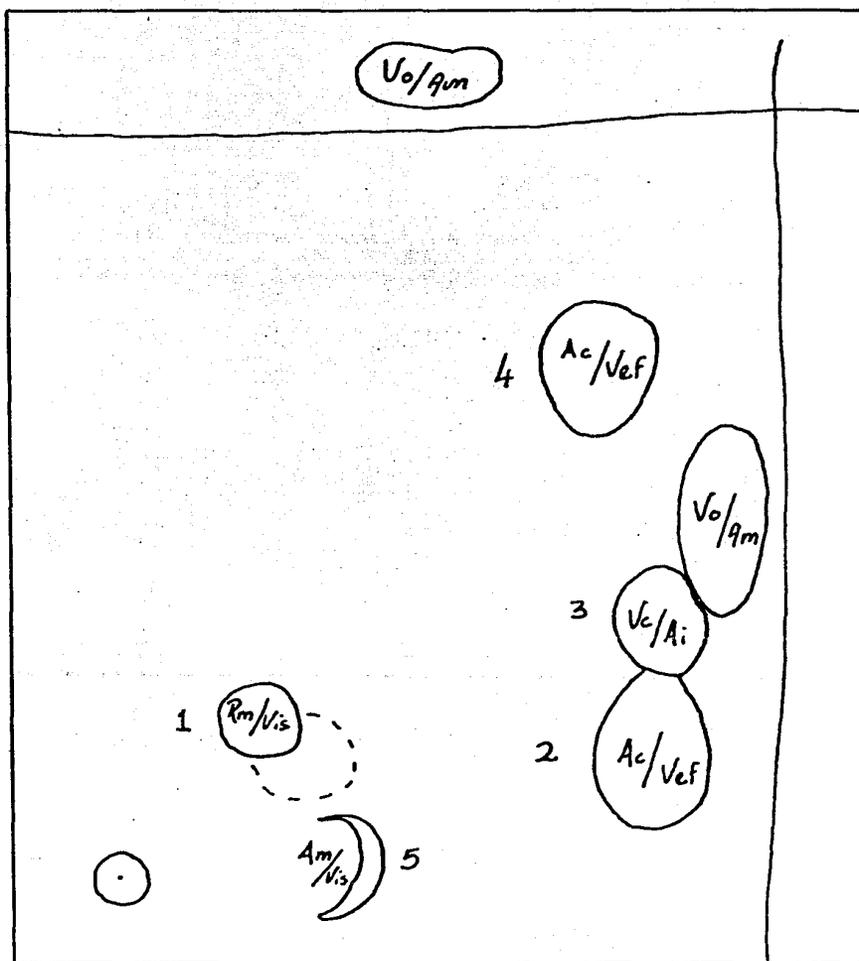


Fig. 29.-

CROMATOGRAFIA BIDIMENSIONAL EN PAPEL DE
EXTRACTOS FLORALES DE P. cardiothallis.

GRUPO INTERMEDIO.

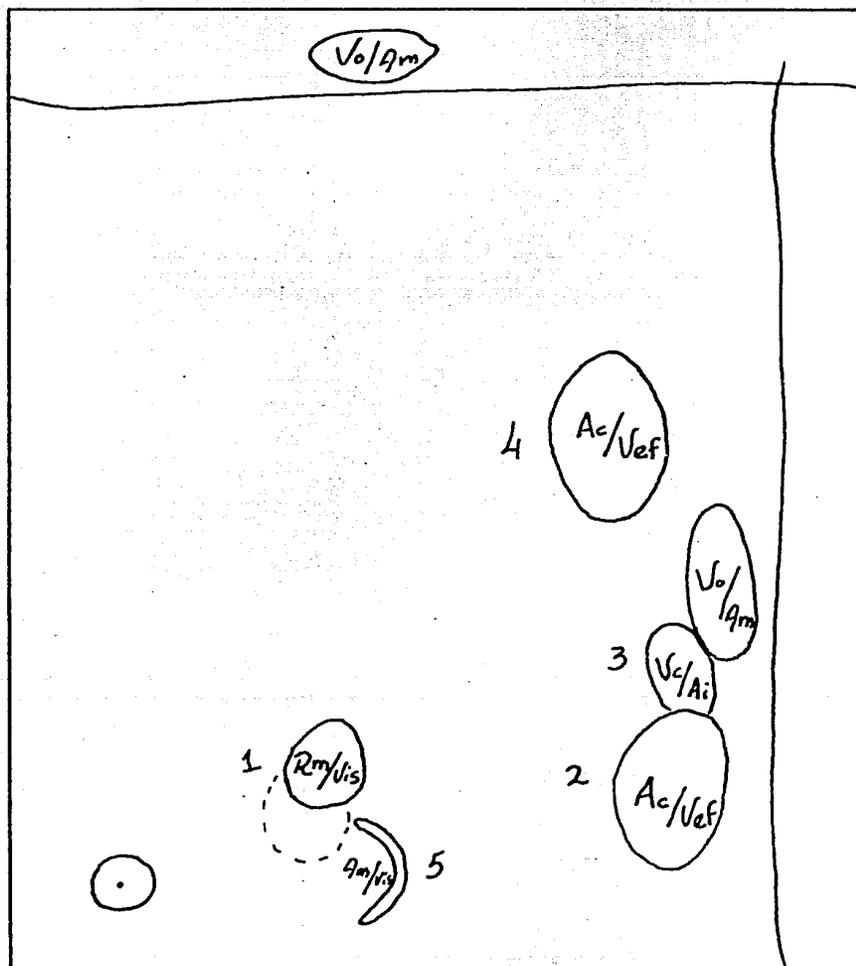


FIG. 30.- CROMATOGRAFIA BIDIMENSIONAL EN PAPEL DE
EXTRACTOS FLORALES DE P. cardiothallis

GRUPO AMARILLO

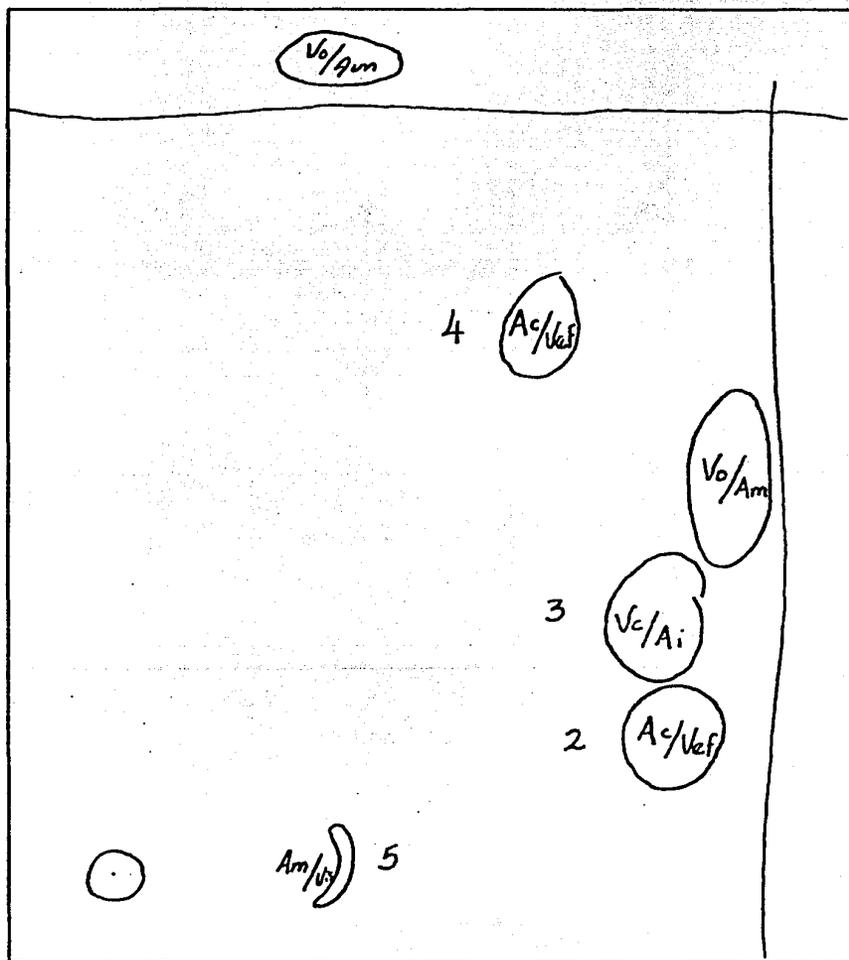
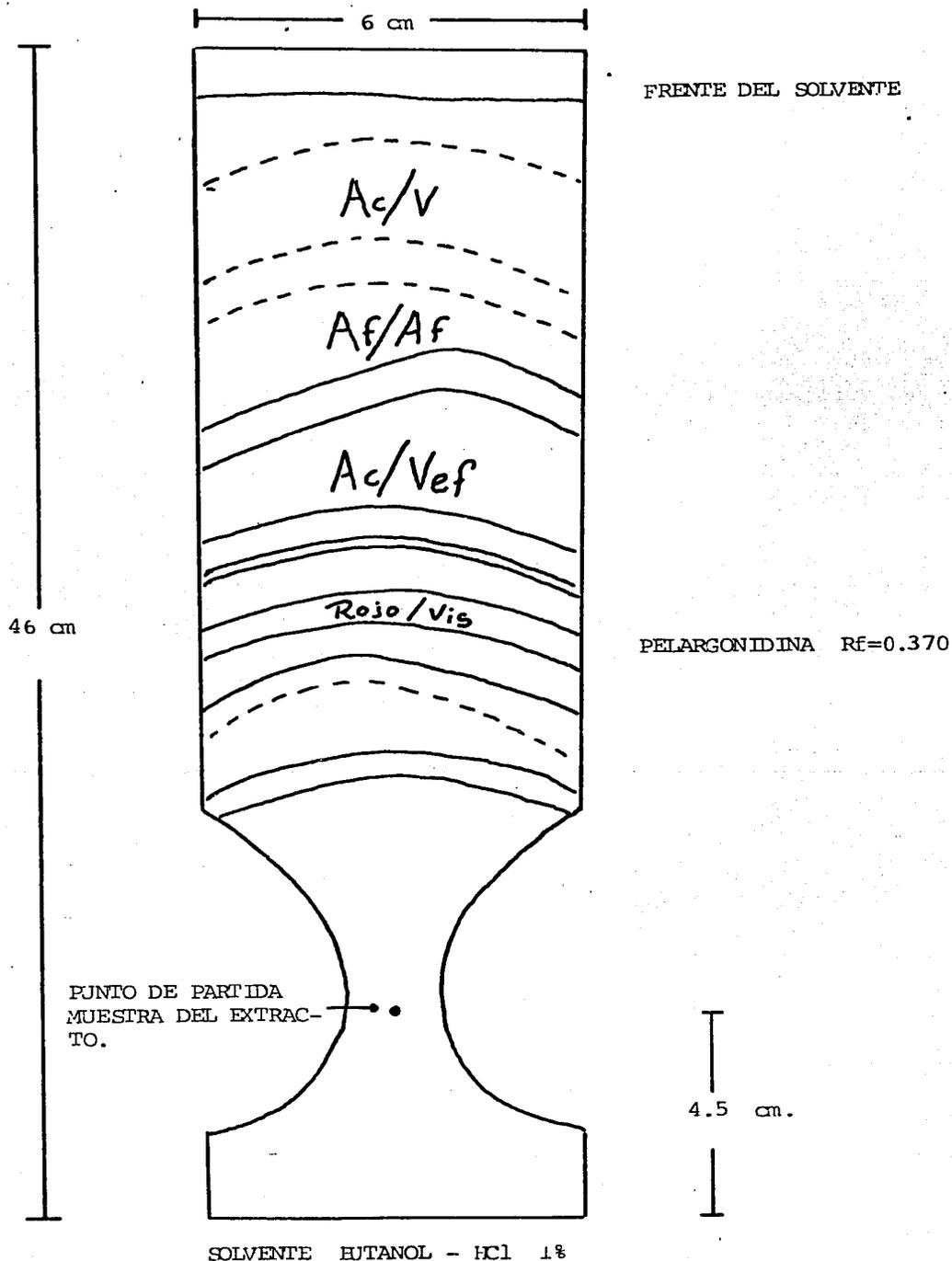


FIG. 31.- ESQUEMA DE CRMATOGRAFIA EN PAPEL DE EXTRACTOS FLORALES DE P. cardiothallis.



X. Número Cromosómico.

Los estudios citogenéticos constituyen una de las herramientas básicas en el estudio de la variación inter e intra-específica. Se sabe por ejemplo el efecto de "dosis" presentado por especies poliploides, en donde diferentes combinaciones de alelos producen variaciones en la concentración de pigmentos florales (Grant, 1975).

Existen dentro de las orquídeas escasos reportes de números cromosómicos para especies con variaciones en el color floral, entre los que se pueden citar : Epipactis helleborine (L.) Crantz con flores violeta-rojizo, violeta-pálido y blancas con $2n=20$, $2n=40$ (Weijer, 1952) y $2n=38$ (Gadella & Kliphuis, -- 1963); Doritis pulcherrima Lindl. con flores rosa, rosa pálido y blancas con $2n=38$ (Chardard, 1963), y $2n=76$ (Kamemoto, 1964). Sin que se haya establecido una relación entre el factor ploidia y la variación en el color floral en esos casos.

Para la subtribu Pleurothallidinae Lindl., existen pocos reportes de números cromosómicos (Dressler, 1981) y en el caso del género Pleurothallis R.Br., únicamente se cuenta con la determinación realizada por Chardard (1963) para P. vittata con $2n=42$.

La determinación del número cromosómico para Pleurothallis cardiothallis, se realizó en el meristemo radicular de ejemplares de los diferentes grupos de color-localidad cultivados en el invernadero.

Las puntas de las raíces fueron pretratadas con una solución 0.002 M de 8-hidroxiquinoleína, durante 5 horas en oscuridad y a 18°C, con la finalidad de inhibir la formación del uso mitótico permitiendo la observación de los cromosomas en --contracción.

Las raíces fueron fijadas en alcohol-acético (3 partes de alcohol absoluto por una de ácido acético glacial), e hidrolizadas con ácido colorhídrico 1 N durante 13 min. a una temperatura de 60°C.

Se utilizó para la tinción el colorante de Feulgen, mezclado con celulasa-pectinasa a oscuridad en un período de 60 minutos, tiempo durante el cual las puntas radiculares se tor--nan de un color púrpura, indicando la reacción entre el colorante y los núcleos de la región meristemática.

Se depositaron pequeños cortes del meristemo radicular en portaobjetos, añadiéndoles acetorceína y calentando ligeramente en la llama de una lámpara de alcohol, después de lo --cual se efectuó el squash.

La fijación permanente de las preparaciones se llevó a cabo utilizando el método de congelamiento con hielo seco --(dióxido de carbono), gracias al cual el tejido tratado queda --adherido al portaobjetos y permite el desprendimiento del cubre--objetos respectivo, ambos son sumergidos posteriormente en al--cohol absoluto y fijados con bálsamo de Canadá.

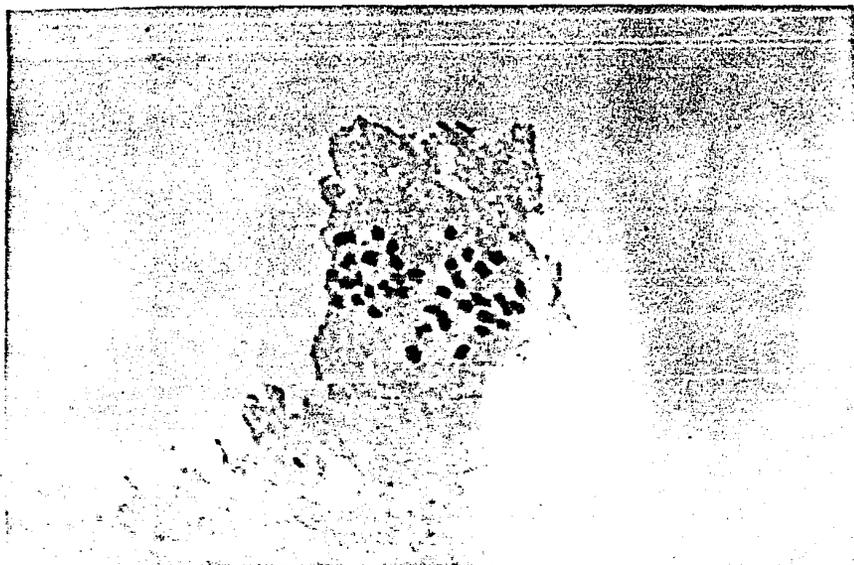
Finalmente, las preparaciones fueron depositadas en un --
horno seco a temperatura constante de 30°C, y observadas bajo --
microscopio óptico convencional en campo claro.

Los cromosomas metafásicos observados en P. cardio--
thallis son puntuales (figura 32), no se detectaron diferencias
entre los grupos de color y localidad, hallándose en todos los
casos $2n=36$.

FIG. 32.-- FOTOMICROGRAFIAS DE CROMOSOMAS EN CELULAS
RADICULARES DE P. cardiothallis.



FIG. 32.- FOTOMICROGRAFIAS DE CROMOSOMAS EN CELULAS
RADICULARES DE P. cardiothallis.



XI. Aspectos complementarios.

XI.1. Preferencia de hábito.

La plasticidad ecológica del grupo de las orquídeas, se halla reflejada en la diversidad de hábitos vegetativos adoptados por ellas, pudiéndoseles encontrar como epífitas, terrestres, rupícolas, saprofitas, etc.

Ames y Correll (1952) en su obra *Orchids of Guatemala*, hacen referencia a Pleurothallis cardiothallis como una planta predominantemente epífita que ocasionalmente llega a ser terrestre. Las observaciones de campo realizadas en este estudio sugieren el posible papel que la estructura de la vegetación juega en la preferencia de hábito de la especie.

Se tomaron como modelo 3 de las poblaciones estudiadas, por formar un gradiente de tipos de vegetación a saber : a) Grutas de San Rafael : bosque de pino; b) Paso del Soldado : bosque mixto de pino y encino; y c) Dos lagunas : -- bosque de encino.

De los ejemplares encontrados en tales poblaciones se anotó el hábito vegetativo y se estimó la proporción de terrestres y epífitas con los siguientes resultados :

POBLACION	Terrestres %	Epífitas %	Tipo Vegetación
"Grutas San Rafael"	81.2	18.8	Bosque de Pinos
"Paso del Soldado"	51.5	48.5	Bosque Mixto Pino - Encino
"Dos Lagunas"	14.3	85.7	Bosque de Encino.

Se observó que en donde la vegetación es relativamente abierta y permite una mayor penetración de luz, las plantas se encuentran preferentemente en forma terrestre. Mientras que en lugares de vegetación más cerrada y con menor penetración de luz predomina la forma epífita.

Puede decirse que estas plantas se desarrollan mejor en sitios con iluminación difusa protegidos por la sombra del follaje de la luz solar directa. Así, cuando la vegetación es lo suficientemente cerrada pueden desarrollarse a mayores alturas sobre los árboles y cuando es más abierta, se hallan sobre el suelo en microambientes más sombreados que las ramas expuestas de los árboles de tales zonas.

XI.2 p^H y color floral.

Existen varios factores que influyen en el color de los pigmentos florales, en particular de las antocianinas, - entre los que se encuentran principalmente : el p^H , el tipo de sustituyentes en los anillos bencénicos, la presencia de otros flavonoides o iones metálicos y las unidades de azúcar. Siendo el p^H uno de los que poseen mayor efecto sobre el sistema de resonancia de las moléculas de los pigmentos, determinando cambios en el color (Arditti, 1977).

Se ha probado experimentalmente que los colores - adoptados por las antocianinas son indicadores del grado de alcalinidad del medio en sistemas "in vitro".

Con la finalidad de determinar si el p^H del suelo tiene algún efecto sobre la coloración floral de Pleurothallis cardiorthallis se llevaron a cabo mediciones en muestras de suelo de las diferentes zonas de estudio, tanto en el campo como - en el invernadero.

Las determinaciones se realizaron a partir del extracto de la pasta saturada (ver capítulo de método) con los siguientes resultados (tabla 13) :

El p^H del suelo en la región de los Lagos de Montebe--llo oscila de ligeramente ácido (5.2 como mínimo) a neutro --- (7.3 como máximo).

El correspondiente al volcán San Martín Tuxtla es medianamente ácido (3.6 mínimo, 4.5 máximo).

El pH de las muestras de suelo correspondientes a los cultivos del invernadero varían de ligeramente ácido (5.7 mínimo) a neutro (7.0 máximo).

Ejemplares representativos de los diferentes grupos de color floral estuvieron sometidos en los cultivos de invernadero a rangos variables de pH , sin que se detectaran cambios en los colores florales, por lo que se puede decir que éstos no se ven afectados por el factor pH del suelo.

TABLA No. 13.-DETERMINACIONES DE pH PARA MUESTRAS DE SUELO.

MUESTRA	LECTURA 1 + 0.005 - 0.005	LECTURA 2 + 0.005 - 0.005	pH PROMEDIO	LUGAR
MB ₁	5.73	5.53	5.63	Paso del Soldado
MB ₂	7.35	7.39	7.37	Gruta Sn. Rafael
MB ₃	5.18	5.24	5.21	Gruta Sn. Rafael
MB ₄	5.25	5.20	5.22	Dos Lagunas
MB ₅	5.59	5.69	5.64	Dos Lagunas
MB ₆	5.58	5.48	5.53	Dos Lagunas
SM ₁	3.59	3.59	3.59	Borde del crater
SM ₂	4.23	4.28	4.26	Ladera interior del crater.
SM ₃	4.47	4.45	4.46	Ladera exterior -- del crater.

MB- Monte Bello

SM-Volcán San Martín.

XII. Discusión.

Existen en las angiospermas numerosos casos de especies que exhiben dentro de sus poblaciones diferentes formas y colores florales. El estudio de este tipo de variación adquiere particular interés en la familia Orchidaceae, ya que las características florales han sido factores decisivos en la evolución del grupo.

Para P. cardiothallis se observó un espectro de variación en la coloración floral que va de un rojo oscuro a un amarillo brillante, con un grupo intermedio dentro del cual existe una intergradación con formas afines al grupo rojo, formas de color completamente intermedias y formas afines al grupo amarillo.

Se sabe poco acerca de como se origina y mantiene un polimorfismo de este tipo, sin embargo, se tiene la certeza de que en muchos casos es el resultado de hibridaciones interespecíficas (Kay, 1976).

La heterogeneidad del color exhibida por el grupo intermedio sugiere un origen híbrido de éste, a partir de progenitores homocigos rojo y amarillo y la intergradación de formas presentada por las plantas observadas, puede ser un ejemplo de hibridación introgresiva resultante de las retrocruzadas del híbrido con las formas progenitoras.

El color floral es constante para cada individuo,

es decir, no varía con la longevidad de la flor ni con las condiciones ambientales mostrando así su naturaleza genotípica. Esto pudo constatarse al efectuar repeticiones de la tipificación para los mismos ejemplares a lo largo del desarrollo del presente estudio, sin que se hayan detectado cambios en la coloración y, al cultivarse plantas pertenecientes a diferentes grupos de color en condiciones semejantes de suelo, humedad, temperatura e iluminación en donde cada espécimen conservó su propio color floral.

El hecho de hallar variaciones en el color floral dentro de una especie conduce necesariamente a pensar en su posible relación con la polinización. El estímulo visual juega un papel muy importante en la atracción selectiva de grupos polinizadores y hay suficiente evidencia para decir que el color puede actuar como una barrera para la hibridación, existiendo - casos en los que se han encontrado especies de orquídeas que se han aislado reproductivamente, mediante la atracción de diferentes polinizadores (Dodson, 1965).

Grant (1963) señala que "dos o más poblaciones bióticamente simpátricas deben estar aisladas en su reproducción, - para mantener separadas sus constituciones genéticas. El aisla miento reproductivo es una característica de especie".

El aislamiento de especies en las orquídeas está - basado en una combinación de aislamiento mecánico y etológico. En este último caso, la flor atrae a una sola clase de polini--

zador, actuando sobre las características sensoriales del animal.

Existen diversos reportes en la literatura (Kay, 1978; Lloyd, 1969; Mogford, 1978), en el sentido de que las frecuencias relativas de los colores florales en las especies polimórficas, están en relación con las frecuencias de visitas por parte de los polinizadores. Cuando hay preferencia de él o los polinizadores por algún homocigo, la frecuencia del color floral de éste dentro de la población se mantendrá en altos niveles y habrá marcadas diferencias en la distribución porcentual de los colores exhibidos.

Las proporciones estimadas de los colores florales en las poblaciones de P. cardiothallis observadas en la región de los Lagos de Montebello, manifestaron una clara dominancia del color rojo, una regular abundancia de los colores intermedios y un bajo porcentaje de plantas con flores amarillas, por lo que el color rojo parece ser el favorecido por parte de la fauna polinizadora. Desafortunadamente las observaciones de campo al respecto no han dado el apoyo necesario a tal suposición.

Por limitaciones de orden práctico en la población del Volcán San Martín en Veracruz, no se realizó una estimación precisa en el campo de las proporciones de color floral, pero un hecho interesante es que de la colecta al azar de ejemplares realizada para el estudio bajo cultivo, se obtuvo aproximadamen

te un 35% de plantas con flores amarillas, un 15% de color intermedio y aproximadamente 50% con flores rojas. Cabe luego la especulación de que la dinámica de las proporciones en el San Martín ha tomado un camino distinto al seguido en las poblaciones de Chiapas, con una menor proporción de heterocigos, lo que indica un indicio de aislamiento más acentuado con respecto al existente en los Lagos de Montebello.

La morfología de las estructuras florales observadas, se muestra variable en algunos de los caracteres tomados en consideración.

Se observó que aun dentro de un mismo grupo de color y localidad se pueden hallar variaciones, especialmente en los grupos intermedios, siendo los grupos rojo y amarillo morfológicamente más homogéneos.

Las estructuras más variables son los sépalos dorsal y laterales y en menor grado el labelo, mientras que pétalos y sobre todo columna se muestran constantes.

Las pruebas estadísticas realizadas con las mediciones de las estructuras florales indican la existencia de diferencias significativas. La variación dimensional registrada dentro de cada grupo de color y localidad es menor que la variación entre los diferentes grupos, pudiéndose afirmar que es tos provienen estadísticamente hablando de poblaciones diferen tes.

El análisis de varianza reveló que el factor localidad tiene un alto valor significativo, encontrándose que los ejemplares de Chiapas poseen en todos los casos mayores dimensiones que los de Veracruz.

Las comparaciones individuales entre los grupos de color de cada localidad, mostraron diferencias significativas - entre los grupos de Veracruz. Mientras que los correspondientes a los de Chiapas arrojaron resultados medianamente significativos.

Se observa por tanto que, si bien dentro de cada localidad se presenta una diferenciación dimensional entre los grupos de color, ésta es comparativamente menor a la encontrada entre localidades, demostrando el efecto decisivo del aislamiento geográfico de las poblaciones.

Las observaciones fenológicas revelaron un patrón básico con un amplio período de floración que se inicia regularmente durante el verano y se prolonga hasta el invierno, y un pequeño período de reposo durante la primavera y principios del verano. Sin embargo, ocurren entre los grupos de color modificaciones a ese patrón en cuanto a la amplitud de los períodos, los picos de máxima intensidad de floración, el inicio y la finalización de ésta. De tal manera que encontramos desfazamientos temporales en el comportamiento floral de diferentes grupos de color, lo que conduce a pensar que en determinados períodos las posibilidades de entrecruzamiento se ven reduci-

das y en ocasiones anuladas temporalmente en los desfazamientos. Esto marcaría un indicio de aislamiento reproductivo que puede repercutir en el flujo genético entre los grupos de diferente color.

De acuerdo con lo observado, la floración de P. cardiostallis principia en los meses con días largos y noches cortas, por lo que se puede suponer que el estímulo fotoperiódico es decisivo para dar paso a la floración, pero una vez iniciada la influencia de las condiciones medioambientales de temperatura y humedad se expresa en intensidad, es decir, el número de flores desarrolladas por individuo está relacionada con la humedad relativa y con la temperatura ambiental.

Los desfazamientos en floración indican respuestas diferenciales que seguramente obedecen a desigualdades de orden genotípico, ya que si existieran para estas plantas las mismas características genéticas, tendrían los mismos requerimientos de inducción floral en condiciones medioambientales de cultivo muy semejantes. Al respecto, se sabe que ocasionalmente algunos individuos de un mismo clón presentan comportamiento diferente, pero en porcentajes bajos no significativos (Van Thien, 1974), en cambio plantas pertenecientes a especies diferentes exhiben respuestas variadas cuando son sometidos a diversas combinaciones de fotoperíodo y temperatura, así lo indican los trabajos realizados por Rotor (1951), con diferentes especies de orquídeas.

Por lo que respecta a las condiciones naturales, se observó que el reposo floral en el campo coincide con las -- temperaturas más elevadas y el inicio de la floración incide -- fundamentalmente en los meses en que el régimen de precipita-- ción es alto.

Cabe señalar que el patrón básico de floración no se vió modificado significativamente por las condiciones de cul-- tivo, en cuanto a inicio, longitud y conclusión del período, pe-- ro no se puede afirmar lo mismo para las fluctuaciones en la in-- tensidad de la floración, ya que ésta, como se mencionó anterior-- mente, es dependiente de la temperatura y humedad medioambien-- ta les, por lo que cabría esperar diferentes patrones de fluctua-- ción entre campo e invernadero.

El análisis cromatográfico indica que la diferen-- cia fundamental entre los colores exhibidos por las flores de -- P. cardiophallus, la establece una antocianina compuesta por una aglicona conocida como antocianidina ligada a un azúcar. Se -- afirma con cierto margen de seguridad que se trata de un mono-- glucósido de pelargonidina, que es una de las seis antociani-- nas más comunes, este pigmento se halla concentrado en flores -- rojas, menos concentrado en las del grupo intermedio y ausente en las amarillas. Las concentraciones se estimaron en forma -- cualitativa por la intensidad del color de los extractos obser-- vados en los tubos de ensaye. Un procedimiento interesante se-- ría el análisis colorimétrico de los extractos, con lo cual se

podrían precisar las concentraciones relativas del pigmento a través del gradiente de color establecido entre los diferentes grupos.

De acuerdo con lo observado se puede decir que la diferencia en la composición pigmentaria dentro de la especie se halla expresada en dos formas, una cualitativa que determina la presencia en el rojo y la ausencia en el amarillo de la citada antocianina y, una cuantitativa que establece una diferencia en la concentración de dicho pigmento entre las flores de los grupos rojo e intermedio.

El análisis citogenético efectuado indica que no existen diferencias entre los grupos de color y localidad, en cuanto al número y forma de los cromosomas de células radiculares observados en metafase, hallándose para todos los casos $2n=36$. Existe únicamente un antecedente de reporte de número cromosómico para el género Pleurothallis. Se trata de P. vittata con $2n=42$, siendo necesarios estudios más amplios, para poder establecer relaciones entre las especies del género y asimismo poder evaluar íntegramente la variación observada en P. cardiothallis.

De acuerdo con las observaciones efectuadas en la región de los Lagos de Montebello, la especie puede desarrollarse como terrestre o como epífita, con la condición de no estar muy expuesta a la luz solar directa. En este sentido el bosque de encino de la región proporciona un mayor número de mi-

microambientes propicios a la forma epífita, en comparación con el bosque de pino en donde se desarrolla preferentemente la forma terrestre en microambientes protegidos. En el caso de la población de P. cardiothallis de la selva baja perennifolia del Volcán San Martín, se observó una gran cantidad de ejemplares epífitos, aunque en este caso no se realizó una estimación cuantitativa de la proporción.

Por otra parte, la especie se desarrolla en forma natural en sustratos con diferentes pH , desde 3.6 registrado para el Volcán San Martín, hasta 7.3 registrado en los Lagos de Montebello.

Se sabe que el pH es un factor que altera el sistema de resonancia de las antocianinas, provocando cambios de color, esto se ha probado experimentalmente en sistemas "in vitro" (Arditti, 1977). De acuerdo con lo observado el pH del suelo en donde se desarrolla P. cardiothallis no afecta sus colores florales.

Tanto los hábitos vegetativos adoptados por esta especie, como el rango de pH en el que puede crecer, son una muestra de su plasticidad adaptativa.

XIII. Conclusiones.

De las observaciones y resultados obtenidos durante el presente estudio se puede decir que :

1. La variación del color floral dentro de la especie es de naturaliza genotípica y se halla expresada en la composición pigmentaria en dos formas :
 - a) una cualitativa, que determina la presencia en el rojo y la ausencia en el amarillo, del monoglucósido de pe-largonidina, y
 - b) otra cuantitativa, que determina una diferencia de concentración de tal antocianina, entre el grupo interme-dio y el rojo.
2. La mayor heterogeneidad, tanto en morfología como en los -tonos de color floral, dentro del grupo intermedio sugieren:
 - a) un origen híbrido a partir de progenitores homócigos -rojo y amarillos, y
 - b) que la intergradación de formas es el resultado de cruzas introgresivas del grupo híbrido con los progenito-res, especialmente con el grupo rojo, existiendo una -clara dominancia de frecuencia por parte de éste.
3. Existe un patrón básico de floración que se halla relacio-nado en intensidad con los regímenes de temperatura y hume-

dad relativa ambientales. Sin embargo, entre los grupos de color existen diferencias expresadas en :

- a) ligeros desfazamientos temporales en cuanto al inicio y término de los períodos de floración, y/o
- b) en la amplitud del período de floración, y/o
- c) en cuanto a los tiempos de aparición de los picos de máxima intensidad de floración.

4. Tales divergencias son fundamentales, ya que significan diferencias en el flujo genético entre los grupos, viéndose reducidas e incluso anuladas en determinados períodos las posibilidades de entrecruzamiento entre plantas con diferentes colores florales, lo cual se halla reflejado en :

- a) el hecho de hallar variaciones morfológicas asociadas a los diferentes grupos de color, y
- b) las variaciones significativas en las dimensiones florales respectivas.

5. No existen diferencias entre los grupos de color-localidad en cuanto al número y forma de los cromosomas de células radiculares observados en metafase, encontrándose un $2n=36$.

6. El pH del sustrato en que se desarrolla P. cardiothallis no tiene efectos sobre su coloración floral.

7. La especie puede desarrollarse tanto en forma epífita como

terrestre, aprovechando microambientes protegidos de la luz solar directa, mostrando su plasticidad adaptativa.

8. El análisis de la variación en P. cardiothallis conduce a inferir la existencia de grupos dentro de la especie, que se muestran diferentes entre sí, habiendo indicios de aislamiento fenológico parcial y probablemente etológico.

XIV. BIBLIOGRAFIA.

- Alvarez del Castillo, G.C. 1976. Estudio ecológico y florístico del cráter del Volcán San Martín Tuxtla, Veracruz, México. Tesis U.N.A.M. Facultad de Ciencias. 101 pp.
- Ames O. & D.S. Correll. 1952. Orchids of Guatemala. Fieldiana: Botany Vol. 26 No. I. Chicago Natural History Museum. 395 pp.
- Anderson, E. 1949. Introgresive hybridization. John Wiley & Sons Inc. New York. 109 pp.
- Arditti, J. 1969. Floral anthocyanins in some orchids. Am. Orch. Soc. Bull. 38(5): 407-413.
- Arditti, J. & M. Fisch. 1977. Anthocyanins of the Orchidaceae: distribution, heredity, functions, synthesis and localization. In: Orchid biology reviews and perspectives I. Ed. Arditti, J. - Cornell University Press. p. 118-155.
- Bate-Smith, E.C. 1953. Colour reactions of flowers attributed to (a) flavanols and (b) carotenoid oxides. - Journ. Exp. Bot. 4:1-9.
- Chardard, 1963. Contribution a l' étude cytotaxonomique des orchide'es. Rev. cytol. et Biol. Veg. 26(1): - 1-58.
- Daniel, W. 1982. Bioestadística: base para el análisis de -- las ciencias de la salud. Limusa, México. 485 pp.

- Devlin, R. 1976. Fisiología vegetal. Omega. Barcelona, España. 517 pp.
- Dodson, C. H. 1965. Agentes de polinización y su influencia sobre la evolución de la familia Orchidaceae. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Instituto General de Investigación. Iquitos, - Perú. 128 pp.
- Dressler, R. 1981. The orchids: natural history and classification. Harvard University Press. Cambridge - Massachusetts. 332 pp.
- Gadella T. & E. Kliphuis. 1963. Chromosome numbers of flowering plants in the Netherlands. Acta Bot. Neerlandica 12 (2): 195-230.
- Gallegos, R.R. 1976. Chinkultic. Texto e Imágen S. A. México. 240 pp.
- Garay, L. A. 1974. Acostaea Schltr. y los géneros del Complejo Pleurothallis. Orquideología 9:103-124. Colombia.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). U.N.A.M. - Instituto de Geografía. 2a. Ed. México. 246 pp.
- Grant, V. 1963. The origin of adaptations. Columbia University Press. New York. 606 pp.
- Grant, V. 1975. Genetics of flowering plants. Columbia University Press. New York. 514 pp.
- Harborne, J. B. 1967. Comparative biochemistry of the flavonoids. Academic Press. New York.

- Harborne, J. B. 1973. Phytochemical methods. Chapman and Hall Ltd. Great Britain 278 pp.
- Harper, W. J. 1974. Genetic control of orchid pigments. In: First symposium on the scientific aspects of orchids. Ed. Szmant H. & J. Wempe. University of Detroit. p. 90-105.
- Kamenoto, H. et al. 1964. Chromosome numbers of Sarcanthine orchid species of Thailand. Nat. Hist. Siam. Soc. Bull. 20:235-241.
- Kay, Q. O. N. 1978. The role of preferential and assortative pollination in the maintenance of flower-color polymorphisms. In: The pollination of flowers by insects. Richards A. J. Ed. --- Linnean Society Symposium Series No. 6 Academic Press. London. p. 175-190.
- Lawrence, G. 1951. Taxonomy of vascular plants. Macmillan - Company. U.S.A. 838 pp.
- Leopold, A. & P. Kriedeman E. 1975. Plant growth and development. Mc Graw-Hill Co. Book N. Y. 545 pp.
- Lieth, H. 1974. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. In: Phenology and seasonality modeling. Ed. Lieth H. Springer-Verlag. - New. York. p. 3-19.
- Lot-Helgueras, A. 1976. La Estación de Biología Tropical - Los Tuxtlas: pasado, presente y futuro. In: Investigación sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Ed. Gomez -- Pompa A. et al. C.E.C.S.A. México. p. 31-69
- Luer, C.A. 1975. Icones Pleurothallidinarum: Pleurothallis of Ecuador. Selbyana 1(1): 56-100.

- Luer, C. A. 1977. Icones Pleurothallidinarum: miscellaneous species in the Pleurothallinidae. Selbyana-3 (3,4): 203-407.
- Lloyd, D.G. 1969. Petal color polymorphism in Leavenwortia (Cruciferae). Contributions from the Gray - Herbarium of Harvard University. 198:9-40.
- Maerz, A. & M.R. Paul. 1950. Dictionary of color. Mc Graw-Hill Book Co. New York. 208 pp.
- Mettler, L. & T. Greeg. 1979. Genética de las poblaciones y evolución. UTEHA. México. 245 pp.
- Miranda, F. 1952. La Vegetación de Chiapas. Ediciones del Gobierno del Estado. Departamento de Prensa y Turismo. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, 334 pp.
- Misas, U.G. y O. Arango. 1974. Introducción al conocimiento de una subtribu. Orquideología 9:47-60. Colombia.
- Mogford, D. J. 1978. Pollination and flower colour polymorphism with special reference to Cirsium palustre. In: The pollination of flowers by insects. Ed. Richards A. J. Linnean Society Symposium Series. No. 6. Academic Press. London. p. 191-199
- Mozioño, J. M. 1793. Descripción del Volcán de Tuxtla. Archivo General de la Nación. Ramo Historia Vol. 558, Fojas 273-289. México.
- Nieremberg, L. 1972. The mechanism for the maintenance of species integrity in sympatrically occurring equitant orchids in the Caribbean. Am. Orch. Soc. Bull. 41 (10):873-882.

- Peña de S. M. 1974. Floración de las orquídeas del Invernadero Faustino Miranda, Jardín Botánico U.N.A.M. Orquídea Méx. 3 (10): 314-325.
- Quero, R. H. 1968. Las plantas del Invernadero Faustino Miranda Tesis U.N.A.M. Facultad de Ciencias. 99 pp.
- Rotor, G . 1951. Day length and temperature in relation to flowering in orchids. Am. Orch. Soc. Bull. 20 (4).
- S.A.H.O.P. 1980. Ecoplan del Parque Nacional Lagos de Montebello. Subsecretaría de Asentamientos Humanos. Dirección General de Ecología Urbana. 225 pp.
- Saleh, A.M. & M. Ishak. 1976. Anthocyanins of some leguminosae flowers and their effect on colour variation. - Biochemistry Vol. 15:835-836. England.
- Soto Esparza, M. 1976. Algunos aspectos climáticos de la región de los Tuxtlas, Veracruz. In: Investigación sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz-Méx. Ed. Gomez Pompa A. et al C.E.C.S.A. México. p. 70-111.
- Stearn, W. T. 1966. Botanical Latin: history, grammar, syntax, terminology and vocabulary. Nelson. Great Britain. 566 pp.
- Van Thien, M. 1974. Methods of acceleration of growth and flowering in a few species of orchids. Am. Orch. Soc. Bull. 43 (8):699-707.

- Weijer, J. 1952. The colour differences in Epipactis helleborine (L) Cr. Wats & Coult. and the selection of the --genetical varieties by environment. Genetics --Institute of the Government University at Groningen. Genetica 26 (1): 1-32.
- Williams, L.O. 1951. The Orchidaceae of México. CEIBA Vol. 2 No. 1, Honduras 321 pp.
- Withner, C. L. 1974. Observations on equitants oncidiums as ---examples of introgressive hybridization. In: First symposium on the scientific aspects of orchids. - Ed. Szamnt H. & J. Wempl. University of Detroit. p. 34-45.
- Withner, C. L. & J. Stevenson. 1968. The Oncidium tetrapetallum pulchellum Syngameon. Am. Orch. Soc. Bull. ---37:21-32.

- Weijer, J. 1952. The colour differences in Epipactis helleborine (L) Cr. Wats & Coult. and the selection of the --genetical varieties by environment. Genetics --Institute of the Government University at Groningen. Genetica 26 (1): 1-32.
- Williams, L.O. 1951. The Orchidaceae of México. CEIBA Vol. 2 No. 1, Honduras 321 pp.
- Withner, C. L. 1974. Observations on equitants oncidiums as ---examples of introgressive hybridization. In: First symposium on the scientific aspects of orchids. -Ed. Szamant H. & J. Wempl. University of Detroit. p. 34-45.
- Withner, C. L. & J. Stevenson. 1968. The Oncidium tetrapetalum pulchellum Syngameon. Am. Orch. Soc. Bull. ---37:21-32.