

# “ESTUDIO DE FLUCTUACIONES DE POLINIZACION DEL CACAO POR LAS MOSQUITAS *Forcipomyia* spp. (Díptera, Ceratopogonidae), EN PALMIRA, VALLE, COLOMBIA”

Por: Jaime De la Cruz L. (\*)

Saulo Soría V., Ph.D.(\*\*)

## I. INTRODUCCION

Las mosquitas *Forcipomyia* han sido reconocidas como las polinizadoras más eficientes del Cacao en todas las áreas donde han sido observadas. La polinización natural, sin embargo, parece ser un factor limitante en la producción de Cacao en Colombia y otras áreas de la América. Por consiguiente se iniciaron estudios en el Valle del Cauca en 1971 para obtener información acerca de la identificación del complejo de dípteros que visitan las flores de cacao así como las fluctuaciones de la polinización ejecutada por las mosquitas *Forcipomyia* a través de un año.

En Colombia en el año 1972 se tenían, según estadísticas de García (9), unas 60.000 hectáreas cultivadas cuyo rendimiento promedio fué de 400 Kg/Ha. La producción fué de 22.000 toneladas por año. Pero este volumen de producción no alcanza a cubrir la demanda en el consumo nacional, pues hubo necesidad de importar 13.000 toneladas para dicho año. La situación para 1973 es impredecible, pero prevalece una cierta tendencia a incrementar la demanda de cacao.

La importancia económica de los estudios de fluctuación de la polinización de *Forcipomyia* se basa en que la determinación de los períodos de mayor polinización y floración permitiría recomendar las épocas más convenientes para ejecutar las labores de cultivo principalmente tratamientos fitosanitarios, que podrían perjudicar a la flor y la entomofauna a ella asociada.

La presente investigación se realizó en las áreas experimentales del Programa de Cacao de la Granja Experimental del I. C. A., Palmira, Valle, Colombia, en el período comprendido entre marzo de 1971 - febrero de 1972.

(\*) Tesis de grado, presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Profesor Entomología, Facultad de Ciencias Agropecuarias Palmira.

(\*\*) Ing. Agrónomo, Ph.D., Coautor del presente trabajo.

## II. REVISION DE LITERATURA

### A. Polinización de las flores de Cacao por *Forcipomyia*

La polinización natural de las flores de Cacao por las mosquitas *Forcipomyia* fué denunciada por Billes (3) y descrita como la más efectiva para Trinidad y África por Posnette (13). Posnette (13) sugirió que la mosquita *Forcipomyia* sp. era el único agente polinizador conocido capaz de depositar una cantidad apreciable de pólen en la superficie del estilo y estigma de la flor.

La polinización natural del Cacao ha sido considerada en muchos casos como un factor limitante en la producción del Cacao según numerosas referencias citadas por Hernández (11), Soria (20) y Entwistle (8) sigue siendo motivo de estudio en muchos países productores de Cacao, particularmente de la América Continental Tropical y África

La polinización del Cacao por las mosquitas *Forcipomyia* según Soria (22), es probablemente un resultado de su visita a las flores en busca de alimentos. Se desconoce si ellas buscan alimentos energéticos (azúcares) ó proteínas para la maduración de los huevos. Sin embargo, es un hecho casi demostrado que solamente las hembras polinizan las flores.

Estudios de las actividades de las mosquitas en la flor del cacao y su eficiencia como polinizadoras en el campo realizado por Hernández (11), demostraron que el 66 % de las mosquitas fueron efectivamente observadas depositando el pólen en el estilo y el estigma. Esto ocurría mientras la mosquita caminaba probando la superficie interior de los estaminoides.

Setenta por ciento de las mosquitas entraron dentro de las conchas petaloides donde adherían pólen en sus notos. El espacio entre el estigma y los estaminoides parecía ser del tamaño correcto para permitir el pasaje del insecto, pero nó de su carga de granos de pólen que era depositada en el estilo y estigma durante su pasaje. Hernández (11) encontró que la eficacia de polinización por las mosquitas *Forcipomyia* era de 74%, estimada en función del número de flores fertilizadas como una consecuencia de las visitas de las mosquitas, siendo depositadas un promedio de 400 granos de pólen en los estigmas de las flores. Se concluyó que las mosquitas *Forcipomyia* eran las polinizadoras más importantes del cacao en las áreas donde ellas eran observadas.

### B. Polinización de las flores de cacao por otros insectos en el Valle del Cauca.

En el Valle, Colombia, los primeros estudios sobre polinización natural del Cacao por insectos fueron comunicados por Losada (12) y Cardona (5).



Entre todas las especies observadas, Losada destacó en forma especial el *Trips Frankliniella párvula* Hood, como el principal agente polinizador. La hormiga roja *Wasmania auropunctata* Rog fué también abundante en las muestras de flores. Cardona (5) en otro estudio, encontró que el 70% del total de la muestra estaba constituido por *Toxoptera aurantii*, mientras que las hormigas *Crematogaster* sp., ocupaban un 20% del total.

### C. Mosquitas *Forcipomyia* en el Valle

La presencia de las mosquitas *Forcipomyia* en el Valle, Colombia, fué denunciada por Soria (22). Las mosquitas *Forcipomyia (Proforcipomyia)* Saunders según el presente estudio, fueron encontradas polinizando las flores de cacao en las áreas experimentales de Cacao del Instituto Colombiano Agropecuario de Palmira. La intensidad de polinización en la época de muestreo (abril 1971) fué de 1 a 2 flores polinizadas por árbol por día.

### D. Fluctuaciones y factores climáticos que intervienen en la polinización.

Las fluctuaciones anuales en el número total de flores polinizadas por *Forcipomyia* en Costa Rica, indicaron que el número de mosquitas presentes fué en proporción directa con la floración, con un pico principal en mayo y un pico menor en noviembre de cada año. Soria (20). El porcentaje de polinización por otro lado fué inversamente proporcional al número de flores presentes y aunque mucho más fácil fué coleccionar mosquitas cuando las flores eran escasas, el alto porcentaje de polinización en estas condiciones fué contradictorio con la cantidad total efectiva de la polinización ocurriente. Los picos de polinización que acompañaban los dos ciclos vegetativos anuales de cacao, en la zona atlántica de Costa Rica, ocurrieron al tiempo que las horas de brillo solar disminuían y la lluvia y el índice P/B (Precipitación/Brillo Solar), incrementaban. Las mosquitas *Forcipomyia* llegaron a ser muy escasas durante los períodos de tiempo seco, mientras que lo contrario ocurrió con los *Trips Frankliniella párvula* Hood y su polinización del cacao. De esta manera los *Trips*, principalmente *Frankliniella párvula* Hood, desempeñaban aparentemente un papel complementario en la polinización natural del cacao cuando las condiciones secas eran desfavorables para la reproducción de *Forcipomyia*.

Estudios comparativos de *Forcipomyia* en la América Central indicaron que las poblaciones de mosquitas variaban grandemente de lugar a lugar. Soria (20). El número total de flores polinizadas por árbol en Guatemala (Costa Pacífico), fué catorce veces más grande que aquella en Turrialba, Costa Rica, mientras que en México (Pacífico), México (Atlántico) y Nicaragua (Pacífico) la polinización fué 12, 1.5, y 0.5 veces respectivamente mayor que en Turrialba. En cuatro localidades de la zona del Pacífico en diferentes países de la América Central donde existe una estación seca y una estación húmeda alternadas en el año, la cantidad de polinización estuvo en proporción directa a la cantidad de precipitación anual.

### E. Fluctuación de floración.

No se ha podido encontrar información relativa a estudios de fluctuación de polinización por *Forcipomyia* para el Valle del Cauca, Colombia. Giraldo (10) estudió la fluctuación de la floración por un período de un año. El árbol de cacao florecía y fructificaba abundantemente durante todo el año. Árboles del grupo forestero



tenían dos épocas anuales bien marcadas de mayor floración (abril - julio y noviembre - enero) mientras el grupo criollo presentaba sólo una (abril - agosto). El único factor climático que tenía correlación positiva con los períodos de mayor o menor floración fué la precipitación pluvial.

Giraldo (10) sugirió que la determinación de los períodos de mayor floración permitiría recomendar las épocas más convenientes para verificar las labores de cultivo principalmente tratamientos fitosanitarios, que podrían perjudicar a la flor y la entomofauna a ella asociada.

#### F. Epocas de producción.

Barros (2) señaló dos picos en la producción de cacao seco situados en los intervalos mayo-julio y octubre-noviembre, en una plantación de unos veinte años de edad y donde las prácticas culturales eran bien establecidas.

Estudios de fluctuación de polinización relacionados con *Forcipomyia* spp., en África y Trinidad han sido comunicados y criticados en la revisión de literatura sobre polinización natural del cacao (Entwistle (8). En casi todos los casos se ha encontrado que la polinización estaba relacionada con la floración y que ésta según estudios de ecofisiología de Alvim (1), Sale (18 y 19) y Bayer (4) estaba principalmente relacionada con el régimen pluviométrico local. Los estudios de periodicidad vegetativa del cacao medidos en crecimiento diamétrico, brotación foliar, floración y producción, han sugerido que el régimen pluviométrico local es probablemente el elemento físico ambiental más importante en la ecofisiología del cacao, según Alvim, Machado y Vello 1).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### A. Ubicación del área.

El presente trabajo fué conducido en tres lotes experimentales A, B y C. (Tabla I), gentilmente cedidos para este estudio, por el Programa de Cacao del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) Palmira, Valle, Colombia. Las características agronómicas tales como variedades usadas, edad de las plantas y tipo de sombra existente están descritos en la Tabla I, por considerarse necesarios en el desarrollo de las ideas de este trabajo, las áreas experimentales son originalmente dedicadas a estudios de mejoramiento de variedades del ICA.

El estudio de la clase y número de mosquitas *Forcipomyia* spp. (Díptera, Ceratopogonidae) fué efectuado conjuntamente con un estudio de dinámica de poblaciones de los mismos y su polinización en el lote experimental C, de 5 a 10 años de edad. En este lote los árboles son todavía pequeños y las flores accesibles para su revisión visual a corta distancia, en búsqueda de los polinizadores. Las distancias de siembra son de 3,50 x 3,50 para plantas de cacao y de 3,50 x 3,50 metros para las plantas, *Musa* sp., usadas como siembra provisional y 12 m. x 12 m., para *Inga edulis* como sombrío.

TABLA No. 1

Información sobre las características de los lotes A, B y C de Cacao  
 en la Granja Experimental del I.C.A., Palmira, Valle, Colombia. 1971 - 1972.

Areas Estudiadas	Variiedad	Edad aproximada en años	Distancia de siembra	Plantas de sombrío
Lote A	SC-6 SC-5	15-20	4.00 x 4.00	Samanea saman
Lote B	SC-6 SC-5	20-25	4.50 x 4.50	Erithrina glauca Inga edulis Pseudosamanea guachapelg.
Lote C	Jardín Clonal	5-10	3.50 x 3.50	Inga edulis Musa paradisiaca Pseudosamanea guachapelg.



## B. Determinación de la población de *Forcipomyia* y de un subgénero

Las colecciones de mosquitas se hicieron entre las 8 a 10 de la mañana, semanalmente por un período comprendido entre marzo 1971 a febrero 1972. Flores abiertas y botones florales hasta una altura de 1.80 m., eran observadas en árboles escogidos al azar, en búsqueda de las mosquitas. El número de flores revisadas era apuntado en un cuadro previamente elaborado para ese propósito.

Cuando una mosquita era descubierta ella era capturada encerrando rápidamente la flor dentro de un frasco de vidrio de boca ancha de 4.0 cm. de diámetro y 10 cm., de profundidad. Las mosquitas capturadas de esta manera eran conducidas vivas al laboratorio, muertas y conservadas en alcohol a 70<sup>o</sup>/o para estudios taxonómicos. Los especímenes colectados fueron marbeteados de acuerdo con la ficha de colección y conservadas en alcohol de 70<sup>o</sup>/o. Los especímenes fueron oportunamente montados individualmente en porta objetos usándose medio de montaje de Hoyer que tiene la particularidad de clarificar los tejidos oscuros de los individuos y permite montaje directo desde alcohol. Algunos especímenes fueron montados en bálsamo de Canadá con la técnica de deshidratación descrita por Saunders (16).

Los especímenes eran acomodados de tal manera que las patas, alas y antenas pudieran ser medidas. Los especímenes eran luego cubiertos con cubreobjetos para ser sometidos posteriormente a estudio bajo microscopio compuesto. Las mediciones en las patas, alas y antenas se hicieron usando escala micrométrica bajo una lente x 80 de un microscopio compuesto. En el léxico usado, la relación tarsal (R.T.), resulta de dividir la longitud del primer tarsómetro por la longitud del segundo tarsómetro. Wirth (24), Saunders (16), (17), Desart (6). La relación antenal (R.A.) en las hembras es la longitud combinada de los ocho flagelómeros proximales dividida por la longitud combinada de los cinco flagelómeros distales (Desart (6). La longitud del ala de acuerdo con la terminología general de dípteros Wirth (24) es medida a partir del areulus hasta el extremo distal del ala; la relación costal (R.C.), Wirth (25) es la longitud de la costa medida a partir del areulus basal hasta el extremo distal de la célula radial secundaria dividida por la longitud del ala.

## C. Estudios de fluctuación de la polinización por *Forcipomyia* en el Campo Experimental.

Para estudiar la fluctuación de la polinización de *Forcipomyia* spp., se colectaron muestras de 200 flores al azar dos veces por semana en c/u de los lotes A, B y C. Las flores eran puestas en frascos de boca ancha de 4 cms., de diámetro por 10 cms., de profundidad y llevadas al laboratorio donde se retiraban los estaminoides con pinzas de punta fina y se observaban los pistilos bajo el microscopio estereoscópico en busca de masas de polen. Todas las flores que mostraban una masa compacta de polen adheridos al estilo y/o estigma como describen Billes (3), Posnette (13) y (14) y Hernández (11) eran consideradas polinizadas por las mosquitas *Forcipomyia*.

Las muestras se tomaron semanalmente cada lunes y viernes desde marzo 1971 hasta febrero 1972 en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIAP) Palmira, Valle, Colombia.

Los datos se registraron en términos de porcentaje de flores polinizadas en tablas preparadas para ese propósito.

El número total de flores polinizadas por árbol fué calculado, según el método descrito por Soria (20) y (22) multiplicando el promedio de flores disponibles por árbol en cada lote en cada mes, por el porcentaje correspondiente de polinización y el producto era dividido por cien. El número de flores disponibles por árbol para el lote C, fué directamente medido contando quincenalmente todas las flores en 10 árboles previamente señalados para ese propósito.

#### D. Análisis de la información

El número de flores disponibles por árbol para el lote A fué calculado con base en un estimativo quincenal de las flores existentes en cada uno de diez árboles tomados al azar. El porcentaje de flores polinizadas fué calculado a partir del número efectivo de flores polinizadas por cada muestra total de 600 flores de los tres lotes A, B y C, juntos, promediando por mes.

### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

#### A. Población de mosquitas *Forcipomyia* encontradas.

Cuatro mosquitas (Tabla 2) fueron colectadas individualmente en cuatro flores respectivamente en el acto de polinización.

TABLA No. 2

Medidas taxonómicas tomadas en las hembras de *Forcipomyia* (*Euforcipomyia*) sp., en Palmira, Valle, Colombia, 1971 - 1972.

Especímen	Relación Tarsal (R. T.)	Relación Antenal (R. A.)	Relación Costal (R. C.)
1	2.00	0.88	0.53
2	2.00		0.55
3	1.75	0.94	0.57
4	1.75	1.00	0.50



Las cuatro mosquitas colectadas en el acto de efectuar la polinización fueron todas ubicadas taxonómicamente como *Forcipomyia* (*Euforcipomyia*) spp. Este nombre debe reemplazar al anteriormente denominado, *Forcipomyia* (*Proforcipomyia*), Saunders (16) y Soria (22) según revisión reciente hecha por Wirth (26). El número total de mosquitas colectadas en actitud de descanso en las flores, así como las colectadas en botones florales rindieron una colecta total de 55 entre hembras y machos (Tabla 3). La relación entre el número de flores disponibles y el número de mosquitas polinizadoras fué de 6746/1 mientras que la tasa de flores disponibles sobre el número total de mosquitas *Forcipomyia* presentes en las flores de los cacaotales fué de 1038/1. El número total de flores observadas fué de 26.985 (Tabla 4).

TABLA No. 3

Mosquitas encontradas descansando en las flores de cacao en  
Palmira, Valle, Colombia, marzo 1971 - febrero 1972

Tipo de Mosquita	No. de Especímenes	
<i>Forcipomyia</i> ( <i>Euforcipomyia</i> ) spp.	Hembras	10
<i>Forcipomyia</i> ( <i>Euforcipomyia</i> ) spp.	Machos	3
<i>Forcipomyia</i> ( <i>Forcipomyia</i> ) spp.	Hembras	8
<i>Forcipomyia</i> ( <i>Forcipomyia</i> ) spp.	Machos	5
<i>Atrichopogon</i> spp.	Hembras	15
<i>Atrichopogon</i> spp.	Machos	5
<i>Dasyhelea</i> spp.	Hembras	4
<i>Stylobezzia</i> spp.	Hembras	1
<i>Stylobezzia</i> spp.	Machos	4
TOTAL		55



TABLA No. 4

Totales acumulados mensuales de dípteros encontrados, flores abiertas observadas  
y muestreos ejecutados en el área experimental C.  
Palmira, Valle, Colombia. 1971 - 1972

	Dípteros encontrados	Flores observadas	Muestreos ejecutados
Marzo 1971	5	1.286	7
Abril	2	450	1
Mayo	4	2.556	6
Junio	4	3.585	6
Julio	1	1.100	3
Agosto	3	1.350	5
Septiembre	5	2.058	6
Octubre	4	1.100	3
Noviembre	2	1.600	4
Diciembre	2	1.800	5
Enero 1972	8	2.200	6
Febrero	3	1.900	5
Muestreos adicionales	12	6.000	12
Total	55	26.985	-

## B. Correlaciones estadísticas entre polinización, vs. Floración, Precipitación y Producción.

Las relaciones entre número de flores disponibles y el número de mosquitas polinizadoras que se presentan en los resultados de este trabajo indican claramente escasez de polinizadoras. Pero los resultados de los estudios paralelos de polinización indicaron que ésta oscilaba entre 0-4 flores polinizadas por árbol por día, que es un rango bastante normal para las áreas cacaoteras productivas en otras áreas del continente (Soria 20). Es posible que la técnica aquí empleada para encontrar polinizadoras no sea el 100% efectiva a lo cual se debe en parte la escasa población encontrada. Se sugiere al mismo tiempo incrementar el tamaño de muestra de flores por día, de 400 usadas en este trabajo, a un mínimo de 1000 en el futuro.

El complejo de dípteros encontrado descansando en la flor del cacao, incluye además de *Forcipomyia* spp., miembros de los subgéneros *Atrichopogon* y *Dasihelea*, abundantes en el ecosistema del cacao en otras áreas del Continente (Soria 20, Winder and Silva, 23).

Los valdres mensuales de polinización (Figuras 1 y 2) fueron planteados sucesivamente frente a floración, fructificación y lluvia, con la esperanza de encontrar una relación mutua cuantitativa y de ocurrencia a lo largo del año. Los resultados de las correlaciones (Tabla 5), indicaron que existe una relación directa a nivel significativo entre polinización y floración, polinización y precipitación, pero que la relación entre polinización y producción bastante notoria según interpretación gráfica no pudo ser detectada a nivel estadístico. Se cree que esta relación no pudo ser detectada a causa del retraso en la ocurrencia de efectos entre polinización y cosecha, retraso equivalente a 5-6 meses, dependiendo de la intensidad de la radiación solar incidente, y otros factores climáticos asociados con la maduración del fruto. Tanto la polinización como la producción ofrecieron dos picos en las curvas respectivas, siendo que los picos de polinización ocurren en marzo-mayo y octubre-enero y los de producción ocurren en marzo-mayo y septiembre-febrero, en concordancia aproximada con los datos de Giraldo (10) y Barros (2).

La relación directa entre la polinización y la precipitación pluvial está en cierto modo de acuerdo con los datos de Winder y Silva (23) en Bahía, (Brasil) quienes encontraron que la abundancia de *Ceratopogonidae* era proporcional a la ocurrencia de lluvia en el año.

Es de esperarse que un estudio por un período más prolongado de tiempo, 3-5 años, podría consolidar el modelo de ocurrencia cronológica de la polinización frente a la floración, producción y precipitación.

Las curvas de polinización, floración, producción y precipitación en el lote experimental C, ocurrieron siguiendo aproximadamente las mismas tendencias que en el lote A, fortaleciendo la hipótesis de la mutua dependencia entre los factores estudiados. Los resultados indicaron que existe una relación directa a nivel significativo entre polinización y floración, pero que las relaciones con los otros factores producción y precipitación no llegaron a ser detectados estadísticamente a nivel significativo. La polinización en el lote C exhibió tres picos de mayor intensidad, en marzo-mayo, mayo-octubre y octubre-febrero, no así la floración que exhibió dos



picos perfectamente definidos uno en mayo-septiembre y el otro en octubre-febrero. La diferencia en épocas de ocurrencia de floración del lote C, comparadas con A se debe aparentemente a que el lote C es un Jardín clonal con plantas de orígenes genéticos diversos mientras que el lote A está constituido por una plantación homogénea de la variedad SC-6 y SC-5 con genes forasteros.

Así mismo con fines de estudio comparativo de la polinización en el lote C en frente de producción, se usaron arbitrariamente los datos de producción del lote A, para investigar cualquier posible relación entre estos dos factores, ya que el área es la misma. No se encontró probablemente relación directa de ocurrencia a nivel significativo, por cuanto las variedades sembradas en el lote A, (SC-6 y SC-5) eran diferentes a aquellas sembradas en el lote C (Jardín clonal). La calidad genética de las plantas puede influir directamente en la ocurrencia de la floración según las observaciones de Giraldo (10) quien encontró que árboles del grupo "Forastero" tenían dos épocas anuales bien marcadas de floración, mientras el grupo "Criollo" presentaba solo una, en condiciones de Palmira.

Se concluye que la hipótesis planteada de que los factores estudiados, polinización, floración, producción y precipitación tienen relación mutua entre sí, debe ser aceptada, pero con cierta reserva ya que se encontraron correlaciones positivas a diferentes grados de significación estadística.

TABLA No. 5

Comparaciones de polinización con floración, producción y precipitación en los lotes experimentales A y C, respectivamente y su grado de significación estadística en Palmira, Valle, Colombia. 1971 - 1972.

CORRELACIONES	SIGNIFICADO
LOTE A	
Polinización vs. Floración	**
Polinización vs. Producción	N.S.
Polinización vs. Precipitación	**
LOTE C	
Polinización vs. Floración	*
Polinización vs. Producción	N.S.
Polinización vs. Precipitación	N.S.

\*\* Correlación altamente significativa.

\* Correlación significativa.

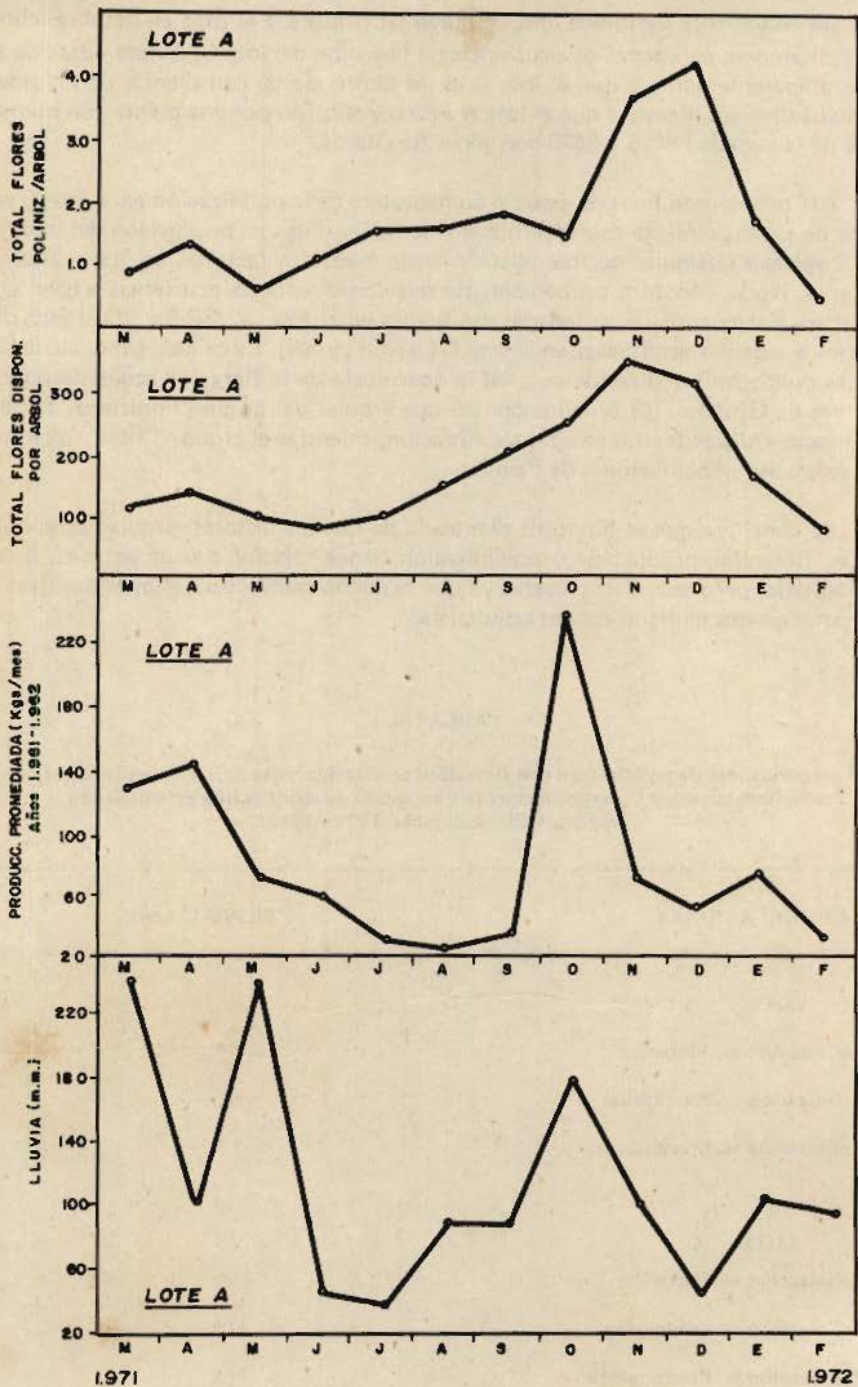


Figura 1: Fluctuación de polinización de *Forcipomyia* comparada con floración, producción y lluvia de arriba a abajo respectivamente, en el lote experimental A. Palmira, Valle, Colombia. 1971 - 1972.



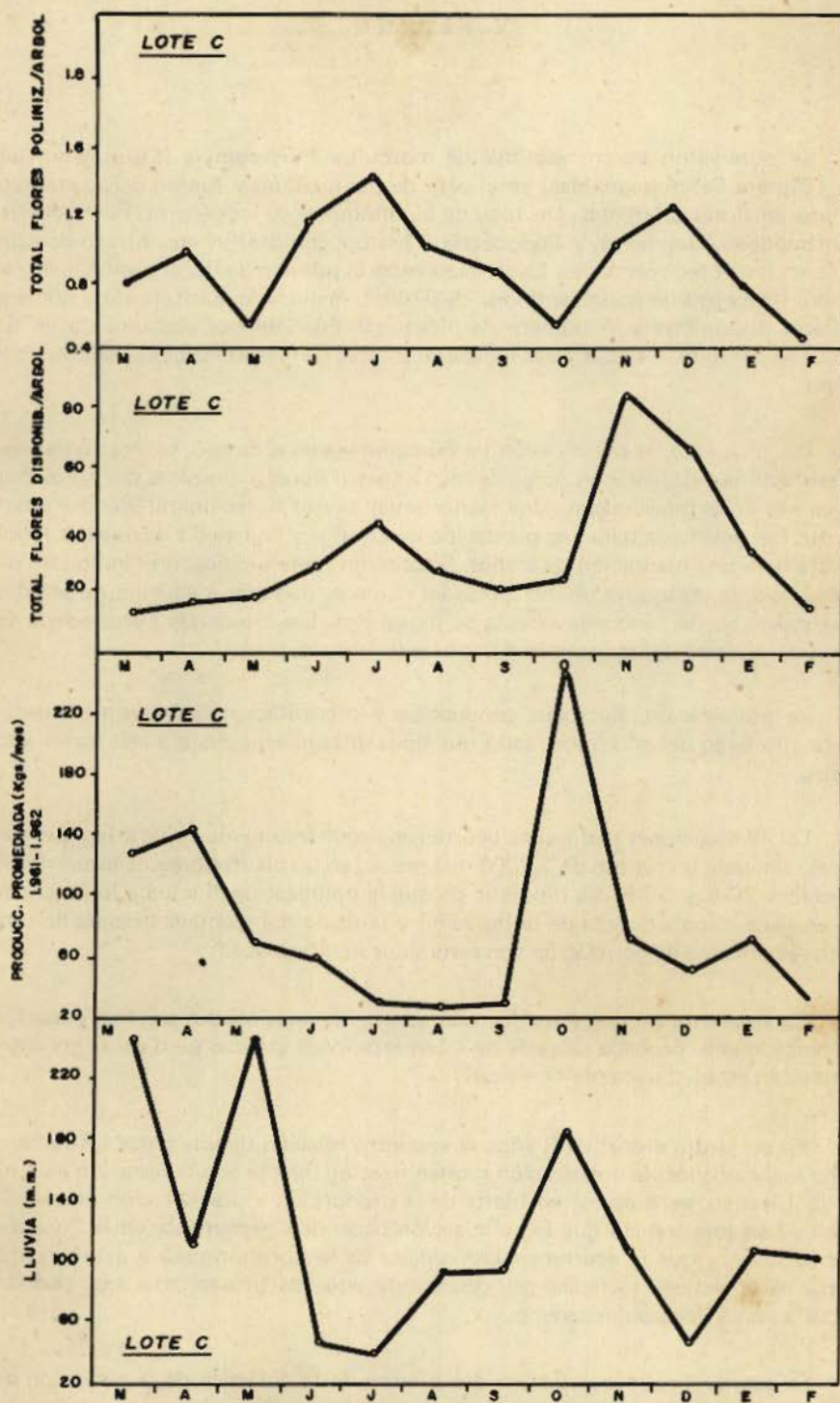


Figura 2: Pluctuación de polinización de *Forcipomyia* comparada con floración, producción y lluvia, de arriba a abajo respectivamente, en el lote expe-

## V. RESUMEN

Se observaron cuatro especies de mosquitas *Forcipomyia* (*Euforcipomyia*) spp. (Díptera *Ceratopogonidae*) en el acto de polinización y fueron colectadas una por una en flores diferentes. Un total de 55 mosquitas de los géneros *Forcipomyia*, *Artrichopogon*, *Dasyhelea*, y *Stylobezzia* (*Ceratopogonidae*) fue encontrado descansando en las flores colectadas. La relación entre el número de flores disponibles y el número de mosquitas polinizantes fue de 6746/1, mientras que la tasa entre número de flores disponibles y el número de mosquitas *Forcipomyia* descansando en las flores fue de 1038/1 ambas tasas indicaron escasez de mosquitas polinizadoras en el campo.

Por otro lado, la polinización de *Forcipomyia* en el campo, se mostró bastante satisfactoria cubriendo un rango de cero a cuatro flores polinizadas por árbol, por día en tres áreas muestreadas. Una media anual de dos flores polinizadas por árbol por día fue detectada para una plantación de 20 años y una media de una por árbol por día para una plantación de 8 años. Estas cifras fueron indicadores indirectos de la presencia de mosquitas polinizadoras en números mayores a aquellas detectadas en el muestreo de búsqueda directa de mosquitos. Las mosquitas *Forcipomyia* se consideraron importantes polinizadoras para la área estudiada.

La polinización, floración, producción y precipitación fluctuaron marcadamente a lo largo del año, mostrando dos tipos distanciados cinco a seis meses uno de otro.

Las fluctuaciones casi nunca ocurrieron simultáneamente en las diferentes variables, sino con un retraso de 1,2,3 ó más meses, en las plantaciones de cacao de las variedades SC-6 y SC-5. La hipótesis de que la polinización fluctúa a lo largo del año en dependencia directa de la floración y la lluvia fue aceptada después de una prueba estadística de correlación con resultados significativos.

La esperanza de que estos factores estuvieran relacionados con la producción fue parcialmente probada después de interpretaciones gráficas pero no se encontró correlación estadísticamente significativa.

En un jardín clonal de 8 años se encontró relación directa entre los factores arriba mencionados; la polinización mostró relación directa con la floración a un nivel significativo, pero no así en frente de la producción y precipitación pluvial. Se concluyó en este trabajo que la polinización depende directamente de la floración y de la lluvia, y que la ocurrencia cronológica de la floración podría ayudar a programar las prácticas agrícolas principalmente aquellas fitosanitarias que podrían afectar a las especies polinizadoras.

Se sugirió finalmente un estudio directo de la dinámica de la población de mosquitas *Forcipomyia* para relacionarla con polinización y floración y completar de esta manera el esquema natural de polinización a producción de cacao, para la área estudiada.



## VI. SUMMARY

Four *Forcipomyia* (*Euforcipomyia*) sp. midges were observed pollinating flowers and were collected one by one from single flowers. A total collection of 55 midges in the genera *Forcipomyia*, *Atrichopogon*, *Dasyhelea* and *Stylobezzia* (Diptera, Ceratopogonidae) were obtained from a total of 26,985 flowers sampled in the field. The rate between the available flowers and the number of pollinating midges was 6746/1, whereas the rate No. of flowers available / No. of *Forcipomyia* midges resting on the flowers was 1038/1. Both indicated scarcity of *Forcipomyia* midges in the field.

On the other hand, *Forcipomyia* in the field pollination showed to be quite satisfactory, ranging from 0 to 4 flowers pollinated per tree per day in these sampled areas. An annual mean of 2 was detected for a 20 year old plantation, and 1 for an 8 year old plantation. Those figures were indirect indication of the presence of the pollinator midges in numbers that guarantee enough fruit setting. In spite of the fact that the number of pollinators recovered seemed quite low, *Forcipomyia* midges were considered important pollinators in Palmira, Valle, Colombia.

Pollination, flowering, yield and rainfall fluctuated through the year showing two peaks five to six months apart from each other. Fluctuations almost never occurred simultaneously but with a lag of one two or three months from each other a 20 year old plantation of cacao SC-6 and SC-7.

The hypothesis that pollination fluctuates through out the year in direct dependence of flowering and rainfall was accepted after correlation statistical test.

The hope that factors were related with yield was partially proved after graphic interpretation, but there was not significant correlation.

In a clonal nursery of about 8 years of age, it was found a direct relationship between factors already mentioned pollination showed direct relationship related to flowering at a significant level but not so on front of yield and rainfall.

It was concluded in this work that pollination depends directly on flowering and rainfall, and that the occurrence of flowering on the field could help in programming the agricultural practices, particularly timing the plant protection spray programs, which could harm the pollinating species.

It was suggested a direct study of the population dynamic of the *Forcipomyia* midges, to relate population numbers with pollination and flowering and complete in this way the natural scheme of pollination yield of cacao, for the area studied.

## VII. LITERATURA CITADA

1. ALVIM, P. de T., A. D. Machado and F. Vello. Physiological responses of cacao to environmental factors. 4th. International cacao research conference. Trinidad and To-

2. BARROS, N. OVIDIO. Cacao Inst. Col. Agrop. (ICA), Palmira, Manual No. 7. Bogotá. Inst. Col. Agrop. 1970. 146 pp.
3. BILLES, D. J. Pollination of *Theobroma cacao* L. in Trinidad. B.W.I. Trop. Agric., Trinidad 18(8): 151-156. 1941.
4. BOYER, J. Influence des regimes hydriques radiatif et Thermique du climat sur l'activite vegetative et la floraison de cacao yers cultives au cameroun. Café, Cacao, Thé. 14: 189-201. 1970.
5. CARDONA, D. E. Influencia de siete insecticidas en la polinización y la fructificación del cacao y breve estudio de los insectos polinizadores. Tesis. Ing. Agr. Univ. Nal. Palmira. Facultad de Agronomía. 30 pp. 1953 dactilografiada.
6. DESSART, P. Contribution a l'etude des Ceratopogonidae (Díptera) VII. Inst. R. Sc., Belg 72(2): 1-151. 1963.
7. DOW, M. I and WIRTH W.W. Studies on the genus *Forcipomyia* 2. The Nearctic species of the subgénero *Thyridomyia* and *Synthyridomyia* (Díptera Ceratopogonidae) Ann. Entom. Soc. Amer. 65(1): 177-201. 1972.
8. ENTWISTLE, P. F. Pests of Cacao. Tropical Science Series. 779 pp. 1972.
9. GARCIA, C. Apuntes sobre cacao. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Valle. 1972. (mimeografiado).
10. GIRALDO, J. AGUSTIN. Ciclo anual de la floración del Cacao. Cacao en Colombia. 159-174. 1955.
11. HERNANDEZ, J. Insect pollination of Cacao (*Theobroma cacao* L.) in Costa Rica. Ph. D. Tesis. Department of Entomology, University of Wisconsin, Madison, 1965. 167. p. (mimeografiada).
12. LOSADA, S. B. Insectos polinizantes del cacao en el Valle del Cauca. Secretaría de Agricultura y Ganadería del Valle. Boletín Técnico No. 117. 3 pp. 1953 (mimeografiado).
13. POSNETTE, A. F. Pollination of Cacao in Trinidad. Tropical Agriculture (Trinidad) 21: 115-118. 1944.
14. ————— The Pollination of Cacao in the Gold Coast. Journal of Horticultural Science. 25: 155-163. 1950.
15. SAUNDERS, L. G. On the life history, morphology and sistematic position of *Apelma Kleffer* and *Thyridomyia* n. gen. (Díptera, Nemat, Ceratopogonidae) Parasitology 17: 252-277. 1925.
16. ————— Revision of the Genus *Forcipomyia* Based on characters of all stages. Can. J. Zool. 34: 657-705. 1956.
17. ————— Methodos for studying *Forcipomyia* midges with Special Réferencé to Cacao pollination species (Díptera, Ceratopogonidae) C. J. Zool. 37: 33-51. 1959.
18. ————— SALE, P. J. M. Growth, flowering and frutting of cacao under controlled soil moisture conditions. Journal of Horticultural Science. 45: 99-118. 1970.
19. ————— Growth and flowering of cacao under controlled athmospheric relative humidities, Journal of Horticultural Science 45: 119-32. 1970.



20. SORIA, S. de J. Studies on *Forcipomyia* spp. midges (Díptera Ceratopogonidae) related to the pollination of *Theobroma cacao* L. Dissertation Abstracts International. (31) 5: 1970.
21. ----- La polinización del cacao por las mosquitas *Forcipomyia* spp. (Díptera, Ceratopogonidae) en Palmira, Colombia, Acta Agronómica 21(2): 77-82. 1971.
22. ----- Polinizacao de cacau por insects. Curso International de Cacau (CEPEC-CEPLAC. Km.25 Rodavia. Ltheus Itabuna, Bahía, Brasil. 9 pp. 1972 (mimeografiado).
23. WINDER, J. A. and SILVA P. Current research on insect pollination of Cacao in Bahía. In International Cacao Research Conference 4th, Trinidad an Tobago, January, 14 pp. 1972.
24. WIRTH, W. W. The Heleidae of California. Univ. California. Pubs. Ent. 9:25. 266. 1952.
25. ----- The Neotropical *Forcipomyia* midges of the subgenus *Thyridomyia* Saunders (Díptera, Ceratopogonidae). Studio Entomológica 13 (Fasc. 1-4) Novembre. 1970.
26. ----- Correspondencia particular S. de J. Soria. 1973.