

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“CALIBRE DE FRUTA Y ASPECTOS DE CRECIMIENTO
VEGETATIVO ASOCIADOS A APLICACIONES DE GIBERELINAS
Y CITOQUININAS EN PALTO ‘HASS’ EN LAMBAYEQUE”**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TANIA SAMIRA SANTIAGO ORDOÑEZ

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

**“CALIBRE DE FRUTA Y ASPECTOS DE CRECIMIENTO
VEGETATIVO ASOCIADOS A APLICACIONES DE GIBERELINAS
Y CITOQUININAS EN PALTO ‘HASS’ EN LAMBAYEQUE”**

Tania Samira, Santiago Ordoñez

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Dr. Oscar Loli Figueroa
PRESIDENTE

.....
Dr. Jorge Alberto Escobedo Álvarez
ASESOR

.....
Ing. M. S. Sofía Flores Vívar
MIEMBRO

.....
Dr. Erick Espinoza Núñez
MIEMBRO

LIMA - PERÚ
2021

DEDICATORIA

A mis padres por su sacrificio, por celebrar mis logros y por apoyarme con los recursos necesarios para mi educación.

A mi hermano por los momentos de distracción en tiempos de estrés.

A mi compañera inseparable K por aguantar largas y agotadoras noches de trabajo acostada a mi lado, siempre eres mi gran apoyo en los momentos de desaliento y cansancio.

A todos ellos por acompañarme en este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Por la culminación de este trabajo quiero agradecer a todas las personas que de manera indirecta y directa me apoyaron con consejos, experiencias, conocimientos y ánimos para que siguiera adelante.

De igual manera quiero expresar mi agradecimiento a la Asociación de productores de palta Hass que, en mis años de trabajo con ellos, me brindó los medios necesarios para hacer posible el desarrollo de este proyecto.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	3
III.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
	3.1 Características del cultivo	4
	3.2 Características del cultivar ‘Hass’.....	5
	3.3 Fenología.....	5
	4.4 Biología reproductiva.....	6
	3.5 Inducción y diferenciación floral	7
	3.6 Estadios florales	8
	3.7 Cuajado y abscisión de frutos.....	9
	3.8 Crecimiento del fruto	10
	3.9 Calibre	11
	3. 10 Influencia de altas temperaturas	13
	3.11 Reguladores de crecimiento vegetal.....	14
	3.12 Giberelinas	15
	3.12.1. Sitios de síntesis	15
	3.12.2. Funciones fisiológicas	15
	3.12.3. Efecto en cultivos frutales	16
	3.13 Citoquininas	18
	3.13.1. Sitios de síntesis	19
	3.13.2. Funciones fisiológicas	19
	3.13.3. Efecto en cultivos frutales	20
	3.14. Efecto en el cultivo de Palto.....	20

IV.	DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	22
4.1	Problemática.....	22
4.2	Situación encontrada	23
4.2.1.	Ubicación:	23
4.2.2.	Condiciones Agroclimáticas:	24
4.2.3.	Fenología del cultivo en la zona.....	24
4.2.4.	Manejo de cultivo.....	24
4.3	Actividades.....	25
4.4	Resultados	27
4.4.1.	Evaluaciones previas a la cosecha.....	28
4.4.2.	Evaluación en cosecha	32
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	37
VII.	ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Calibres de palta para el mercado europeo.....	12
Tabla 2. Tratamientos y dosis aplicadas en cada huerto comercial.....	26
Tabla 3. Tabla 3: Longitud y diámetro promedio de brotes de inflorescencias.... indeterminadas evaluados uno, dos y tres meses después de las aplicaciones.....	28
Tabla 4: Porcentaje de Inflorescencias que cuajaron al menos una (01) fruta, evaluadas entre los meses de Octubre a Febrero.....	29
Tabla 5: Diámetro promedio de frutos cuajados en inflorescencias indeterminadas evaluados entre los meses de octubre y febrero.....	30
Tabla 6: Distribución de calibres a la cosecha (en porcentaje) y peso de fruta cosechada en cada huerto.....	33

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Comparativo total exportaciones de palta ‘Hass’ de Perú a todos los destinos vs total exportaciones a Europa.	47
ANEXO 2. Ciclo fenológico del palto cultivar ‘Hass’ en la costa peruana.	47
ANEXO 3. Curva de crecimiento por semanas del palto cultivar ‘Hass’.	48
ANEXO 4. Temperaturas máximas y mínimas registradas en Olmos.	48
ANEXO 5. Temperaturas máximas y mínimas registradas en Motupe.	49
ANEXO 6. Volúmenes de riego mensuales por Ha. Etapa floración a crecimiento exponencial de frutos.	49
ANEXO 7. Fenología de acuerdo hemisferio de producción.	49
ANEXO 8: Registro de actividades	50

PRESENTACIÓN

Una de las características de las paltas producidas en el norte del Perú es el alto porcentaje de frutas de calibre 22-24, el síndrome de fruta pequeña en palto cultivar Hass se observa incluso en campos con un correcto manejo agronómico ya que este cultivar esta genéticamente predispuesto a producir fruta de menor tamaño en comparación a otras variedades como la fuerte. La experiencia apunta a que las altas temperaturas, mayores a 30°C, características de la zona agudizan esta condición, motivo por el cual los fundos realizan constantemente ensayos en fertilización, riego y también con el uso de reguladores de crecimiento.

El trabajo realizado a lo largo de la experiencia laboral busca entender el comportamiento de los reguladores de crecimiento, específicamente de giberelinas y citoquininas, y su efecto frente a las problemáticas de la zona al ser incluidos en el plan de manejo de 3 fundos comerciales. Las aplicaciones de estos reguladores se realizaron durante el desarrollo de la inflorescencia y su efecto se evaluó en aspectos de crecimiento vegetativo y productividad. A lo largo del desarrollo de frutos se realizaron mediciones del crecimiento de brotes vegetativos, diámetro de frutos y la cuaja de frutos, mientras que en cosecha se evaluó el calibre de la fruta y el rendimiento.

Las aplicaciones se apoyaron teóricamente en experiencias realizadas mayormente en el hemisferio norte por lo que uno de los retos presentes se encuentra en ajustar las estrategias para las condiciones características del norte de Perú. Estas aplicaciones se enfocaron principalmente en la problemática que representa el alto porcentaje de fruta con calibres pequeños con menor valor comercial, por lo que se busca incrementar la proporción de fruta de calibre mediano un aspecto de vital importancia en el desarrollo futuro de la industria de palto 'Hass'.

I. INTRODUCCIÓN

El Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior de la Cámara de Comercio de Lima (2017) señala que en los últimos años la palta se viene constituyendo como uno de los productos de exportación con mayor importancia.

Según Westfalia Fruit, en 2020 el Perú ha exportado cerca de 365 mil toneladas de palta (ver Anexo1), este crecimiento sostenido en el volumen de las exportaciones se debe fundamentalmente al buen desempeño de algunas regiones productoras en la costa principalmente Lambayeque con un aumento en sus exportaciones de 51%, la Libertad con 30% y Ancash con un 49%.

Si bien se produce palto tanto en la costa como en los valles de las zonas alto andinas de la sierra (2-3%) y en la ceja de selva del Perú (<1%), casi el 98% de dicha producción se encuentra concentrada en la costa peruana y muy en particular en la región norte. Esta ventaja en la productividad se debe principalmente a la inversión tecnología y a las buenas prácticas agrícolas presentes en la región.

Una de las limitaciones que han repercutido en la competitividad de la palta Hass peruana en el mercado mundial, es el requerimiento de mayores calibres. Rafael Martin, gerente comercial de Agrícola CHAPI (comunicación personal), señala que uno de los factores clave para un exitoso proceso de exportación es el cuidado de los calibres, menciona en frutos de palta los calibres más apreciados son medianos. Wolstenholme (2014) menciona que para exportaciones a países europeos, las cajas estándar de 4kg que incluyen de 20 unidades a mas (calibres >20) consiguen menores precios en mercados de mucha oferta.

La zona norte del país presenta un alto porcentaje de calibres pequeños en la cosecha, que es atribuido entre otros factores a las condiciones climáticas de la zona (temperaturas mayores a 30°C) que generan estrés en el cultivo. Cowan (1997) menciona que el periodo comprendido entre 55 a 60 días después de la cuaja es la etapa más sensible en la división

celular, por lo que las condiciones climáticas mencionadas ocasionan que los frutos no alcancen gran desarrollo individual en peso y diámetro.

Si bien las plantaciones en zonas como Olmos (Lambayeque) son en su mayoría jóvenes (3-4 años), lo cual resulta en la producción de fruta más grande, se debe considerar que, en los próximos años, cuando los árboles envejecan, el problema de los calibres pequeños se verá agravado. Por las razones mencionadas, es importante trabajar en estrategias de manejo para asegurar este aspecto.

Los reguladores de crecimientos son compuestos orgánicos con efecto fitohormonal que han sido de especial importancia en el manejo de árboles frutales, ya que son considerados cultivos de alto valor e incluso pequeñas modificaciones en su eficiencia de producción, la calidad del producto o el atractivo cosmético tienen el potencial de aumentar significativamente el valor del producto. (Singh et al., 2018). Los reguladores de crecimiento presentan efectos multifuncionales, baja toxicidad y no tienen un efecto negativo sobre el medioambiente. Sus efectos fisiológicos van desde el crecimiento y desarrollo de la planta, hasta su respuesta frente al estrés biótico y abiótico y un mayor rendimiento de los cultivos (Chávez Suárez, 2012).

Por lo mencionado previamente, existe una gran oportunidad para incorporar en el manejo del cultivo del palto la aplicación de reguladores de crecimiento tales como giberelinas y citoquininas que podrían estimular el incremento de calibre de los frutos en los huertos comerciales de la región Lambayeque.

II. OBJETIVOS

El presente documento tiene como objetivo dar a conocer los efectos de la aplicación exógena de giberelinas y citoquininas en el cultivo de palto cultivar Hass en fundos comerciales de la región Lambayeque para disminuir el problema de calibres pequeños poco comercializados en el mercado.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Características del cultivo

El palto (*Persea americana* Mill.) conocido también como aguacate en otros países americanos, es una especie frutal que pertenece al género *Persea*, familia *Lauraceae*, orden *Laurales*, clase *Magnoliopsida*. Dentro de la especie se reconocen tres razas hortícolas, que según su origen son: Mexicanas, Guatemaltecas y Antillanas (Gardiazabal y Rosenberg, 1991), dentro de las cuales se dividen las variedades o cultivares de palto producido por hibridaciones que actualmente se conocen.

Es un árbol de hoja perenne, nativo de México y Centroamérica, donde existen zonas tropicales en las que diferentes especies de árboles deben competir permanentemente por luz y espacio (Lemus et al., 2005). Bajo estas condiciones se produce una selección natural que favorece la sobrevivencia de árboles de crecimiento rápido y permanente. Por esta razón, el palto es una especie que genéticamente está determinada para crecer continuamente, alcanzando fácilmente 12 metros de altura y aproximadamente 14 metros de diámetro de copa (Lemus et al., 2005).

Las flores de palto se disponen en una inflorescencia denominada panícula, que presenta aproximadamente 200 flores. Estas flores son completas, es decir, poseen todos sus verticilos florales (cáliz-corona-androceo-gineceo). Son flores pequeñas de 0,5 a 1,5 cm de diámetro cuando están completamente abiertas; de color amarillo verdoso y densamente pubescentes (Calabrese, 1992).

Presentan dicogamia protogínica, manifestando los sexos a distinto tiempo en un periodo de 48 horas. De acuerdo a la cronología de apertura floral, los cultivares de palto se dividen en grupos A y B. Los cultivares de tipo A presentan apertura de flores en estado femenino durante la mañana, cierran a mediodía y abren de nuevo durante la tarde del día siguiente en estado masculino, mientras que en los cultivares de tipo B, las flores abren durante la tarde

en estado femenino, cierran al anochecer y abren de nuevo la mañana del día siguiente (Gardiazabal y Rosenberg, 1991).

3.2 Características del cultivar ‘Hass’

El cultivar Hass es predominantemente guatemalteco, pero con algunos genes mexicanos; es una mutación espontánea de parentales desconocidos, que fue seleccionada por Rudolf Hass en el sur de California en 1926 (Newett et al, 2007). El árbol presenta un desarrollo mediano, de crecimiento erecto, pero no piramidal. Se caracteriza por ser un gran productor, además por su precocidad, encontrándose fruta en árboles de dos y tres años.

Es un cultivar con apertura floral tipo A y está mayormente adaptado a climas subtropicales por lo que su tolerancia al frío es media (sufre daños a partir de -1.1°C). Es de producción precoz y tiende a producir un gran número de frutos de poco tamaño ($< 200\text{g}$), característica que es más notoria a medida que el árbol envejece, se enferma o se estresa (Newett et al, 2007)

El fruto es de forma oval, con corteza gruesa y quebradiza; la pulpa es cremosa, con excelente sabor y sin fibra; la semilla es pequeña (bien pegada a la cavidad) y se pela fácilmente (Bernal y Díaz, 2005). De acuerdo con el estado de madurez, presenta un color que va desde verde opaco hasta morado oscuro, Los frutos pueden ser retenidos en la planta hasta por 3 meses después de que alcancen la madurez comercial, siendo esta una manifestación de juvenilidad fisiológica (Whiley, 2007).

3.3 Fenología

La fenología estudia y describe de manera integrada los diferentes eventos que ocurren en una planta a lo largo de una temporada. Estos eventos son la expresión visible de la fisiología de la planta y su interacción con el medioambiente. Al estudiar y comprender la fenología se puede entender cómo interactúa la planta con los distintos factores que la afectan y predecir qué respuesta se obtendrá ante determinados manejos o eventos ambientales (Mena, 2004)

La fenología del palto se reportó por primera vez a fines de la década de 1950. Sin embargo, el primer modelo conceptual detallado no se publicó hasta 1988 (Whiley et al., 1988).

Desde entonces, este modelo se ha perfeccionado con la incorporación de datos fisiológicos que proporcionan una interpretación más profunda del crecimiento de los árboles y las posibles limitaciones de rendimiento (Mena, 2004). Como en la mayoría de los frutales de hoja persistente, en los paltos maduros el crecimiento de los brotes está sincronizado en flujos que varían en vigor, duración y magnitud (Whiley, 2007).

El ciclo fenológico del palto Hass para la costa peruana descrito por Mena (2004) muestra dos flujos de crecimiento vegetativo, los que se encuentran intercalados por dos crecimientos radiculares, Whiley et al., (1988) mencionan que cuando declina el crecimiento vegetativo, el crecimiento radicular aumenta. En el ciclo fenológico la floración parte casi al mismo tiempo que el crecimiento vegetativo y alcanza su punto más alto a mediados de agosto e inicios de septiembre, es considerado como un periodo de traslape y fuerte competencia. Se observan dos momentos de caída de frutos marcados, el primero en primavera, a finales de septiembre y el segundo de verano, a finales de diciembre. (Ver Anexo2)

El crecimiento reproductivo comienza con la floración, seguido del cuajado, desarrollo y maduración del fruto. Este es uno de los periodos más críticos ya que se produce una competencia por los recursos entre la fruta en desarrollo y el crecimiento de nuevos brotes vegetativos, que determina tanto el rendimiento como el tamaño de la fruta (Lovatt, 2009) El ciclo floral, la duración del período y el rango de intensidad de la floración, varían de acuerdo al cultivar de palto y también es altamente dependiente de las condiciones ambientales, siendo la temperatura la de mayor importancia (Sedgley y Annells, 1981).

4.4 Biología reproductiva

El palto se caracteriza por presentar una intensa floración (de 1 a 2 millones de flores por árbol) y una cuaja que no supera el 0,001 % (Sedgley, 1980). La época típica de floración se extiende por cerca de dos meses, no obstante, en climas cálidos, este periodo es más corto y en lugares de climas templados es mucho más largo (Bergh y Lahav, 1996).

Cada brote floral puede ser de dos tipos: determinado, en las que en el eje se desarrolla en una inflorescencia terminal e indeterminado, en el que forma yema vegetativa en el eje primario que continúa el crecimiento del brote (Salazar-García, 1998).

3.5 Inducción y diferenciación floral

La inducción floral es el proceso mediante el cual las yemas de los frutales, originalmente vegetativas, sufren cambios metabólicos que las preparan para transformarse en yemas florales (Davenport, 1986; Davenport, 2000). Dichos cambios son invisibles y se dan en las células meristemáticas del ápice de una yema donde se inicia la formación del primordio de una flor o inflorescencia. Cualquier factor de estrés de intensidad y duración suficiente puede provocar la inducción floral, como por ejemplo las bajas temperaturas, deficiencias de nutrientes y el calor extremo (Wolstenholme y Whiley, 1990)

Inicialmente se creía que ocurría solo después de que los brotes entren en un periodo de receso. Recientemente, estudios realizados por Salazar-García et al. (1998) concluyeron que el proceso de iniciación floral inicia mucho antes. Estos autores sugirieron que, en el sur de California, la transición del estado vegetativo al reproductivo de los brotes de verano del cultivar Hass ocurre, probablemente, al final del periodo de elongación de los brotes, a fines de julio y durante agosto. La inducción floral se da entre dos a cuatro meses antes de la floración, luego tiene lugar la diferenciación floral que se desarrolla uno a tres meses antes que la antesis (Razeto, 2006).

El proceso que sigue a la inducción floral se conoce como diferenciación floral y corresponde a la manifestación externa o cambio morfológico de la yema (Wilkie et al., 2008). donde inicia el desarrollo de las estructuras que darían origen a la flor e involucra cambios morfológicos e histológicos en el ápice de la yema, los cuales comienzan con la formación de primordios florales a partir del tejido meristemático y terminan con la formación de todos los órganos florales en potencia (Razeto, 2006).

En el control de la floración están involucrados varios factores tanto internos como externos y sólo cuando todos estos elementos estén presentes en el ápice en el momento y en las concentraciones adecuadas se dará la inducción floral (Bernier, 1988).

Entre los factores externos que pueden ser considerados como inductores de floración se encuentran las bajas temperaturas (estrés térmico) y la longitud del día, los cuales al inhibir el gen FLC, promueven la expresión del gen FT. Este gen produce la proteína FT que se traslada hacia las yemas donde señalizan la activación de otros genes que conducen a la formación de las estructuras florales (Blázquez et al, 2011; Urrea-López, 2018).

3.6 Estadios florales

Las fases del desarrollo de la yema floral del palto han sido descritas por Cabezas et al. (2003), quienes proponen un modelo fenológico que presenta en secuencia progresiva 10 estados que abarcan desde la yema en latencia hasta el fruto tierno, describiendo los cambios morfológicos en cada uno de ellos. Esta caracterización de estados específicos del desarrollo floral en el aguacate fue propuesta con el fin de generar información que pudiera ser utilizada como herramienta para la programación de prácticas culturales en cultivos comerciales (Salazar-García y Lovatt, 2002).

El modelo propuesto se describe a continuación:

Estado A: Las yemas se encuentran cerradas, tienen forma aguda, color amarillo-grisáceo y están cubiertas por escamas pubescentes visibles y no lignificadas. Estas yemas aparecen en los brotes del ciclo vegetativo anterior y pueden ser terminales o axilares, siempre cercanas a la yema apical.

Estado B: La yema se hincha y redondea como consecuencia de la morfogénesis de la inflorescencia, las escamas oscurecidas de las yemas se separan y se extienden hacia el exterior y se hacen visibles las brácteas anaranjadas que protegen la inflorescencia.

Estado C: Una vez se abren las brácteas de la inflorescencia, se aprecian los botones florales de color verde pálido entre las bractéolas amarillo-verdosas, que protegen los primordios de los racimos de la panícula y los botones florales.

Estado D1 (estado coliflor) El eje primario y los ejes secundarios de la inflorescencia se elongan y se hacen visibles, mientras que en su base se ven las brácteas y escamas iniciales oscurecidas. Los botones florales se diferencian entre ellos pero se muestran agrupados en la panícula y se encuentran protegidos por las bractéolas.

Estado D2: Se produce la elongación de los ejes terciarios de la inflorescencia y las bractéolas en su base se muestran extendidas hacia el exterior y desecadas. Los botones florales se separan y se reconocen los racimos en la panícula.

Estado E: Los ejes de la inflorescencia se encuentran completamente elongados y las flores diferenciadas en los racimos de la panícula. La mayoría de las bractéolas se han

desprendido y, si las hay, se encuentran marchitas. Los tépalos de los botones florales son evidentes y presentan sólo en su extremo distal un leve viraje de verde a amarillo; dejan de estar fuertemente unidos.

Estado F: La antesis de las flores de la panícula se produce de forma escalonada y sincronizada. Este estado se divide a su vez en 10 subestados fenológicos donde cada flor realiza dos aperturas, la primera como estado femenino representado en 3 subestados con el subíndice f, y otra en estado masculino, expresado con el subíndice m, que comprende 5 subestados diferentes. Entre ambas fases, se produce un cierre intermedio y por último, el cierre definitivo de la flor.

3.7 Cuajado y abscisión de frutos

La abscisión de frutos es un mecanismo endógeno que ajusta la carga de frutos a la capacidad del árbol para nutrirlos (Agustí et al., 2003). Es un proceso complejo que indudablemente involucra varias hormonas y muchas enzimas, cuyas señales regulan los genes para impulsar este proceso.

Una vez producida la fecundación, el ovario deja de ser propiamente ovario para convertirse en fruto. La transición de ovario a fruto en desarrollo recibe el nombre de cuajado, ocurre poco después de la antesis, cuando una flor ha sido polinizada con éxito se estimula el crecimiento del ovario mientras que las partes florales, como los estambres y los pétalos, generalmente se marchitan y caen (Agustí et al., 2003). El proceso está basado en la división celular y exige una gran cantidad de energía. El fruto es el órgano sumidero más importante y reclama mediante la síntesis hormonal gran cantidad de los carbohidratos disponibles en el árbol durante su desarrollo, limitando mientras crece el desarrollo vegetativo (Martínez-Alcántara et al., 2015).

El cuajado y desarrollo inicial del fruto depende, entre otros factores, de los efectos de competencia establecidos entre el número de flores en desarrollo. En la caída primaveral de frutitos el crecimiento inicial del fruto coincide con el mayor crecimiento del brote y con el crecimiento de la raíz; mientras que una segunda caída ocurre al iniciarse el flujo de crecimiento de brotes de varano. (Whiley, et al., 2007). Por lo que una limitación de la fuente y/o sumidero o la competencia por foto asimilados podrían ser posibles razones de la abscisión de los frutos y en consecuencia de bajos rendimientos.

Los frutos de palto que no cuajan se dividen en dos grupos: los frutos provenientes de flores polinizadas pero no fertilizadas (carentes de embrión y endosperma) y frutos provenientes de flores en las que se produjeron tanto la polinización como la fecundación, dando como resultado un embrión y una semilla normales (Lovatt, C. 1990). Sedgley (1987) observó que durante la primera semana después de la antesis el 80% de los frutos caídos procedían de flores polinizadas pero no fertilizadas. Sin embargo, un mes después de la antesis los frutos caídos procedían de flores fecundadas. Estas observaciones descartan defectos de fertilización como el factor causal de la alta tasa de caída inicial de frutos con desarrollo más avanzado.

Según Sedgley (1980) los frutos abscionados cesan su crecimiento a lo menos una semana antes que se produzca su caída, siendo el primer cambio visual que se observa previo a la abscisión el oscurecimiento de la capa interna de la cubierta seminal (Davenport y Manners, 1982).

3.8 Crecimiento del fruto

La curva de crecimiento del fruto en el árbol es de tipo simple sigmoidea. A diferencia de otras frutas donde la división cesa en un cierto punto y el crecimiento adicional es por elongación celular, la palta continúa creciendo mientras está en el árbol y se mantiene un proceso de división, aunque a un ritmo más lento (Cowan et al., 1997), por lo que los factores que afectan la actividad del ciclo de división celular asumen importancia. Tanto la división como la expansión celular están bajo la influencia de señales internas (genotípicas) y externas (ambientales y de manejo) (Lamia Azzi et al, 2015).

El desarrollo del fruto consta de tres fases básicas, las cuales no son uniformes. La primera fase de tipo logarítmico empieza días después de la antesis, consiste en el desarrollo del ovario y el inicio de la división celular, lo que en conjunto se denomina cuajado y dura alrededor de 10 semanas después del pico de floración; la segunda fase es de tipo lineal continúa la división celular y el fruto aumenta significativamente de tamaño y peso, se da la formación de semilla y desarrollo embrionario, y dependiendo de la variedad y condiciones ambientales puede llegar hasta 30 semanas después de la floración ; en la tercera de tipo hiperbólico, típica de la madurez, la fruta aumenta de tamaño principalmente por expansión celular y se producen una serie de cambios en el fruto que permiten alcanzar sus

características gustativas específicas (Cowan et al., 1997; Martínez, 2003;Cowan et al., 2001; Scora et al., 2002) . (Ver Anexo 3)

El éxito de la formación de frutos durante los primeros días posteriores a la floración depende de la disponibilidad de asimilados almacenados, la fotosíntesis del momento, la capacidad sumidero (sink) del fruto y del tiempo de transición de las hojas del brote como órganos demandantes a órganos fuente en los brotes de primavera (Wolstenholme y Whiley, 1995). Whiley (1994) encontró que en las hojas del brote vegetativo, la capacidad sumidero duró 42 días y durante ese tiempo ocurrió una pérdida del 86% de los frutos inicialmente cuajados.

El desarrollo de la fruta inicia gracias a las hormonas reguladoras del crecimiento producidas en las semillas en desarrollo y son lo que incrementa la fuerza sumidero en la fruta. La semilla, y más específicamente, la cubierta seminal en los frutitos del palto contiene auxinas (Gazit y Blumenfeld, 2006), sustancias del tipo de las giberelinas (Blumenfel y Gazit, 1972), citoquininas (Blumenfeld y Gazit, 1977), etileno y ácido abscísico (Adato y Gazit, 1977). Estudios de Blumenfeld & Gazit (1974) señalan que en el en el fruto con semilla, en un periodo de dos meses, el número de células se incrementó 2.2 veces y el tamaño de las células 3.2 veces en el pericarpio, y solo 1.2 y 1.4 veces respectivamente, en fruta sin semillas. Asimismo, los frutos sin semillas son más pequeños, generalmente más cortos, y siempre son mucho más estrechos que los frutos con semillas. Por su efecto sobre el crecimiento del fruto la semilla del palto se considera un fuerte órgano sumidero. Por lo tanto, las claves para el tamaño normal de la fruta son maximizar la división celular y mantener integridad de la cubierta de la semilla hasta que los frutos estén completamente desarrollados en la madurez hortícola (Cowan et al., 2001).

3.9 Calibre

El calibre es una variable importante desde el punto de vista comercial, ya que se usa para clasificar la fruta en los mercados internacionales, los países productores de palta deben cumplir distintas normas de calibres para poder realizar exportaciones.

Existe una clasificación de calibres para la palta dependiendo del mercado al que el exportador se dirija, que está relacionada con el peso de los frutos y la cantidad de frutos contenidos en un determinado peso de la caja de exportación (Jaque, 2005). La exportación

de palta Hass a Europa, Canadá y Asia se realiza en cajas de 4 kg, mientras que la exportación a EEUU se realiza en cajas de 25 lb (11.3 kg), el calibre es medido como el número aproximado de paltas que entran en una de estas cajas estándar. La tabla 1 presenta la calificación de calibres para la Unión Europea según la norma técnica peruana (Instituto Nacional de Calidad, 2019).

Tabla 1: Calibres palta para el mercado europeo

Calibres	Peso (g.)
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

El calibre está bajo el control de muchos factores que interactúan, que incluyen la composición genética, los extremos climáticos, la floración y polinización deficiente, y competencia vegetativa-reproductiva (Wolstenholme et al., 1997). Asimismo, una cosecha elevada, con aproximadamente 66.1 kg de fruta por árbol, puede reducir el tamaño medio de la fruta debido a una mayor competencia entre ellos. Por esa razón se busca un equilibrio en la relación hoja: fruto (Salazar - García et al., 1998, Salazar - García y Lovatt, 2000).

El cultivar Hass presenta frutas genéticamente más pequeñas que la mayoría de los cultivares comerciales como Fuerte y Ettinger, Cowan et al. (2011) señalan que solo entre 5 - 20% de la fruta producida por el cultivar estaría bajo el rango exportable. Según Hofman y Jobin-Décor (1997) la fruta con calibres pequeños en Hass sería más madura que la fruta de calibres

mayores, porque proviene de una antesis anterior en la temporada. Esta fruta a pesar de su crecimiento lento ha acumulado materia seca por más tiempo.

3. 10 Influencia de altas temperaturas

Los factores ambientales influyen en todos los aspectos del crecimiento del palto y determinan la magnitud con la que se expresa su potencial genotipo, inducen estrés promoviendo así los cambios asociados en los procesos fisiológicos. Es determinante en la producción frutícola de una zona, tanto en las posibilidades potenciales, como en la calidad y rendimiento (Gardiazábal, 2004). Uno de los principales factores climáticos a considerar es la temperatura, ya que ésta es la que determina en un mayor grado la distribución geográfica de las especies.

Entre las consecuencias de las altas temperaturas podrían señalarse la aparición de floración y polinización anormales, así como la caída de la fruta y desbalances hormonales (Sedgley 1977). La exposición a largo plazo de regímenes calurosos antes y después de la antesis ejerce un efecto perjudicial sobre los órganos reproductivos y la cuaja de frutos de los cultivares subtropicales de palto (Whiley et al, 2007).

La fotosíntesis en el palto es relativamente ineficaz y el período de rápido crecimiento de la fruta y la acumulación de aceite genera una gran demanda de energía para el árbol coincidiendo con temperaturas de verano más altas y, a menudo, una alta demanda de evaporación.

Los resultados de floración en Hass en diferentes regímenes de temperatura muestran que a temperaturas de 33°C en el día seguido de 28°C en la noche abren menos flores que a temperaturas de 25°C en el día y 20°C de noche y que el largo del periodo de floración disminuye a medida que aumenta la temperatura (Sedgley y Annels, 1981). Según Lovatt (1997), la temperatura ideal para un cuajado exitoso fluctúa entre 20 y 25°C. En este rango se produce un traslape de varias horas entre las fases femenina y masculina de las flores, la actividad de las abejas es máxima y la tasa de germinación del polen y crecimiento del tubo polínico son altas.

El calibre, al depender del número de células, depende de la división celular, la cual es mayor en la primera etapa del desarrollo del fruto. El periodo comprendido entre 55 a 60 días

después de la cuaja es la etapa más sensible en la división celular, cualquier estrés como alta temperatura o radiación puede producir menor calibre (Cowan, 1997).

Por otro lado, Cutting (1993), señala que en condiciones cálidas, el contenido y la composición de citoquininas en las frutas eran diferentes a las de las frutas cultivadas en condiciones frescas. Se entiende que cuanto más baja es la temperatura ambiental, mayor movimiento hay de citoquininas desde la raíz hasta la parte superior en las hojas. Por lo que el problema de los frutos pequeños es más profundo cuando los árboles de palto se cultivan en condiciones cálidas

3.11 Reguladores de crecimiento vegetal

En las plantas, la comunicación química se establece fundamentalmente a través de hormonas o fitohormonas, aunque no se excluye la existencia de otros posibles mediadores químicos cuya naturaleza, por el momento, se desconoce (Taiz & Zeiger, 2006).

Los reguladores de crecimiento son compuestos sintetizados químicamente u obtenidos de otros organismos que imitan el rol de las fitohormonas de manera natural y son, en general, mucho más potentes que los análogos naturales por lo que se han convertido en herramientas poderosas capaces de controlar el crecimiento y actividad bioquímica de las plantas (Alcántara, 2019)

Es importante establecer que estos compuestos no solo tienen esa función cuantitativa sino que su acción va más allá de eso; pueden ser estimulantes o inhibidores de procesos fisiológicos o morfológicos (Villena, 2005). Sus efectos fisiológicos incluyen la estimulación del crecimiento, el aumento de la resistencia de las plantas al estrés abiótico y las enfermedades, y un mayor rendimiento de los cultivos.

Hoy en día, se utilizan reguladores de crecimiento vegetal específicos para modificar en cultivos la tasa de crecimiento y patrón de crecimiento durante varias etapas de desarrollo desde la germinación hasta la cosecha y preservación postcosecha. Entre los más conocidos que se tenemos a las auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno y ácido abscísico, que constituyen los cinco grupos hormonales clásicos. En los últimos años, sin embargo, se han aislado sustancias que también pueden clasificarse como hormonas basándose en sus efectos sobre el desarrollo o el fenotipo de mutantes con defectos en su síntesis o percepción. En

este nuevo grupo de hormonas se incluyen brasinosteroides, oxilipinas, poliaminas, salicilatos, oligopéptidos y óxido nítrico (Taiz & Zeiger, 2006).

3.12 Giberelinas

Las giberelinas son hormonas de crecimiento involucrados en varios procesos de desarrollo en vegetales. La presencia de giberelina se detectó gracias a los esfuerzos de los fitopatólogos japoneses que, en la década de los 30, aislaron una sustancia promotora del crecimiento a partir de filtrados de cultivos del hongo *Gibberella fujikuroi* encontrado en plantas de arroz enfermas. A partir de este hongo fue aislado en 1926 el compuesto activo “giberelina” por Eiichi Kurosawa (Tamura, 1991).

En la década de 1950 se logró aislar y caracterizar diferentes tipos de giberelinas a partir de la filtración y purificación de los metabolitos que eran capaces de producir estos hongos, logrando diferenciar 3 tipos de giberelinas biológicamente activas (GA1, GA2, GA3) que interesan en la agricultura. Ese mismo año aclararon la estructura química del compuesto que habían purificado a partir de la filtración del cultivo de *Gibberella* y lo llamaron ácido giberélico. El ácido giberélico (GA3) es la giberelina producida con mayor frecuencia en fermentaciones a escala industrial comercial de *Gibberella* para usos agrícolas, hortícolas y otros usos científicos (Ramwant & Chakrabarty, 2013).

3.12.1. Sitios de síntesis

Las giberelinas se sintetizan principalmente en los ápices de los tallos, en las hojas jóvenes en desarrollo y luego transportadas por el floema. También se ha identificado giberelinas en los exudados y extractos de raíces esto sugiere que pueden ser sintetizadas allí y luego trasladadas a través del xilema. (Taiz, L., & Zeiger, E., 2006).

3.12.2. Funciones fisiológicas

Las giberelinas influyen en una amplia variedad de procesos de desarrollo. Aumentan la elongación celular y el proceso de división celular al acortar la interfase del ciclo e inducir a las células en la fase G1 a sintetizar DNA, promueven el crecimiento celular debido a que incrementan la hidrólisis de almidón, fructosa, sacarosa, con lo que se originan moléculas de fructosa y glucosa que contribuyen a la formación de la pared celular (Taiz y Zeiger, 2006).

Hacen momentáneamente más negativo el potencial hídrico de la célula, al disminuir el potencial hídrico el agua penetra con mayor rapidez, provocando su expansión y diluyendo los azúcares; inducen la deposición transversal de micro túbulos y participan en la regulación del transporte de Ca (Azcón-Bieto, 2013). La proliferación celular en el meristemo intercalar, conduce al crecimiento de entrenudos y en consecuencia aumenta la longitud de brotes (Salisbury y Ross, 2000). Su efecto inhibitorio y promotor de las aplicaciones exógenas de GA3 en la floración son dependientes de la especie, concentración y tiempo de aplicación. Guardiola et al. (1977) señalan que las giberelinas actúan principalmente sobre la inducción floral, en la formación de la yema floral.

La síntesis de giberelinas que tiene lugar en los óvulos fertilizados, es el estímulo que controla el desarrollo inicial del fruto (Talón et al., 1990), en algunas variedades de chirimoyo, uva, níspero, palto y tuna, se han logrado obtener frutos partenocárpicos, con aplicaciones de giberelinas. Éstas pueden reemplazar la polinización natural, estimulando el crecimiento del ovario al interior de la flor. En el caso del palto, se ha registrado que la aplicación de ácido giberélico (50 ppm) en floración induce retención de frutos partenocárpicos (Razeto, 1987)

En los frutos el ácido giberélico aumenta la firmeza de la pulpa e incrementa del contenido de sólidos solubles (Usenik et al. 2005). Regulan la latencia en semillas al suplir los requerimientos de luz o frío que precisan para germinar, por lo que es sumamente importante en el desarrollo temprano de los embriones vegetales.

3.12.3. Efecto en cultivos frutales

Las giberelinas influyen en una gran variedad de procesos de desarrollo en cultivos frutales, aplicaciones foliares de GA3 han demostrado la capacidad de inhibir la floración en cultivos de frutales subtropicales como los cítricos y tropicales como el mango.

Guardiola et al. (1982) encontraron que la aplicación de ácido giberélico (GA3) al inicio del hinchado de yemas resultó en una inhibición significativa de la floración y un aumento en el número de brotes vegetativos en naranja dulce. En el cultivo de mango, Nuñez–Elisea y Davenport (1991) encontraron que altas concentraciones de AG3 (> 250 mg/L) causaron un retraso en la iniciación floral. Parece ser que el AG3 retrasa la iniciación de primordios

florales (prolonga el reposo), esto retrasó la fecha de la antesis en más de 4 semanas en algunos cultivares. Por otra parte, en el cultivo del anacardo el tratamiento de GA3 a los 40 ddpf (días después de la plena floración), promovió calidad a través de incrementos significativos de peso y tamaño.

Estudios realizados en plantas de alverja examinaron el efecto de aplicaciones de Uniconazol (inhibidor de giberelinas) en el crecimiento de tallos donde se observó la reducción en velocidad y el grado de elongación a lo largo del tallo. Esta inhibición del crecimiento se revirtió en gran medida o totalmente mediante la aplicación de GA (Cosgrove y Sovonick-Dunford, 1989)

3.12.4. Efecto en cultivo de palto:

En forma experimental en California se han implementado prácticas de manejo para incrementar el amarre de fruto con aplicaciones foliares de ácido giberélico al palto en la etapa de coliflor del desarrollo de la inflorescencia que provocaron un desarrollo precoz del brote vegetativo en inflorescencias indeterminadas en relación al desarrollo de la flores (Salazar-García y Lovatt, 2000). Efecto similar registraron Espíndola et al. (2008) observaron que el ácido giberélico aplicado en estado coliflor promovió mayor amarre inicial de fruto a 50 ddpf (días después de la plena floración), efecto que se atribuye al desarrollo temprano del brote vegetativo de las inflorescencias indeterminadas, las cuales tuvieron mayor capacidad para exportar fotosintatos y así mejorar la retención de fruta.

La respuesta de las yemas apicales a la aplicación exógena de giberelinas está influenciada por el estado de desarrollo de las inflorescencias. El ácido giberélico (AG3) es aplicado cuando inicia la elongación de ejes secundarios de la inflorescencia (estado de coliflor). La aplicación foliar de AG3 indica incrementos en la producción al aumentar el peso de frutos comerciales (de 213 a 269 g) cuando se aplica a inflorescencias en desarrollo (Salazar-García y Lovatt, 2000). Esto se atribuye al desarrollo temprano causado por la aplicación de GA3, las hojas se convierten en fuentes de foto asimilados en el momento del cuajado, en lugar de sumideros competidores (Blanke y Lovatt, 1998). La redistribución de los metabolitos disponibles para la planta tiene un efecto positivo y directo, favoreciendo el crecimiento de frutos y su permanencia hasta cosecha.

3.13 Citoquininas

Las citoquininas (CTK) son mensajeros químicos específicos de las plantas que desempeñan un papel central en la regulación del ciclo celular de las plantas y en numerosos procesos de desarrollo. Las citoquininas fueron descubiertas por Skoog y Miller durante la década de 1950 como factores que promueven la división celular (citocinesis). La primera citoquinina descubierta fue un derivado de adenina (aminopurina) llamado "kinetina" (6-furfuril aminopurina), que se aisló como un producto de degradación del ADN (Schmülling, 2013)

Las citoquininas de origen natural derivan de las purinas: kinetina, n-benciladenina, zeatina, etc., y las de origen sintético derivan de la difenilurea (Forclorofenuron [CPPU], Tidiazurón [TDZ]). La principal diferencia entre ambos tipos está en la concentración requerida para tal actividad, siendo las de origen sintético más potentes que las de origen natural (Contreras, 2010). Siendo la Zeatina, extraída de semillas inmaduras de maíz, la forma más común de citoquinina natural en las plantas (Jordán y Casaretto, 2006).

El tipo y la actividad de las moléculas de citoquininas difieren notablemente entre diferentes especies de plantas y tejidos dentro de la planta, en diferentes etapas de desarrollo y bajo diversas condiciones ambientales. No solo son producidas por plantas, sino que también son producidas por microorganismos asociados a plantas, micro algas e insectos. Las citoquininas que son producidas tanto por microbios patógenos como beneficiosos, inducen resistencia en plantas contra infecciones por patógenos (Saleem Akhtar et al., 2020)

El mecanismo de acción de las citoquininas es desconocido, pero existe un profundo efecto en la tasa de síntesis proteica y sobre el tipo de proteína sintetizada por las células de la planta que actúan a nivel de los genes o moléculas (Taiz y Zeiger, 2006). Una hipótesis que podría explicar el mecanismo de acción de esta hormona es que estaría relacionado con la síntesis de algunas proteínas específicas. Por esta razón se han hecho muchos intentos para descubrir si las citoquininas actúan mediante el control de la transcripción y traducción de ciertas proteínas claves (Salisbury y Ross, 1994).

Se cree que el mecanismo de acción de las citoquininas en el aumento de volumen de la célula se debe a un incremento de los solutos, principalmente azúcares reductores (glucosa, fructosa o ambos), provocando la absorción de agua para equilibrar las concentraciones osmóticas dentro y fuera de ella (Salisbury y Ross, 1994).

3.13.1. Sitios de síntesis

Las citoquininas están presentes en todos los tejidos vegetales. Son abundantes en las regiones meristemáticas y en áreas de crecimiento continuo como la zona subapical de la raíz, hojas jóvenes y frutos y semillas en desarrollo.

El transporte de citoquininas es acropétalo a través de la savia del xilema, al interior de la planta la movilidad de estas hormonas pareciera ser baja, por lo que las aplicaciones sobre las hojas tienen un efecto localizado, manteniendo la zona con una coloración verde durante un mayor tiempo que aquellas no tratadas (Contreras, 2010).

3.13.2. Funciones fisiológicas

Al estimular la división celular en los meristemos, las citoquininas regulan el tamaño de los brotes, los primordios de las hojas, número y crecimiento de hojas y brotes. Pueden estimular tanto la diferenciación como el crecimiento de las yemas axilares. Las citoquininas pueden mediar la liberación de la yema axilar de la dominancia apical. En las raíces, a diferencia de las auxinas, las citoquininas inhiben la formación de raíces laterales.

Las citoquininas controlan la morfogénesis vascular de las raíces, la absorción de minerales y el movimiento de nutrientes. La biogénesis de cloroplasto y la tasa de fotosíntesis dependen de las citoquininas. A veces contrarrestan la dormancia de semillas o brotes, estimulan la diferenciación de primordios y retrasar la senescencia de hojas y flores (Manuel Le Bris, 2017). Los altos niveles de actividad de las citoquininas en la semilla joven formación afectan positivamente el cuajado de los frutos al aumentar su capacidad sumidero e incrementar el transporte de elementos minerales y carbohidratos hacia el fruto, por lo que la abscisión del fruto podría controlarse con la aplicación exógena de CTK (Bower y Cutting, 1988). La relación de las citoquininas con el ácido abscísico es fundamental para el transporte de solutos post-floema, la tasa de crecimiento y el tamaño final del fruto. Wolstenholme (2001) señala que las aplicaciones de ABA imitan el fenotipo de la fruta pequeña, mientras que la aplicación de CTK niega su efecto, es decir juegan un papel antagónico. Los niveles de ABA y etileno tienden a incrementarse durante la segunda fase de desarrollo del fruto (Bower y Cutting, 1988). Estas dos hormonas alcanzan su contenido máximo en el embrión cuando el contenido de CTK disminuye o es nulo (Cowan et al., 2001).

3.13.3. Efecto en cultivos frutales

Se han utilizado distintas fuentes de citoquininas naturales mediante aplicaciones foliares desde plena flor, especialmente utilizando zeatinas, beatinas, entre otras, con efectos positivos en aumentar tamaño de frutos en la etapa I de división celular y que serían inductores de las propias citoquininas generadas por las plantas (Tapia, 2020).

Mesejo et al. (2013) observaron un mayor contenido de almidón endógeno almacenado en el ovario de la mandarina 'Marisol' que en el de la mandarina 'Clemenules', las que presentan alta y baja capacidad de cuajado, respectivamente. Por lo que la capacidad de las citoquininas para incrementar el contenido de almidón almacenado en el ovario de la flor en el momento de la antesis podría ser determinante para el éxito del cuajado del fruto.

Se sabe que la CPPU y el TDZ actúan a menores concentraciones que las CTK de purina. Por lo tanto, en comparación con otras CTK, la CPPU parece tener un efecto mucho más consistente y más fuerte sobre el cuajado y el crecimiento de varios cultivos de frutas (Matsuo et al., 2012). En el cultivo de cerezo, la utilización de TDZ en concentración de 10 ppm aplicado entre 5-7 ddpf, mostró claros resultados en aumentar el peso y diámetro de frutos y una mejora en la proporción de fruta en calibres mayores a 28 mm (Súper Jumbo) comparado a un testigo. (Tapia, C., 2020)

3.14. Efecto en el cultivo de Palto

Los frutos jóvenes de palta 'Hass' bañados en CPPU alcanzaron mayores calibres. Sin embargo, cuando se trató todo el árbol con CPPU, el efecto sobre el tamaño de la fruta no fue definitivo (Köhne, J. 1991)

Estudios de Neri et al. (1993) indican que la movilidad tanto del (CPPU) como de la (TDZ), dentro del fruto es pobre, por lo cual se requiere aplicar el producto de manera uniforme, por ejemplo a través de aplicaciones por inmersión.

Aplicaciones de TDZ aplicadas 60 ddpf, dieron como resultado frutos con un mayor diámetro que los cosechados sobre los árboles testigo, las diferencias con el testigo sin

aplicación fueron estadísticamente significativas con dosis de 25 y 50 ppm (Flores y Escobedo, 2018)

(Ish-Am et al., 2007) registraron un incremento en promedio de 16%, el tamaño del fruto en el cultivo de palto variedad Ettinger, por las aplicaciones de citoquininas en cuaja inicial, siendo la concentración más efectiva de citoquinina estuvo entre 30 a 50 ppm y el momento más adecuado para su aplicación era a las cuatro semanas posteriores al punto más alto de floración.

IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

4.1 Problemática

El alto porcentaje de fruto pequeño es una característica conocida en el cultivar Hass, dentro de los cultivares guatemaltecos, es una de las más sensibles a las altas temperaturas, especialmente durante periodos críticos como la floración y cuajado de frutos, causando esta condición un efecto perjudicial sobre la biología reproductiva y la fisiología del árbol (Whiley et al., 2007). Esto puede ser en parte explicado por la tasa de respiración relativamente alta de la fruta 'Hass' en comparación con otros cultivares (Blanke y Whiley, 1995). Por lo que el problema de las frutas pequeñas Hass no se limita a los árboles enfermos o viejos. Incluso los árboles en buen estado pueden producir entre 5 a 25% de frutos pequeños (Wolstenholme, 2014).

Las altas temperaturas alteran eventos metabólicos estrechamente relacionados con división celular de la fruta como el contenido de carbohidratos y el balance hormonal. A nivel fisiológico se influye en el comportamiento estomático, ocasionara que la planta cierre las estomas por completo, produciéndose una inhibición de la fotosíntesis y del transporte a los puntos de interés por el floema de carbohidratos, elementos minerales y hormonas que son de vital importancia para la floración, cuaja y el período de rápido crecimiento de la fruta que genera una gran demanda de energía para el árbol (Taiz y Zeiger, 2006).

La falta de sacarosa, el principal hidrato de carbono soluble en el floema, causara el envejecimiento prematuro de la cubierta seminal. La pérdida de esta impide el contacto vascular entre la semilla y la pulpa, lo que detiene el crecimiento celular y en consecuencia el crecimiento adicional de la fruta. (Blumenfeld y Gazit, 1974; Cowan et al. 2001; Chacón y Martínez, 2007, estrés). Por otro lado, el estrés climático ocasiona un desbalance hormonal que afecta la producción e interacción de hormonas al interior de la planta y disminuye el efecto sumidero hacia los órganos en desarrollo (González et al, 2007).

De acuerdo a un estudio realizado en Australia, la fruta cosechada de palto era un 30% más pequeña cuando era producida en un clima cálido subtropical costero en comparación con un clima más frío. (Wolstenholme et al, 1997)

En un informe posterior se compararon las temperaturas máximas y mínimas promedio de las zonas productoras del primer estudio (28,6/19°C y 21,4/13,6°C) con el peso promedio de fruta de ambas zonas obtenido de las cosechas de 4 años consecutivos (195 ± 6,5g versus 227 ± 3,6g) Se observa un aumento del 17% en los pesos promedio para la zona más fría (Whiley et al., 1996).

Estas experiencias indican que Hass se desempeña mejor en entornos más fríos y húmedos que sean menos estresantes, por lo que las zonas productoras de Lambayeque, donde los valores diarios de temperatura fluctúan entre 22°C y 35°C (Ver anexo 4 y 5), necesitan de un manejo que pueda incrementar la proporción de fruta de calibre mediano- grande. Estas condiciones ambientales presentan una gran área de oportunidad para implementar la aplicación de reguladores de crecimiento al manejo del cultivo como una alternativa para ayudar a cumplir con la demanda del mercado.

4.2 Situación encontrada

4.2.1. Ubicación:

La experiencia se desarrolló en tres fundos ubicados en Motupe y Olmos, distritos del departamento de Lambayeque, en el norte de Perú. Esta región es una zona relativamente nueva para el cultivo de palto 'Hass', especialmente la zona noreste y el proyecto de irrigación Olmos.

El Relieve de Lambayeque está constituido en su mayoría por extensas planicies aluviales, unas surcadas por ríos y otras cubiertas de arena. Su clima se ve influido por el mar y las corrientes peruanas del niño. Dadas las condiciones de la zona, el palto tiene un desarrollo distinto al sur y centro de Perú, incluso diferente al proyecto de irrigación Chavimochiv que se extiende en gran parte de la región La Libertad

4.2.2. Condiciones Agroclimáticas:

La zona de Motupe es uno de los principales valles de Lambayeque, presenta clima Subtropical seco, con temperaturas mayores a 32°C en verano, mientras que Olmos presenta un clima desértico, con temperaturas mayores a 35 °C en verano y los inviernos son templados con temperaturas mínimas en torno a los 19°C.

En ambas zonas las precipitaciones, como corresponde a la costa peruana, son muy escasas, salvo en los años en que las condiciones impuestas por El niño ‘tropicalizan’ la región con precipitaciones excepcionales.

4.2.3. Fenología del cultivo en la zona

En Lambayeque, la etapa de floración inicia a fines de agosto y se extiende hasta finales de septiembre, siendo mucho más corta que la floración presente en la costa sur, la cual tiene aproximadamente un mes de duración. La cosecha es temprana, iniciándose en el mes de marzo por lo que cubre una ventana importante en el mercado internacional.

4.2.4. Manejo de cultivo

Las plantaciones en las que se desarrolló la experiencia en Olmos eran jóvenes, con 3 años de instalación, injertados sobre patrones Antillanos con un marco de plantación de 7 × 3m y una densidad de 420 plantas aproximadamente por hectárea. En Motupe las plantas tenían 5 años de instalación, injertadas sobre patrones Antillanos y Zutano, con un marco de plantación de 6 x 3.5 y una densidad de 476 plantas por hectárea. En ambas zonas figuran como variedades polinizantes Ettinger y Zutano.

Los fundos de Motupe presentan agua con pH básico de 7.5-8, CE de 0.6 dS/m y suelo tipo Franco arcilloso, mientras que en Olmos el agua presenta un pH de 6.5 y CE de 0.3 dS/m y suelo de textura arenosa.

Riego

El riego es, sin lugar a duda, el factor más determinante en el éxito o fracaso de la productividad. Los fundos cuentan con un sistema de fertirriego automatizado por goteo, considerado como el método más eficiente para suministrar agua y nutrientes al cultivo de

manera simultánea. Dependiendo de la etapa fenológica varía la demanda hídrica del cultivo, siendo la cuaja y el crecimiento exponencial del fruto en el mes de enero, que coincide con las temperaturas altas de verano, los momentos de mayor demanda con un volumen aproximado de 1600m³ de agua por hectárea. (Ver anexo 6)

A lo largo de la experiencia se presentaron una descompensación de las mangueras del sistema de riego en Motupe 2, lo que provocó un déficit hídrico y una consecuente caída masiva de frutos.

Aplicaciones sanitarias

Entre las principales plagas registradas en la zona se presentaron los ácaros (*Oligonychus sp.*), queresas (*Fiorinia fiorinae*), chinches (*Dagbertus sp.*) y lepidópteros (*Oxidia vesulia*, *Sabulodes caberata*).

Para ácaros se realizan aplicaciones de Hexithiazox + Fenpyroximate y Matrine en los meses de Julio (posterior a la cosecha) y entre noviembre-enero; para queresas se realizan aplicaciones de Imidacloprid en Julio y Pyriproxifen en noviembre; para chinches se realizaron aplicaciones de clorpirifos y methomyl en los meses de septiembre–noviembre y para lepidópteros se realizaron aplicaciones de Abamectina y Bacillus Thuringiensis en los meses de septiembre.

Para enfermedades fúngicas como *Lasiodiplodia theobromae* se realizan aplicaciones a lo largo de la campaña de Procloraz y Thiabendazole, mientras que durante la floración se realizaron aplicaciones de Azoxystrobin, Tebuconazole y Difeconazol para *Cladosporium spp.*

4.3 Actividades

El 2018 se realizaron aplicaciones de giberelinas y citoquininas, solas o combinadas en los tres fundos comerciales en producción durante el desarrollo de la inflorescencia.

Se seleccionaron estos reguladores de crecimiento debido a los antecedentes encontrados en la literatura que registran una respuesta positiva, en distintos cultivos frutales incluyendo el palto, a la problemática planteada. El detalle de los tratamientos aplicados se anota en la Tabla 2.

Tabla 2: Tratamientos y dosis aplicadas en cada huerto comercial

Tratamientos*	Ingrediente activo (I.A)	Dosis de I.A
T1	Ácido giberélico	62.5 ppm
T2	Ácido giberélico	62.5 ppm
	Kinetina	40 ppm
T3	Ácido giberélico	62.5 ppm
	Tidiazurón	40 ppm
T4	Kinetina	40 ppm
T5	Tidiazurón	40 ppm
T6	Testigo sin aplicaciones	

Se buscaron productos comerciales de marcas con amplio uso en palto u otros cultivos. Como fuente de la citoquinina sintética se usó el producto comercial KEMPRO® con 500g/L de Tidiazuron, para la citoquinina natural se usó el producto comercial CYTHOR® con 12 g/L de Kinetina y como fuente de giberelina se usó el producto comercial ACTIVOL ® con un a 40g/Kg de AG3.

Existen factores importantes que se tomaron en cuenta al elegir los tratamientos, ya que influyen sobre la efectividad en el objetivo buscado. El principal fue sincronizar correctamente las aplicaciones con los momentos claves en la fenología del cultivo, es decir sincronizar lo que naturalmente estaba ocurriendo en las plantas con el efecto que van a inducir los reguladores. Para escoger los momentos se hizo uso de la literatura, donde se registra el análisis de las aplicaciones de citoquininas y giberelinas en huertos ubicados en California (USA), se comparó la fenología que el cultivo presenta en esta zona con la que exhibe el cultivo en Lambayeque, de esta forma se pudo identificar los momentos clave en nuestras condiciones (Ver Anexo 7)

La respuesta de las yemas apicales a la aplicación exógena de giberelinas está influenciada por el estado de desarrollo de las inflorescencias. El ácido giberélico se aplicó cuando se inició la elongación de ejes secundarios de la inflorescencia (estado de coliflor), las hojas jóvenes del brote poseen altas tasas metabólicas y de expansión, por lo tanto, son sitios de fuerte demanda ya que la prioridad entre los sumideros está directamente relacionada a la

tasa de crecimiento. Se aplicó el GA3 en Motupe el 05 de agosto mientras que en Olmos se realizó la aplicación el 28 de agosto.

En el caso de las citoquininas, kinetina (KIN) y tidiazurón (TDZ) se aplicaron cuando el campo presentaba flores en anthesis. Momentos en que se da un proceso de división celular acelerado, el cual es fundamental para el crecimiento del fruto. En los fundos de Motupe las citoquininas (KIN y TDZ) se aplicaron el 03 de setiembre mientras que en Olmos se aplicaron el 14 de setiembre.

Las aplicaciones se realizaron temprano por las mañanas con un rociador de mochila sobre la copa de los árboles, con el volumen de agua adecuado según el tamaño de los árboles (aproximadamente 2,5 litros para arboles pequeños y 5 litros para arboles grandes) y el uso de un surfactante para asegurar el óptimo cubrimiento del follaje.

Durante la experiencia se presentaron distintos problemas de manejo en el cultivo que se sumarán a las condiciones ambientales generando estrés en la planta. Se conoce que los factores de estrés limitan el correcto desempeño fisiológico de las hormonas involucradas con el desarrollo, lo que puede alterar los resultados deseados que se esperan de la aplicación de reguladores de crecimiento.

En el campo de Olmos se observó un decaimiento progresivo que fue atribuido por el ingeniero del fundo a problemas radiculares ocasionados en el de vivero. Los árboles mostraron un aspecto general de marchitez y hojas de menor tamaño. A lo anterior siguió una fuerte caída de frutos y la defoliación progresiva del árbol. Finalmente causo la pérdida varias hectáreas.

Por otra parte, se observaron lesiones o chancros en las ramas de palto con presencia de exudación blanquecina, síntomas de *Lasiodiplodia theobromae* en los tres fundos.

4.4 Resultados

Los efectos de las aplicaciones se evaluaron en función a variables en aspectos de crecimiento vegetativo (longitud de brotes) y de crecimiento reproductivos (diámetro ecuatorial, calibre).

4.4.1. Evaluaciones previas a la cosecha

Las evaluaciones previas a la cosecha se llevaron a cabo solo en la plantación de Motupe 1, donde mensualmente se registró el diámetro y la longitud de los brotes vegetativos en inflorescencias indeterminadas, la eficiencia del cuajado en frutos y el diámetro ecuatorial de los mismos.

Longitud y diámetro de brotes

El tamaño y grosor de los brotes fueron medidos en octubre y noviembre, es decir a 2 y 3 meses después de la aplicación de giberelina y a 1 y 2 meses después de la aplicación de citoquinina.

Tabla 3: Longitud y diámetro promedio de brotes de inflorescencias indeterminadas evaluados uno, dos y tres meses después de las aplicaciones.

Huerto	Tratamientos*	Longitud de brote (mm)		Diámetro de brote (mm)	
		Octubre	Noviembre	Octubre	Noviembre
MOTUPE1	AG3	172.04	186.77	6.28	6.82
	AG + KIN	166.55	178.98	6.75	7.46
	AG + TDZ	180.18	191.56	6.94	8.29
	KIN	172.74	196.9	7.28	8.18
	TDZ	157.76	178.75	7.3	8.46
	Testigo	193.49	194.01	6.81	7.68

* AG3: 62.5 ppm; 62.5 ppm AG3 + 40 ppm KIN; 62.5 ppm AG3 + 40 ppm TDZ; 40 ppm KIN; 40 ppm TDZ; Testigo: sin aplicaciones.

En los resultados registrados para la giberelina, se muestra que la longitud del brote vegetativo en noviembre fue mayor en el testigo, lo que difiere de los resultados reportados en ensayos experimentales en los que la longitud de los brotes es promovida de manera significativa por este regulador de crecimiento. En efecto, investigaciones de Salazar-García y Lovatt (2000) muestran que las aplicaciones foliares de AG3 realizadas en el estado coliflor de desarrollo de la inflorescencia en California tuvieron como respuesta el desarrollo adelantado de la yema vegetativa en inflorescencias indeterminadas en relación al desarrollo de las flores. El crecimiento precoz del brote vegetativo puede aumentar el potencial de inflorescencias indeterminadas si las hojas son fuentes de foto asimilados en el momento del cuajado y desarrollo temprano del fruto en lugar de sumideros competidores (Cutting &

Bower, 1990). Estudios de Whiley (1994) han determinado que en climas subtropicales cálidos la asimilación de fotosíntesis actual, a diferencia de las fuentes almacenadas, es fundamental para la retención y el crecimiento de la fruta.

Es posible que en el momento en que se hicieron las evaluaciones (2 y 3 meses después de aplicación de la giberelina) haya sido tardío para que el efecto beneficioso del AG sea evidente, cosa que se podría verificar con evaluaciones más tempranas.

El mayor crecimiento obtenido con el producto comercial a base de kinetina podría ser ocasionado por el contenido de micronutrientes en forma quelatada (Ficha técnica CYTHOR) que actúan favorablemente en los procesos metabólicos promoviendo la fotosíntesis.

Eficiencia en el cuajado

Para la evaluación del cuajado de frutos, se presenta en la tabla 4 el porcentaje de inflorescencias que presentaron al menos un (01) fruto cuajado en cada fecha considerada

Tabla 4: Porcentaje de Inflorescencias que cuajaron al menos una (01) fruta, evaluadas entre los meses de Octubre a Febrero

Huerto	Tratamientos*	Porcentaje de Inflorescencias (%)			
		Octubre	Noviembre	Enero	Febrero
MOTUPE1	AG	48.75	42.5	37.5	36.25
	AG + KIN	62.5	61.25	50	41.25
	AG + TDZ	70	68.75	56.25	50
	KIN	75	61.25	56.25	35
	TDZ	66.25	32.5	22.5	21.25
	Testigo	42.5	28.75	18.75	17.5

*AG3: 62.5 ppm; 62.5 ppm AG3 + 40 ppm KIN; 62.5 ppm AG3 + 40 ppm TDZ; 40 ppm KIN; 40 ppm TDZ; Testigo: sin aplicaciones.

Para los meses de noviembre a febrero, los tratamientos de AG, AG + KIN y AG+TDZ presentaron los porcentajes más altos de inflorescencias con frutos retenidos entre los todos los tratamientos. Presentando en febrero porcentajes de 36.25, 41.25 y 50 respectivamente, mientras que el testigo presento un porcentaje de 17.5. Esto sugiere que las aplicaciones que incluían giberelinas tuvieron el mejor efecto para la retención de fruta en el árbol.

Existen múltiples factores que intervienen en la caída de frutos de palto a lo largo de su desarrollo tales como los extremos climáticos, la floración y polinización deficiente, la limitación de la fuente y/o sumidero y la competencia por foto asimilados entre los frutos y entre el fruto y el brote vegetativo. (Sedgley, 1987)

El efecto de las giberelinas en el desarrollo precoz del brote vegetativo, que pasó de ser competidor para convertirse en fuente de foto asimilados, el fruto se vuelve el sumidero principal (Whiley, 1994). La redistribución de los metabolitos disminuye la competencia e incrementa el amarre.

La movilización de nutrientes inducida por citoquininas incrementa el transporte y acumulación de nutrientes a los frutos (Taiz y Zeiger, 2006), al incrementar su capacidad sumidero incrementa su capacidad de permanecer en el árbol.

Diámetro de los frutos

La medición del diámetro ecuatorial de los frutos se realizó durante los meses de octubre hasta febrero, 2 a 6 meses después de la aplicación de giberelinas y 1 a 5 meses después de la aplicación de citoquininas. La evolución de los diámetros se anota en la tabla 5.

Tabla 5: Diámetro promedio de frutos cuajados en inflorescencias indeterminadas evaluados entre los meses de octubre y febrero.

Huerto	Tratamientos *	Diámetro de fruto (mm)					% Incremento (**)
		Octubre	Noviembre	Enero	Febrero		
MOTUPE 1	AG	20.93	36.95	51.43	53.17	154	
	AG + KIN	23.39	36.42	51.89	53.42	128	
	AG + TDZ	22.02	36.36	51.65	53.50	143	
	KIN	24.69	38.16	52.72	54.78	122	
	TDZ	16.20	35.27	50.39	52.46	224	
	Testigo	20.97	36.95	57.24	58.97	181	

*AG3: 62.5 ppm; 62.5 ppm AG3 + 40 ppm KIN; 62.5 ppm AG3 + 40 ppm TDZ; 40 ppm KIN; 40 ppm TDZ; Testigo: sin aplicaciones. **: % incremento entre primera y última evaluación

Se puede apreciar que en febrero el mayor diámetro final medido se registró en los frutos que no recibieron tratamiento y observando la tabla 4 es el tratamiento que generó el porcentaje más alto de inflorescencias sin frutos retenidos. También es interesante notar que

el TDZ muestra un porcentaje de incremento mayor que el resto de tratamientos, básicamente debido a que la evaluación en octubre arrojó diámetros muy reducidos posiblemente por un cuajado inicial fuerte que después fue equilibrándose con el resto de tratamientos.

Respecto al diámetro del fruto, se conoce que las hormonas reguladoras del crecimiento producidas por las semillas son las que inician el desarrollo de la fruta (Cowan et al. 2001). Los altos niveles de citoquininas en las semillas producen la señalización hormonal suficiente para generar el efecto sumidero en los frutos y el incremento de hidratos el carbono durante las primeras etapas de desarrollo que llegue al órgano en crecimiento es primordial en la estimulación de la división celular de los frutos (Martínez-Alcántara et al., 2015).

(G. Ish-Am, 2007) ha registrado un incremento en promedio de 16%, el tamaño del fruto en el cultivo de palto variedad Ettinger, por las aplicaciones de citoquininas en cuaja inicial, siendo la concentración más efectiva de citoquinina entre 30-50 ppm.

En la tabla 5 se observa que el tratamiento que mejor efecto tuvo entre el mes de noviembre hasta febrero fue TDZ, que presenta un porcentaje de crecimiento mayor respecto a los demás con un aumento de 224% en el diámetro ecuatorial de frutos cuajados. Este resultado se puede deber a que los árboles en los que se aplicó este producto presentaron la mayor abscisión de frutos, lo que equivale a menor competencia de foto asimilados entre los frutos y resulta en un mayor crecimiento individual.

Por otra parte, entre las aplicaciones con citoquininas, con TDZ, citoquinina de origen sintético, se obtuvo un porcentaje de crecimiento que duplico aproximadamente al conseguido con KIN de origen natural. La principal diferencia entre ambas está en la concentración requerida para conseguir los efectos deseados por su actividad biológica, siendo la citoquinina sintética efectiva a menores concentraciones en comparación con las citoquininas de origen natural. Por lo tanto, parece tener un efecto mucho más consistente y más fuerte sobre crecimiento.

En el periodo de tiempo comprendido entre octubre y noviembre el porcentaje de aumento del diámetro fue mayor en comparación con el aumento de diámetro registrado entre enero

y febrero. Esto se debe a que la fase inicial del desarrollo de la fruta está caracterizada por una alta tasa de división y elongación celular que ocasiona el desarrollo más acelerado del fruto. Por otra parte, el poco incremento presentado en el periodo de enero a febrero, que está dentro de la segunda fase del crecimiento del fruto se ralentiza los procesos de división y expansión celular. (Blumenfeld y Gazit, 1974; Martínez, 2003).

4.4.2. Evaluación en cosecha

La cosecha se realizó en los meses de marzo y abril. Los fundos de Motupe fueron los primeros en alcanzar el porcentaje de materia seca necesario para ser cosechados, esto se debe a que en Motupe la floración se dio aproximadamente unas 2 semanas antes que Olmos.

En la tabla 6 se aprecia la distribución de calibres en general y los volúmenes de cosecha obtenidos en cada uno de los tres huertos.

Tabla 6: Distribución de calibres a la cosecha (en porcentaje) y peso de fruta cosechada en cada huerto

Huerto	Tratamientos*	Calibres grandes ^z	Calibres medianos	Calibres chicos	Peso promedio por árbol	Peso promedio /hectárea ^y
		(> 277 g)	(178 -276 g)	(< 177 g)	(Kg)	(Ton)
		En porcentaje (%)				
MOTUPE 2	AG	0.5	35.0	64.5	22.3	10.72
	AG + KIN	0.2	28.2	71.6	17.4	8.33
	AG + TDZ	0.5	40.1	59.4	20.1	9.63
	KIN	0.0	9.3	90.7	22.1	10.62
	TDZ	0.0	11.2	88.8	19.5	9.34
	Testigo	0.0	3.3	96.7	22.8	10.94
MOTUPE 1	AG	1.5	41.2	57.4	35.4	23.59
	AG + KIN	1.5	41.5	56.9	21.7	14.46
	AG + TDZ	0.4	41.5	58.1	22.9	15.24
	KIN	0.0	25.6	74.4	32.1	21.39
	TDZ	0.0	27.9	72.1	38.5	25.64
	Testigo	0.0	25.3	74.7	20.4	13.58
OLMOS PROYECTO IRRIGACIÓN	AG	4.0	64.0	32.0	11.1	5.32
	AG + KIN	7.4	47.3	45.3	15.2	7.27
	AG + TDZ	6.1	65.5	28.4	12.0	5.77
	KIN	2.0	45.5	52.5	9.2	4.44
	TDZ	0.0	34.5	65.5	11.7	5.64
	Testigo	0.6	33.1	66.2	18.7	8.99

*AG3: 62.5 ppm; 62.5 ppm AG3 + 40 ppm KIN; 62.5 ppm AG3 + 40 ppm TDZ; 40 ppm KIN; 40 ppm TDZ; Testigo: sin aplicaciones.

^zBasado en la escala de calibres para Europa, el mercado más importante para la exportación de palta 'Hass' peruana.

^yCantidad de árboles por hectárea por huerto. MOTUPE1: 476; OLMOS PROJ: 420; MOTUPE2: 666.

Es bastante claro el efecto beneficioso, en general, del Ácido giberélico, solo o acompañado con Kinetina o Tidiazuron, en el incremento de los calibres grandes y medianos en comparación con los árboles que no recibieron tratamiento alguno, siendo mucho más notorio cuando se trata de calibres medianos. La intensidad del incremento en los calibres tuvo variaciones en función de cada huerto: en Motupe 2 la diferencia fue mucho más marcada (34% de calibres medianos en promedio de los tratamientos que involucran al AG versus 3.3% de los testigos), en Motupe 1 la diferencia fue menor (41% versus 25%), mientras que el Olmos fue de 58% versus 33.1%).

Estudios en California señalan que una dosis más baja de GA3 (25 mg/L) aplicada cuando las inflorescencias de palta 'Hass' estaban en la etapa de coliflor (marzo) aumentó al doble

la producción de frutos de gran tamaño comercialmente valioso (213–269g/fruto en comparación con el testigo (Salazar-García y Lovatt, 2000). El desarrollo precoz del brote vegetativo en inflorescencias indeterminadas por la aplicación de AG3 (Salisbury y Ross, 2000), lo convierte en fuente de foto asimilados e incrementa el suministro de energía en las etapas de desarrollo inicial del fruto (Cutting & Bower, 1990), lo que tiene un efecto positivo y directo en el amarre y crecimiento del mismo.

El efecto individual de los otros reguladores, kinetina y tidiazurón no fue consistente, a excepción del huerto Motupe 2, pero incentivado sobre todo por el muy bajo porcentaje de calibre mediano que se registró en los árboles sin tratamiento. Se incrementó el porcentaje de fruta comercialmente valiosa con ambas citoquininas aplicadas a la misma dosis. El Tidiazuron presentó un mayor incremento de 11.2%, mientras que la kinetina presentó un 9.3%. Matsuo et al. (2012) menciona que las CTK que derivan de la fenilurea parecen tener un efecto mucho más consistente y más fuerte sobre el cuajado y el crecimiento de varios cultivos de frutas.

En cuanto al volumen de la cosecha, por árbol o por hectárea, los resultados son diferentes en cada huerto; mientras en Motupe 2 no hay diferencias de los tratamientos con los árboles sin aplicaciones de reguladores, en Motupe 1 todos los tratamientos resultaron en mejores cosechas que los testigos, destacando aquellos con AG3, kinetina o tidiazuron solos. En Olmos, los árboles que no recibieron tratamiento dieron mejores cosechas que aquellos tratados con reguladores del crecimiento. Esto se puede atribuir a los factores de estrés en el fundo que limitan el correcto desempeño fisiológico de las hormonas involucradas con el desarrollo, lo que altera los resultados deseados que se esperan de la aplicación de reguladores de crecimiento.

Es evidente que la intensidad de la respuesta, o incluso la misma naturaleza de esta, a la aplicación de reguladores del crecimiento, depende de su interacción con otros factores relacionados con la planta dentro de los cuales destaca las condiciones de estrés, como las altas temperaturas, pues estas incrementan el contenido de ABA, el cual imita el fenotipo de la fruta pequeña (Wolstenholme, 2001), y al alterarse el balance con las citoquininas en la planta se restringe por ejemplo la tasa de crecimiento de la fruta al interferir con la acción de las citoquininas aplicadas. Se debe recordar que el tamaño de un fruto no depende del mayor tamaño de sus células, sino del mayor número de células, por ese motivo los factores que

afectan la actividad del ciclo de división celular son gran importancia para alcanzar mejores calibres. La condición de estrés igualmente acelera el aborto de la cubierta de la semilla lo que debilita la fuerza sumidero en el fruto y disminuye su capacidad para competir por carbohidratos con otros órganos (Blumenfeld y Gazit, 1974).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Existe evidencia contundente para concluir que los tratamientos con giberelinas aplicadas en el estado coliflor de desarrollo de la inflorescencia aumentan el amarre y el calibre de la fruta en cosecha. Este incremento de calibre significa un mayor porcentaje de fruta que es comercialmente más atractiva, lo que a su vez representa más ingresos para el productor/exportador.

Respecto a su efecto en la longitud y diámetro de brotes, las mediciones se debieron realizar en un lapso de tiempo más corto respecto al momento de aplicación para poder tener data más sólida del efecto de los reguladores de crecimiento aplicados.

Los tratamientos con citoquininas presentaron menores incrementos de calibre en comparación a los tratamientos con giberelinas, esto podría deberse al momento de aplicación o al efecto que el ABA generado por el estrés ambiental tiene sobre la acción de estas hormonas. Se debe investigar el efecto de las aplicaciones exógenas de CTK para incrementar la fuerza sumidero de la fruta durante la segunda fase de desarrollo del fruto donde el proceso de división es más intenso. Podrían probarse también, nuevos tipos de Citoquininas con las cuales se ha reportado buenos resultados como la 6 benciladenina.

Los resultados de desarrollo obtenidos reflejan una respuesta altamente integrada a múltiples estímulos, los cuales modificaran la acción de los reguladores de crecimiento en la planta. Por ese motivo es importante que el productor elimine o reduzca el impacto de los factores limitantes como el manejo del riego, la nutrición y el manejo sanitario.

Es necesaria mayor investigación para determinar el comportamiento de los fitoreguladores de acuerdo a la temperatura y condiciones específicas de las zonas de producción, pues el comportamiento y descripción bibliográfica provienen generalmente de zonas de productoras de otros sitios del mundo, si se quiere aprovechar el potencial de estas herramientas en la producción, que ayuden a cumplir las necesidades en calibre para el mercado internacional.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Adato, I., & Gazit, S. (1977). Role of ethylene in avocado fruit development and ripening. I. Fruit drop. *J. Exp. Bot.* 28: 636-643. Recuperado de http://www.avocadosource.com/Journals/JExpBot/JExpBot_1977_28_644-649.pdf.
- Agustí, M., Martínez- Fuentes, A., Mesejo, C., Juan, M. y Almela, V. (2003). Cuajado y Desarrollo de los Frutos Cítricos 2003. 20-38. Recuperado de https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/cuajado_y_desarrollo_de_los_frutos
- Alcantara, J., Acero, J., Alcántara, J.D., Sánchez, R. (2019) Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal, 110-117. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>
- Azcón Bieto, J. (2013). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Segunda Edición. Editorial McGraw Hill Interamericana. Barcelona – España. Recuperado de <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FundamentosdeFisiologiaVegetal2008Azcon.pdf>
- Bernal, J.; Díaz, C. 2005. *Tecnología para el cultivo de aguacate*. Manual Técnico 5. Corpoica. Centro de Investigación La Selva. Rionegro, Antioquia. 54. <https://1library.co/document/zx51mewq-tecnologia-para-el-cultivo-del-aguacate.html>
- Blanke, M.M., & C.J. Lovatt. (1998). Determinate versus indeterminate inflorescences of the ‘Hass’ avocado, 33–36. *Proc. 3rd World Avocado Congress*. Tel Aviv, Israel, 22–27 Oct. 1995. Recuperado de http://www.avocadosource.com/WAC3/wac3_p033.pdf.
- Blanke, M.M., & Whiley, A.W. (1995). Ecophysiology of the avocado (*Persea americana* Mill.) tree as a basis for pre-harvest management. January 1999 *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5: 77-88.

https://www.researchgate.net/publication/228775714_Ecophysiology_of_the_avocado_Persea_americana_Mill_tree_as_a_basis_for_pre-harvest_management.

Blázquez, M.A., Piñeiro, M. y Valverde, F. (2011) Bases moleculares de la floración. *Investigación y ciencia* 416:28-36. Recuperado de: <http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/genetica/wp-content/uploads/sites/12/2016/11/Basesmolecularesfloracion2011.pdf>

Blumenfeld, A., & Gazit, S. (1970). Cytokinin activity in avocado seeds during fruit development. *Plant Physiol.* 46, 331-333. Doi: <https://doi.org/10.1104/pp.46.2.331>.

Blumenfeld, A., & S. Gazit. (1974). Development of Seeded and Seedless Avocado Fruits. *J.Amer.Soc. Hort.Sci* 99(6): 442-448. Recuperado de: http://www.avocadosource.com/journals/ashs/ashs_1974_99_pg_442-448.pdf.

Bower, J. P., & Cutting, J. G. (1988). Avocado fruit development and ripening physiology. In: J. Janick (ed.) *Horticultural Reviews*. Volume 10:229-271. Timber Press, Portland, OR. Recuperado de: http://www.avocadosource.com/journals/horticulturalreviews/hortrev_1988_pg_229-271.pdf.

Cabezas, C., Hueso, J.J. y Cuevas, J. (2003). Identificación y descripción de los estados fenológicos-tipo del aguacate (*Persea americana mill.*) *Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate) 2003*. 237-242. Recuperado de http://www.avocadosource.com/wac5/papers/wac5_p237.pdf.

Calabrese, F. (1992) *El aguacate*. Madrid: Institute di Coltivazioni Arboree;

Universidad de Palermo; Ediciones Mundi-Prensa; Edición española.

Chacón, D. & Martínez, E. (2007) Factores involucrados en la distribución de azúcares en las plantas vasculares: comunicación entre los tejidos fuente y tejidos demanda. *REB* 26(3): 99-105, 2007. Recuperado de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2007/reb073d.pdf>

- Chávez Suárez, L, Álvarez Fonseca, A., y Ramírez Fernández, R. (2012). Notes of the influence of some plant growth regulators in the abiotic stress plant response. *Cultrop* vol.33 no.3 La Habana jul.-set.2012. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362012000300007
- Chalhub, R. (1998). Effect of gibberellic acid on the phenology and inflorescence of avocado (*Persea americana Mill.*) in cultivars Bacon and Edranol. Universidad Católica de Valparaíso, Quillota (Chile). Fac. de Agronomía. Recuperado de http://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/A-B-C/ChalhubRicardo1998.pdf.
- Contreras, M. (2010). Efecto de la aplicación de CPPU sobre calidad de fruta en arándano alto (*Vaccinium corymbosum L.*) cultivar Elliott. Tesis Ing. Agr. Universidad de La Frontera, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Temuco, Chile. 84. Recuperado de <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/efecto-aplicacion-cppu-fruta-arandano-alto/efecto-aplicacion-cppu-fruta-arandano-alto.pdf>
- Cosgrove, D., & Sovonick-Dunford, S.A. (1989) Mechanism of Gibberellin-Dependent Stem Elongation in Peas. *Plant Physiology* 89(1): 184-191. Doi: 10.1104/pp.89.1.184
- Cowan, A.K., Cripps, R.F., Richings, E.W. & Taylor, N.J. (2001). Fruit size: towards an understanding of the metabolic control of fruit growth using avocado as a model system. *Physiologia Plantarum* 111, 127-136. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2001.1110201.x>
- Cowan, A.K (1997). Why are small Hass fruit small? South African Avocado Growers' Association Yearbook. 20: 52-54. Recuperado de http://avocadosource.com/Journals/SAAGA/SAAGA_1997/SAAGA_1997_PG_052-054.pdf.
- Cutting, J.G.M. (1993). The cytokinin complex as related to small fruit in 'Hass' avocados. *Acta Horticulturae* 329, 147-149. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.329.28>
- Cutting, J.G.M. (1999). Nutrient balance and nutrient availability as management tools to achieve large fruit size and heavy cropping in mature 'Hass' orchards. Proceedings of Avocado Brainstorming '99. California Avocado Commission and University of

California, Riverside, 27-29. Recuperado de:

http://www.avocadosource.com/Journals/Brainstorming_1999/Panel_2_Plant_Nutrition/Brainstorming%2099_Panel%202_Cutting_Pages%2027-29.pdf.

Davenport, T. (1986). Avocado Flowering. *Horticultural Reviews*. 8, 257-289. Recuperado de: https://avocadosource.com/Journals/HorticulturalReviews/HortRev_1986_PG_257-289.pdf.

Davenport, T. (2000). Processes influencing floral initiation and bloom: The role of phytohormones in a conceptual flowering model. *Hort Technology* 10(4), 733-739. Doi: 10.21273/horttech.10.4.733

Espíndola, M., Cano, R., Rodríguez, J., & P. Sánchez. 2008. Amarre de fruto en aguacate 'Hass' con aplicaciones de AG3, N y anillado. *Agric. Téc. Méx.* 34:407-419. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172008000400004

Flores, S., & Escobedo, J. (2018). Efecto del anillado de ramas, thidiazuron y ácido giberélico en el tamaño del fruto de palto "Hass" (*Persea americana Mill.*) Doi: 10.21704/ac.v79i2.906

Gardiazabal, F., & Rosenberg, G. (1991). Cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, 201.

Gardiazabal, F., (2004) Factores agronómicos a considerar en la implantación de un huerto de paltos. 2° Seminario internacional de paltos. Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda. Quillota, Chile recuperado de http://www.avocadosource.com/journals/2_seminario/2_seminario_gardiazabal_clima_suelo_y_agua_span.pdf.

Gazit, S., & Blumenfeld, A. (2006). Inhibitor and auxin activity in the avocado fruit. *Physiologia Plantarum* 27(1):77 – 82. Doi: 10.1111/j.1399-3054.1972.tb01140.x

Garner, L., & Lovatt, C. (2008). Physiological factors affecting flower and fruit abscission of 'Hass' avocado Department of Botany and Plant Sciences, University of California, Riverside, CA 92521-0124, United States.

- González, M., Caycedo, C., Velásquez, M.F., Flórez, V. y Garzón, M.R. (2007). Effect of gibberellic acid application on growth of cauliflower (*Brassica oleraceae* L.) var. Botrytis DC. *Agronomía Colombiana* 25(1), 54-61, 2007. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a07.pdf>
- Guardiola, J.L., Agusti, M. y Garcia-Mari, F. (1977). Gibberellic acid and flower bud development in sweet orange. January 1977. *Proceedings of the International Society of Citriculture* .696-699. Editors: International Society of Citriculture.
- Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior de la Cámara de Comercio de Lima IDEXCAM. (2017). Palta. Perú. Obtenido de <https://www.camaralima.org.pe/wpcontent/uploads/2020/06/Oportunidades-y-retos-en-la-exportaci%C3%B3n-de-paltas.pdf>
- Ish-Am, G.; Cohen, H.; Eidelman, E.; Regev, I; Winer, L.; Lahav, E. (2007) Achieving larger 'Ettinger' fruits in western Galilee, Israel *Proceeding VI World Avocado Congress 2007. Viña del Mar, Chile. 12-16.* <http://www.avocadosource.com/WAC6/en/Extenso/3d-117.pdf>.
- Jaque, R. (2005) Efecto del calibre y la altura del fruto dentro del árbol sobre el contenido de aceite, en palta (*Persea americana* Mill.) cvs. Hass y Fuerte.6. Recuperado de http://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/J-K-L/JaqueRaul0000.pdf.
- Jordán, M. & Casaretto, J. (2006). *Fisiología Vegetal* (F.A. Squeo & L. Cardemil, eds.) Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile (2006) Capitulo 15.
- Köhne, J. (1991) Increasing 'Hass' fruit size. *Proceedings of the second world avocado congress: 21 - 26. April 1991. Orange, California, USA.*
- Lamia Azzi-Martin., Deluche, C., Gévaudant, F., Nathalie, F. (2015). Fruit growth-related genes in tomato. *Journal of Experimental Botany* 66(4). Doi:10.1093/jxb/eru527
- Lemus, G., Ferreyra, R., Gil, P., Maldonado, P., Toledo, C, Barrera, C., Celedón, J.M (2005). El Cultivo del Palto. *BOLETÍN INIA - No 129 Segunda edición.* Recuperado de <http://www.avocadosource.com/books/LemusGamalier2005.pdf>.

- Lovatt, C. (1997) Pollination biology and fruit set in Avocado. Conference 97. Searching for quality. New Zealand 23-26 September, 99-105. Recuperado de http://www.avocadosource.com/Journals/AUSNZ/CONF97/CONFERENCE_1997_PG_098-105.pdf
- Lovatt, C. (2009) Understanding and Managing Abscission In Subtropical Fruit Crops. July 2009 HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/267278303_Understanding_and_Managing_Abscission_In_Subtropical_Fruit_Crops
- Manuel Le Bris (2017) Hormones in Growth and Development. Reference Module in Life Sciences. Doi: 10.1016/B978-0-12-809633-8.05058-5
- Martínez-Alcántara, B., Iglesias, D. J., Reig, C., Mesejo, C., Agustí, M., & Primo-Millo, E. (2015). Carbon utilization by fruit limits shoot growth in alternate-bearing citrus trees. *Journal of plant physiology*, 176, 108-117. Doi: 10.1016/j.jplph.2014.12.001
- Martínez, R., Martínez, J. J., Martínez-Valero, R., & Martínez, J. (2003). Proceedings V World Avocado Congress, 257-261. Recuperado de http://www.avocadosource.com/WAC5/WAC5_TOC.htm.
- Matsuo, S., Fukuda, M., Honda, I, y Kikuchi, K. (2012). Roles and regulation of cytokinins in tomato fruit development. August 2012. *Journal of Experimental Botany* 63(15):55. 69-79. Doi: 10.1093/jxb/ers207
- Mena, F. (2004). 2° Seminario internacional de paltos - fenología del palto, su uso como base del manejo productivo. Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda. Quillota, Chile. Recuperado de http://www.avocadosource.com/Journals/2_Seminario/2_Seminario_Mena_Fenologia_SPAN.pdf.
- Mesejo, C., Yuste, R., Martínez-Fuentes, A., Reig, C., Iglesias, D. J., Primo-Millo, E., & Agustí, M. (2013). Self-pollination and parthenocarpic ability in developing ovaries of self-incompatible Clementine mandarins (*Citrus clementina*). *Physiologia plantarum*, 148(1), 87-96. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2012.01697.x>

- Newett, S., Crane, J. H., Balerdi, C.F. (2007). The avocado: botany, production and uses 2002 Cultivars and rootstocks. 161-187.
- Núñez-Elisea, R., & Davenport, T.L. 1991. Flowering of 'Keitt' mango in response to deblossoming and gibberellic acid. Hortscience 6, 140-141.
- Ramwant, G., & Chakrabarty, S.K. (2013). Gibberellic acid in plant: Still a mystery unresolved. Doi: 10.4161/psb.25504
- Razeto, B. 1987. Floración y cuaja en el palto. ACONEX. (18). 5-8. Recuperado de http://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/P-Q-R/RazetoBruno1987.pdf.
- Razeto, B. (2006). Para entender la fruticultura. Cuarta edición. Santiago, Chile, 518.
- Salazar-García, S., Lord, E. & Lovatt, C. (1998). Inflorescence and flower development of the 'Hass' avocado (*Persea americana Mill.*) during "on" and "off" crop years. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123:537-544. Doi: 10.21273/JASHS.123.4.537
- Salazar-García, S., & Lovatt, C.J. 2000 Use of GA3 to manipulate flowering and yield of 'Hass' avocado J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125:25-30.
- Doi: 10.21273/JASHS.125.1.25
- Salazar-García, S., & C. Lovatt. 2002. Flowering of avocado (*Persea americana Mill.*). I. Inflorescence and flower development. Revista Chapingo Serie Horticultura. 8(1), 71-75.
- Recuperado de http://www.avocadosource.com/papers/Research_Articles/01025-6.pdf.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (2000). Fisiología Vegetal. México DF., MX. Editorial Iberoamericana., 400-560.
- Saleem Akhtar, S., Pandey, C, Roitsch, T. (2020) Role of Cytokinins for Interactions of Plants with Microbial Pathogens and Pest Insects. Frontiers in Plant Science 10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01777>

- Scora W.R., Wolstenholme N.B., & Lav U. (2002) Taxonomy and botany. In: Whiley W.A., Scaffer B. and Wolstenholme B.N. (Eds). *The Avocado: Botany, Production and Uses*. CAB International Publishing, Wallingford, 15–37.
- Sedgley, M. (1980). Anatomical investigation of abscised avocado flowers and fruitlets. *Ann. Bot.* 46:771-777. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a085974>
- Sedgley, M. (1987). Flowering, pollination and fruit set in avocado. *South African Grower's Association yearbook* 10. 42-43.
- Recuperado de http://www.avocadosource.com/WAC1/WAC1_p042.pdf.
- Sedgley, M. & Annells (1981). Sedgley, M. and Annells, C.M., 1981. Flowering and fruit-set response to temperature in the avocado cultivar 'Hass'. *Scientia Hort.*, 14: 27-33.
- Recuperado de http://www.avocadosource.com/Journals/Elsevier/scientiahort_1981_14_27-33_sedgley.pdf.
- Schmülling, T. (2013). *Encyclopedia of Biological Chemistry*. 627-631. Doi: 10.1016/B978-0-12-378630-2.00456-4
- Singh, B., Rawat, L, Chakraborty, B., & Yadav, V. (2018). A Recent Advances in Use of Plant Growth Regulators (PGRs) in Fruit Crops - A Review *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.*2018.7 (5), 1307-1336.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2006) *Fisiología Vegetal Vol2*, 881-885, 970-983.
- Talón, M., Hedden, P., & Primo-Millo, E. (1990). Gibberellins in *Citrus sinensis*: A comparison between seeded and seedless varieties. *J. Plant Growth Regul.*, 9, 201-206. doi:10.1007/bf02041963
- Tamura, S. (1991). Historical Aspects of Gibberellins. *Gibberellins*, 1–8. doi:10.1007/978-1-4612-3002-1_1

- Tapia, C. (2020) Principales fitohormonas que actúan en el desarrollo de la cereza. Recuperado de <https://www.mundoagro.cl/principales-fitohormonas-que-actuan-en-el-desarrollo-de-la-cereza/>
- Urrea-López, R. (2018) Mejoramiento genético acelerado de angiospermas perennes vía inducción floral por sobre-expresión del gen FT. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 9 (47), 007-027. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322018000300007&lng=pt&nrm=iso
- Usenik, V., Kastelec, D., Štampar, F.(2005). Physicochemical changes of sweet cherry fruits related to application of gibberellic acid, 663-671. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.04.027>
- Villena, C. (2005). Aplicación de Pro malina (AG4+AG/ y Benzuladenina) en dos cultivares de arveja (*Pisun sativum L*). Tesis Ing. Agrónomo Universidad San Agustín de Arequipa, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6814/AGanlowp.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Whiley, A.W., (1994). Ecophysiological studies and tree manipulation for maximisation of yield potential in avocado (*Persea americana Mill.*). Unpubl. PhD Thesis, Dept. Hort. Sci., Univ. Natal, Pietermaritzburg. Recuperado de https://ukzn-dspace.ukzn.ac.za/bitstream/handle/10413/11895/Whiley_%20Anthony_W_%201994.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Whiley, A.W., Schaffer, B., Wolstenholme, B.N. (2007). El Palto: Botánica, Producción y usos. 34-41, 53, 121-123, 245.
- Whiley, A.W., Rasmussen, T.S., Saranah, J.B. & Wolstenholme, B.N. (1996) Delayed harvest effects on yield, fruit size and starch cycling in avocado (*Persea americana Mill.*), in subtropical environments. II. The late-hanging cv. Hass. *Scientia Horticulturae* 66. 35-49. Recuperado de http://www.avocadosource.com/Journals/Elsevier/scientiahort_1996_66_35-49_Whiley.pdf.

Wilkie, J., Sedgley, M., & T. Olesen. (2008). Regulation of floral initiation in horticultural trees. *J. Exp. Bot.* 59(12), 3215–3228. Doi: 10.1093/jxb/ern188. Epub 2008 Jul 24.

Wolstenholme, B.N., & Whiley, A.W. (1990). Carbohydrate management in avocado trees for increased production. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 1990. 13.25-27. Recuperado de http://www.avocadosource.com/journals/saaga/saaga_1990/saaga_1990_pg_25-27.pdf.

Wolstenholme, B.N., & Whiley, A.W. (1995). Strategies for maximising avocado productivity: An overview. *Proceedings of the World Avocado Congress III*, 61-70 Department of Horticultural Science University of Natal Pietermaritzburg, South Africa.

Recuperado de http://www.avocadosource.com/WAC3/wac3_p061.pdf.

Wolstenholme B.N., Moore-Gordon, C.S. & Cowan, A.K. (1997). Orchard mulching effects on avocado fruiting. *Conference '97: Searching for Quality*, Rotorua, New Zealand. Australian Avocado Growers' Association Inc. 23-26 September 1997. J. G. Cutting (Ed.), 119-130.

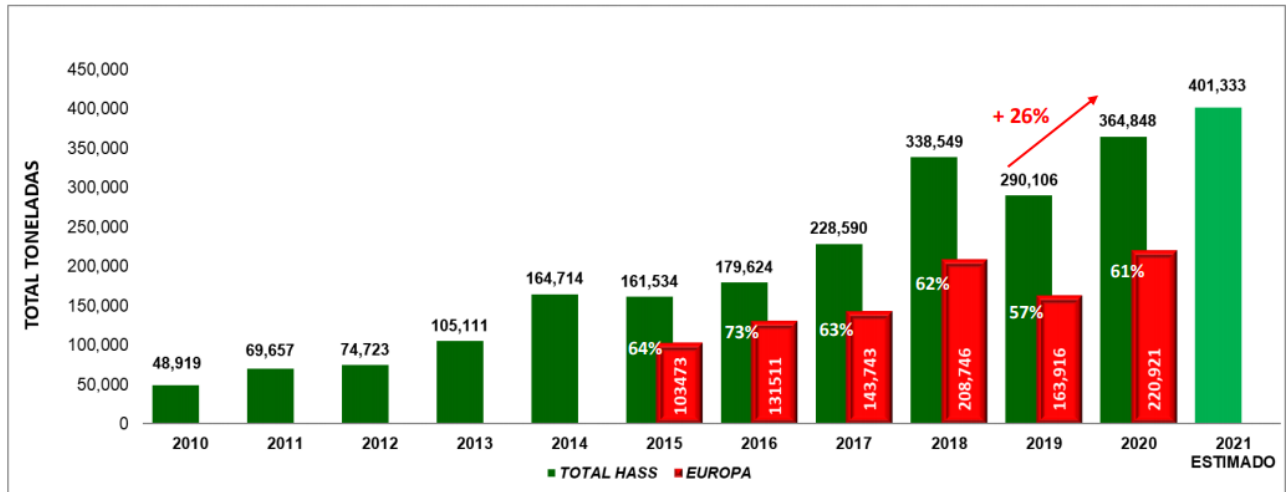
Recuperado de <https://www.avocado.org.au/wp-content/uploads/2017/02/Orchard-Mulching-Effects-on-Avocado-Fruiting-B-Wolstenholme-C-Moore-Gordon-A-Cowan-UKZN.pdf>.

Wolstenholme, B. N. (2001) Alternate bearing in avocado: an overview. University of KwaZulu University of KwaZulu-Natal, Pietermaritzburg, South Africa. Recuperado de http://www.avocadosource.com/papers/southafrica_papers/wolstenholmenigel2010.pdf.

Wolstenholme, B. N. (2014) Management of fruit size in Hass. University of KwaZulu-Natal. https://www.researchgate.net/publication/242375110_MANAGEMENT_OF_FRUIT_SIZE_IN_HASS

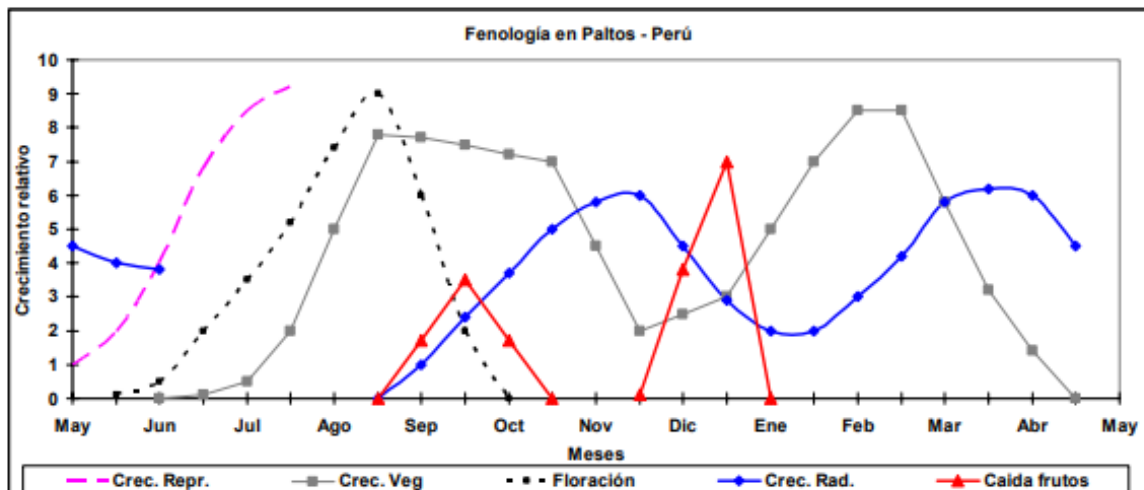
VII. ANEXOS

ANEXO 1. Comparativo total exportaciones de palta Hass de Perú a todos los destinos vs total exportaciones a Europa



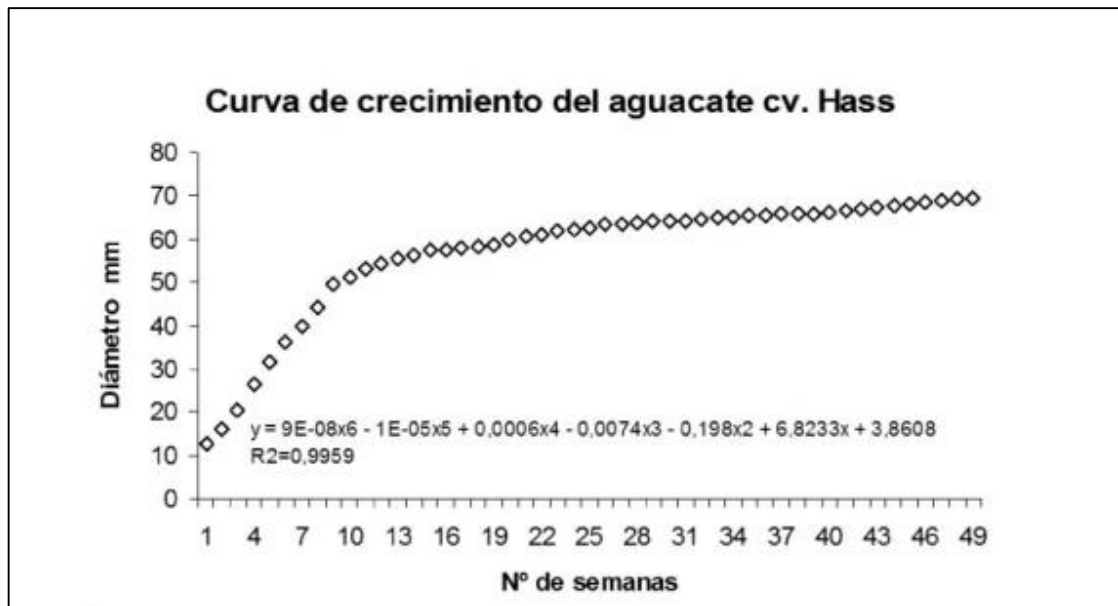
Fuente: Westfalia

ANEXO 2. Ciclo fenológico del palto cultivar Hass en la costa peruana Fuente: Elaborado por Vargas, C.



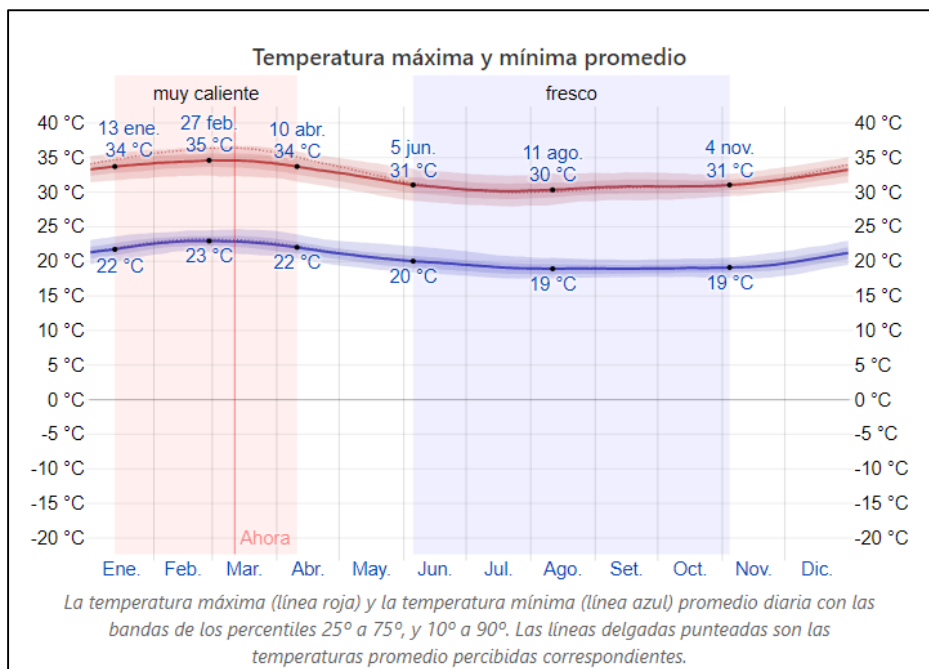
ANEXO 3. Curva de crecimiento por semanas del palto cultivar 'Hass'

Fuente: Elaborado por Martínez, R.



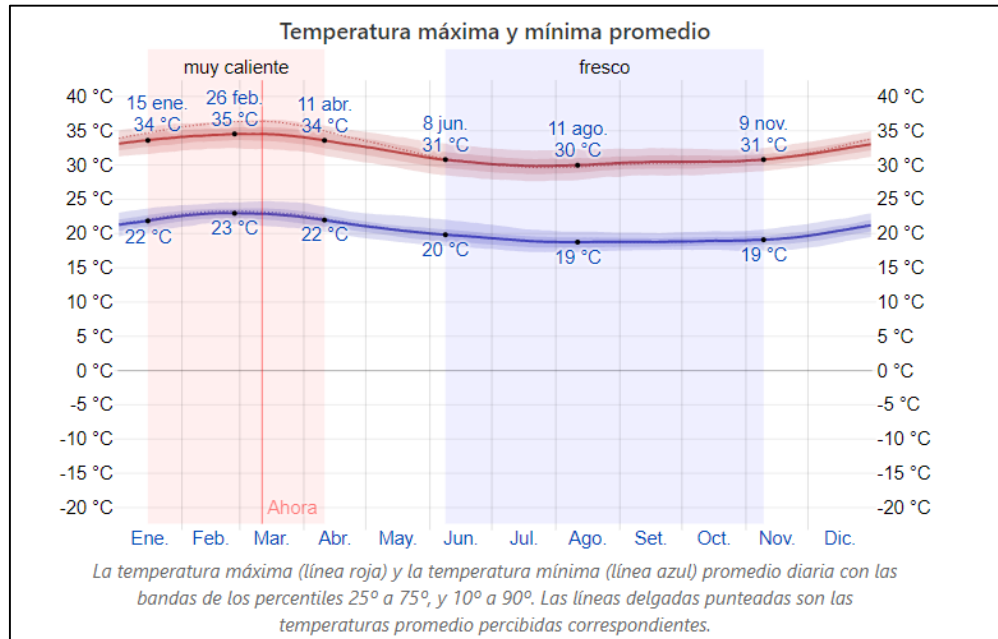
ANEXO 4. Temperaturas máximas y mínimas registradas en Olmos

Fuente: es.weatherspark.com



ANEXO 5. Temperaturas máximas y mínimas registradas en Motupe.

Fuente: es.weatherspark.com



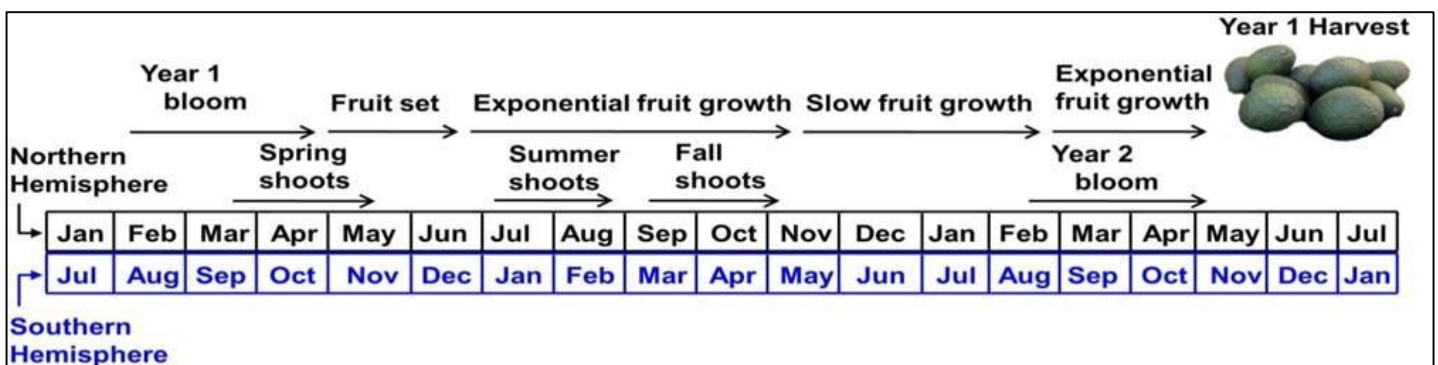
ANEXO 6. Volúmenes de riego mensuales por Ha. Etapa floración a crecimiento exponencial de frutos.

Fuente : Elaboración Propia

Mes	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
m3/ ha	1408	1135	1610	1339	1585

ANEXO 7. Fenología de acuerdo hemisferio de producción

Fuente: Elaborado por C. Lovatt



ANEXO 8. REGISTRO DE ACTIVIDADES

FOTO 1. Selección de árboles.



FOTO 2: Aplicación de productos



FOTO 3. Estado coliflor desarrollo de la inflorescencia



FOTO 4: Plena floración.



FOTO 5. Medición de longitud de brotes



FOTO 6. Medición de diámetro ecuatorial



FOTO 7. Cosecha



FOTO 8. Selección



FOTOS 8: Evaluación del rendimiento



FOTO 9: Evaluación de calibre

