

DETERMINACION DE LA IMPORTANCIA DEL VIENTO Y LOS INSECTOS EN LA POLINIZACION Y AMARRE DE FRUTO EN PAPAYA (*Carica papaya* L.) TIPO CERA.

Mateos Sánchez, M.; J. Pérez Flores; C. Acosta Z.

Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo.
Chapingo, México. C.P. 56230 México.

RESUMEN. En huertos de papaya, se ha observado que aún manteniendo a éstos con una buena nutrición y sanidad, existe un bajo porcentaje de amarre de fruto, debido posiblemente a una mala polinización o ineficiencia de los agentes polinizadores (aun desconocidos). Debido a esto, en el presente estudio se determinó el agente polinizador (viento o insectos) y su importancia en el amarre de fruto; por lo que en una plantación de *Carica papaya* L. tipo Cera o Amarilla, de 7 meses de edad ubicado en el centro de Veracruz, México, se cubrieron aleatoriamente 100 flores, a punto de antesis, con bolsas de muselina (de 16 orificios por pulgada) dejando sin cubrir (testigo) el mismo número de flores. Con ayuda de un aspirador se colectaron insectos en las flores, además de considerar otras variables como: sexo de la planta, diámetro del tallo a 40 cm del suelo, número de frutos amarrados, longitud de frutos y número de flores abiertas en distintas fechas y horas. 74 y 62% de flores no polinizaron de las cubiertas o testigo respectivamente, indicándose una polinización deficiente, bajo amarre y mayor participación de los insectos como polinizadores. Los 712 insectos colectados se agruparon y clasificaron en 12 órdenes y 68 familias. La apertura floral ocurrió entre 7 y 9 horas de la mañana.

PALABRAS CLAVE: Agentes polinizadores, polinización, amarre de fruto, *Carica papaya*.

DETERMINATION OF THE IMPORTANCE OF WIND AND INSECTS IN THE POLLINATION AND FRUIT SET OF PAPAYA (*Carica papaya*L.) WAX TYPE.

SUMMARY. In papaya orchards, it has been observed that even when plants are healthy and well-nourished, a low percentage of fruit set occurs. This may be the result of inefficient pollination, the agents of which, are still unknown. This paper was done to determine the importance of pollinating agents (wind or insects) in the fruit set of seven-month-old papaya (*Carica papaya* L.), wax type or yellow, in central Veracruz, Mexico. One hundred blossoms at the point of anthesis were chosen at random and covered with muslin bags (16 holes per inch). Another 100 blossoms were chosen and left uncovered as the control. Insects were collected from the flowers with a vacuum cleaner. Other variables were considered, such as sex of the plant, stem diameter at 40 cm from the ground, number of fruits set, length of the fruit, and number of open flowers on different dates at different hours. Of the covered flowers, 74% were not pollinated, and, of the control flowers, 62% were not pollinated, indicating deficient pollination, low fruit set, and greater participation of insects as pollinators. The 712 insects that were collected were classified in 12 orders and 68 families. Floral aperture occurred between 7 and 9 a.m.

KEY WORDS: Pollinators agents, pollination, set-fruit, *Carica papaya*.

INTRODUCCION

La papaya (*Carica papaya* L.) al igual que otros frutales presenta varios problemas, que pueden atribuirse a las plantas mismas o a las malas condiciones de cultivo; los que más influyen en las ganancias del productor son: duración del ciclo de cultivo, costo de manejo o producción y la pérdida del rendimiento. En una huerta con buena nutrición y sanidad una de las causas del bajo rendimiento se debe al bajo amarre del fruto por árbol a causa de una mala polinización, o por ineficiencia de los agentes

polinizadores (viento o insectos), existentes en papaya, que hasta la fecha no han sido bien aclarados (Nakasone, 1987). Por lo anterior, es muy común encontrar huertos de papaya con una heterogeneidad en el amarre de fruto, lo cual hace variar mucho los rendimientos por unidad de superficie. Mencionando lo anterior y considerando que poco se sabe acerca de la polinización de flores de papaya (Free, 1970), y la importancia que este problema tiene en la producción del cultivo, se realizó el presente estudio, y cuyo objetivo fue determinar la importancia de los agentes polinizadores en la polinización y amarre de fruto en papaya.

REVISION DE LITERATURA

La polinización se define como la transferencia de granos de polen del centro de producción, situado en los microesporangios de las anteras, a la superficie receptiva del carpelo (estigma) (Kapil y Bhatnagar, 1975).

Los agentes de polinización se clasifican en dos grupos: abióticos (viento, agua y lluvia) y bióticos (insectos, pájaros y mamíferos pequeños); las vías principales de transporte de polen, desde la antera al estigma de la flor, son: el viento (polinización anemófila) y los insectos (polinización entomófila) (Percival, 1979).

El potencial reproductivo de un individuo, depende de la cantidad de flores polinizadas, óvulos fecundados, depredación de frutos o semillas, condiciones ambientales y habilidad del progenitor femenino para favorecer el desarrollo de los frutos (Stephenson, 1981), además, la polinización es un requisito previo al cuajado en la mayoría de frutos. En algunos tipos de plantas, el crecimiento de fruto sólo requiere el estímulo de la polinización, (partenocarpia estimulativa). Esau (1979) consigna que una vez realizada la polinización, el tubo polínico atraviesa el estilo, penetra por el micropilo y tiene lugar la fecundación de la oosfera. El estímulo hormonal del joven embrión (o de la partenocarpia) impide la abscisión del fruto y origina un engrosamiento del ovario y de los tejidos adyacentes dentro del fruto en desarrollo. El amarre se acompaña de marchitamiento de pétalos y/o el desprendimiento de anteras y cáliz. Socias *et al.*, (1987) mencionan que después de la caída de los pétalos tiene lugar la primera caída de frutos, la cual parece ser principalmente, en flores no fecundadas, debido a una polinización deficiente o falta de la misma.

Sobre agentes polinizadores en papaya, Agnew (1941) y Prest (1957), indican que las flores de papaya son polinizadas por el viento. Pero además señalan que las abejas ocasionalmente se han visto colectando polen, aunque no son particularmente atraídas por las flores de plantas pistiladas. Baker (1976) menciona que la superficie del estigma no contiene azúcar que pueda atraer a un polinizador, en comparación con el néctar de flores estaminadas, que está constituido por 100% de sacarosa y una gran cantidad de aminoácidos; además las flores pistiladas producen muy poco y no contienen nectarios. Brooks (1936) dio algunos créditos a las abejas domesticadas como polinizadores; por otro lado, Storey (1941) consignó que la papaya es polinizada por el viento e insectos. Posteriormente, Traub *et al.*, (1942) y Stambaugh (1960) señalan que los agentes polinizadores, son las mariposas nocturnas del género *Esfinge* y los colibrí o chuparrosas. Allan (1963) demostró que la papaya, en Sudáfrica, es polinizada por los insectos, especialmente por las abejas domésticas; cuando se cubrieron plantas con

una malla de 16 huecos por pulgada, sólo se desarrollaron dos frutos por planta, con un promedio de seis semillas. Malan (1964) indicó que ni el viento, ni los insectos pequeños eran polinizadores efectivos como las abejas, recomendando el uso de éstas por los agricultores. Marín (1969) realizó un estudio sobre insectos que visitan flores de papaya en Venezuela, reportando 17 especies como polinizadores, e incluyendo a *Trigona spp* y *Xilocopa spp*.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en huertos comerciales de la principal zona productora de papaya del país; en particular en la comunidad de El Carrizal, municipio de Emiliano Zapata; localizado en la parte central del estado de Veracruz, situado geográficamente entre las coordenadas 96° 35'48" L. W. y 19° 36'18" L. N. (Gobierno del estado de Veracruz, 1988). Observaciones complementarias se realizaron en los siguientes lugares: Rinconada, Veracruz (96° 33'55" L. W. y 19° 34'20" L. N.); Cardel, Veracruz (95° 03'05" L. W. y 19° 48'00" L. N.) y Pilcuautla, Hidalgo (98° 37'40" L. W. y 17° 30'18" L. N.).

Se trabajó con huertos de papaya (*Carica papaya* L.) tipo cera seleccionado regional, (de 7 meses de plantado) cuyos frutos de tamaño variable, aspecto ceroso en la epidermis y madurez fisiológica identificada fácilmente al presentarse, en el fruto vetas longitudinales de color amarillo. La población muestreada fue de 188 árboles, ubicados en la parte central del huerto y con un distanciamiento de 3 m entre hileras y 2.5 m entre plantas. Se cubrieron aleatoriamente 100 flores a punto de anthesis con bolsas de tela de muselina de tamaño 15 cm X 9 cm y con 16 orificios por pulgada con la finalidad de excluir la participación de los insectos en la polinización de flores. El mismo número de flores se dejaron como testigo para cuantificar la participación del viento como agente polinizador.

El momento de mayor apertura floral, se determinó contando flores abiertas para las 188 plantas en 5 fechas y horario diferente. Para ver la importancia de la polinización en el amarre de fruto, se registró el número de frutos abortivos por árbol al inicio de plena floración del cultivo. Para diagnosticar la carga de fruto por planta se consideró: sexo de la planta, diámetro del tronco a 40 cm del nivel del suelo, número de frutos amarrados y longitud de fruto, en 63 plantas con las variables mencionadas se calculó el índice de productividad (I. P.), dividiendo peso total de fruto por planta, diámetro del tallo (promedio de todas las plantas) a 40 cm del suelo. Mediante las fórmulas: $67.291 e^{0.1169I}$ y $65.853 e^{0.0979I}$ (donde I = longitud del fruto en cm) se calculó el peso de cada fruto para plantas femeninas y hermafroditas respectivamente, (Cuadro 1).

CUADRO 1. Fechas, momento de conteo y flores abiertas en papaya.

FECHA	HORA DEL DIA	TOTAL FLORES ABIERTAS
1. 12-Oct.-1991	20:00-22:00	340
2. 13-Oct.-1991	10:00-12:00	375
3. 01-Nov.-1991	16:00-18:00	430
4. 02-Nov.-1991	08:00-10:00	495
5. 24-Nov.-1991	07:00-09:00	790

Con la finalidad de conocer a los insectos que visitan las plantas de papaya, se realizó la captura de éstos mediante uso de red entomológica de golpeo y aspirador de insectos; agrupándolos a nivel orden y posteriormente en familias, con la ayuda de colectas montadas, claves de identificación y expertos en el ramo; toda esta actividad se realizó en el laboratorio de Ecología de insectos del Colegio de Postgraduados.

RESULTADOS Y DISCUSION

Determinación del agente polinizador.

De las flores cubiertas y testigo, no se polinizaron el 74 y 62% respectivamente, y de las "polinizadas" aún estando cubiertas (26%) abortaron el 53.8% contra sólo el 5.3% de absorción, presentado por las flores que no se cubrieron y se polinizaron (38%). Lo anterior nos indica una falta e inadecuada polinización ya reportadas por Allan (1963) y Nakasone (1987). "La polinización" y bajo amarre en flores cubiertas, puede atribuirse tanto al viento, como a insectos diminutos que pudieron atravesar los orificios del tul, pero que no abastecieron de suficiente polen para asegurar el amarre. Pudiéndose descartar, por tanto, la participación del viento.

Determinación del momento de apertura floral en plantas femeninas

El Cuadro 1 muestra que en las fechas 1, 2 y 3, 4 se obtuvo un mayor número de flores abiertas, promedio, por árbol en la mañana. En la fecha 5 se obtuvo el mayor número de flores abiertas totales y por árbol aun cuando comparando con la sumatoria de las fechas, 1 y 3. El efecto de la fecha sobre esta variable puede omitirse, pues la plantación estaba en plena floración y entre las fechas 3, 4, 1 y 2 no había más de 16 horas de diferencia, la fecha última (24 de noviembre de 1991) fue para corroborar el resultado de las anteriores, el cual coincidió con lo encontrado por Khuspe y Ugale (1964), donde señalan la apertura entre 8 y 9 horas.

Caída de fruto

De los 188 árboles muestreados, el 95.21% abortaron entre 0 y 4 frutos y el 4.79% restante 5 y 14 frutos, lo cual se atribuye a la caída natural que presentan todas las especies frutales, una vez amarrados los frutos y debido a una polinización deficiente como lo cita Nakasone (1987).

Amarre de fruto

De los árboles muestra el 40.9% y 36.1% tuvieron 0 a 4 y 5 a 9 frutos amarrados para el 1° de noviembre de 1991, respectivamente, presentándose algo similar 23 días después. Los rangos 10-14 y 15-19 frutos amarrados, se presentaron mayormente el 13 de octubre de 1991, pues la capacidad de la planta, para abastecer el desarrollo de frutos, aumentó al transcurrir el tiempo (Stephenson, 1981). En la fecha 12 de octubre de 1991 más árboles amarraron de 25 a 29 frutos, pero éstos fueron pocos comparados con los primeros rangos. Lo anterior nos señala un bajo amarre, ya mencionado por De Carvalho (1964).

Carga de fruto en plantas de papaya tipo cera

El número de frutos promedio por árbol, aunque es menor en plantas F, nos da una carga mayor, pues su P. P. F. fue mucho mayor en las plantas H, teniéndose un I. P. mayor.

CUADRO 2. Datos obtenidos con base en observaciones de campo para 69 árboles de un huerto comercial de la zona centro de Veracruz, México.

SEXO	P.M	T.F	P.T.F	F.P.A	P.P.F	P.C.P	D.T	I.P
F	57	378	686.3	6.63	1.816	12.0	7.53	1.5
H	06	68	66.0	11.03	0.971	11.0	7.45	1.4

F: femenina. H: hermafrodita. P.M: plantas muestreadas.

T.F: total de frutos. P.T.F: peso total de frutos (kg). F.P.A: frutos

promedio por árbol. P.P.F: peso prom. fruto.

P.C.P: promedio de carga (kg) por planta.

D.T: diámetro de tallo a 40 cm del nivel del suelo.

I.P: Índice de productividad.

Cuantificación de insectos colectados

La presencia de un mayor número de insectos, con polen, en flores masculinas, hermafroditas y más notoriamente en femeninas, indica su participación en la polinización de flores. Al 33% del T.I.C. no se le detectó polen debido a características propias del insecto (Free, 1970; Pesson y Louveaux, 1984).

CUADRO 3. Número de insectos colectados en flores de papaya durante el estudio.

T.I.C.	COLECTADOS EN FLOR							
	MASCULINA		FEMENINA		HERMAFRO- DITA		TOTAL	
	C.P.	S.P.	C.P.	S.P.	C.P.	S.P.	C.P.	S.P.
712	100	72	290	106	87	57	477	235

T.I.C: total de insectos colectados.

C.P: con polen de *Carica papaya* L.

S.P: sin polen de *Carica papaya* L.

Los 712 insectos colectados, se agruparon en 12 órdenes de los cuales los 4 citados en el Cuadro 4 comprendieron el 78.61%.

CUADRO 4. Principales familias de los órdenes más importantes de insectos colectados en flores de papaya.

ORDEN	FAMILIA (S)	POLEN DE PAPAYA		TOTAL	
		CON	SIN	FAM.	ORD.
(274)	Nitidulidae	86	14	100	
Coleoptera	Chrysomelidae	35	7	42	186
(38.48%)	Lampyridae	25	19	44	(67.9%)
(191)	Formicidae	146	30	176	
Hymenoptera	Aphidae	4	0	4	183
(26.8%)	Eulophidae	2	1	3	(95.8%)
Dermaptera	Forficulidae	47	19	66	(9.20%)
(36)	Membracidae	16	5	21	
Homoptera	Cicadellidae	4	3	7	32
(5.05%)	Aphididae	3	1	4	(88.8%)
Otros	Varias			145	100%

De los coleóptera capturados, los nitidulidos y chrysomélidos en su mayoría (83% o más) presentaban polen, mientras que en los lampyridos sólo el 56% se detectó. El total de coleópteros se agrupó en 20 familias.

La alta frecuencia de himenópteros con polen, reafirma su participación en la polinización de flores de acuerdo con Pesson y Louveaux (1984). El gran número de hormigas capturadas se atribuye a su sociabilidad, y a que se alimentan de polen y néctar de flores. El total de himenópteros se agrupó en 9 familias.

Los forficulidos se alimentan de granos de polen en maíz (Dominguez, 1990) por lo que es factible lo hagan también en papaya, pues fue el tercer orden en importancia.

Los homópteros citados deben considerarse como polinizadores, pues bastantes tuvieron polen y

que se caracterizan por dañar a la planta, pueden darle más beneficios por polinización (Pesson y Louveaux, 1984). El total de homópteros se agrupó en 6 familias.

CONCLUSIONES

1. En papaya, una polinización deficiente o falta de la misma, originan la caída de fruto y, por tanto, un bajo amarre y carga de fruta por árbol, repercutiendo en los rendimientos por unidad productiva y en consecuencia por unidad de superficie.
2. Los insectos son los agentes polinizadores en papaya, siendo los órdenes y familias más importantes: Coleoptera (Nitidulidae, Chrysomelidae y Lampyridae); Hymenoptera (Formicidas, Apidae y Eulophidae y Homoptera (Membracidae y Aphididae). Aunque es necesario mencionar la participación mínima del viento.
3. La apertura floral en papaya ocurre entre 7:00 y 9:00 A.M.

LITERATURA CITADA

- AGNEW, G., W. J. 1941. Notes on papaya and its improvement in Queensland. Queensland Agr. Jour. 56(5): 358-373.
- ALLAN, P. 1963. Pollination of papaws. Farming in South Africa 38(11):13-15.
- BAKER, H. G. 1976. "Mistake" pollination as a reproductive system with special reference to the Caricaceae. In: Tropical trees. Variation, breeding and conservation. Burley, J., and Styles, B. T. (Eds.) Academic Press. London p: 161-168.
- BROOKS, J. R. 1936. The papaya. Fla. St. Hort. Soc. Proc. 49:134-136.
- DE CARVALHO, A. M. 1964. Failure of fruiting in papaws. Agronómico 16(5/6): 10-11.
- DOMINGUEZ R., R. 1990. Taxonomía. Protura a Homoptera. Claves y Diagnóstico 1. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México. 256p.
- ESAU, K. 1979. Anatomía Vegetal. Ed. OMEGA. Barcelona, España. 640 p.
- FREE, B. J. 1970. Insects pollination of crops. Academic Press. London. 320 p.
- FRITZ P., L. O. 1982. La flor, polinización y polinizadores del cardomo (*Elettaria cardamomum* M.) en Coban, Alta Verapaz. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos Guatemala. Alta Verapaz, Guatemala. 104 h.

- GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ. 1988 Los municipios del estado de Veracruz. Secretaría de Gobernación. Veracruz México. 535 p.
- KAPIL, N. R.; A. K. BHATNAGAR. 1975. A fresh look at the process of double fertilization in angiosperms. *Phytomorphology* 25:334-368.
- KHUSPE, S. S.; S. D. UGALE. 1964. Floral biology of *Carica papaya* Linn. *J. Maharashtra Agric. Univ.* 8:27-35.
- MALAN, E. F. 1964. Papaws in south Africa. *South Africa Dept. Agr. Tech. Serv. Bull.* 375. 12 p.
- MARIN A., J. C. 1969. Insects in relation to the papaya in Venezuela. *Trop. Agron.* 19(4):251-267 (In Spanish).
- NAKASONE, H. Y. 1987. Papaya In: Handbook of fruit set and development. Monseliese, S. P. (Ed.) CRC Press. Inc. Boca Ratón. Florida p:277-301.
- PERCIBAL, S. M. 1969. Floral biology. 2nd. Ed. Pergamon Press. London. 189 p.
- PESSON, P.; J. LOUVEAUX, 1984. Pollination et productions vegetables. Institute National de la Recherche Agronomique. Paris, France. 664 p.
- PREST, R. L. 1957. Unfruitfulness in papaw. *Queensland Agr. J.* 81(3):144-148.
- SOCIAS C., R.; E. KESTER D.; M. BRADLEY V. 1987. La polinización de los frutales. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Barcelona, España. 20 p. (folleto no. 18).
- STEPHENSON, A. G. 1981. Flowers and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 12:253-279.
- STOREY, W. B. 1941. The botany and sex relationship of the papaya. Part. 1. In: Papaya production in the Hawaii an Islands. Hawaii Agr. Expt. Sta. Bull. 87. 64 p.
- TRAUB, H. P.; T. R. ROBINSON; H. E. STEVENS. 1942. Papaya production in the United States U. S. Dep. Agr. Cir. 633. 36 p.