Pro3

INCIVA

POLINIZACION DE ESPECIES UTILES DE LA ESTACION BIOLOGICA "EL VINCULO" (BUGA - VALLE)

Informe Final

Biólogo: Germán Parra V. INCIVA

Presentado a INCIVA

Marzo 5 de 1987

IMP. DEPTAL. - CALI

CONTENIDO.

	Pagina.
RESUMEN.	iii
AGRADECIMIENTOS.	iv
INTRODUCCION.	1
MATERIALES Y METODOS.	
Generalidades de la zona	3
Especies Estudiadas	3
Observación y Registro	4
RESULTADOS.	
Comportamiento Polinizador de Cada Especie.	6
Achaetocarpus nigricans	6
Cassia alata	7
Cassia spectabilis	10
Cordia alliodora	13
Fagara monophylla	15
Machaerium capote	17
Nectandra cf. pichurim	19
Pithecellobium cf. lanceolatum	20
Trema micranta	23
Trichanthera gigantea	24
Aspectos implicados en la Polinización. Comparación de Especies Arbóreas.	26

IMP. DEPTAL. - CALI

DISCUSION.

Análisis del método utilizado. 29

Relaciones entre los Aspectos de la Polinización y las Condiciones Ambientales y Características de las Comunidades. 30

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 35

ANEXOS. 37

Figuras. 38

Importancia Económica y Cultural de las Especies Estudiadas. 61

BIBLIOGRAFIA. 63

IMP. DEPTAL. - CALI

RESUMEN.

Con el fín de contribuir al conocimiento del comportamiento polinizador de 10 especies de árboles útiles pertenecientes casi todas a una misma comunidad secundaria, se estudiaron diferentes aspectos de ese fenómeno en cada especie. Estos aspectos fueron: ubicación y cantidad de flores; períodos de apertura del perianto, receptividad del estigma y exposición del polen, sustancias ofrecidas y atrayentes, duración de la ántesis; agentes visitantes y comportamientos desplegados, y comparación de los polenes transportados con los de las plantas, mediante observaciones realizadas durante varios días y en varios individuos.

Se notó que la mayoría de especies presentan una abundante floración, exponen sus flores, utilizan insectos como polinizadores (pero también se presentan casos de anemófilia), ántesis diurna, y el blanco y el amarillo se manifiestan como los colores atrayentes más comunes. Se encuentran diversas formas florales y aunque la mayoría de las especies ofrecen néctar hay algunas que ofrecen polen (las anemófilas no ofrecen nada).

Estas observaciones nos permiten definir métodos para hacer más eficientes los procesos de polinización de las especies estudiadas y nos da elementos útiles para planes de manejo de áreas silvestres.

IMP. DEPTAL. - CALI

AGRADECIMIENTOS.

A INCIVA y sus Directores consecutivos, Doctores Guillermo Barney M.y Jairo Libreros M. por el tiempo concedido para adelantar esta investigación.

A Wilfredo Henao S. auxiliar de investigación y dibujante, por su entusiasta y oportuna colaboración.

A el Biólogo Luis Alberto Arías F., por sus valiosas sugerencias y productivas discusiones.

A la Señora Dioselina Ladino, secretaria, por su paciente labor de sacar a limpio el manuscrito.

IMP. DEPTAL. - CALI

INTRODUCCION.

Las angiospermas (plantas con flores) en su necesidad de reproducirse sexualmente, han desarrollado una enorme diversidad de mecanismos y estrategias florales, que permiten que sus agentes polinizadores transmitan el polen de una planta a otra en forma eficiente.

El conocimiento de tales aspectos permite penetrar en la compresión de los procesos evolutivos y adaptativos tanto de cada planta como de los animales implicados en el proceso de la polinización (en el caso que los agentes polinizadores sean bióticos).

De otra parte, ya que la gran mayoría de plantas útiles al hombre pertenecen a las angiospermas, el conocimiento de la ecología de la polinización permite, incrementar la producción de frutos o semillas comestibles, la consecución de nuevas variedades y la obtención de semillas maduras de aquellas plantas que por ser utilizadas totalmente o ser de pancoger (anuales o bianuales), requieren ser sembradas de nuevo.

Si bien algunas prácticas de cultivo conocidas desde hace centenas de años mejoran la polinización, el conocimiento científico de la biología floral y la polinización, no se inició hasta mediados del siglo XVIII; a partir de ese período se incrementaron principalmente después de Darwin y de gran manera en el presente siglo (Faegri y Van der Pijl, 1980); sin embargo las dos tendencias centrales han sido hacia la consecución de datos de aquellas especies de importancia agrícola y de plantas de áreas templadas.

IMP. ... CALI

En el trópico especialmente el Americano los estudios sobre ecología floral no superan los 150 años, sin embargo en los últimos 30 ha habido un incremento significativo en el número de investigaciones, conociendose muchas relaciones de polinización incluyendo las que se dan alrededor de especies importantes (v.g: maracuya: Camillo, C. 1978; chontaduro: Restrepo, et. al. 1980; curuba: Escobar, L.,1985), obteniendose generalidades sobre clases de polinización existentes (Faegri y Van der Pijl,1980), las relaciones evolutivas entre plantas y polinizadores (Baker, H. 1973), las tendencias más sobresalientes (Jansen, 1975) y patrones de polinización de ciertas comunidades vegetales (Opler et. al. 1980). A pesar de lo anterior debido a la gran diversidad biológica tropical, existe gran cantidad de especies y diversas comunidades vegetales en las que se desconoce tanto los mecanismos como estrategias y agentes de polinización. Esta situación de desconocimiento se agrava por el hecho de persistir la tendencia a alterar o acabar con los ambientes naturales y las especies integrantes, muchas de ellas de utilidad potencial o conocida.

Las especies vegetales abordadas en el estudio con excepción de C. alliodora y T. gigantea se han reportado como integrantes de la regeneración natural de El Vínculo (Rojas 1985; Parra, 1985) y son utilizadas o potencialmente útiles en planes de reforestación (ver anexo), por lo que el estudio de sus polinizaciones realizado en 1986, nos permite aprovechar de mejor manera esas especies; de igual forma los datos conseguidos permiten conocer algunos de los mecanismos de adaptación de las plantas al ambiente y a sus polinizadores y determinar pautas de manejo racional de la comunidad natural a la que pertenecen la mayoría de las especies.

IMP. DEPTAL. - CALI

MATERIALES Y METODOS.

Generalidades de la Zona.

El trabajo se realizó en la Estación Biológica "El Vínculo", dependencia del INCIVA a 3 Km. al sur de la ciudad de Buga, por la carretera central. La Estación tiene un área de 75 hectáreas, una altura promedia de 1.050 m.s.n.m., una temperatura promedia de 25°C. y una lluviosidad promedia anual de 1.379 mm.; se presentan dos períodos lluviosos; el primero de la segunda quincena de marzo a la primera quincena de junio y el segundo de la segunda quincena de septiembre a la primera quincena de diciembre, siendo común la presencia de algunas lluvias torrenciales. Los períodos secos van intercalados entre los anteriores presentando muy escasas lluvias (Parra, 1985). El área se ubica en el Bosque Seco Tropical según el sistema de Holdridge y sus coordenadas son: 3° 49'N y 76° 19'O.

Especies Estudiadas.

Las especies estudiadas y los períodos de estudio para cada especie fueron:

Nombre Científico	Período de Estudio
Achaetocarpus nigricans (Totocal)	Octubre 7- 11
Cassia alata (Martín galvis)	Noviembre 18-21 y 24-29
Cassia spectabilis (Velero)	Marzo 10-14 y 17-21
Cordia alliodora (Nogal)	Septiembre 9-13

IMP. DEPTAL. - CALI

Fagara monophylla (Justarazón)	Mayo 5-9
Machaerium capote (Capote)	Septiembre 29 Octubre 3
Nectandra cf. pichurin (Jigua)	Junio 3-7
Pithecellobium sp. (Espina de mono)	Diciembre 1-5
Trema micranta (Zurrumbo)	Diciembre 22-26
Trichanthera gigantea (Quiebrabarrigo)	Julio 21-25 Agosto 4-7

Observación y Registro.

Las observaciones se realizaron en los períodos de floración de cada especie; en algunas de ellas se tenían registros anteriores del comportamiento fenológico y algunos visitantes florales (Parra, ibid).

Después de encontrar una población de la especie en floración y basándose en las características presentadas por varios individuos, se registraba la ubicación de las flores en el árbol y los arreglos de las estructuras florales. Posteriormente por medio de hilos de colores alrededor de los pedúnculos, se marcaban algunos botones florales y se hacían visitas en promedio cada hora, para observar el momento de la apertura del perianto (sépalos y pétalos), manera y duración de esa apertura; apertura de las anteras, manera y duración; cambios en el estigma, duración; presencia de compuestos o estructuras atrayentes (néctar, olor, etc.), duración de la atracción; agentes transportadores del polen. Si se presentaban visitantes florales, se observaban los comportamientos desplegados y las estructuras donde el polen podría asentarse. Estas observaciones se repetían durante varios días.

IMP. DEPTAL. - CALI

En los casos de visitantes florales se intentaban capturar y ubicar las estructuras donde llevaban el polen por medio de observaciones directas o al estereoscopio, y se tomaban muestras de polen utilizando cinta pegante transparente que posteriormente se extendía sobre portaobjetos y se rotulaba. Este polen era comparado con muestras extraídas de forma semejante de las flores de la especie en estudio, utilizando pata la observación un estereoscopio OLIMPUS X2 con oculares 10X y 20X y objetivos 1X y 2X.

Se hicieron dibujos de las estructuras florales y se tomaron fotos de los visitantes florales utilizando para ello una camara OLIMPUS OM-1 y un lente Macrozoom 85-205 Vivitar.

Los datos se agruparon por especies vegetales y posteriormente por aspectos estudiados, adoptando de Faegri y Van der Pijl (1980) la caracterización de formas florales ("Blossom Classes") basada en la distribución de estructuras funcionales y entendiendo por apertura floral no solo la apertura del perianto sino la exposición del polen y el estigma a los agentes polinizadores (Definición de ántesis de Faegri y Van der Pijl).

IMP. DEPTAL. - CALI

RESULTADOS.

Comportamiento Polinizador de Cada Especie Vegetal.

Achaetocarpus nigricans.

Ubicación ecológica: Arbol 4-7 metros de altura, común en cañadas cercanas a corriente de agua. Algunos individuos estudiados habían sido sembrados. Florece a principios de los períodos lluviosos en forma concentrada (Parra, 1985).

Descripción floral: Los dos sexos se encuentran en individuos diferentes. En los individuos femeninos las inflorescencias (fig. Nº. 1) son abundantes y se encuentran a lo largo de las ramas y terminales, son cimosas helicoides y salen en grupos de dos a tres inflorescencias teniendo de 2 a 7 cms. de largo, las flores (fig. Nº. 3) son pequeñas, con largo máximo de 1 cm. desde la base; su pedúnculo es corto, el caliz dialisépalo, pentamero, verde; no existe corola; el estigma sobresale del caliz unos 5 mm. y es bifurcado en forma de tentáculos de color blanco; no existe olor ni secreción nectífera.

En los individuos masculinos las inflorescencias son terminales y axilares de aproximadamente 5 cms. de largo, con las flores orientadas hacia abajo, en las flores (fig. Nº. 2) se encuentran rudimentos de caliz; la corola es pentámera dialipétala de color verde cremoso; los estambres son 14 con filamentos largos delgados y suaves, anteras grandes amarillas basifijas con dehiscencia longitudinal; el polen es seco; no se observó producción de nectar ni olor.

Comportamiento floral: La apertura de los pétalos y de las anteras en

IMP. DEPTAL. - CALI

las flores masculinas y la emergencia de los estigmas adherentes en las flores femeninas se produce entre las 7 y las 9 de la mañana. Las anteras permanecen con las tecas abiertas expulsando polen con solo tocar las ramas o soplar fuerte. Por la tarde es posible hallar anteras con polen; los estigmas permanecen turgentes y adherentes durante un día entero. Al día siguiente los estigmas aparecen secos y las flores masculinas caen.

Visitantes florales y comportamiento desplegados: Durante el mayor lapso de tiempo no se observó ningún visitante en las flores femeninas y masculinas. Durante 4 días se observaron Apis mellifera y Trigona (Nannotrigona) sp. visitando solo flores masculinas y colectando polen de las anteras. En las flores femeninas no se observaron visitantes.

Evaluación: La floración abundante y sincrónica, los estigmas tentaculares en las flores femeninas; las anteras grandes con facil expulsión de polen seco en las masculinas y la inexistencia de colores u olores atrayentes sugiere una polinización por el viento.

La presencia de abejas colectando polen en las flores masculinas sugiere que estaban actuando mas como "ladrones" que como polinizadores.

Cassia alata.

Ubicación ecológica: De aparición temprana en zonas descampadas húmedas. Es irregular en sus períodos de floración (Parra, 1985).
Descripción floral: Las inflorescencias son erectas, racimosas dispues

IMP. DEPTAL. - CALI

tas en los extremos de casi todas las ramas (fig. Nº. 4). Las flores (fig. Nº. 6) tienen 5 sépalos libres anaranjados de tamaño semejante; 5 pétalos libres amarillos anaranjados semejantes, dispuestos en forma de roseta; existen 10 estambres, 3 de aproximadamente 5 mm. de largo, con filamentos largos y anteras cortas con abertura longitudinal, pudiendose denominar a este grupo estaminoides; otro grupo de estambres esta compuesto por 5, de aproximadamente 7.5 mm. de largo, con anteras dobles erectas basifijas de 5 mm. con abertura poricida; 4 de estos estambres estan al frente del pistilo y 1 detras de él; el 3º grupo, esta compuesto por 2 estambres de aproximadamente 15 mm. de largo con anteras de 10mm. de largo, verdes, basifijas, curvas y con aberturas poricidas. Entre estos últimos estambres sale el pistilo curvo largo de color anaranjado, su estigma verde se encuentra en el extremo. No se observó secreción de nectar.

Comportamiento floral: La apertura del perianto se produce en las primeras horas de la mañana, sintiendose además un aroma suave y picante producido por los sépalos y los estaminoides, los cuales se abren longitudinalmente dejando expuesta unas masas de color amarillo. La apertura de las anteras se produce casi inmediatamente, por separación de los labios de los poros. El estigma parece ser receptivo desde el inicio de la apertura floral, ya que muestra turgencia y adherencia. El polen de las anteras (de los estambres centrales y curvos) parece ser semejante, es grande y adherente. Al día siguiente los pétalos sépalos y anteras caen facilmente y el estigma deja de presentar turgencia. Tampoco se siente olor, pero los pétalos pueden permanecer sin caer y sin decolo-

IMP. DEPTAL. - CALI

rarse demasiado quizás para aumentar la atracción de la inflorescencia.

Visitantes florales y comportamiento: Las flores fueron visitadas por las hembras de las siguientes especies de abejas: Centris spp., Epicharis sp., Xilocopa sp. (fig. Nº. 5), Eulaema cf. nigrita, E. cf. cingulata, y E. cf. tropica. Estas abejas se posan en las flores y se aferran posiblemente a los estaminoides con las mandibulas y vibran las alas; con el sonido producido; el polen es expelido por las anteras centrales posandose en el esterno de las abejas y el de las anteras grandes sobre los lados de la cabeza y el protorax. La abeja moviendo su segundo par de patas recoje el polen del cuerpo y lo traslada a las tibias posteriores, sin embargo el polen de la cabeza y el protorax no es totalmente colectado; al visitar de nuevo otra flor, el estigma que está a un lado y mas externamente que las anteras grandes, puede entonces recojer algunos de los granos. Las visitas de las abejas se inician a las 6 de la mañana hasta medio día; a la 1 de la tarde es casi nula, sin embargo se sigue sintiendo olor y la flor continua completa.

Se observó también Apis mellifera visitando las flores, sin embargo no zumbaba las alas sino que recogía granos de polen adheridos a las anteras y a los pétalos. También se observaron las avispas Polibya sp. y Sinoeca sp. visitando las flores y botones, pero es posible que estuviesen buscando larvas de perforadores o sustancias dulces excretados por coccidos de las flores.

Evaluación: La disposición de las inflorescencias en el árbol y el color llamativo y semejante de los botones, flores abiertas y flores vie-

IMP. DEPTAL. - CALI

jas, permite la visión de la floración a gran distancia. El color y el olor son atrayentes para abejas, pero la presencia de polen en las capsulas de las anteras permite que solo abejas zumbadoras puedan extraerlo. La disposición del estigma y las anteras grandes faculta la transferencia de polen de una flor a otra utilizando como vehículo las abejas. La disposición de las anteras pequeñas permite que las abejas obtengan una recompensa (polen) por hacer esta labor. Todo lo anterior lleva a considerar que son las hembras de las abejas que pueden zumbar las polinizadoras efectivas.

Cassia spectabilis.

Ubicación ecológica: De aparición temprana en zonas degradadas secas. Presenta floración durante todo el año (Parra, 1985).

Descripción floral: Inflorescencias racimosas, en los extremos de casi todas las ramas (fig. Nº. 7), flores irregulares completas (fig. Nº. 8), caliz de 5 sépalos libres de color crema con 3 mas grandes y 2 pequeños; corola de 5 pétalos libres amarillos, uno de ellos mas grande con su base mas fuerte y 4 mas pequeños formando una roseta; androceo formadopor un grupo de 7 estambres libres con filamentos de 4 mm. de largo y anteras de 6 mm. de color crema agrupadas en el centro de la flor, con 4 de ellos con el filamento un poco mas erecto y las anteras sobresaliendo y orientadas hacia un lado, los otros 3 estambres tienen las anteras mas centradas; todas las anteras tienen dehiscencia poricida; se encuentra también un grupo de 3 estaminoides libres, de filamentos de 4 mm. y anteras abiertas a lo largo, colocado en la parte superior del androceo. El pistilo es largo de 22 mm. curvo, verde, emergiendo del cen

IMP. DEPTAL. - CALI

tro del grupo de estambres, quedando el estigma que es puntual al frente y abajo del androceo. No se observó secreción de nectar pero si un olor suave.

Comportamiento floral: La apertura del perianto se produce en las primeras horas de la mañana sintiendose el aroma suave proveniente de los pétalos y sépalos. Una media hora después las anteras grandes abren su extremo superior quedando formado un poro por el cual puede salir el polen. Los estaminoides abren las anteras a lo largo quedando expuestas bandas irregulares de color naranja. El estigma parece ser receptivo despues de esta apertura. La apertura floral dura 2 días; en el segundo día la producción de polen en las anteras es menor pero el estigma parece continuar receptivo[+]. Al tercer día la flor no tiene aroma y las anteras empiezan a caerse pero los pétalos pueden continuar prendidos.

Visitantes florales: Las flores fueron visitadas principalmente por hembras de la abeja Xilocopa sp. (fig. Nº. 9), pero también por hembras de las abejas Centris spp. Eulaema cf. cingulata (fig. Nº. 10), E. cf. tropica y Epicharis sp. Estas abejas parecen ser atraidas por el aroma

---

+ Con el fin de conocer si durante los 2 días de apertura floral el estigma era receptivo, se hizo el siguiente ensayo: se marcaron botones en los cuales se iba a producir la apertura del perianto; en un grupo de ellos se colocó en la punta del estigma una gota de pegante para madera (colbón), en otro grupo se colocó la gota despues del 1er día de apertu

IMP. DEPTAL. - CALI

y color; se posan sobre el centro de la flor y posiblemente aferrandose con las mandíbulas a los estaminoides hacen vibrar las alas; el zumbido producido hace salir el polen de las anteras depositandose en la parte lateral del torax (pleura) (fig. Nº. 11) y en el esterno (fig. Nº. 12). Posteriormente la abeja aún en la flor se limpia con su segundo par de patas el polen adherido y lo transfiere a su tercer par de patas. Es posible que al visitar otra flor el polen que va adherido a las pleuras del torax se adhiera al estigma ya que es la primera estructura que se encuentran al entrar a la flor. Se observó también a Trigona jati colectando polen de los pétalos.

Evaluación: La disposición de las inflorescencias y el color llamativo producido por botones, flores abiertas y flores viejas posiblemente sirve para atraer abejas; el olor producido puede indicar a estas cual flor tiene polen, ya que es esta la sustancia atrayente, sin embargo solo abejas con capacidad para hacer zumbar las alas pueden obtener esta recompensa; parte de este polen no es recogido por la abeja por lo que puede servir para fecundar estigmas de otra flor. El que las flores continuen abiertas durante 2 días aunque no haya mucho polen para ofre-

---

+ ra floral y en otro grupo no se colocó. Los estigmas del primer grupo cayeron 4 días después. Algunos de los estigmas del segundo grupo iniciaron el proceso de formación del fruto al igual que algunos del tercer grupo. Con esta prueba se supone que durante el primer día de apertura floral el estigma es receptivo siendo posible suponer que continue asi durante el segundo.

IMP. DEPTAL. - CALI

cer puede ser una estrategia de la flor para incrementar la posibilidad de fecundar el estigma si este es receptivo durante ambos días. La presencia de abejas que no tienen capacidad para zumbar pero que colectan polen diseminado en los pétalos como Trigona jati, indica que estas están actuando como oportunistas y no como polinizadores.

Cordia alliodora.

Ubicación ecológica: Especie sembrada en el Vínculo. Posiblemente hacía parte de la flora nativa boscosa. Florece irregularmente pero principalmente en los períodos secos.

Descripción floral: Inflorescencias terminales en racimo, flores (fig. Nº. 13) de aproximadamente 1.2 cms. de largo; caliz verde gamosépalo; corola de 5 pétalos libres blancos, actinomorfa, semitubular, completa. 5 estambres de filamentos largos erectos y anteras introrsas con apertura longitudinal; el pistilo es largo con el estigma tetralobulado un poco más abajo de las anteras. Se siente presencia de olor y se observa secreción nectífera proveniente de un anillo localizado debajo del ovario.

Comportamiento floral: La apertura del perianto se inicia en las horas de la tarde, las anteras entonces se colocan perpendiculares a su filamento e inician su dehiscencia dejando expuesto polen de color blanco. Los lobulos del estigma se abren después de la apertura de la corola y los 4 quedan entre los filamentos con la superficie adherente, verde, hacia arriba. La secreción nectífera también se inicia poco despues de la apertura de la corola y puede llegar a ocupar la mitad del tubo de la

IMP. DEPTAL. - CALI

misma. El olor es fuerte y áspero y se inicia también durante la tarde. La corola continua abierta durante toda la noche, el día y la noche siguientes; las anteras también continuan abiertas durante todo ese tiempo, sin embargo a mitad del día siguiente se tornan cafés. El estigma a la mañana siguiente de la apertura empieza a tornarse amarillo y al siguiente día esta seco. La secreción de nectar disminuye también durante el día y es poco en la siguiente noche. El olor disminuye también en el día y es muy leve en la noche siguiente.

Visitantes florales: Durante la noche de la apertura se observaron algunas mariposas posiblemente Esphingidae pero no fueron colectadas. Durante el día se observaron las abejas Apis mellifera, Trigona (Scaptotrigona) sp., T. (Nannotrigona) sp. ; Xilocopa sp. y un Anthophoridae, todas ellas obteniendo nectar y una Halictidae obteniendo nectar y polen; también se observó una avispa Scolidae (fig. Nº. 14) visitando las flores por nectar al igual que varias moscas Muscidae y lepidopteros de la familia Hesperidae (fig. Nº. 15).

Evaluación: Posiblemente todos los visitantes florales nombrados anteriormente pueden ser polinizadores si visitan las flores entre las últimas horas de la tarde cuando se inicia la ántesis y la tarde del día siguiente, ya que la posición de las anteras y el estigma permite que insectos de aparato bucal largo como los mencionados, atraídos por el olor y la posibilidad de obtener nectar, lleven polen en la parte inferior de la cabeza o en su proboscis al estigma de otra flor. Los polinizadores más efectivos pueden ser lepidopteros nocturnos, ya que es durante la primera noche cuando se observa mayor secreción de nectar, el aroma es más

IMP. DEPTAL. - CALI

fuerte, el polen es más abundante y el estigma parece más receptivo.

Fagara monophylla.

Ubicación ecológica: Presente en zonas disturbadas secas. Florece en los períodos lluviosos (Parra, 1985).

Descripción floral: Sexos en individuos separados. Inflorescencias terminales en racimo. Flores femeninas (fig. Nº. 16) con caliz redondo verde, corola con 5 pétalos blancos libres, que cuando abiertos se vuelven hacia atrás, ovario súpero tricarpelar verde, expuesto; estigma en forma de almohadilla amarilla grande encima del ovario; debajo del ovario se encuentra el nectario el cual es un anillo poroso. Se siente un aroma tenue durante el día.

En las flores masculinas (fig. Nº. 17) el ovario se encuentra reducido a 3 muñones encima del nectario, el cual semeja una almohadilla grande; debajo de esta salen 5 filamentos blancos; las anteras son grandes amarillas, su apertura es longitudinal. Se siente un olor tenue durante el día.

Comportamiento floral: Ambas clases de flores abren en la mañana, observandose secreción nectífera y olor; las anteras tienen su apertura un poco después que la del perianto y continuan abiertas hasta que cae la flor al otro día. La secreción de nectar y el olor, disminuyen al iniciarse la noche. En las flores femeninas después de 24 horas de apertura se observa que el estigma empieza a tornarse cafe y a perder turgencia.

IMP. DEPTAL. - CALI

Visitantes florales: En las flores masculinas se observaron desde las primeras horas de la apertura Apis mellifera recolectando polen y nectar; haciendo las mismas actividades se observaron Trigona (Scaptotrigona) sp. T. (Partamona) sp. y T. (Nannotrigona) sp.. Se observó también un Halictidae colectando polen y 3 avispas de la familia Vespidae; Polybia cf. emaciata (fig. Nº. 18), Polybia sp. y otra polybinae colectando nectar.

En las flores femeninas se observaron solo las 3 especies de avispas colectando nectar (fig. Nº. 19).

Evaluación: Si bien tanto las flores masculinas como las flores femeninas son expuestas y pueden ser visitadas por diferentes insectos especialmente hymenopteros (los cuales son atraidos por el olor), la no presencia de abejas en las flores femeninas indica que la secreción nectífera de las flores es poca y quizás poco atrayente para abejas; en cambio para las avispas puede ser una buena fuente de sustancias azucaradas; puesto que estas visitan ambas clases de flores son probablemente los polinizadores mas efectivos. Es de anotar que en un individuo de Polybia emaciata que visitaba flores femeninas, se encontró polen de flores masculinas.

La presencia de las abejas en las flores masculinas esta posiblemente estimulada por la facilidad de recolectar el polen de las anteras y no por el nectar, aunque se observaron en algunas oportunidades libando en los nectarios; se pueden considerar entonces a las abejas como ladronas de polen.

IMP. DEPTAL. - CALI

Machaerium capote.

Ubicación ecológica: Especie propia de la sucesión secundaria tardía. La floración es explosiva y dura máximo 5 días; se presenta a principios de los períodos lluviosos.

Descripción floral: Inflorescencias (fig. Nº. 20) axilares y terminales, flores individuales (fig. Nº. 21) de aproximadamente 7 mm.; caliz gamosépalo rojizo; corola zigomorfa; estandarte amarillo con guía de nectar rojizo en su base, alas amarillas, quilla curva palida; androceo con 10 estambres que se curvan en su parte terminal (donde estan las anteras) hacia arriba; gineceo con estilo largo y recto que se curva a la par de los estambres, quedando el estigma un poco por encima de las anteras; los nectarios se encuentran en la base del tubo formado por la parte basal de los estambres; este tubo rodea el pistilo no siendo totalmente cerrado sino que existe una abertura longitudinal que esta precisamente debajo de la guía de nectar.

Comportamiento floral: En los botones el estandarte esta posado horizontalmente sobre las alas y la quilla; la antesis se inicia con el levantamiento del estandarte hasta quedar perpendicular a los otros pétalos lo que sucede principalmente en la mañana; al mismo tiempo se observó una expansión lateral de las alas; poco después de la apertura del perianto se observó que las anteras iniciaban su apertura longitudinal dejando expuestos los granos de polen. El estigma se mostraba turgente y se producía secreción nectífera; se sintió exhalación de un aroma fuerte. En las horas de la tarde decae la secreción nectífera y el aroma. La flor

IMP. DEPTAL. - CALI

dura un día abierta y receptiva.

Visitantes florales y comportamiento: Las flores fueron visitadas principalmente por las abejas Apis mellifera y Trigona (Scaptotrigona) sp. las cuales llegan , se posan sobre la unidad formada por los pétalos, A. mellifera hace fuerza para levantar el estandarte y bajar la quilla, para poder con su lengua extraer el nectar del tubo de los estambres; T. (Scaptotrigona) debe ayudar con sus patas para hacerlo. Mientras las abejas realizan esta operación, en la flor al quedar bajada la quilla se evagina el grupo de anteras y el estigma, adheriendose el polen al torax (en el caso de T. (Partamona)) y en la cabeza de (A. mellifera); estas al visitar otra flor y realizar la misma operación permiten que los granos de polen se adhieran al estigma.

Se observaron también 2 especies de mariposas de la familia Hesperidae, visitar la flor.

Evaluación: La floración masiva (fig. Nº. 22), de color atrayente y aroma fuerte permite la ubicación de los arboles desde largas distancias a agentes como las abejas que son atraidos por el color amarillo y principalmente el aroma; estos agentes deben tener la fuerza suficiente para bajar la quilla y levantar el estandarte ya que de no ser asi no obtienen el nectar deseado, pero es este el mecanismo que permite a la flor trasladar el polen al estigma, por lo que son las abejas y principalmente las de mediano tamaño los agentes más efectivos de polinización. Es probable que las mariposas puedan extraer el nectar pero como no hacen fuerza sobre las estructuras el polen no se adhiere a ellas.

IMP. DEPTAL. - CALI

Nectandra cf. pichurin.

Ubicación ecológica: Arbol propio de sucesiones secundarias tardías y de bosque maduro. Florece en los períodos lluviosos (Parra, 1985).

Descripción floral: Inflorescencias en racimos paniculares, cortos, terminales (fig. Nº. 23); las flores (fg. Nº. 24) son blancas en roseta con 6 tepalos desiguales, 3 internos mas pequeños que los 3 exteriores, con tricomas en las caras internas; 9 estambres sesiles, crema, robustos con tricomas, dispuestos en 2 anillos, uno externo formado por 6 estambres y otro por 3, cada uno tiene 4 anteras con dehíscencia opercular; el pistilo es corto y cónico sin sobresalir del anillo interior de estambres, el estigma esta en su ápice y es cónico y de color marrón; no se observaron glandulas nectíferas pero si unas protuberancias en la base de los estambres que posiblemente sean glandulas odoríferas.

Comportamiento floral: La apertura de los tepalos se produce en las primeras horas de la mañana. La dehíscencia de las anteras se presenta aproximadamente una hora después dejando expuesto una gran cantidad de polen pequeño y adherente. El estigma presenta turgencia desde la apertura de los tepalos; la exhalación de un aroma suave también se presenta un poco después; no se observó secreción nectífera. Las flores permanecen así durante todo el día, al día siguiente los estambres y los tepalos estan cafés, no se siente aroma.

Visitantes florales y comportamiento: En un período anterior al año de 1986, se observaron Apis mellifera, Trigona (Nannotrigona) sp. y T. (Par-

IMP. DEPTAL. - CALI

tamona) sp. en las flores buscando polen entre los estambres con la boca depositandolo en el esterno para luego recojerlo con los escopas. En el período de observación de 1986 no se observó ningún visitante.

Evaluación: El color crema y el aroma suave son muy posiblemente atrayentes para abejas; la gran cantidad de polen es posiblemente una buena recompensa pero como se encuentra entre los estambres, requiere ser buscado con la proboscis (lengua) de las abejas, permitiendo que algunos de los granos de polen queden en la parte inferior de la cabeza; al visitar otra flor e iniciar la busqueda de polen es muy probable que en el estigma que se encuentra oculto entre los estambres queden adheridos algunos granos de polen, permitiendo asi la polinización.

Pithecellobium cf. lanceolatum

Ubicación Ecológica: Especie de aparición temprana en zonas descampadas, presente en áreas secundarias tardías y en bosques maduros intervenidos. Florece irregularmente durante todo el año.

Descripción floral: Inflorescencias axilares en espiga hacia los extremos de las ramas (fig. Nº 25). Flores (fig. Nº 26) de caliz gamosépalo corto verde, corola gamopetala tubular, larga, verde; estambres multiples (aprox. 20), de filamentos largos, blancos, las anteras pequeñas amarillas ovadas con apertura longitudinal; el pistilo largo blanco sobresaliendo un poco de los estambres; en la base del pistilo entre el tubo formado por la base de los estambres se encuentran los nectarios; el aroma es agradable pero fuerte.

IMP. DEPT .. CALI

Comportamiento floral: La apertura del perianto se inicia alrededor de las 4 de la mañana, pero se incrementa el número de flores en apertura alrededor de las 8 am. continuando toda la mañana hasta el medio día. Al abrir la corola los estambres y el pistilo sobresalen extendiendose poco a poco hasta formar el abanico característico, posteriormente las anteras se abren dejando expuestos unos pocos granos de polen grandes, adherentes, mientras que el estigma muestra una superficie concava también adherente. La secreción de nectar se inicia después de la apertura de la corola pero la mayor producción se encuentra después de la dehíscencia de las anteras y entre las 8 y 11 de la mañana; el aroma se inicia al mismo tiempo que la secreción de nectar y su olor es más fuerte en las mismas horas; parece ser que los estambres son los responsables de esa secreción. La flor permanece con su forma característica de abanico hasta la tarde, cuando van estando flacidas tanto las anteras como el estigma. No existe nueva apertura y sinó se produce la fecundación, la flor cae al otro día.

Visitantes florales y comportamiento: Se observaron las abejas Apis mellifera y Centris (2 especies) recolectando nectar y polen; Trigona (Partamona) y T. (Scaptotrigona) por polen; T. (Nannotrigona) y lepidopteros diurnos de las familias Hesperidae (fig. Nº. 27), Pieridae, Heliconidae y Papilionidae por nectar; también se observaron avispas de la familia Vespidae y moscas de la familia Muscidae, por nectar extrafloral. Las abejas que colectan solo polen caminan sobre las anteras, posteriormente se limpian el cuerpo con las patas y depositan el polen en las escopas; las que colectan nectar y polen introducen su cabeza entre los estambres y con su lengua extraen el nectar, periodicamente se limpian

el cuerpo y depositan el polen en las escopas; la abeja que visita las flores por néctar, se introduce por entre los estambres sin tocar las anteras y extrae el néctar con su proboscis. Las diferentes mariposas introducen su proboscis por entre los estambres hasta el fondo de la corola, adoptando diferentes posiciones, se posan algunas veces sobre las flores, otras a un lado o aletean suavemente para mantenerse en equilibrio. Las avispas y moscas caminan principalmente por entre los pedícelos de cada flor o sobre las corolas.

Evaluación: El color blanco de las flores y su posición vistosa son atrayentes para visitantes bióticos; la apertura diurna de los diferentes verticilos y la exhalación de un aroma agradable y altamente difundido, implican que la atracción es diurna. Granos de polen de Pithecellobium fueron colectados en A. mellifera (cabeza, cuerpo, patas, peine y escopa), en T. (Scaptotrigona) (cabeza, torax, patas, escopa y abdomen) y en los lepidopteros (proboscis, patas delanteras y alas). Ello puede implicar que todos estos visitantes sean polinizadores puesto que para poder presentar granos de polen en el cuerpo se requiere que hayan tenido contacto con las anteras y muy probablemente con el estigma que esta por encima de estas. Los visitantes que mostraron mayor cantidad de polen en el cuerpo fueron: T. (Scaptotrigona) y A. mellifera; si se tiene en cuenta que la presencia de A. mellifera es reciente por ser introducida, se puede considerar que las abejas sociales nativas son polinizadores típicos de Pithecellobium, aunque sus hábitos de concentración en un solo árbol, estimula la autofecundación o produce menos polinización. Las mariposas en cambio a pesar de presentar menos número de granos de polen en el cuerpo, pueden visitar por sus hábitos de vuelo mayor número de indivi-

IMP. DEPTAL. - CALI

duos, siendo por lo tanto también un buen grupo polinizador de la planta.

Trema micranta.

Ubicación Ecológica: Arbol pionero en áreas con remoción edáfica. Florece durante todo el año.

Descripción floral: Arbol dioico. Inflorescencias axilares orientadas hacia el haz y el envés de las hojas en forma de racimos cortos (fig. Nº. 28). En los individuos femeninos las flores (fig. Nº. 31) son diminutas de 3 mm. aproximadamente, con el caliz poco notorio, sin corola; ovario verde del que sobresalen 2 estigmas plumosos pequeños; no se observó ninguna secreción ni aroma.

En los individuos masculinos las flores son pequeñas (figs. Nº. 29 y 30), el caliz insignificante, corola verde, gamopetala, actinomorfa; anteras grandes sobresaliendo de la corola porque el filamento es mas largo; tienen dehíscencia longitudinal y el polen es seco; se presenta el pistilo atrofiado en forma de columna central. No se observó secreción nectífera ni aroma. En algunos individuos masculinos se observaron algunas pocas flores femeninas.

Comportamiento floral: La apertura de los estigmas en las flores femeninas se produce en la mañana permaneciendo turgentes y adherentes durante un día; al día siguiente se presentan secos y cafés.

En las flores masculinas la apertura de los petalos se produce también en la mañana, sin embargo los estambres permanecen con los filamentos doblados hacia adentro y las anteras adheridas a la columna central; una

media hora después y posiblemente por aumento de temperatura las anteras se abren pero continuan adheridas a la columna central, minutos mas tarde los filamentos se yerguen haciendo que las anteras se desprendan con fuerza de la columna lanzando el polen. Las flores masculinas caen al otro día.

Visitantes florales y comportamiento: No se observó ninguno.

Evaluación: La ausencia de color, olor, y secreciones nectíferas unidas al poco tamaño de la flor parece sugerir que las flores no requieren de agentes bióticos para su polinización. El que las flores presenten estigmas plumosos y las anteras expulsen su polen seco como catapultas parecen indicar que el vehículo polinizador es el viento.

Trichanthera gigantea.

Ubicación Ecológica: Arbol plantado en la zona a lo largo de cercos y fuentes de agua. Florecen durante todo el año (Parra, 1985).

Descripción floral: Inflorescencias racimosas paniculadas ubicadas en los extremos de las ramas. Flores (fig. Nº. 32) actinomorfas, campanuladas; caliz pentámero dialicépalo con 1 cm. de longitud, corola pentámera gamopétala de color ocre y bordes amarillos y el interior rojo, de 3.6 cms.; androceo de 4 estambres con los filamentos adherídos al interior de la corola y de 2 tamaños diferentes; anteras amarillas dorsifijas, con dehíscencia longitudinal, introrsas, con tricomas en donde se queda adherido el polen; el pistilo sobresale hasta la altura de las anteras supe-

IMP. DEPTAL. - CALI

riores y se curva hacia adentro quedando el estigma en el extremo; las glandulas nectarias se encuentran en la base del pistilo. Se siente un aroma fuerte.

Comportamiento floral: La apertura de la corola se produce un poco después de mediodía. Sin embargo las anteras estan dispuestas frente a frente y con las tecas cerradas y no existe producción de nectar ni olor. La apertura de las anteras es paulatina quedando completamente abiertas en las primeras horas de la noche con los tricomas erectos y el polen expuesto; el nectar empieza a secretarse alrededor de las 3 de la tarde siendo mas abundante durante la noche; el olor empieza a ser distinguible a las 5 de la tarde; el estigma aparentemente es receptivo desde la apertura de la corola; la corola se cae hacia las 8 de la mañana.

Visitantes florales y comportamiento: Durante las horas de la tarde y las primeras horas del día se pueden observar los colibríes: Chlorostilbon cf. ginsony, Antracothorax nigricollins (fig. Nº. 33), Amazilia tzacatl (Fig. N°34), Chlorostilbon sp. (fig. Nº. 35) y la abeja Eulaema sp., por la noche se observa el murcielago. Glossophaga soricina (fig. Nº. 36) y un lepidoptero de la familia Sphingidae.

Evaluación: Si bien las flores abren en las horas de la tarde, el que las anteras esten cerradas hasta la noche y no haya mayor producción de nectar ni olor, además de tener un color poco atrayente son características indicadoras de que no existe polinización efectiva en las horas del día, por lo que los colibríes y abejas son mas "ladrones" de nectar que polinizadores; además el comportamiento de todos ellos de introducir solo

IMP. DEPTAL. - CALI

el pico o la lengua sin tener contacto fuerte con las anteras, afirma este papel de "ladrones". Durante la noche en cambio las anteras estan abiertas, el polen expuesto y existe una alta producción de nectar y olor atrayente a murcíelagos; estos al visitar las flores tienen contacto fuerte de la cabeza con las anteras y el estigma, lo que permite la transferencia de material genético de una flor a otra (esta presencia de polen en la cabeza de los murcíelagos fué comprobada). El lepidóptero nocturno es probablemente también "ladrón" de néctar ya que no se notó en contacto con las anteras. En las primeras horas de la mañana los colibríes visitantes pueden ser polinizadores puesto que al menor movimiento de la flor el polen cae con facilidad y puede ser trasmitido al estigma de otra flor, pero este papel es secundario.

Aspectos Implicados en la Polinización. Comparación de Especies Arbóreas.

Los aspectos están ordenados en la tabla 1 y los resultados de la comparación en la tabla 2. Los 3 primeros aspectos se refieren a la floración como manifestación fenológica y los otros 5 aspectos estan relacionados con la polinización en sí.

Tabla Nº 1

Aspectos implicados en la polinización de especies arbóreas.

I - Período de Floración (anual): LL: Lluvioso
S: Seco
I: Irregular
P: Permanente

IMP. DEPTAL. - CALI

F: Feromonas

VIII. Color Atrayente: V: Verde
A: Amarillo
B: Blanco
R: Rojo

Tabla Nº 2

Diferentes Aspectos de la Polinización en 10 Especies Arbóreas.

Especie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
A. nigricans	LL(2)	A	G	I	D,N	V	-	V
C. alata	I	A	E	T+	D	Ab	P	A
C. spectabilis	P	A	E	T+	D	Ab	P	A
C. alliodora	I	A	E	Em	V,N,D	I	N	B
F. monophylla	LL(2)	A	E	P	D	Av	N	B
M. capote	LL(2)	A	G	E	D	Ab	N	A
N. pichurin	LL(2)	A	E	T	D	Ab	P	B
Pithecellobium	I	A	E	C	D	I	N	B
T. micranta	P	A	G	I	D,N	V	-	V
T. gigantea	P	A	E	G	N	M	N	R

IMP. DEPTAL. - CALI

DISCUSION.

Análisis del método utilizado.

Los resultados están basados principalmente en observaciones reiteradas en el campo, colecta de ejemplares vegetales y animales visitantes y comparación de pólenes en el laboratorio, adoptando algunas de las técnicas descritas por Faegri y Van der Pijl (1980). El método utilizado para comparación de pólenes del cuerpo de los visitantes y de las flores, (utilización de cinta transparente y posterior colocación en portaobjetos), no ha sido reportado en ningún trabajo conocido por el autor y se recomienda por su fácil ejecución.

Desde el punto de vista autecológico+, el estudio permite ampliar el conocimiento de la ecología floral de las especies estudiadas, aunque es posible complementarlo con pruebas que midan el impacto que tienen los polinizadores sobre la fructificación o número de semillas o la comparación de la polinización por agentes con procesos autogámicos o apomícticos (v.g: los trabajos de Madrigal y Girón, 1982; Girón M., 1984; Martinez del Rio y Burques, 1986).

Como se mencionó en la Introducción, las especies estudiadas con excepción

---

+ Autecológico: estudio de los individuos de una especie en relación unos con otros y con su medio.
Diccionario Integral de la Biología 1985, Editorial Printer Colombiana.

IMP. DEPTAL. - CALI

de C. alliodora y T. gigantea que fueron sembradas y de C. alata y T. micranta que son principalmente pioneras, han sido reportadas como integrantes de una comunidad arbórea secundaria (Rojas, 1985). Esta situación permite inferir algunas características de esa comunidad a semejanza de lo realizado por Toledo (1977) y Opler et. al. (1980) aunque la muestra es más pequeña.

Relaciones Entre los Aspectos de la Polinización y las Condiciones Ambientales y Características de las Comunidades.

Períodos de floración: La distribución de la muestra entre floraciones Irregulares, Periódicas (lluvias) y Permanentes sin preponderancia de ninguna, muestran quizás que los cambios climáticos normales no impactan de manera muy fuerte la floración de las plantas de la comunidad secundaria, por lo que estas pueden exponer sus flores en diferentes períodos minimizando con ello la competencia. En un trabajo anterior (Parra, 1985), se había mencionado también que las plantas estudiadas no parecían depender directamente de los períodos lluviosos o de la presencia de lluvias, en su floración.

Cantidad de floración: La generalidad de la floración Abundante puede significar en el caso de aquellas plantas con agentes polinizadores bióticos, una alta necesidad de atracción de los agentes polinizadores, mostrando con ello que en la sucesión no están muy desarrollados mecanismos muy elaborados de atracción por lo que la competencia es intensa. En el caso de las especies con polinización abiótica (viento) es obvio que se requiere una alta cantidad de flores para aumentar las probabilidades de

polinización.

Distribución de la floración: El que la mayoría de las especies presenten Floración "Expuesta" puede ser una "estrategia" generalizada en esta etapa sucesional para atraer los polinizadores a semejanza de lo que ocurre en el aspecto anterior. Las especies que presentan floración "Generalizada" en el árbol son aquellas que tienen una polinización anemófila que requieren una mayor superficie para aumentar las posibilidades de fecundación.

Forma floral: La alta diversidad de formas florales parece indicar independencia de este aspecto frente a factores climáticos, y que en la sucesión vegetal a la que pertenecen las especies se pueden dar casi todos los tipos de formas florales descritas por Faegri y Van der Pijl lo que permite una alta diversidad de polinizadores.

Período de apertura floral: Se observa una alta tendencia a presentar ántesis diurna lo que puede significar una adaptación al hecho de que la mayoría de los polinizadores utilizados o existentes tienen hábitos diurnos, sin embargo esto incrementa la competencia. Las excepciones la forman por un lado C. alliodora y T. gigantea produciendo en la primera de ellas un alargamiento de su período de apertura lo que aumenta entre otros la probabilidad de polinización por utilización de agentes abundantes con hábitos diversos. En la segunda la apertura unicamente nocturna esta correlacionada con la utilización de un agente polinizador específico, lo que se aleja de la tendencia central, situación que no puede ser explicada si tenemos en cuenta que la especie no se encuentra en condiciones naturales sino que fué introducida. La otra excepción la forman A. nigricans y T. micranta

que son especies polinizadas por el viento pero necesitan de una temperatura diurna para iniciar su ántesis, para luego continuar con su apertura tanto de noche como de día.

Agentes polinizadores: La mayoría (7 de las 10), de las especies estudiadas son posiblemente polinizadas por insectos y principalmente por abejas. Podríamos explicar esta alta presencia de polinización entomófila, aduciendo que en las condiciones alteradas y secas del área, tienen más posibilidades de permanecer las especies vegetales que requieren agentes viables y seguros de polinización como son los insectos, si estos son abundantes, lo cual sucede con abejas poco exigentes en habitats para nidificar como Xylocopa y las sociales Apis mellifera adansoni y Trigonas pequeñas (obs. per.). Esta abundancia también ha sido observada para algunas familias de mariposas y especies de avispas sociales.

Bajo el contexto anterior se podría pensar que es difícil encontrar en vegetación arbórea pionera, tipos de polinización como la Quiropterofília que requieren de macrofauna (como son los murciélagos) y es probable que eso es lo que suceda. El que se presente en T. gigantea puede ser debido a que la especie no pertenece a la comunidad pionera, sino a otra más tardía. Vale la pena recordar que la especie florece todo el año por lo que puede mantener su propia población de polinizadores.

La polinización anemófila ha sido reportada abundante para vegetación pionera pero con rápido decrecimiento a medida que la sucesión se continúa (Opler et. al., 1980), sin embargo es posible que se presente en árboles de sucesiones secundarias si crecen gregariamente porque así se asegura la

IMP. DEPTAL. - CALI

efectividad del transporte de polen; este puede ser el caso de T. micranta. En A. nigricans no se presentan estas asociaciones en la zona de estudio pero se ha observado en zonas cercanas.

Sustancia ofrecida: La preponderancia de néctar como sustancia ofrecida puede significar que este producto es de fácil elaboración por las plantas, y de alta necesidad para los polinizadores más comunes. La presencia de 3 especies ofreciendo polen a las abejas puede significar una tendencia a disminuir la competencia y a mentener con diferente alimento, a las poblaciones de los polinizadores comunes (protocooperación).

Color atrayente: Los colores más abundantes son el blanco y el amarillo que han sido reconocidos como atrayentes de insectos y principalmente de abejas (Proctor y Yeo, 1972), lo cual esta de acuerdo con lo observado en el estudio. Por otro lado Opler, Baker y Frankie (1980) mencionan que en las zonas áridas y templadas el amarillo es un color dominante en los primeros estadíos serales mientras que el color blanco empieza a ser dominante en estadíos serales superiores; sin embargo en el trópico, las flores amarillas, rosadas o púrpuras, están asociadas con las especies altas de una comunidad, en cambio la mayoría de plantas de los niveles bajos tienen flores blancas, cremas o verde pálido. Es posible que en las especies estudiadas la preponderancia del blanco y el amarillo sean mecanismos para atraer o mantener de forma conjunta los polinizadores aunque esto incremente la competencia. El color rojo presente solo en T. gigantea corrobora la idea de que esa especie no pertenece a la comunidad seral de la cual f fué extraida la muestra. La falta de color atrayente desde tiempo atrás

(Van der Pijl, 1961) se ha considerado como típico de las plantas con polinización abiótica.

DEPTAL. - CALI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Las especies estudiadas de aparición secundaria presentan tipos de polinización que requieren agentes semejantes y abundantes o comunes en la misma zona, lo que sugiere una competencia intensa aunque las características como forma floral o períodos de floración tienden a disminuir tal competencia. Se presentan además ejemplos de "protocooperación" como el de especies que ofrecen polen a agentes (abejas) que encuentran néctar en la mayoría de las plantas visitadas, disminuyendo también asi la competencia y sosteniendo entre todas las poblaciones de polinizadores.

En planes de manejo se debe tener en cuenta que en la mayoría de las especies estudiadas se requiere incrementar o permitir la cercanía de árboles de la misma especie para posibilitar la polinización adecuada con las consiguientes fructificación y regeneración natural en cantidades convenientes.

De igual manera si deseamos obtener o mantener polinizadores para especies vegetales de mayor uso, algunas de las especies estudiadas pueden servir para tal próposito porque florecen todo el año y ofrecen alimento continuo como *Cassia spectabilis* para abejas y *T. gigantea* para murciélagos.

Si nuestro interés es conseguir semillas de las plantas estudiadas el conocimiento obtenido de los procesos de polinización, permite tener elementos para hacerlo más eficiente; así por ejemplo las plántulas de las especies con sexos separados como *A. nigricans*, *F. monophylla* y *T. micranta* deben sembrarse juntas para aumentar ls posibilidades de intercambio genético.

IMP. DEPTAL. - CALI

Con el fín de definir de manera más coherente políticas de gestión ambiental del bosque seco tropical sería conveniente realizar trabajos investigativos sobre comportamiento reproductivo de las diferentes comunidades serales y sus estratos. Metodologías como la aquí utilizada podría servir de base para tales estudios. El método de observación también puede ser utilizado con pocas modificaciones para estudiar la polinización de plantas útiles.

IMP. DEPTAL. - CALI

ANEXOS

IMP. DEPTAL. - CALI

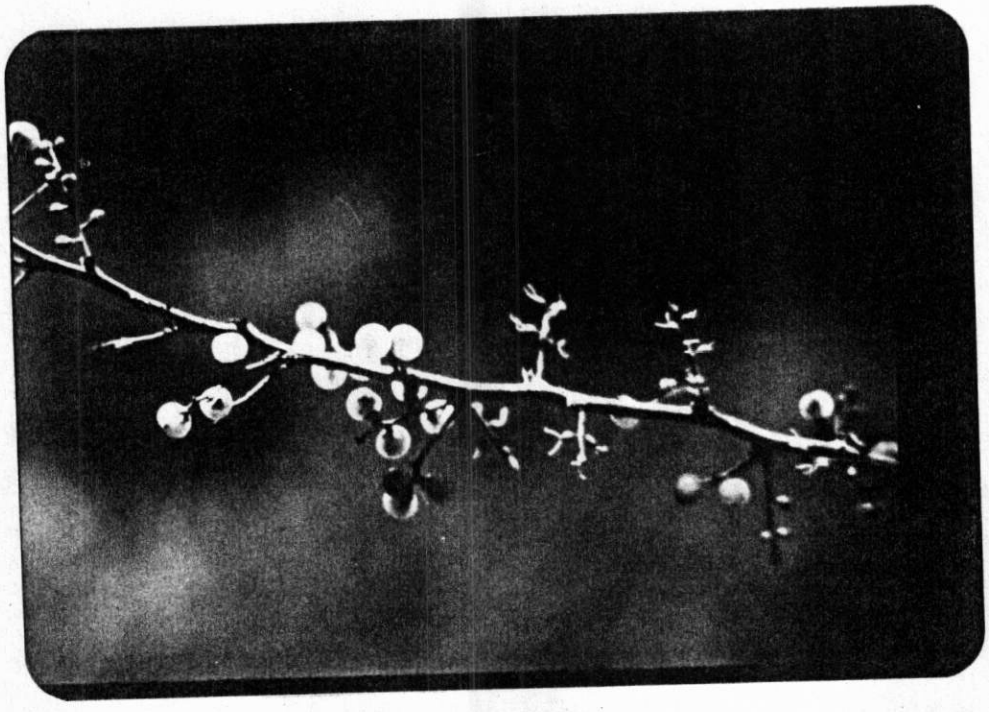


Fig. No. 1. Rama de A. nigricans mostrando inflorescencias femeninas e infrutescencia

IMP. DEPTAL. - CALI

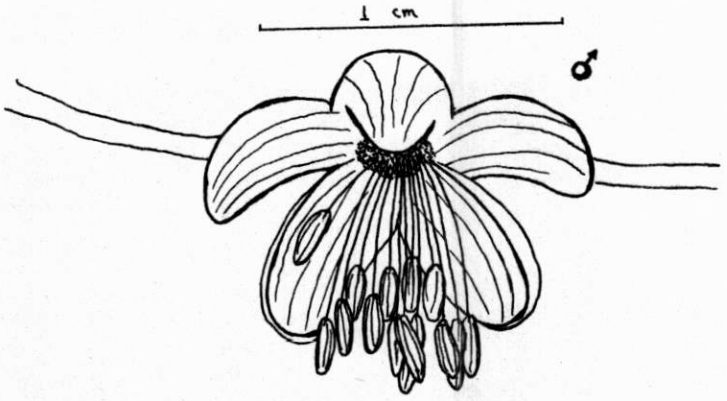


Figura No. 2 . detalle de flor masculina de Achaetocarpus nigricans.

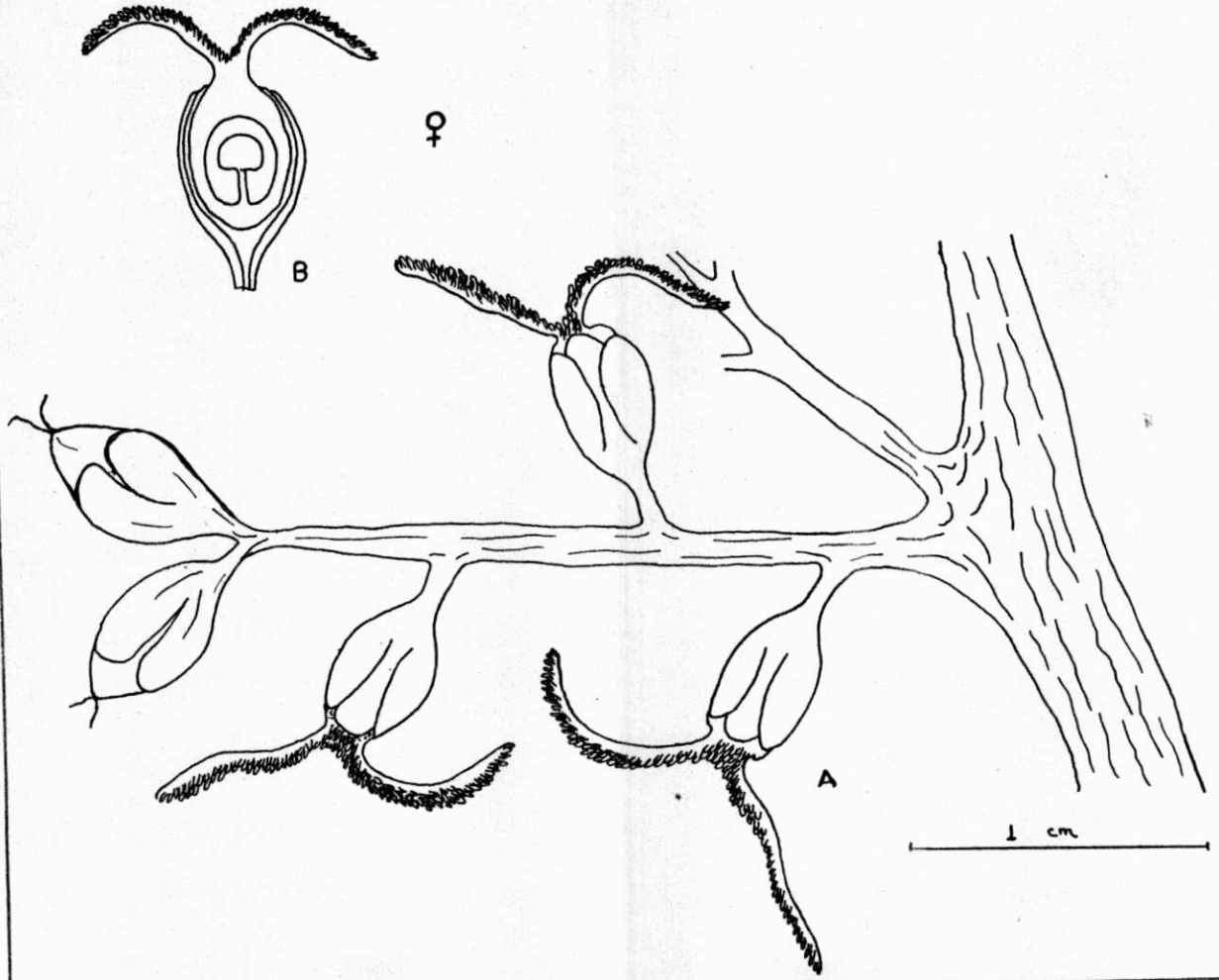


Figura No. 3 detalle de flor femenina de A. nigricans
A. Disposición de las flores B. corte longitudinal

IMP. DEPTAL. - CALI

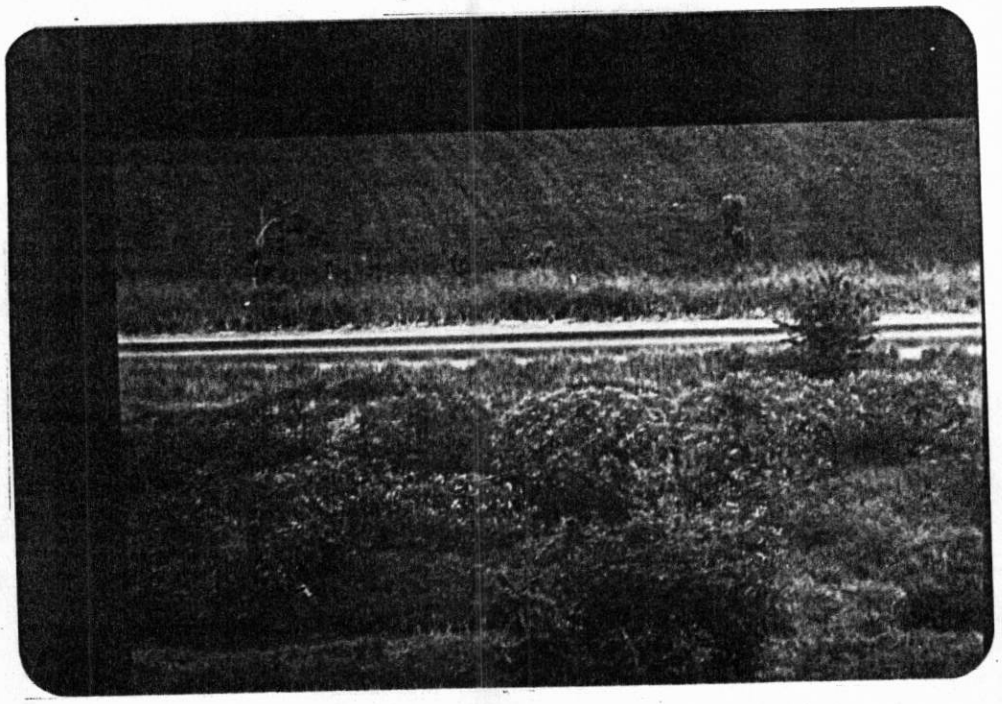
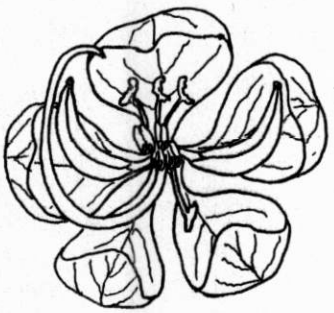


Fig. No. 4. Vista general de arboles de C. alata en floración.

Fig. No. 5. Xylocopa sp visitando flores de C. alata.

IMP. DEPTAL. - CALI



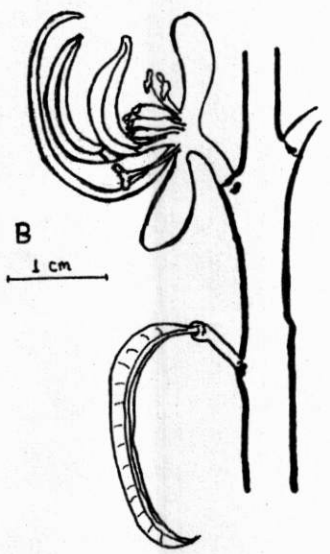


Figura No. 6. Detalles de flor de Cassia alata.
A. Vista frontal B. Vista lateral.

IMP. DEPTAL. - CALI

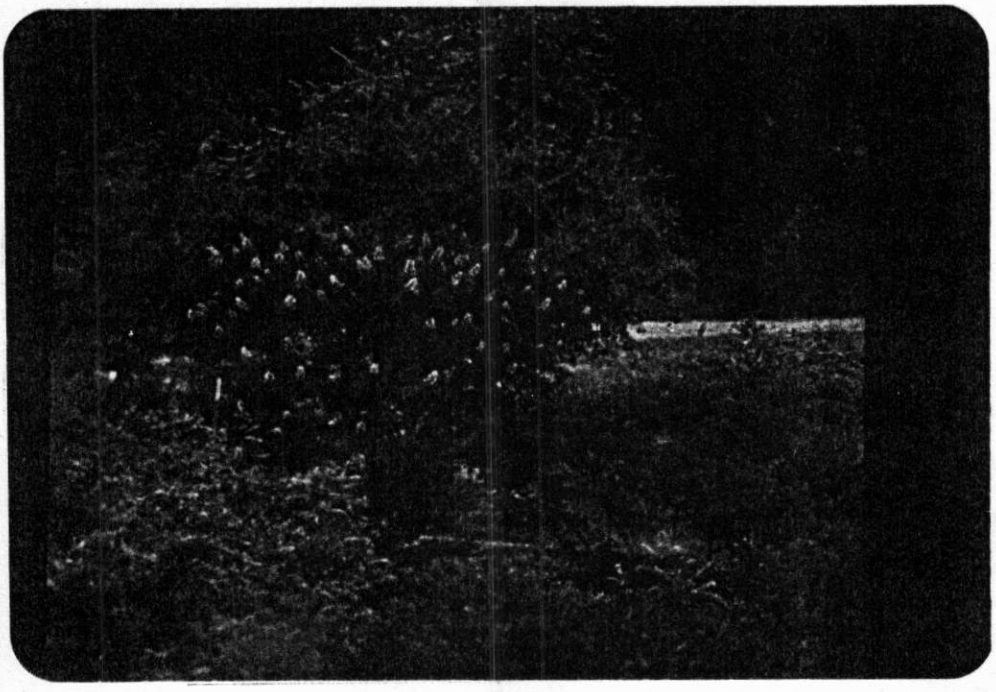
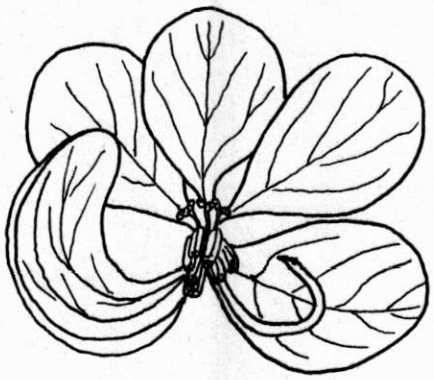
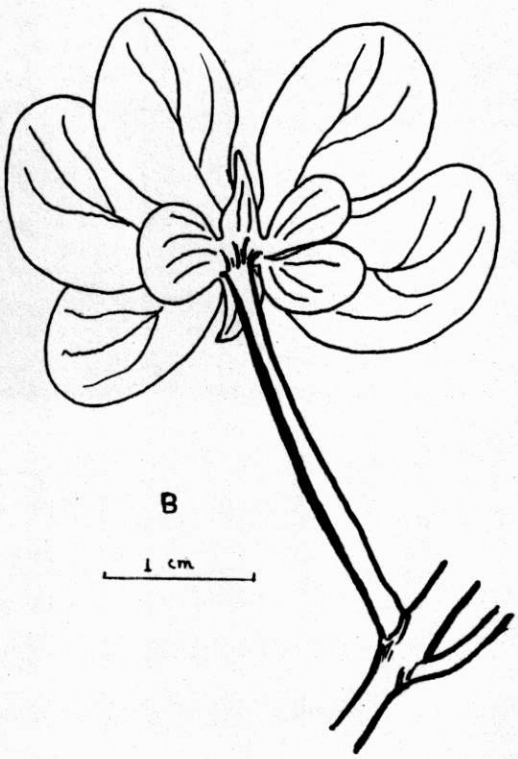


Fig. No. 7. Arbol de C. spectabilis en floración.

IMP. DEPTAL. - CALI





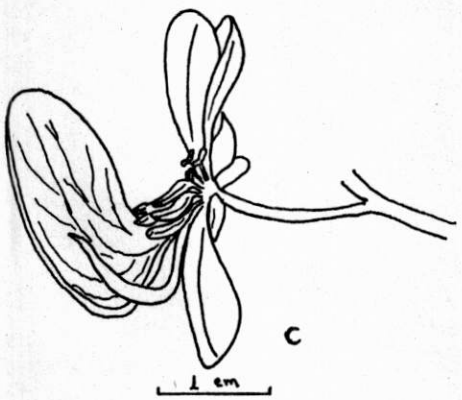


Figura. No. 8 . Detalles de flor de Cassia spectabilis.
A. Vista frontal B. Vista posterior C. Vista lateral

IMP. DEPTAL. - CALI

Fig. No. 9. Xylocopa sp en flores de C. spectabilis.

Fig. No 10. Eulaema cf Cingulata visitando flores de C. spectabilis

IMP. DEPTAL. - CALI

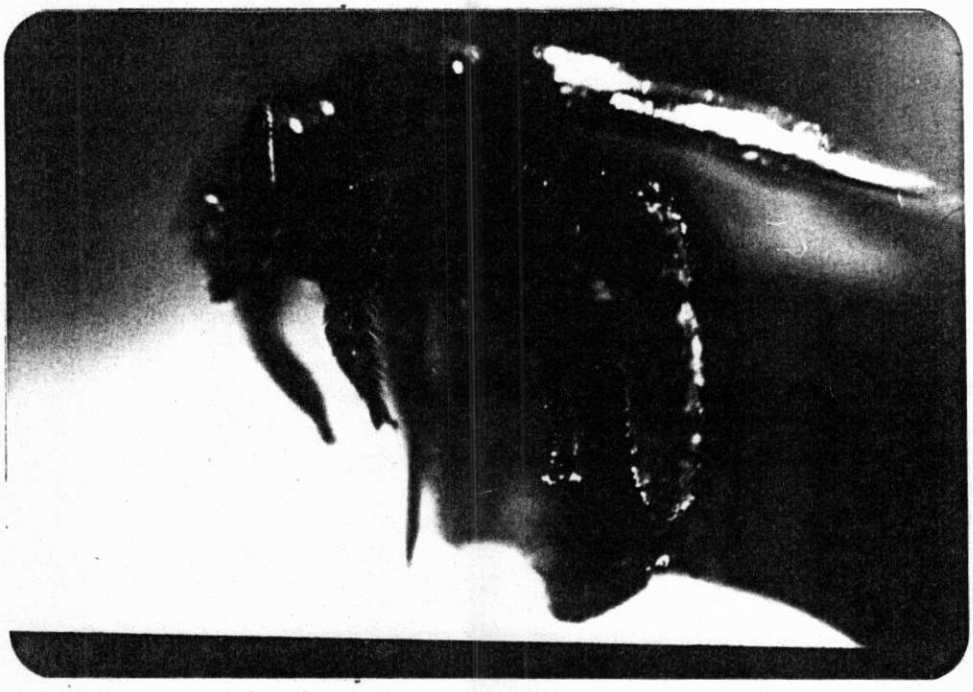


Fig. No. 11. Vista lateral de Xylocopa sp mostrando polen de C. spectabilis

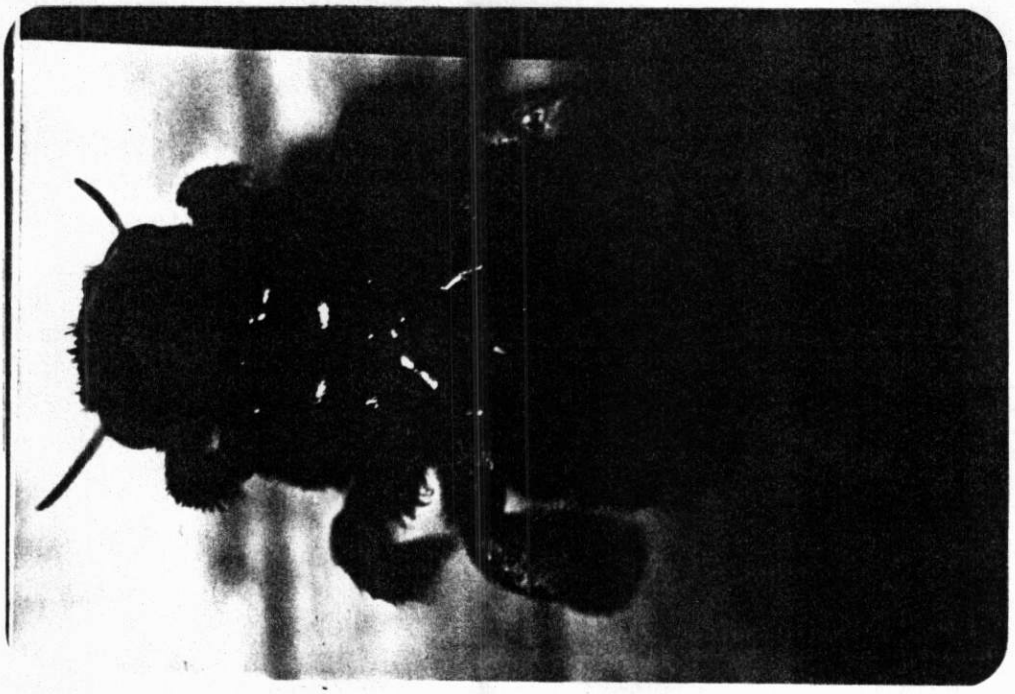


Fig. No. 12. Vista ventral de Xylocopa sp mostrando polen de C. spectabilis

IMP. DEPTAL. - CALI

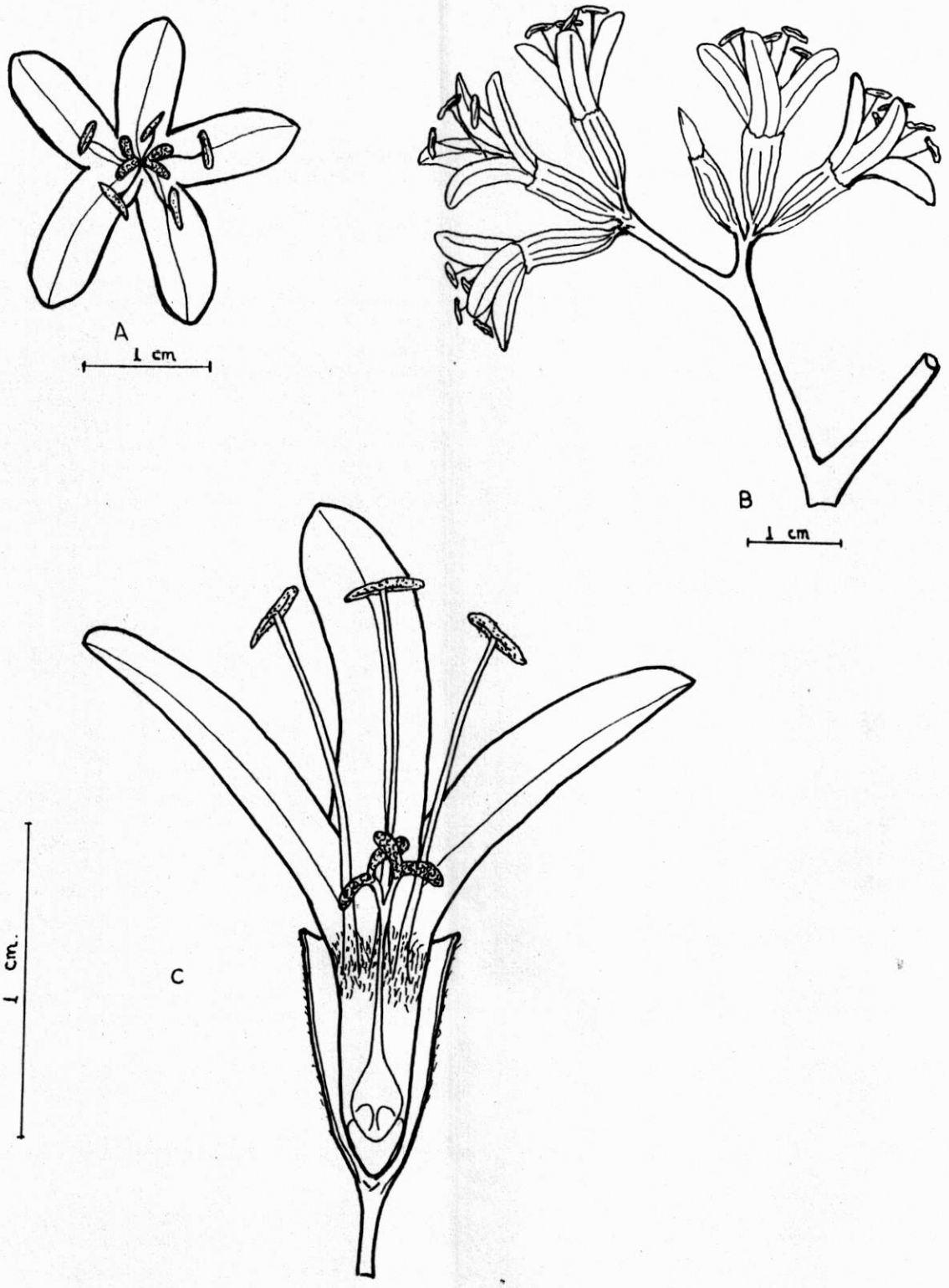


Figura No. 13 detalles de flor de Cordia alliodora.
A. Vista frontal. B Vista lateral. C. corte longitudinal.

IMP. DEPTAL. - CALI

Fig. No. 14. Inflorescencia de C. alliodora visitada por Scolidae.

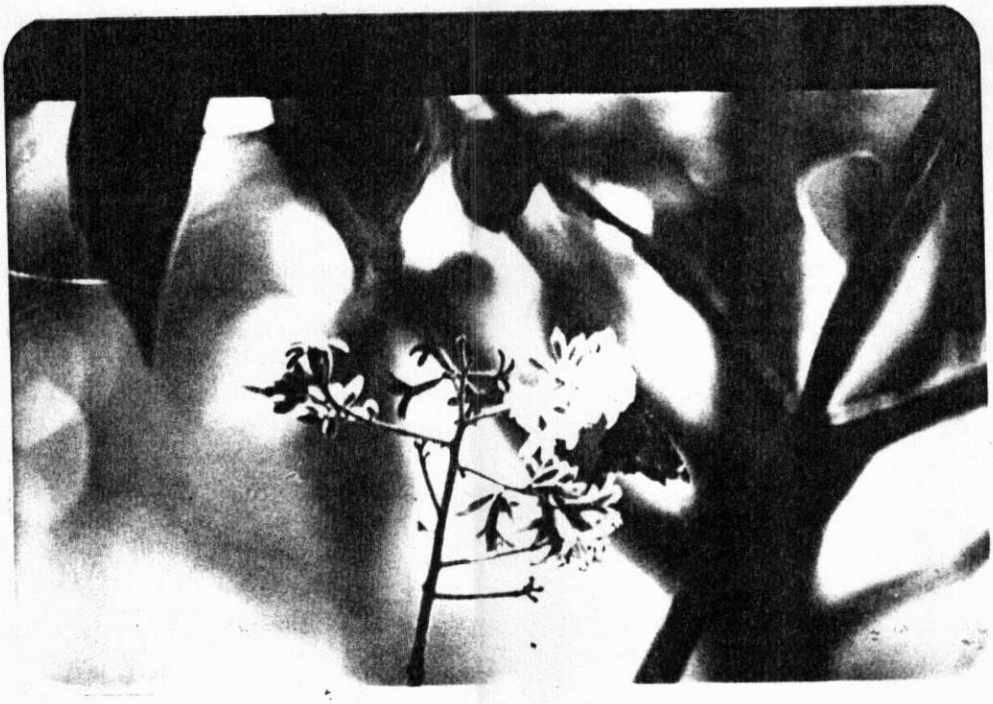


Fig. No. 15. Hesperidae visitando flores de C. alliodora.

IMP. DEPTAL. - CALI

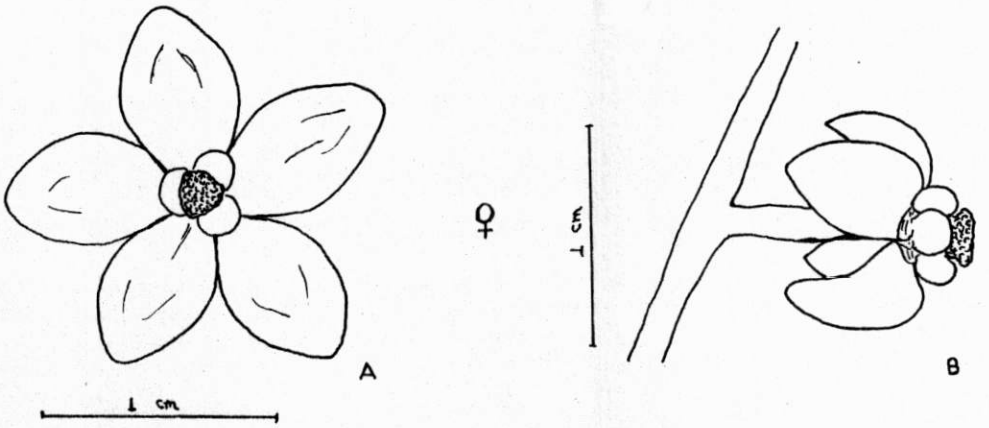


Figura. No. 16 . flor femenina Fagara monophylla
A. Vista frontal B. Vista lateral.

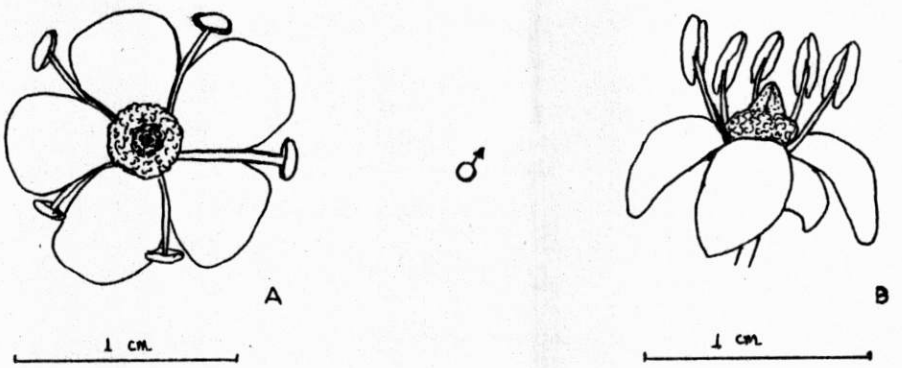


Figura No. 17 . flor masculina de Fagara monophylla
A. Vista frontal B Vista lateral

IMP. DEPTAL. - CALI

Fig. No. 18. Polibya cf emaciata en flores masculinas de F. cf monophyla

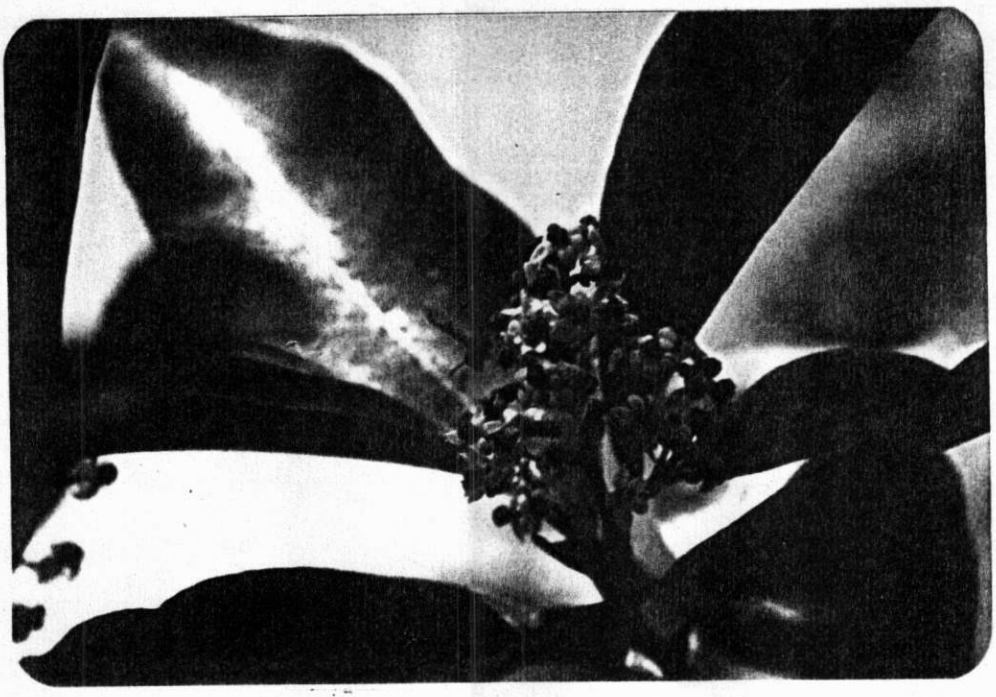


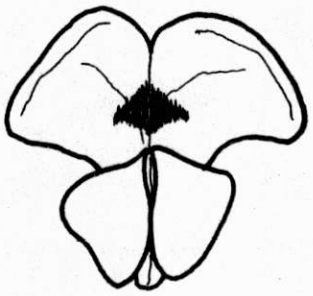
Fig. No. 19. Polibya cf emaciata en inflorescencia femenina de F. cf monophyla.

IMP. DEPTAL. - CALI

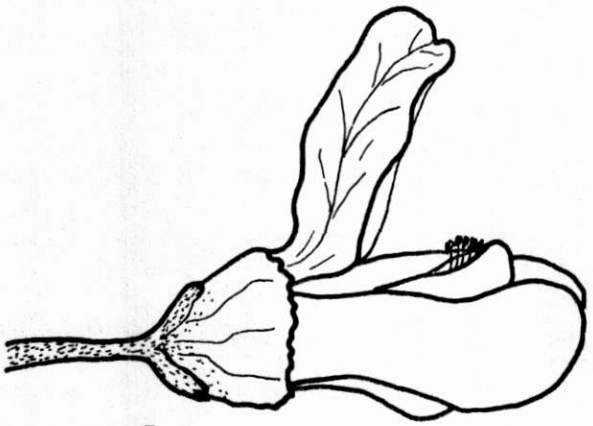
Fig. No. 20. Inflorescencia de M. capote

Fig. No. 22. Arbol en floración de M. capote

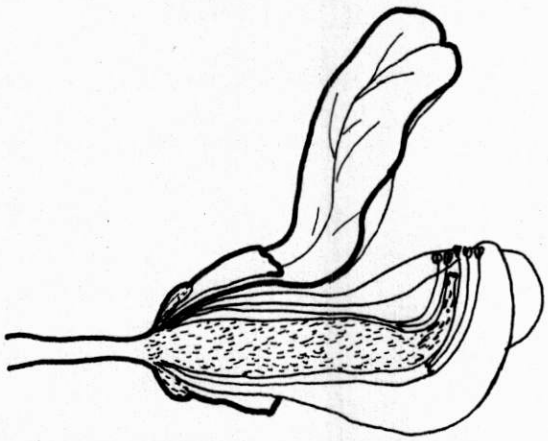
IMP. DEPTAL. - CALI



A



B



C

Figura No. 21 Detalles de flor de Machaerium capote.
A. Vista frontal. B. Vista lateral. C. Corte longitudinal.

IMP. DEPTAL. - CALI

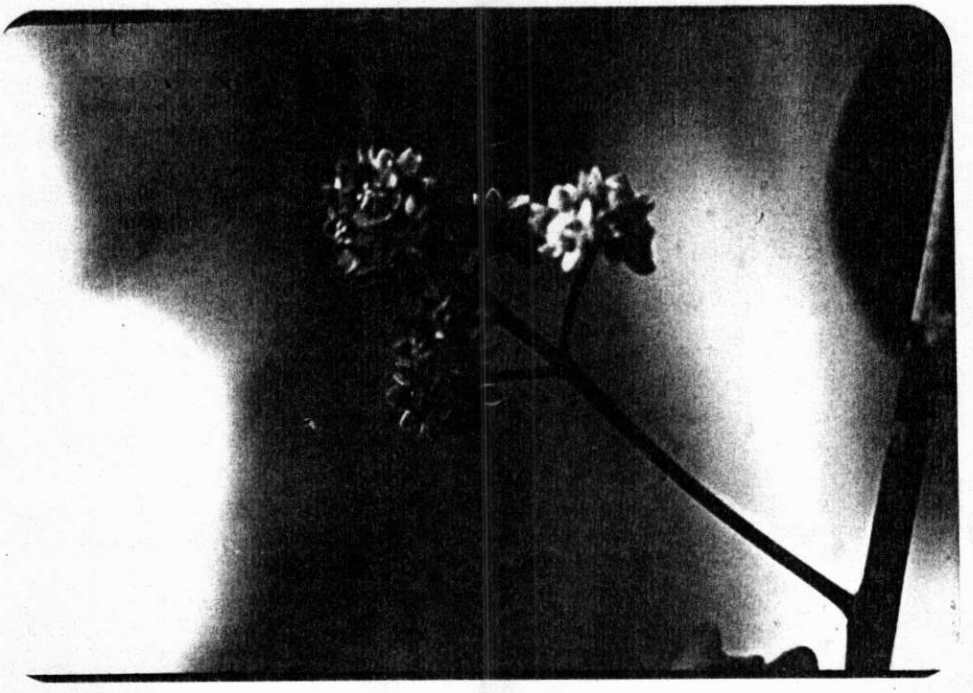
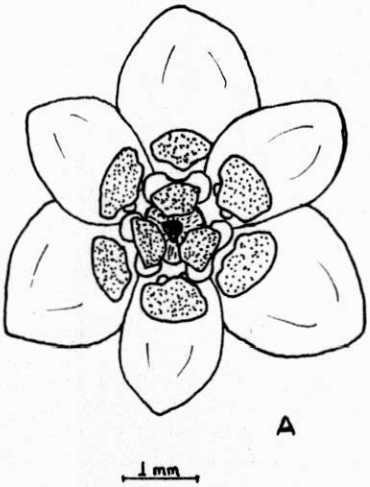
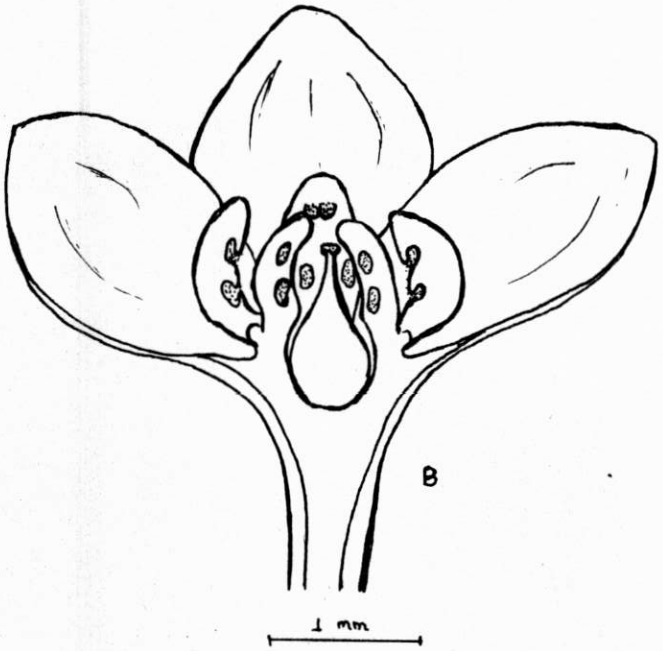
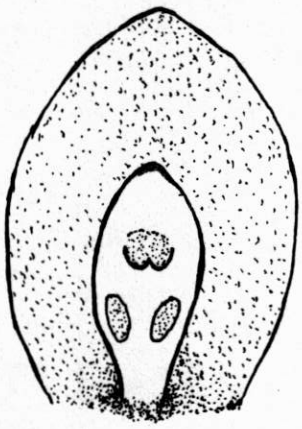


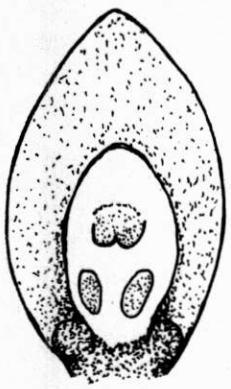
Fig No 23 Inflorescencia de N cf pichurim.

IMP. DEPTAL. - CALI









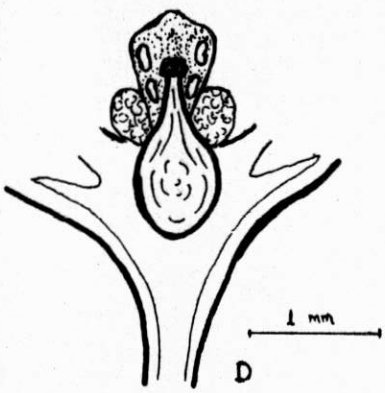


Figura. No. 24 . Detalles de flor de Nectandra c.f. pichurin.
A. Vista frontal B. corte longitudinal C. estambres externos, notese la presencia de glandulas odoriferas en solo uno de ellos. D. pistilo y estambre interno.

IMP. DEPTAL. - CALI

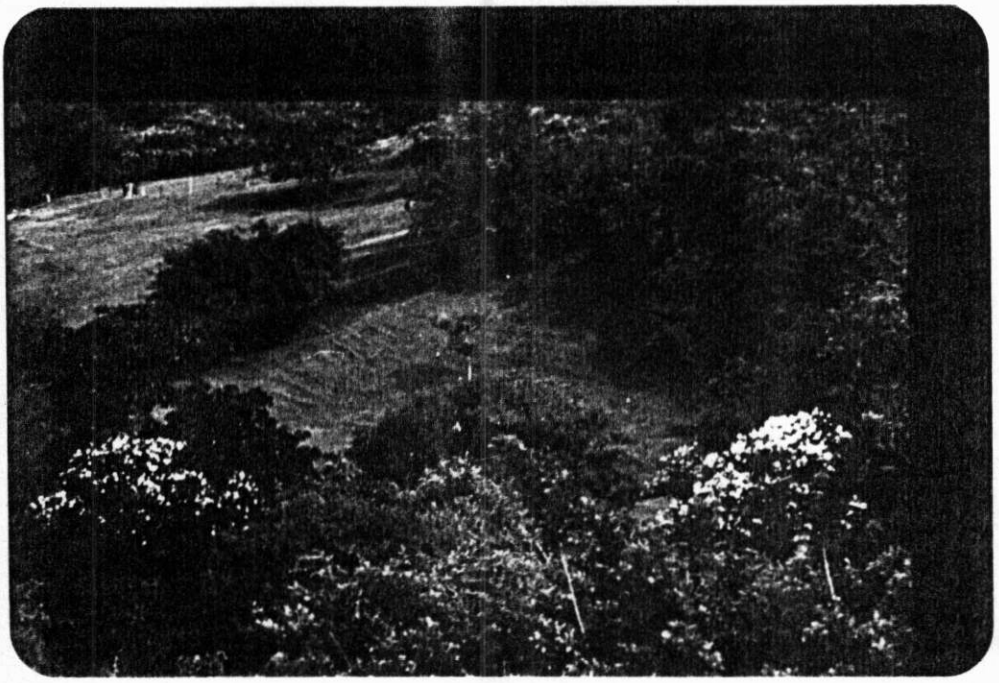
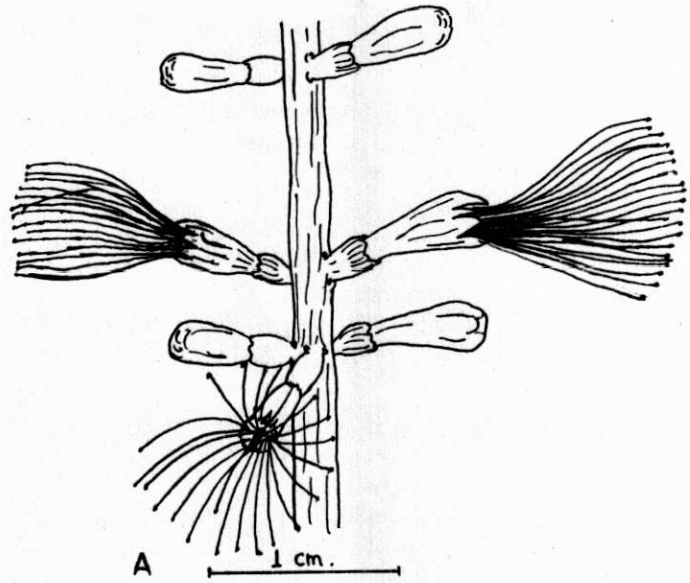


Fig No. 25 Vista general de arboles de Pithecellobium sp..

Fig No. 27 Pieridae visitando flores de Pithecellobium sp.

IMP. DEPTAL., CALI



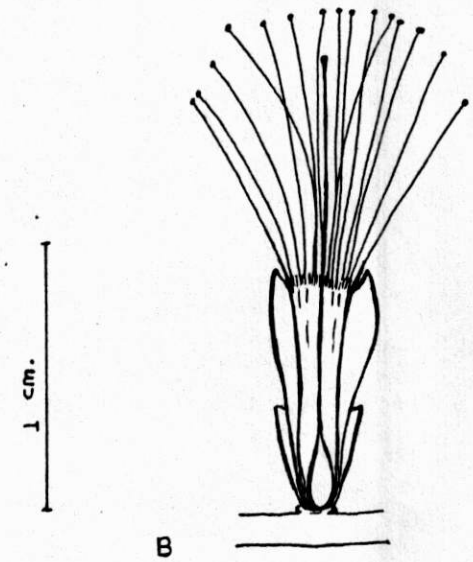


Figura No 26 . Detalles de flores de Pithecellobium sp.
A. Vista general de inflorescencia B. Corte longitudinal.

IMP. DEPTAL. - CALI

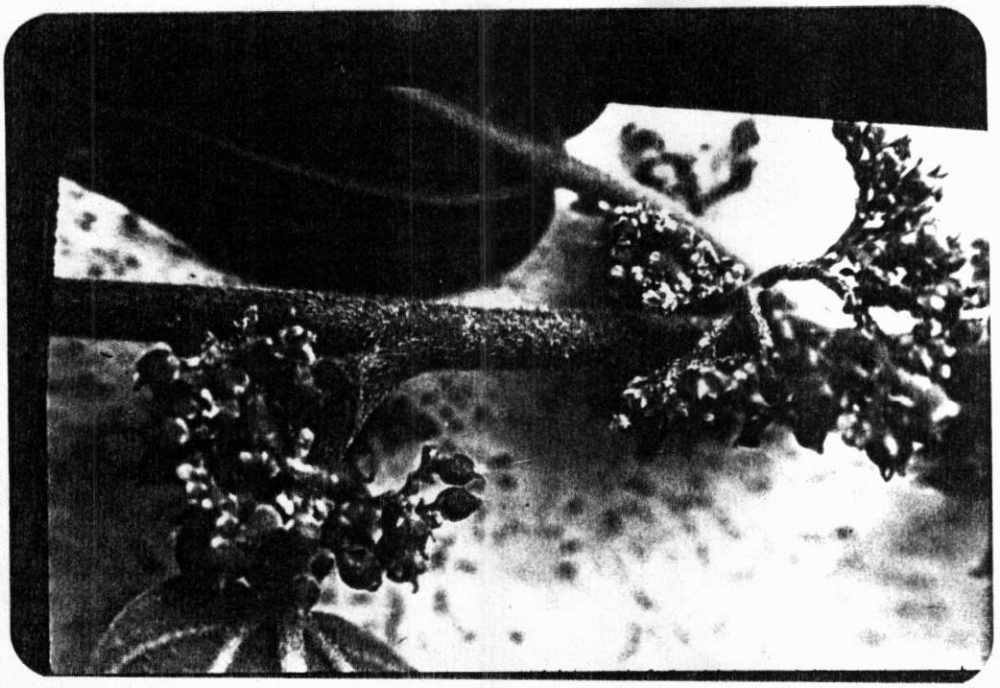


Fig No 28 Inflorescencia femenina de T micranta.

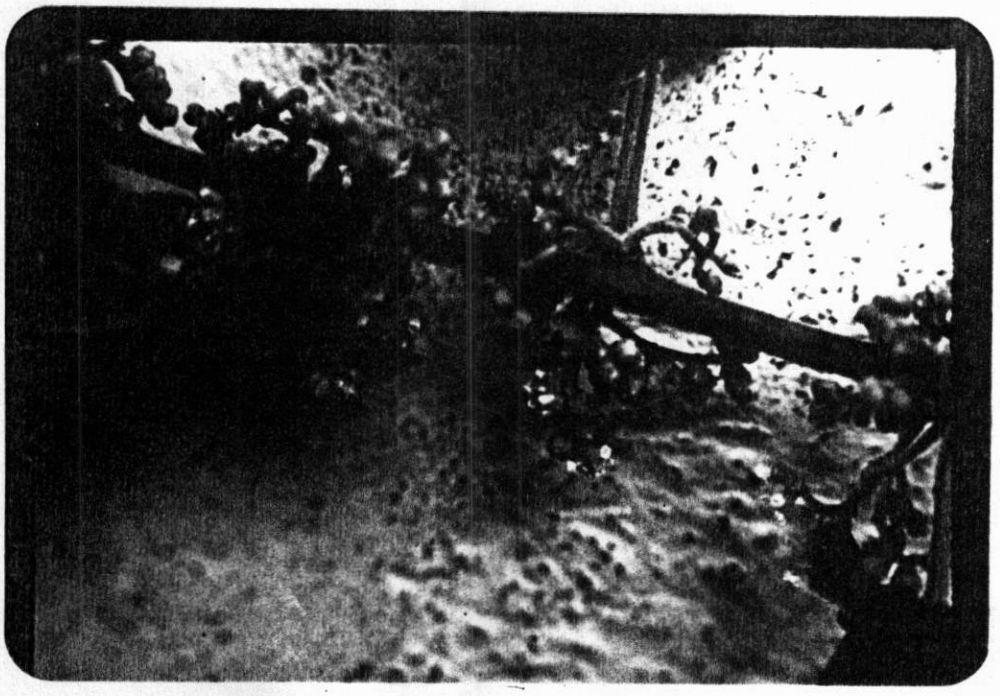


Fig No 29 Inflorescencia masculina de T micranta.

IMP. DEPTAL. - CALI

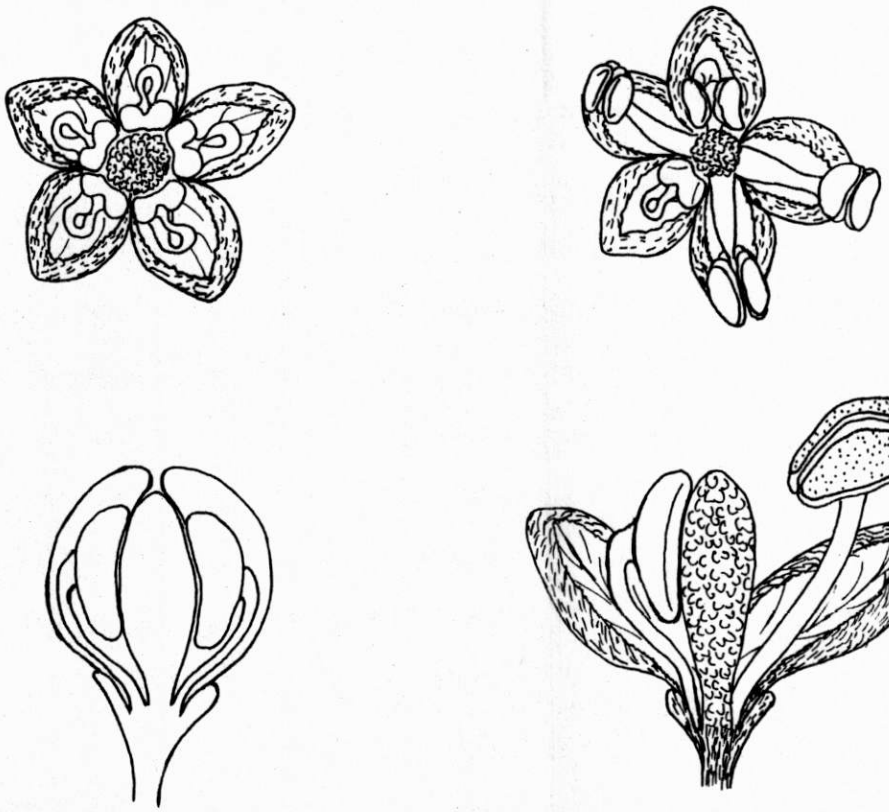


Figura No. 30 proceso de una flor masculina de Trema micrantra.
A. Vista frontal de flor con los estambres aun adheridos
B. Corte longitudinal
C. Vista frontal de la flor, en proceso de expansion de sus anteras D. Corte longitudinal

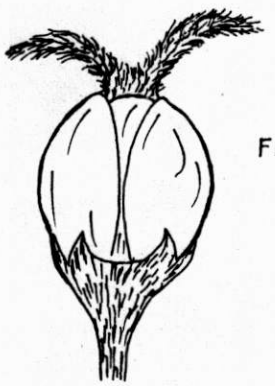


Figura No. 31 flor femenina de Trema micrantra

IMP. DEPTAL

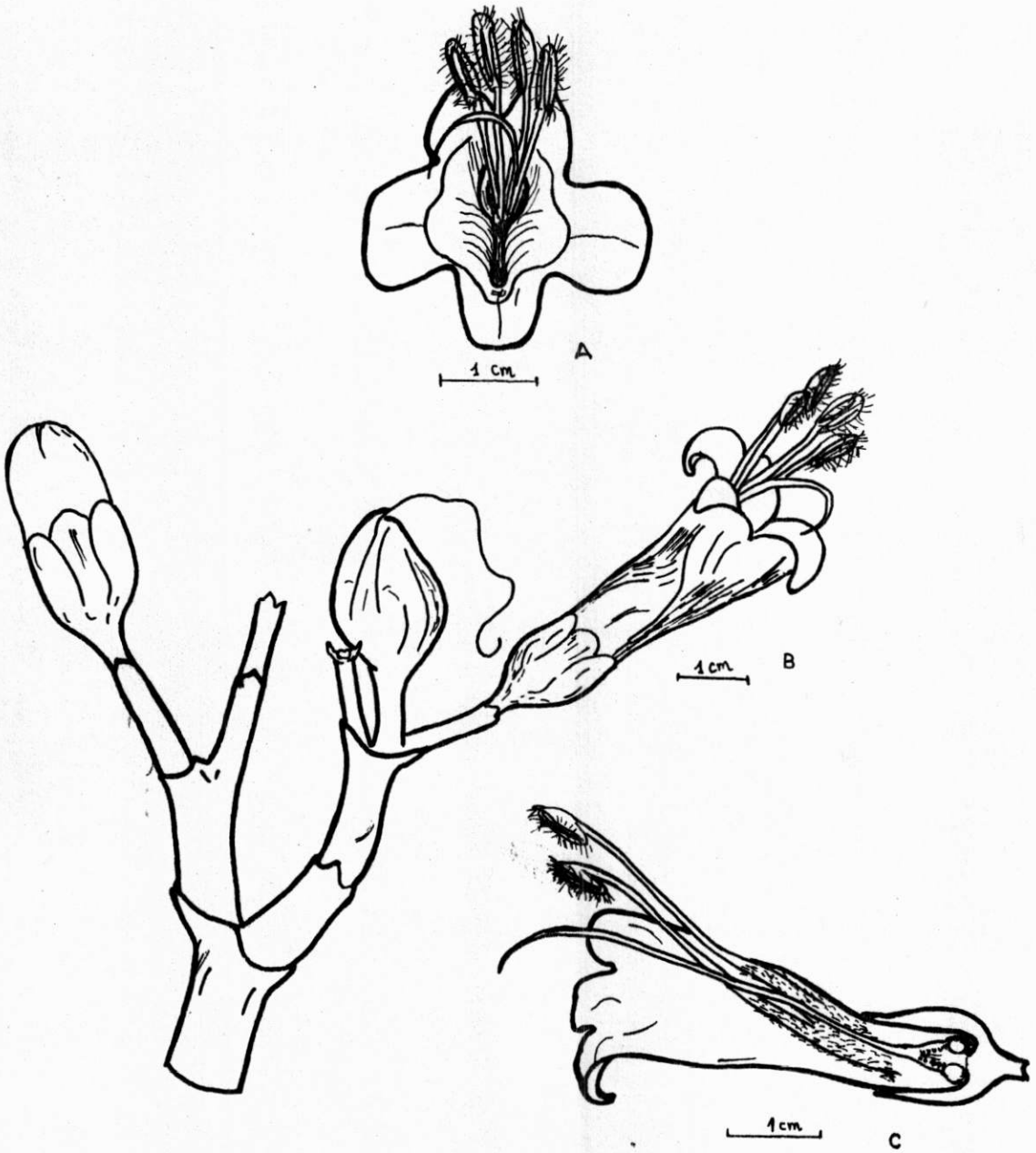


Figura No. 32 . detalles de flor de trichanthera gigantea .
A. Vista frontal . B. Vista lateral C. Corte longitudinal

IMP. DEPTAL. - CALI

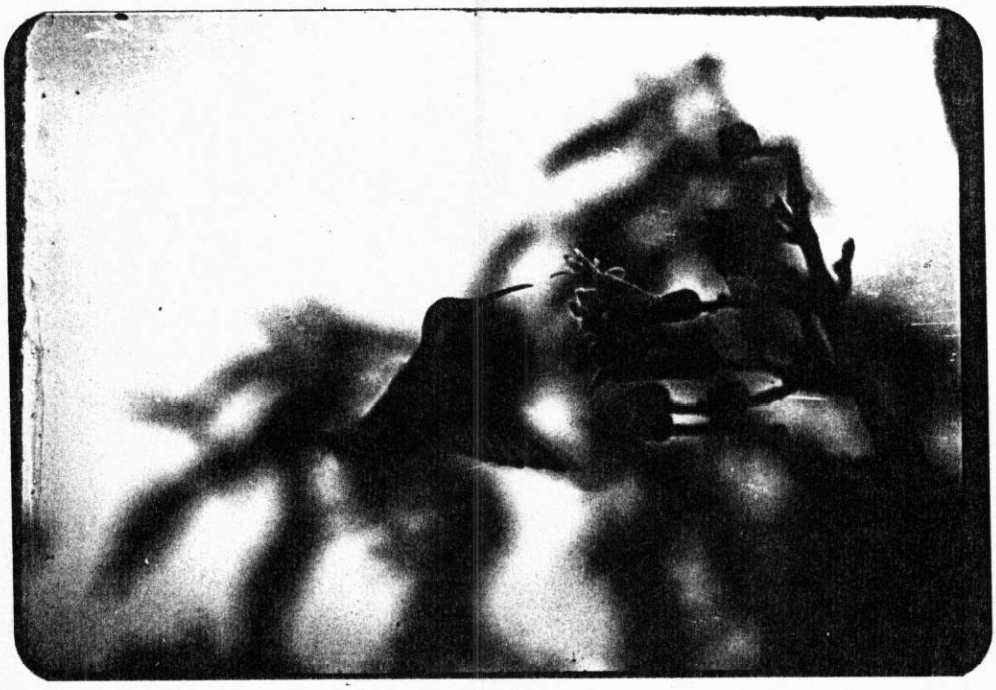


Fig. No. 33. Antracothorax nigricollins en flores de T. gigantea

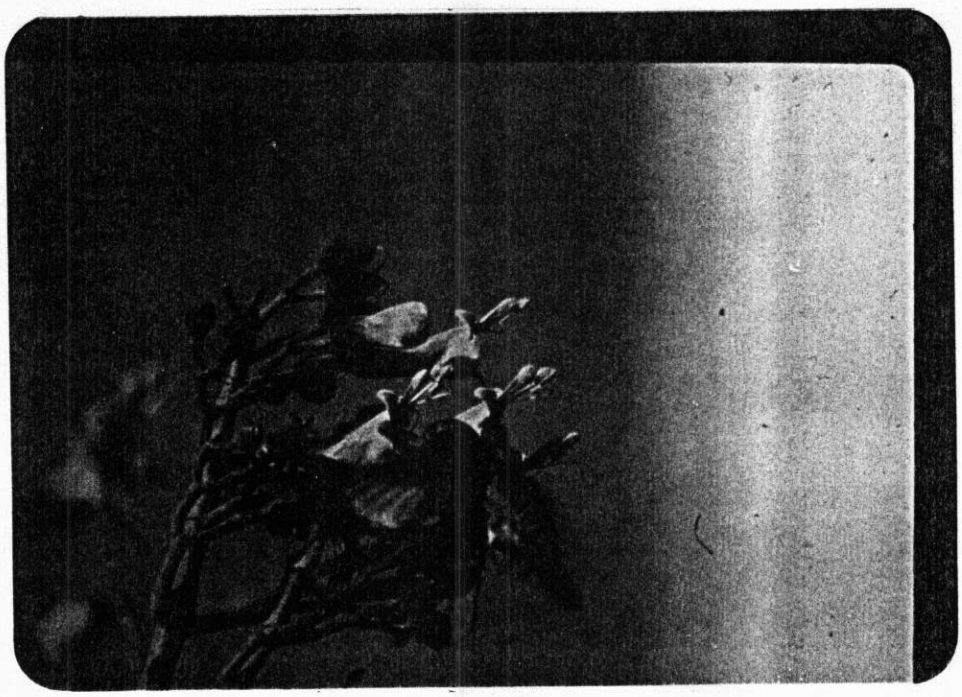


Fig. No. 34. Amazilia Tzacatl visitando flores de T. gigantea.

. IMP. DEPTAL. - CALI

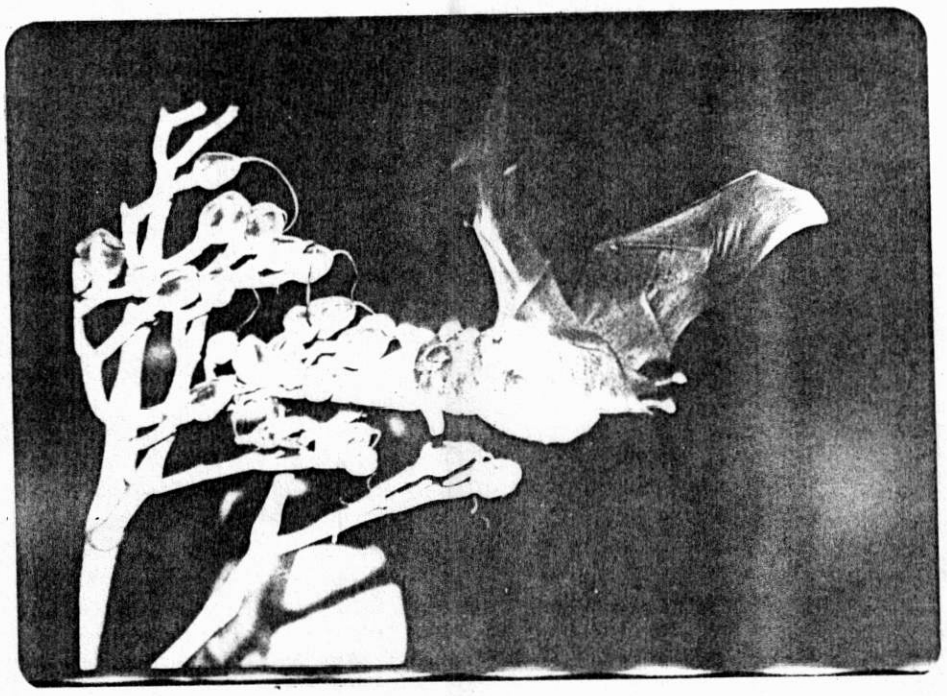


Fig. No. 35. Chlorostilbun sp en T. gigantea

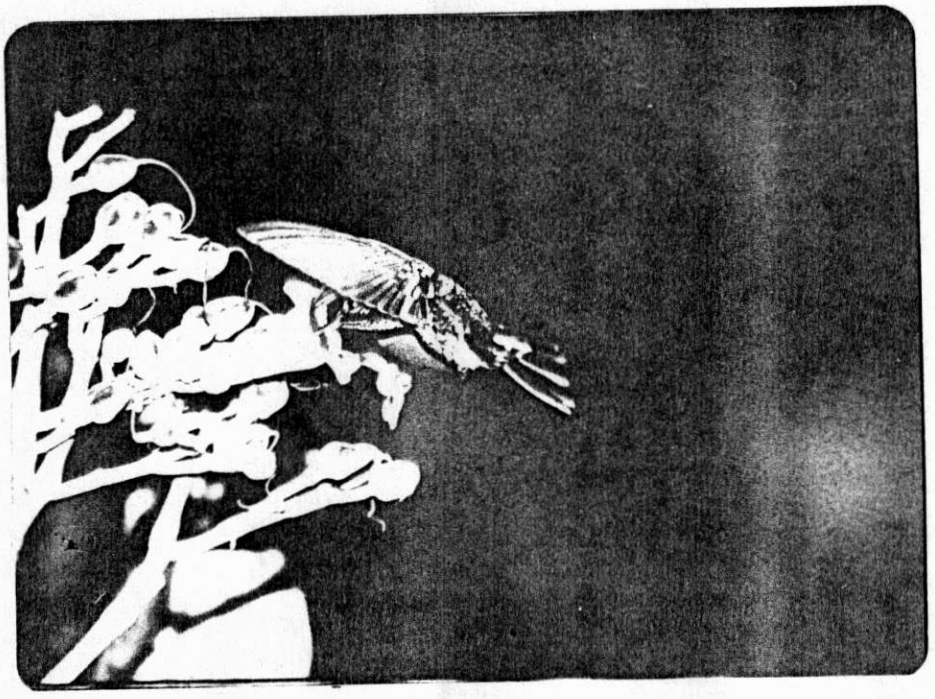


Fig. No. 36. Glossophaga soricens en T. gigantea

IMP. DEPTAL. - CALI

IMPORTANCIA ECONOMICA Y CULTURAL DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS.

Achaetocarpus nigricans. Tr. Totocal. Se utiliza para hacer cercas vivas, postes y leña. Los frutos son muy apetecidos por las aves.

Cassia alata. L. Martin galvis. Plantado por estacas se utiliza para sombrío y guarda algibes.

Cassia spectabilis. (D.C.). Velero. Se ha plantado como sombrío de cafe ornamental y corta vientos. De su madera se saca leña y postes. El fruto es forraje para ganado.

Cordia alliodora. (Ruiz y Pao). Nogal cafetero. Se ha plantado como sombrío y se utiliza en planes de reforestación por su madera utilizada en carpinteria. El fruto es comestible; el cocimiento de las hojas es utilizado para el tratamiento de las enfermedades pulmonares.

Fagara monophylla. Lam. Justarazón. Se utiliza como sombrío de ganado y sus tallos como postes y mangos de herramientas. Sus hojas son analgésicas.

Machaerium capote. Tr. Ex. Dugand. Capote, siete cueros. El corazón se utiliza para durmientes, postes, tornos, pianos, flautas y enchapados. Su madera ha sido utilizada como leña.

Nectandra cf. pichurin. Mez. Jigua. Su madera se ha utilizado para construcciones navales y ferroviarias y se aprovecha como carbón.

IMP. DEPTAL. - CALI

Pithecellobium Espino de mono. Se utiliza para cercas vivas y para leña. Sus frutos son apetecidos por las aves.

Trema micranta. (L.) Blume. Zurrumbo. Su madera se utiliza para fabricar yugos, como combustible y como pulpa para papel (amate). Su corteza fibrosa se utiliza en cordelería para amarrar bultos. Medicinalmente se usa para combatir el sarampión; puesto en agua da un líquido astringente empleado en las aftas. Sus frutos son consumidos por aves.

Trichanthera gigantea. (H. y B.) Stevel. Quiebrabarrigo, nacedero. En estacas se utiliza como guarda algibes y cercas vivas. Sus hojas en emplastos se emplean como desinflamantes y para hernias de las bestias.

Bibliografía.

Mahecha G. y R. Echeverry. 1983. Arboles del Valle del Cauca. Lit. Arco. Bogotá. 208 p.

Nee M. 1984. Flora de Veracruz: Ulmaceae. INEREB. Fas. 40.

Nasch D. y N. Moreno. 1981. Flora de Veracruz: Borraginaceae. INEREB. Fas. 18.

Parra G. 1985. Fenología de Once Especies Arboreas de la Estación Biológica "El Vínculo" (Buga - Valle). Informe, INCIVA - COLCIENCIAS. 109 p.

IMP. DEPTAL. - CALI

BIBLIOGRAFIA.

Baker H. 1973. Evolutionary Relationships Between Flowering Plants and animals in American and African Tropical Forests. en Meggers B., E. S. Ayensu y W.D. Duckworth Edit. Tropical Forest ecosystems in Africa and South America. A comparative review. Smithsonian Institution Press. Washington. D. C. 350 p.p.

Camillo E. 1978. Polinizacao do Maracujazeiro. Simposio 2 sobre a cultura do Maracuhazeiro. Fac. de Ciencias Agrarias e Veterinarias. Campus de Jaboticabal. Pag. 32-39.

Escobar L. 1985. Biología reproductiva de Passiflora manicata e hibridación con la curuba, Passiflora mollisima. Actual. Biol. 14 (54): 111-121.

Faegri K. y Van der Pijl L. 1980. The principles of pollination ecology. 3 Ed. 244 p.

Girón M. 1984. Biología floral de tres especies de Passiflora. Res. Tesis. Act. Biol. 13 (50): 114.

Jansen D. H. 1975. Ecology of plants in the Tropics Studies in Biology 58. Edward Arnold. Edits. Frome y London. 66 P.

Madrigal B. y Girón M. 1982. Ecología de la polinización en el árbol lechoso: Tabernaemontana grandiflora Jack (Apocynaceae). Act.

IMP. DEPTAL. - CALI

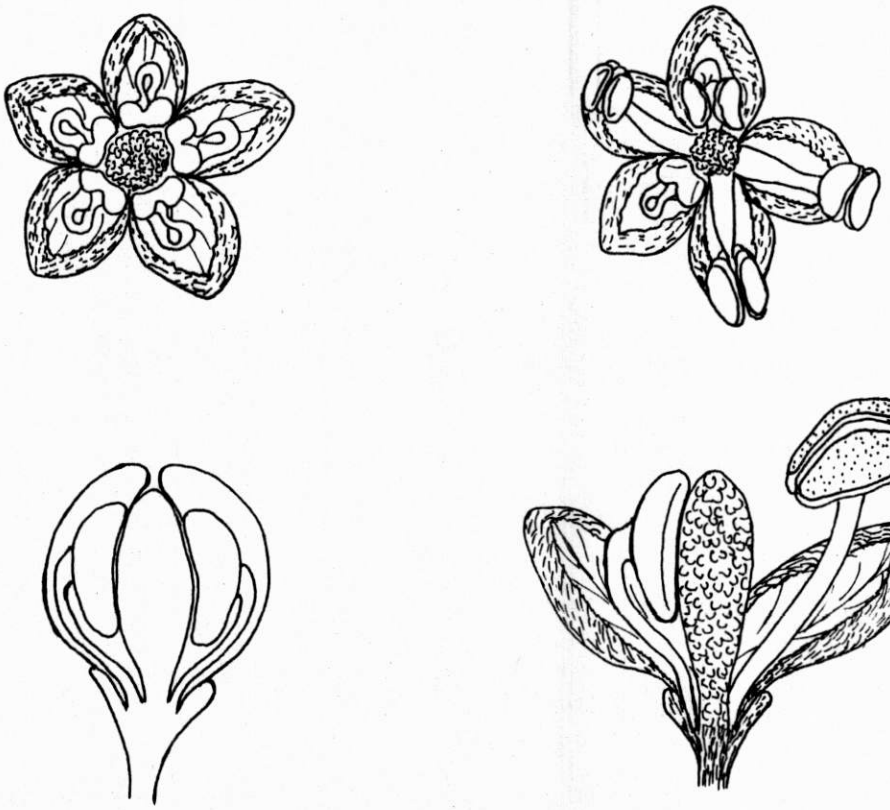


Figura No. 30 proceso de una flor masculina de Trema micrantra.
A. Vista frontal de flor con los estambres aun adheridos
B. Corte longitudinal
C. Vista frontal de la flor, en proceso de expansion de sus anteras D. Corte longitudinal

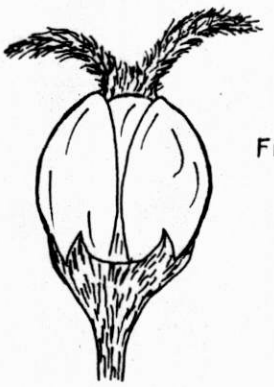


Figura No. 31 flor femenina de Trema micrantra

IMP. DEPTAL

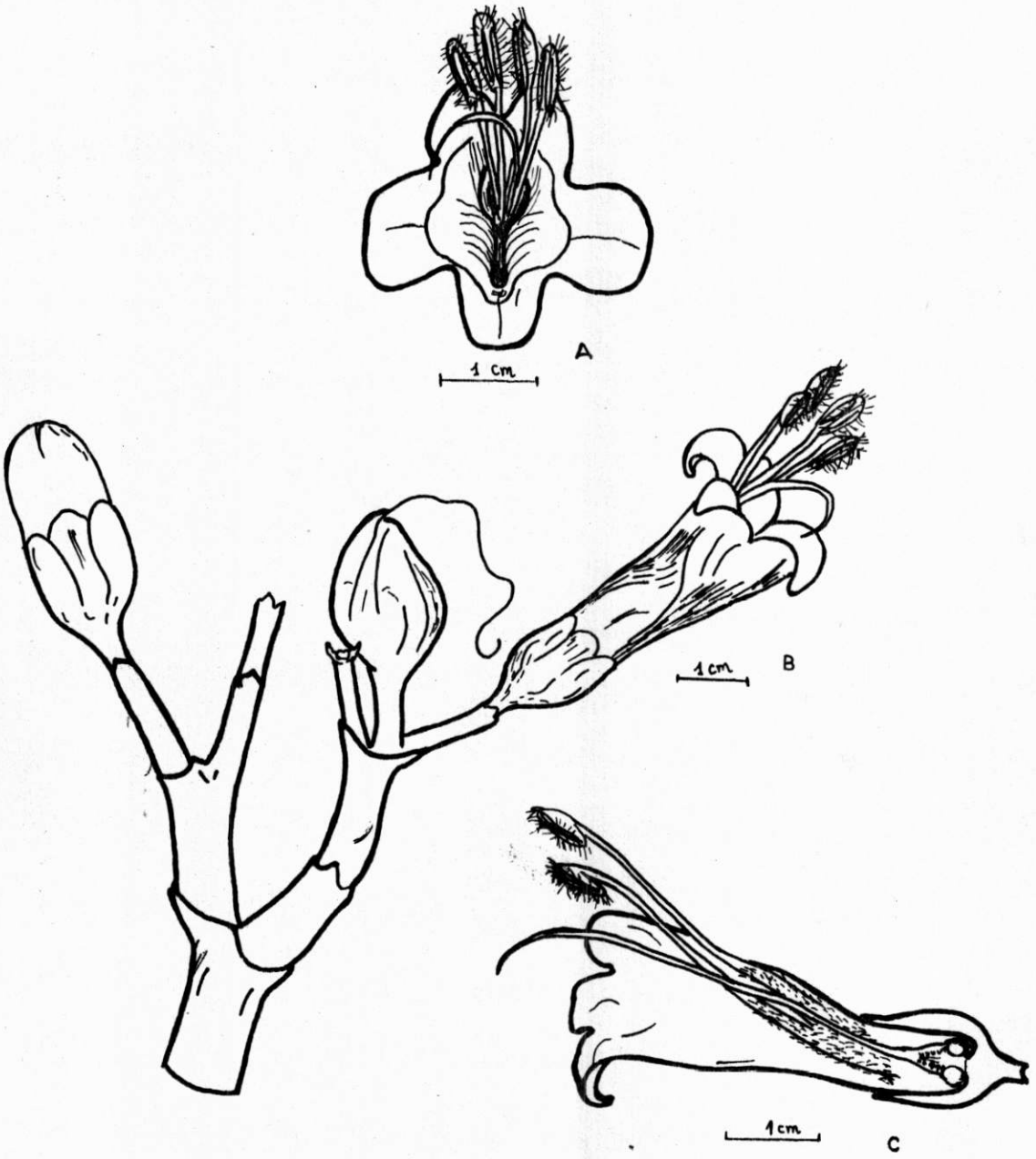


Figura No. 32 . detalles de flor de trichanthera gigantea .
A. Vista frontal . B. Vista lateral C. Corte longitudinal

IMP. DEPTAL. - CALI

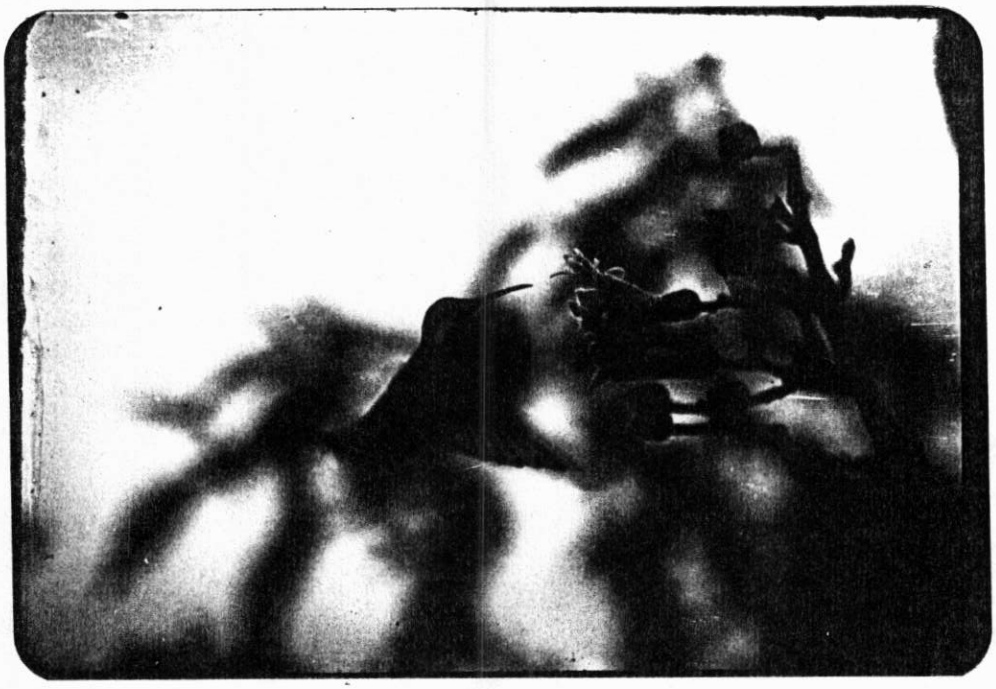


Fig. No. 33. Antracothorax nigricollins en flores de T. gigantea

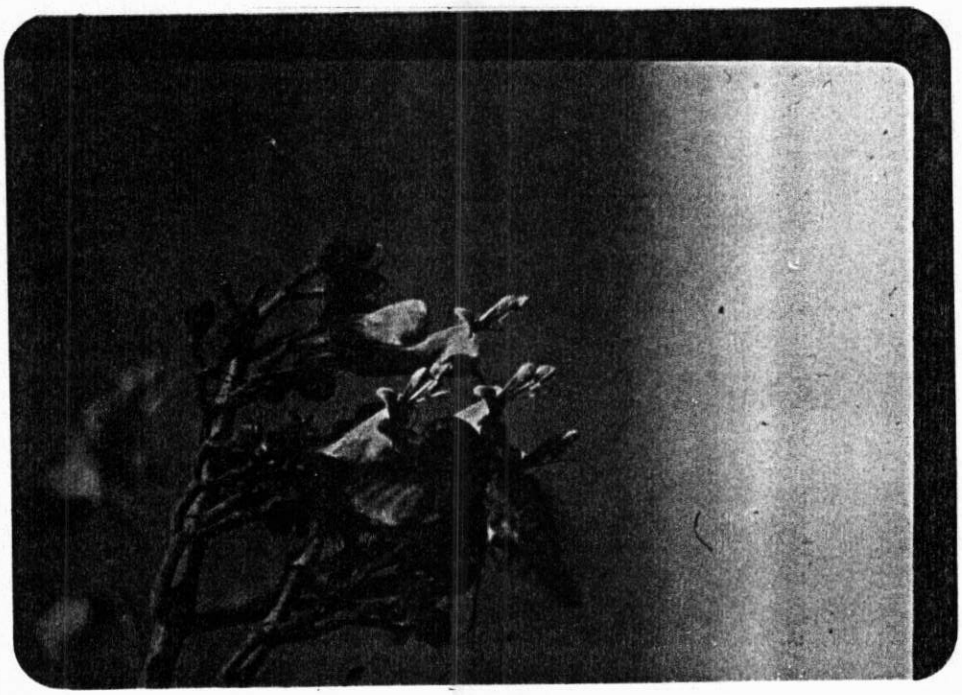


Fig. No. 34. Amazilia Tzacatl visitando flores de T. gigantea.

. IMP. DEPTAL. - CALI

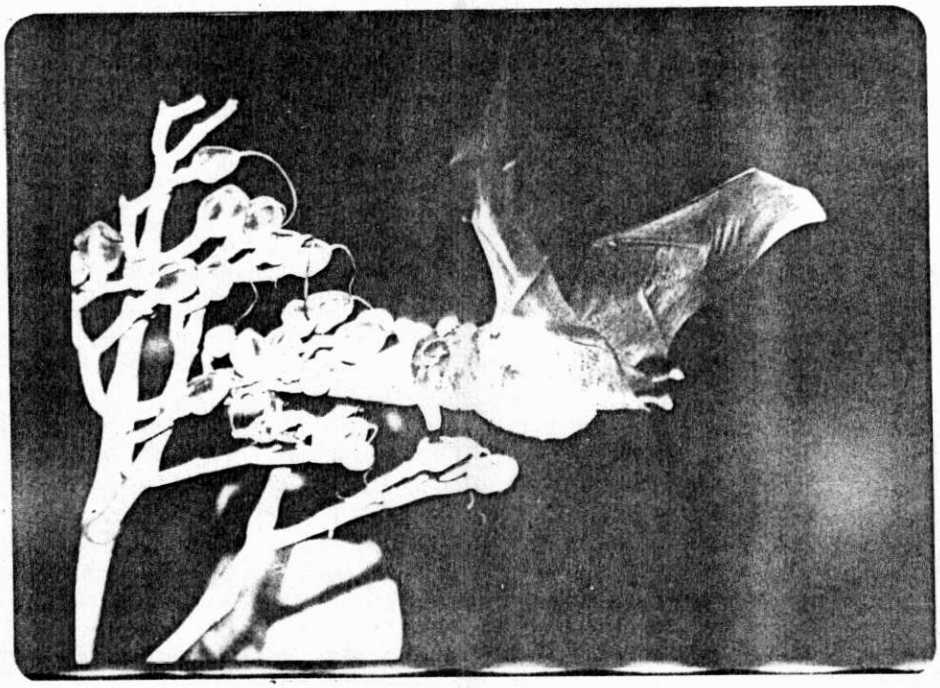


Fig. No. 35. Chlorostilbun sp en T. gigantea

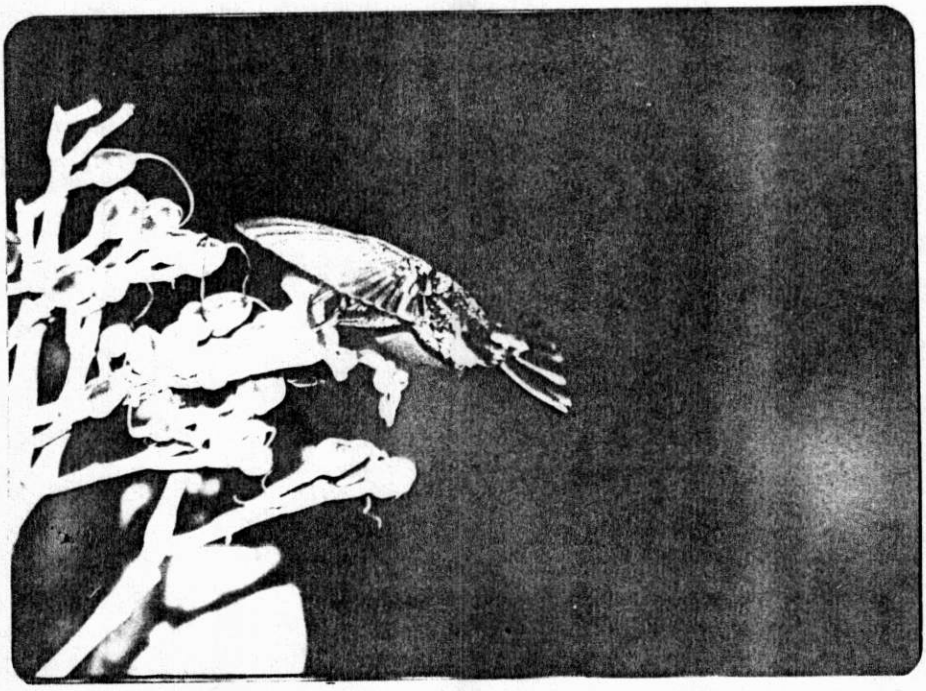


Fig. No. 36. Glossophaga soricens en T. gigantea

IMP. DEPTAL. - CALI

IMPORTANCIA ECONOMICA Y CULTURAL DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS.

Achaetocarpus nigricans. Tr. Totocal. Se utiliza para hacer cercas vivas, postes y leña. Los frutos son muy apetecidos por las aves.

Cassia alata. L. Martin galvis. Plantado por estacas se utiliza para sombrío y guarda algibes.

Cassia spectabilis. (D.C.). Velero. Se ha plantado como sombrío de cafe ornamental y corta vientos. De su madera se saca leña y postes. El fruto es forraje para ganado.

Cordia alliodora. (Ruiz y Pao). Nogal cafetero. Se ha plantado como sombrío y se utiliza en planes de reforestación por su madera utilizada en carpinteria. El fruto es comestible; el cocimiento de las hojas es utilizado para el tratamiento de las enfermedades pulmonares.

Fagara monophylla. Lam. Justarazón. Se utiliza como sombrío de ganado y sus tallos como postes y mangos de herramientas. Sus hojas son analgésicas.

Machaerium capote. Tr. Ex. Dugand. Capote, siete cueros. El corazón se utiliza para durmientes, postes, tornos, pianos, flautas y enchapados. Su madera ha sido utilizada como leña.

Nectandra cf. pichurin. Mez. Jigua. Su madera se ha utilizado para construcciones navales y ferroviarias y se aprovecha como carbón.

IMP. DEPTAL. - CALI

Pithecellobium Espino de mono. Se utiliza para cercas vivas y para leña. Sus frutos son apetecidos por las aves.

Trema micranta. (L.) Blume. Zurrumbo. Su madera se utiliza para fabricar yugos, como combustible y como pulpa para papel (amate). Su corteza fibrosa se utiliza en cordelería para amarrar bultos. Medicinalmente se usa para combatir el sarampión; puesto en agua da un líquido astringente empleado en las aftas. Sus frutos son consumidos por aves.

Trichanthera gigantea. (H. y B.) Stevel. Quiebrabarrigo, nacedero. En estacas se utiliza como guarda algibes y cercas vivas. Sus hojas en emplastos se emplean como desinflamantes y para hernias de las bestias.

Bibliografía.

Mahecha G. y R. Echeverry. 1983. Arboles del Valle del Cauca. Lit. Arco. Bogotá. 208 p.

Nee M. 1984. Flora de Veracruz: Ulmaceae. INEREB. Fas. 40.

Nasch D. y N. Moreno. 1981. Flora de Veracruz: Borraginaceae. INEREB. Fas. 18.

Parra G. 1985. Fenología de Once Especies Arboreas de la Estación Biológica "El Vínculo" (Buga - Valle). Informe, INCIVA - COLCIENCIAS. 109 p.

IMP. DEPTAL. - CALI

BIBLIOGRAFIA.

Baker H. 1973. Evolutionary Relationships Between Flowering Plants and animals in American and African Tropical Forests. en Meggers B., E. S. Ayensu y W.D. Duckworth Edit. Tropical Forest ecosystems in Africa and South America. A comparative review. Smithsonian Institution Press. Washington. D. C. 350 p.p.

Camillo E. 1978. Polinizacao do Maracujazeiro. Simposio 2 sobre a cultura do Maracuhazeiro. Fac. de Ciencias Agrarias e Veterinarias. Campus de Jaboticabal. Pag. 32-39.

Escobar L. 1985. Biología reproductiva de Passiflora manicata e hibridación con la curuba, Passiflora mollisima. Actual. Biol. 14 (54): 111-121.

Faegri K. y Van der Pijl L. 1980. The principles of pollination ecology. 3 Ed. 244 p.

Girón M. 1984. Biología floral de tres especies de Passiflora. Res. Tesis. Act. Biol. 13 (50): 114.

Jansen D. H. 1975. Ecology of plants in the Tropics Studies in Biology 58. Edward Arnold. Edits. Frome y London. 66 P.

Madrigal B. y Girón M. 1982. Ecología de la polinización en el árbol lechoso: Tabernaemontana grandiflora Jack (Apocynaceae). Act.

IMP. DEPTAL. - CALI

Biol. 11 (42): 120-128.

Martinez del Rio C. y A. Burquez. 1986. Nectar production and temperature dependt pollination in Mirabilis jalapa L. Biotropica 8 (1): 28-31.

Opler P. A., H. G. Baker y G. W. Frankie. 1980. Plant reproductive characteristics during secondary succession in Neotropical lowland forest Ecosystems. Tropical Succession Suppl. Biotropica. 12 (2): 40-46.

Parra G. 1985. Fenología de once especies arbóreas de la Estación Biológica "El Vínculo" (Buga - Valle). Informe INCIVA _ COLCIENCIAS. 109 p.

Proctor M. y P. Yeo. 1972. The pollination of Flowers. Taplinger pub. Lomp. N. Y. 420 p.

Restrepo L., A. Cardona y F. Lerma. 1980?. Estudio sobre polinización controlada en la palma de chontaduro, Bactris gasipaes H. B. K. Res. Tesis. UNAL.

Rojas N. O. 1984. Generalidades sobre el estudio de la dinámica de regeneración en el Santuario de El Vínculo. Cespedesia 49-50: 152-212.

Toledo V. M. 1977. Pollination of some rain forest plants by non-bovering birds in Veracruz, Mexico. Biotropica 9 (4): 262-267.

IMP. DEPTAL. - CALI