

PRINCIPIOS DE LA POLINIZACIÓN DEL PALTO – UNA BREVE REVISIÓN

Dr. Gad Ish-Am, Israel

ishamgad@macam.ac.il

Kibbutz Sasa, D.N. Upper Galilee 13780, ISRAEL

Agricultural R&D Western Galilee

Agricultural Experiment Farm

Mobile Post Oshrat, 25212

Israel

Ohalo College

P.O.B. 222

Katzrin, 12900

Israel

Introducción

Todos los tipos de paltos se desarrollaron en los climas subtropicales de América Central y sus flores evolucionaron junto a las especies locales de insectos. Originalmente, los principales polinizadores del palto eran abejas del género *Meliponinae* y avispas. Los frutos del palto fueron consumidos por las poblaciones humanas nativas por miles de años y muchos cultivares fueron desarrollados durante este largo período de domesticación.

Los frutos del palto son únicamente producto de la polinización y de la fertilización, ya que no se ha descrito ningún efecto partenocárpico. El requerimiento de polinizantes no es un factor limitante de la producción del palto en América Central ni en el clima tropical de Florida. Sin embargo, en países con clima mediterráneo como Israel, California y Sudáfrica, la necesidad de polinizantes aparece como uno de los principales factores que limitan la producción. En esos países el viento y la autopolinización espontánea de la flor del palto no resultan efectivos, siendo necesario recurrir a la polinización con insectos para producir fruta. En esos países los polinizadores originales de América Central no están presentes, y la abeja melífera europea (*Apis mellifera*) es el principal polinizador eficaz y disponible para el palto. Allí las colmenas de abejas son introducidas comercialmente durante la floración en la mayoría de los huertos de paltos, a pesar de lo cual la actividad polinizadora generalmente no es alta, las tasas de polinización son demasiado bajas y, en consecuencia, la producción está lejos del potencial.

En esos países, la bajísima tasa de polinización cruzada es también un importante factor limitante de la producción. Esto puede producirse, ya sea por la falta de árboles donantes de

polen en las cercanías o por la baja eficiencia de las abejas como agente de polinización cruzada. En resumen, para maximizar la producción del palto en países de clima mediterráneo se requiere tener: (a) suficiente polinización efectiva, lo que demanda (b) suficiente actividad de un polinizador eficiente, como la abeja melífera; (c) suficiente polinización cruzada, lo que depende de la (d) disponibilidad de suficientes árboles donantes de polen en las cercanías.

A. Floración (3, 6, 11, 14, 16, 17, 18, 27, 30, 35, 37, 38)

La flor bisexual del palto se abre dos veces, con un período intermedio de cierre. La primera apertura floral ocurre en el estado femenino y la segunda, generalmente al día siguiente, ocurre en el estado masculino, de liberación del polen. Tanto la apertura como el cierre de las flores en estado femenino y masculino ocurren en forma simultánea en el árbol y en el cultivar a una determinada hora del día. Este comportamiento floral único, que se observa en todos los paltos, se denomina dicogamia del tipo protoginia sincronizada durante el día, con un período de cierre intermedio.

Los cultivares de palto se clasifican en dos grupos de floración complementarios, de acuerdo a su frecuencia de floración diaria. En climas cálidos los cultivares ‘tipo A’ generan flores que abren en el estado femenino desde la mañana hasta el mediodía y, al día siguiente, estas mismas flores abren de nuevo bajo el estado masculino desde el mediodía y durante la tarde. Por otro lado, los cultivares ‘tipo B’ producen flores que abren en estado femenino durante la tarde y abren de nuevo en el estado masculino en la mañana siguiente hasta el mediodía. De este modo se produce un traslape diario eficiente entre las flores femeninas de tipo A y las flores masculinas de tipo B durante la mañana, y viceversa durante la tarde. En la mayoría de los cultivares de palto existe también una fase regular de autotraslape diario de flores en estado femenino en el mismo árbol (y cultivar), que ocurre durante un período de 1 a 3 horas. En condiciones de clima frío existe un retraso en los tiempos de apertura en estado femenino y masculino, que puede invertir completamente los horarios de apertura de las flores en estado femenino y masculino durante el día. Tanto en la apertura de flor en estado femenino como masculino, hay secreción de néctar, aunque en cada caso éste es producido por grupos diferentes de nectarios.

B. Polinización (2, 4, 6, 7, 11, 12, 14, 16, 17, 26, 29, 31, 33, 35, 38, 40)

La conducta floral del palto es un mecanismo sofisticado que evita la autopolinización (dentro de la flor), permite la polinización cerrada (entre flores vecinas dentro de un árbol o cultivar) y

promueve la polinización cruzada (entre distintos cultivares), al favorecer este tipo de polinización por sobre la polinización cerrada.

La autopolinización ocurre cuando el polen de la flor llega al estigma dentro de la misma flor. Este proceso no necesariamente requiere de un agente polinizador. Puede ser realizado por el viento o incluso de manera espontánea, por la fuerza de gravedad. La autopolinización de la flor del palto puede ocurrir solamente en su estado masculino, siendo un proceso bastante común y eficiente. Sin embargo, aún no está claro si la autopolinización de la flor en estado masculino puede producir una fertilización exitosa. Se ha observado una clara incapacidad de la flor en estado masculino para llegar a ser fertilizada bajo condiciones mediterráneas, en las cuales son cultivados la mayoría de las variedades mexicanas, guatemaltecas y sus híbridos. Sin embargo, en Florida se ha encontrado una muy eficiente fertilización de flores masculinas en los cultivares antillanos e híbridos locales.

La polinización cerrada ocurre regularmente durante el período de traslape entre los estados de flor masculina y femenina dentro de un árbol y de un cultivar. En clima frío puede también ocurrir cuando la floración de la tarde se atrasa hasta la siguiente mañana, auto traslapándose con la floración normal de sexo opuesto. Durante la polinización cerrada tanto las flores masculinas como las femeninas están muy próximas entre sí, por lo que este tipo de polinización puede ser muy eficiente. Esto depende de la duración del período de auto traslape, del porcentaje de flores femeninas expuestas durante este período y de la actividad del agente polinizador. Como se mencionó anteriormente, la mayoría de los cultivares de palto en los países mediterráneos tienen un período diario de auto traslape eficiente, pero éste no es el caso para la mayoría de los cultivares antillanos que son cultivados bajo condiciones de clima tropical. Generalmente, la polinización cerrada se lleva a cabo con mayor eficiencia en los cultivares tipo A y ocurre con menos eficiencia en los cultivares de tipo B. Esto se debe al auto traslape más eficiente que tienen los cultivares tipo A.

La polinización cruzada ocurre (bajo condiciones de clima cálido) entre las flores en estado masculino de cultivares tipo B y las flores en estado femenino de los cultivares tipo A durante la mañana, y viceversa en la tarde. Puede también ocurrir entre árboles del mismo tipo de floración, cuando hay un período de traslape entre las flores masculinas de un árbol y las flores femeninas del otro. La eficiencia de la polinización cruzada depende de la distancia entre el árbol donante de polen y el árbol polinizado, de la eficiencia del período de traslape entre la primera y la última floración femenina y de la movilidad y actividad del agente polinizador. En muchos casos la polinización cruzada de una cultivar tipo A por un cultivar tipo B es más

eficiente que al revés, debido a que el traslape entre la floración femenina tipo A y la floración masculina tipo B es más eficiente que al revés.

C. Efectos de floración masiva (1, 2, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 25, 36)

En una buena temporada, un árbol adulto de palto puede producir alrededor de un millón de flores, pero sólo unos cuantos cientos de frutos. De hecho, sólo el 0.05% de la flores (una en cada 2000) da frutos. Este efecto, que es muy común en árboles subtropicales, fue denominado “floración masiva”. ¿Para qué un árbol de palto necesita ese gran exceso de flores?

Cooperación entre flores: el efecto inflorescencia. Una pequeña flor individual resulta muy poco atractiva para sus polinizadores potenciales. Su poder de atracción es pequeño para un polinizador distante y el visitante que se acerque a ella recibirá una escuálida recompensa. Sin embargo, una inflorescencia, compuesta de muchas flores densas y pequeñas, puede ser confundida con una gran flor y puede ofrecer mayor recompensa a quien la visite. Y lo que es más importante, fuerza al agente polinizador a visitar varias flores al mismo tiempo. El árbol de palto en flor actúa como una inflorescencia gigante, en la que miles de flores cooperan entre sí para atraer a sus potenciales polinizantes.

Cooperación y competencia entre granos de polen. A pesar de que el ovario de la flor del palto contiene un solo óvulo, en Israel se ha demostrado para los cultivares ‘Hass’, ‘Ettinger’ y ‘Reed’ que un único grano de polen que alcance el estigma tiene una probabilidad muy baja de fertilizar al óvulo. Se requieren veinte o más granos de polen que lleguen al estigma para alcanzar una alta probabilidad de fertilización. De hecho, se requiere de un esfuerzo cooperativo de muchos granos de polen para penetrar el estilo hasta alcanzar el ovario. En cada visita de una abeja cargada de polen se depositan, en promedio, sólo 1 a 3 granos de polen sobre el estigma de la flor del palto. Por lo tanto, es necesaria más de una visita por flor para alcanzar la cantidad necesaria de polen. Además, en muchos cultivares se ha encontrado una mayor probabilidad de fertilización mediante polen externo que con polen de la misma flor. Más aún, pareciera ser que el polen de ciertos cultivares de palto es más poderoso como agente de fertilización cruzada que el polen de otros cultivares, por lo que los primeros alcanzan mayores tasas de fertilización. Por lo tanto, junto con la cooperación entre los granos de polen, se desarrolla también una competencia entre ellos por fertilizar al único óvulo que está esperando dentro del ovario. La competencia selecciona a los mejores granos de polen y, si están disponibles, a los más aptos para la polinización cruzada.

Competencia y selección entre frutos. En Israel se ha demostrado en la mayoría de los cultivares existe una caída selectiva de frutitos auto polinizados, que ocurre en cuanto la mayoría de los frutos generados por polinización cruzada permanecen en el árbol. Como consecuencia, el porcentaje de frutos generados por polinización cruzada en el árbol aumenta durante el período de crecimiento de la fruta. En la mayoría de estos casos, la producción final disminuye significativamente al aumentar la distancia desde la fuente del polen, debido a una consecuente menor tasa de polinización cruzada. Los datos disponibles pueden sustentar la hipótesis de que la selección contra frutos auto fertilizados resulta evidente, principalmente bajo condiciones de estrés ambiental producido por altas temperaturas y baja humedad relativa, mientras que bajo condiciones moderadas la producción de frutos autofertilizados disminuye.

Es interesante notar que se ha observado una caída selectiva de frutos, aún entre aquellos que fueron autopolinizados, siendo esta caída mayor entre los frutos heterocigotos que entre los homocigotos. Estos efectos selectivos son el resultado de la competencia por recursos que ocurre entre los frutos y entre éstos y los brotes vegetativos. En la mayoría de los casos los frutos originados por polinización cruzada resultaron ser no tan sólo más resistentes, sino que también mayores que los frutos originados por autopolinización. Estos fenómenos son denominados “efectos metaxénicos”. Algunos cultivares de palto, tales como ‘Ettinger’, ‘Bacon’, ‘Zutano’ y ‘Edranol’, tienen “efectos metaxénicos positivos”, al favorecer a los granos de polen para la polinización cruzada por sobre los granos de polen para autopolinización, así como también favorecen más a los frutos originados por polinización cruzada que a los frutos originados por autopolinización. Estos cultivares se denominan “cultivares potentes”.

D. La abeja como polinizador del palto (1, 2, 5, 6, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 27, 30)

Las abejas visitan tanto las flores de palto femeninas como las masculinas. Cuando ambos estados de flor están presentes, las abejas generalmente visitan a ambos alternadamente, recolectando el néctar de ambas flores y el polen de las flores masculinas (“abejas recolectoras de néctar y polen”). Sin embargo, a veces las abejas visitan sólo las flores masculinas, recolectando sólo el polen (“abejas recolectoras de polen”). Ocasionalmente, al visitar ambos estados de flor, las abejas recolectan sólo el néctar (“recolectoras de néctar”) y luego, al visitar las flores masculinas con polen, las abejas sacuden el polen fuera del cuerpo. Las abejas recolectoras de néctar y polen, así como las recolectoras de néctar, establecen contacto efectivo con los estambres de la flor masculina y con el estigma de la flor femenina, a través de las mismas regiones del cuerpo. Estas zonas del cuerpo (“zonas recolectoras de polen”) son capaces de transportar grandes cantidades de polen de palto. De esta forma, el néctar y las

abejas recolectoras de néctar y polen resultan ser eficientes polinizadores del palto, a diferencia de las abejas recolectoras de néctar.

Sin embargo, en la mayoría de los países con clima mediterráneo la floración del palto resulta poco atractiva para la abeja europea, en comparación con las numerosas especies de plantas nativas que están en floración al mismo tiempo, tales como los Citrus y algunas especies de las familias de la menta, margarita y mostaza (pertenecientes a las familias Labiatae, Fabaceae y Brassicaceae, respectivamente).

Así, en muchos casos las abejas utilizan las colmenas dispuestas en los huertos de palto para la polinización, pero abandonan el huerto para visitar una floración vecina que les es más atractiva. Resulta evidente que las flores del palto están menos adaptadas para satisfacer las necesidades de las abejas europeas que las flores mediterráneas locales.

La mayor parte de las abejas obreras actúan dentro de un área limitada de 1 a 3 árboles y pueden realizar la polinización cruzada sólo entre árboles de cultivares con floración opuesta, a una distancia de hasta dos hileras de árboles. Sin embargo, un pequeño porcentaje de abejas colectoras de polen (2-4%) se mueven más allá de las hileras y de los campos, pudiendo transportar el polen del palto a varias centenas de metros de distancia del origen. Estas son las abejas exploradoras, que con el objetivo de recoger información, se mueven entre distintas localidades y especies en floración a lo largo de su vuelo de recolección de alimento. La eficiencia de la polinización cruzada entre árboles vecinos de floración opuesta no es menor que la eficiencia de la polinización cerrada, pero se reduce drásticamente al aumentar la distancia desde la fuente de polen.

E. ¿La polinización limita la productividad del palto? (2, 4, 6, 11, 12, 14, 19, 20, 21, 25, 27, 30, 31, 36)

En el caso del palto podría pensarse que la polinización no puede desempeñar un rol como factor limitante de la producción. Como fue mencionado anteriormente un árbol de palto de tamaño medio produce alrededor de un millón de flores por temporada de floración, que dura 30 a 60 días. De esta forma, el árbol carga 10,000 a 40,000 nuevas flores femeninas cada día. Ahora, si un total de 400 a 600 flores que son efectivamente polinizadas y fertilizadas por temporada es suficiente para obtener una producción regular, esto se lograría con 2 a 3 abejas trabajando durante sólo 1 hora de polinización cerrada por día (una abeja recolectora visita cerca de 6 flores de palto por minuto, de las cuales alrededor de la mitad están en estado femenino en ese momento). No obstante, de hecho para obtener una cantidad limitada de cuaja inicial en el campo se requiere de la actividad de al menos 5 a 10 abejas por árbol, durante la

floración femenina. Con este nivel de visita se necesita una semana para lograr una producción regular y se requiere mucho más para obtener una buena producción. Esta aparente paradoja puede ser entendida como un efecto combinado de la necesidad de 20 granos de polen (o más) por estigma para lograr una fertilización eficiente, junto con el bajo número de granos de polen que, en promedio, es depositado sobre el estigma durante la visita de una abeja. Esto puede también ser consecuencia de la baja eficiencia de las abejas melíferas como agentes de polinización cruzada, de las consecuentes bajas tasas de polinización cruzada y de la caída selectiva inicial que afecta a prácticamente la mayoría de los frutos provenientes de polinización cruzada.

En resumen, la polinización puede ser un factor limitante para la productividad del palto cuando: (a) no ocurre autopolinización en la flor masculina y (b) al menos una de las siguientes condiciones ocurre:

1. La polinización total es baja debido a una baja actividad polinizadora. Esto puede deberse a una baja población de polinizadores disponibles o a la presencia de una floración más atractiva.
2. La polinización cruzada es baja, debido a una escasa movilidad del insecto polinizador, como es el caso de la abeja melífera, o debido a una distancia relativamente grande entre el árbol polinizado y el cultivar donante de polen.

F. ¿Qué se puede hacer para mejorar la polinización del palto?

Creo que mediante un tratamiento adecuado se lograrían superar las limitantes de la polinización y podría permitir que el palto alcanzara su producción potencial.

1. Introducir suficientes colmenas de abejas en el huerto: Se necesitan de al menos 5-10 abejas melíferas para un árbol de tamaño medio para lograr una polinización regular, y a mayor cantidad de abejas es mucho mejor. Inspeccione sus árboles al menos dos veces por semana durante la floración. Si la densidad de abejas sobre los árboles en flor es menor a 5-10 por árbol, necesitará agregar más colmenas. Sólo en raras ocasiones una colmena por acre (0,4047 hectárea) resulta suficiente y, en muchos casos, se necesitan hasta cuatro colmenas grandes por acre. Mantenga las colmenas en el huerto a lo largo de todo el período de floración. Asegúrese que las abejas tengan cerca una fuente de agua fresca.

2. Introduzca árboles donantes de polen al huerto: La mayoría de los cultivares de palto necesitan de polinización cruzada para alcanzar su producción potencial. La polinización cruzada es realizada eficientemente entre árboles adyacentes, que no estén a más de dos hileras de distancia del árbol polinizante (cerca de 12 m). Por lo tanto, el mejor diseño de

plantación debiera incluir un árbol polinizante adyacente a cada árbol polinizado, debiendo ajustarse la densidad mínima de árboles donantes de polen a uno cada cuatro hileras. No todos los cultivares pueden servir como polinizantes eficientes. Averigüe cuáles cultivares polinizantes debiera utilizar, de acuerdo a la composición varietal de su huerto.

3. Mantenga el piso del huerto abierto: La luz de sol directa debe llegar a las ramas inferiores de cada árbol. Esto permitirá que las ramas inferiores crezcan y carguen más flores. Un huerto abierto también estimula a una mayor actividad y movilidad de las abejas melíferas y aumentará tanto la tasa de polinización total como la de polinización cruzada.

LITERATURA CITADA

1. Bergh B.O., Garber M.J., 1964. Avocado yields increased by interplanting different varieties. California Avocado Society Yearbook **48**:78-85.
2. Bergh B.O., 1968. Cross-pollination increases avocados set. The California Citrograph. **53**:97-100.
3. Bergh B.O., 1969. Avocado, *Persea americana* Miller. In: Ferwerda F.P., Wit F. (eds): Outlines of Perennial Crop Breeding in the Tropics. Veenman & Zonen N.V., Wageningen, Netherlands pp: 23-51.
4. Bergh B.O., 1977. Factors affecting avocado fruitfulness. In: Saults J.W., Philips R.L., Jackson L.K. (eds.). Proc. First Intl. Trop. Fruit Short Course: the Avocado. Univ. of Florida, Gainesville. pp: 83-88.
5. Clark O.I., 1923. Avocado pollination and bees. California Avocado Association Annual Report **8**:57-62.
6. Davenport T.L., 1986. Avocado flowering. Horticultural Review **8**:257-289.
7. Davenport T.L., Parnitzki P., Fricke S., Hughes M.S., 1994. Evidence and significance of self-pollination of avocados in Florida. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **119**:1200-1207.
8. Degani C., Gazit S., 1984. Selfed and crossed proportions of avocado progenies produced by caged pairs of complementary cultivars. HortScience **19**:258-260.
9. Degani C., Goldring A., Gazit S., 1989. Pollen parent effect on outcrossing rate in 'Hass' and 'Fuerte' avocado plots during fruit development. Journal of the American Society of Horticultural Science **114**:106-111.

10. Eisenstein D., Gazit S., 1989. Effect of self and cross hand pollination on initial fruit set and fruitlet development in avocado. *Alon Hanotea* **43**:339-348. (In Hebrew).
11. Free J.B., 1993. *Insect Pollination of Crops*. 2nd ed. Academic Press, 684 p.
12. Gazit S., 1977. Pollination and fruit set of Avocado. In: Saults J.W., Philips R.L., Jackson L.K. (eds.). *Proc. First Intl. Trop. Fruit Short Course: the Avocado*. Univ. of Florida, Gainesville. pp: 88-92.
13. Gazit S., Gafni E., 1986. Effect of hand pollination with different pollen donors on initial fruit set in avocado. *Israel Agriseach* **1**:3-17 (In Hebrew, English Abstract).
14. Gazit S., Degani C. (2002): *Reproductive Biology of the Avocado*. In: Whiley A.W., Schaffer B., Wolstenholme B.N. (eds.): *The Avocado: Botany, Production and Uses*. pp: 101-133.
15. Goldring A., Gazit S., Degani C., 1987. Isozyme analysis of mature Avocado embryos to determine outcrossing rate in a 'Hass' plot. *Journal of the American Society of Horticultural Science* **112**:389-392.
16. Ish-Am G., Eisikowitch D., 1991a. Possible routes of avocado tree pollination by honeybees. *Acta Horticulturae* **288**:225-233.
17. Ish-Am G., Eisikowitch D., 1991b. New insight into avocado flowering in relation to its pollination. *California Avocado Society Yearbook* **75**:125-137.
18. Ish-Am G., Eisikowitch D., 1993. The behaviour of honey bees (*Apis mellifera*) visiting avocado (*Persea americana*) flowers and their contribution to its pollination. *Journal of Apicultural Research* **32**:175-186.
19. Ish-Am G., Eisikowitch D., 1998a. Low attractiveness of avocado (*Persea americana* Mill.) flowers to honeybees (*Apis mellifera* L.) limits fruit set in Israel. *J. Hort. Sci.* **73**:195-204.
20. Ish-Am G., Eisikowitch D., 1998b. Mobility of honey bees (Apidae, *Apis mellifera*) during foraging and agricultural pollination. *Apidologie*, **29**:209-219.
21. Ish-Am G., Eisikowitch D., 1998c. Quantitative approach to avocado pollination. *Proc. Of Third World Avocado Congress*, 1995, pp: 46-51.
22. Ish-Am G., Barrientos-Priego A.F., Castañeda-Vildózola A., Gazit S., 1999a. Avocado (*Persea americana* Mill.) pollinators in its region of origin. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5 Num. Especial. *Proc. Of Fourth World Avocado Congress*, 1999, pp: 137-143.

23. Ish-Am G., Regev I., Peterman Y., Lahav E., Degani C., Elbatzri R., Gazit S., 1999b. Improving avocado pollination with bumblebees: 3 seasons summary. *California Avocado Society Yearbook* **82**:119-135.
24. Ish-Am G., Gazit S. (2002): Pollinators of Avocado. Excerpted and adapted from: Wysoki M., Berg M.A. van den, Ish-Am g., Gazit s., Peña J.E., Waite G.K.: Pest and Pollinators of Avocado. In: Peña J.E., Sharp J.L., Wysoki M. (eds.): *Tropical Fruit Pests and Pollinators*. CABI Publishing, Wallingford UK. pp: 223-293.
25. Lahav E., Zamet D. 1999. Flowers, fruitlets and fruit drop in avocado trees. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5 Num. Especial. Proc of Fourth World Avocado Congress, 1999, pp: 95-100.
26. Lesley J.W., Bringham R.S., 1951. Environmental conditions affecting pollination of Avocados. *California Avocado Society Yearbook* **35**:169-173.
27. McGregor S.E., 1976. Insect pollination of cultivated crop-plants. U.S.D.A. Agriculture Handbook No. **496**:93-98.
28. Papademetriou M.K., 1975a. A study of the viability of avocado pollen under natural conditions. *California Avocado Society Yearbook* **58**:54-56.
29. Papademetriou M.K., 1975b. Pollen tube growth in avocados *Persea americana* Mill. *California Avocado Society Yearbook* **58**:99-102.
30. Papademetriou M.K., 1976. Some aspects of the flower behaviour, pollination and fruit set of Avocado (*Persea americana* Mill.) in Trinidad. *California Avocado Society Yearbook* **60**:106-153.
31. Schroeder C.A., 1954. Some aspects of pollination in the avocado. *California Avocado Society Yearbook* **38**:159-162.
32. Schroeder C.A., 1955. Pollen production in the avocado. *California Avocado Society Yearbook* **39**:184-186.
33. Sedgley M., 1977. Reduced pollen tube growth and the presence of callose in the pistil of the male floral stage of the avocado. *Scientia Horticulturae* **7**:27-36.
34. Sedgley M., 1980. Anatomical investigation of abscised avocado flowers and fruitlets. *Annals of Botany* **46**:771-777.
35. Sedgley M., Grant W.J.R., 1983. Effect of low temperatures during flowering on floral cycle and pollen tube growth in nine Avocado cultivars (*Persea americana*). *Scientia Horticulturae* **18**:207-213.

36. Shoval S., 1987. Pollination rate and pollen tube growth of avocado, in relation to yield. M. Sc. Thesis, The Hebrew Univ., Rehovot, 161 p. (In Hebrew, English Abstract).
37. Stout A.B., 1923. A study in cross-pollination of avocado in southern California. California Avocado Association Annual Report **7**:29-45.
38. Stout A.B., 1933. The pollination of avocados. Florida Agricultural Experimental Station Bulletin **257**:1-44.
39. Tomer E. Gottrieck M., Gazit S., 1976. Defective ovules in avocado cultivars. Journal of the American Society of Horticultural Science **101**:620-623.
40. Vithanage H.I.N.V., 1990. The role of the European honeybee (*Apis mellifera* L.) in avocado pollination. Journal of Horticultural Science **65**:81-86.