

## FLORACIÓN EN PALTOS

Francisco Gardiazabal Irazaba I

Las yemas florales del palto son generalmente mixtas, con inflorescencias indeterminadas, es decir, terminan en una yema vegetativa, aunque en forma eventual, también existen yemas determinadas, en este caso, los crecimientos vegetativos ocurren sólo por el desarrollo de una yema lateral, ya que la yema apical del eje central corresponde a una flor.

La flor del palto es actinomorfa (flores de una disposición regular o estrellada) y hermafrodita (flor bisexual), compuesta por 9 estambres fértiles y un ovario sécil con estilo alargado, pequeña de 0.5 a 1.5 cm. de diámetro cuando está completamente abierta, de color amarillo verdoso y densamente pubescente. Las flores van dispuestas en una inflorescencia denominada panícula (racimos sueltos de flores unidas en forma piramidal).

La formación de una flor o inflorescencia es el resultado de una serie de cambios que ocurren en el ápice de una yema, a esto se le llama "inducción floral".

HESS (1975), considera inducción floral como un conjunto de cambios en las células del meristema vegetativo, que permiten la floración de órganos florales en lugar de hojas. Dichos cambios fisiológicos son invisibles y se originan de condiciones metabólicas en las células meristemáticas (MEYER, 1960).

SEDGLEY Y ALEXANDER (1985) afirman que la inducción floral ocurre cuando existe el menor contenido de carbohidratos en las ramas principales, vale decir, en otoño; por lo tanto, bajas concentraciones de carbohidratos pueden causar una reducción en la actividad vegetativa, disminuyendo la competencia entre crecimiento vegetativo y reproductivo.

Cualquier factor de estrés de intensidad y duración suficiente puede provocar inducción floral, como por ejemplo bajas temperaturas, suelos con estrés de agua, *Phytophthora*,

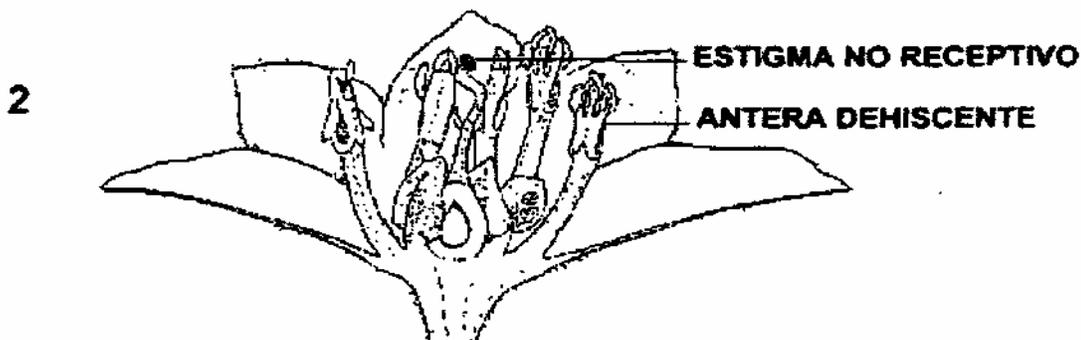
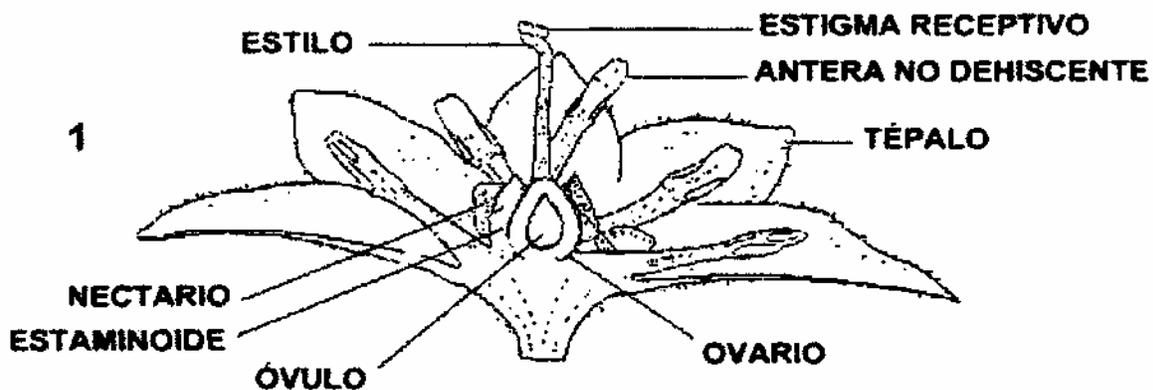
deficiencias de nutrientes minerales, calor extremo, etc., siendo más importantes las bajas temperaturas y la sequedad (WOLSTENHOLME Y WHILEY, 1990).

Posteriormente acontece la "diferenciación floral", que es el desarrollo dentro de la yema de las estructuras que darán origen a la flor e involucra, en consecuencia, cambios en la morfología de las yemas, proceso que normalmente ocurre a fines del verano y parte del otoño en Chile.

El palto presenta un comportamiento floral muy particular conocido como dicogamia protogínea de sincronización diurna.

La dicogamia implica que las partes femeninas y masculinas maduran a destiempo. Todas las flores son masculinas o femeninas a un mismo tiempo; vale decir, el comportamiento es sincronizado y esta sincronía es diurna, porque cada árbol es funcionalmente masculino en una parte del día y funcionalmente femenino la otra parte del mismo día. Finalmente, la dicogamia es protogínea ya que, en la flor, la parte femenina (el pistilo) madura antes que la masculina (los estambres) (BERGH, 1969).

Por lo tanto, la flor del palto abre dos veces, la primera vez lo hace al estado femenino, presentando el pistilo bien erguido y sobresaliente, con el estigma o superficie receptiva del polen, está brillante, blanca y aparentemente receptiva; los estambres están acostados y cerrados. Luego cierra, para abrir por segunda vez al día siguiente, donde el estigma no está receptivo, generalmente muerto y de color oscuro y los estambres se encuentran erguidos con las tecas de las anteras abiertas, la flor sólo genera polen al estar en estado masculino.

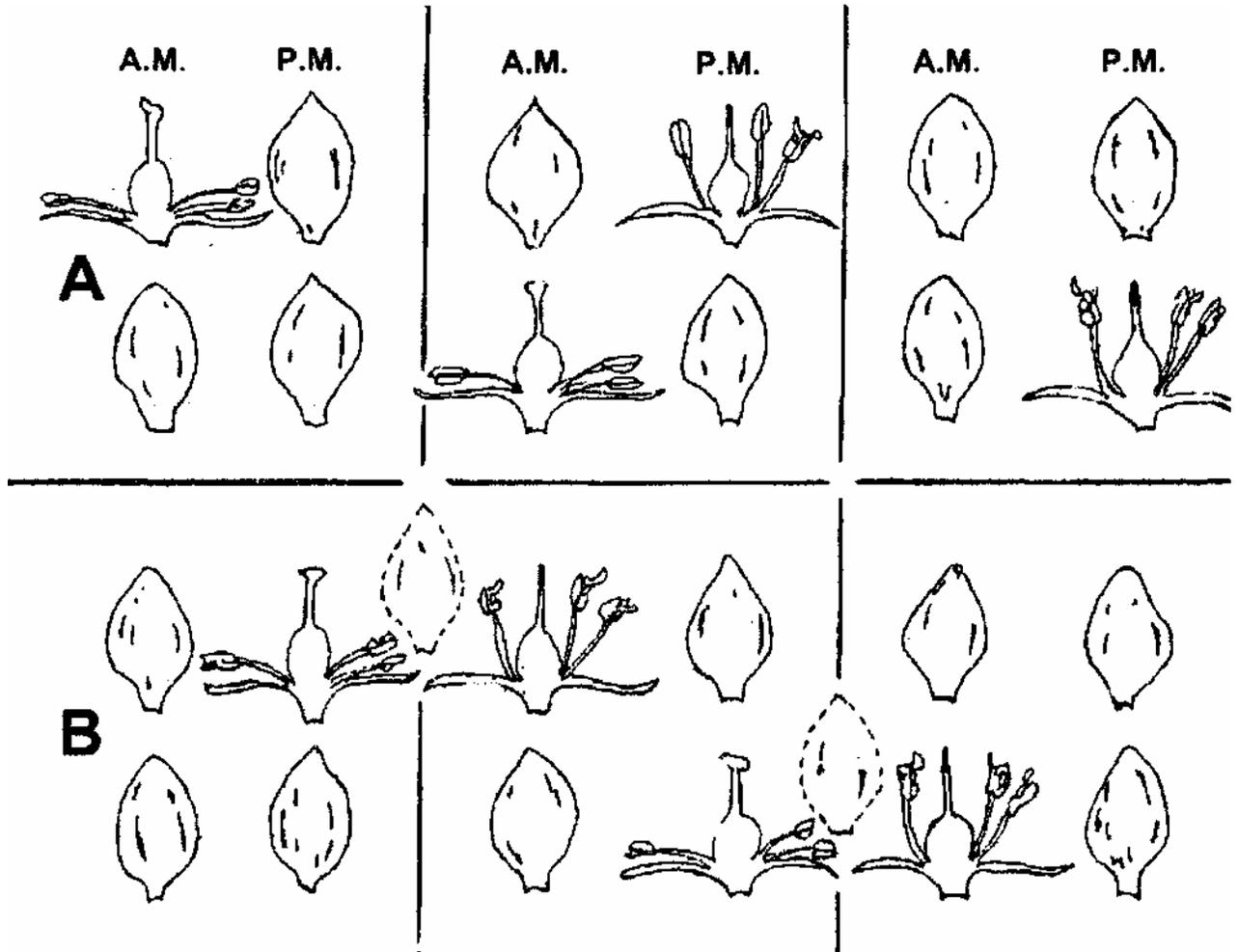


**Flor de palto. 1 Estado Femenino y 2 Estado Masculino**

Los cultivares tipo A, abren sus flores por primera vez al estado femenino por la mañana, la polinización puede realizarse con polen de cultivares tipo B, que liberan su polen durante el mismo período de la mañana. La flor se cierra al mediodía, para abrirse de nuevo al día siguiente por la tarde, actuando como masculina, al final de la tarde se vuelve a cerrar la flor (SEDGLEY, 1979a, GARDIAZABAL Y ROSENBERG, 1991).

Los cultivares tipo B, abren las flores al estado femenino por primera vez en la tarde, funcionando exclusivamente como hembra, siendo su estigma receptivo, pero las anteras no producen polen. Bajo esta condición la polinización sólo es posible con cultivares tipo A, que actúan al estado 1 o machos en similar período. La flor se cierra

al final de la tarde, para abrirse de nuevo al día siguiente por la mañana al estado masculino, ya que las anteras producen polen. La flor vuelve a cerrarse al mediodía (SEDGLEY, 1979a, GARDIAZABAL Y ROSENBERG, 1991). Tal como lo muestra la siguiente figura:



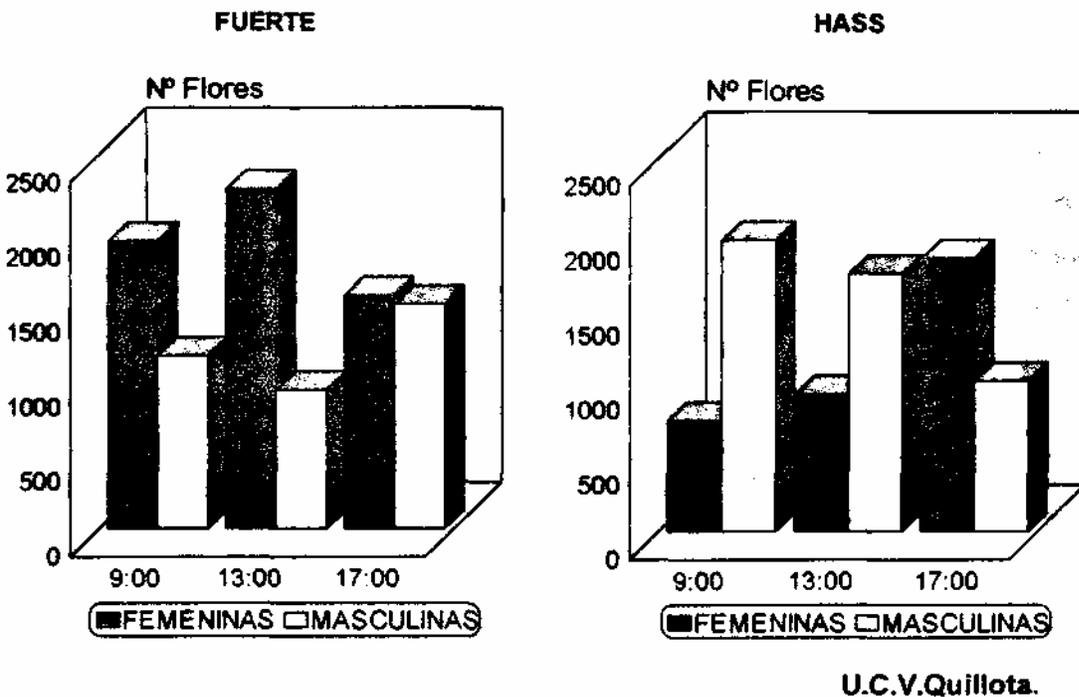
Pareciera que con esta dicogamia, la planta intenta que no cuaje la flor con su mismo polen y por lo tanto, tiende a favorecer la polinización cruzada entre cultivares complementarios (GOLDRING, GAZIT Y DEGANI, 1987).

Sin embargo, la dicogamia rara vez es absoluta y por lo tanto suele ocurrir autopolinización, proviniendo de esta forma fruta tanto de polinización cruzada como de autopolinización (DEGANI y GAZIT, 1984).

Dentro de esta clasificación en cultivares tipo A y B, las variedades Hass, Mexícola, Pinkerton, Rincón, Reed, Gwen y Esther, pertenecen al grupo A; mientras que las variedades Fuerte, Edranol, Ettinger, Zutano y Whitsell pertenecen al grupo B (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

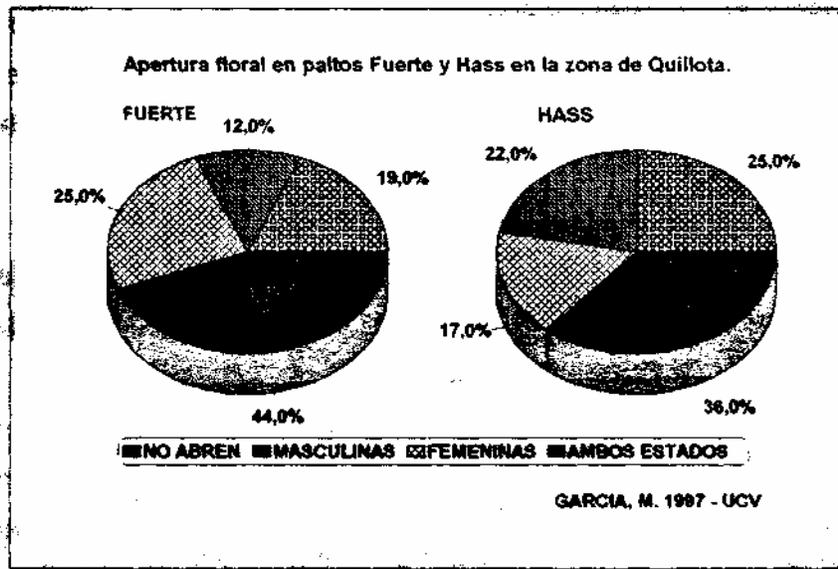
Estudios realizados por HERNÁNDEZ (1991), PALMA (1991), CALVERT (1993), TAPIA (1993), ARAYA (1996), CRISTOFFANINI (1996), GARCÍA (1997) y MENA (1997), proporcionan antecedentes que les hacen afirmar que, en la zona de Quillota, se produce traslape de flores femeninas y masculinas en un mismo árbol, pues, observan que los patrones de dicogamia tipo A y B no se cumplen, encontrándose la presencia de ambos estados sexuales durante todo el día, incluso durante la noche, por lo que definitivamente la dicogamia del palto no se cumple bajo nuestras condiciones climáticas.

### Floración de Paltos Fuerte y Hass en Quillota



La dicogamia del palto es dependiente de la temperatura, y la sensibilidad varía de acuerdo al cultivar (BERGH, 1969). Con días nublados o fríos, y noches con niebla o lluvia, la dicogamia de los cultivares tipo A presenta un comportamiento exactamente

muestra la siguiente figura; un menor porcentaje para Gwen (29%), mientras que para Witsell y Esther sólo un 22% de las flores estudiadas abren a ambos estados.



Llama la atención el porcentaje de flores que abortan antes de abrir, siendo un 25% para Hass, un 23% en Esther, 22% en Whitsell, 19% en Fuerte y 16% para Gwen.

LESLEY y BRINGHURST (1951) observaron una posible relación entre la humedad, la dehiscencia de las anteras y la liberación de granos de polen. Se atribuye una gran importancia al estado higrométrico de la atmósfera, como responsable del grado de receptividad del estigma (CALABRESE, 1992). En días cubiertos con alta humedad se observa que la apertura de las flores al estado femenino de ambos grupos, se retrasa por sobre tres horas (SEDGLEY, 1977 a).

## **Anillado**

En algunos casos es necesario provocar una inducción de flores en forma artificial en los paltos, es el caso de árboles nuevos, que aún no han entrado en producción y que generalmente tienen excesivo vigor, lo mismo acontece con árboles recortados ya sea por poda como por accidentes climáticos como por ejemplo sequías, donde es necesario rebajar los árboles, que luego de recuperado su nivel hídrico, dan grandes brotes con el escaso nivel de floración.

El anillado consiste en la remoción de un cilindro completo de corteza, de un ancho variable, realizada alrededor del tronco o ramas, lo cual provoca la obstrucción transitoria del floema impidiendo el paso de nutrientes elaborados, reguladores de crecimiento, y fotosintatos, los que se acumulan sobre la herida. La doble incisión anular es la misma operación, sólo que mucho más angosta y repetida dos veces a determinada distancia, absteniéndose de remover la corteza (ACEVEDO, 1994).

Las hojas son los órganos fundamentales en donde se sintetizan los hidratos de carbono (azúcares), que constituyen la materia prima de muchos compuestos, que son parte del metabolismo celular y de las paredes celulares. Los carbohidratos circulan por los tubos cribosos del floema (corteza), tanto a los lugares terminales de crecimiento vegetativo, como a las raíces.

El anillado incrementa los materiales elaborados por la planta y los promotores del crecimiento sobre el anillo y detiene el movimiento de fotosintatos hacia las raíces (TOUMEY, 1980; LAHAV, GEFEN y ZAMET, 1971). Según el tiempo que demora la planta en recuperar el tejido eliminado, se producirá sobre la herida una mayor o menor acumulación de elementos nutritivos elaborados por las hojas (TOUMEY, 1980).

Según ALVAREZ DE LA PEÑA (1979) al acumularse en la parte superior del anillo la savia elaborada, se favorece la diferenciación de yemas, se acelera la floración y aumenta la fructificación del sector anillado del árbol. La incisión anular incrementa el número de flores en la rama anillada, sin causar un mejoramiento visible en el desarrollo de los órganos femeninos de la flor (BLUMENFELD *et al.*, 1975) y sin alterar

el porcentaje de las mismas. TOMER (1977) señala que el anillado no altera el porcentaje de defectos en las flores examinadas y, además, que aumenta la longitud del tubo polínico y su penetración al interior del óvulo.

Para realizar el anillado es necesario seleccionar los árboles que estén en las mejores condiciones de desarrollo y sanidad, buscando árboles fuertes y sanos, pero con insuficiente productividad (LAHAV, 1970; ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979). En paltos jóvenes que posean un área foliar suficiente, es factible de realizar anillado al tronco del árbol, dejando 3-4 ramas madres bajo el anillo para que aporten productos elaborados a las raíces. De este modo, queda anillado aproximadamente el 50% de la copa superior del árbol, con el fin de obtener una planta más compactada y una mejor cuaja.

El anillado en preflor aumenta la cuaja y previene su caída, llegando a aumentar la producción notablemente en árboles juveniles del cv. Hass (KÓHNE, 14992). Distintos autores sugieren que el anillado favorece la producción de frutas sin semilla o con semillas rudimentarias, especialmente en los cv. Fuerte, Ettinger y Negra De la Cruz (TICHO 1970-1971; ALVAREZ DE LA PEÑA, 1979; RAZETO y LONGUEIRA, 1986).

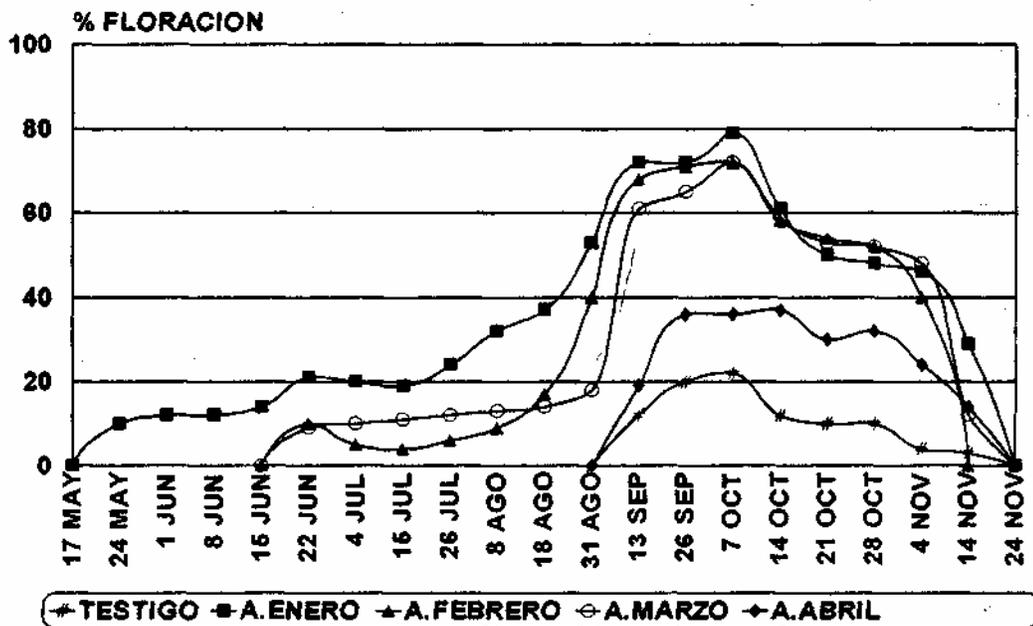
ACEVEDO (1994) realiza anillado y doble incisión anular, en marzo, en paltos rebajados cv. Hass, en la zona de Quillota. Observa un claro efecto de ambos tratamientos sobre la inducción o diferenciación de yemas, aumentando el grado e intensidad de la floración, como también el número de frutos. Asegura, además, por otra parte, que el anillado de 2 mm es un tratamiento más severo que la doble incisión.

ROWLANDS (1994) practica anillado y doble incisión en primavera, en la zona de Quillota, sobre árboles cv. Hass rebajados. Observa una mejor cuaja de las panículas apicales y laterales seleccionadas en el caso del tratamiento con anillado de 2 mm, y reporta efectos significativos de" ambos tratamientos, sobre el diámetro polar y ecuatorial de frutos cuajados al momento de realizarlos.

WILHELMY (1995) ensaya distintas épocas de anillado y doble incisión, sobre brotes vigorosos de paltos Hass rebajados, en la zona de Quillota. Llega a la conclusión que

tanto en los tratamientos de anillado como doble incisión practicados en el mes de Marzo, obtiene mejores producciones. Además, obtiene en las ramas tratadas, tanto con anillado como con doble incisión, un aumento en el porcentaje de diferenciación de yemas apicales y por ende un aumento en la floración. Todos los tratamientos realizados en Enero, Febrero y Marzo, adelantaron el inicio de floración, sin embargo, además lograron un aumento considerable en el número de flores hacia el final de la floración, como lo muestra la siguiente Figura.

**Epocas de anillado y su respuesta en Floracion en paltos Hass.**



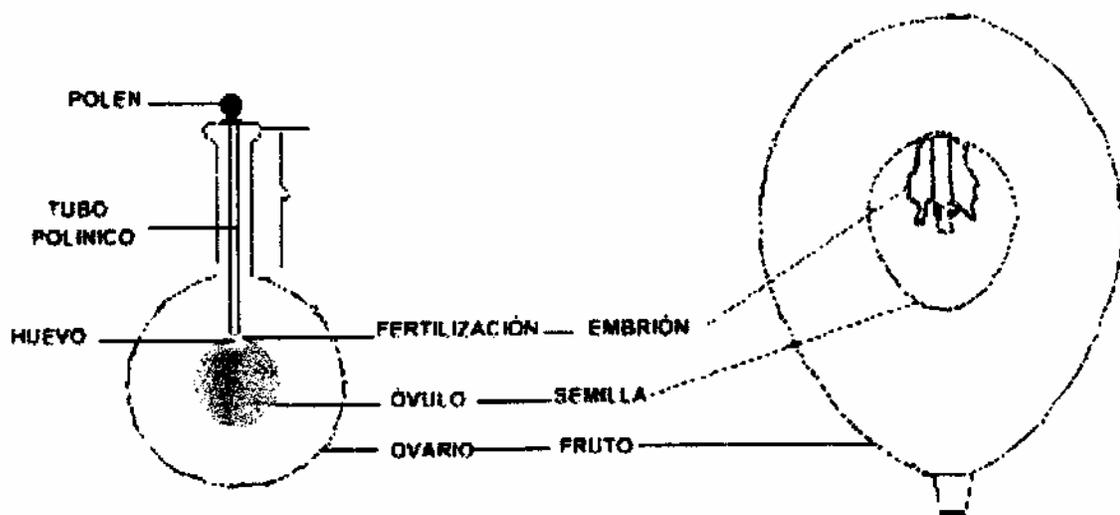
WILHWEMY, C. 1996 - U.C.V.

### Cuaja

Según BERGH (1987), lograr una adecuada producción en paltos depende de una exitosa inducción, diferenciación, polinización y cuaja bajo determinadas condiciones ambientales y cualquier problema en estos procesos tendrá un efecto detrimental en la producción, no pudiéndose solucionar, una vez hecho el daño, con algún manejo alternativo.

La polinización conduce a la fertilización, y ésta determina el éxito en la formación de fruta en la mayoría de los cultivos. De esta forma, en cultivos tales como el palto, donde existe un definitivo mecanismo de polinización abierta, la falta de polinización puede limitar seriamente la formación de fruta. Por otro lado, un aumento en la polinización puede brindar un aumento en la producción del cultivo (VITHANAGE, 1990).

A continuación, se muestra una Figura que muestra la polinización y cuaja de una flor y el origen de los distintos componentes de un fruto.



No todos los granos de polen que germinan en el estigma de las flores de palto logran que sus tubos polínicos lleguen al ovario (PAPADEMETRIOU, 1975 b). El crecimiento del tubo polínico en el pistilo es altamente competitivo y sólo uno o dos tubos polínicos alcanzan normalmente el ovario, aunque muchos granos de polen pueden germinar en el estigma (TOMER y GROTTREICH, 1975).

Ensayos efectuados en Israel, muestran que aún habiendo granos de polen sobre el estigma de la flor, (en rangos de 1 a 3 granos/estigma), el porcentaje de flores con tubos polínicos que llegan al ovario es sumamente bajo, no superando el 11%, a

medida que el número de granos de polen en los estigmas se incrementa, hay un mayor número de flores con tubos polínicos llegando al ovario y por lo tanto la posibilidad de cuaja también aumenta.

Existe un evidente control genético sobre el crecimiento del tubo polínico en el pistilo, sin embargo, se ve que el número de ellos es más dependiente del parental femenino que el masculino (SEDGLEY, 1979 a).

Con la posible excepción del cv. Bacon como parental femenino, no se observa diferencia entre la polinización con polen de cultivares tipo A y B. En cruzamientos dirigidos (con los cultivares Edranol, Ryan, Hass, Reed, Talbot, Jalna, Fuerte, Bacon y Sharwil) no hay evidencia de incompatibilidad sexual entre el grano de polen y el pistilo en ninguna de las combinaciones examinadas; es decir, todos tienen compatibilidad cruzada (SEDGLEY, 1979 a). En los cruces analizados, no hay diferencia entre el polen de la misma variedad, de una variedad diferente o de una variedad de diferente tipo de floración complementaria. Según la autora, aunque existe aún la posibilidad de mal funcionamiento del proceso de fertilización y aborto de óvulo o endosperma, los resultados sugieren que el genotipo del polen no es de primera importancia en la producción de paltos.

Si se ha visto que existen diferencias en la fertilidad femenina, por ejemplo, el cv. Fuerte tiene una mayor proporción de embriones defectuosos al compararlo con Hass, por lo que tendrá una menor proporción de fruta fertilizada (SEDGLEY, 1979a).

La consideración más importante es probablemente asegurarse de interplantar variedades que se traslapen en el período de floración, y sean de tipo de floración complementaria tanto que el polen esté disponible en cualquier momento en que las flores femeninas estén abiertas (SEDGLEY, 1979a).

Estudios llevados a cabo en nuestra Universidad, muestran resultados altamente sugestivos en las parcelas de combinaciones de Hass: con Hass, Edranol, Zutano, Bacon Rincón y sólo Hass como Testigo, ya que al analizar los porcentajes de polinización cruzada entre los tratamientos, se ve que el porcentaje de polinización

calzada es altísimo en las distintas parcelas, habiendo diferencias significativas entre ellas, como se presenta en el siguiente Cuadro.

#### Polinización en Hass - Polen parental

Tratamiento	Hass	Zutano	Rincon	Edranol	Bacon
Hass Testigo	21.6	16.8	2.6	32.1	26.9
Hass con Hass	35.5	11.6	2.3	18.5	32.1
Hass con Rincon	15.3	30.8	10.1	19.9	23.9
Hass con Edranol	7.7	2.2	0.4	76.9	12.8
Hass con Zutano	2.6	74.1	3.1	1.9	18.4
Hass con Bacon	16.3	12.1	3.9	15.3	52.5

Estos resultados muestran que en las parcelas hubo a lo menos un 64,1% de polinización cruzada, correspondiendo al tratamiento Hass/Hass, o sea, sólo un 35,9% de los frutos que retuvieron los árboles de Hass, fueron polinizados con polen de la misma variedad.

Las parcelas que tienen polinizantes en el quince, como Rincón, Bacon, Edranol y Zutano, muestran diferencias significativas con el tratamiento de Hass/Hass, presentando entre un 84,5 y un 97,4% de polinización cruzada. Estando en forma intermedia el Hass Testigo, presentando sólo diferencias estadísticas con el tratamiento Hass/Zutano.

Los huertos de paltos en Chile, al igual que este huerto en estudio, se manejan con abejas, poniendo hasta 10 colmenas, por hectárea, por lo tanto, no es extraño encontrarse con estos resultados, sabiendo el gran radio de acción que ejercen estos insectos polinizadores, en huertos de polinización abierta y tomando en cuenta la corta separación de las parcelas entre sí.

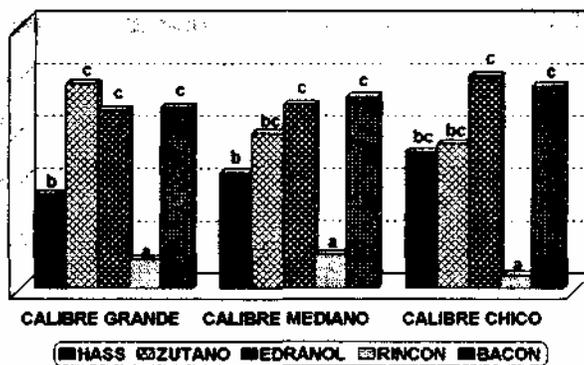
Al analizar la polinización cruzada dentro de cada tratamiento, se puede apreciar que existe una interacción de diferentes parentales donadores de polen, es así como en los tratamientos Hass/Testigo. Hass/Hass, y Hass/Rincon, participan fuertemente los parentales Zutano, Edranol y Bacon. Al contrario, cuando están presentes estos parentales en las parcelas, hay una fuerte predominancia de ellos.

La debilidad del Hass como autopolinizante, ya había sido reportada por Guil y Gazit (1992). Puede haber varias explicaciones al respecto: primero, que Hass tenga algún problema a nivel de polen, que le dificulte autopolinizarse, segundo, que condiciones climáticas no favorezcan un buen traslape de los estados florales, favoreciendo la polinización cruzada, tercero, que el material genético que Hass aporta a su descendencia esté en desventaja frente a otros donadores de polen, en cuanto a que permitan una mayor supervivencia de frutitos pequeños.

Los porcentajes de polinización cruzada para cada tratamiento y por calibres demuestran que en el número total de frutos, las variedades Zutano, Edranol y Bacon son estadísticamente iguales, diferenciándose de Hass y éste a su vez de Rincón, como se puede ver el siguiente Cuadro.

Se observa que Rincón tiene una pequeña participación, tanto en los distintos tratamientos como en los calibres, no hay que olvidar que es el único cultivar, que posee una flor tipo A, al igual que a la variedad Hass, que es la que se pretende polinizar, sin embargo, si Hass pudo autopolinizarse, tal vez el problema de esta variedad radique en la "calidad" del polen, como lo señala Degani et Gazit (1984).

**Distribución de Calibres según el Polen Parental.**



GANDOLFO, S. 1995 - U.C.V.

Todas las otras variedades tienen flor tipo B, que implica que sus estados florales son complementarios con Hass y que posiblemente tienen mejor "calidad" de polen, lo que significa posiblemente una mayor cuaja y una mejor sobrevivencia de sus frutos hasta la madurez. Por ello, se deduce que el genotipo del embrión, cumple un rol muy importante en la selección diferencial en la sobrevivencia de los frutos.

Generalmente son las abejas las que llevan el polen de una flor a otra. Ellas visitan las flores de palto para alimentarse de sus néctares (RUEHLE, 1963). Se ha visto que aunque se tengan árboles de un mismo cultivar, al colocarles colmenas de abejas durante el período de floración producen más que sin ellas (VITHANAGE, 1990). Al respecto,

Las abejas son de gran ayuda en la polinización del palto principalmente si hay traslape en el ciclo floral. BERGH (1967) señala que las abejas son más frecuentes en los árboles de palto desde las 11:00 a las 14:00 hrs., que es el tiempo en que el estado masculino y femenino de las flores tienen más probabilidades de traslape.

Además, se ha visto que el polen tiene una viabilidad cercana a las 72 Hrs., lo cual permite que, aunque no hubiese coincidencia de flores femeninas con masculinas a la misma hora, las abejas pueden polinizar flores femeninas con polen que recolectan de flores en estado macho en otras horas del día (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991). Según PAPADEMETRIOU (1975 a), el polen permanece activo durante 5 ó 6 días, con temperaturas comprendidas entre 20,6-32,8oC y con humedades relativas entre 57 63%.

Manteniendo el polen a 4°C de temperatura y 23% de humedad relativa puede conservarse casi un mes (SEDGLEY y ANNELLS, 1981) y esto induce a pensar que la baja productividad que se da, con frecuencia, en el palto no es atribuible a que el polen pierda la actividad, ni siquiera en las condiciones ambientales poco propicias (CALABRESE, 1992).

BERGH (1967) afirma que las abejas son el principal agente polinizante en paltos, descartando la posibilidad de que se dé por gravedad o por el viento. Al respecto,

BEKEY (1989) señala que el polen del palto es demasiado pesado y pegajoso para ser llevado por el viento.

Sin embargo, cierta evidencia fue presentada en el II Congreso Mundial de Paltos (1992) en el cual la polinización y la cuaja de fruta fueron monitoreadas sobre brazos encerrados en bolsas, advirtiéndose que la transferencia de polen no requería grandes o pequeños insectos voladores. La deposición de polen dentro de las bolsas protectoras fue igual que fuera de las bolsas. El viento aparece de ser el agente polinizador primario en Florida; esta conclusión fue avalada por el descubrimiento de que el polen de seis cultivares examinados en Florida, no es adhesivo, aunque sí cohesivo, debido a humedad en la dehiscencia, luego se seca y es dispersado, siendo transferido sobre el estigma adyacente en la flor.

Así, la autopolinización parece ser el principal medio de polinización bajo esas condiciones. Esta conclusión es corroborada por la observación de una mayor cuaja de fruta ocurre en aquellas porciones de los árboles expuestas al viento durante el período de floración (DAVENPORT y LAHAV, 1992). Esta evidencia mostró claramente que un adecuado porcentaje de estigmas de palto reciben polen ya sea por transferencia directa o a través de la asistencia de insectos visitantes.

El hecho de que la abeja melífera es el mayor polinizador facilita la manipulación de la polinización por medio de la provisión de colmenas durante la floración (VITHANAGE, 1990). Sin embargo, esto no parece ser un avance tan directo como en otros cultivos tales como peras, damascos, etc., en donde las flores son altamente atractivas. Las flores del palto son relativamente no-atractivas, tienen un color amarillo-verdosas, que tienden a mezclarse con el follaje. Incluso cuando las colmenas están colocadas en los huertos de paltos, el resultado de coleccionar el polen indica que una alta proporción de las abejas parece ser atraídas por otros cultivos que crecen en el área. De esta forma, es importante el considerar este aspecto cuando se introducen colmenas de abejas en los huertos de paltos (VITHANAGE, 1990).

El éxito de una buena polinización cruzada está dado por una buena cantidad de abejas por hectárea, y que las colmenas se coloquen, en lo posible en dos épocas, el 50% a inicios y el otro 50% restante en el "peak" de floración.

Actualmente se prueba en Chile el uso de Abejorros, específicamente la especie *Bombas terrestris*, basado en ensayos llevados por el Dr. Gad en Israel que muestran un incremento en la cantidad de frutas por ha., cuando se agregan cajones de Bombus a la polinización normal con abejas.

### Uso de Polinizantes

Al ser considerado el palto una planta de polinización cruzada dada la sincrónica dicogamia natural de su floración, para asegurar una adecuada polinización y óptimas producciones, se ha recomendado la plantación de dos cultivares complementarios en el mismo cuartel (DEGANI, GOLDRING Y GAZIT, 1989; GUSTAFSON, 1967), postulándose que cuando dos cultivares de flores complementarias se encuentran en proximidad, suele ocurrir polinización cruzada en un alto porcentaje, y la mayoría de las semillas producidas son de origen híbrido (DEGANI y GAZIT, 1984).

La mayor consideración a tener en la elección de la variedad polinizante, es asegurar que los cultivares se traslapen en el período de floración y que sean de floración complementaria, para que el polen esté disponible cuando las flores femeninas estén abiertas (SEDGLEY, 1979 a). Según BEKEY (1989) la mayor consideración al elegir la variedad polinizante ha sido el valor comercial de la fruta y el traslape del tiempo de floración.

Esto último, el tiempo de traslape de floración se ha medido en Chile, encontrándose un muy buen traslape entre la variedad Hass y sus principales polinizantes: Edranol, Zutano y Bacon, como lo muestra la siguiente Figura.

El éxito de una buena polinización cruzada está dado por una buena cantidad de abejas por hectárea, y que las colmenas se coloquen, en lo posible en dos épocas, el 50% a inicios y el otro 50% restante en el "peak" de floración.

Actualmente se prueba en Chile el uso de Abejorros, específicamente la especie *Bombus terrestris*, basado en ensayos llevados por el Dr. Gad en Israel que muestran un incremento en la cantidad de frutas por ha., cuando se agregan cajones de Bombus a la polinización normal con abejas.

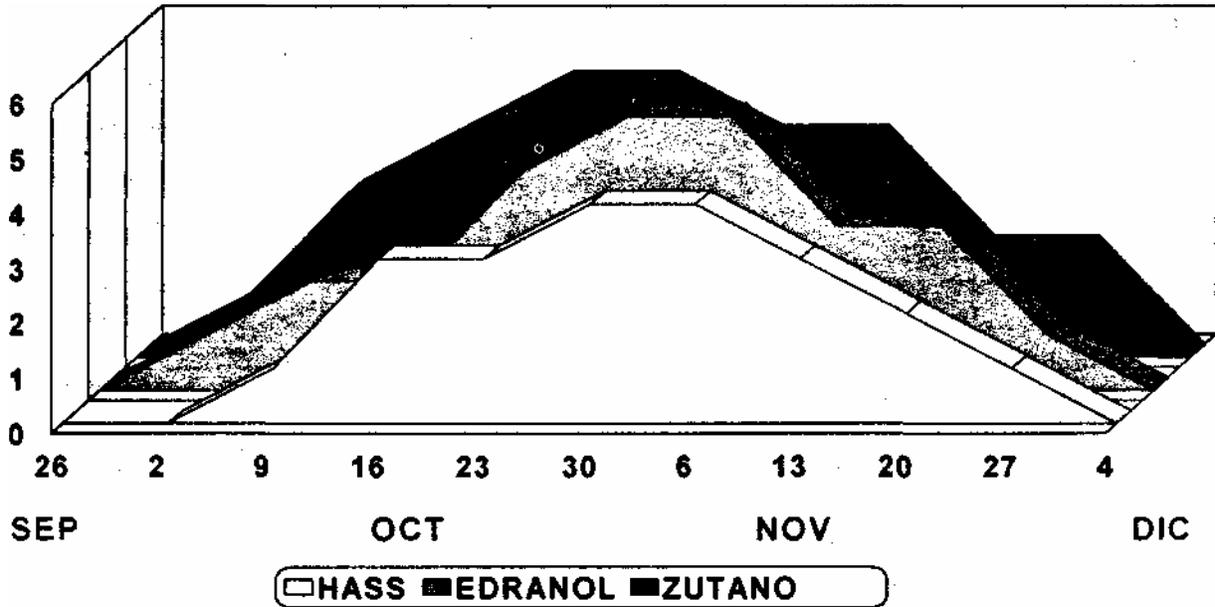
### Uso de Polinizantes

Al ser considerado el palto una planta de polinización cruzada dada la sincrónica dicogamia natural de su floración, para asegurar una adecuada polinización y óptimas producciones, se ha recomendado la plantación de dos cultivares complementarios en el mismo cuartel (DEGANI, GOLDRING Y GAZIT, 1989; GUSTAFSON, 1967), postulándose que cuando dos cultivares de flores complementarias se encuentran en proximidad, suele ocurrir polinización cruzada en un alto porcentaje, y la mayoría de las semillas producidas son de origen híbrido (DEGANI y GAZIT, 1984).

La mayor consideración a tener en la elección de la variedad polinizante, es asegurar que los cultivares se traslapen en el período de floración y que sean de floración complementaria, para que el polen esté disponible cuando las flores femeninas estén abiertas (SEDGLEY, 1979 a). Según BEKEY (1989) la mayor consideración al elegir la variedad polinizante ha sido el valor comercial de la fruta y el traslape del tiempo de floración.

Esto último, el tiempo de traslape de floración se ha medido en Chile, encontrándose un muy buen traslape entre la variedad Hass y sus principales polinizantes: Edranol, Zutano y Bacon, como lo muestra la siguiente Figura.

## Período e intensidad de floración de Hass, Edranol y Zutano en Quillota



U.C.V.Quillota.1995.

Ha sido una práctica común el plantar cortinas de variedades polinizantes como cortavientos, sin embargo, pareciera que han servido más como polinizantes que como defensa contra el viento. Se ha planteado también, el injertar un parte de los brazos principales del árbol con la variedad polinizante, pero el complicado su manejo ya que no es práctico por los problemas que acarrea, como cosechar fruta de las ramas del polinizante y que estas ramas injertadas pueden sobrecrecer respecto de la variedad principal o viceversa, creándose problemas de sombreamientos.

Es posible que los beneficios de la polinización cruzada sean mostrados más fuertemente en algunos años, más que en otros. En años donde un huerto dado tiene un considerable traslape entre las flores en estados 1 y 11, puede haber poca necesidad de polinización cruzada. Pero en años donde la temperatura provoca una fuerte separación de estados, es importante tener ambos estados florales en el huerto.

Este argumento podría avalar la plantación de árboles polinizantes como medida de seguridad para años cuando el traslape de floración no ocurre (BEKEY, 1989).

(BERGH, 1968) encontró que, cuando muchas variedades son plantadas adyacentes a un cultivar principal, se obtienen altas y significativas producciones. El efecto está limitado, sin embargo, a las primeras hileras adyacentes al donador de polen, especialmente los que tienen brazos traslapados. La polinización cruzada podría ser la principal causa del aumento en las producciones.

Al respecto, GUIL y GAZIT (1992) reportan que huertos plantados solamente con Hass cercanos a un huerto de Ettinger mostraron durante cuatro años seguidos un significativo aumento en la producción en los árboles más cercanos a aquellos de Ettinger hasta una distancia de 18 m, y esto llegó a ser menor mientras aumentaba la distancia. Según los autores, las hileras de Hass bordeando a los árboles Ettinger produjeron 17 a 20 ton/ha anualmente. A una distancia de 50 m, la producción disminuyó a un nivel de 8 - 10 ton/ha. Más allá de 50 m de los Ettinger, la producción decreció a 5 ton/ha. Este efecto fue observado durante cuatro años. Para confirmar el efecto de polinización de Ettinger sobre Hass, se realizaron análisis isoenzimáticos. Los resultados mostraron polinización cruzada en un 90% de los frutos de Hass generados por polinización de Ettinger, probando así la debilidad de Hass como autopolinizante.

Sin embargo, por muchos años ha sido bien conocido que los cultivares de palto pueden cuajar buenas cosechas sin el beneficio de polinización cruzada (DEGANI Y GAZIT, 1984), y se ha reportado que grandes bloques sólidos de Hass o de un solo cultivar con una pequeña actividad de abejas producen tan bien como huertos interplantados con cultivares complementarios, ya que se ha encontrado que no todas las flores están a una misma hora en una misma condición (HODGSON, 1947; DEGANI, GOLDRING y GAZIT, 1989; DAVENPORT y LAHAV, 1992; WHILEY y WINSTON, 1987). Más o menos a medio día se produce, en un mismo árbol, un sobrecubrimiento de flores en diferentes estados, y mientras más fresco o nublado y frío sea el clima, más parece encontrarse un estado con otro (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991; VITHANAGE, 1990; DAVENPORT, 1986; ROBINSON y SAVAGE, 1926; SEDGLEY y GRANT, 1983; DAVENPORT, 1989).

Una forma de explicar el buen rendimiento obtenido en huertos que son 100% Hass, según los estudios de VRECENAR-GADUS y ELLSTRAND (1985) es debido a que árboles complementarios pueden estar a una distancia considerable desde la variedad principal y aún proveer polen para ellos. La mayoría de los huertos, incluso los bloques sólidos de Hass, tienen algunos árboles de otras variedades, árboles de semilla o árboles los cuales han sido dañados por heladas u otras causas presentando rebrotes desde el patrón. La totalidad de ellos pueden proveer polen para cruzamientos.

Al respecto, ELLSTRAND (1992) reporta que hace al menos una década la producción de paltos/ha ha declinado año tras año estadística y misteriosamente en California. Según el autor, esto se debe a que los árboles de las variedades productoras "piden prestado" polen desde árboles complementarios distantes. Pero mientras el cambio hacia Hass continua, así deberá disminuir la producción hasta que la polinización cruzada caiga a cero y la producción alcance un piso de producción, bajo las condiciones de inadecuada polinización y alta caída de frutos pequeños. Se ha visto que las más bajas producciones son aquellas en donde sólo se ve Hass en muchas millas de la redonda. Como se sabe que el polen puede viajar cientos de metros desde las variedades complementarias, unos pocos árboles bien espaciados por huerto de Hass podrían hacer una tremenda diferencia en la producción de este cultivar.

## **Bibliografía**

- Acevedo, G. J. 1994.** Efecto del Anillado, Doble incisión anular e Inyección de Cuitar en ramas de paltos cv, Hass. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 124 p.
- Araya, E. G. 1996.** Caracterización de la Floración del palto en los cultivares Bacon, Edranol, Hass, Negra de la Cruz y Zutano, para al zona de Quillota. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 77p.
- Bekwy, R. 1989.** To bee or not to be. Pollination of avocados. California Grower 13 (2):30-32.
- Bergh, B.O. 1967.** Reasons for low yields of avocados. California Avocado Society Yearbook51:161-172.

- Berrios M, M. 1995.** Efecto del Anillado, Doble Incisión Anular y Aplicaciones de Pachlobutrazol en paltos cv. Negra de la Cruz. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 96 p.
- Davenport, T.L. and Lahav, E. 1992.** Is a pollinator required to maximize avocado production? World Avocado Congress II Proceeding. Orange, California, April 21-26, 1991. Pp. 667-668.
- Calabrese, F. 1992.** El Aguacate. Palermo. Ediciones Mundiprensa. 249 p.
- Calvert S., E. 1993.** Aproximación al Ciclo Fenológico del palto cv. Fuerte, para la zona de Quillota, V Región. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 75p.
- Cristioffanini B., L. 1996.** Caracterización de la Floración en paltos cvs. Fuerte, Gwen, Whitsell y Esther. Tesis Ing Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 75 p.
- Chahuan M., J.P. 1996.** Efecto del Anillado, Doble Insición Anular y Pachlobutrazol en la producción de paltos cvs. Hass y Negra de la Cruz. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 99p.
- Degani, C. and Gazit, S. 1984.** Selfed and crossed proportions of avocado progenies produced by caged pairs of complementary cultivars. Hort Science 12:1187-1188.
- Ellstrand, N.C. 1992.** Sex and the single variety. California Growers 16 (1):22-23.
- Gandolfo W., S. 1995.** Determinación de los porcentajes de autopolinización y polinización cruzada, obtenidos de diferentes combinaciones de palto cv. Hass, con diferentes cultivares polinizantes (cv. Zutano, Rincón, Edranol, Bacon y Hass). Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 95p.
- Gardiazabal, F. Y Rosenberg, G.** El Cultivo del Palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 201 p.
- García F., M. 1997.** Caracterización de la floración del palto en Iso cultivares Hass, Fuerte, Whitsell, Gwen y Esther en Quillota. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 45p.
- Gazit, S. 1977.** Pollination and fruit set of avocado. Proc. First Intl. Trop. Fruit short course: The avocado. Univ Florida, Gainesville. Pp. 88-92.
- Goldrin, A., Gazit, S. and Degani, C., 1987.** Isozyme análisis of mature avocado embryos to determine outcrossing rate in a Hass plot. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 389-392.

- Guil, I. and Gazit, S. 1992.** Pollination of the Hass avocado cultivar. World Avocado Congress II Proceedings. Orange, California, April 21-26, 1991. 241 p.
- Hodgson, R.W., 1947.** Bearing habits of the avocado. California Avocado Society Yearbook p: 35-39.
- Papademetriou, M. K. 1975.** A study of the viability of avocado pollen under natural conditions. California Avocado Society Yearbook 58: 74-77.
- Romero L, S. 1996.** Influencia de distintos cultivares de palto como polinizantes del cv. Hass en cinco zonas de Chile. Tesis Ing. Agrónomo. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 119p.
- Sedgley, M. 1977a** The effect of temperature on floral behaviour, pollen tube growth and fruit set in the avocado. Journal of Horticultural Science 52: 135-141.
- Sedgley, M. 1977 b** Reduced pollen tube growth and the presence of callóse in the pistil of the male floral stage of the avocado. Scientia Horticulturae. 7: 27-36.
- Sedgley, M. 1987.** Flowering, pollination and fruit-set of avocado. South African Avocado Growers Association Yearbook 10: 42-43.
- Sedgley, M. and Grant, W. J., 1983.** Effect of low temperatures during flowering on floral cycle and pollen tube growth in nine avocado cultivars. Scientia Horticulturae 18: 207-213.
- Tapia B., P. 1993.** Aproximación al Ciclo Fenológico del Palto cv. Hass para la zona de Quillota. V Región. Tesis Ing. Agrónomo. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 141 p.
- Torres, A. M. and Bergh, B. O., 1980.** Fruit and leaf isozymes as genetic markers in avocado. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 614-619.
- Vrecenar-Gadus, M. and Ellstrand, N. C., 1984.** Independent assortment of four isozyme loci in the Bacon avocado (*Persea americana* Mill.). Cal. Avoc. Soc. Yearbook 68: 173-177.
- Whiley, A. W. And Winston, E. C. 1987.** Effect of temperature at flowering on varietal productivity in some avocado growing areas in Australia. South African Avocado Growers Association Yearbook. 10: 45-47.
- Wilhelmy G., C. 1995.** Efecto del Anillado y de la Doble Incisión Anular sobre la Floración de platos rebajados, cv. Hass. Tesis Ing. Agrónomo. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 144 p.