

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS Y MANEJO DE
FLORACIÓN DEL PALTO (*Persea americana* Mill.)
EN EL VALLE INTERANDINO DE HUARMEY”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

INGENIERA AGRÓNOMA

KAREN DENIS CAYCHO RIOS

LIMA-PERÚ

2021

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

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

**“CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS Y MANEJO DE
FLORACIÓN DEL PALTO (*Persea americana* Mill.)
EN EL VALLE INTERANDINO DE HUARMEY”**

KAREN DENIS CAYCHO RIOS

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Ph. D. Walter Apaza Tapia
PRESIDENTE

.....
Dr. Erick Espinoza Núñez
ASESOR

.....
Ing. Mg. Sc. Sarita Moreno Llacza
PRESIDENTE

.....
Ing. M. S. Sofía Flores Vivar
ASESOR

**LIMA - PERÚ
2021**

DEDICATORIA:

Este trabajo se lo dedico especialmente a mi hijo Mateo, quien desde el primer día de su existencia lleno mi vida de dicha y amor. Eres la inspiración por ser mejor cada día, por ti y para ti.

AGRADECIMIENTOS

A mis amados padres por su apoyo incondicional, gracias por creer en mí y estar siempre conmigo, a mis hermanos y en especial a mi amado esposo por enseñarme que lo imposible deja de serlo si lo haces.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVO.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1 Origen y taxonomía del cultivo	3
3.2 Importancia del palto	3
3.3 Generalidades del cultivo.....	5
3.4 Fenología.....	5
3.4.1 Crecimiento vegetativo	5
3.4.2 Crecimiento radicular.....	7
3.4.3 Desarrollo reproductivo	8
3.5 Boro, zinc y calcio	24
3.6 Ácido giberélico	25
3.7 Citoquininas.....	26
3.8 Uniconazole.....	28
IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	29
4.1 Ubicación	29
4.2 Recurso hídrico.....	29
4.3 Características edafoclimáticas.....	29
4.4 Características del suelo	30
4.5 Propagación de plántones.....	31
4.5.1 Preparación de portainjertos.....	31
4.5.2 Injerto de palto ‘Hass’.....	33
4.5.3 Preparación del terreno	35
4.5.4 Instalación del cultivo	36
4.6 Riegos.....	36
4.7 Podas	37
4.7.1 Poda de formación	37
4.7.2 Poda de producción.....	38
4.8 Problemas fitosanitarios.....	40
4.9 Comportamiento del ciclo fenológico del palto cultivar Hass en el valle interandino de huarney	43
4.9.1 Floración y polinización.....	46
4.9.2 Cuajado y caída de frutos.....	49
4.9.3 Crecimiento y desarrollo del fruto.....	49

4.10	Manejo de floración.....	50
4.11	Manejo de amarre de frutos	51
4.12	Manejo de calibre del fruto.....	52
4.13	Cosecha.....	53
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	55
VII.	ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estados de desarrollo de una yema floral	12
Tabla 2: Grupo de floración A y B.	16
Tabla 3: Clasificación del calibre por peso de la fruta.....	23
Tabla 4: Características fisicoquímicas de los suelos del fundo Agroquilcap E.I.R.L - 2016.....	30
Tabla 5: Dosis de fertilización por etapa fenológica (kg/ha), campaña 2016 – 2017 en el fundo Agroquilcap E.I.R.L.....	31
Tabla 6: Consumo de agua del palto por riego de gravedad (m ³ /ha) campaña 2016 – 2017, fundo Agroquilcap E.I.R.L.	37
Tabla 7: Rendimiento anual del palto “Hass”, fundo Agroquilcap E.I.R.L.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fase de transición de la etapa vegetativa a la reproductiva en yemas apicales de palto ‘Hass’.....	11
Figura 2: Escala visual para evaluar el desarrollo floral del palto.....	13
Figura 3: Desinfección de semilla	32
Figura 4: Trasplante a bolsas de semillas germinadas	33
Figura 5: Plantas injertadas listos para trasplante a campo	34
Figura 6. Preparación de hoyos para trasplante de plantas injertadas en campo.....	35
Figura 7. Planta de 6 meses de edad lista para la poda de formación-flecha indicando el primer corte apical.....	38
Figura 8. Planta de 5 años de edad lista para la poda de producción después de cosecha	39
Figura 9: Fenología del palto Hass en el valle interandino de Huarney	43
Figura 10: Temperaturas del aire máximas y mínimas en Huarney, campaña 2016-2017, fundo Agroquilcap E.I.R.L	44
Figura 11. Comportamiento de la floración del palto Tipo A en condiciones de valle interandino de Huarney.....	47
Figura 12. Traslape de verticilos sexuales en una misma flor. Imagen tomada al medio día. Anteras dehiscentes pegados al pistilo, emitiendo el polen hacia el estigma. Pistilo erecto con el estigma receptivo.....	47
Figura 13. Flor de palto Hass realizando el cierre de apertura floral. Imagen tomada a partir de las 3:00 pm.....	48
Figura 14. Estigma no receptivo de la flor de palto. Se observa el estigma con una coloración marrón, imagen tomada a patir de las 3:30 pm	48
Figura 15. Temperaturas del aire máximas y mínimas durante la floración, campaña 2016-2017, fundo agroquilcap E.I.R.L.	49

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Preparación de semillas en cama almaciguera (despunte)	64
Anexo 2: Injerto de palto cultivar ‘Hass’ sobre ‘Zutano’	64
Anexo 3: Estado E8 (coliflor) de desarrollo de la yema (15/05/2017)	65
Anexo 4: Brote vegetativo de primavera y frutos cuajados (01/08/2017)	65
Anexo 5: Brote vegetativo de verano (15/12/2017).....	66
Anexo 6: Temperaturas máximas y mínimas, Campaña 2016-2017, Fundo Agroquilcap E.I.R.L.....	66

PRESENTACIÓN

En el presente trabajo se realizó la descripción detallada de la fenología del cultivo de palto cultivar ‘Hass’ y su manejo con el objetivo de explicar el desarrollo reproductivo desde floración, polinización, cuaje, caída y desarrollo de frutos en un campo comercial en condiciones de valle interandino de Huarmey. Así mismo, se detalló las labores de manejo para asegurar una buena producción.

Las labores realizadas durante la temporada 2016 y 2017 en el fundo Agroquilcap E.I.R.L. abarcaron toda la campaña del cultivo, sin embargo, se describe de manera más detallada el desarrollo reproductivo en donde se observó condiciones similares en los dos años consecutivos. Se observó que la floración comenzó desde el 25 de junio hasta el 8 de octubre aproximadamente, seguido por un primer flujo de crecimiento vegetativo (brote de primavera) entre 9 de julio hasta 20 de octubre aproximadamente y gran cantidad de caída de frutos del 15 de julio al 25 de octubre aproximadamente del mismo año debido a la competencia por fotosintatos entre brotes vegetativos y frutos cuajados, ya que el cuajado de frutos se da luego de la polinización de flores coincidiendo con el crecimiento vegetativo de mayor flujo. Se observó también un segundo flujo de crecimiento de menos intensidad, y como resultado una segunda caída de frutos menos intensa desde el 22 de diciembre al 15 de febrero del año siguiente. Asimismo, se describe las labores de manejo de floración para mejorar la productividad, como actividades de poda, aplicación de nutrientes y hormonas. En cuanto al comportamiento floral de dicogamia en el palto, se observó que las flores presentan autofecundación, una posible razón es que las condiciones climáticas favorecen este traslape entre el órgano femenino y masculino en la misma flor; como una temperatura promedio entre máximas y mínimas de 34°-13°C respectivamente, humedad relativa promedio 50% y altitud 1000 msnm, con un rendimiento promedio de 20 t/ha, siempre y cuando se dé el manejo y las condiciones favorables, aplicaciones foliares oportunas como calcio, boro y zinc, citoquininas, entre otros, en combinación con una adecuada fertilización edáfica, riego, podas y manejo fitosanitario.

I. INTRODUCCIÓN

El palto cultivar ‘Hass’ (*Persea americana* Mill.) es considerado un super alimento a nivel mundial debido a sus múltiples beneficios tanto nutricionales, farmacológicos, entre otros como por ejemplo su alto contenido en potasio y grasas saludables favoreciendo el sistema nervioso, muscular, así como controlar los niveles de colesterol (Teliz, 2000). Tal es así, que actualmente el Perú ocupa el segundo lugar en exportación a nivel mundial, después de México. La producción y exportación de palto del país va en crecimiento, en el año 2015 las exportaciones fueron de 175 732.00 toneladas métricas, aumentando a 410 463.00 toneladas métricas en el año 2020, con un valor FOB de USD 306 millones y USD 771 millones respectivamente. Las mayores exportaciones se dan entre los meses de mayo, junio y julio, que ocasiona una leve baja de precios FOB por la alta oferta. Ante este panorama de variación de precios respecto a los meses de producción, hay una ventana para ofertar frutos de palto en los meses de marzo y abril donde se obtiene elevados y estables precios, en promedio USD 2.00 por kilogramo de fruta (Servicio Nacional de Sanidad Agraria SUNAT, 2020).

El trabajo se desarrolló en el fundo Agroquilcap E.I.R.L. que presenta características ideales de valle para producir frutos precozmente (palta tempranera) en los meses de marzo y abril y obtener mejores precios, evitando competir en los meses de mayor exportación. En tal sentido, el presente documento describirá las características reproductivas, observados en campo; y el manejo de la floración del cultivo de palto ‘Hass’, que sirva como fuente de información a otros campos comerciales de similares condiciones y sea un referente para el inicio a posteriores investigaciones.

II. OBJETIVO

Como objetivo general se plantea determinar y diseminar el comportamiento reproductivo del cultivo del palto 'Hass' para la mejora de sus rendimientos, en condiciones de valle interandino en la zona de Huarmey-Ancash.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Origen y taxonomía del cultivo

El centro de origen del palto (*Persea americana* M) es América Central y zonas adyacentes al norte y sur de América. Los cultivares que hoy se conocen no descendieron de una especie original, sino a través de una serie de hibridaciones, con diferentes materiales introducidos desde otros lugares distantes del punto de origen (Whiley, Schaffer y Wolstenholme, 2007).

El palto pertenece a la familia de las Lauraceas, suborden Magnoleas, orden Laurales, clase dicotiledónea. El género *Persea* consta de unas 50 especies, entre las cuales está el palto y dentro existen tres razas o variedades botánicas: Mexicana, Guatemalteca y Antillana (Whiley et al., 2007; Chandler, 1962).

3.2 Importancia del palto

El palto se caracteriza por ser un producto importante en el mundo debido a que posee características extraordinarias, pues tanto el fruto, hojas e incluso la semilla es aprovechada en materia de salud dado que ayuda a reducir el colesterol, triglicéridos, niveles de insulina, desórdenes digestivos, etc.; también se usa en la industria de los cosméticos y productos de belleza, así como en la industria farmacológica (Castañeda y Mariles, 2018).

Una de las características del fruto de palto ‘Hass’ es su pulpa cremosa que le da un buen sabor, asimismo, tiene alta resistencia en el transporte y conservación en post cosecha, por otro lado, el cultivar ‘Fuerte’, se caracteriza por tener resistencia regular al transporte y almacenamiento. Los paltos cultivar ‘Nadal’, ‘Bacón’ y ‘Gwen’ presentan características importantes en cuanto a su peso, producción y maduración; sin embargo, no tienen tanta acogida en el mercado internacional. Cabe resaltar, que estos no son los únicos cultivares existentes, pues en el Perú se cultivan algunas otras como ‘Dickinson’, ‘Linda’, ‘Criollo’, etc. (MIDAGRI, 2015). A pesar que el palto cultivar ‘Fuerte’ posee más demanda en el mercado interno, es el palto cultivar Hass que presenta mayor exportación, pues equivale al

95% de lo requerido en el exterior y su buena adaptación es posible ya que el Perú posee una gran variabilidad climática y geográfica lo que le confiere una ventaja competitiva (Gestión, 2015). Tal y como refiere el MIDAGRI, en el Perú se puede producir palta durante todo el año; pero es entre los meses de mayo a julio donde ocurre la mayor proporción de producción (MIDAGRI, 2015).

En el año del 2020, a partir del mes de abril las exportaciones de palta sufrieron el impacto de la pandemia, y que, junto con la recuperación sostenida de los indicadores de consumo frente a los efectos del coronavirus, los mayores volúmenes exportados se concentraron entre los meses de mayo a julio (261 229 toneladas), y las exportaciones totales al cierre del año sumaron los 771 millones de dólares FOB, con una producción de 410 463 toneladas, lo que significó un aumento del 24% con relación a lo registrado en el 2019 (310 870 toneladas), sin embargo, este crecimiento de su oferta no fue acorde con el incremento del valor debido a los bajos precios, ya que los mercados se saturaron. En promedio los precios cayeron de US\$ 2.40 a US\$ 1.88 por kilogramo. En abril los precios de exportación de palta fueron de US\$ 1.97 por kilogramo, 4% por debajo del que tenía en el mismo mes del 2019 (US\$ 2.05 por kilogramo), y 21% por debajo del 2018 (US\$ 2.39 por kilogramo) y sus exportaciones sumaron 52 161 toneladas, 2% mayor que en el mismo mes del 2019 y 38% mayor que en el mes del 2018. Con respecto al precio de exportación durante los primeros tres meses del año del 2020 se obtuvo los US\$ 2.30 por kilogramo, 10% más que el año anterior (US\$ 2.03 por kilogramo) y 2% menos que en el 2018 (US\$ 2.34 por kilogramo), con respecto a los precios de mayo a diciembre del 2020 se obtuvo los US\$ 1.90 por kilogramo, 43% menos que en el 2019 (US\$ 2.72 por kilogramo) y similar al año 2018 (US\$ 1.9 por kilogramo) (AGRODATAPERU, 2021).

El MIDAGRI señaló que el principal continente al que se exportó en abril fue Europa, con 83% de participación y que la gran dinámica de incremento volumen se debió principalmente al buen desempeño de algunas regiones productoras en la costa como La Libertad (+30% de exportaciones), Lambayeque (+51%) y Ancash (+49%). Mientras en la sierra resaltaron especialmente, las cifras registradas en el departamento de Ayacucho, cuyos volúmenes de ventas en toneladas se multiplicaron por más de cinco veces (+405%) respecto a similar periodo del 2019, al igual que otras regiones de la sierra como Cusco (+305%), Apurímac (+154%) y Huancavelica (+59%), principalmente (Gestión, 2020). Entre los principales mercados internacionales de destino de esta fruta resaltaron Holanda, España, Chile, Estados

Unidos e Inglaterra, con un 83% de las exportaciones totales, donde las características de la palta nacional han conquistado el paladar de los consumidores. Debido a ello, hay una tendencia al crecimiento sostenido de las exportaciones de este producto. Además de ello, se realizó gestiones exitosas, a través del SENASA, para el acceso de palta ‘Hass’ a los mercados de Corea del Sur y Tailandia (Gestión, 2020).

3.3 Generalidades del cultivo

Comercialmente el cultivar Hass es el de mayor importancia en Perú y también en otros países del mundo, de clima subtropical (Nueva Zelanda, Chile, México, Estados Unidos, España, Australia, Sudáfrica, Israel). Fue seleccionada por Rudolf Hass en Glabra Heights (California), proviene de la raza Guatemalteca y además presenta genes Mexicanos. Se caracteriza por ser de crecimiento constante debido a las condiciones edafoclimáticas existentes de su zona de origen, produciéndose una selección natural que favorece la sobrevivencia de árboles de desarrollo rápido y continuo (Gardiazábal y Wilhelmy, 1995).

El palto se caracteriza por ser una especie alternante (Scholefield, Sedgley y Alexander, 1985). Sin embargo, Cautín (como se citó en Razeto y Fichet, 1996) menciona que el palto ‘Hass’ posee menos alternancia, con crecimiento erecto de desarrollo mediano y precoz, lográndose cosechas al segundo o tercer año. El palto se caracteriza por presentar una intensa floración y una cuaja cercana al 0,001 % (Sedgley, 1980). El bajo porcentaje de éste se debe a que presenta un gasto energético mayor que el de otras especies frutales, al contener un elevado porcentaje de aceite en su pulpa, aumentando a medida que el fruto se desarrolla; lo que potencia el desarrollo del añerismo.

Su floración dura alrededor de tres meses, desde mediados o hacia fines de primavera, presentando un patrón de floración tipo A (Gardiazábal y Rosenberg, 1990).

3.4 Fenología

3.4.1 Crecimiento vegetativo

El palto se caracteriza por ser de un tamaño de mediano a grande, alcanzando hasta 20 metros de altura, con un crecimiento apical principalmente (Calabrese, 1992).

Whiley, Schaffer y Wolstenholme (2002) mencionan que el flujo de crecimiento del palto no es uniforme y este se da en flujos periódicos, observándose árboles con hojas que varían en edad y vigor. Los brotes tienen un periodo largo de crecimiento que va desde la fase de importación neta a otra de exportación de carbohidratos. Es importante mencionar que hasta los 40 días de edad hay hojas que aún están absorbiendo carbohidratos para su crecimiento, existiendo una pérdida neta de energía ocasionada por el crecimiento de estos brotes. Las hojas también pueden almacenar grandes cantidades de carbohidratos y minerales que se reciclan durante los periodos de demanda. Así mismo; Whiley (1990) menciona que la fase de transición de la hoja entre demanda y fuente se presenta hasta que ésta alcanza el 80% de su expansión total, lo que tarda aproximadamente 40 días y la máxima actividad fotosintética se alcanza a los 60 días después de la apertura de yema. En las inflorescencias indeterminadas, las flores y frutos compiten con las hojas, sólo hasta que éstas alcanzan 2/3 de su expansión total. Las hojas nuevas, originadas a partir del ápice vegetativo de las inflorescencias indeterminadas, luego de 40 días son capaces de exportar los fotosintatos que produce.

Rosales et al. (2003) mencionan que en primavera poco después del periodo de floración, se inicia un largo periodo de crecimiento vegetativo. Cabe mencionar que la primera y más importante parte del ciclo vegetativo es la floración, durante esta etapa las reservas van declinando progresivamente ya que es una etapa muy demandante de agua, nutrientes minerales y carbohidratos (Scholefield et al., 1985; Whiley, 1990).

Tapia (1993) afirma que referente al ritmo de crecimiento en el palto 'Hass' este presenta dos flujos vegetativos, uno de mayor intensidad y otra de menor intensidad. Por ejemplo, en 1996 se registró en Quillota, Chile, el primer crecimiento vegetativo, que ocurre en primavera (mayor intensidad) desde el 7 de setiembre al 21 de diciembre y el segundo en otoño (menor intensidad) de 21 de marzo al 17 de mayo. El descenso del crecimiento vegetativo de primavera ocurre por la competencia producida entre flores y brotes, tanto por nutrientes, como por minerales y agua. El atraso del segundo período de brotación se daría por la competencia entre brotes y frutos en desarrollo o por las altas temperaturas de enero, febrero y marzo. Durante el crecimiento vegetativo de mayor intensidad (primavera), las reservas se dividen entre la floración y el crecimiento vegetativo, por ende, si existe un mayor número de órganos florales demandantes, las reservas disponibles para cada uno de

los brotes son menores; lo cual explica el menor tamaño de éstos, en árboles que presentan una floración más intensa, son paltos con media y baja carga frutal (Scholefield et al.,1985).

Según Wolstenholme y Whiley (1989), la menor intensidad del segundo crecimiento vegetativo (otoño) se debe a una menor cantidad de carbohidratos de reserva en los árboles, en comparación a cuando ocurre la brotación de primavera.

3.4.2 Crecimiento radicular

El sistema radicular posee pocos pelos absorbentes, la absorción del agua y los nutrientes la realiza a través de los tejidos primarios de las puntas de las raíces, esto provoca susceptibilidad al encharcamiento por asfixia o vulnerabilidad al ataque de hongos en el tejido radicular (Godínez, Martínez, Melgar y Mendezet, 2000). Sin embargo, posee raicillas que se encuentran en su mayor parte, 80%, a los primeros 30 cm de profundidad y el 20% entre 30 a 60 cm; es decir, el desarrollo resulta ser superficial (Whiley, 1987).

Whiley (1987) menciona que el crecimiento de la raíz de los paltos está determinado principalmente por la temperatura del suelo, no obteniéndose crecimiento significativo con temperaturas de suelo menores a 13 °C.

En Quillota- Chile, el palto ‘Hass’ presenta dos períodos de crecimiento radical. El primero se observa entre el 28 de octubre y el 3 de febrero y el segundo comienza el 17 de marzo y termina el 13 de mayo. Cada flujo vegetativo es seguido de un período de intensificación del crecimiento radical, existiendo una gran interdependencia entre el crecimiento radical y la brotación. El período en que comienzan los crecimientos vegetativo y radical difiere debido a las temperaturas, ya que la temperatura del suelo aumenta en forma más lenta que en el ambiente externo. En el primer pico de crecimiento vegetativo, llega un momento en el cual el nivel nutricional del árbol no puede seguir sustentando el desarrollo vegetativo, por lo tanto, disminuye, que coincide con el momento en que las raíces han alcanzado el nivel térmico de actividad (temperatura mayor a 18°C en el suelo) y desarrollo requerido. Luego de esto, las raíces alcanzan su máximo desarrollo, y su crecimiento se independiza del efecto de la temperatura (Tapia, 1993).

3.4.3 Desarrollo reproductivo

Según Hernández (1991), el periodo reproductivo comienza con el proceso de floración, luego del semi-receso invernal. Sin embargo, investigaciones recientes se ha observado 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, Lord y Lovatt, 1998).

La fase reproductiva se inicia cuando termina la etapa vegetativa o juvenil del árbol, esta se da con la floración, pero una etapa que le antecede, es la denominada inducción floral e iniciación floral, seguido de la polinización y fructificación. Problemas en cualquiera de estas etapas tiene un efecto negativo sobre la producción, que no será subsanado con posteriores prácticas culturales (Sedgley, 1987).

a) Inducción y diferenciación floral

Según Hess (1975), la inducción floral es aquel factor en donde ocurren cambios a nivel celular dentro de una yema vegetativa para la formación de órganos florales. Dichos cambios son invisibles y se originan de condiciones metabólicas en las células meristemáticas (Meyer, 1960). Ante una señal de estrés en la planta de manera intensa y duración suficiente, este origina la inducción floral, como, por ejemplo, bajas temperaturas, estrés hídrico, ataques de *Phytophthora cinnamomi*, deficiencia de nutrientes minerales, calor extremo, siendo las más importantes las bajas temperaturas y la sequía (Wolstenholme, 1990). Así mismo; Scholefield et al. (1985) afirman que la inducción floral coincide con la menor presencia de carbohidratos, de esta manera evita la menor competencia entre yemas florales y vegetativas.

Según Salazar-García, Cossio-Vargas, Lovatt, González-Duran, Pérez-Barraza (2006) refiere que trabajos realizados sobre la inducción floral en la variedad Hass, fueron necesarios valores inferiores a 19 °C, temperaturas mayores retrasaron y disminuyeron la floración. Otro aspecto importante y determinante fue el tiempo sometido a temperaturas bajas, por ejemplo, temperaturas menores a 20°C durante una semana no indujeron floración, por tres semanas el 17% de las yemas apicales produjeron inflorescencias y el 69% produjeron brotes vegetativos, en tratamientos de cuatro semanas, el 83% de las yemas

produjeron inflorescencias y no se presentó crecimiento vegetativo (Salazar-García y Lovatt, 1999).

Otro trabajo realizado en el cultivar 'Hass', concluye que este 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), siendo 23°/18°C (día/noche) el punto crítico cercano para la floración (Buttrose y Alexander, 1978).

Posterior a la inducción floral se da la diferenciación floral, en donde ocurre cambios morfológicos, para la transformación a una yema floral (Gardiazabal, 1998). Cowan, Cripps, Richings y Taylor (2001) mencionan que un conjunto de señales como la recepción del estímulo ambiental, la señalización hasta los puntos de transformación, transcripción y expresión de genes de identidad floral, importación de carbohidratos y la sincronía con los niveles hormonales endógenos son los encargados de ordenar estos cambios dentro de la yema.

Todo el proceso de diferenciación comprende desde el fin del último crecimiento vegetativo hasta la aparición de la inflorescencia (Calabrese, 1992). El tiempo que toma todos esos cambios son variables y va depender de las condiciones climáticas prevalecientes durante el desarrollo floral (Salazar-García et al., 1998).

Según Schroeder (1951), bajo condiciones de California, la diferenciación floral se da en un tiempo de seis a ocho semanas y determina que las estructuras florales y las yemas florales individuales son evidentes dos meses antes de la aparición de las flores. La diferenciación en Chile ocurre entre los meses de verano y otoño (Gardiazabal, 1998). Con respecto a la inducción floral hasta la antesis esta se da en un tiempo 18 a 20 semanas en el cultivar Hass desde abril hasta septiembre en la zona de Quillota-Chile (González, 1994).

En un estudio realizado en Nayarit, México, con clima semicálido el desarrollo floral de brotes de verano del palto 'Hass', tuvo un tiempo de desarrollo de 225 días desde el comienzo de la iniciación floral hasta antesis (Salazar-García, Cossio-Vargas, González-Duran y Lovatt, 2007), a diferencia del Sur de California con clima subtropical templado, los brotes del flujo vegetativo de verano, necesitaron 265 días desde la iniciación floral (agosto) hasta antesis (abril) (Salazar-García et al., 1998). En lo que refiere al desarrollo

floral de brotes de invierno en Nayarit, este fue de 367 días, presente 5 meses antes del flujo de verano. Con respecto a su influencia frente a la presencia de fruto sobre el desarrollo floral de yemas de brotes de crecimiento vegetativo de invierno, se demostró que su presencia no afectó el desarrollo floral, con un total de 367 días, desde S1= yema cerrada y puntiaguda hasta S11= antesis (véase en la Tabla 2), para condiciones de un huerto comercial de 12 años a 900 msnm con una temperatura anual de 21° en Venustiano Carranza, México (Salazar-García et al., 2007). Así mismo; se demostró que la carga de fruto de un árbol y la altura sobre el nivel del mar tampoco modificaron significativamente el desarrollo de las yemas reproductivas de brotes de flujos de invierno, con un tiempo de 371 días desde S1= yema cerrada y puntiaguda hasta S11= antesis, para ambos huertos a 900 m y 1200 m, con carga mayor a 100 kg/árbol y menor a 60 kg/árbol y temperatura 21 y 21.7 °C. Esto difiere en el sur de California, este mismo cultivar por lo general presentó dos flujos principales de crecimiento vegetativo, uno en primavera (abril a mayo) y otro en verano (julio a agosto), pero su presencia influyó mucho sobre la carga de fruto en el árbol, se observó que ha mayor carga este presenta un solo flujo vegetativo, el de primavera y si la carga de fruto fue muy ligera se presentó un flujo vegetativo adicional en otoño (Salazar-García y Lovatt, 1998). Referente al desarrollo floral de las yemas en brotes vegetativos de verano (julio) fue más dinámico que los provenientes de brotes vegetativos de invierno (febrero).

b) Estados de desarrollo de una yema

Salazar-García et al., (1998), diseñaron una escala visual en donde se identificó once estados secuenciales, macroscópicos, durante el desarrollo de una yema. Con el propósito de contar con una herramienta práctica que permita conocer con precisión el estado de desarrollo de las yemas florales, además de ser un auxiliar importante para los planes de diversas actividades de manejo agronómico, 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. Esta escala comprende desde el término de alargamiento del brote considerado como fase 1 (E1) del desarrollo floral de la yema hasta la antesis (E11).

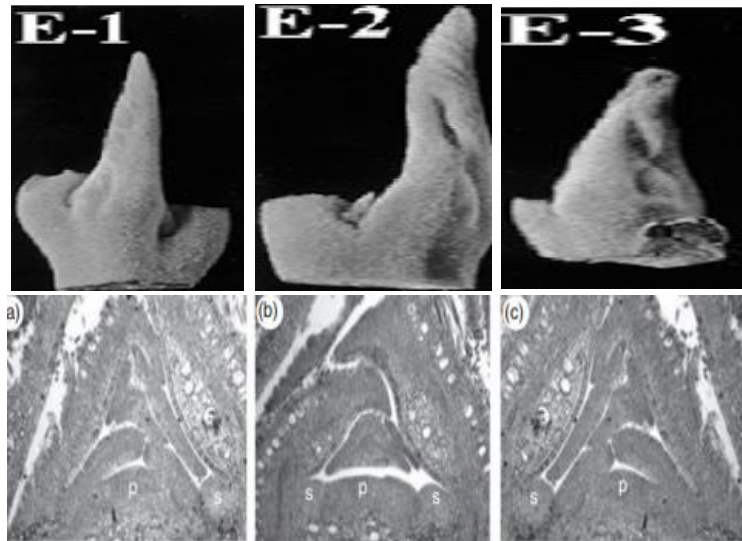






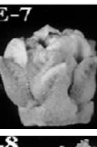






Figura 1: Fase de transición de la etapa vegetativa a la reproductiva en yemas apicales de palto 'Hass'. Abreviaturas: p, meristemo del eje primario; s, meristemo de la inflorescencia del eje secundario.

Fuente: Salazar-Garcia et al., 1998

Salazar-García et al. (1998), terminando el flujo vegetativo de verano (últimos días de julio, en California), el eje meristemático primario tiene forma convexa y posee uno o dos ejes secundarios meristemáticos ubicados en las axilas de las brácteas. Dichos meristemos podrían seguir desarrollándose y llegar a convertirse en meristemos florales solo si estas se encuentran en condiciones ambientales favorables para el desarrollo reproductivo, caso contrario, estos meristemos se detienen, debido a la producción de nuevos primordios foliares por parte del meristemo del eje primario. Cerca de cinco semanas más tarde, a fines de agosto, se pueden observar cuatro meristemos 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 meristemos de inflorescencias de eje secundario. Esta etapa es crítica en el desarrollo reproductivo y se le denomina “fase de transición”, en donde el meristemo del eje primario toma una forma aplanada, disminuyendo su actividad, asociándose con la transición a la fase reproductiva (Salazar-Garcia et al., 1998). La fase de transición se produce al principio del proceso de desarrollo de los brotes y su duración puede llevar de 2 semanas a más de 4 meses (Salazar-García et al., 1998). Dentro de los estímulos que contribuyen a esta transición está la temperatura como se mencionó anteriormente, el cual es el principal factor para el cambio de la fase vegetativa a reproductiva.

Tabla 1: Estados de desarrollo de una yema floral

Estados	Características	Foto
Estado 1	Yema cerrada y puntiaguda localizada dentro de las dos últimas hojas sin expandir del brote.	
Estado 2	Yema cerrada y puntiaguda. Las dos últimas hojas están expandidas y maduras.	
Estado 3	Yema cerrada y puntiaguda. Senescencia parcial de las escamas de la yema.	
Estado 4	Escamas separadas. Expansión de las brácteas de la inflorescencia hacia todos los lados de la yema.	
Estado 5	aumento del tamaño de la yema. Escamas separadas.	
Estado 6	yema redondeada. Solo las bases de las escamas exteriores permanecen. Presencia de brácteas de inflorescencia que la protegen.	
Estado 7	las brácteas de la inflorescencia se abren. La inflorescencia empieza a emerger.	
Estado 8	elongación de los ejes secundarios (estado coliflor). Los ejes terciarios todavía están cubiertos por sus brácteas. Se observan flores pequeñas sin abrir.	
Estado 9	elongación de ejes terciarios. La cima de flores es evidente. La yema vegetativa en el ápice de la inflorescencia indeterminada es visible.	
Estado 10	las flores están completamente diferenciadas pero cerradas.	
Estado 11	antesis. Rompimiento de la yema vegetativa en el ápice de la inflorescencia indeterminada; se inicia el flujo vegetativo.	

Fuente: Salazar-García et. al. (1998)

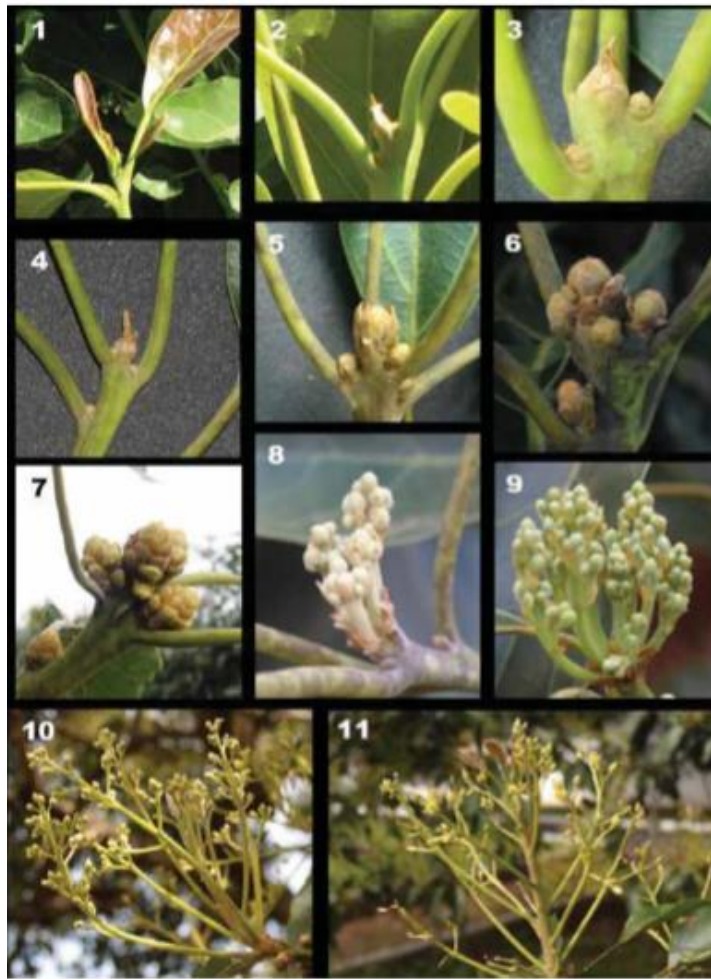


Figura 2: Escala visual para evaluar el desarrollo floral del aguacate.

Fuente: Salazar-García et al. (1998).

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 se compromete a la floración. Salazar-García et al. (como se citó en Téliz, 2000) menciona que la primera evidencia experimental del punto de determinación irreversible a la floración en palto ha sido obtenida recientemente, ellos utilizaron tratamientos con baja temperatura y el regulador de crecimiento ácido giberélico (AG_3) y demostraron que las yemas apicales del palto ‘Hass’ estaban determinadas irreversiblemente a floración después de cuatro semanas de estar sometidas a temperatura baja ($10/7$ °C día/noche).

c) Descripción de las flores

Las flores del palto son completas, es decir, poseen androceo, gineceo, cáliz y corola (Calabrese, 1992; Gardiazábal y Rosenberg, 1991). Rodeando al gineceo se encuentran tres estambres con dos nectarios en la base de cada uno e intercalados por tres estaminodios. Hacia el exterior, se encuentran seis estambres que no poseen nectarios (Beckey, 1989).

Las flores se agrupan en una inflorescencia compuesta denominada panícula, donde algunos o la mayoría de los pedúnculos se ramifican formando un racimo. El desarrollo de la inflorescencia ocurre en ramas de madera de un año de edad y también en brotes del mismo año (Rodríguez, 1982).

Sus inflorescencias pueden ser determinadas e indeterminadas. En las determinadas el meristemo del eje primario forma una flor terminal, los brotes se ubican hacia la parte superior o exterior del árbol donde la intensidad lumínica es mayor, cuando se cosechan los frutos el brote determinado muere. En las de tipo indeterminado el ápice del eje primario finaliza en una yema vegetativa, iniciando el crecimiento al momento de la antesis y continua después de la cosecha de los frutos existentes en la planta (Rebolledo y Romero, 2011).

d) Floración

La temperatura es el principal factor que tiene mucha influencia en la floración, se observa que una larga floración depende de las bajas temperaturas y su duración en la etapa inductiva, seguido de temperaturas cálidas iniciada la floración, además su duración depende también de los cultivares que varía de uno a ocho meses, pero en su mayoría dura de dos a tres meses, como por ejemplo los paltos mexicanos producen un mayor número de flores más temprano y los paltos 'Hass', lo hacen de manera más tardía (Gardiazábal y Rosenberg, 1991, Papademetriou, 1976). La variación de ápices de crecimiento, ya sea para producir brotes vegetativos o inflorescencias hace que podamos encontrar yemas en distintas edades de desarrollo, desde yemas hinchadas hasta flores en antesis (Dusan, 2014).

Salazar-García y Lovatt refieren que los brotes jóvenes son tan capaces para florecer como los adultos, siempre y cuando los primeros hayan terminado su elongación. La particularidad de los brotes jóvenes es que presentan 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.

Bergh (como se citó en Fercuerda, 1969) menciona que el palto presenta un comportamiento floral muy particular conocido como dicogamia protogínea de sincronización diurna. La dicogamia implica que las partes masculinas y femeninas maduran a destiempo. Todas las flores son masculinas o femeninas al mismo tiempo, es 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 (pistilo) madura antes que la masculina (estambres).









Whiley et al. (2002), La flor del palto abre en dos momentos y sus variedades se han clasificado en dos grupos A y B:

Grupo A: La primera apertura (femenina) inicia en la mañana y termina antes del mediodía. Presentando el estilo bien erguido y sobresaliente, con el estigma o superficie receptiva del polen brillante, blanco y aparentemente receptivo; los estambres permanecen acostados y con sus tecas cerradas (Gardiazábal, 1998). La segunda apertura (masculina) ocurre en la tarde del día siguiente. Cuando el estigma no está receptivo, se ve generalmente muerto y de color oscuro. Los estambres se encuentran erguidos con las tecas abiertas. La flor sólo genera polen al estar en estado masculino (Gardiazábal, 1998). Bergh y Lahav (como se citó en Janick y Moore, 1996) y Stout (1923) mencionan que la dehiscencia de la antera ocurre generalmente 1-2 horas. El ciclo de apertura floral dura de 30 a 36 horas.

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. En ambos tipos de floración, las flores cierran permanentemente después del estado masculino (Sedgley y Grant, 1983).

Gardiazábal y Rosenberg (1991) mencionan como las de tipo floral A los cultivares 'Hass', 'Mexcicola', 'Pinkerton', 'Rincón', 'Reed', 'Gwen' y 'Esther'. Al grupo B pertenecen los cultivares 'Bacon', 'Ryan', 'Edranol', 'Fuerte', 'Ettinger', 'Zutano' y 'Whitsell'.

Tabla 2: Grupo de floración A y B.

Período de tiempo		Estado	
		Tipo A	Tipo B
Día uno	Mañana		
	Tarde		
Día dos	Mañana		
	Tarde		

Fuente: Adatado de Carabalí et al., 2017

Rebolledo y Moreno (2011), las flores de palto presentan entre las dos aperturas un cierre intermedio y luego uno final de la flor. En la fase femenina los tépalos se abren y el pistilo esta erecto con el estigma receptivo al polen, los estambres están apoyados y protegidos sobre los tépalos con las anteras no dehiscentes y el proceso dura entre una a dos horas, dependiendo de las condiciones ambientales, la flor inicia su primer cierre cuando los estambres se levantan e inclinan hacia el centro de la flor hasta tocar el pistilo el cual continua erecto; sin embargo, este proceso se puede alterar por condiciones climáticas como el frío haciendo que el tiempo se prolongue. Es por ello que el proceso de sincronía en la floración es altamente sensible a la temperatura (Calabrese, 1990).

Cuando la temperatura oscila entre los 25 °C en el día y en la noche no desciende bajo los 10 °C, la flor se comporta como se describe anteriormente (dicogamia protoginea sincronizada). Con días nublados o fríos cuando la temperatura está por debajo de los 21 °C, el comportamiento floral por la mañana es exactamente inverso, el polen es liberado por la mañana y la parte femenina se presenta por la tarde (Calabrese, 1992). Temperaturas superiores a 20 °C son favorables para el proceso de polinización, mientras que noches frías

retrasan e inhiben la fase femenina, e incluso se puede afectar la sincronía de las fases (Dixon y Sher, 2002). Tapia (1993) y García (1997) coinciden según sus estudios, que la dicogamia tipo A descrita para el cultivar Hass, no se cumple bajo las condiciones ambientales de la zona de Quillota-Chile, por lo cual se produce traslape de flores femeninas y masculinas en un mismo árbol y ensayos realizados en ‘Hass’ y ‘Fuerte’ en la zona de Quillota, revelan que bajo ciertas condiciones de temperatura las flores femeninas y masculinas se traslapan dentro de un mismo árbol durante todo el día e incluso la noche; lo cual indicaría que los patrones de flores tipo A y tipo B no se cumplen en todas las zonas climáticas. Así mismo; Sedgley y Annells (1981) mencionan que en plantas de palto “Hass” mostraron que bajas temperaturas aumentaron el número de días de apertura floral; a una temperatura día/noche de 33/28 y 25/20 °C las flores abrieron en la mañana en estado femenino y de nuevo en la tarde del siguiente día bajo estado masculino, con un total de 36 horas de apertura floral, mientras que a temperaturas 17/12 °C las flores abrieron femeninas en la tarde del primer día, permanecieron abiertas toda la noche y cerraron hasta el siguiente día; dos días después en la tarde las flores abrieron en fase masculina, con un total de 72 horas de apertura floral, temperaturas de 25/20 °C resultaron tener un considerable traslape entre el periodo de apertura de los estados masculino y femenino.

Con respecto a la duración de la floración, este varía entre cultivares desde uno a ocho meses, pero en la mayoría de las variedades tiene una extensión de dos a tres meses (Papademetriou, 1976). Bergh y Lahav (1996), mencionan que en clima cálidos el periodo de floración es corto, mientras que en climas fríos es más largo. Sedgley y Annells (1981) señalan lo mismo, que el largo del periodo de floración disminuye a medida que aumenta la temperatura, demostrados en un trabajo experimental con el cultivar ‘Hass’, donde su periodo de floración fue 85, 42 y 15 días a 17/12, 25/20 y 33/28 °C (día/noche) respectivamente. Los resultados de floración en ‘Hass’ para tres regímenes de temperatura muestran que, a 33°C en el día seguido de 28 °C en la noche, abren menos flores que a 25/20 y 17/12. El número promedio de flores que abren por día es menor a 17/12 que en las otras dos temperaturas.

Por otro lado, trabajos realizados en Israel con el cultivar Fuerte, demostraron que un árbol que tiene una gran cantidad de flores, no necesariamente tendrá una gran cuaja y producción. En cambio, una floración más prolongada en el tiempo, sin ser en ninguna etapa muy abundante, produciría más fruta que una floración intensa, violenta y corta, ya que se agotarían las reservas del árbol, especialmente carbohidratos, elementos minerales y

reguladores de crecimiento, los cuales podrían aumentar la cuaja de la fruta en ese período (Wolstenholme, 1990). Además; Tapia (1993), menciona que en Quillota-Chile dentro del periodo de floración existe otras competencias de nutrientes a causa del flujo vegetativo, que aparece junto con la floración.

e) Polinización

La polinización, se define como la llegada del polen de la antera al estigma del pistilo. Bajo condiciones óptimas, el estigma está receptivo y el polen germina, produciéndose un tubo que crece a través del estigma, estilo y ovario, hasta llegar al óvulo (Lovatt, 1997).

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., 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 instalen con cultivares complementarios de grupos florales A y B, con periodos de floración superpuestos (Stout, 1933 y Whiley et al., 2002).

En cuanto a los 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 Bringhurst, 1951; Davenport, 1986).

f) Fecundación

El proceso de fecundación comprende desde que germina el polen, desarrolla el tubo polínico y este penetra el saco embrionario para dar inicio a la doble fecundación, se libera el núcleo espermático que llega hasta la oófera y el otro espermio fertiliza al núcleo polar diploide; la fusión de estos gametos se denomina fecundación. El producto de la fecundación es el embrión el cual se desarrollará dentro de la semilla del palto, la cual crecerá dentro del ovario, que desde ese momento pasa a denominarse fruto (Lovatt, 1997).

El éxito de la fecundación depende de la viabilidad del tubo polínico y de las temperaturas favorables durante este proceso, es por ello que 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). 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). La penetración del tubo polínico dentro del óvulo y el saco embrionario es el mejor indicador de la viabilidad del polen (Teliz, 2000).

g) Cuaja y caída de frutos

Culminado el proceso de fecundación tiene lugar el cuajado. Dussan (2014) menciona que el inicio de la cuaja se da cuando se produce la fecundación de la flor, que ocurre 24 horas después de la polinización. Lovatt (1997) menciona que la temperatura ideal para el cuajado fluctúa entre 20 y 25°C. Este proceso consta de dos etapas:

Etapa 1. Los pétalos secos recubren el ovario. En esta etapa se presenta la caída de las flores, por la mala o nula polinización.

Etapa 2. Alargamiento del pedúnculo, diferenciación del fruto y desprendimiento de los órganos florales.

El fruto como estado final de crecimiento de un órgano reproductor, comúnmente es una demandante fuerte de fotosintatos (Wolstenholme, 1990). Bollard, (Como se citó en Hulme, 1970) Se ha observado que el fruto en desarrollo puede atraer fotosintatos a expensas del

crecimiento vegetativo. Sin embargo, la flor generalmente tiene una prioridad menor que el fruto en atraer fotosintatos. De hecho, el desarrollo inicial de la flor puede ser retrasado por una competición severa del crecimiento vegetativo. Ho (como se citó en Marshall y Grace, 1992). menciona que una vez que los frutos comienzan a desarrollar, la dirección del transporte de fotosintatos cambia en favor del crecimiento del fruto.

Téliz (2000) afirma que 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. Whiley et al. (2002) mencionan que un millón de flores parece ser un número típico para un árbol adulto. 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).

Whiley et al. (2002) afirman que 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 50-100 g se observó en ‘Fuerte’ y ‘Hass’.

Así mismo Whiley (1990) refiere que el amarre inicial de fruto en el palto es relativamente alto, pero la abscisión de frutitos al inicio de su desarrollo es un aspecto importante que no ha sido estudiado intensivamente.

La razón para explicar el reducido amarre de fruto en el palto es de que pudiera haber una competencia con el crecimiento vegetativo (flujo de primavera), el cual se desarrolla en el momento que las flores de las inflorescencias indeterminadas están amarrando fruto. 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.

Lovatt (como citó en Whiley et al., 2002) mencionan que, durante este periodo crítico, la retención/caída de fruto se caracteriza por: a) competencia entre el fruto joven y el crecimiento vegetativo; b) estrés por deficiencia de agua; y c) sensibilidad del frutito a

temperaturas extremas. 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.

Tapia (1993) asegura que seguido de la cuaja de palto 'Hass' se produce una gran caída de frutos que se observa un mes después de la floración. Esta primera caída de frutos ocurre entre el 16 de noviembre y el 22 de diciembre. Además, existe una segunda caída de frutos, la cual es más leve y se observa entre el 2 de marzo y el 13 de abril, para la zona de Quillota-Chile.

h) Desarrollo del fruto

El crecimiento del fruto del palto, ya sea en largo, diámetro, volumen o masa, sigue una típica curva sigmoidea (Schroeder, 1953; Chandler, 1962). La primera fase comienza con el cuajado de fruto, se desarrolla una rápida división celular y su crecimiento es lento. La segunda fase se caracteriza por la expansión celular debido a la acumulación de agua y carbohidratos (fotoasimilados); su crecimiento y peso aumenta de manera más acelerada. En la tercera fase se da la maduración del fruto, donde ocurre una serie de cambios con características gustativas como cambio de color, aumento del contenido de azúcares, disminución de los ácidos, pérdida de firmeza del fruto y la formación de sustancias volátiles que confieren al fruto sus particulares aromas (Agustí, 2004).

El tamaño final del fruto de palto es resultado del número de células que lo conforman formadas en el periodo inicial de crecimiento y de la expansión celular o alargamiento durante la segunda fase de crecimiento, que en muchos casos se da hasta que el fruto alcance el 50% de su tamaño logrado en la madurez (Bower y Cutting, 1988). Las condiciones de estrés por altas temperaturas o sequía serán cruciales durante este proceso, ya sea desde floración o formación de frutos, principalmente dentro de los primeros 60 días después del cuajado donde se da el mayor número de divisiones celulares (Schroeder, 1953; Cowan, Moore-Gordon, Berling, Wolstenholme, 1997; Cowan et al., 2001). Es por ello que el calibre final del fruto depende mucho de las condiciones favorables durante los 120 días después de la floración (Cowan et al., 2001).

El proceso de maduración es también bastante excepcional, ya que a diferencia de muchas especies que maduran en el árbol, este fruto, aunque esté maduro fisiológicamente, contenga un alto contenido de aceite y a veces semilla germinada en su interior, no puede terminar su proceso de madurez sin ser cosechado. Frutos maduros que quedan en los árboles, se mantienen firmes y continúan el crecimiento y acumulación de aceite por varios meses después de la madurez fisiológica (Blumenfeld y Gazit, 1974).

Lee, Young, Shiffman, Coggins (1983) señala que en la palta se consideran tres tipos de madurez: la madurez fisiológica, la madurez de consumo y la madurez hortícola o comercial. La madurez fisiológica se define como la etapa de desarrollo en el cual se ha producido el mayor crecimiento del fruto. La madurez de consumo sugiere una buena disposición para el consumo y la madurez hortícola o comercial se define como la etapa de desarrollo donde la fruta cosechada se someterá a la maduración normal y proporciona buena calidad para el consumo. Es importante determinar la madurez fisiológica de la palta, para lo cual se emplean dos métodos de determinación de materia seca y el de contenido del aceite de la pulpa; el primero es el más común, ya que es un método menos costoso y más rápido que el segundo, además existe una relación inversamente proporcional entre el contenido de aceites y la humedad, (Lee et al., 1983). El color se emplea para clasificar la fruta de acuerdo con el grado de madurez. Respecto a la maduración de la palta 'Hass' el color va de verde a negro, son cambios de pigmentos que están en la cáscara. La textura también se puede considerar como un índice de madurez algunos estudios demuestran que la firmeza se correlaciona muy bien con la madurez del fruto.

Según Gardiazábal y Rosenberg (1991), el fruto madura desde septiembre a marzo, pero la fruta se puede dejar hasta más tarde en el árbol sin cosechar y sin que caiga, al igual que Hernández (1991) que indica su desarrollo entre septiembre a marzo.

En cuanto al calibre está relacionado directamente con el peso de los frutos y la cantidad de frutos contenidos en una caja de determinado peso. Según el CODEX ALIMENTARIUS los calibres, para cajas de 4 kilos, son los siguientes:

Tabla 3: Clasificación del calibre por peso de la fruta

Calibre	Peso (en gramos)	
2	>1220	
4	781	1220
6	576	780
8	456	576
10	364	462
12	300	371
14	258	313
16	227	274
18	203	243
20	184	217
22	165	196
24	151	175
26	144	157
28	134	147
30	123	137
32	80	123

Fuente: Codex alimentarius (Norma del CODEX para el aguacate). Revisión 2013

3.4 Rendimiento

Whiley et al. (2002) afirman que 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, 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. Normalmente un árbol adulto produce entre 1 a 1.6 millones de flores de las cuales apenas cuaja 0.001% a 0.23% (Sedgley, 1980).

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. 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. Si el promedio de producción potencial de un huerto de manzano de alta densidad y manejo intensivo sobre portainjertos enanos es de 100 t/ha, el costo de energía equivalente para el palto sería de 32.5 t/ha (Téliz, 2000).

Teliz (2000) afirma que en California, un buen rendimiento para el palto ‘Fuerte’ está entre 5.6 y 11.2 t/ha y para el ‘Hass’ de 7.8 a 13.4 t/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 t/ha

3.5 Boro, zinc y calcio

Se observó que la mayor capacidad de cuaja y retención de los frutos que tendrían los paltos con menor intensidad de floración también se debería a los mayores contenidos de boro y zinc presentes en las flores ya que estos elementos son importantes para la formación del tubo polínico (Salazar-Garcia, 2002). La menor concentración de ambos micronutrientes en paltos con baja carga se debe al mayor número de flores presentes, es por esto que, en los paltos con alta carga, al presentar floración menos intensa, el boro y el zinc se concentran en mayor cantidad. El tejido floral es un gran demandante en boro y zinc, por esto, al aumentar su número, se eleva también la demanda por ambos elementos, lo cual explica las menores concentraciones en árboles con una gran cantidad de panículas. En un ensayo se muestran los contenidos de boro y zinc obtenidos en flores provenientes de las distintas intensidades de carga frutal. En el caso del boro, la concentración en las flores pertenecientes a los árboles de alta carga presentó diferencias significativas en los paltos con mediana y baja carga; en cambio, la concentración de zinc en flores de árboles con baja carga, presentó diferencias significativas con los niveles de alta y media carga. El promedio general de concentración de boro fue de 35,7 ppm, concentración similar a lo obtenido por Barcenás, Molina, Huanosto, Aguirre (2003) y Castillo-Gonzales, Colinas-Leon, Ortega-Delgado, Martínez-Garza, Avitia-García (1998), quienes obtuvieron concentraciones entre los 33 y 37 ppm, sin embargo, estas cifras son menores a las presentadas por Robbertse, Coetze, Bezuidenhout, Vor-Ster, Swart (1990), quien al realizar un ensayo, demostró que para obtener un adecuado crecimiento del tubo polínico, las flores debieran presentar concentraciones de boro entre 50 – 100 ppm, situación que en Chile es difícil de alcanzar.

Según los resultados expresados, los paltos con menor número de frutos al inicio de la temporada presentaron las menores concentraciones de boro y zinc; en cambio los árboles con alta carga, las mayores concentraciones. Por ende, el contenido de ambos elementos es directamente proporcional a la cantidad de fruta presente en los árboles.

Whiley (1990), demuestra que, durante la floración, las hojas disminuyen su concentración de zinc y que las panículas pueden presentar entre un 88 y 180% más de zinc que las hojas, durante la antesis.

Barcenas *et al.* (2003) afirma que las flores de palto demandan una mayor cantidad de boro que las hojas y frutos, por el contrario, según ensayos realizados por Castillo *et al.* (1998), las flores presentarían una menor concentración de este elemento que las hojas.

Pérez (2017) menciona que las aplicaciones de calcio tanto en el suelo y de manera foliar son cruciales, debido a que si este en el suelo no ha sido asimilable para la planta por diferentes razones, la aplicación vía foliar se hace necesaria, su importancia en todas las etapas fenológicas del cultivo es fundamental y es en la etapa reproductiva requerido ya que el calcio actúa como un regulador de la división y extensión celular, a través de la activación de una proteína modulada por (calmodulina) activando el efecto sumidero en los frutos, de esta manera favorece la retención del fruto y mejora el calibre, además está relacionada con la firmeza en los frutos ya que forma parte de la pared celular y da estabilidad a la membrana celular. El calcio también tiene influencia sobre la disminución de los desórdenes fisiológicos de post cosecha, tales como ablandamiento prematuro, decoloración del mesocarpio y pudriciones del fruto (Ataucusi, 2015). En un ensayo se comprobó que la concentración de Ca de la fruta en desarrollo aumentó rápidamente durante las primeras 6 semanas después del cuajado y luego disminuyó rápidamente durante las siguientes 5 semanas con una disminución lenta a partir de entonces hasta la madurez. Es por ello que se requiere una concentración adecuada de Ca en la fruta para mantener la calidad poscosecha. Sin embargo, existe cierta dificultad para aumentar la concentración de Ca en la fruta, principalmente debido a la relativa inmovilidad del Ca en el suelo y la planta y su dependencia del flujo de agua para su distribución en los tejidos de la planta (Witney *et al.*, 1990)

3.6 Ácido giberélico

Blumenfeld y Gazit (1972) determinaron que existe gran actividad giberélica en el endospermo y en la cubierta de la semilla del fruto (aunque en esta decrece a medida que el fruto desarrolla). Se ha encontrado que antes del cuajado existe un incremento del contenido de giberelinas el cual está precedido por un aumento en el contenido de auxina. La concentración de ambos se incrementa desde el cuajado y alcanza su máximo en la fase de

crecimiento lento, luego en la fase de crecimiento exponencial su concentración disminuye (Bower y Cutting, 1988).

Las referencias encontradas sobre el efecto de las aplicaciones de AG₃ en el incremento del tamaño del fruto no son muy consistentes. Así pues, Zheng, Y. et al. (2011), encontró que al aplicar AG₃ a 25 mg/L en inflorescencias en estado de coliflor se incrementó la producción total y la producción de fruta de buen calibre comercialmente valorable (178 – 325 g/fruto). Por otro lado, Salazar-García y Lovatt (2000) indican incrementos en la producción en el año OFF al aumentar el peso de los frutos comerciales (de 213 a 269 gramos) cuando se aplica a inflorescencias en desarrollo 25 mg/L de AG₃.

Salazar-García, Cossio-Vargas, González-Duran. (2007b) afirma en cuanto a la influencia del AG₃ sobre la acumulación de materia seca encontró resultados muy consistentes al aplicar, a palto ‘Hass’ en Nayarit (hemisferio norte), 50 mg/L de AG₃ el 15 de julio y repetir la aplicación el 1 de agosto, logrando adelantar la madurez de los frutos (21.5% de materia seca) entre 24.8 a 28.2 días.

3.7 Citoquininas

Agustín (como se citó en Azcon-Bieto y Talon, 2013) piensa que las citoquininas son hormonas vegetales que estimulan la división celular en tejidos no meristemáticos y se producen en las zonas de crecimiento principalmente en los meristemas de las puntas de las raíces

De manera general, las citoquininas están implicadas en procesos de división celular, evitan la senescencia, aumenta el amarre y tamaño del fruto, estimula la brotación y protegen a las plantas del estrés abiótico (Lovatt, 2004). Además, las citoquininas aumentan la actividad del sumidero (sink) para mejorar la capacidad de la fruta para competir por los recursos (Bower y Cutting, 1988), previene la abscisión de las hojas y el envejecimiento, mantiene las hojas como fuente de carbono fotosintético, nitrógeno y otros nutrientes y reguladores de crecimiento endógeno, por ello los niveles altos de citoquininas durante el desarrollo temprano de la fruta son críticos para la obtención de fruta de gran tamaño (Cowan et al., 1997).

Actualmente la fuente de las citoquininas puede ser de origen natural, derivados de las aminopurinas, o de origen sintético, derivados de las fenilureas. Aunque ambas fuentes difieren en su estructura, poseen una actividad biológica similar. Agustín (como se citó en Azcon-Bieto y Talon, 2013) mencionan que actualmente la fenilurea más utilizada como citoquinina sintética es el tidiazurón (TDZ). En algunas plantas este compuesto es más efectivo que las citoquininas naturales en la promoción del desarrollo de yemas axilares y la diferenciación de yemas adventicias en cultivos *in vitro*.

Dentro del fruto del palto la actividad mitótica es sustentada por la acción de la citoquinina y la auxina, aun cuando parece que la semilla del palto “Hass” tiene poca habilidad para producir y almacenar esta última (Cowan, Taylor, Van Staden, 2005).

Blumenfeld y Gazit (1970), determinaron que los niveles de citoquininas en el embrión de la semilla de palto son elevados durante las primeras etapas de desarrollo del fruto, pero disminuyen a medida que crece la fruta, en contraste con la actividad citoquinínica en el endospermo la cual es muy alta durante todo el periodo que existe este tejido. Encontraron también que la cubierta de la semilla tiene muy altos niveles de actividad mientras que la fruta es joven, alcanzando valores comparables con los encontrados en el endospermo, el nivel de actividad disminuye a medida que la tasa de crecimiento del fruto disminuye y desaparece por completo en el momento que la cubierta de la semilla se torna a un color marrón oscuro lo cual coincide aproximadamente con el momento en que el fruto alcanza la “madurez hortícola”.

Una investigación hecha en Sudáfrica mostró que la concentración baja de citoquininas en frutos en desarrollo fue un factor que contribuyó al problema del tamaño pequeño del fruto del palto ‘Hass’ (Cowan et al., 1997). En otras investigaciones, Alvarado et al., (2000) encontró que al aplicar el TDZ, en ciruelo japonés ‘Shiro’, a concentraciones de 50, 100 y 200 mg/L mezclados con 40 mL/L de aceite, fue tan efectivo como el Dormex (5 mg/L) para adelantar el inicio de la floración, la época de plena floración y acortar el tiempo entre estas etapas, además con la dosis de 100 mg/L se observó que aumentó el diámetro del ovario y el grosor de la pared del ovario en la yema floral en brotación, en comparación con los demás tratamientos.

3.8 Uniconazole

El uso de retardantes del crecimiento, como paclobutrazol {(R*, R*) - b - [(4-clorofenil) metil] -a- (1,1-dimetiletil) -1H-1,2,4- triazol-1 -etanol}, (Cultar®; Syngenta Crop Protection, UK Limited), un regulador del crecimiento de plantas de triazol que inhibe la biosíntesis de giberelina (Davis et al., 1988), o uniconazol-P (Sunny®; Aquamarine BV) se ha centrado en controlar vigor del árbol. Los primeros estudios sobre el uso de paclobutrazol dieron como resultado una floración profusa. Este fue el caso de los árboles de aguacate ‘Hass’ en macetas (Köhne y Kremer-Köhne, 1990). Las inyecciones en el suelo (empapado), foliares o en el tronco causaron efectos similares, pero dependieron de la dosis (Köhne y Kremer-Köhne, 1990). Con respecto a la duración del efecto de los tratamientos retardadores del crecimiento, Köhne y Kremer-Köhne (1990) demostraron que para el palto ‘Hass’ el efecto de las aspersiones foliares de paclobutrazol duró de 4 a 6 semanas después de la aplicación, mientras que la supresión del crecimiento de los brotes mediante la aplicación del suelo duró 6 meses.

Adato (1990) no informó ningún efecto residual o acumulativo de las aspersiones de Cultar® (paclobutrazol) al 4% en dos años consecutivos de tratamiento, para el vigor del árbol, apariencia general, rendimiento u otros factores.

El propósito inicial de usar paclobutrazol o uniconazol fue controlar el tamaño del árbol; el uso más actual es para retrasar y reducir el crecimiento de los brotes en el momento de la floración durante la primavera. Esto se logra mediante aspersiones foliares antes o durante la antesis con el objetivo de favorecer el cuajado y el crecimiento inicial de la fruta al limitar la competencia por los recursos arbóreos en estas etapas críticas de fenología (Köhne y Kremer-Köhne, 1987; Adato, 1990; Wolstenholme et al., 1990). Sin embargo, se debe prestar especial atención a las condiciones de crecimiento, el ciclo alterno actual de producción, las dosis, las nuevas aplicaciones y la etapa de fenología del árbol. Además, se deben evitar las prácticas de manejo de los huertos, como la fertilización con nitrógeno o la poda, que estimulan el crecimiento vegetativo excesivo durante el brote primaveral.

IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

4.1 Ubicación

La empresa Agroquilcap E.I.R.L. se encuentra en la carretera Huarney-Aija km 50, distrito y provincia de Huarney, departamento de Ancash.

Su ubicación geográfica está ubicada en:

Latitud 9° 54' 47.2'' S

Longitud 77° 49' 34.6'' O

Altura 1040 m.s.n.m.

4.2 Recurso hídrico

El fundo se abastece del agua proveniente del río Aija-Huarney, siendo suficiente en los meses de avenida entre diciembre a agosto y, por el contrario, con déficit o limitación de agua necesaria para el riego en los meses de estiaje entre septiembre a noviembre.

4.3 Características edafoclimáticas

La zona presenta un suelo franco arenoso, con presencia de piedras en variadas formas y tamaños, una pendiente que varía de 5% a 25% de acuerdo con la ubicación de los lotes de cultivo, el suelo es pobre en materia orgánica (1.2 %) y un pH ligeramente alcalino de 7.3 y la presencia de nutrientes micros y macro es deficiente. Presenta un clima cálido templado, con una temperatura que varía de 13 °C a 39 °C y con baja presencia de nubosidad durante el invierno y una precipitación promedio anual de 80 mm.

4.4 Características del suelo

En la Tabla 4 se presentan los resultados del análisis físico – químico del suelo del campo del fundo Agroquilcap E.I.R.L. que cuenta con 20 hectáreas. Este fue realizado por el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Tabla 4: Características fisicoquímicas de los suelos del fundo Agroquilcap E.I.R.L -2016.

pH (1:1)	C.E.(1:1) dS/m	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	P (ppm)	K(ppm)	Análisis Mecánico		
						Arena	Limo	Arcilla
						%		
7.3	0.84	<0.10	1.02	3.6	140	66	26	8

Clase textural	C.I.C	Cationes Cambiables					Suma de cationes	Suma de Bases	% Sat De Bases
		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ +H ⁺			
meq/100 g									
Fr.A.	8.64	7.2	1.15	1.15	0.14	0.00	8.64	8.61	100

Fuente: Laboratorio UNALM, 2016

Según el análisis mostrado, el suelo presenta características físicas típicas de valle interandino. Posee una textura franco arenosa, de reacción ligeramente alcalina (pH 7.3), clasificado como muy ligeramente salino (0.84 dS/m, en pasta saturada) y presencia muy baja de carbonatos (menor a 0.1 %). Presenta contenido bajo de materia orgánica del suelo (M.O.S.) (1.02 %).

Presenta una capacidad de intercambio catiónico media (8.64 meq/100 g) y de acuerdo con su salinidad – sodicidad, está clasificado como un suelo normal (PSI = 1.6 %). Presenta un contenido bajo de fósforo disponible (3.6 ppm) según los parámetros de Olsen. Adicionalmente posee un nivel medio de potasio (140 ppm) disponible.

Entre las relaciones catiónicas, se puede determinar que este suelo es deficiente en magnesio y en potasio, en relación con el calcio disponible es normal; además de poseer un alto porcentaje de saturación de bases (100 %).

La fertilización anual usa dosis entre 368 g/planta de N, 144 g/planta de P, 560 g/planta de Ca, 112 g/planta de Mg, 54 g/planta de Zn, 19 g/planta de B y 11 g/planta de Fe, con un promedio 1.4 kg/planta en toda la campaña (Tabla 5), las fuentes usadas son nitrato de amonio, fosfato diamónico, sulfato de potasio, nitrato de calcio, sulfomag, sulfato de zinc, fertibagra y sulfato ferroso. La fertilización se divide en 6 veces durante la campaña y se localiza a 1,5 m del tronco aproximadamente.

Tabla 5: Dosis de fertilización por etapa fenológica (kg/ha), campaña 2016 – 2017, fundo Agroquilcap E.I.R.L.

Fenología	N	P	K	Ca	Mg	Zn	B	Fe
Prefloración	25	30	30	15	20	8	5	2
floración y cuajado	10	20	40	25	6	8	3	3
crecimiento de fruto 1 " \leq calibre 24"	80	15	80	30	10	6	4	2
crecimiento veg. "brote de verano"	20	15	80	30	18	6	0	0
crecimiento de fruto 2 " \geq calibre 22"	70	10	80	0	16	6	0	0
cosecha	25	0	40	0	0	0	0	0
TOTAL	230	90	350	100	70	34	12	7

Prefloración (15 may-25 jun), floración y cuajado (26 jun-8 oct), crecimiento de fruto 1 " \leq calibre 24" (09 oct-20 dic), crecimiento veg. "brote de verano" (21 dic-03 feb), crecimiento de fruto 2 " \geq calibre 22" (04 feb-15 marzo) y cosecha (16 mar-14 mayo)

Fuente: elaboración propia

4.5 Propagación de plantones

4.5.1 Preparación de portainjertos

La propagación de semillas para portainjertos en vivero se realizó con fecha 2 de mayo del 2016, esta actividad se dirige para la ampliación y recalce de plantas enfermas. Se utilizaron semillas de palto 'Zutano', considerando las características ideales de una planta como: tolerancia a plagas, resistencia a enfermedades, adaptación al clima y condiciones del terreno, productividad, etc (Villavicencio, 2018).

Una vez obtenida la semilla mediante selección, se procede a extraer el tegumento, luego se hace un pequeño despunte de aproximadamente 15%. Posteriormente, se realiza el tratamiento de desinfección para prevenir pudrición radicular por *Phytophthora cinamommi*, en 100 L de agua se disolvió 200 g de Thiofanate methyl + tiran (500g/kg, Homai, BASF) y 200 g Benzomil (benomyl) y para controlar al barrenador de semilla *Heillipus lauri* 100 g de methomil.



Figura 3: Desinfección de semilla

Fuente: Elaboración propia

El sustrato para las bolsas con medidas de 10 cm x 14 cm x 4 μm fueron de 40% arena, 40% tierra agrícola y 20% de compost. El porcentaje alto de arena facilita el crecimiento radicular y minimiza la compactación del sustrato en las bolsas.

Los tiempos de cada etapa en el vivero fueron:

- Germinación: 28 días, con una germinación del 95%, siendo la aparición de la radícula primero y posteriormente la aparición de la parte aérea.
- Germinación a injerto: 105 días.
- Prendimiento del injerto hasta estar lista para el trasplante: 70 días.



Figura 4: Trasplante a bolsas de semillas germinadas

Fuente: Elaboración propia

La enfermedad más común en el vivero es la pudrición radicular causada por *Phytophthora cinamommi*, para su control se aplicó sulfato de cobre pentahidratado (247 g/L, Phytón 27, Serfi) a razón de 500 ml en 200 l de agua, con un volumen de 300 ml por planta, la primera aplicación se realizó al mes cuando se da la germinación y la segunda a los 3 meses cuando se realiza el injerto.

Las plagas presentes son el gusano pegador de hojas *Argirotaenia spheropa*, que se controla con Spinosad (240 g/L, Entrust, Aris Industrial) a dosis de 70 ml por 200 l agua y arañita roja (*Olygonichus punicae*) con azufre (Sulfa plus 800 WG, Silvestre) a 500 g por 200 l agua.

4.5.2 Injerto de palto ‘Hass’

La operación de injerto es el método de propagación de frutales comerciales, debido a la uniformidad de producción, forma y calidad del fruto, además porque acorta el tiempo para que el frutal pueda producir ya que las plumas seleccionadas se caracterizan por ser fisiológicamente maduras, vigorosas y libres de enfermedades.

La operación puede realizarse en el vivero o en el sitio definitivo de plantación, en este caso se realizó en vivero teniendo así mejor control de humedad, plagas y uniformidad de plántones a ser trasplantadas al campo, minimizando el estrés por esta actividad.

Para la selección de las yemas o plumas se tiene que considerar la edad de la planta, recomendable dentro de un rango de 6 a 8 años, libre de enfermedades en especial del viroide de Sunblotch y con características de ser altamente productiva y constante. En condiciones del fundo, el periodo de recolección del material vegetal para plumas debe realizarse en brotes maduros de verano y su presencia es ubicada entre los meses de diciembre a marzo, de esta manera se garantiza que el 100% sean vegetativas al brotar sobre el patrón.

El tipo de injerto que se realiza en el vivero es de inglés simple y púa terminal teniendo un prendimiento del 98% a una altura de 1.20 cm del patrón, durante la actividad del injerto se cubre las yemas con cinta parafilm para evitar la deshidratación, además es importante la desinfección permanente de las herramientas y evitar el estrés de los plántones durante el prendimiento por falta de agua y sombra.



Figura 5: Plantas injertadas listas para trasplante a campo

Fuente: Elaboración propia

4.5.3 Preparación del terreno

Las condiciones geográficas del terreno del fundo inviabilizan el arado del suelo, pues la presencia de rocas y pendientes, que van desde 15 % hasta 40 % y que en los valles interandinos del Perú son comunes, presentan dificultades para realizar el subsolado e incorporación de materia orgánica en los camellones. Por ello, en nuestras condiciones se realiza el hoyado con dimensiones 60 cm x 60 cm x 60 cm y dentro de ella se incorpora 15 kg de compost y 300 g de abono sintético como nitrofoska (13-10-20 +3 S) o bayfolan suelo azul (12-12-17 + 2 Mg, 22 S y micronutrientes).



Figura 6. Preparación de hoyos para trasplante de plantas injertadas en campo

Fuente: Elaboración propia

4.5.4 Instalación del cultivo

Una vez obtenida las plantas injertadas se procedió a elaborar el marco de plantación, en nuestras condiciones son de 4 m x 4 m, con disposición de líneas en sentido nordeste-sudoeste, de tal manera que haya mejor aprovechamiento de luminosidad en todo el campo. Posteriormente se realizó los hoyos con las dimensiones ya mencionadas y el abonamiento de fondo.

Después de haber realizado el trasplante en el mes de enero del 2017, se procedió a instalar tutores de carrizo de 1.2 m para mantener la planta erguida y evitar el tumbado. Seguido a ello se riega y cubre con mulch para retener la humedad y aumentar el prendimiento.

En cuanto a la distribución de plantas polinizantes se considera de 4 a 8 % de árboles por ha. Sin embargo, para nuestras condiciones climáticas la presencia de polinizantes tipo B es menor a un 2% debido a que existe una autopolinización.

4.6 Riegos

El riego del palto en el fundo Agroquilcap E.I.R.L. es por gravedad. El riego por gravedad se realiza con una frecuencia de 1 vez por semana aplicando un volumen de agua promedio de 800 m³/ha. Con un volumen anual aproximado de 40 800 m³/ha/año. Siendo la etapa de desarrollo de fruto (octubre-marzo) la más demandante de agua con un promedio 900 m³/ha/semana. Estas medidas se obtuvieron mediante el método de aforos con flotadores, que consiste en medir la velocidad superficial (V) de la corriente y el área de la sección tramo estudiado (A), luego con estos valores aplicando la ecuación de continuidad se calcula el caudal $Q= V \times A$.

Considerando que esta especie es susceptible a las sales y que su sistema radicular puede ser afectado por diferentes hongos presentes en el suelo cuando la humedad es excesiva como *Phytophthora cinnamomi*, los surcos que llevan el agua corren paralelos evitando mojar el cuello de planta. Las plantas jóvenes tienen sistemas radiculares reducidos y por lo tanto necesitan riegos ligeros y frecuentes.

Tabla 6: Consumo de agua del palto por riego de gravedad (m³/ha), campaña 2016-2017, Fundo Agroquilcap E.I.R.L.

Fenología	volumen de agua (m³)
Prefloración	4800
floración y cuajado	12000
crecimiento de fruto 1 "≤ calibre 24"	9000
crecimiento veg. "brote de verano"	5600
crecimiento de fruto 2 "≥ calibre 22"	5400
cosecha	4000
Total	40800

Prefloración (15 may-25 jun), floración y cuajado (26 jun-8 oct), crecimiento de fruto 1 "≤ calibre 24" (09 oct-20 dic), crecimiento veg. "brote de verano" (21 dic-03 feb), crecimiento de fruto 2 "≥ calibre 22" (04 feb-15 marzo) y cosecha (16 mar-14 mayo)

Fuente: elaboración propia

4.7 Podas

4.7.1 Poda de formación

Esta actividad se realizó en la campaña 2017 durante el mes de junio y noviembre, después del trasplante del cultivo en campo, aproximadamente 5 meses posterior a ello, se procede hacer la primera poda. Es importante mencionar que por cada planta que se corta, es necesario la desinfección de herramientas con alcohol o hipoclorito de sodio (lejía) al 10 % y los cortes se realicen de manera muy cuidadosa con el fin de evitar lesiones que sirvan de ingreso a enfermedades como *Lasiodiplodia theobromae*. La poda consiste en la proliferación de materiales vegetativos que van a ser responsables en un futuro de la producción del cultivo, y se comienza eliminando materiales superfluos, como por ejemplo ramas próximas al suelo. El corte se realiza por delante de un punto de crecimiento (yema), que pueda servir como un material productivo, dejando un espacio de 1.5 cm a 2 cm (tocón) como área de soporte si se diera la infección de un hongo hasta la aplicación de pasta cicatrizante para evitar el ingreso de enfermedades y no perjudicar al resto de la rama, al momento de secarse el tocón. El otro paso muy importante es cortar la parte terminal del eje central de la planta con el fin de eliminar la dominancia apical y estimular la actividad metabólica hacia las partes laterales del árbol generando más ramas productoras. Este corte se debe realizar por encima de un crecimiento lateral por ejemplo ramas laterales y la planta comience a crecer horizontalmente. Este procedimiento se realiza de forma sistemática, al siguiente año se escoge de 3 a 4 ramas y se vuelve a cortar el eje central, al tercer año se sigue bajando el eje

central quedando con 3 a 4 ramas laterales y estas se siguen desarrollando las cuales van a soportar la producción en los siguientes años.



Figura 7. Planta de 6 meses de edad lista para la poda de formación-flecha indicando el primer corte apical

Fuente Elaboración propia

4.7.2 Poda de producción

Esta poda se realizó en el mes de mayo del año 2016 y 2017 en plantas productivas y se efectúa normalmente después de la cosecha y consiste en eliminar chupones que perjudiquen la iluminación dentro del árbol y externa entre planta y planta, para ello se eliminan ramas desde el inicio de su crecimiento, esta labor es importante para evitar brotes improductivos por causa de la ausencia de luz además de ser fuente de inóculo para *Lasiodiplodia theobromae* o plagas. Es importante mencionar que los cortes deben dejar un punto de desfogue de 2 cm para que no perjudique a la rama al momento de secarse el tocón.

Se debe tener mucho cuidado con los brotes jóvenes del año, que es donde se produce la fruta de mejor calidad y mejor cuajado por ello se debe evitar el despunte de estas hojas, además que al hacer el despunte se incentiva el crecimiento vegetativo, que va a generar competencia entre brotes nuevos y frutos cuajados. Las ramas viejas y enfermas se eliminan para generar material joven para la siguiente campaña.



Figura 8. Planta de 5 años de edad lista para la poda de producción después de cosecha

Fuente elaboración propia

Al hacer un buen manejo de poda se obtiene incrementos en cosecha y calidad del fruto. Esto es seguido de una serie de labores en campo tanto nutricionales, fitosanitarios, riego, entre otros. Los resultados se obtienen desde el segundo año cuando la planta comienza a producir (Tabla 7).

Tabla 7: Rendimiento anual del palto ‘Hass’, Fundo Agroquilcap E.I.R.L.

Campaña	Rendimiento (t/ha)
2011 - 2012	3
2012 - 2013	7
2013 - 2014	12
2014 - 2015	15
2015 - 2016	18
2016 - 2017	19
2017 - 2018	20
2018 - 2019	19
2019 - 2020	20

Fuente: Elaboración propia, 2021

4.8 Problemas fitosanitarios

Para nuestras condiciones las principales plagas que representan un problema para la producción de palta son:

Olygonichus yothersi* y *Olygonichus punicae

Es la plaga de mayor problema en la zona, está presente en casi toda la campaña debido a las condiciones de alta temperatura durante todo el año y además del polvo que cubre a las hojas, es por ello que en el mes de mayo (después de poda) y los meses de enero y febrero se realizó el control cultural mediante lavados con alta presión, se usó detergente agrícola con un gasto de agua promedio de 2600 l/ha. En cuanto al control químico se usaron acaricidas con diferentes ingredientes activos de manera que se puedan rotar y evitar generar resistencia de la plaga. La estrategia que se realizó fué con Etoxazole (110g/L, Acarisil, Silvestre) a razón de 100 ml/200 l y azufre (Sulfa plus 800 WG, Silvestre) a razón de 1 kg/200 l para el control de huevos, ninfas y adultos durante la segunda quincena de mayo. La siguiente aplicación se usó el producto Fenazaquim (200 g/l, Magister, Grupo andina) a razón de 200 ml/200 l durante el mes de octubre y cerca de la cosecha (enero-marzo) se aplicó en tres oportunidades aceite de canela (20%, Crops Canela, Crops protección) a razón de 150 ml/200 l para el control de adultos con intervalo de 10 días y así romper el ciclo biológico. Su control es importante debido a que debilita la actividad fotosintética de las hojas, función principal para la elaboración de fotosintatos y asegurar alta producción.

Dagbertus minensis

La aparición de este insecto chinche, comenzó en el año 2017, entre los meses de junio-noviembre en época de prefloración, floración y cuajado, afectando las flores y frutos pequeños en desarrollo causando la deformación de frutos hasta un 90%. Las aplicaciones químicas son el principal control, como por ejemplo el Methomil (90g/100g, Lannate, Farmex) a razón de 200 g/200 l, Spinosad (240 g/l, Entrust, Aris industrial) a razón de 70 ml/200 l y thiametoxan+lambacialotrina (106.00 gr de Lambdacihalotrina por litro y 141.00 gr de Thiamethoxam por litro, Engeo, TQC) 200 ml/200 l. siendo los momentos de aplicación durante la prefloración, floración y crecimiento de fruto. Las aplicaciones se recomiendan hacerlas en las noches, cuando hay menos ocurrencias de insectos polinizadores.

Heliothrips haemorrhoidalis

Aparece en los meses de junio a octubre durante la etapa fenológica de floración raspando los brotes florales y frutos recién cuajados, disminuyendo la calidad del fruto. Para su control básicamente se utiliza productos químicos como Metomil (90g/100g, Lannate, Farmex) a dosis de 200 g/200 l, clorpirifos (480g/l, Lorsban, Bayer) 400 ml/ 200 l, spinethoran (60g/l, Absolute, Bayer) 100 ml / 200 L, Spinosad (240 g/l, Entrust, Dow) 70 ml/200 l, profenofos (500g/l, Selecron, Farmagro) 500 ml/ 200 l. El momento de aplicación es en prefloración y floración.

Queresas

Según los reportes de evaluaciones de queresas se ha tenido poblaciones no significativas, sin embargo, se realiza controles culturales como la poda sanitaria o podas después de la cosecha, la eliminación de hojas infestadas del suelo y lavados con agua y detergente agrícola con gasto de 3000 l/ ha. Las aplicaciones de insecticidas sistémicos son claves para su control, principalmente para prevenir la presencia de *Fiorinia fiorinae*, plaga cuarentenaria, que se ubica en el fruto y su eliminación es complicada afectando las exportaciones. Otros daños que causa es el amarillamiento y defoliación de la planta debido a que se alimentan de la savia. En altas poblaciones se afecta la actividad fotosintética y respiración de la planta. Se ubican principalmente en el envés y también en el haz de las hojas y frutos. Son muy agresivas y rápidamente invaden de forma abundante. Se

recomiendan acompañar los insecticidas con aceite agrícola por la presencia de escamas queratinizadas y ceras sobre sus cuerpos. Para su control se aplica spirotetramat (150 g/l, Movento, Bayer) a dosis 250 ml/200 l.

Aleurodicos cocois

Para el control de mosca blanca, se hacen lavados con agua y aceite agrícola (80% p/p, Tritex, Bayer) a dosis de 1l/200 l e insecticidas como spirotetramat (150 g/l, Movento, Bayer) a dosis 250 ml/200 l, dinotefuran (500 g/ kg, Stricto, Interoc) a dosis 200 g/200 l , acetamiprid (200 g/l, Gladiador, Neoagrum) a 100 g/ 200 l y buprofezin (250 g/kg, Hook, Agroklinge) a 250 g/ 200 l.

Argyrotaenia sphaleropa

Los comedores de follaje como *Argyrotaenia sphaleropa* están presentes y se evidencia durante la aparición de brotes nuevos y cuajado de frutos principalmente al estar pegado el fruto a la hoja. Se realiza el control químico con la aplicación de Spinosad (240 g/l, Entrust, Aris Industrial) a dosis de 60 ml/ 200 l.

Principales enfermedades

Tristeza del palto

Es ocasionado por el pseudohongo *Phytophthora cinnamomi*, se usa control biológico con *Trichoderma harzianun* 1 kg/200 l y control químico Metalaxil (350g/kg, Fitoklin, TQC) 200 g/ 200 l, Sulfato de cobre pentahidratado (247 g/L, Phytan 27, Serfi) 500 ml /200 l y Fosetyl de aluminio (800g/kg, Aliette, Bayer) 500 g/ 200 l. Las aplicaciones se dan después de la cosecha, una vez por campaña.

Muerte regresiva

El agente causal es *Lasioploida theobromae* y los daños son aparición de canchales o heridas en las ramas y posterior muerte, el control químico es con Prochloraz (450g/kg, Sportak, farmagro) 250 ml/200 l, Sulfato de cobre pentahidratado (247 g/L, Phytan 27, Serfi) 500 ml/200 l y thiabendazole (500g/l, Mertect, TQC) a razón de 250 ml/200 l.

Viroide de la mancha solar

El agente causal es el avocado sunblotch viroid (mancha del sol del aguacate), los síntomas presentes son acanaladuras en ramas y frutos. Siendo el único control la eliminación total de la planta.

Botrytis o pudrición gris

Causada por *Botrytis cinerea*, se usa control químico con Pirimetanil (400g/l Scala, Bayer) 250 ml/ 200 l, Boscalid (500g/kg, Cantus, BASF) 200 g/ 200 l, Iprodione (500g/kg, Rovral, farmagro) 250 g/200 l y Carbendazina (500g/l, Protexin, Silvestre)500 ml/200 l

4.9 Comportamiento del ciclo fenológico del palto cultivar Hass en el valle interandino de huarmey

En las condiciones del fundo, la floración es homogénea y el inicio de este periodo se observa a fines de junio hasta la primera semana de octubre.

A continuación, se describe de forma gráfica la fenología del palto para las condiciones del fundo Agroquilcap E.I.R.L.(Figura 9).

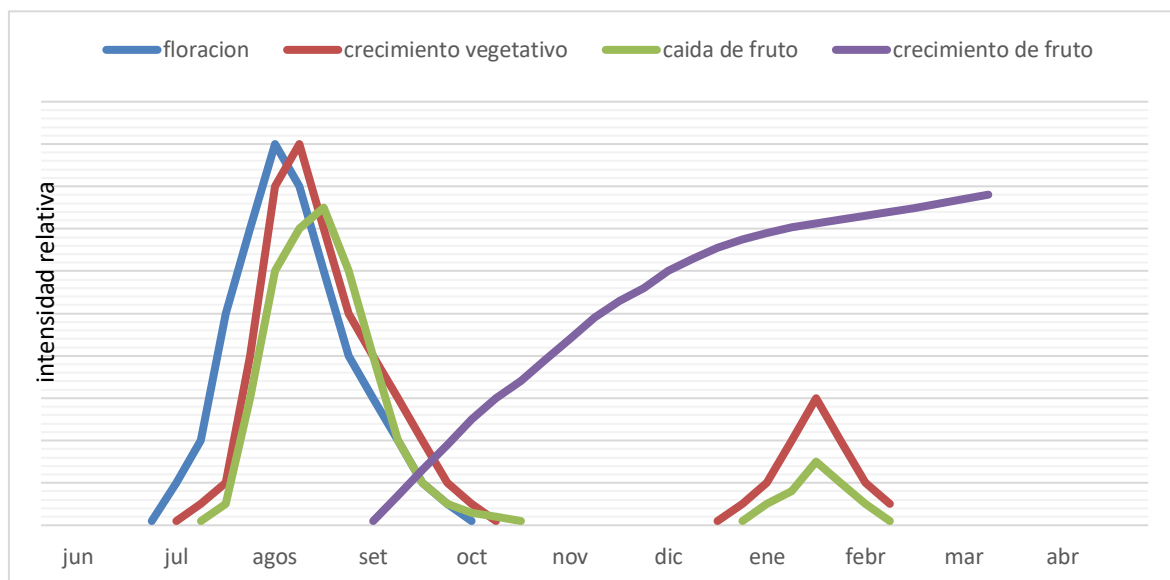


Figura 9: Fenología del palto 'Hass' en valle interandino de Huarmey

Fuente: Elaboración propia

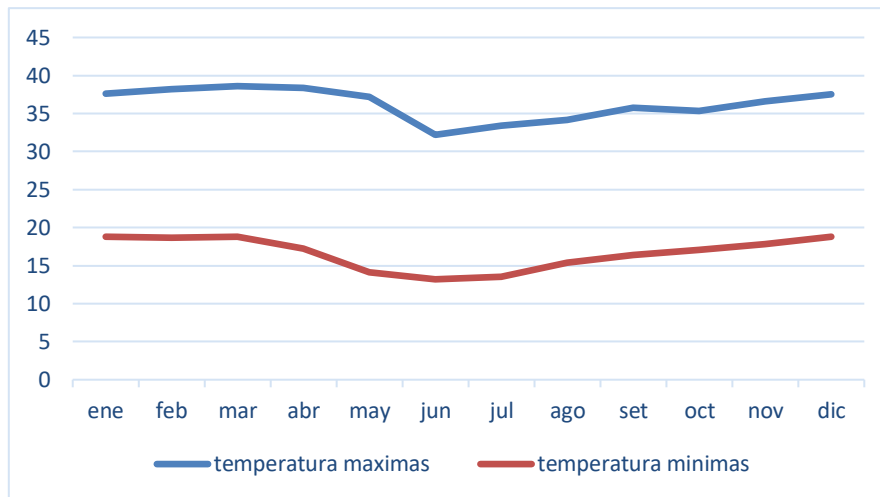


Figura 10: Temperaturas del aire máximas y mínimas en Huarney, campaña 2016-2017, fundo Agroquilcap E.I.R.L.

Fuente: Elaboración propia

Flujo de crecimiento vegetativo

La Figura 9 muestra de manera gráfica un mismo patrón de comportamiento fenológico observados durante los años 2016 y 2017, dentro de ella se presenta dos flujos de crecimiento vegetativo, una de mayor intensidad (9 julio – 20 octubre) brote de primavera con un mayor pico a mediados de agosto y otra de menor intensidad (22 diciembre-3 febrero) brote de verano con un pico a mediados de enero. Junto con el flujo de brote de primavera ocurrió la antesis de flores. El tiempo entre los dos flujos de crecimiento (primavera y verano) es aproximadamente de 5 meses, y posteriormente coincidiendo ambos en una misma época de floración (25 junio-8 octubre). El periodo desde la E1 (yema cerrada y puntiaguda) hasta E11 (antesis) fue de 9 meses (270 días) aproximadamente. Con respecto al brote de verano, la duración fue de 5 meses (150 días) aproximadamente desde E1 hasta E11. El tiempo de E1 se tomó en cuenta desde que terminó el flujo de desarrollo vegetativo (E1= yema cerrada y puntiaguda). Esto explica por qué en el valle interandino de Huarney, la variedad ‘Hass’ usualmente presenta una sola floración, en donde el 80% de las flores están en el brote de verano. Esto difiere de otros lugares donde se presenta más de una floración, como por ejemplo en la costa central, la etapa de floración palto ‘Hass’ puede empezar desde otoño y se extiende hasta primavera, observándose hasta 3 floraciones. La primera, conocida como “flor loca”, ocurre durante el otoño (abril, mayo) y ocurre con mayor frecuencia en plantaciones jóvenes o en campos que vienen de un año de baja producción, generalmente esta flor no cuaja y es considerada como un gasto energético innecesario para las plantas. La segunda floración, conocida como “flor adelantada”, ocurre durante el invierno (julio,

agosto), si durante este periodo se dan condiciones de clima cálido, esta flor puede cuajar y se podrá obtener fruta temprana; esta no representa más del 20% del total. La tercera floración, conocida como “floración principal del palto”, ocurre durante la primavera (setiembre a noviembre) (Berrios, 2011). Este comportamiento se debe a que se da las condiciones favorables para la inducción floral, como bien mencionamos anteriormente, característicos de climas de temperaturas frías, haciendo que el periodo de floración se extienda un poco más comparado con climas más cálidos. Por ejemplo, en Cañete, la etapa de floración inicia a fines de agosto y se extiende hasta octubre. 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 (Colonia, 2017).

Las yemas originadas durante el flujo vegetativo de primavera pasaron 270 días aproximadamente para completar su desarrollo floral (desde que terminó el flujo de desarrollo vegetativo en octubre hasta antesis en julio del próximo año) mientras que en los brotes originados durante el flujo vegetativo de verano es de 150 días en promedio. El tiempo empleado por los brotes de verano en el valle de Huarmey resultó menor que el mostrado por ‘Hass’ en el clima subtropical templado del sur de California, en donde los brotes de verano necesitaron 265 días desde E-1 (final de julio), hasta antesis (E-11) en abril (Salazar-García y Lovatt., 1998).

Se ha observado en campo que durante la apertura de flores (antesis) aparece el crecimiento del brote vegetativo (primavera), es decir inflorescencia de tipo indeterminada en más del 90% de los brotes. Intensificando la competencia por fotosintatos entre el brote vegetativo y flores recién cuajadas. Tal como indica Whiley (1990) y Bower y Cutting (como se citó en Teliz, 2000) que una hoja 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.

Durante los años de trabajo en el fundo se ha observado que existe una relación inversamente proporcional entre la carga de fruto y la intensidad de brotes vegetativos de verano, es decir que a mayor carga de frutos en el árbol, menor es la intensidad de aparición del segundo flujo de crecimiento de verano y viceversa Salazar-García y Lovatt (1998) mencionan que en condiciones del Sur de California la presencia de mucha carga de fruto en el árbol hizo

que se diera solo el flujo de primavera y una carga de fruto ligera presentaría un segundo flujo vegetativo (otoño). Por otra parte, existe evidencia en una cosecha abundante puede inhibir o retrasar el desarrollo floral o bien demorar el tiempo de antesis (Hodgson y Cameron, 1935; Lahav y Kalmar, 1977; Salazar-García et al., 1998).

Esto difiere de los resultados de Salazar García en Nayarit-México, pues demuestran que el desarrollo floral de 'Hass', incluyendo la fecha de antesis, no fue alterado por la carga de fruto en el árbol o por la presencia de fruto en los brotes.

4.9.1 Floración y polinización

La floración del palto para nuestras condiciones se observó desde el 25 de junio hasta el 8 de octubre aproximadamente en dos años consecutivos, Rebolledo y Moreno (2011), mencionan que la palta presenta dicogamia protógina sincronizada, sin embargo, el proceso se puede alterar por condiciones climáticas como el frío haciendo que el tiempo se prolongue. Por ejemplo, en las condiciones del valle interandino de Huarmey, hay plantaciones de hasta 5 ha sin contar con plantas polinizantes. Para esta zona, con altitud de 1000 msnm y de clima donde existe una temperatura máxima promedio de 34 °C y mínima promedio de 13°C entre el día cálido y las noches templadas se ha registrado traslape, la flor de 'Hass' tipo A permanece con el estigma receptivo desde las 8:00 a.m. y se extiende hasta las 3:00 pm, y al mismo tiempo, las anteras adelantan su dehiscencia desde las 11:00 am, teniendo de esta manera un traslape de más de 3 horas y como resultado la autopolinización de la flor (Figura 11). Tal es así, que a pesar de que existe un porcentaje mínimo de plantas polinizantes hay un alto porcentaje de cuajado de frutos, llegándose a obtener hasta 20 t/ha, producto de la autofecundación de las flores. Cabe recalcar que el lugar se encuentra en una zona alejada donde no hay campos aledaños que tengan plantas polinizantes tipo B.

De igual manera Sedgley y Grant (1983), refieren que las bajas temperaturas en la época de floración afectan la dicogamia del palto incrementándose la oportunidad de autofecundación. Ensayos realizados en 'Hass' y 'Fuerte' por Palma (1991), Hernandez (1991), Calvert (1993) y Tapia (1993) confirman este fenómeno de traslape en la zona de Quillota-Chile, revelan que bajo ciertas condiciones de temperatura las flores femeninas y masculinas se traslapan dentro de un mismo árbol durante todo el día e incluso la noche; lo cual indicaría que los patrones de flores tipo A y tipo B no son estrictas en todas las zonas climáticas.

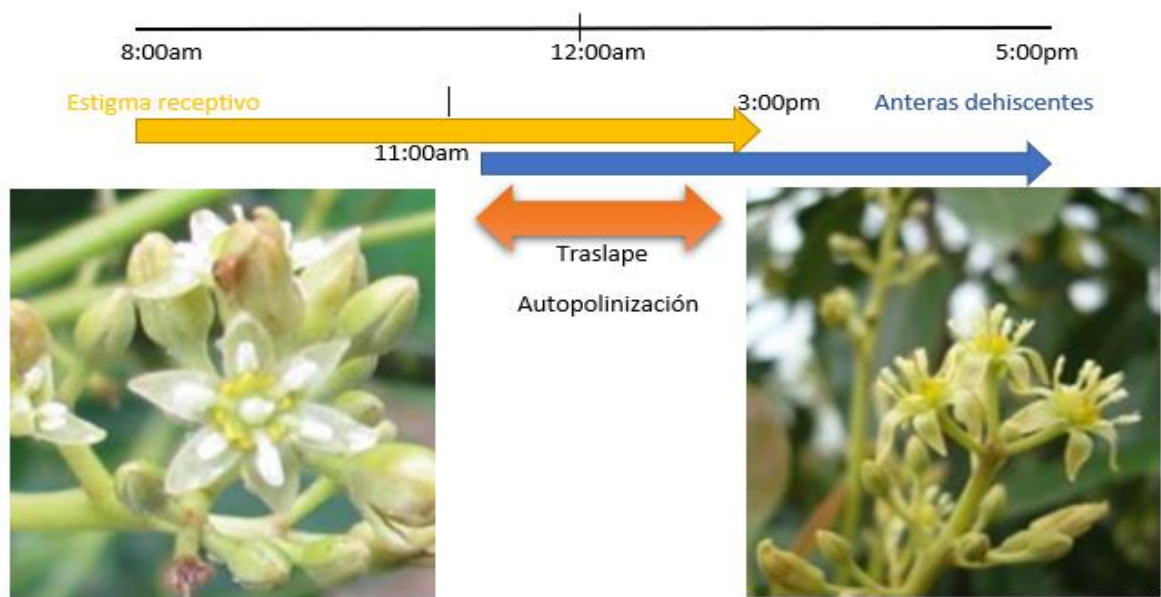


Figura 11. Comportamiento de la floración del palto Tipo A en condiciones de valle interandino de Huarmey.

En la parte izquierda: estigma receptivo de una flor. En la parte derecha: anteras dehiscentes de una flor. Se observa un traslape de los dos órganos reproductores de más de 3 horas. Teniendo como resultado la autofecundación.

Fuente: Elaboración propia



Figura 12. Traslape de verticilos sexuales en una misma flor. Imagen tomada al medio día. Anteras dehiscentes pegados al pistilo, emitiendo el polen hacia el estigma. Pistilo erecto con el estigma receptivo.

Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Flor de palto 'Hass' realizando el cierre de apertura floral. Imagen tomada a partir de las 3:00 pm.

Fuente: Elaboración propia



Figura 14. Estigma no receptivo de la flor de palto. Se observa el estigma con una coloración marrón, señal que ya no está receptiva, imagen tomada a partir de las 3:30 pm

Fuente: Elaboración propia

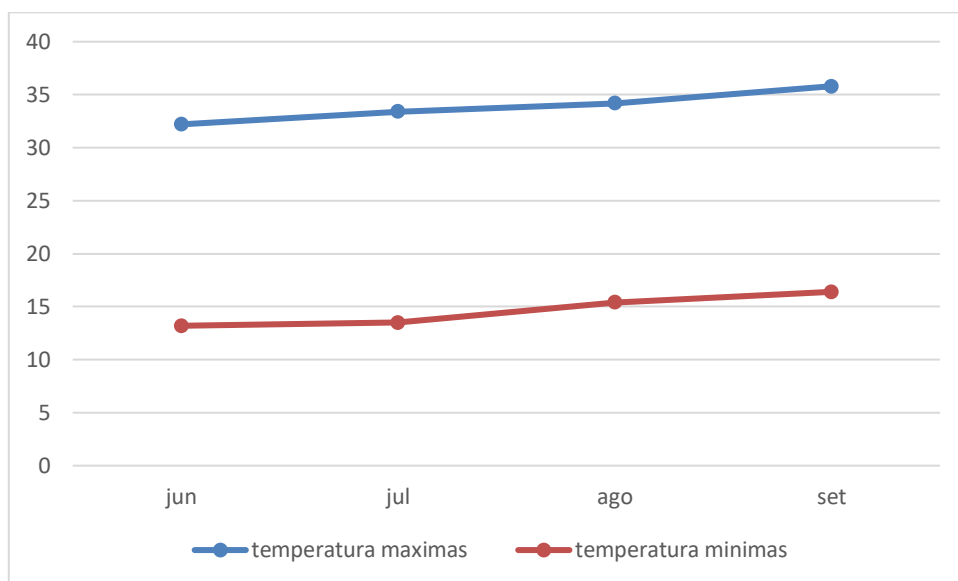


Figura 15. Temperatura del aire máxima y mínima durante la floración, campaña 2016-2017, Fundo Agroquilcap E.I.R.L.

Fuente: Elaboración propia

4.9.2 Cuajado y caída de frutos

El cuajado de frutos sucede luego de la floración y es seguida por una gran caída de frutos, que se observa luego de 20 días aproximadamente. Téliz (2000), el palto tendría dos etapas marcadas de caídas de frutos, tal como ocurre en nuestras condiciones, notándose una relación directamente proporcional entre la intensidad de los brotes vegetativos con la caída de frutos. Donde la primera caída de flores y frutos es la más intensa dándose a mediados de julio hasta el 25 de octubre aproximadamente coincidiendo con la aparición del brote vegetativo de primavera y la segunda caída de frutos (calibre 24 y 26) es de menor intensidad que ocurre entre fines de diciembre hasta el 15 de febrero coincidiendo con el desarrollo del brote vegetativo de verano.

4.9.3 Crecimiento y desarrollo del fruto

El crecimiento del fruto sucede desde mediados de octubre hasta marzo (madurez fisiológica), tal y como afirma Chandler (1962), que el fruto del palto, que corresponde a una baya, presenta una curva de crecimiento simple sigmoidea, ya que la división celular ocurre hasta la madurez del fruto.

Hay una relación directamente proporcional entre el desarrollo de fruto y la presencia de inflorescencia indeterminada, debido a que los brotes exportadores de nutrientes sirven de reserva para mejorar la calidad del fruto, obteniendo mayor número de frutos y mejor calibre. Con respecto a la maduración del fruto es importante mencionar que para obtener finalmente un fruto que reúna las características de la variedad y del mercado, se desarrollan varios procesos metabólicos los cuales generan cambios que dan como resultado las características sensoriales como el color, sabor y textura que hacen finalmente los frutos agradables al consumidor. Los atributos sensoriales óptimos se alcanzan en la madurez fisiológica y puede continuar su proceso hasta la senescencia, etapa donde inicia la muerte celular de la fruta. Por lo anterior es importante determinar la madurez fisiológica del palto, para lo cual se emplean dos métodos, de determinación de materia seca y el de contenido del aceite de la pulpa; el primero es el más común porque durante el proceso de maduración de la palta el contenido de humedad del fruto disminuye, mientras que el contenido de aceite y el sabor aumenta, este es un buen indicador, además de ser un método menos costoso, complicado y lento. El color se emplea para clasificar la fruta de acuerdo con el grado de madurez poscosecha. Respecto a la maduración del palto 'Hass' el color va de verde a negro, son cambios de pigmentos que están en la cáscara. La textura también se puede considerar como un índice de madurez algunos estudios demuestran que la firmeza correlaciona muy bien con la madurez del fruto.

4.10 Manejo de floración

Para asegurar una buena floración y cuajado de frutos se realizaron fertilización edáfica y foliar; para preparar a la planta en este periodo de alta demanda de nutrientes, elementos minerales y agua. Todas estas actividades se realizaron en dos años consecutivos 2016 y 2017, obteniendo buenos resultados.

Durante el E-8 (estado de coliflor) en el mes de junio del 2016 y 2017, se realizaron aplicaciones foliares de nutrientes y hormonas como boro (15% p/p, Promet B, Serfi) a dosis 500 ml/200 l, zinc (10.2% p/v, Promet Zn, Serfi) con dosis de 500 ml/200 l, Calcio (13% p/p, Pomet Ca, Serfi) a dosis de 500 ml/200 l, citoquininas y giberelinas (2.36 g/L citoquininas, 0.036 g/l giberelinas, Fruit XL Agroklinge) a dosis 250 ml/200 l. Según Barcenás et al. (2003) afirman que el uso de boro mejora la viabilidad del tubo polínico. Tal como refieren Robbertse et al. (1990), las aplicaciones de boro se realizan cuando inicia la

floración (estado de coliflor), con el propósito de fortalecer y estimular una buena floración. Al igual que el boro, las aplicaciones de zinc, como menciona Rodríguez (1982), mejoran los procesos enzimáticos de la germinación del polen y desarrollo del tubo polínico.

Se tiene referencia que las citoquininas están implicadas en procesos de división celular, evitan la senescencia, aumentan el cuajado y tamaño del fruto, estimulan la brotación y protegen a las plantas del estrés abiótico (Lovatt, 2004). Además, aumentan la actividad sumidero (sink) y mejoran la capacidad de la fruta en atraer fotosintatos (Bower y Cutting, 1988). Por ello altos niveles de citoquininas durante el desarrollo temprano de la fruta son críticos para la obtención de fruta de gran tamaño (Cowan et al., 1997).

El producto Fruit XL también contiene giberelinas (0.036 g/l) aplicado en prefloración (estado coliflor), algunos autores como Zheng *et al.* (2011) mencionan que las aplicaciones de ácido giberélico en estado coliflor AG₃ a 25 mg/l incrementan la producción total y la producción de fruta de calibre superior, comercialmente valorable (178 – 325 g/fruto). Por otro lado, Salazar-García y Lovatt (2000) indican incrementos en la producción OFF al aumentar el peso de los frutos comerciales (de 213 a 269 g) cuando se aplica a inflorescencias en desarrollo 25 mg/l de AG₃. En cuanto a la influencia del AG₃ sobre la acumulación de materia seca, Salazar-García et al. (2007b) encontraron resultados muy consistentes al aplicar al palto ‘Hass’ en Nayarit (México), 50 mg/l de AG₃ el 15 de julio y el 1 de agosto, logrando adelantar la madurez de los frutos (21.5% de materia seca) entre 24.8 a 28.2 días. Otro aspecto importante es la sanidad del fruto por ser un cultivo de exportación se requiere una fruta de calidad, en ese sentido se realizan control de trips y *Dagbertus minensis* durante la floración y cuajado.

4.11 Manejo de amarre de frutos

Debido a la coincidencia del crecimiento vegetativo y el cuajado de frutos se realizan trabajos para asegurar mayor amarre de frutos, particularmente durante la primera caída. Por ello se realizó aplicaciones de uniconazole (50 g/l, Avozole, Hortus) a razón de 4 l/ha retrasando así el crecimiento del brote vegetativo y favoreciendo el cuajado de los frutos por la mayor disponibilidad de nutriente para su desarrollo, esta actividad se realizó cuando se observó el 50% de frutos cuajados y esto ocurrió aproximadamente en la primera semana de agosto del 2016, obteniendo buenos resultados. Tal y como se indica en Intagri (2017), el uso de triazoles es una alternativa para mejorar el cuajado y fructificación del palto. De igual

manera Kremer-Köhne y Köhne (1995) mencionan que el paclobutrazol aumenta la producción y el tamaño de los frutos, comparado con árboles no tratados.

4.12 Manejo de calibre del fruto

La segunda aplicación de nutrientes y hormonas, ocurrió cuando se alcanzó el 100% de frutos cuajados, estas actividades se realizaron durante la primera semana de octubre del 2016 y 2017, como por ejemplo el boro (15% p/p, Promet B, Serfi) a dosis 500 ml/200 l, zinc (10.2% p/v, Promet Zn, Serfi) con dosis de 500 ml/200 l, Calcio (13% p/p, Pomet Ca, Serfi) a dosis de 500 ml/200 l y citoquininas (2.36g/l, Fruit XL Agroklinge) a dosis 250 ml/200 l. Las aplicaciones de potasio (284 g/l, Wuxal K, Bayer) y algas marinas (100%, Phylgreen, Fertitec) se realizaron a dosis de 500 ml/ 200 l para ambos casos y comenzaron a fines de octubre después de observarse que haya terminado todo el cuaje de frutos y estos comiencen a crecer, seguido de 3 aplicaciones mensuales más hasta febrero, tal labor es importante debido a que el potasio es un macronutriente encargado de la fructificación, participando en el movimiento de los nutrientes dentro de la planta, promoviendo el desarrollo de frutos, es por esto que en árboles deficientes de potasio la fruta es más pequeña, presenta un color opaco y es más susceptible al golpe de sol. El potasio es otro elemento importante que le permite resistir al stress hídrico y le confiere cierta resistencia al ataque de plagas y enfermedades. Se debe asegurar un nivel adecuado mínimo disponible en la solución de suelo de potasio y con mayor incidencia desde el momento del cuajado hasta la cosecha. La deficiencia se observa en los frutos que no colorean y tampoco alcanzan un tamaño adecuado. Una buena fertilización de potasio le proporciona al fruto características organolépticas agradables como buen sabor y buen color; además, reduce la incidencia de enfermedades durante la conservación o post cosecha. El potasio le permite a la planta compensar el efecto negativo del nitrógeno siempre y cuando no se encuentre en exceso (Ataucusi, 2015). Las algas marinas se recomiendan porque ayudan a estimular la maduración de frutos.

El manejo de poda, es una de las estrategias culturales para mejorar el amarre y buen calibre de frutos, pues uno de los objetivos es aumentar la luminosidad del árbol y evitar el sobre sombreado, ya que el aumento de la intercepción de luz es una forma directa de aumentar la fotosíntesis para la producción de fruta de buen calibre, ya que no se requiere de un gran número de hojas, sino más bien que éstas se encuentren funcionales y bien expuestas a la luz (Yuri, 1997). Sin embargo, se debe tener cuidado a un exceso de falta de luz, ya que afectaría

a los brotes y a la vez la producción de yemas florales, sin embargo, la menor luminosidad sobre las panículas podría favorecer los frutos en desarrollo al estar más protegidos ante el golpe de sol (Jackson, 1986).

Gardiazabal y Rosenberg (1991) menciona que la cantidad de inflorescencia indeterminada es la que asegurará la cantidad de brotes nuevos y como resultado frutos de mejor calibre, esta condición explica que las inflorescencias indeterminadas sugiere mejor disposición frente al cuajado, debido al aporte temprano de reguladores de crecimiento que produce el brote en cuestión, como también problemas debido a la competencia por fotoasimilados durante la cuaja, debido a que durante una cantidad importante de días este brote no es autótrofo.

4.13 Cosecha

La cosecha ocurre frecuentemente desde la segunda semana de marzo hasta fines de mayo, esta fecha nos abre una ventana para ofertar frutos de palto en donde se obtiene elevados y estables precios, en promedio USD 2.30 por kilogramo de fruta, evitando competir en los meses de mayor exportación.

Cada país ha definido los estándares mínimos de materia seca para la cosecha de palta, variando entre 19 y 25%, dependiendo del cultivar y del país. Para Perú está establecido que el índice de materia seca, para palta 'Hass' de exportación, debe ser superior a 21.5% (SENASA, 2014).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se describió el comportamiento reproductivo del cultivo de palto 'Hass' bajo condiciones de valle interandino de Huarney, presentando una única floración proveniente de brotes vegetativos de primavera y de verano, teniendo inflorescencias indeterminadas con un promedio superior al 95%.

La floración ocurre entre los meses de junio a septiembre, con temperatura promedio máxima de 34 °C y mínima de 13 °C, presentando autopolinización dentro de una misma flor en un intervalo de 4 horas de traslape desde las 11:00 am a 3:00 pm.

La presencia de plantas polinizantes aparentemente no es determinante para la polinización bajo nuestras condiciones.

Las aplicaciones de boro y zinc durante el E-8 (estado de coliflor) mejoran la germinación del polen y desarrollo del tubo polínico.

La aplicación de uniconazole (50 g/l, Avozole, Hortus) a razón de 4 l/ha a partir del 50% de frutos cuajados, retrasó el crecimiento del brote vegetativo de primavera evitando la competencia con el fruto cuajado, mejorando notablemente el amarre de frutos.

Se recomienda promocionar la plantación del palto cultivar 'Hass' en regiones con estas características edafoclimáticas que permitan tener una floración temprana y obtener fruta en épocas de menor oferta y aprovechar el precio por kilogramos de fruta más alto y estable generando mayor rentabilidad del productor.

Se recomienda desarrollar investigaciones que profundicen sobre la inducción floral y actividades representativas que mejoren la productividad de cada campaña de cultivo.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Adato, I. (1990). Effects of paclobutrazol on avocado (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte. *Scientia Horticulturae* 45, 105–115.
- Agustí, M. (2013). Crecimiento y maduración del fruto. En J. Azcon-Bieto y M. Talon. (Ed.), *Fundamentos de Fisiología Vegetal 2ª Edición* (pp.519-535). Madrid y Barcelona, España: McGraw-Hill Interamericana de España y Edicions Universitat de Barcelona.
- Agustí, M. (2004). *Fruticultura*. Madrid, España: Mundi Prensa.
- Ataucusi, S. (2015). *Manejo técnico del cultivo del palto. Primera edición*. Lima, Perú: Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2015-15604.
- Bárceñas, O. A. E., Molina, E. J., Huanosto, M. F. y Aguirre, P. S. (2003). Contenido de macro y microelementos en hojas, flor y fruto de aguacate Hass en la región de Uruapán, México: *Proceeding V World Avocado Congress*, 365-371.
- Beckey, R. (1989). To be 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 Yearbook* 51,161-172.
- Bergh, B. O. (1969). Avocado, En F. Fercuerda & F. Witt. (Ed.), *Outlines of perennial crop breeding in the tropics* (pp. 23-51). Netherlands: Landbouwhoghe School.
- Bergh, B. O. y Lahav, E. (1996). Avocados. En J. Janick & J. N. Moore. (Ed.), *Fruit Breeding. Vol I, Tree and Tropical Fruits*. John Wiley y Sons (pp.113-166). Indiana: West Lafayette.

- Berrios, H. (2011). *Floración y cuajado del palto (Persea Americana Mill.) cv. Hass*. (Trabajo monográfico de pregrado). Agr. La Molina, Univ. Nacional Agraria La Molina, Fac. Agr., Perú.
- Blumenfeld, A. & Gazit, S. (1970). Cytokinin activity in avocado seeds during fruit development. *Plant. Physiol*, 46, 331 – 333.
- Blumenfeld, A. & Gazit, S. (1972). Gibberellin-like activity in the developing avocado fruit. *Plant. Physiol*. 27: 77 – 82.
- Blumenfeld, A. & Gazit, S. (1974). Development of seeded and seedless Avocado fruits. *Journal of American Society Horticultural Science*, 99 (5), 442-448.
- Bollard, E. G. (1970). The physiology and nutrition of developing fruits. En A. C. Hulme. (Ed.), *The Biochemistry of fruits and their products. Vol.1. (pp.387-425)*. London & Nueva York: Academic Press.
- Bower, J. & Cutting, J. (1988). Avocado fruit development and ripening physiology. *Horticultural Reviews* 10, 229-271.
- Buttrose, M. S. & Alexander, D.M. (1978). Promotion of floral initiation in ‘Fuerte’ avocado by low temperature and short-day length. *Scientia Horticulturae* 8, 213-217.
- Calabrese, F. (1992). *El aguacate*. Madrid, España: Mundi Prensa.
- Castañeda, J., y Mariles, E. (2018). Proyecto de exportación de aguacate Hass del estado de Michoacán a Francia, como oportunidad de negocio (2017) (tesis de pregrado). Universidad autónoma del Estado de México, Toluca de Lerdo, estado de México.
- Calvert, E. (1993). Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana Mili.*) cv. Fuerte (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota.
- Castillo-Gonzales, A. M., Colinas-Leon, M. T., Ortega-Delgado, M. L., Martínez-Garza, A., y Avitia-García, E. (1998). Variación estacional de carbohidratos en hojas e inflorescencias de aguacatero (*Persea americana. Mill.*). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 4(1), 13-18.
- Cautín, R. (1996). Nuevos antecedentes sobre requerimientos de polinización y variedades. En B. Razeto, y T. Fichet. (Ed.), *Cultivo del Palto y perspectivas de mercado* (pp. 15-29). Santiago, Chile: Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 45.

- Chandler, W.H. (1962). *Frutales de hoja perenne*. México: Editorial Hispanoamericana.
- Chandler, W.H. (1958). *Evergreen orchards, Second edition*. Philadelphia, Pennsylvania: Lea and Febiger.
- Colonia A. (2017). *Aspectos Reproductivos del Palto (Persea americana Mill.) en condiciones de Cañete* (Trabajo Monográfico de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Cowan, A., Moore-Gordon, S., Berling, I. & Wolstenholme, B. (1997). Metabolic control of avocado fruit growth. *Plant Physiology*, 114, 511-518.
- Cowan, A., Cripps, R., Richings, E. & Taylor, N. (2001). Fruit size: Towards an understanding of the metabolic control of fruit growth using avocado as a model system. *Plant Physiology*, 111(2), 127-136.
- Cowan, A., Taylor, N. & Van Staden, J. (2005). Hormone homeostasis and induction of the small-fruit phenotype in 'Hass' avocado. *Plant Growth Regulation*, 45, 11-19.
- Davenport, T. L. (1986). Avocado flowering. *Horticultural Reviews*, 8, 257–289.
- Dixon, J. & Sher, D. (2002). Pollination of avocados. *Annual Research Report of New Zealand Avocado Growers Association*. 2, 31-40.
- Dusan, B. C. (2014). *Técnicas de inducción floral como mecanismo para la programación de cosechas de aguacate Hass producidos en la zona marginal alta cafetera* (Monografía de pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Dosquebradas – Risaralda, Colombia.
- García, M. (1997). *Caracterización de la floración del palto (Persea americana Mill.) en los cultivares Hass, Fuerte, Whitsell, Gwen y Esther en Quillota* (Taller de Licenciatura). Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota, Chile.
- Gardiazabal, F. (1998). Floración en paltos. Sociedad Gardiazábal y Magdahl. *Seminario Internacional de Paltos*, Viña del Mar 4, 5 y 6 de noviembre 1998.

- Gardiazabal, F. y Wilhelmy, C. (1995). Lo que viene: poda en paltos. *Empresa y Avance Agrícola*, 5(39), 18-19.
- Gardiazabal, F y Rosenberg, G. (1991). Cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía.
- Gazit, S. (1977). Pollination and fruit set of avocado. En J. W. Sauls, Phillips & L.K. Jackson. (Ed.). *Proceedings of the First International Tropical Fruits Short Course: The Avocado* (pp. 88-92). Gainesville, Florida: University of Florida.
- Minagri proyecta que exportaciones de palta peruana alcanzarían los US\$ 770 millones este año. (4 de octubre del 2020). *Gestión*. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/minagri-proyecta-que-exportaciones-de-palta-peruana-alcanzarian-los-us-770-millones-este-ano-noticia/>
- Perú es el segundo gran exportador de palta, ¿sabes cuánto es el consumo per cápita en nuestro país?. (5 de setiembre de 2015). *Diario Gestión*. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/peru-segundo-gran-exportador-palta-consumo-percapita-nuestro-pais-99185-noticia/?ref=gesr>
- Godínez, M., Martínez, M., Melgar, N. y Méndez, W. (2000). *El Cultivo del aguacate en Guatemala. Primera edición*. Maga, Guatemala: PROFRUTA Guat.35.
- González, A. (1994). *Caracterización histológica y evaluación de campo de ápice terminales provenientes de distintos flush de crecimiento vegetativo en los cv Hass y Fuerte de palto (Persea americana Mill.)* (Taller de Licenciatura). Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota, Chile.
- Hernández, F. (1991). *Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill.) cultivar Hass para la zona de Quillota, V región* (Taller de Titulación). Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota, Chile.
- Hess, D. (1975). *Plant physiology*. New York, USA: Springer – Verlag.
- Ho, L. C. (1992). Fruit growth and sink strength. En C. Marshall & J. Grace. (Ed.). *Fruits and seed production: Aspects of development, environmental physiology and ecology* (pp. 101-124). Great Britain: Cambridge Univ. Press.
- Hodgson, R. W. & Cameron, S. H. (1935). Studies on the bearing behavior of the 'Fuerte' avocado variety. *Calif. Avocado Assn. Yrbk.* 19, 156-165.

- Intagri. (2017). *Manejo de la Alternancia en el Cultivo de Aguacate. Serie Frutales* (Núm. 21). Artículos Técnicos de Intagri. México. 4. Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/frutales/manejo-de-la-alternancia-en-el-cultivo-de-aguacate>
- Jackson, D. (1986). *Temperate and subtropical fruit production*. New Zealand Horticultura.
- Köhne, J. S. & Kremer-Köhne, S. (1987). Vegetative growth and fruit retention in avocado as affected by a new plant growth regulator: Paclobutrazol. *South African Avocado Growers' Association Yearbook 10*, 64–65.
- Köhne, J. S. & Kremer-Köhne, S. (1990). Results of a high density avocado planting. *South African Avocado Growers' Association Yearbook 13*, 31–32.
- Kremer-Köhne, S. & Köhne, J. S. (1995). Approaches to solving the 'Hass' small fruit problem. *South African Avocado 'Growers' Association Yearbook 18*, 59–60.
- Lahav, E. & Kalmar, D. (1977). Water requirement of avocado in Israel. II. Influence on yield, fruit growth and oil content. *Austral. J. Agric. Res.* 28, 869-877.
- Lee, S., Young R., Shiffman, P. & Coggins, JR. (1983). Maturity studies of avocado fruit based on picking dates and dry weight. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108(3): 390-394.
- Lesley, J. W. & Bringham, R. S. (1951). Environmental conditions affecting pollination of avocados. *California Avocado Society Yearbook*, 169-173.
- Lovatt, C. (1997). Pollination biology and fruit set in avocado. *Australian Avocado Grower's Federation Inc.*, 106-112.
- Meyer, B. S. (1960). *Introducción a la fisiología vegetal*. Buenos Aires, Argentina: EUDEBA.
- Lovatt, C. J. (30 octubre del 2004). Use of plant growth regulators to increase fruit set, fruit size and yield and to manipulate vegetative and floral shoot growth. *California Avocado Research Symposium*, University of California, Riverside and California Avocado Commission, Riverside, California, USA.
- MIDAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego). (2015). *La palta "producto estrella de exportación". Tendencias de la producción y el comercio de palta en el mercado internacional y nacional*. Recuperado de <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=la-palta-peruana>

- Palma, A. (1991). *Aproximación del ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill) cv. Fuerte*, (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota, Chile.
- Papademetriou, M.K. (1975). A study of the pollen viability of avocado pollen under natural conditions. *California Avocado Society Yearbook* 58,74-77
- Papademetriou, M. (1976). Percentage fruit set in avocados (*Persea americana Mill.*). *California Avocado Society Yearbook* 59, 135-142.
- Pérez, F. (2017). *Fisiología Vegetal Parte III Nutrición Mineral*. Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Pucallpa, Ucayali. Recuperado de file:///C:/Users/PC/Desktop/TSP/papers/000026082Lnutrientes.pdf
- Robbertse, P. J., Coetze, L.A., Bezuidenhout, J.J., Vor-Ster, L. & Swart, G.N. (1990). The influence of boron on fruit set in avocado. *Acta Horticulturae* 275, 587-594.
- Rebolledo, R. A. y Romero. M. A. (julio-diciembre 2011). Avances en investigación sobre el comportamiento productivo del aguacate (*Persea americana Mill.*) bajo condiciones subtropicales. *Corpoica Ciencia Tecnología Agropecuaria*. 12(2) pág. 113-120.
- Rodríguez. F. (Ed.). (1982). *El Aguacate*. México: AGT.
- Rosales, J. J, Parodi, G., Carlini, B. (2003). Evaluación del ciclo fenológico del palto (*Persea americana Mill*) cv. Hass para la zona de la irrigación Santa Rosa, Perú. pp. 311-316. En: *Actas V Congreso Mundial del Aguacate*. Málaga, España.
- Salazar-García S., Lord, E. M. & Lovatt, C.J. (1998). Inflorescence and flower development of the 'Hass' avocado (*Persea Americana Mill.*) during "on" and "off" years. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 123(4), 537-544.
- Salazar-García., S. & Lovatt, C. J. (1998). GA3 application alters flowering phenology of the 'Hass' avocado. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 123(5), 791-797.
- Salazar-García, S. & Lovatt, C. (1999). Winter trunk injections of gibberellic acid altered the fate of Hass avocado buds: effects on inflorescence type, number and rate of development. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 74(1), 69-73.
- Salazar-García, S. & Lovatt, C. (2000). Use of GA3 to manipulate flowering and yield of the 'Hass' avocado. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125(1):25-30.

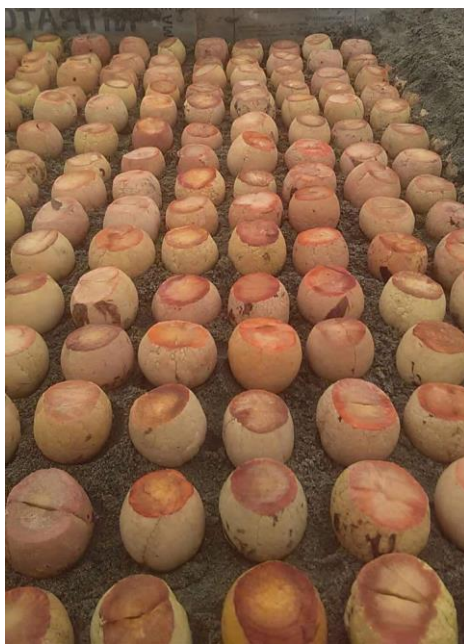
- Salazar-García, S. (2002). *Nutrición del aguacate, principios y aplicaciones*. Querétaro, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestal Agrícola y Pecuarias (INIFAP) e Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS).
- Salazar-García, S., Cossio-Vargas, L. E., González-Duran, I. J. L. & Lovatt, C. J. (2007, enero-junio). Desarrollo floral del aguacate 'hass' en clima semicálido. parte I. influencia de la carga de fruto y edad de los brotes. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. Recuperado de file:///C:/Users/PC/Desktop/60913112.pdf
- Salazar-García, S., Cossio-Vargas, L. E. y González-Durán, I. J. L. (2007b, julio). *Uso de Biorreguladores Vegetales para mejorar la productividad del Aguacate 'Hass' en Nayarit*. Nayarit, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestal Agrícola y Pecuarias (INIFAP), Centro de investigación Regional del pacífico Centro (CIRPAC) Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto Científico Num. 1.
- Salazar-García, S., Cossio-Vargas, L. E., Lovatt, C. J., González-Duran, I. J. L. & Pérez-Barraza, M. H. (2006). Crop load affects vegetative growth flushes and shoot age influences irreversible commitment to flowering of 'Hass' avocado. *HortScience*, 41(7),1541-1546.
- Salvador-Reyes, R. & Paucar-Menacho, L. M. (2019). Optimization of the blanching time and temperature in the manufacture of Hass avocado pulp using low quality discarded fruits. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/19816723.24418>
- Scholefield, P.B., Sedgley, M. y Alexander, D. (1985). Carbohydrate cycling in relation to shoot, growth, floral initiation and development and yield in the avocado, *Scientia Horticulturae*, 25, 99-110.
- Sedgley, M. (1980). Anatomical investigation of abscised avocado flower and fruitless. *Annals of Botany* 46, 771-777
- Sedgley, M. (1987). Flowering, pollination and fruitset of avocado. *South African Avocado Growers Association Yearbook* 10.42-43.
- Sedgley, M. y Annels, C.M. (1981). Flowering and fruit-set response to temperature in the avocado cultivar 'Hass'. *Scientia Horticulturae*, 14: 27-33.

- Sedgley, M. y 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
- Schroeder, C. A. (1951). Flower bud development in the avocado. California. *Society Yearbook* 36,159-163.
- Schroeder, C. A. (1953). Growth and development of the Fuerte avocado fruit. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 61, 103–109.
- Stout, A. B. (1923). A study in cross-pollination of avocados in Southern California. *California Avocado Association Annual Report 1923*, 29-45.
- SUNAT (Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria). (2021). *Paltas Aguacate Perú Exportación 2020 diciembre*. Recuperado de <https://www.agrodataperu.com/2021/01/paltas-aguacate-peru-exportacion-2020-diciembre.html>.
- SUNAT (Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria). (2020). *Un buen año para las exportaciones*. Recuperado de <https://freshfruit.pe/2020/07/12/un-buen-ano-para-las-exportaciones-de-palta/>
- Tapia, P. (1993). *Aproximación al ciclo fenológico del palto cv. Hass para la zona de Quillota* (Taller de licenciatura). Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota, México.
- Teliz, D. (Ed.). (2000). *El aguacate y su manejo integrado*. Madrid, España: Mundi Prensa.
- Tomer, E. y Gottreich, M. (1975). Observation on the fertilization process in avocado with fluorescent light. *Euphytica* 24, 531–535.
- Villavicencio, Y. (2018). *Comportamiento de cinco patrones de palto (Persea americana Mill.) a Phytophthora cinnamomi Rands. en Chavimochic en invernadero* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Whiley, A. W., Schaffer, B. y Wolstenholme, B.N. (Ed.). (2007). *El Palto, Botánica, Producción y Usos segunda edición*. Valparaiso, Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Whiley, A. W., Schaffer, B. & Wolstenholme, B.N. (Ed.). (2002). *The avocado, Botany, Production and uses 2nd da edition*. Oxon UK. 416: CABI Publishing.

- Whiley, A. W. (1990). *Nutrición una herramienta estratégica para lograr una alta productividad y calidad en el cultivo del palto*. Recuperado de http://www.avocadosource.com/Journals/CIVDMCHILE_1990/CIVDMCHILE_1990_PG_09.pdf
- Whiley, A. W. y Wínton, 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.
- Witney, G. W., Hofman, P. J. & Wolstenholme, B. N. (1990). Mineral distribution in avocado trees with reference to calcium cycling and fruit quality. *Scientia Horticulturae 44*, 279–291.
- Wolstenholme B. N. & Whiley, A. W. (1989). Carbohydrate and phenological cycling as management tools for avocado orchards. *South African Avocado Growers Association Yearbook 12*, 33-37.
- Wolstenholme, B. N. (1990). Resource allocation and vegetative-reproductive competition: opportunities for manipulation in evergreen fruit trees. *Acta Hort*, 275(56),451-460.
- Wolstenholme, B. N., Whiley, A. W. & Saranah, J. B. (1990). Manipulating vegetative: reproductive growth in avocado (*Persea americana* Mill.) with paclobutrazol foliar sprays. *Scientia Horticulturae 41*, 315–327.
- Yuri, J. (1997). Poda y manejo de canopia. *Revista Frutícola 18*(2), 41-57.
- Zheng, Y., Khuong, T. & Lovatt, C. (2011). Effect of foliar-applied plant bioregulators on 'Hass' avocado yield. Department of Botany and Plant Sciences-072, University of California, *Proceedings VII World Avocado Congress*, Riverside, USA.

VII. ANEXOS

Anexo 1: Preparación de semillas en cama almaciguera (despunte)



Anexo 2: Injerto de palto cultivar 'Hass' sobre 'Zutano'



Anexo 3: Estado E8 (coliflor) de desarrollo de la yema (15/05/2017)



Anexo 4: Brote vegetativo de primavera y frutos cuajados (01/08/2017)



Anexo 5: Brote vegetativo de verano (15/12/2017)



Anexo 6: Temperaturas máximas y mínimas, Campaña 2016-2017, Fundo Agroquilcap E.I.R.L.

meses	temperaturas máximas	temperaturas mínimas
enero	37.6	18.8
febrero	38.2	18.7
marzo	38.6	18.8
abril	38.4	17.2
mayo	37.2	14.1
junio	32.2	13.2
julio	33.4	13.5
agosto	34.2	15.4
setiembre	35.8	16.4
octubre	35.3	17.1
noviembre	36.6	17.8
diciembre	37.5	18.8