

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**EXAMEN PROFESIONAL**



**ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL PALTO (*Persea americana*  
Mill.) EN CONDICIONES DE CAÑETE.**

**Presentado por:**

**ALINA COLONIA CORAL**

**Trabajo Monográfico para optar el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Lima - Perú**

**2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**TITULACIÓN  
EXAMEN PROFESIONAL 2017**

Los Miembros del Jurado, luego de someter a la Bachiller MARÍA ISABEL CHACÓN CASTAÑEDA, a los respectivos exámenes y haber cumplido con presentar el Trabajo Monográfico titulado: CAMBIOS Y ACTUALIZACIONES DE LA CERTIFICACIÓN ORGÁNICA PARA EXPORTACIÓN A EUROPA, lo declaramos:

**A P R O B A D O**

.....  
Dr. Javier Arias Carbajal  
**PRESIDENTE**

.....  
Ing. Mg. Sc. Juan Carlos Jaulis Cancho  
**MIEMBRO**

.....  
Ing. Guillermo Parodi Macedo  
**ASESORA**

LIMA - PERU

2017

## INDICE

	<b>Página</b>
<b>I. RESUMEN.....</b>	<b>3</b>
<b>II. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1 BIOLOGÍA REPRODUCTIVA .....</b>	<b>6</b>
<b>1. Floración .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Fenología de la floración.....</b>	<b>11</b>
<b>3. Desarrollo floral .....</b>	<b>12</b>
<b>4. Ciclo floral .....</b>	<b>13</b>
<b>5. Polinización .....</b>	<b>17</b>
<b>6. Fertilización .....</b>	<b>18</b>
<b>7. Amarre y caída de frutos .....</b>	<b>19</b>
<b>IV. DESARROLLO DEL TEMA.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1 Floración .....</b>	<b>24</b>
<b>4.2 Ciclo floral .....</b>	<b>27</b>
<b>4.3 Polinización.....</b>	<b>27</b>
<b>4.4 Amarre y caída de frutos .....</b>	<b>29</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>31</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>32</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>33</b>
<b>/III. ANEXOS .....</b>	<b>36</b>

## **ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL PALTO (*Persea americana* Mill) EN CONDICIONES DE CAÑETE**

### **I. RESUMEN**

El presente trabajo tiene como objetivo entender y describir las características reproductivas como la floración, el ciclo floral, la polinización, el amarre y caída de frutos del palto 'Hass', cultivar del grupo floral A, en un campo comercial en condiciones del valle de Cañete. En dicho huerto se hizo el seguimiento a una campaña productiva que inició con la floración hacia los meses de agosto – octubre. Este periodo fue seguido por el amarre de fruta luego de la polinización y fertilización para posteriormente evidenciar las caídas fisiológicas debido a la competencia, por nutrientes y reservas, entre el desarrollo del fruto y el crecimiento del flujo vegetativo. Como prácticas de manejo del cultivo, debido a la fisiología del palto, específicamente la dicogamia, resultó necesario la instalación de polinizantes del grupo complementario, es decir del grupo floral B. Y debido a las condiciones adversas de temperatura que afectaron la actividad de las abejas, fue indispensable contar con colmenas para garantizar la polinización. También, resultaron necesarias las aplicaciones de boro debido a que mejoran la viabilidad del tubo polínico, la cual se vio afectada por las bajas temperaturas. En conclusión, se observó cómo dichas prácticas culturales afectaron positivamente el rendimiento en un campo comercial de palto.

## II. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años (periodo 2010-2016) la producción (t) de palta en el Perú se ha incrementado sostenidamente, a una tasa de crecimiento promedio anual de 16.27% (Minagri, 2017). Además su rendimiento (kg/ha) también se ha visto incrementado (periodo 2010 – 2016) a una tasa de crecimiento promedio anual de 2.4% (Minagri, 2017). Del mismo modo las exportaciones de este producto, durante el mismo periodo, se han elevado a una tasa de crecimiento promedio anual de 21.78% (Minagri, 2017), y están conquistando cada vez más mercados. Dentro de los principales países destino de este fruto figuran el último año Países Bajos (con 41.2% del total), España (19.7%), EE.UU (18.9%) y Reino Unido (11.1%), los cuales acumularon el 90.9% de las exportaciones totales de palta en 2016 (Gestión, 2017).

Tabla 1: Incremento de la producción, rendimiento y exportaciones de palto.

	<b>Producción (t)</b>	<b>Rendimiento (kg/ha)</b>	<b>Exportaciones (t)</b>
<b>Incremento entre 2010 y 2016</b>	147%	16%	226%
<b>Incremento entre 2015 y 2016</b>	21%	8%	11%
<b>Tasa de crecimiento promedio anual 2010-2016</b>	16.27%	2.40%	21.78%

Fuente: Elaboración propia en base a Minagri 2017.

En la actualidad, la demanda de palta fresca por parte de mercados extranjeros como los ya mencionados se ha elevado, tal como vemos en la tabla 1 con el incremento de las exportaciones, ello debido al alto valor nutritivo y a las preferencias de los consumidores; a su vez, nuevos mercados evalúan la posibilidad de negociar con el Perú. Este fruto tiende a convertirse en el principal producto de exportación no tradicional, superando incluso al espárrago y la uva, pues desde el 2006 las exportaciones de este producto se han posicionado terceras en el ranking del sector agropecuario (Gestión, 2017). De ahí que es de gran importancia que la producción de paltos crezca sostenidamente e incremente su rendimiento para así cubrir toda la demanda futura. En la tabla 1 vemos como el rendimiento de la palta se ha

incrementado muy poco, ello debido a la falta de inversión en tecnología e investigación.

De esta manera, resulta relevante evaluar el comportamiento reproductivo de las plantas de palto en aspectos como la floración, ciclo floral, polinización, fertilización, tipo de brotes florales, cantidad y destino de las flores y caída de frutos ya que estos procesos definen el éxito de una buena campaña de producción en este cultivo. Para poder explicar la relación con lo antes mencionado es necesario desarrollarlos de tal manera que quede una idea clara y concisa de cómo afectan a la reproducción, para luego, sirva como base en busca del manejo productivo en un huerto.

### **Objetivo**

El objetivo principal fue describir y hacer comprensibles algunas características reproductivas como la floración, el ciclo floral, la polinización, el amarre y caída de frutos del palto cultivar 'Hass' en el Fundo de Cerro en el valle de Cañete.

### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

El palto es una especie frutal generalmente considerada de producción escasa y errática. Dentro de los principales factores que afectan la productividad está el añerismo, fenómeno conocido como la alta y baja producción en años consecutivos, a los que se denominan año on y año off, de alta y baja productividad respectivamente, como lo mencionan Monselise y Goldschmidt (1982). En muchos países, el promedio histórico anual es inferior a las 10 t/ha, pese a que su rendimiento potencial se ha estimado en tres veces esa cifra.

##### 1. Floración

El palto al igual que otras especies perennes no florea durante los primeros años, etapa a la cual se le denomina periodo juvenil.

La temporada de floración típica dura alrededor de dos meses. Sin embargo en climas cálidos el periodo es corto, mientras que en climas fríos es más largo (Bergh y Lahav, 1996). Por ejemplo, el periodo de floración para palto 'Hass' joven fue 85, 42 y 15 días a 17/12, 25/20 y 33/28 °C (día/noche) respectivamente tal como refieren Sedgley y Annells (1981) citados por Whiley et al. (2002).

##### *Iniciación floral*

Se cree que la iniciación floral inicia apenas los brotes entran a un periodo de descanso (Davenport, 1986). Recientemente, Salazar-García et al. (1998) concluyeron que la iniciación floral inicia mucho antes.

Los estados sucesivos en el desarrollo de una yema floral han sido descritos por Salazar-García et al. (1998). Una yema vegetativa cambia a floral cuando las escamas de la yema se separan y la yema se hincha.

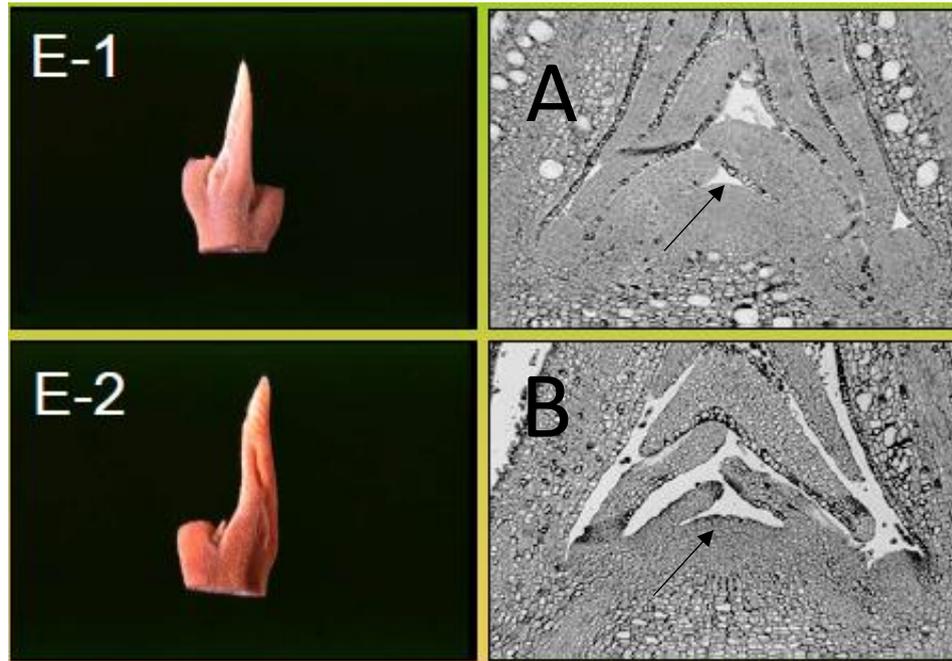


Figura 1: Fase de transición de la etapa vegetativa a la reproductiva en yemas apicales de palto `Hass`. (A) Meristemo del eje primario de una yema antes de la expansión de las dos últimas hojas de un brote del flujo de verano. (B) Aplanamiento del meristemo del eje primario al final de la elongación del brote y término del crecimiento de hojas; después de este cambio, el meristemo inicia la producción de nuevos meristemas de ejes secundarios. En la parte izquierda de cada microfotografía se presenta la apariencia externa de las yemas seccionadas. Las flechas señalan hacia el meristemo del eje primario.

Fuente: Teliz, (2000).

Hacia finales de la expansión del flujo vegetativo de verano (últimos días de julio, en California), el meristemo del eje primario tiene uno o dos ejes secundarios de meristemas de la inflorescencia en las axilas de las brácteas de la inflorescencia. Dichos meristemas podrían seguir desarrollándose y llegar a convertirse en meristemas florales, pero en ese punto aún no hay un estímulo final para que ocurra la floración. En condiciones ambientales que no favorecen el crecimiento reproductivo, el desarrollo de estos meristemas se detiene. Cerca de cinco semanas más tarde, a fines de agosto, se pueden observar cuatro meristemas florales secundarios y se ve macroscópicamente la senescencia parcial de las escamas externas de la yema apical. En esta etapa la yema ya está inducida para florecer. Dos meses más tarde, en octubre, las escamas de la yema se separan, dejando ver las brácteas expandidas de la inflorescencia. La yema en su interior

posee diez meristemas de inflorescencias de eje secundario según Salazar- García et al. (1998).

Esta etapa es crítica en el desarrollo reproductivo y se le ha denominado “fase de transición” según Salazar-García et al. (1998). La presencia de un meristemo del eje primario aplanado ha sido asociada con la transición a la fase reproductiva en muchas especies. Si las condiciones ambientales que promueven el crecimiento vegetativo prevalecen, el crecimiento de los meristemas de eje secundario formados antes de la fase de transición hubieran sido reprimido debido a la producción de nuevos primordios foliares por parte del meristemo del eje primario. Sin embargo, en condiciones óptimas para floración, estos meristemas desarrollan en las cimas basales de la inflorescencia y las otras cimas son producidas por la nueva actividad del meristemo del eje primario tal como refieren Salazar-García et al. (1998). Las condiciones ambientales que contribuyen a esta transición todavía no son conocidas. Inclusive, podría ser el caso de que el meristemo del eje primario alterne entre el estado vegetativo y el reproductivo, pero solo las condiciones que promueven la floración permiten su completa expresión.

Dentro de los factores que afectan la floración está la temperatura, el cual es el principal factor para el cambio de la fase vegetativa a reproductiva. El cultivar ‘Fuerte’ no floreció cuando estuvo expuesto continuamente a 25/20 o 30/10 °C (día/noche), pero floreció a 20/10 o 20/5°C (día/noche) (Buttrose y Alexander, 1978). Mientras que el cultivar ‘Hass’ no floreció a 30/25, 25/20 o 24/19 °C (día/noche), pero floreció cuando recibió por 3 a 4 meses temperaturas de 15/10, 18/15, 20/15 y 23/18 °C (día/noche). Después de la inducción, el desarrollo de la yema floral es satisfactorio a temperatura de 25/20 °C aproximadamente (Nevin y Lovatt, 1989).

Otro de los factores que afectan la floración es la longitud del día. El cultivar ‘Fuerte’ mantenido a temperaturas de inducción floreció en día largo (15h) y en día corto (9h), sin embargo el periodo de floración se apresuró bajo condiciones de días cortos (Buttrose y Alexander, 1978).

### ***Factores que determinan la reproductividad de una yema***

Algunas especies necesitan de un periodo de reposo de las yemas previo a la floración. Davenport (1986) menciona la presencia de un periodo de reposo para las yemas apicales del palto el cual inicia al término del crecimiento vegetativo del brote y se prolonga hasta el principio de la iniciación de la inflorescencia. Dicho periodo de reposo varió de dos a cuatro meses según el cultivar de palto. Sin embargo, de acuerdo a investigaciones recientes se puede decir que en palto no es un requisito que haya un periodo de reposo en la yema para que éstas puedan iniciar su proceso reproductivo (Salazar-García et al., 1998). Además, se ha demostrado que los brotes jóvenes son tan capaces para florecer como los adultos, siempre y cuando los primeros hayan terminado su elongación. La principal diferencia en la floración de los brotes maduros y jóvenes es que los últimos tienden a producir solamente inflorescencias apicales (a partir de la yema apical del brote), mientras que los adultos (de flujos vegetativos anteriores) pueden presentar una mayor intensidad de floración debido a la producción de inflorescencias por las yemas axilares según refieren Salazar-García y Lovatt (1998) citados por Téliz (2000).

Según Téliz (2000) se sabe que una yema está completamente determinada hacia la floración cuando el proceso ya no es reversible con la aplicación de estímulos que normalmente inhibirían la floración y el meristemo del eje primario del brote queda completamente determinado a floración.

La primera evidencia experimental del punto de determinación irreversible a la floración en palto ha sido obtenida recientemente por Salazar-García et al. (1999) citados por Téliz (2000). Ellos utilizaron tratamientos con baja temperatura y el regulador de crecimiento ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) y demostraron que las yemas apicales del aguacate 'Hass' estaba determinadas irreversiblemente a floración después de cuatro semanas de estar sometidas a temperatura baja (10/7 °C día/noche), juzgando por la producción de inflorescencias o brotes vegetativos.

Con el propósito de contar con una herramienta práctica que permita conocer con precisión el estado de desarrollo de las yemas florales, Salazar-García et al. (1998) diseñaron una escala visual que permite relacionar la apariencia externa de las

yemas apicales con su estado de desarrollo anatómico (figura 2). Además del monitoreo del desarrollo floral, esta escala es un auxiliar importante en la planeación de diversas actividades de manejo del huerto, tales como podas, fertilización, aplicaciones de reguladores del crecimiento, y otros, sobre todo cuando se trata de influenciar en la floración y el amarre o cuajado del fruto.

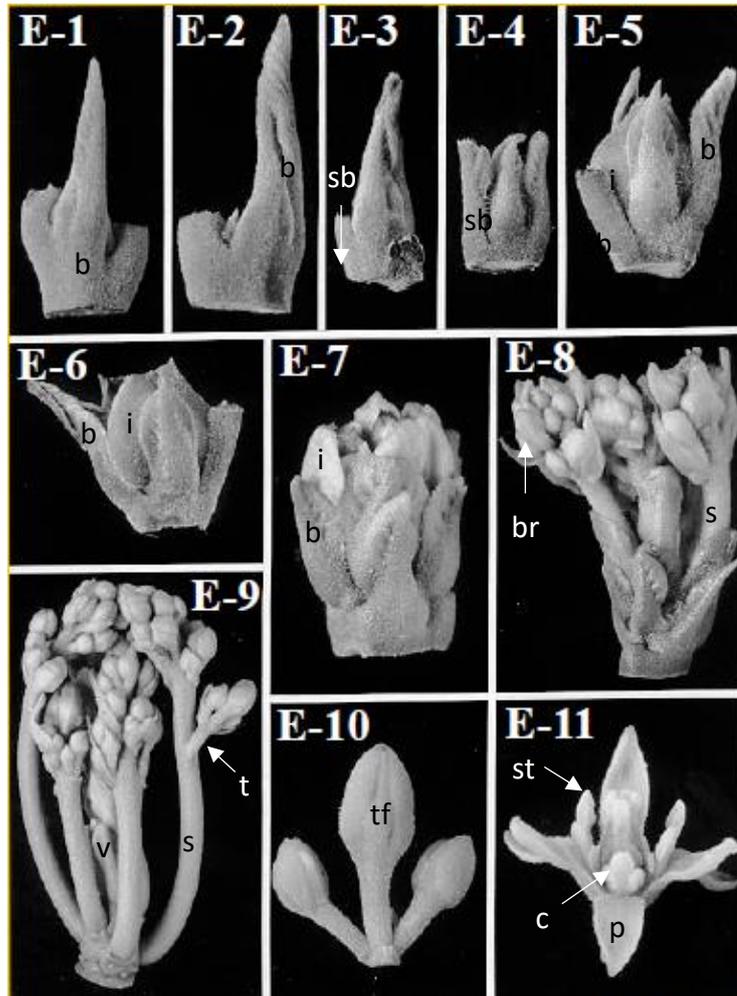


Figura 2: Guía visual para conocer el desarrollo de la inflorescencia en yemas apicales de palto 'Hass'. Los números (estados 1 al 11) indican los estados progresivos de desarrollo. Abreviaciones: b= escama de yema; br = bractéola de eje terciario; c= carpelo; i = bráctea de inflorescencia; p = perianto; s = eje secundario de la inflorescencia; sb = base de la escama de la yema; st = estambre; t = eje terciario; tf = flor terminal de eje secundario; v = yema vegetativa. Tomado de Salazar-García et al. (1998).

Fuente: Salazar-García et al. (1998).

## 2. Fenología de la floración

El aguacate produce dos tipos de inflorescencia: determinadas, en las que el meristemo del eje primario forma una flor terminal; e indeterminadas, en las que se forma una yema en el ápice del eje primario y continúa el crecimiento del brote (figura 3). Ambos tipos de inflorescencias consisten de ejes secundarios (panículas laterales), las que presentan un desarrollo acropetal produciendo ejes terciarios (cimas) compuestos de una flor terminal y dos flores laterales (Reece, 1942).

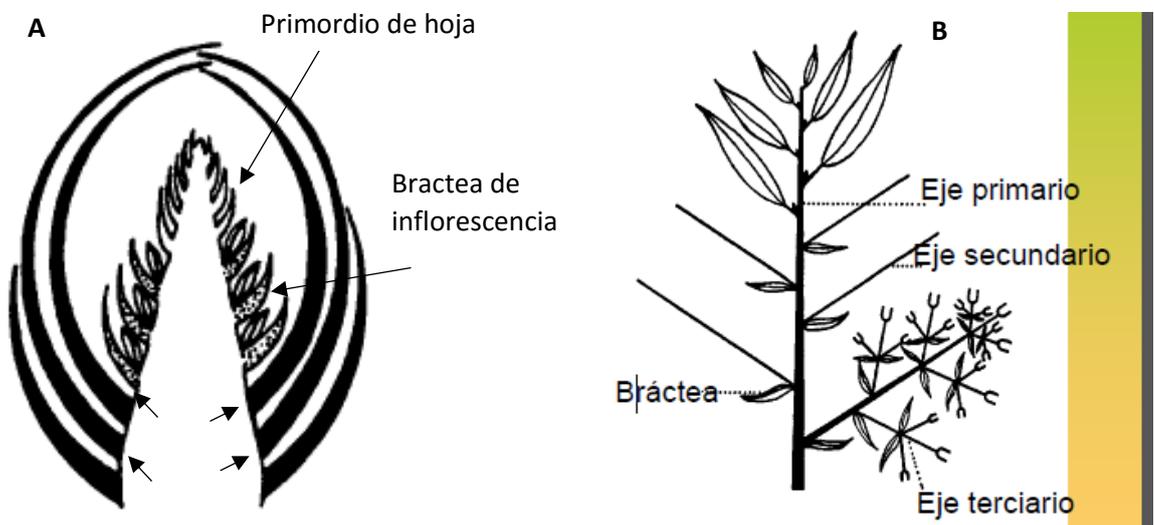


Figura 3: (A) Sección longitudinal de una yema reproductiva (indeterminada) de palto 'Hass' mostrando su morfología, apéndices foliares y meristemas de inflorescencia (no hecha a escala). Flechas cortas=lugar donde se producen los meristemas axilares (pueden originar brotes vegetativos o inflorescencias, dependiendo del ambiente, manejo y/o dominancia apical). Escamas de la yema= negro sólido; Brácteas de inflorescencia=punteado; Meristemas de eje secundario=rayado; Primordio de hoja= blanco (Thorp et al., 1994). (B) Diagrama del crecimiento reproductivo y vegetativo producido por una inflorescencia indeterminada de palto.

Fuente: Reece (1942).

La floración del palto puede comenzar en otoño y terminar a fines de primavera, pudiendo variar de acuerdo a cada variedad. En las tierras altas tropicales los paltos 'Hass' suelen tener varios flujos de floración, durante un periodo de seis a

siete meses. La primera floración conocida también como “floración loca” se produce generalmente en setiembre, especialmente en árboles jóvenes y en aquellos de poca carga. La floración normal, a partir de octubre- noviembre y se extiende hasta febrero. En marzo puede ocurrir otra floración, más tardía (Gazit, 1977).

### **3. Desarrollo floral**

Los primeros indicios de la iniciación de una flor individual se observa como una masa cónica de células en el eje terciario. Después de que el primordio de la flor inicia, la masa de células meristemáticas toma una forma poco aplanada. En esta etapa, en la periferia del futuro disco floral aparecen las partes del perianto que se alargarán y curvarán hacia adentro, por encima del ápice del eje. Dentro del perianto aparecen los primordios de los estambres y dentro del espiral de estambres aparecen los primordios de los estaminodios. El último órgano en aparecer es el pistilo el cual aparece primero como una pequeña masa cónica de células y después de la diferenciación, éste toma una estructura en forma de taza con un lado más alto que el otro. El lado más alto eventualmente formará el estilo y el estigma, mientras que el otro se diferenciará para formar el primordio del óvulo. Poco después de esto ocurre la megaesporogénesis (formación del óvulo); la microesporogénesis (formación de los granos de polen) ocurre cuando las yemas florales miden aproximadamente 1mm de largo (Schroeder, 1952).

Blanke y Lovatt (1993) citados por Teliz (2000) propusieron el uso del término tépalo, ya que la examinación detallada de su morfología superficial, incluso a nivel macroscópico, no permitió diferenciar a los sépalos de los pétalos. De acuerdo a estos una flor de palto tendría 6 tépalos, tres exteriores (equivalentes a sépalos) y tres interiores (equivalentes a pétalos). Alineado con cada tépalo interno hay un estambre y un estaminodio amarillo secretor de néctar. Similarmente, hay dos estambres alineados con cada tépalo exterior, que tiene en su base un par de nectarios. Por lo tanto cada flor normalmente tiene un total de nueve estambres (Davenport, 1986). El pistilo simple, el cual tiene un estilo alargado y una pequeña superficie estigmática, está localizado en el centro; éste tiene un ovario superior con un óvulo anátropo (Schroeder, 1952).

#### 4. Ciclo Floral

El palto describe un comportamiento muy particular denominado dicogamia protoginea sincronizada (Stout, 1923; Gazit, 1977; Bergh y Lahav, 1996).

Las flores del palto abren dos veces y cada apertura está separada de la otra por lo menos por una noche. En la primera apertura las flores son funcionalmente femeninas: los nueve estambres se doblan hacia fuera del perianto. El estigma es blanco y receptivo de polen pero el saco polínico está cerrado (figura 4). Así las flores permanecen abiertas por horas y luego se cierran para abrir nuevamente por segunda vez. En esta segunda apertura la flor es funcionalmente masculina (figura 5). La dehiscencia de la antera ocurre generalmente 1-2 horas luego de la segunda apertura floral. La superficie estigmática puede permanecer blanca, pero generalmente se torna marchito y oscuro (Stout, 1923; Bergh y Lahav, 1996).



Figura 4: Primera apertura de la flor de palto 'Hass' (etapa funcional femenina).

Fuente: Government of Western Australia. Agriculture and Food (2017).



Figura 5: Segunda apertura de la flor de palto ‘Hass’ (etapa funcional masculina)

Fuente: Government of Western Australia. Agriculture and Food (2017).

En base a este comportamiento floral, los cultivares de palto se clasifican en dos grupos (Stout, 1923):

#### Grupo A

La primera apertura (femenina) inicia en la mañana y termina antes del mediodía. La segunda apertura (masculina) ocurre en la tarde del día siguiente. El ciclo de apertura floral dura de 30 a 36 horas según Stout (1927) y Traub et al. (1941) citados por Whiley et al. (2002).

#### Grupo B

La apertura femenina ocurre en la tarde y la segunda apertura en la mañana del día siguiente. El ciclo de apertura floral dura de 20 a 24 horas según Stout (1927) y Traub et al. (1941) citados por Whiley et al. (2002).

Tabla 2: Secuencia de la apertura floral del palto bajo condiciones ideales de temperatura (máxima 25°C y mínima 20°C) para floración A y B.

Tipo de flor	Día1 (mañana)	Día1 (tarde)	Día2 (mañana)	Día2 (tarde)
A	Femenino	Cerrado	Cerrado	masculino
B	Cerrado	Femenino	Masculino	Cerrado

Fuente: Government of Western Australia. Agriculture and Food (2017).

Tabla 3: Clasificación de las variedades comunes de palto.

Flor tipo A	Flor tipo B
Anaheim	Bacon
Gwen	Edranol
Hass	Ettinger
Hazzard	Fuerte
LambHass	Llanos Hass
Pinkerton	Nabal
Reed	Nobel
Rincon	Sharwil
Wurtz	Shepard
-	Zutano

Fuente: Government of Western Australia. Agriculture and Food (2017).

Los factores como la temperatura afectan el comportamiento floral. Los patrones normales para la floración son temperaturas nocturnas mínimas de alrededor de 12 °C y diurnas máximas de aproximadamente 22 °C para los cultivares del grupo A, o 26 °C para los cultivares del grupo B (Lesley y Bringham, 1951). En la medida que las temperaturas mínimas nocturnas o máximas diurnas caigan, las aperturas femenina y masculina se retrasarán según indican Stout (1933) y Peterson (1956) citados por Whiley et al. (2002). Ese retraso puede causar una reversión en el comportamiento de floración entre los cultivares de los grupos A y B como indica Stout (1927) citado por Whiley et al. (2002).

De lo anterior se puede pensar que en condiciones de campo, la combinación de dos cultivares complementarios parecería necesario para obtener óptimos rendimientos. Sin embargo, es conocido que la fenología dicógama es afectada por la temperatura, la cual retarda la apertura de las flores, lo que incrementa la oportunidad para autofecundación (Sedgley y Grant, 1983). Whiley y Winston (1987) citados por Téliz (2000) llegaron a la conclusión de que en Australia, con temperaturas adecuadas durante la época de antesis no hay necesidad del uso de polinizadores en palto.

En relación a la época de iniciación floral del palto, el primer evento comúnmente reportado es la iniciación de la inflorescencia y ocurre durante un periodo de dos a tres meses (Reece, 1942; Inoue y Takahashi, 1990). Las etapas siguientes en el desarrollo floral hasta antesis pueden requerir de dos a tres meses adicionales (Reece, 1942). Es común un periodo prolongado de “floración plena” debido a la presencia de microclimas y los efectos de las bajas temperaturas al momento de la antesis. En la tabla 4 se presenta el comportamiento del proceso floral del palto en diferentes condiciones de cultivo.

Tabla 4: meses en que ocurren algunas etapas importantes del desarrollo floral en varios cultivares de palto.

Raza, cultivar y localización	Iniciación de la inflorescencia	Desarrollo de la flor		Antesis
		Perianto	Estambres/pistilo	
Guatemalteca x mexicana	set. – oct.	ene.	feb. – mar.	mar. – mayo.
a) Hass (California)	jul. – nov.	ago. – dic.	ago. – ene.	set. – abr.
b) Hass (México)	mayo – jul.			set. – dic.
c) Hass (N. Zelanda)				set. – nov.
d) Hass (Chile)				ago. – nov.
e) Hass (Australia)				
Mexicana x guatemalteca	nov.			ene. – feb.
a) Fuerte (California)	nov.	dic.	ene. – feb.	mar. – abr.
b) Fuerte (Japón)	jul. – nov.	ago. – dic.	set. – ene.	set. – mar.
c) Fuerte (México)	abr. - mayo		jun.	jul. – ago.
d) Fuerte (Australia)				

Fuente: Daniel Teliz (2000).

## 5. Polinización

La polinización en palto puede seguir tres rutas. La primera es la autopolinización (autogamia) que se define como la polinización dentro de una flor mediante la transferencia de polen de las anteras al estigma. La naturaleza protoginea de la flor del palto, con aperturas femenina y masculina separadas, permite la autopolinización sólo en la apertura masculina. Sin embargo en muchos cultivares en los que el estado femenino se va perdiendo y el polen cae en el estigma, el tubo polínico no alcanza el ovario (Sedgley y Grant, 1983).

Una segunda vía es la polinización cerrada (geitonogamia), la cual ocurre cuando el polen de una flor se deposita en el estigma de otra flor del mismo árbol o cultivar. En el palto este evento puede ocurrir en las etapas femenina o masculina de la antesis. Para los paltos del subtrópico, la polinización cercana efectiva ocurre cuando se sobreponen las aperturas fémina y masculina luego de la dehiscencia del polen. Mientras que para los paltos del trópico, puede ocurrir en la apertura masculina, aunque en esa etapa predomina la autopolinización (Whiley et al. (1998) citados por Whiley et al. (2002).

El tercer tipo de polinización es la polinización cruzada (alogamia), la cual se lleva a cabo por insectos polinizadores quienes transfieren el polen de las flores de los cultivares del grupo B a las flores del grupo A y viceversa según Stout (1923), quien concluyó que la polinización cruzada es necesaria para mejorar el amarre de frutos. Es por ello que se recomienda que los campos de palto se interplanten con cultivares complementarios de grupos florales A y B, con periodos de floración superpuestos según Stout (1933) y Traub et al. (1941) citados por Whiley et al. (2002).

Insectos polinizadores: Pese a que muchos insectos visitan la flor del palto como avispas, moscas, escarabajos y trips, el principal polinizador es la abeja, *Aphis mellifera* (Lesley y Bringham, 1951; Gazit, 1977; Davenport, 1986).



Figura 6: Abeja en pleno proceso de polinización.

Fuente: Government of Western Australia. Agriculture and Food (2017).

Al parecer, la presencia de temperaturas bajas durante las etapas críticas de floración, como son la polinización, germinación y desarrollo del tubo polínico y así como la fertilización del óvulo, es más determinante sobre el amarre del fruto y el rendimiento final tal como refiere Lovatt (1990) citada por Whiley et al. (2002).

## **6. Fertilización**

La fertilización del óvulo culmina en la penetración de un tubo polínico en el saco embrionario y en la doble fertilización del óvulo haploide y del núcleo polar diploide. El éxito de este proceso depende de la deposición del polen completamente viable en el estigma, la receptividad del estigma, la viabilidad funcional del pistilo y temperatura favorable durante el proceso.

La penetración del tubo polínico dentro del óvulo y el saco embrionario es el mejor indicador de la viabilidad del polen (Teliz 2000).

La exposición corta a una temperatura muy alta tuvo un efecto devastador: el polen derivado del estado masculino de las flores de 'Fuerte', que fueron

expuestas antes de la dehiscencia a 2 h a 40 ° C, tuvo mala germinación sin que los tubos polínicos llegaran al saco embrionario Gafni (1984) citado por Whiley et al. (2002).

El tubo polínico crece en la secreción estigmática, que contiene carbohidratos, lípidos y proteínas según refieren Sedgley y Blesing (1993) citados por Whiley et al. (2002). La penetración al óvulo ocurre de 18 a 24 horas después de la polinización a 25/20 °C (día/noche). El largo tiempo que requiere el tubo polínico para cubrir una pequeña distancia desde la base del estilo hasta el óvulo puede ser debido a la inmadurez del saco embrionario y consecuentemente a su inhabilidad de atraer al tubo polínico de manera inmediata (Sedgley, 1979b).

No se ha encontrado incompatibilidad gametofítica en el palto, el tubo polínico llega al óvulo cuando de autopolinizan (Sedgley, 1979a).

La germinación del polen en el palto y el crecimiento del tubo polínico están afectados por las concentraciones de boro en las flores. Para mejores resultados, la concentración de boro en las flores debe ser 50mg/kg según Robbertse et al. (1990) y Coetzer et al. (1993) citados por Whiley et al. (2002). El crecimiento el tubo polínico y la penetración al óvulo son afectados por la temperatura. El crecimiento óptimo del tubo ocurre para 'Fuerte' y 'Hass' a 25/20 °C (días/noche) tal como refiere Sedgley (1977a) citado por Whiley et al. (2002).

## **7. Amarre y caída de frutos**

Los cultivares de palto son notorios por el hecho de que producen miles de inflorescencias, cada una con más de 100 flores, de tal manera que el número total de flores por árbol puede estar en los millones según Sedgley y Alexander (1983) citados por Téliz (2000). Un millón de flores parece ser un número típico para un árbol adulto según menciona Bergh (1986) citado por Whiley et al. (2002). Sin embargo, tan solo uno o dos por cada inflorescencia podrían alcanzar su madurez. Se estima que el palto presenta un amarre de fruto que va del 0.02% al 0.1% (Chandler, 1958).

Por lo tanto, cuando el amarre inicial es adecuado (aproximadamente 10%), ocurre una caída masiva. Se ha calculado la cantidad de frutos caídos por árbol en 12000 y 15000 para 'Fuerte' y 100000 para 'Hass' (Chandler, 1958). La mayor parte de la caída ocurre durante el primer mes luego del amarre. Una segunda caída fluctúa a los 3 a 4 meses de edad del fruto con pesos de 50-100g se observó en 'Fuerte' y 'Hass' según Whiley et al. (1988) citados por Whiley et al. (2002).

El etileno es la hormona desencadenante en el proceso de abscisión. En frutales jóvenes, es producido principalmente por la semilla, particularmente la cubierta de la semilla (Davenport y Manners, 1982).

El amarre inicial de fruto en el palto es relativamente alto, pero la abscisión de frutillos al inicio de su desarrollo es un aspecto importante que no ha sido estudiado intensivamente. Una hipótesis para explicar el reducido amarre de fruto en el palto es de que pudiera haber una competencia con el crecimiento vegetativo (flujo de primavera en algunas regiones), el cual se desarrolla en el momento que las flores de las inflorescencias indeterminadas están amarrando fruto según Whiley (1990) citado por Téliz (2000). Esta hipótesis fue reforzada con los resultados de Cutting y Bower (1990), quienes incrementaron el amarre inicial de fruto de las inflorescencias indeterminadas removiendo el brote vegetativo.

Durante este periodo crítico, la retención/caída de fruto se caracteriza por: a) competencia entre el fruto joven y el crecimiento vegetativo; b) stress por deficiencia de agua; y c) sensibilidad del frutillo a temperaturas extremas según Lovatt (1990) citada por Whiley et al. (2002). Diversos intentos han sido realizados por demostrar la validez de la hipótesis antes mencionada. Los factores más mencionados son: competencia por carbohidratos, agua y/o reguladores de crecimiento, entre otros.

### *Rendimiento*

Los árboles de palto producen un número excesivo de flores (1-2 millones de flores/árbol). Sin embargo, solo uno o dos frutos de cada inflorescencia alcanzan

la madurez. Un buen número de frutos cosechados por árbol podría estar entre 200 y 300 según Whiley et al. (1998) citados por Whiley et al. (2002), aunque esto puede variar entre cultivares, pudiendo llegar a más de mil frutos por árbol. Así, la producción de fruto en el palto podría representar tan solo el 0.002 al 0.02% de la cantidad de flores producidas inicialmente.

En California, un buen rendimiento para el palto ‘Fuerte’ está entre 5.6 y 11.2 ton/ha y para el ‘Hass’ de 7.8 a 13.4 ton/ha. Información más reciente para el cultivar ‘Hass’ en Michoacán indica que una producción común para un huerto adulto (100 árboles/ha) con manejo intermedio oscila entre 11 y 15 ton/ha según refieren Aguilera-Montañez y Salazar-García (1996) citados por Téliz (2000).

Una idea sobre el potencial de producción del palto se puede obtener al comparar el costo energético de la fructificación con la capacidad fotosintética del árbol según Wolstenholme (1986) citado por Téliz (2000). El fruto del palto por ser rico en grasas (aceites mono y poli-insaturados) tiene un costo energético más alto que el de frutos acumuladores de azúcares con peso similar (manzanas, cítricos). La consecuencia es una producción más baja por hectárea según Wolstenholme (1986) citado por Téliz (2000). Si el promedio de producción potencial de un huerto de manzano de alta densidad y manejo intensivo sobre portainjertos enanos es de 100 ton/ha, el costo de energía equivalente para el palto sería de 32.5 ton/ha.

#### *Alternancia reproductiva*

La alternancia se caracteriza por un año de cosecha abundante (año “alto”) seguido por un año de baja producción (año “bajo”) (Monselise y Goldschmidt, 1982).

Una cosecha abundante puede suprimir el número e intensidad de flujos vegetativos así como reducir la intensidad de la floración y retardar el tiempo de anthesis (Salazar-García et al., 1998). La reducción en el número de flujos vegetativos durante el año “alto” reduce todavía más la intensidad de floración a través de la reducción de sitios (yemas) potenciales para la formación de inflorescencias. Un ejemplo de este comportamiento fue documentado en California, en donde durante el año de cosecha abundante la producción de

inflorescencias solo ocurrió en el 13% de los brotes, distinguiéndose además que la mayoría de las yemas apicales originaron brotes vegetativos (Salazar-García et al., 1998).

Tabla 5: crecimiento reproductivo y vegetativo en árboles de palto ‘Hass’ durante años de “alta” y “baja” producción en California.

Nivel de producción	Rendimiento (Kg/árbol)	Nº brotes/ rama	Tipo de crecimiento (% brotes totales)		
			Inflorescencias	Brote vegetativo	Yemas inactivas
“Alto”	66.1 a	17.6	13.3 b	71.9 a	14.9 a
“Bajo”	18.3 b	21.0	45.7 a	38.3 b	15.1 b

Fuente: Adaptado de Salazar-García et al. (1998).

En forma general, se reconoce que las semillas en desarrollo son una fuente de hormonas de las plantas; también se conoce que los frutos se caracterizan por su intensa demanda metabólica. Estos dos factores podrían explicar el efecto de los frutos sobre la floración y su relación con la alternancia productiva según Wright (1989) citado por Téliz (2000). La relación inversa que se observa entre la carga de fruto y la iniciación floral pueden explicarse por la competencia entre los sitios de demanda, siendo el fruto el demandante más fuerte. Como los primordios florales son pequeños y débiles demandantes, se esperaría que el fruto en desarrollo tome los asimilatos que le corresponderían a los primordios florales. Sin embargo, existen evidencias de que las hormonas producidas por las semillas inhiben la iniciación floral (Monselise y Goldschmidt, 1982). Los frutos partenocárpicos (sin semilla) permiten una buena intensidad de floración después de una cosecha abundante (Hoad, 1978).

Resulta importante el balance entre las tres principales hormonas, citoquininas, ácido abscísico y giberelinas, para lograr las condiciones apropiadas para la iniciación de las inflorescencias en el palto (Bower et al., 1990) plantearon un modelo simple para explicar la participación y el control de las hormonas endógenas en la iniciación floral en el palto. En este modelo se propone que

durante el estrés de baja temperatura (en otoño), el brote vegetativo deja de crecer (el nivel de giberelina disminuye) y los carbohidratos son consumidos por las raíces. Con esto, se forman nuevas raíces, las cuales entonces producen más ABA y citoquininas. Los niveles elevados de éstos dos últimos junto con los niveles reducidos de giberelina originan un ambiente interno adecuado para la iniciación de las inflorescencias. El papel de las citoquininas aquí es el de incrementar el número de yemas que brotarán, mientras que el ABA, se presume, está involucrado en la conversión de esas yemas reproductivas. De acuerdo a esto, en frutales tropicales y subtropicales, incluyendo los cítricos, mango y palto, la fisiología de la raíz es el factor clave involucrado en los procesos de floración y fructificación, en donde este factor es controlado tanto por los reguladores de crecimiento como por el contenido de carbohidratos del árbol.

#### IV. DESARROLLO DEL TEMA

El desarrollo del proceso fenológico en condiciones de Cañete presenta algunas particularidades que son importantes de resaltar. En general las condiciones agroclimáticas en esta zona, caracterizada por presentar una temperatura media de 16.8 °C, máxima promedio de 19.9 °C y mínima promedio de 13.7 °C en época de floración, generan en la palta y principalmente en la variedad ‘Hass’ abundante presencia de panículas florales del tipo determinadas y ausencia de brotes vegetativos, lo que conlleva a un desgaste de energía (Colonia, 2014).

##### 4.1 Floración del palto

En Cañete, la etapa de floración inicia a fines de agosto y se extiende hasta octubre. Aproximadamente dos meses y medio. Tal como refieren Bergh y Lahav (1996), en climas de temperaturas frías, el periodo de floración se extiende un poco más comparado con climas más cálidos. Este comportamiento se debe a que la apertura de yemas y flores no es uniforme. Se observó en campo que la antesis ocurre desde abajo hacia arriba de las panículas. Por lo tanto se presenta tres etapas marcadas de antesis. La primera etapa, o comúnmente llamada primera floración, ocurre desde fines de agosto hasta la primera quincena de setiembre. La segunda, en la segunda quincena de setiembre y la tercera, la primera quincena de octubre.

Tabla 6: Periodo de floración y polinizantes para condiciones de Cañete.

	Primera floración	Segunda floración	Tercera floración
Periodo floral ‘Hass’	Última semana de agosto al 15 de setiembre.	Segunda quincena de setiembre.	Primera quincena de octubre.
Polizantes	‘Zutano’	‘Fuerte’ ó ‘Ettinger’	‘Fuerte’ ó ‘Ettinger’
Recomendación	Se recomienda tener dos cultivares de polinizantes en un campo comercial. Siguiendo la distribución de la figura 7.		

Fuente: Elaboración propia.

Según menciona Davenport (1986), el palto necesita un periodo de reposo para florecer. El cual ocurre generalmente al término del crecimiento vegetativo. Esto se ha confirmado en campo. Se observó el crecimiento de un flujo vegetativo de verano que concluyó aproximadamente en marzo-abril. Hacia el mes de agosto se dio inicio a la floración. Periodo en el que también se pudo corroborar en campo, la diferencia entre el vigor de las panículas desarrolladas a partir de una yema de brote joven y otra de brote adulto; tal como refieren Salazar-García y Lovatt (1998) citados por Téliz (2000). Se observó que las panículas desarrolladas de las yemas diferenciadas de los brotes de verano fueron menos vigorosas que las que brotaron de las yemas diferenciadas de los brotes de la campaña anterior. También se observó que de los brotes jóvenes solo salían panículas de la yema apical, mientras que de los brotes más viejos las panículas salían también de las yemas axilares del brote. A continuación se describe de forma gráfica la fenología del palto para las condiciones del valle de Cañete.

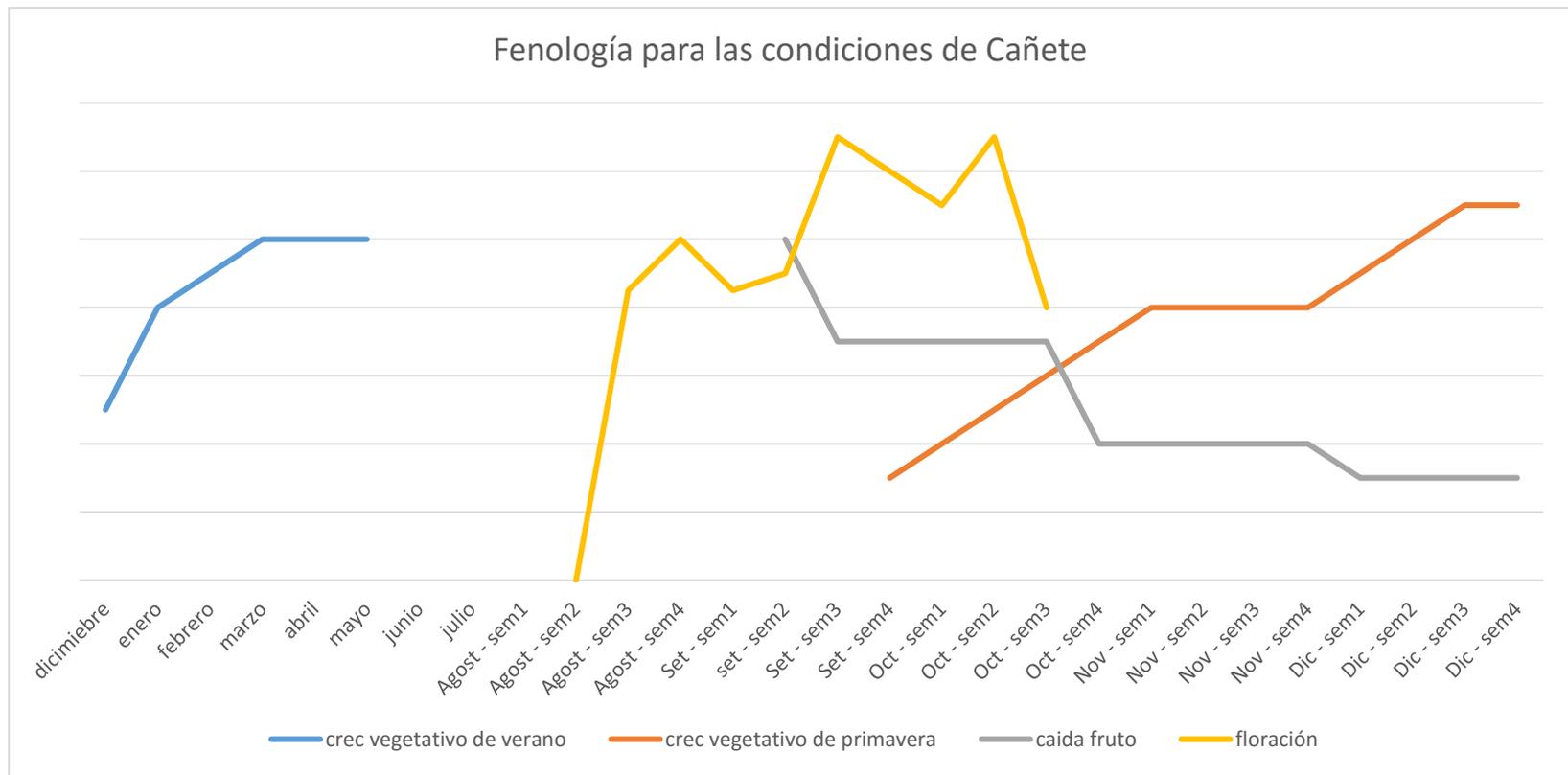


Figura 7: Fenología del palto ‘Hass’ para las condiciones de Cañete.

Fuente: Elaboración propia.

La figura 7 muestra las épocas del año en el que se observó el crecimiento vegetativo, reproductivo y la caída de frutos. Cabe mencionar que una labor importante realizada en condiciones de Cañete hacia la temporada de verano fue la poda. Dicha labor cultural sirvió para estimular el árbol y generar cierta respuesta que se manifestó en la producción de panículas florales del tipo indeterminadas, principalmente en todo el campo. Es por ello que en el figura 7 se observa que aparece el flujo reproductivo, o floración, y luego le sigue el flujo vegetativo, que inicialmente no aportará fotosintatos sino los consumirá, generándose una competencia por nutrientes y un desequilibrio en el árbol, desequilibrio que incluso contribuye a incrementar la caída de flores y frutos, según refieren Whiley (1990) y Bower y Cutting (1992) citados por Teliz (2000).

Se plantea un manejo para el brote vegetativo de las panículas indeterminadas y es el uso de reguladores de crecimiento como el paclobutrazol o uniconazol, que buscan frenar el crecimiento vegetativo durante las primeras semanas para que las flores y frutos recién cuajados tengan suficientes nutrientes para desarrollarse. Se usa Gratitude (Paclobutrazol) a razón de 1L/cil. El momento de aplicación es en setiembre cuando inicia el crecimiento vegetativo en las panículas indeterminadas. Lo expresado coincide con la forma y procedimientos del uso de triazoles como una alternativa para mejorar el cuajado y fructificación del palto según INTAGRI (2017).

## **4.2 Ciclo floral**

Al igual que lo referido por autores como Bergh y Lahav (1996), el palto ‘Hass’ presenta la dicogamia, en cuya primera apertura está funcional la estructura femenina y en la segunda apertura, la estructura masculina o grano de polen.

## **4.3 Polinización**

Algunos autores como Sedgley y Grant (1983), refieren que las bajas temperaturas en la época de floración afectan la dicogamia del palto incrementándose la oportunidad de autofecundación. Sin embargo, en Cañete se ha visto que no ocurre así por lo que es muy común en los campos

comerciales, la instalación de polinizantes del grupo B, tal como refiere Bergh (1977) citado por Whiley et al. (2002). Incluso en la práctica se usan floreros, lo cual consiste en realizar injertos del polinizante sobre las ramas del cultivar 'Hass'.

Los polinizantes son Zutano, Ettinger y Fuerte, cultivares del grupo B. El motivo de elegir entre uno u otro cultivar de este grupo es debido a la coincidencia en la floración con 'Hass'. Tal como refieren Stout (1933) y Traub et al. (1941) citados por Whiley et al. (2002); lo que se busca es la superposición de los periodos de floración entre los cultivares de los grupos florales A y B. Se observó en campo que, 'Zutano' coincide con la primera floración, mientras que 'Ettinger' y 'Fuerte' coinciden con la segunda.

La cantidad de plantas polinizantes es del 10% para las condiciones de Cañete. Este número relativamente alto de polinizantes por hectárea, comparado a otras realidades como valles interandinos, es debido a que las bajas temperaturas no benefician el buen desarrollo del cruce de 'Hass' x 'Hass'. Al haber mayor cantidad de polinizantes incrementa la probabilidad de cruce 'Hass' x 'polinizante' en el que el vigor híbrido del embrión brindaría mayor capacidad de resistencia al clima adverso y como consecuencia un fruto mejor conformado.

Otro aspecto relacionado con la polinización son los insectos polinizantes. En concordancia con los estudios realizados por Lesley y Bringhurst (1951), Gazit (1977) y Davenport (1986); es la abeja el insecto más importante. Pero debido a las bajas temperaturas y al clima nublado de Cañete en la época de floración, dicha actividad de la especie *Aphis mellifera* se ve reducida. Por lo tanto se recurre a la práctica de instalar colmenas en las parcelas comerciales. Para las condiciones del valle en mención, se ha visto necesario contar con hasta 20 colmenas por hectárea.

#### 4.4 Amarre y caída de frutos

En base a los reportes de autores como Adato y Gazit (1977) y Biran (1979) citados por Téliz (2000), el palto tendría dos etapas marcadas de caídas de frutos. Sin embargo, para las condiciones del valle de Cañete se evidencia tres periodos de caídas. La primera, es de flores y ocurre entre los meses de setiembre y octubre. La segunda, es de frutos recién cuajados y ocurre hacia inicios de noviembre. Ambas son caídas fisiológicas mediante las cuales el árbol regula su exceso de carga. Tal como refieren autores como Whiley (1990) y Bower y Cutting, (1992) citados por Teliz (2000); quienes lo atribuyen a la competencia con el desarrollo vegetativo de primavera.

Finalmente, se observó una tercera caída hacia fines de noviembre e inicios de diciembre, la cual corresponde a frutos del tamaño de una aceituna. Esta última caída coincidió con el crecimiento del flujo vegetativo de verano, por lo que este periodo de caída estaría relacionado a la competencia entre estos dos órganos involucrados. De las tres caídas, la segunda es la que ocurre en mayor intensidad. Es por ello que el manejo en este periodo, resulta importante para asegurar un mayor rendimiento.

Tabla 7: caídas naturales del palto.

	Primera caída	Segunda caída	Tercera caída
Caídas 'Hass'	Segunda quincena de setiembre hasta la primera quincena de octubre.	Segunda quincena de octubre hasta inicios de noviembre.	Fines de noviembre e inicios de diciembre.

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de los planes de manejo están el uso de productos químicos, hormonas y podas. El uso de boro, es con la finalidad de mejorar la viabilidad del tubo polínico. Tal como refieren Robbertse et al. (1990) y Coetzer et al. (1993) citados por Whiley et al. (2002). Las aplicaciones de boro se realizan cuando inicia la floración (estado de coliflor).

Una práctica usual en campo es el uso de citoquininas o úrea de bajo biuret pues también ayudan a mejorar el amarre y retención de frutos y se aplican, al igual que el boro, en estado de coliflor.

Otra práctica importante es la poda cuyo objetivo es generar nuevos brotes para equilibrar el exceso de floración que se presenta en esta zona. Esta práctica se realiza en otoño.

El anillado es otra de las prácticas para mejorar la diferenciación floral y el amarre del fruto. Se sabe que en el proceso de diferenciación floral, la yema requiere de carbohidratos como fuente de energía para los procesos de división y elongación celular. El anillado se realiza en la corteza de la rama y su efecto es restringir el transporte vía floema de las hojas a las raíces, mejorando la disponibilidad de carbohidratos en las yemas si es que el corte se realiza en otoño (favorece la inducción floral) (INTAGRI, 2017).

Mientras que si el anillado se realiza en primavera, mejora el cuajado de frutos. Al momento de realizar esta práctica se debe tener mucho cuidado y desinfectar los instrumentos de corte puesto que podría ser una vía para el ingreso de patógenos como *Lasiodiplodia theobromae*. También luego de realizado el corte se debe cicatrizar la herida. Para el cicatrizado se usa pasta de pintura con cobre y para la desinfección de herramientas hipoclorito de calcio al 10%.

## V. CONCLUSIONES

- Bajo condiciones de Cañete con temperatura media de 16.8 °C, máxima promedio de 19.9 °C y mínima promedio de 13.7 °C la floración principalmente es de tipo determinada.
- La poda de verano es una práctica que se realiza para lograr una mejor respuesta al cuajado, pues no solo genera el renuevo de brotes, sino también, estimula la producción de panículas indeterminadas.
- Los agentes polinizadores, *Aphis mellifera*, muestran mejor respuesta a un número de hasta 20 colmenas/ha para las condiciones de Cañete.
- La población de polinizantes como 'Fuerte', 'Zutano' o 'Ettinger' en campo es de 10%.
- La aplicación de boro mejora la viabilidad del tubo polínico incrementando el amarre del fruto.
- El uso de retardantes de crecimiento, paclobutrazol o uniconazol, mejoran el amarre del fruto cuando hay predominancia de panículas indeterminadas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Investigar la eficiencia de los diferentes cultivares de polinizantes para las zonas productoras de palto en nuestro país. A fin de determinar cuáles son los mejores para cada zona agrícola.
- Investigar la efectividad de las abejas al momento de la polinización y sobre la eficiencia de otros insectos polinizadores para nuestras condiciones.
- Estudiar la fenología para cada zona de producción de palto.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Bergh, B. O. and Lahav, E. (1996) Avocados. In: Janick, J. and Moore, J.N. (eds) Fruit Breeding. Vol I, Tree and Tropical Fruits. John Wiley & Sons, West Lafayette, Indiana. 113-166.
2. Bower, J.P, Cutting, J.G.M, Lovatt, C.J. and Blanke, M.M. (1990) Interactions of plant growth regulator and carbohydrate in flowering and fruit set. *Acta Horticulturae*. 275: 425-434.
3. Buttrose, M. S. and Alexander, D.M. (1978). Promotion of floral initiation in 'Fuerte' avocado by low temperature and short day length. *Scientia Horticulturae*. Vol. 8: 213-217.
4. Chandler, W.H (1958) Evergreen orchards, Second edition. Lea and Febiger, Philadelphia, Pennsylvania. 205-228.
5. Colonia C., L.M. (2014). Particularidades del crecimiento y desarrollo del palto (*Persea americana* Mill) Cv Hass en el valle de Cañete y algunas alternativas de manejo productivo. Trabajo profesional. UNALM. Perú. pág. 1 y 20-24.
6. Cutting, J.G.M and Bower, J.P (1990) Spring vegetative flush removal: the effect on yield, size, fruit, mineral composition and quality. *South African Avocado Growers Association Yearbook*. 13: 33-34.
7. Davenport, T.L. (1986). Avocado flowering. In *Horticultural reviews* 8.
8. Davenport, T.L. and Manners, M.M. (1982) Nucellus senescence and ethylene production as they relate to avocado fruitlet abscission. *Journal of Experimental Botany* 33: 815-825.

9. Diario Gestion 2017. Paltas peruanas: redescubra su potencial exportador y dónde cultivarlas. Disponible en:  
  
<https://gestion.pe/economia/paltas-peruanas-redescubra-su-potencial-exportador-y-donde-cultivarlas-2188001>.
10. Gazit, S. (1977) Pollination and fruit set of avocado. In: Sauls, J.W., Phillips, R.L. and Jackson, L.K. (eds) Proceedings of the First International Tropical Fruits Short Course: The Avocado. University of Florida, Gainesville, Florida. 88-92.
11. Government of Western Australia. Agriculture and Food. Consultado el 13 de setiembre de 2017. Disponible en: <https://www.agric.wa.gov.au/spring/growing-avocados-flowering-pollination-and-fruit-set>
12. Hoad, G.V (1978) The role of seed derived hormones in the control of flowering in Apple. *Acta Horticulturae* 80: 93-103.
13. Inoue, H. and Takahashi, B. (1990) Effect of Temperature on the Flowering Behavior of Avocado Trees. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 58: 927-934.
14. Lesley, J. W. and Bringhurst, R. S. (1951) Environmental conditions affecting pollination of avocados. *Yearbook. California Avocado Society*, 1951. 169-173.
15. Monselise, S. P. and E.E Goldschmidt (1982) Aternate bearing in fruit trees. *Horticultural reviews*. 4: 128-173.
16. Nevin, J.M. and Lovatt, (1989). Changes in starch and ammonia metabolism during low temperature stress-induced flowering in Hassavocao- A preliminary report. *South African Avocado Growers Association Yearbook*. 12: 21-25.
17. Reece, P.C. (1942). Differentiation of Avocado Blossom Buds in Florida. *Botanical Gazette*. 104: 323-328.

18. Salazar-García, S., E.M. Lord, and C.J. Lovatt. (1998). Inflorescence and flower development of the 'Hass' avocado (*Persea Americana* Mill.) during "on" and "off" crop years. *Journal of the American Society fo Horticultural Science*. 4: 537-544 p.
19. Sedgley, M. (1979 a) Intervarietal pollen tube growth and ovule penetration in the avocado. *Euphytica* 28: 25-35.
20. Sedgley, M. (1979 b) Light microscope study of pollen tube growth, fertilization and early embryo and endosperm development in the avocado varieties Fuerte and Hass. *Annals of Botany*. 44: 353-359.
21. Sedgley, M. and Grant, W. J. (1983) Effect of low temperature during flowering on floral cycle and pollen tube growth in nine avocado cultivars. *Scientia Horticulturae*. 18: 207-213.
22. Schroeder, C. A. (1952). Floral Development, Sporogenesis and Embryology in the Avocado, *Persea americana*. *Botanical Gazette*. 113: 270-278.
23. Stout, A. B. (1923). A study in cross-pollination of avocados in Southern California. *California Avocado Association Annual Report 1923*. 29-45.
24. Teliz, D. (2000). El aguacate y su manejo integrado. Pág. 57-99.
25. Whiley, A.W., Schaffer, B. and Wolstenholme, B.N. (2002). The avocado: botany, production and uses. 71-95, 101-126, 259-290.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1: Producción nacional de palta en toneladas.



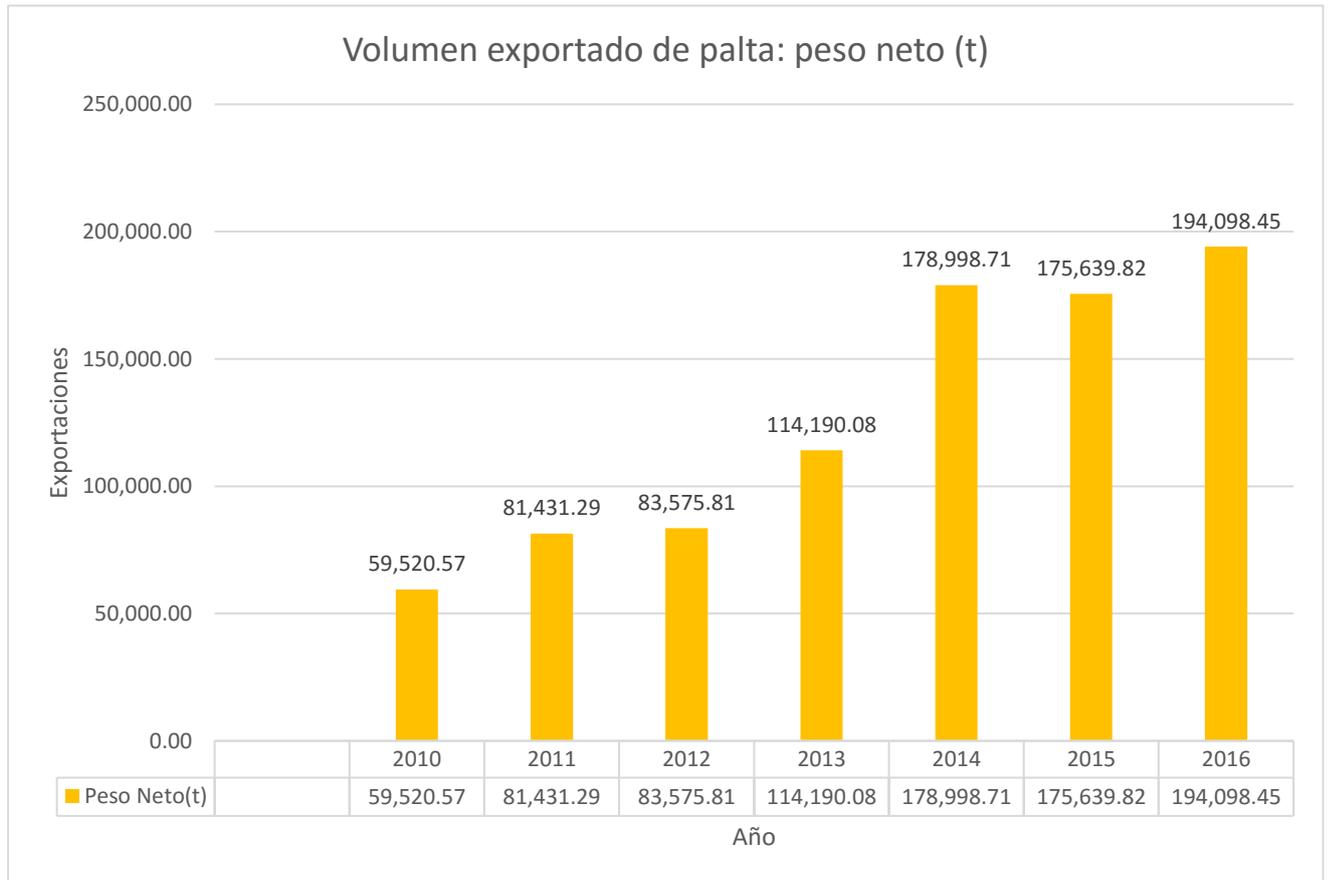
Fuente: Elaboración propia en base a Minagri 2017.

## Anexo 2: Rendimiento nacional de palta en kg/ha.



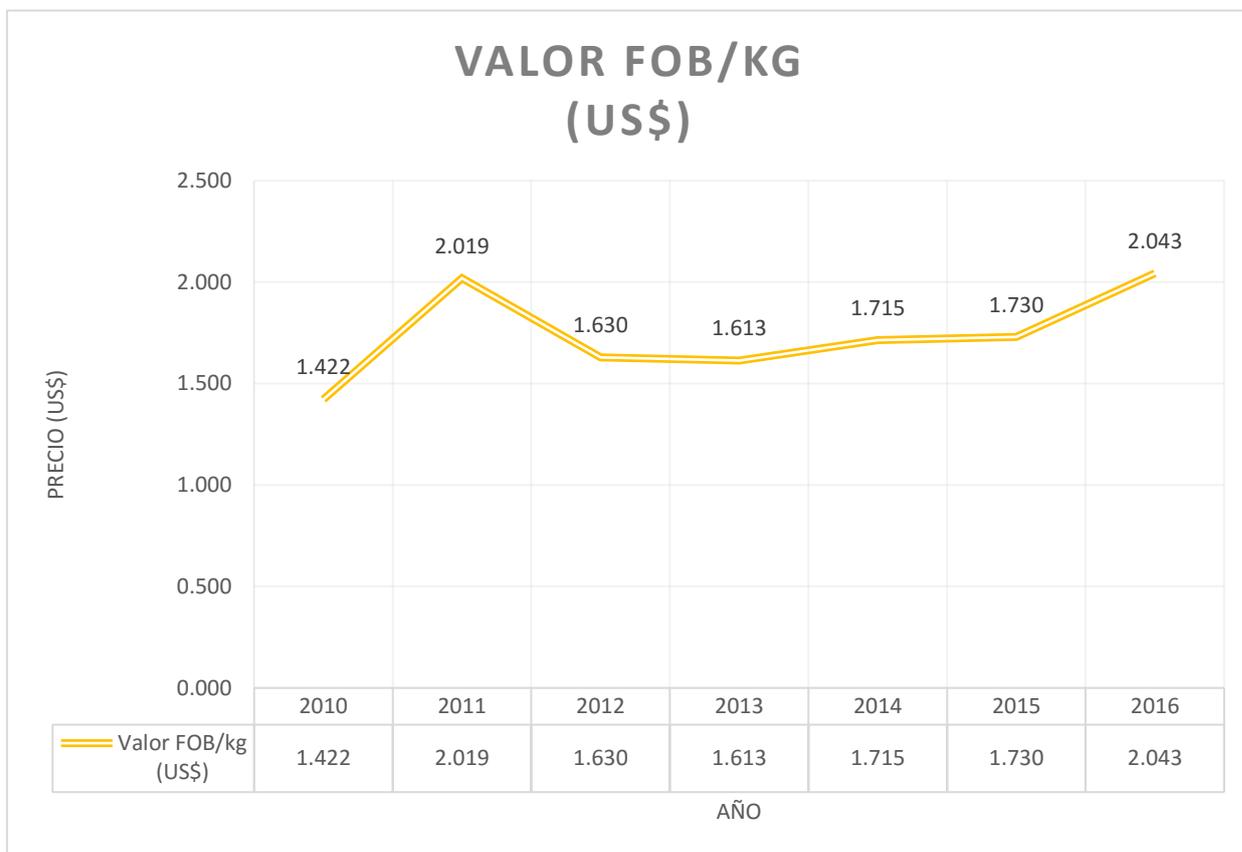
Fuente: Elaboración propia en base a Minagri 2017.

### Anexo 3: Volumen exportado de palta en toneladas.



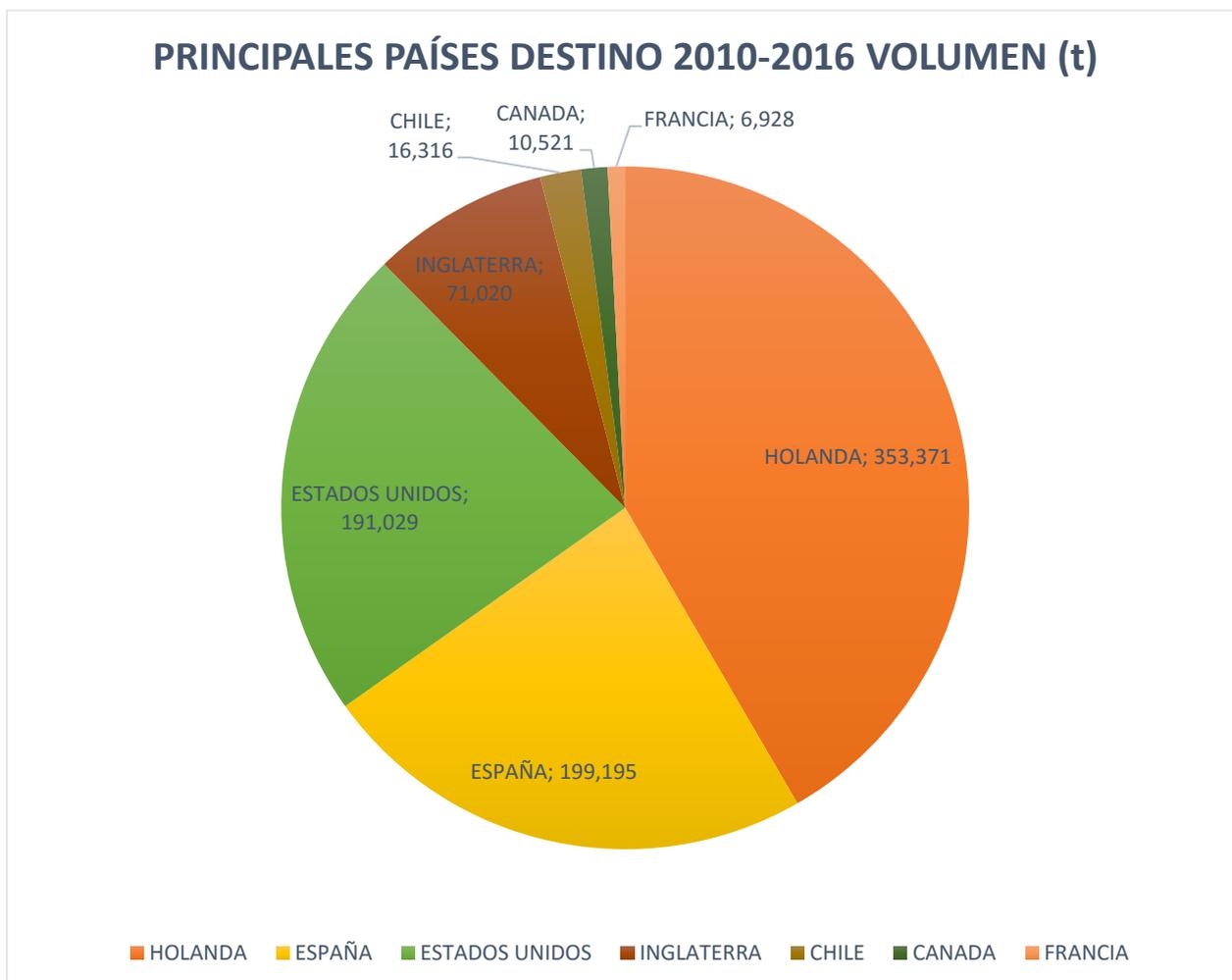
Fuente: Elaboración propia en base a Minagri 2017.

**Anexo 4: Valor FOB de las exportaciones de palta en US \$/kg.**



Fuente: Elaboración propia en base a Minagri 2017.

**Anexo 5: Principales países destino de las exportaciones en el periodo 2010 al 2016.**



Fuente: Elaboración propia en base a Minagri 2017.