

021

DINAMICA E INCIDENCIA DE *Forcipomyia* spp (DIPTERA, CERATOPOGONIDAE) EN LA POLINIZACION DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN PALMIRA, VALLE

Marco A. Figueroa C. *
Jaime de la Cruz L. **

COMPENDIO

En cinco clones de cacao se estudió la dinámica de *Forcipomyia* spp. en el proceso de polinización y el efecto de la poda y la precipitación sobre la polinización, floración y formación de frutos. La recolección de las muestras y el análisis de la polinización se hizo cada siete días durante doce meses y medio. El clon SPA-9 presentó los resultados más altos para polinización y formación de frutos y el ICS-78 para floración; el mejor comportamiento de las tres variables ocurrió en el sector superior de los clones. La poda influyó en el incremento de la floración en todos los clones y redujo notablemente los niveles de polinización. La precipitación incidió significativamente en la polinización.

ABSTRACT

This research was carried to study the *Forcipomyia* dynamics in the cacao pollination process and to determine the pruning and rainfall effects over the pollination, flowering and fruits formation in five *Theobroma cacao* L. clones. The compilation of the flowers sampling and the analysis of pollination was made each seven days for twelve months half. Clones SPA-9 showed better results for pollination and fruits formation, and clone ICS-78 for flowering; better performance of the three variables occurred on top clones sector. Pruning had some bearing in the clones flowering and lowed the pollination levels; the rainfall showed significant differences in every events of pollination.

* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

** Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

1. INTRODUCCION

La producción de cacao la determina un complicado proceso de polinización por insectos, resultado del fenómeno de autoincompatibilidad que caracteriza genéticamente a estas plantas. La estructura de la flor permite a los micro-dípteros *Forcipomyia* spp. realizar la más eficiente polinización (Soria, Tonosaki y Moreno, 5).

Como en Colombia es escasa la información sobre la actividad polinizadora de las mosquitas ceratopogonidas (De la Cruz y Soria, 2), el trabajo pretendió evaluar la polinización causada por *Forcipomyia* spp. en cinco clones de cacao y determinar la incidencia de la precipitación y la poda sobre las poblaciones del insecto.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El estudio se realizó entre mayo de 1981 y mayo de 1982, en el jardín clonal de cacao del Instituto Colombiano Agropecuario de Palmira, Valle. Se tomaron al azar 50 árboles pertenecientes a cinco clones ICS - 78, EET - 48, ICS - 60, SPA - 9 y SPA - 12), con edades que oscilaban entre 20 y 22 años. En cada árbol se determinó una zona de trabajo equivalente a 2 m medidos a partir de la superficie del suelo, que luego se sub-dividió en zona testigo (T) y zona experimental o de muestreo (E). Las flores del sector "E" se recolectaban semanalmente entre las 9 y 10 de la mañana, hora de mayor ocurrencia de polinización por estos insectos, para evaluarla indirectamente por la presencia de masas polínicas en los pistilos y/o estigmas (Billes, 1). En el sector "T" (testigo) se marcaron las flores y frutos en formación.

Las variables floración, polinización y formación de frutos, se estudiaron en conjunto, según su comportamiento frente a los cambios de precipitación y efectos de la poda. En el análisis de la influencia de la precipitación sobre la variable polinización se tuvo en cuenta la máxima precipitación por mes, el número de días llovidos por mes, las mayores lluvias caídas antes de la máxima polinización por mes y la lluvia acumulada antes del máximo de polinización por mes. Se efectuaron diagramas de dispersión y se calcularon coeficientes de correlación.

Para detectar la influencia de la poda sobre las variables bióticas, se compararon los promedios entre la poda y la no poda, se analizaron los porcentajes de floración, polinización y formación de frutos, con relación a los sectores "E" y "T" y se efectuaron pruebas de t para el análisis de los promedios.

El análisis de las variables por sector de árbol (superior e inferior), se realizó comparando los promedios con base en los porcentajes de variación en una tabla de medidas de tendencia central y dispersión.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Floración.

La mayor floración correspondió al clon ICS - 78 (15809) y la menor a EET - 48 (4774 flores). La floración presentó tres picos: uno en abril, otro en noviembre y el más alto en julio (Cuadro 1). Por efecto de la poda, efectuada a mediados de octubre, el clon ICS - 78 presentó el promedio más alto de floración (143.4 flores por árbol/día) y EET - 48 el más bajo (15.21), clon en el cual la poda fué más severa (Cuadro 2).

El mayor volúmen de floración (Cuadro 3) correspondió al sector superior (35061 flores contra 14052 del sector inferior). La floración más alta se presentó en el sector superior del clon ICS - 78 (107.5 flores/árbol/mes). Los picos de floración por sector fueron similares a los picos de la floración total.

Parece existir una relación aproximada entre las floraciones más altas por mes y las precipitaciones más altas, encontrándose los mayores volúmenes de floración entre los picos más altos de precipitación, a intervalos de 4 meses, indicando que hay respuesta fisiológica de las plantas a escasas lluvias después de un período de sequía, de la misma manera que a las reservas durante largos períodos de precipitación.

3.2. Polinización por *Forcipomyia* spp.

El número total de polinizaciones alcanzadas por los insectos fué de 965 flores, que equivalen a 3.4 o/o de la floración para el sector "E" y que supera al 2.9 o/o reportado en Costa Rica (Soria, 4). El mejor promedio de flores polinizadas por estos insectos fué para el clon SPA - 9 con 2.68 flores/día (Cuadro 4).

El clon que presenta la relación de disponibilidad más ideal para polinización es el EET - 48, con 10:1, resultado de dividir el número de flores totales del sector "E" entre el número total de polinizaciones de este mismo clon; representando el 9.6 o/o de las flores del clon, lo que hace notoria la tendencia a porcentajes de polinización altos cuando la floración es baja, coincidiendo con los datos suministrados por Hernández (3).

Cuadro 1

Floración promedio por árbol de cinco clones de cacao en Palmira, Valle

Me s	SPA - 9	ICS - 78	EET - 48	ICS - 60	SPA - 12	Total/mes
Mayo	140.2	96.5	40.0	-	-	276.7
Junio	179.6	123.5	-	61.2	23.9	388.2
Julio	197.4	130.5	50.5	91.6	141.3	611.3
Agosto	16.9	-	9.2	51.2	9.8	87.1
Septiembre	-	67.0	37.0	149.6	52.2	305.8
Octubre	145.7	106.1	5.8	24.7	26.2	308.5
Noviembre	106.3	199.9	51.7	191.9	-	549.8
Diciembre	47.2	221.2	30.3	-	60.3	359.0
Enero	41.7	125.9	114.7	134.6	34.2	451.1
Febrero	81.3	166.9	-	172.3	31.0	451.5
Marzo	82.5	-	55.3	110.8	83.3	331.9
Abril	20.0	273.0	62.3	176.9	23.9	556.1
Mayo	-	70.4	20.6	110.7	32.6	234.3
TOTAL	1 058.8	1 580.9	477.4	1 275.5	518.7	4 911.3
\bar{X}	96.25	143.71	43.4	115.95	47.15	377.8

Cuadro 2

Floración promedia por árbol de clones de cacao podados

M e s	Clon ICS - 78		Clon EET - 48		Clon ICS - 60		Total /mes	
	Poda	No poda	Poda	No poda	Poda	No poda	Poda	No poda
Octubre	-	-	1.2	4.6	9.7	15.0	10.9	19.6
Noviembre	160.8	39.1	17.7	34.0	104.3	87.6	282.8	160.7
Diciembre	184.5	36.7	9.8	20.5	-	-	194.3	57.2
Enero	102.6	23.3	35.4	79.3	85.2	49.4	223.2	152.0
Febrero	139.3	27.6	-	-	100.5	71.8	239.8	99.4
Marzo	-	-	13.3	42.0	67.2	43.6	80.5	85.6
Abril	219.2	53.8	22.8	39.5	113.4	63.5	355.4	156.8
Mayo	53.8	16.6	6.3	14.4	70.1	40.6	130.2	71.6
TOTAL	860.2	197.1	106.5	234.3	550.4	371.5	1 517.1	802.9
\bar{X}	143.36	32.85	15.21	33.47	78.62	53.07	189.63	100.3

Cuadro 3

Floración promedia por árbol de los sectores superior e inferior de cinco clones de cacao

Me s	SPA - 9		ICS - 78		EET - 48		ICS - 60		SPA - 12	
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Mayo	70.3	69.9	72.8	23.7	28.0	12.0	-	-	-	-
Junio	100.3	79.3	95.9	27.6	-	-	49.4	11.8	16.5	7.4
Julio	138.7	58.7	105.8	24.7	38.5	12.0	75.6	16.0	103.2	38.1
Agosto	10.6	6.3	-	-	6.8	2.4	41.7	9.5	7.8	2.0
Septiembre	-	-	52.7	14.3	27.4	9.6	111.7	37.9	35.1	17.1
Octubre	94.1	51.6	81.2	24.9	3.8	2.0	18.6	6.1	20.1	6.1
Noviembre	66.0	40.3	144.5	55.4	42.3	9.4	142.6	49.3	-	-
Diciembre	31.5	15.7	154.6	66.6	21.4	8.9	-	-	45.5	14.8
Enero	23.9	17.8	88.2	37.7	86.7	28.0	96.8	37.8	21.6	12.6
Febrero	48.0	33.3	122.5	44.4	-	-	120.4	51.9	18.0	13.0
Marzo	48.9	33.6	-	-	40.2	15.1	86.3	24.5	61.9	21.4
Abril	13.4	6.6	209.1	63.9	46.9	15.4	133.8	43.1	15.9	8.0
Mayo	-	-	55.3	15.1	14.4	6.2	78.9	31.8	20.0	12.6
TOTAL	645.7	413.1	1 182.6	398.3	356.4	121.0	955.8	319.7	365.6	153.1
\bar{X}	58.7	37.5	107.5	36.2	32.4	11.0	86.8	29.0	33.2	13.9

Cuadro 4

Número promedio de flores polinizadas por *Forcipomyia* spp por árbol y porcentaje de polinización con relación al sector "E" en cinco clones de cacao

M e s	SPA - 9		ICS - 78		EET- 48		ICS - 60		SPA - 12		Total
	F. P.	o/o	F. P.	o/o	F. P.	o/o	F. P.	o/o	F. P.	o/o	
Mayo	3.5	3.74	2.7	4.81	2.3	11.05	-	-	-	-	8.5
Junio	1.5	1.20	0.8	1.18	-	-	1.0	2.98	1.5	12.09	4.8
Julio	0.5	0.30	0.5	0.52	1.5	6.09	0.6	0.91	0.5	0.54	3.6
Agosto	2.3	28.00	-	-	0.8	18.60	0.7	2.01	0.8	21.05	4.6
Septiembre	-	-	0.7	1.61	0.7	4.29	0.6	0.63	0.8	2.90	2.8
Octubre	0.9	0.95	3.9	5.35	0.4	13.79	0.5	4.31	1.0	8.33	6.7
Noviembre	5.1	7.72	1.2	0.82	1.1	4.74	1.7	1.61	-	-	9.1
Diciembre	1.6	6.93	0.4	0.32	0.7	4.69	-	-	0.5	2.11	3.2
Enero	3.7	16.81	1.2	1.66	3.3	6.57	2.8	4.97	3.0	18.18	14.0
Febrero	4.4	11.02	0.8	0.98	-	-	1.6	1.94	2.1	14.00	8.9
Marzo	3.4	7.59	-	-	1.7	6.88	0.5	1.08	2.2	5.17	7.8
Abril	2.6	25.49	4.0	2.33	6.3	18.86	1.2	1.45	1.1	10.47	15.2
Mayo	-	-	2.7	6.29	2.9	28.43	0.6	1.10	1.1	7.28	7.3
TOTAL	29.5		18.9		21.7		11.8		14.6		96.5
X	2.68	9.97	1.71	2.35	1.97	11.27	1.07	2.09	1.32	9.28	7.4

"E" = Sector donde se detectó la polinización por *Forcipomyia* spp.

F. P. = Flores polinizadas

La polinización mostró cuatro picos (mayo/81, noviembre, enero y abril), ocurriendo el más alto en abril (152 flores polinizadas por clon/mes).

El total promedio de flores polinizadas por árbol fué de 14.6 en los podados, contra 21.73 por mes en los árboles no podados.

La relación entre las polinizaciones realizadas por estos insectos en el sector superior y el inferior es de 1.07: 1, proporción que tiende al 1: 1, lo que indica la poca preferencia de polinización por un sector u otro.

Los análisis de correlación entre la polinización y la precipitación indican relación muy estrecha entre estas dos variables, en forma significativa a niveles de probabilidad del 1 y 5 o/o.

Las variables número de flores polinizadas por mes y máxima polinización por mes, se compararon con el número de días con lluvia por mes, la máxima lluvia caída antes del pico máximo de polinización y el total de lluvia acumulada antes del máximo de polinización, resultando significativas a un nivel de probabilidad del 5 o/o.

3.3. Formación de frutos.

Se registraron 1502 frutos en total que representan el 7.23 o/o de la floración en el sector "T". El mayor número de frutos se formaron en el clon SPA - 9 (47.8 por árbol y un promedio de 4.3/árbol/día), alcanzan-do el mejor porcentaje de formación el clon EET - 48 (17.3 o/o). La formación de frutos mostró dos picos, en mayo/81 y enero, cayendo en forma considerable hacia septiembre (Cuadro 5).

El total de frutos formados en los árboles podados fué de 188 contra 245 de los no podados, haciéndose más notoria esta diferencia en octubre mes de la poda (Cuadro 6).

La formación de frutos fué mayor en el sector superior de los árboles de los cinco clones en una relación proporcional de 1.91: 1.

La precipitación parece influir indirectamente en la formación de frutos, ya que la polinización antecede al suceso de formación, y sobre éste influye directamente la precipitación.

Al correlacionar la polinización con la floración y formación de frutos no se encontró significancia a niveles de probabilidad del 1 y 5 o/o.

Al relacionar la polinización con la formación de frutos, teniendo en

Cuadro 5

Número promedio de frutos por árbol y porcentaje de formación con relación al sector "T" en cinco clones de cacao

Me s	SPA - 9		ICS - 78		EET- 48		ICS - 60		SPA - 12		Total
	F. F.	o/o	F. F.	o/o	F. F.	o/o	F. F.	o/o	F. F.	o/o	
Mayo	9.8	20.94	4.9	12.12	5.3	27.60	-	-	-	-	20.0
Junio	3.4	6.30	3.5	6.23	-	-	4.5	16.24	6.1	53.04	17.5
Julio	3.6	11.65	2.6	7.24	5.3	20.46	2.9	11.28	2.5	5.02	16.9
Agosto	2.8	32.18	-	-	1.9	38.77	1.0	6.06	6.0	10.0	6.3
Septiembre	-	-	0.8	3.39	0.6	2.90	0.4	0.72	0.2	0.73	2.0
Octubre	2.9	5.67	2.3	6.90	0.7	24.13	0.7	5.34	0.8	5.36	7.4
Noviembre	4.5	11.16	0.5	0.91	1.1	3.86	1.1	1.27	-	-	7.2
Diciembre	4.4	26.03	0.7	0.72	2.1	13.63	-	-	1.3	3.54	8.5
Enero	5.0	25.38	3.3	6.13	4.8	7.44	2.7	3.44	4.3	23.75	20.1
Febrero	5.0	12.07	1.7	1.99	-	-	2.7	3.0	2.6	16.25	12.0
Marzo	4.3	11.40	-	-	2.2	7.19	1.4	2.16	1.7	4.16	9.6
Abril	2.1	21.42	3.5	3.43	5.9	20.41	2.0	2.12	1.3	9.70	14.8
Mayo	-	-	2.0	7.27	2.5	24.03	1.7	3.02	1.7	9.71	7.9
TOTAL	47.8		25.8		32.4		21.1		23.1		150.2
\bar{X}	4.3	16.74	2.3	5.12	2.9	17.31	1.9	4.96	2.1	12.84	11.5

"T" = Sector donde se detectó la formación de frutos.

F. F. = Frutos formados

Cuadro 6

Número promedio de frutos por árbol y porcentaje de formación respecto al sector "T" en clones de cacao podados

Mes	ICS - 78				EET - 48				ICS - 60				Total / mes	
	Poda		No poda		Poda		No poda		Poda		No poda		Poda	No poda
	F. F.	o/o	F. F.	o/o	F. F.	o/o	F. F.	o/o	F. F.	o/o	F. F.	o/o		
Octubre	-	-	-	-	0.2	28.5	0.5	22.7	0.1	2.2	0.6	6.9	0.3	1.1
Noviembre	0.2	0.4	0.3	7.1	0.0	0.0	1.1	5.0	0.1	0.2	1.0	2.1	0.3	2.4
Diciembre	0.6	0.6	0.1	1.6	0.2	4.7	1.9	16.4	-	-	-	-	0.8	2.0
Enero	3.2	6.3	0.1	2.9	1.1	7.5	3.7	7.4	1.0	2.1	1.7	5.4	5.3	5.5
Febrero	1.5	1.9	0.2	3.2	-	-	-	-	1.0	2.0	1.7	4.1	2.5	1.9
Marzo	-	-	-	-	0.8	12.3	1.4	5.8	0.4	1.2	1.0	3.2	1.2	2.4
Abril	2.8	2.9	0.7	11.6	1.6	17.5	4.3	21.7	0.7	1.4	1.3	3.1	5.1	6.3
Mayo	1.7	6.6	0.3	16.6	0.8	25.8	1.7	23.2	0.8	2.8	0.9	3.2	3.3	2.9
TOTAL	10.0	2.0	1.7	1.2	4.7	4.1	14.6	6.3	4.1	0.8	8.2	1.8	18.8	24.5
\bar{X}	1.6	-	0.2	-	0.6	-	2.0	-	0.5	-	1.1	-	2.35	3.06

"T" = Sector donde se detectó la formación de frutos.

F. F. = Frutos formados

cuenta las tasas de disponibilidad de estas 2 variables, se obtuvo una relación de un fruto formado por cada 2.83 flores polinizadas por *Forcipomyia* spp., valor que se estimó en esta forma por no poder precisar la cantidad de flores polinizadas por los insectos en el sector "T".

4. CONCLUSIONES

- 4.1. La poda influyó en la floración induciendo mayor brotación de primordios florales; la polinización y la formación de frutos fueron afectadas al reducirse las poblaciones de *Forcipomyia* spp. por alteraciones del medio y por destrucción de ramas productivas.
- 4.2. La polinización causada por *Forcipomyia* spp. estuvo influenciada por la precipitación, que mantiene la humedad requerida por el medio de crianza y alimento de estos insectos.
- 4.3. Los máximos de floración ocurrieron en julio, noviembre y abril; los de polinización en mayo/81, noviembre, enero y abril y los de formación de frutos en los meses de mayo/81 y enero.
- 4.4. El clon ICS - 78 tuvo la floración más alta y el clon SPA-9 el mejor comportamiento en las variables formación de frutos y polinización por *Forcipomyia* spp., pudiéndose detectar una escasez de insectos polinizadores.

5. BIBLIOGRAFIA

1. BILLES, D. J. Pollination of *Theobroma cacao* L. Tropical Agriculture (Trinidad) 18 (8): 151-156. 1941.
2. CRUZ, J. de la y SORIA, S. de J. Estudio de fluctuaciones de polinización del cacao por mosquitas *Forcipomyia* spp. (Diptera, ceratopogonidae) en Palmira, Valle, Colombia. Acta Agron. (Colombia) 23 (3/4): 1-17. 1973.
3. HERNANDEZ, J. Insect pollination of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Costa Rica. Madison, University of Wisconsin, 1965. 167 p. (Ph. D. Thesis).
4. SORIA, S. de J. Studies on *Forcipomyia* spp. (Diptera Ceratopogonidae) related to the pollination of *Theobroma cacao* L. Madison, University of Wisconsin, 1970. 142 p. (Ph. D. Thesis).
5. SORIA, S. de J., TONOSAKI, S. e MORENO, J. A polinização do cacau pela *Forcipomyia* ao vivo. Cacau Atualidades (Brasil) 12(3): 14-18. 1975.