

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**



**“PRODUCTIVIDAD DEL PALTO (*Persea americana* Mill) cv.  
HASS CON EL USO DE PACLOBUTRAZOL, EN VÉGUETA,  
HUAURA”**

**Presentada por:**

**PERCY JUNIOR OROZCO JARAMILLO**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO  
MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**Lima - Perú**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**“PRODUCTIVIDAD DEL PALTO (*Persea americana*  
Mill) cv. HASS CON EL USO DE PACLOBUTRAZOL,  
EN VÉGUETA, HUAURA”**

**Presentada por:**

**PERCY JUNIOR OROZCO JARAMILLO**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

---

M. Sc. Andrés Casas Díaz

**PRESIDENTE**

---

Ph.D. Hugo Soplín Villacorta

**ASESOR**

---

Dr. Juan Mendoza Cortez

**MIEMBRO**

---

Dr. Oscar Loli Figueroa

**MIEMBRO**

Este presente trabajo de investigación está dedicado a DIOS, porque siempre está presente en mi vida, dándome su bendición, guiándome para siempre seguir adelante y decidido a lograr el éxito. Con mucho cariño y amor dedico a mis padres: Juan Orozco y Dalmira Jaramillo quienes con mucho esfuerzo y sacrificio supieron darme su apoyo incondicional para lograr una de mis grandes metas en la vida y por enseñarme que las cosas buenas cuestan, pero al final tiene buenas recompensas. A todas las personas que son muy importantes y especiales en mi vida por su invaluable apoyo, estímulo emocional y confianza hacia mí.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, doy gracias, por darme vida y toda su bendición para poder prosperar y avanzar en este mundo, porque sin él nada puedo, nada soy.

Al Ph. D. Hugo Soplin Villacorta, mi asesor, por su orientación y el tiempo dedicado en la elaboración y culminación del presente trabajo de investigación.

A la Empresa ASR AGRICOLA SAC por proporcionarme los materiales y darme la facilidad para desarrollar este presente trabajo de investigación.

Al Dr. Hugo Tirado Malaver, por brindarme su orientación y apoyo en la parte estadística de este trabajo de investigación.

Al personal técnico y personal de campo, de la empresa ASR AGRICOLA SAC, por su apoyo e interés durante el desarrollo del trabajo de investigación.

A mi madre, por darme siempre su aliento y su apoyo incondicional para ayudarme a lograr mis metas.

## ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO.....	3
2.1.1. Importancia económica .....	3
2.2. ORIGEN Y TAXONOMÍA DEL PALTO.....	3
2.2.1. Palta Hass .....	3
2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PALTO.....	4
2.3.1. Producción Alternante.....	4
2.3.2. Sistema Vegetativo.....	4
2.3.3. Sistema Reproductivo .....	6
2.4. FACTORES QUE REGULAN LA FLORACIÓN EN PALTO.....	12
2.4.1. Las giberelinas.....	12
2.4.2. Reguladores de crecimiento en palto.....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	21
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	21
3.2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	21
3.2.1 Historial del campo .....	21
3.2.2 Características del suelo .....	21
3.2.3 Características del agua.....	22
3.2.4 Características del clima.....	22
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS.....	22
3.3.1 Material vegetal.....	22
3.3.2 Materiales y equipos usados en campo .....	22
3.4. METODOLOGÍA .....	22
3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO .....	25
3.6. EVALUACIONES REALIZADAS .....	25
3.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1. LONGITUD DE BROTES (cm).....	27
4.1.1. Primera evaluación.....	27
4.1.2. Segunda evaluación.....	28

4.1.3. Tercera evaluación .....	28
4.1.4. Cuarta evaluación.....	29
4.1.5. Quinta evaluación.....	30
4.2. NÚMERO DE FRUTOS POR ÁRBOL.....	33
4.3. PESO PROMEDIO DE FRUTOS (g).....	34
4.4. DIÁMETRO POLAR (cm) .....	35
4.5. DIÁMETRO ECUATORIAL (cm).....	35
4.6. RENDIMIENTO (t/ha <sup>-1</sup> ) .....	37
V. CONCLUSIONES .....	41
VI. RECOMENDACIONES.....	42
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	43
VIII. ANEXO.....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los tratamientos. ....	23
Tabla 2. Análisis de Varianza para longitud de brote (1era evaluación).....	27
Tabla 3. Longitud de brotes (cm), en la primera evaluación.....	27
Tabla 4. Análisis de Varianza para longitud de brote (2da evaluación).....	28
Tabla 5. Longitud de brotes (cm), 2da evaluación. ....	28
Tabla 6. Análisis de Varianza para longitud de brote (3era evaluación).....	29
Tabla 7. Longitud de brotes (cm), 3ra evaluación.....	29
Tabla 8. Análisis de Varianza para longitud de brote (4ta evaluación).....	30
Tabla 9. Longitud de brotes (cm), 4ta evaluación. ....	30
Tabla 10. Análisis de Varianza para longitud de brote (5ta evaluación).....	31
Tabla 11. Longitud de brotes (cm), 5ta evaluación. ....	31
Tabla 12. Análisis de Varianza para número de frutos por árbol.....	33
Tabla 13. Numero de frutos por árbol en los tratamientos evaluados. ....	33
Tabla 14. Análisis de Varianza para peso de frutos. ....	34
Tabla 15. Peso promedio de frutos (g), en los tratamientos evaluados. ....	34
Tabla 16. Análisis de varianza para diámetro polar. ....	35
Tabla 17. Diámetro polar (cm) del fruto, en los tratamientos evaluados. ....	35
Tabla 18. Análisis de varianza para diámetro ecuatorial.....	36
Tabla 19. Diámetro Ecuatorial (cm) del fruto, en lo tratamientos.....	36
Tabla 20. Relación entre el diámetro polar y diámetro ecuatorial, en los tratamientos evaluados. ....	36
Tabla 21. Análisis de varianza para Rendimiento .....	37
Tabla 22. Prueba de Duncan para comparación de tratamientos de rendimiento (t/ ha <sup>-1</sup> )....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema simplificado de las rutas biosintéticas involucradas en la síntesis de giberelinas y los puntos de inhibición por los retardantes de crecimiento de las plantas 38

Figura 2. Inflorescencias indeterminada (A) y determinada (B) en palto "Hass" compound inflorescences from 'Hass' avocado Según Alcaraz et al. (2013) 39



## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Croquis de campo	52
Anexo 2. Hectáreas de Palta Hass 2012-2018 y Proyección al 2021 del Perú.	53
Anexo 3. Principales Regiones productoras de palta Hass en Perú 2018	53
Anexo 4. Exportación Peruana de Palta Hass 2012-2018 TM	54
Anexo 5. Apertura de Nuevos Mercados para la Palta Peruana.	54
Anexo 6. Maquinaria de aplicación	55
Anexo 7. Aplicación de Tratamiento	55
Anexo 8. Aplicación Nocturna	55
Anexo 9. Instalación de colmenas	56
Anexo 10. Planta tratada	56
Anexo 11. Evaluación de longitud de brote.	56
Anexo 12. Brote Marcado	57
Anexo 13. Planta Marcada para Evaluar	57
Anexo 14. Floración al 30% de flor abierta.	57
Anexo 15. Vista de plantas tratadas	58
Anexo 16. Tratamiento en estudio	58
Anexo 17. Brote del Tratamiento (T0)	58
Anexo 18. Evaluación de rendimiento	59
Anexo 19. Fruta cosechada del árbol	59
Anexo 20. Jabas llenas con fruta	59
Anexo 21. Evaluación de diámetro de fruto	60
Anexo 22. Jabas con Fruta cosechada	60
Anexo 23. Balanza gramera y vernier	60
Anexo 24. Balanza digital de 30 kg	61
Anexo 25. Fruta Evaluada	61
Anexo 26. Evaluando peso de fruto	61
Anexo 27. Datos de estación meteorológica	62
Anexo 28. Resumen de Variables evaluadas	63
Anexo 29. Programa de fertilización Fundo Pampa Grande	64
Anexo 30. Análisis de Agua	65

## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el Fundo Pampa Grande, ubicado en el distrito de Vegueta, provincia de Huaura, Departamento de Lima. El objetivo fue determinar el efecto de Paclobutrazol para controlar el crecimiento del brote durante la floración y reducir la competencia con el cuajado y posterior crecimiento y desarrollo de frutos y así aumentar la productividad de palto cv. Hass. Los tratamientos fueron: T0 (testigo); T1: (4.8 L de paclobutrazol/400 L de agua); T2: (4.8 L de paclobutrazol/600 L de agua) y T3: (4.8 L de paclobutrazol/800 L de agua). Se utilizó, el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Los resultados fueron analizados en el programa estadístico SAS 8, realizándose la comparación de media con la prueba de Duncan a un nivel de  $\alpha = 0,05$ . La aplicación de paclobutrazol redujo de modo significativo la longitud de brotes vegetativos, aumentó el número de frutos comerciales por árbol y el rendimiento por hectárea. No redujeron el diámetro polar y no tuvieron efecto en el diámetro ecuatorial del fruto. Se recomienda la aspersión de 4.8 l ha<sup>-1</sup> de Paclobutrazol 250 SC ®, en forma fraccionada: 2.8 l ha<sup>-1</sup> en un volumen de agua de 600 l ha<sup>-1</sup> al 30% de flores abiertas y luego 2 l ha<sup>-1</sup>, también en 600 l ha<sup>-1</sup>, cuando la longitud del brote primaveral en un testigo, tenga más o menos 10 cm de longitud.

**Palabras claves:** Productividad, calibre, Paclobutrazol.

## SUMMARY

The research work was carried out at the Fundo Pampa Grande, located in the district of Vegueta, province of Huaura, Department of Lima. The objective was to determine the effect of Paclobutrazol to control shoot growth during flowering and reduce competition with the fruit set and subsequent growth and development of fruits and thus increase the productivity of avocado cv. Hass. The treatments were: T0 (control); T1: (4.8 L of paclobutrazol / 400 L of water); T2: (4.8 L of paclobutrazol / 600 L of water) and T3: (4.8 L of paclobutrazol / 800 L of water). The randomized complete block design (DBCA) was used, with 4 treatments and 4 repetitions. The results were analyzed using the SAS 8 statistical program. To compare treatment means, Duncan's test at a level of  $\alpha = 0.05$  was used. The application of paclobutrazol significantly reduced the length of vegetative shoots, increased the number of commercial fruits per tree and the yield per hectare. They did not reduce the polar diameter and had no effect on the equatorial diameter of the fruit. It is recommended to spray  $4.8 \text{ l ha}^{-1}$  of Paclobutrazol 250 SC ®, in fractional form:  $2.8 \text{ l ha}^{-1}$  in a water volume of  $600 \text{ l ha}^{-1}$  at 30% open flowers and then  $2 \text{ l ha}^{-1}$ , also in  $600 \text{ l ha}^{-1}$ , when the length of the spring shoot in a control is more or less 10 cm in length.

**Keywords:** Productivity, caliber, Paclobutrazol.

## I. INTRODUCCIÓN

El palto (*Persea americana* Mill.), es una de las especies frutícolas que ha tenido un gran auge en los últimos años en el país. En el año 2003, la superficie plantada con paltos, era de 11, 217 ha, y en el año 2013 se incrementó a 25,598 ha (Feliciano 2014). El Perú cuenta con un total de 31,728 has. (100%), siendo las regiones más productoras: La Libertad 9,371 has. (30%), Lambayeque 6,889 has. (22%), Lima 6,061 has. (19%), entre otras (Prohass 2018). Por su excelente sabor, gran aprovechamiento de la pulpa y buen comportamiento post-cosecha la variedad Hass, es la más requerida por el mercado internacional. En el 2013, en el Perú existían 22, 953 ha. sembradas con el cultivar Hass, calculándose que, para el 2021, existirían un total de 39,228 ha., con esta variedad (Prohass 2018).

Las características agroecológicas de la costa peruana y de los valles interandinos, ofrecen excelentes condiciones para su producción todo el año, siendo una ventaja competitiva que la mayor concentración de cosechas coincide con la ventana de exportación a países del hemisferio norte.

Nuestros productores serán más competitivos en la medida que hagan uso de los paquetes tecnológicos validados, las buenas prácticas agrícolas, bajen costos de producción a través de la asociatividad y con ello logren la apertura de nuevos mercados, así como consolidarse en los ya ganados.

El palto presenta una alta caída de frutos recién cuajados, debido a la fuerte competencia entre el crecimiento del fruto y el del brote vegetativo, además de la competencia entre los mismos frutos. Otro problema es el excesivo emboscamiento de huertos de paltos, lo que disminuye la intercepción de la luz solar, provocando una menor inducción floral. Además, tener huertos emboscados trae consigo otros problemas, ya sea de manejo (altos costos en las aplicaciones foliares y en la cosecha) y productivos (fruta de menor calibre y solo en la parte superior del árbol).

Últimamente, como complemento a la poda, para disminuir el crecimiento vegetativo, se ha recurrido a la aplicación de un grupo de reguladores de crecimiento (PGR`s), que inhiben la síntesis de las giberelinas, ya que éstas son las responsables de la regulación del crecimiento vegetativo. Estos PGR`s de naturaleza antigiberelínica, tales como el Paclobutrazol, tienen distintos propósitos según la fecha de uso. La aplicación en floración, pretende aumentar el número y el tamaño final de los frutos; y la aplicación post poda, sobre los rebrotes, busca regular su vigor y lograr una abundante floración la temporada siguiente (Mena *et al.* 2003).

En el presente estudio se planteó los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto de **Paclobutrazol** sobre el amarre del fruto de palto cv. Hass en Vegueta-Huaura.
- Evaluar el efecto de **Paclobutrazol** sobre la longitud del brote vegetativo en árboles de palto cv. Hass en Vegueta-Huaura.
- Determinar el efecto de **Paclobutrazol** aplicado en distintas dosis durante la floración, y a 10 cm de longitud de brote vegetativo, sobre la productividad y calibre de frutos de palto cv. Hass, en Vegueta-Huaura.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO

#### 2.1.1. Importancia económica

Las exportaciones mundiales de palta Hass alcanzaron 1,644 millones de kilos en el año de cosecha 2016-17, Asimismo las exportaciones crecieron un 59% desde el año agrícola 2012-13 hasta 2016-17 en cuanto a exportación México (59%), Perú (12%) y Chile (9%) representaron el 80% de las exportaciones mundiales. El Perú es el segundo exportador mundial de Palta Hass solo por detrás de México (Camet 2018).

La producción local de Palta Hass superó las 179,625 mil toneladas en el 2016 lo que significa un valor de 11% más, superior a lo registrado en el 2015. En el 2018 la exportación llegó a 335,601 toneladas, siendo Europa el destino con mayor aceptación, seguido de Estados Unidos, Chile, China, etc. El Perú cuenta con un total de 31,728 has. (100%), siendo las regiones más productoras La Libertad 9,371 has. (30%), Lambayeque 6,889 has. (22%), Lima 6,061 has. (19%), entre otras (Prohass 2018).

### 2.2. ORIGEN Y TAXONOMÍA DEL PALTO

El palto (*Persea americana* Mill), pertenece al género *Persea*, familia de las Lauráceas, suborden Magnolíneas, orden Ranales. Los paltos se agrupan en tres razas que, según su origen son: Mexicana, Guatemalteca y Antillana (Gardiazabal y Rosenberg 1991). De la raza guatemalteca destaca principalmente el cv. Hass; como híbridos destacan Fuerte y Ettinger, que corresponden a una cruce entre variedades guatemaltecas con mexicanas (Gardiazabal y Rosenberg 1991).

#### 2.2.1. Palta Hass

El aguacate Hass o palta Hass, son los nombres comunes del fruto de *Persea americana*, pertenecientes a la variedad "Hass", originada a partir de una semilla de

raza guatemalteca en un huerto de Rudolph Gay Hass en la Habra, California en 1926, patentada en 1935 e introducida globalmente en el mercado en 1960; es la variedad más cultivada a nivel mundial (Franciosi 1992).

La amplia aceptación de Hass en casi todos los mercados mundiales ha fortalecido la demanda por frutos de piel negra y rugosa, en relación con aquellos de cáscara verde y lisa. La preferencia por frutos de estas características, ha cambiado drásticamente las prioridades para el mejoramiento genético de *Persea americana* y, de hecho, muchas de las nuevas variedades de color verde han sido poco plantadas. Una de las mayores virtudes de Hass, es su prolongada vida post cosecha, factor que, unido a su gran calidad, ha permitido aumentar el consumo mundial (Franciosi 1992).

## **2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PALTO**

### **2.3.1. Producción alternante**

La producción alternante consiste en que, en este cultivo, alternan años de alta producción de flores y buena cosecha, con años de baja producción de flores y escasa cosecha. Este comportamiento se ha explicado mediante el aumento en el nivel de giberelinas, ocasionado por el exceso de frutos en los años de alta producción; estas hormonas inhibirían la inducción floral (Sedgley *et al.* 1985), disminuyendo la producción de flores en el siguiente año. Este fenómeno también está asociado a las reservas de hidratos de carbono, en la rama y en tronco, que juegan un importante papel en la diferenciación de las yemas florales. Los niveles más altos se encuentran en el momento anterior a la floración y van disminuyendo a medida que los frutos van creciendo. En años de alta producción, las reservas de almidón se ven muy mermadas en el momento de la diferenciación floral, y se alcanza una relación entre carbohidratos y reservas nitrogenadas, descompensada a favor de estas últimas, lo cual afecta a la diferenciación floral (Calabrese 1992).

### **2.3.2. Sistema Vegetativo**

La fenología ha sido definida como la relación entre el clima y fenómenos biológicos periódicos. Los árboles muestran fases de desarrollo (fenofases) a medida que pasa una estación (Wolstenholme y Whiley 1990).

Scholefield *et al.* (1985), afirman que en otoño existe una mínima concentración de carbohidratos, y hay una disminución de la actividad vegetativa, lo que se traduce en una menor competencia entre el crecimiento vegetativo y reproductivo. Estos autores, señalan que la iniciación floral ocurre cuando los niveles de carbohidratos son mínimos. Entonces, existiría una estrecha relación entre los niveles de carbohidratos y la iniciación floral. Los bajos niveles de carbohidratos podrían ser la causa del detenimiento del crecimiento vegetativo y puede ser este factor, lo que determinaría en mayor grado, la iniciación floral. Se piensa que existe una fuerte competencia entre el primer “flush” de crecimiento vegetativo y la formación de los frutos, lo que contribuiría fuertemente a la caída de fruta recién cuajada. Por otra parte, se debe mencionar que los “flush” de crecimiento vegetativo, ocurren justamente cuando los niveles de reserva en las ramillas son muy bajos. Por lo tanto, se debe tener presente que, manejos prácticos en el huerto que logren reducir el flush de post-antesis, puedan aumentar la producción y atenuar el añerismo, característico de esta especie.

Estudios muestran que los paltos inician su ciclo vegetativo en primavera, posterior al periodo de floración (Davenport 1982). Este ciclo vegetativo se da en flujos, determinando la formación de una copa, con brotes de distintas edades y eficiencias, presentándose comúnmente, dos momentos de crecimiento vegetativo: uno en primavera y otro en otoño, siendo el primero, de mayor intensidad (Whiley *et al.* 2002).

En la variedad Hass, Hernández (1991) y Tapia (1993) señalan que el desarrollo vegetativo presenta dos períodos de crecimiento, uno de mayor intensidad en primavera y otro menor en otoño. El inicio del primer brotamiento, se produce a fines de agosto y termina la primera quincena de enero. El segundo brotamiento, comienza a fines de marzo, para terminar la primera quincena de mayo.

Cada brotación, es seguida por un aumento en el crecimiento del sistema radicular; esta interdependencia entre el sistema radical y el vegetativo, genera un patrón cíclico en el desarrollo de los paltos. Cuando la relación entre los nuevos brotes y las raíces se incrementa, el crecimiento vegetativo decrece y el crecimiento radical aumenta, recuperando el balance. Así se repite el ciclo sucesivamente (Whiley *et al.* 2002).



El reparto de los metabolitos es regulado por las interacciones fuente-reservorio. Las fuentes son exportadores y los reservorios, importadores netos de fotosintatos (Ho 1988). El orden de prioridad de la demanda, es función de la tasa de crecimiento (actividad del reservorio) y del tamaño del reservorio (número de frutos). El orden, generalmente es: semilla > pulpa de los frutos = ápices de brotes y hojas > cambium > raíces > tejidos de almacenamiento (Wolstenholme 1990). Las hojas jóvenes, mientras se hallan en expansión, son fuertes reservorios, que compiten con otros órganos demandantes de la planta, hasta que alcanzan su tamaño definitivo, momento en que se convierten en exportadoras netas (Ho 1988).

Las hojas de palto se demoran cerca de 42 días en tener una tasa de asimilación de CO<sub>2</sub> neta positiva y empezar la exportación de carbohidratos para su crecimiento, existiendo previamente una pérdida neta de energía para el crecimiento de ese brote (Whiley 1990).

La brotación de primavera tiene una fuerte competencia por reservas y nutrientes con la floración, pero son esas hojas las que nutrirán los frutos que hayan cuajado de la panícula. El brote de verano tiene un impacto positivo a nivel nutricional para los frutos que se encuentran en ese momento en el árbol y para la continua productividad, ya que aporta carbohidratos para el fruto y la producción de flores que darán los frutos de la próxima primavera (Whiley *et al.* 1988).

Si artificialmente se controla el crecimiento vegetativo, habrá un impacto en la productividad del árbol. Esto se debe a que tanto la brotación de primavera como la de verano, son importantes (Whiley *et al.* 1988). Además, el vigor del crecimiento de primavera puede ser físicamente manipulado, despuntando el brote (Wolstenholme *et al.* 1988), anillando una rama o aplicando paclobutrazol (Kohne 1992).

### **2.3.3. Sistema Reproductivo**

#### **2.3.3.1. Floración**

El palto presenta un comportamiento floral llamado dicogamia protoginea, que se define como la maduración a destiempo de los órganos masculinos y femeninos. En

la mayoría de los casos, cuando el estigma esta receptivo las anteras no liberan polen, o cuando no lo está, se produce la liberación de polen. La flor del palto abre en dos momentos, el estado masculino abre en una parte del día y el correspondiente al femenino la otra parte del mismo día. Por lo tanto, las variedades se han clasificado en dos grupos A y B. Los cultivares tipo A, abren al estado femenino por la mañana, y actúan como masculino, la tarde del día siguiente. Por el contrario, las variedades tipo B abren como femeninas por la tarde y como masculinas a la mañana del día siguiente (Salazar-García 2000).

Otro de los eventos fenológicos, de notable importancia en palto, es el de la floración, evento que puede variar entre uno a ocho meses, dependiendo de la variedad (Papademetriou 1976), estando también influenciado por la zona geográfica donde se cultiva. Así, por ejemplo, en la Quillota (Chile) la floración del cv. Hass dura entre 3 a 4 meses mientras que en Michoacán (México), este cultivar puede tener una floración de 5 a 6 meses (Gardizabal y Rosemberg 1991).

El desarrollo radicular presenta dos períodos de crecimiento, comenzando el primero al final de octubre, para finalizar la primera semana de febrero; luego hay un leve aumento a mediados de marzo, para terminar la primera quincena de mayo. La floración se concentra desde mediados de octubre a mediados de noviembre, paralelamente al brotamiento del crecimiento vegetativo de primavera y a un escaso desarrollo radicular. La caída de frutos se concentra desde noviembre a finales de diciembre (Tapia 1993).

Las flores del palto muestran una marcada dicogamia, es decir, las partes femeninas y masculinas de la flor maduran a destiempo, siendo el pistilo el que madura antes que los estambres, comportamiento conocido como protogínea. En general, esta dicogamia tiende a favorecer la polinización cruzada entre cultivares complementarios. De cierta forma la planta trata que no cuaje la flor con su mismo polen y por eso es que supera la madurez del estambre a la del pistilo (Cautín 1996).

La floración contribuye con un 8% de la producción total de biomasa seca en un ciclo completo de crecimiento y el proceso moviliza carbohidratos no estructurales de reserva y nutrientes móviles desde las hojas (Gazit y Degani 2002).

El número de flores producidas por un árbol puede alcanzar los dos millones, esto es más de mil veces la cantidad de frutos que puede soportar, pero se ha estimado que únicamente llegan al cuajado entre el 0,001% y 0,1% (Cossio-Vargas *et al.* 2007).

Las panículas, donde la yema de la porción terminal permanece vegetativa, son llamadas indeterminadas. Ocasionalmente existen las determinadas, que terminan en una yema floral que no permite que se produzca crecimiento. Además, se señala, que el sistema de yema frutal en palto es derivado de yemas terminales y subterminales en crecimiento de la temporada previa, aunque también en los brotes del mismo año (Schroeder 1953).

Las raíces en un año de baja carga frutal, acumulan grandes reservas de almidón, mientras que un año de cosecha abundante la reducción de reservas de carbohidratos en las raíces de las plantas puede ser un factor limitante en la floración (Agustí 2000).

#### **2.3.3.2. Crecimiento del fruto**

El número de frutos producidos no está en relación con el número de flores por árbol. Esto sugiere que la cantidad de frutos que llegan a la cosecha depende, en gran parte, del número de frutos que se caen durante su desarrollo (Cameron *et al.* 1952).

El éxito de la formación de frutos durante los primeros 60 días posteriores a la floración, depende de la disponibilidad de los fotosintatos almacenados y la fotosíntesis del momento (brotes de hojas maduras en verano) y del tiempo de transición, desde “reservorio” a “fuente”, de los brotes que se renuevan en primavera. Sin embargo, mientras sea inicialmente competitiva, la renovación del crecimiento de brotes durante la primavera es necesaria para el desarrollo secundario de los paltos (Whiley *et al.* 1987).

Hasta el momento, se han planteado dos hipótesis para explicar por qué el desarrollo del fruto en un ciclo productivo inhibe la floración y fructificación del siguiente ciclo.

La primera se basa en la mayor demanda de nutrientes minerales, agua y carbohidratos requeridos para los procesos de floración, cuajado y llenado de fruto (Paz-Vega 1997). La segunda hipótesis es la reciprocidad entre el desarrollo de brotes florales y brotes vegetativos. Esta hipótesis se basa en que los reguladores de crecimiento como las giberelinas, favorecen el crecimiento vegetativo en incremento de la producción de brotes reproductivos (Lovatt 2006).

Paz-Vega (1997), sostiene que existe evidencia que relaciona la disponibilidad de carbohidratos con la carga frutal. De ésta manera los árboles que llevan alta carga frutal en la temporada, no estarían acumulando suficientes carbohidratos para una adecuada floración y crecimiento de la fruta para el año próximo, por el contrario, árboles que llevan una cosecha pequeña acumularán bastantes carbohidratos para producir una floración y una gran producción. Inversamente, hay varios estudios en los cuales no sólo se relaciona la concentración del almidón disponible con la carga frutal del año siguiente, es decir, el hecho que el ciclo de alternancia productiva no se correlacione únicamente con los niveles de carbohidratos disponibles en las plantas, hace mención a que no es un único factor que se encuentra operando dentro de un árbol, sino una serie de factores que regulan la producción de frutos.

Sin embargo, una característica adicional que se utiliza para apoyar la hipótesis que la disponibilidad de carbohidratos sería el regulador en el ciclo de alternancia productiva, es la gran demanda de aceites que requiere el fruto, que es energía costosa. Si lo comparamos con otras frutas como manzanas, naranjas y plátanos, las cantidades de azúcar que almacenan, son mucho menores a las cantidades de carbohidratos que almacenan los frutos de palto. El alto contenido de aceite en el palto, puede explicar porque las reservas de carbohidratos se agotan en un año de alta producción, donde hay un gran número de frutos creciendo en los árboles, lo que para el año siguiente hará que los niveles de carbohidratos se encuentren bajos.

Según Whiley (1990), el desarrollo de frutos es fuertemente competitivo con la raíz y los brotes nuevos, demandando la mayor cantidad de recursos disponibles; por lo tanto, en etapas críticas del ciclo de crecimiento, los requerimientos para el desarrollo de la fruta y los brotes hacen bajar las reservas de los árboles. La estimulación de un crecimiento vegetativo vigoroso durante este período crítico, trae como resultado una caída excesiva de frutos.

### **2.3.3.3. Caída y cuajado de frutos**

La caída de frutos podría tener una explicación, en el limitado abastecimiento de asimilados provenientes del follaje o una fuerte competencia por el uso de asimilados entre los frutos y los brotes vigorosos que se desarrollan en primavera. Además, se menciona, que una última caída puede ocurrir en otoño, como consecuencia de un aporte insuficiente de agua de riego, unido a las altas temperaturas ambientales (Razeto 2000).

Los frutos de palto que fracasan en la cuaja se dividen en dos grupos, aquéllos provenientes de flores que fueron polinizadas, pero no se llevó a cabo la fertilización, y aquellos frutos provenientes de flores en las cuales la polinización y fertilización ocurrieron, resultando en un embrión normal y semillado (Lovatt 1990).

Garner y Lovatt (2008), en su ensayo realizado en California, indican que el estado del árbol no tuvo influencia sobre el porcentaje de frutos cuajados, promedio del diámetro o biomasa de frutos individuales que cayeron a una similar etapa fenológica. Por otro lado, los mismos autores señalan que la caída de frutos puede darse por temperaturas extremas, deficiencias nutricionales, factores genéticos, aunque en óptimas condiciones de cultivo, aún continúan siendo excesivas.

Además, los paltos tienen la última oportunidad de ajustar la carga durante el segundo "flush" vegetativo a mediados de verano. Condiciones de estrés en este tiempo pueden llegar a hacer perder más de 400 frutos por árbol (Lovatt 1997).

La caída de pequeños frutos se ha descrito como selectiva, lo cual implica que la posesión de un determinado genotipo en el embrión, conferiría ventajas en la supervivencia de unos frutos frente a otros (Degani *et al.* 1997, Guil y Gazit 1992). Esta caída selectiva de frutos se ha descrito en distintos cultivares de aguacate. Así, frutos resultantes de fecundación cruzada parecen que se mantienen en el árbol durante más tiempo que aquellos autofecundados (Degani *et al.* 1997; Robbertse *et al.*, 1997; Degani *et al.*, 2003).

Los efectos de competencia pueden ser responsables de la abscisión, ya sea competencia entre frutos en desarrollo, así como también entre los frutos y el flush vegetativo en crecimiento. Esto además coincide con las reservas de almidón que caen rápidamente durante la floración y cuaja, llegando a niveles mínimos durante la caída de fruta de verano (Lovatt 1997). Con respecto a la segunda caída de frutos, Hernández (1991) y Tapia (1993) señalan, a diferencia de Whiley *et al.* (1988), que se registró para cv. Hass sólo un pico importante de caída de frutos, entre fines de noviembre hasta primera quincena de enero, y luego, se registró una caída de frutos de baja intensidad. Además, concluyen, que la floración y la cuaja coinciden con el crecimiento vegetativo de primavera, por lo tanto, compiten por una fuente limitada de recursos.

Sedgley (1987) observó que durante la primera semana después de antesis la mayor parte de los frutos caídos eran producto de flores polinizadas, pero no fertilizadas, lo que correspondían al 80% de éstos. Sin embargo, un mes después de la antesis todos los frutos abortados habían sido fertilizados y presentaban un normal desarrollo del embrión y del endosperma.

Asimismo la temperatura tiene un efecto marcado en todos los aspectos de desarrollo de la cuaja en paltos; bajas temperaturas durante la floración han sido encontradas correlacionadas con baja cuaja (Sedgley 1977).

Diferentes autores han propuesto que el factor causal en la caída de frutos en paltos, es la competencia por asimilados entre el crecimiento de primavera y los frutos en desarrollo (Scholefield *et al.* 1985; Sedgley 1987; Zilkah *et al.* 1987).

Razeto (2000), señala que la caída de frutos podría tener como una explicación, el limitado abastecimiento de asimilados provenientes del follaje o una fuerte competencia por el uso de asimilados entre los frutos y los brotes vigorosos que se desarrollan en primavera. Además, menciona, que una última caída puede ocurrir en otoño, como consecuencia de un aporte insuficiente de agua de riego unido a las altas temperaturas ambientales.

En aguacate, la temprana caída de frutos se ha relacionado con las bajas reservas de carbohidratos en el árbol (Davie *et al.* 1995) y se ha visto que los azúcares de siete carbonos están implicados en el crecimiento del fruto y en su desarrollo (Bertling y Bower 2006). Del mismo modo, la caída de frutos está acompañada de la reducción de carbono exportado desde las hojas (Finazzo y Davenport 1986; Finazzo *et al.* 1994).

Luego de cuajado el pequeño fruto, el delicado tejido embrional es fácilmente dañado, y puede ser afectado por condiciones ambientales desfavorables de bajas o altas temperaturas, desecación o deficiencias nutricionales que lo desintegrarán o le harán abortar. Tal reacción probablemente causará que el pequeño fruto caiga o, en algunos casos, pueda resultar en el subsecuente desarrollo de frutos sin semilla (Schroeder 1954).

## **2.4. FACTORES QUE REGULAN LA FLORACIÓN EN PALTO**

### **2.4.1. Las giberelinas**

Son hormonas vegetales que promueven el crecimiento celular, debido a que incrementan la hidrólisis de almidón, fructanos y sacarosa, con lo que originan fructosa y glucosa, que proporcionan energía vía respiración, contribuyen a la formación de la pared celular y también hacen momentáneamente más negativo el

potencial hídrico de la célula. Como resultado de la disminución del potencial hídrico, el agua penetra con mayor rapidez, provocando expansión celular y diluyendo los azúcares (Salisbury y Ross 1992).

#### **2.4.2. Reguladores de crecimiento en palto**

Los fitoreguladores se definen como compuestos sintéticos aplicados en forma exógena para modificar el crecimiento de la planta. Pueden ser, compuestos químicos que imitan la acción hormonal, o bien compuestos idénticos a las hormonas, que se producen naturalmente. Otros reguladores del crecimiento, como el grupo de los triazoles, bloquean la síntesis de una hormona o bien interfieren con su traslocación para lograr el resultado esperado. Los reguladores del crecimiento son muy utilizados en la horticultura y están jugando un papel cada vez más importante en la producción del palto (Whiley *et al.* 2002).

La Torre (1989) señala que el Paclobutrazol corresponde a un fungicida del grupo de los inhibidores de la síntesis de esteroides, que ha sido desarrollado en respuesta a su potencialidad, como un compuesto inhibidor de la síntesis de giberelinas.

##### **2.4.2.1. Razones del tratamiento con Paclobutrazol**

Según Wolstenholme y Whiley (1990), el control del crecimiento vegetativo de los paltos es fundamental para poder mejorar la cuaja. El manejo adecuado de las plantas permite aumentar la producción de fruta, minimizando el crecimiento de madera improductiva. Para lograr esto se utilizan los reguladores de crecimiento como el Paclobutrazol (Cultar®). El objetivo principal de las aplicaciones de este regulador del crecimiento al follaje, varía según su época de aplicación. Las aplicaciones de primavera buscan disminuir el excesivo vigor de los crecimientos vegetativos, para incrementar la fuerza (sink) de los frutos y frutitos que se encuentran en el árbol y de esta manera aumentar el rendimiento de fruta por árbol. Las aplicaciones al follaje después de la poda de verano, buscan disminuir el excesivo vigor de los rebrotes generados por ésta, y así aumentar la fuerza (sink) de las yemas y lograr que éstas



pasen a ser yemas reproductivas y no vegetativas, lo que se traduciría en una mayor floración en la primavera siguiente a la aplicación.

El efecto morfológico más marcado al usar estos reguladores, según la dosis aplicada, es la disminución del crecimiento de los brotes, produciendo entrenudos más cortos en los brotes terminales y laterales. Los efectos secundarios reflejan una alteración en la fuerza del reservorio, dentro de la planta, lo que trae como consecuencia una mayor partición de los fotosintatos, que contribuyen al crecimiento reproductivo, favoreciendo la formación de yemas florales, y la formación y crecimiento del fruto (www.agrotecnia.com, 2003 y Lever 1986). Los frutos aumentan en número y la forma de estos, es más redondeada; sin embargo, la forma de la semilla permanece inalterable (Leonardi *et al*, 2001 y Acevedo 1994).

El uso de reguladores del crecimiento, como el paclobutrazol, produce la desviación de los fotosintatos hacia el crecimiento reproductivo, lo cual permite mejorar la cantidad y calidad de la fruta, disminuyendo el tamaño de los árboles, haciéndolos fáciles de manejar y, por último, facilitando las labores y manejos del huerto (Lever 1986).

La vida media del paclobutrazol varía, según el tipo de suelo y las condiciones climáticas, entre tres y doce meses. Tiene una baja toxicidad para mamíferos, aves, peces, abejas y otros invertebrados (Lever 1987).

En cuanto a su residualidad con aplicaciones foliares, los residuos que quedan en la fruta, son muy bajos y, dependiendo de la fecha de aplicación, puede que la fruta no presente residuos y así, aplicaciones al follaje en huertos de palto durante la floración, no dejan residuos detectables al momento de la cosecha una temporada después (Tukey 1987).

Quinlan (1982) se refiere a este compuesto como un regulador de crecimiento vegetal, especialmente para árboles frutales. Está definido que realiza un control de

crecimientos vegetativos vigorosos (Quinlan 1980,1981; Williams 1982,1984), reduce la poda, obtiene una mayor inducción y una mejor calidad de fruto (Erez 1984).

Según Köhne (1988), la reducción del crecimiento vegetativo es del orden de un 50% en relación a los árboles no tratados con paclobutrazol. Lo anterior es reafirmado por Wolstenholme *et al.* (1988), quienes determinaron que los brotes asperjados con paclobutrazol en paltos cv. Hass se vieron reducidos en un 42% comparándolos con el crecimiento de brotes de árboles no asperjados.

Otro de los efectos descritos es un aumento del número de frutos (Köhne y Kremer-Köhne 1989). Además, la forma de éstos se aprecia notablemente más redondeada, el tamaño de la semilla no es afectado, se observa un follaje más oscuro y hojas arrugadas (Wolstenholme *et al.*, 1988; Köhne 1992; Silva 1992).

Van der Walt *et al.* (1993), señalan a los reguladores de crecimiento como controladores de la floración en los árboles, indicando al ácido giberélico producido por las semillas como responsables de inhibir el proceso de inducción floral. Por otra parte, señala que árboles de baja producción tienden acumular una mayor cantidad de nutrientes, que aquellos con un número mayor de frutos, lo cual les permitirá desarrollar una mayor intensidad de floración al año siguiente.

El tamaño del árbol, el diseño del sistema radicular (Lever 1986), la cantidad de agua y su distribución en el suelo, junto a las propiedades físicas de éste, son factores que pueden alterar la conveniencia de hacer aplicaciones al suelo (Symons 1988). Así, las aplicaciones al suelo tienen un efecto muy errático, ya que dependen del tipo de suelo y cantidad de materia orgánica presente. De esta forma, en suelos con alta capacidad de intercambio catiónico, el paclobutrazol es absorbido por las arcillas y partículas orgánicas (Williams *et al.*1986).

#### **2.4.2.2. Modo de acción del Paclobutrazol**

El modo de acción primario de este regulador del crecimiento, corresponde a la inhibición de la oxidación del kaureno a ácido kaurenóico, dentro del proceso bioquímico de síntesis de giberelinas. Lo anterior puede causar una reducción en la tasa de división celular sin producir fitotoxicidad (Symons 1988), además de reducir la tasa de elongación celular (Lever 1986).

La reducción de los niveles de giberelinas, disminuye la tasa de división y expansión celular, con una consecuencia morfológica directa, que es la reducción del crecimiento vegetativo. Lo anterior, conduce a otro efecto secundario, que es una alteración de la fuerza de los distintos puntos de alto consumo (sink) dentro de la planta, lo que permite una mayor y mejor distribución de los asimilados de la fotosíntesis hacia el crecimiento reproductivo, formación de yemas florales, formación y crecimiento de frutos (Lever 1990).

#### **2.4.2.3. Absorción y traslocación del Paclobutrazol**

La absorción de estos reguladores del crecimiento, ocurre principalmente por el tejido subapical joven, por las hojas y tallos cuando es aplicado al follaje; en cambio, cuando es aplicado al suelo, penetra por las raíces ([www.agratecna.com](http://www.agratecna.com), 2003 y Lever 1986). El fenómeno de traslocación es de tipo pasivo, a través del flujo transpiratorio, acropétalmente. Se conduce vía xilema, siendo translocado al sitio de acción, que es el meristemo subapical del brote, donde se produce el efecto bioquímico esperado. Por lo tanto, es condición necesaria, que exista una cubierta foliar y un flujo activo de transpiración para trasladar el producto a su sitio de acción o a los puntos de crecimiento del árbol (Lever 1986).

Barrett y Bartuska (1982), reportan que el paclobutrazol es rápidamente traslocado hacia la brotación. Quizás el movimiento es influenciado por el grado de la cosecha y las condiciones ambientales, como por ejemplo la temperatura (Symons 1988). Además, el producto se fija reversiblemente a los tejidos vasculares dentro de la planta y esto constituye un reservorio de producto que se va liberando poco a poco, y

que determina el efecto prolongado sobre la planta (Greene 1986). Así, si no es completamente metabolizado, se produce una acumulación paulatina en la madera a través de los años. Se puede esperar crecimientos retardados en nuevas brotaciones durante las próximas estaciones (Intriere *et al.* 1986).

#### **2.4.2.4. Uso y antecedentes con Paclobutrazol**

En ensayos realizados por Whiley *et al.* (1992), las aplicaciones foliares de Paclobutrazol a 2.5, 1.25 y 0.62 g de i.a. L<sup>-1</sup> en paltos (*Persea americana* Mill.) en floración, redujeron el largo del brote de primavera y redistribuyeron la materia seca entre los componentes de los brotes reproductivos. Hubo un aumento en la distribución de materia seca al fruto, en los árboles tratados, con una correspondiente reducción en la distribución hacia el tallo y las hojas. Los tratamientos de 2.5 y 1.25 g de i.a. L<sup>-1</sup> de Paclobutrazol en la floración, aumentaron el tamaño promedio del fruto a la cosecha en un 16 y 11 % respectivamente. El rendimiento no fue afectado significativamente por las aplicaciones de Paclobutrazol, en una base anual. Sin embargo, los tratamientos con Paclobutrazol de 1.25 y 0.62 g de i.a. L<sup>-1</sup> aumentaron significativamente el rendimiento acumulado de dos años, en alrededor de un 63%, respecto al testigo. Estos mismos autores, en un segundo experimento, observaron que las concentraciones de calcio en los frutos de los árboles que recibieron una aplicación foliar de 1.25 g i.a. L<sup>-1</sup> de Paclobutrazol fueron mayores en comparación a la de los frutos de los árboles sin tratamiento, durante las primeras 8 semanas después del cuajado.

Köhne y Kremer – Köhne (1989), evaluaron el efecto de la aplicación foliar, por una sola vez, de Paclobutrazol (PP333, Cultar®) y uniconazol (S-3307D), en diferentes dosis (50, 100, 200, 400 and 4000 ppm i.a.) en plántulas del cultivar Edranol, que crecían en bolsas, bajo condiciones de invernadero, cuando estas tenían 70 cm de altura. A los 20 días después del tratamiento, se encontró que todos los tratamientos reducían la extensión del tallo. En ambos retardantes del crecimiento, la magnitud del efecto inhibitorio del crecimiento, aumentaba con el incremento de las concentraciones. El uniconazol tuvo un mayor efecto inhibitorio que el paclobutrazol;

a la dosis de 400 ppm era extremadamente inhibitorio, ocasionando casi una completa supresión del crecimiento del tallo. Con el pacobutrazol, un efecto similar se logró con una concentración 10 veces mayor.

Del mismo modo, en ensayos realizados en paltos del cv. Hass, Köhne y Kremer – Köhne (1995) demostraron que las aplicaciones foliares de 250 mg. i.a. L<sup>-1</sup> de paclobutrazol en plena floración, aumentaron el rendimiento total por árbol, y además se incrementó el número de frutos con tamaño exportable.

En estudios llevados a cabo en Walkamin, Australia, en paltos del cv. Hass, para determinar el efecto del Uniconazol- p sobre la forma del fruto, tamaño promedio y rendimiento de los frutos, mediante aplicaciones foliares en plena floración, se evaluaron los siguientes tratamientos: control, Uniconazol-p al 0.5% + buffer al 1%; Uniconazol-p al 0.5% + N al suelo; Uniconazol-p al 1% + buffer al 2%; Uniconazol-p al 1% + N al suelo y Uniconazol-p al 1% + buffer al 2% + N al suelo. Los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento, para el primer año, indican que el Uniconazol-p al 0.5 y al 1% aumentaron el rendimiento en un 70% comparado con el control. No hubo efecto de la aplicación del buffer, siendo el mejor tratamiento el de Uniconazol-p al 1% + N al suelo. Los árboles tratados con Uniconazol-p presentaron una mayor retención de frutos en comparación al control. En cuanto al tamaño y forma del fruto, hubo un incremento significativo en el tamaño medio, con las aplicaciones de Uniconazol-p en 8 a 13%. El buffer no presentó beneficios en el aumento del tamaño del fruto. Se observó un cambio en la forma del fruto con las aplicaciones de Uniconazol-p, y todos los tratamientos con Uniconazol-p redujeron significativamente la razón largo/ ancho del fruto, lo que indica que el fruto adquiere una forma más redondeada (Leonardi *et al.* 2001).

También en otras áreas de Australia, como Hampton, donde el Uniconazol-p fue evaluado en una concentración del 1%, se encontró un crecimiento del tamaño del fruto, de un 13% por sobre el testigo (Leonardi *et al.* 2001).

En ensayos realizados sobre paltos del cv. Hass, Silva (1992) probó distintas dosis de Cultar ® aplicado al suelo y al follaje, para determinar la influencia de éste, sobre el crecimiento de los brotes de primavera. Este autor, demostró que las aplicaciones de Cultar ® al follaje no tenían ningún efecto sobre el crecimiento de los brotes de primavera, ya que éstos presentaban crecimientos similares al testigo. En cambio, las aplicaciones de Cultar ® al suelo, disminuyeron considerablemente el tamaño de los brotes.

Chahuan (1996) obtuvo resultados similares, en los que las aplicaciones de Cultar® al follaje, en primavera, no tuvieron ninguna influencia sobre el crecimiento vegetativo de primavera, observándose brotes de longitudes similares a los del testigo.

Symons y Wolstenholme (1990) realizaron aplicaciones de paclobutrazol en árboles del cv. Hass, en tres épocas (inicio de la elongación del brotamiento de primavera, plena floración y tres semanas después de plena floración), en tres dosis (500, 1000 y 2000 mg L<sup>-1</sup>). Los tratamientos no mostraron diferencias significativas en las producciones alcanzadas; sin embargo, numéricamente las mayores producciones correspondían a la dosis más alta, en el estado de inicio de elongación del brotamiento de primavera. La forma del fruto, determinada por su relación largo/diámetro, fue significativamente más redondeada en los árboles tratados, en comparación con el control, debido a un incremento en el diámetro, mientras que el largo del fruto no fue afectado. Se considera que esto, es el resultado de células que se alargaron más radialmente que longitudinalmente.

Wolstenholme *et al.* (1990) efectuaron un ensayo en paltos cv. Fuerte de cuatro años y medio, y del cv. Hass, de siete años, aplicando dos dosis de paclobutrazol (2,5 y 5 g i.a L<sup>-1</sup>) en dos períodos de desarrollo (25% de flores abiertas e inicio de elongación del brotamiento de primavera). No hubo efecto significativo de las aplicaciones de paclobutrazol sobre el rendimiento, existiendo además una gran variación de árbol a árbol. El peso del fruto aumentó en el cv. Fuerte, sólo con el tratamiento de 2,5 g i.a. L<sup>-1</sup> aplicado dos veces en primavera; en cambio, en cv. Hass todos los tratamientos

fueron mayores al testigo en un 20%. En cuanto a la forma del fruto, existió una disminución promedio en la relación largo/ancho de un 6%, para ambos cultivares.

Whiley *et al.* (2002) las aplicaciones foliares de productos como el Uniconazol-p (Sunny®) o el Paclobutrazol (Cultar®), en plena floración, disminuyen considerablemente el crecimiento vegetativo del brotamiento de primavera, y aumentan considerablemente el tamaño de los frutos de los árboles tratados. Esto, debido a que existe una redistribución de los fotosintatos dentro del árbol, con una mayor cantidad asignados al fruto y una menor asignada a las hojas y a los tallos, en los árboles tratados.

Köhne y Kremer-köhne (1987), realizando aplicaciones de Cultar® a plena flor en dosis de 0,4% de ingrediente activo (paclobutrazol) sobre ramas de palto fuerte, observaron que, a pesar de haber una fuerte caída en los cuatro meses posteriores a la aplicación, todos los tratamientos en que el crecimiento vegetativo fue retardado, tuvieron una mayor retención de frutos que el testigo, lo que indica claramente que el crecimiento del brote compite con la retención del fruto.

Asimismo, con paclobutrazol se logra reducir considerablemente el crecimiento vegetativo en paltos en formación Köhne y Kremer-köhne (1991), En ensayos con árboles más pequeños, plantados en doble densidad (555 a 800 árboles ha<sup>-1</sup>), fue posible producir frutos con el doble de plantas durante tres años, siendo la producción acumulada en el periodo 1988-1990 de 34,4 ton ha<sup>-1</sup> para la doble densidad y de 17,6 ton ha<sup>-1</sup> para la plantación estándar de 400 plantas ha<sup>-1</sup>. Con esto se lograrían saldos netos acumulados positivos al quinto año.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

El presente trabajo se llevó a cabo en la empresa Asr Agrícola SAC, en el fundo Pampa Grande, en el km 173.5 al norte de Lima, ubicado en el distrito de Vegueta, provincia de Huaura, departamento de Lima, localizado geográficamente a 10° 52'52" latitud sur y 77° 37'20" longitud oeste, a una altitud de 148 m.s.n.m.

#### **3.2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

##### **3.2.1 Historial del campo**

El fundo tiene 520 ha sembradas, distribuidas en 7 lotes. El estudio se efectuó en una plantación de cultivar Hass, de 9 años. Se trata de un monocultivo irrigado por el sistema de goteo; la altura de planta promedio se encuentra alrededor de los 2.5 m., injertadas sobre patrón Zutano. El distanciamiento entre plantas es de 3 m y entre hileras es 5.5 m teniendo un total de 606 planta ha<sup>-1</sup>. El polinizante usado es el zutano y se encuentran distribuidos a 5% por hectárea.

##### **3.2.2 Características del suelo**

Para la determinación de las características físico – químicas del área experimental se obtuvo una muestra compuesta, la misma que fue remitida al laboratorio. Los resultados del análisis, indican que el suelo donde se estableció el experimento, presenta una textura arenosa, buena aireación, pH fuertemente alcalino (8.37), sin peligro de sales (0.39 ds/m), bajo nivel de materia orgánica (0.26 %), nivel alto de fósforo disponible (19.7 mg kg<sup>-1</sup>), nivel medio en potasio disponible (1.43%), nivel bajo en carbonato de calcio (0.5%) y alta capacidad de intercambio catiónico efectiva (16.5 meq/100 g suelo).



### **3.2.3 Características del agua**

Se tomó como referencia el análisis de agua el cual fue remitido por el laboratorio. Según los resultados de análisis el agua presentó un pH de 7.53, sin peligro de sales (471  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y niveles de Calcio de 3.43 meq/l, potasio de 0.07 meq/l y nitratos de 0.42 meq/l.

### **3.2.4 Características del clima**

Durante el desarrollo del trabajo de investigación se presentaron variaciones climáticas, durante los años 2017 y 2018, en los meses que duró la campaña del cultivo. Hubo ausencia casi total de precipitaciones, con temperaturas promedio que variaron entre máximas de 24 °C y mínimas de 17 °C y una humedad relativa promedio de 73 % (Anexo-27).

## **3.3. MATERIALES Y EQUIPOS**

### **3.3.1 Material vegetal**

Se utilizaron plantas de palta Hass de 9 años, injertadas sobre Zutano, el cual fue utilizado como polinizador al 5%.

### **3.3.2 Materiales y equipos usados en campo**

Los materiales usados fueron: Wincha, cinta de plástico, tanque de aplicación de 2000 lt, balanza digital, plumón indeleble, libreta de apunte, vernier, Cámara digital, cuaderno de apuntes, hoja de evaluación, computadora, USB, lapiceros y lápices, plumones de tinta indeleble, calculadora, tablero de madera y otros.

## **3.4. METODOLOGÍA**

Se evaluó el efecto de Paclobutrazol 250 SC (2RS, 3RS)-1-(4-clorfenil)-4,4-dimetil-2-(1H-1,2,4-triazol-1-il) pentane-3-ol., que contenía 250 g  $\text{L}^{-1}$  de ingrediente activo, a la dosis de 4.8  $\text{L ha}^{-1}$ , fraccionada en dos aplicaciones: 2.8  $\text{L ha}^{-1}$  en la primera y 2  $\text{L ha}^{-1}$ , en la segunda. Cada dosis fraccionada del producto comercial a su vez, se diluyó en tres volúmenes de agua por hectárea: 400, 600 y 800  $\text{L ha}^{-1}$ . La primera aplicación en cada tratamiento se realizó al

30% de flores abiertas y la segunda, cuando los brotes vegetativos en el testigo tuvieron en promedio 10 cm de longitud. Los tratamientos se detallan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Descripción de los tratamientos.**

TRATAMIENTOS	Primera aplicación: 6/10/ 2017		Segunda aplicación : 19/11/2017	
	Paclobutrazol L/ha <sup>-1</sup>	Agua L/ha <sup>-1</sup>	Paclobutrazol L/ha <sup>-1</sup>	Agua L/ha <sup>-1</sup>
<b>T0 (testigo)</b>	0	400	0	400
<b>T1</b>	2.8	400	2.0	400
<b>T2</b>	2.8	600	2.0	600
<b>T3</b>	2.8	800	2.0	800

### Conducción del experimento

Las labores que se realizaron fueron:

#### a. Control de malezas

El control de malezas se realizó de acuerdo a la evaluación de campo. Se aplicó como marca comercial de prohass, el glifosato 480 SL® en tanques de 2000lt con varillas, dosis de 2lt + ácido sulfúrico (15 ml) / cil.

#### b. Aplicación foliar de regulador de crecimiento

La aplicación de paclobutrazol fue fraccionada en dos. La primera aplicación se realizó el 06/10/17 al 30% de flor abierta, a una dosis de 2.8 L ha<sup>-1</sup>. La segunda aplicación se realizó el 19/11/17 a 10 cm de brote de primavera, a una dosis de 2 L ha<sup>-1</sup>. El total de paclobutrazol empleado para los respectivos tratamientos fue de 4.8 L ha<sup>-1</sup>.

#### c. Control fitosanitario

Se realizó tomando en consideración las evaluaciones de campo y la gravedad del umbral de la plaga. También se instaló trampas de control etológico con plástico de color azul.

#### **d. Fertilización**

La fertilización se realizó gradualmente de acuerdo al estado fenológico de cultivo. Asimismo, se siguió un programa anual de fertirriego, establecido para toda la campaña. Como fuente se utilizaron: nitrato de amonio, ácido fosfórico, nitrato de potasio, sulfato de magnesio, ácido bórico, sulfato de zinc y nitrato de calcio, (Ver Anexo 29).

#### **e. Instalación de colmenas de abejas**

Para garantizar una buena polinización se utilizó colmenas de abeja. Cada colmena cumple con el protocolo de calidad del Fundo. Se instaló 10 colmenas/ha. La abeja se instala a 5% de flor abierta y dura alrededor de un mes, lo mismo que dura la etapa fenológica de la floración.

#### **f. Riego**

El riego realizado fue por goteo y aplicado interdiario (3 horas por cada turno de riego). El caudal de cada gotero fue de 2.5 lt/hora y la distancia entre gotero fue de 50 cm. La manguera utilizada es de tipo autocompensado a un volumen de 12000 m<sup>3</sup>/ha/año.

#### **g. Cosecha**

La cosecha se realizó a la madurez comercial, tomando en consideración el porcentaje como mínimo de 21.5 % de materia seca de la fruta que se evalúa en el laboratorio y teniendo un calibre adecuado por encima de 100 g.

#### **❖ Metodología para determinar el porcentaje de materia seca en palta hass (SENASA 2018)**

**Materiales:** Balanza digital con rango de 0.1 g, horno microondas, cuchillo y tabla de picar.

**Metodología:**

- Se tomará 3 frutas del mismo calibre.

- Se pelará y cortará la fruta longitudinalmente. Cortar en láminas delgadas a lo largo de la fruta.
- La muestra será de 20 g. aproximadamente de cada uno de los frutos, completando un total de 60 g. por calibre aproximadamente.
- Pesará la muestra y anotará el peso inicial (Pi).
- Las láminas se colocarán sobre el plato del microondas, distribuyéndolas uniformemente, teniendo cuidado de no colocar una sobre otra
- Dependiendo del microondas secará la muestra con un período inicial de varios minutos a la máxima potencia, con esto lograremos un primer deshidratado. Para las próximas deshidrataciones, se disminuirá la potencia, el tiempo de exposición y se voltearán las láminas.
- Realizar este procedimiento hasta que el peso sea constante. Este último dato será el peso final (Pf).

Donde: Pi = Peso inicial de la muestra

Pf = Peso final de la muestra

$$\% \text{ Materia Seca (MS)} = \frac{\text{Pf} \times 100\%}{\text{Pi}}$$

### 3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO

El diseño que se utilizó, fue el de bloques completamente al azar (DBCA), con 4 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento. Para el análisis estadístico se empleó el Análisis de Varianza y para la comparación de medias se utilizó la Prueba de Duncan.

### 3.6. EVALUACIONES REALIZADAS

- **Longitud promedio de brotes**

Se eligieron 3 árboles al azar en cada tratamiento, y cinco brotes en cada árbol. La medición se realizó de la base del brote indeterminado hasta la punta del ápice del brote.

- **Número de frutos comerciales por árbol**

Se seleccionó 3 árboles al azar por tratamiento y se contabilizó el número de frutos por árbol que alcanzaron el calibre deseado, a la cosecha.

- **Peso promedio de frutos comerciales por árbol**

Se pesó 10 frutos de cada tratamiento, que alcanzaron el calibre deseado a la cosecha, y se dividió entre 10 con ello se obtuvo el peso promedio de fruto.

- **Diámetro polar y ecuatorial**

Para la evaluación del diámetro ecuatorial y polar se usaron los mismos frutos considerados para evaluar el peso por fruto. Para las mediciones se empleó un vernier.

- **Rendimiento**

Para calcularlo, se multiplicó el peso promedio de frutos por árbol, por el número promedio de frutos por árbol, y se expresó en toneladas por hectárea.

### **3.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

El análisis estadístico de las variables estudiadas se realizó mediante el procedimiento ANVA del paquete estadístico SAS 8, estableciéndose la significación estadística para  $P=0,05$ . Cuando el análisis fue estadísticamente significativo para las diferentes variables evaluadas (F-test), se utilizó la prueba de Duncan para la comparación de las medias.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. LONGITUD DE BROTES (cm)

#### 4.1.1. Primera evaluación

Los resultados del ANVA y la prueba de Duncan (Tablas 2 y 3, respectivamente), para longitud de brotes en la primera evaluación, efectuada a los siete días después de la primera aplicación, indican que no hubo diferencias significativas entre tratamientos con respecto al testigo, pero si entre bloques; el coeficiente de variabilidad fue de 7.79% y el promedio general fue de 3.24 cm.

*Tabla 2. Análisis de Varianza para longitud de brote (1era evaluación).*

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Cal.	P-valor	Significacion
<b>Bloques</b>	3	1.7318	0.5772	9.03	0.0045	**
<b>Tratamientos</b>	3	0.3518	0.1172	1.83	0.2112	NS
<b>Error</b>	9	0.5756	0.0639			
<b>Total</b>	15	2.6593				

CV=7.79%                      PROMEDIO = 3.24 cm.

ns: no significativo

\*\* : Altamente significativo

*Tabla 3. Longitud de brotes (cm), en la primera evaluación.*

Tratamientos	Longitud de Brotes
<b>T0 (Testigo)</b>	3.45 A
<b>T1 (2.8 lt paclobutrazol/400 lt)</b>	3.30 A
<b>T2 (2.8 lt paclobutrazol/600 lt)</b>	3.17 A
<b>T3 (2.8 lt paclobutrazol/800 lt)</b>	3.05 A

PROMEDIO = 3.24 cm

Medias con una letra común no son significativamente diferentes entre sí, según la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.1.2. Segunda evaluación

Los resultados del ANVA y de la prueba de Duncan (Tablas 4 y 5, respectivamente), para longitud de brotes en la segunda evaluación, efectuada a los catorce días después de la primera aplicación de 2.8 L ha<sup>-1</sup> de paclobutrazol, indican que hubo diferencias significativas entre tratamientos, y también entre bloques; el coeficiente de variabilidad fue de 12.9% y el promedio general fue de 4.21 cm.

**Tabla 4. Análisis de Varianza para longitud de brote (2da evaluación)**

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Cal.	P-valor	Signif.
<b>Bloques</b>	3	3.3068	1.1022	3.72	0.0546	*
<b>Tratam.</b>	3	3.2518	1.0839	3.66	0.0567	*
<b>Error</b>	9	2.6656	0.2961			
<b>Total</b>	15	9.2243				

CV=12,9 %

PROMEDIO = 4.21 cm.

Ns: no significativo

\*: Significativo

**Tabla 5. Longitud de brotes (cm), 2da evaluación.**

Tratamientos	Longitud de Brotes
<b>T0 (Testigo)</b>	4.97 A
<b>T1 (2.8 lt paclobutrazol/400 lt)</b>	4.15 AB
<b>T2 (2.8 lt paclobutrazol/600 lt)</b>	3.87 B
<b>T3 (2.8 lt paclobutrazol/800 lt)</b>	3.87 B

PROMEDIO = 4.21 cm.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes entre sí, según la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.1.3. Tercera evaluación

Los resultados del ANVA y de la prueba de Duncan (Tablas 6 y 7, respectivamente), para longitud de brotes en la tercera evaluación, efectuada a los 21 días después de la primera aplicación, indican que hubo diferencias significativas entre tratamientos, mas no así entre bloques; el coeficiente de variabilidad fue de 14.3% y el promedio general fue de 5.67 cm.

**Tabla 6. Análisis de Varianza para longitud de brote (3era evaluación).**

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F. Cal.</b>	<b>P-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>Bloques</b>	3	3.9800	1.3266	2.00	0.1841	NS
<b>Tratamiento</b>	3	13.130	4.3766	6.61	0.0118	*
<b>Error</b>	9	5.9600	0.6622			
<b>Total</b>	15	23.070				

CV=14.3 %      PROMEDIO = 5.67 cm.

Ns: no significativo

\*: Significativo

**Tabla 7. Longitud de brotes (cm), 3ra evaluación.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Longitud de Brotes</b>
<b>T0 (Testigo)</b>	7.20 A
<b>T1 (2.8 lt paclobutrazol/400 lt)</b>	5.45 B
<b>T2 (2.8 lt paclobutrazol/600 lt)</b>	5.20 B
<b>T3 (2.8 lt paclobutrazol/800 lt)</b>	4.85 B

PROMEDIO = 5.67 cm.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes entre sí, según la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ )

A los 21 días de la aplicación ya se nota el efecto de la aplicación de 2.8 L ha<sup>-1</sup> de paclobutrazol, diluido en los tres volúmenes de agua, sobre el crecimiento del brote de primavera, en los tres tratamientos con paclobutrazol (T1, T2 y T3), con respecto al testigo. En estos 7 días adicionales, respecto a la segunda evaluación ya se nota incluso el efecto del tratamiento T1, con respecto al testigo, que no se observó en la evaluación anterior. No se observa diferencias significativas entre los tratamientos con paclobutrazol diluido en los tres volúmenes de agua.

#### **4.1.4. Cuarta evaluación**

Al igual que en la evaluación anterior, los resultados del ANVA y de la prueba de Duncan (Tablas 8 y 9, respectivamente), para longitud de brotes en la cuarta evaluación, efectuada a los 28 días después de la primera aplicación de 2.8 L ha<sup>-1</sup> de paclobutrazol, indican que hubo diferencias significativas entre tratamientos, mas no así entre bloques; el coeficiente de variabilidad fue de 18.41% y el promedio general fue de 6.84 cm.



**Tabla 8. Análisis de Varianza para longitud de brote (4ta evaluación).**

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F. Cal.</b>	<b>P-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>Bloques</b>	3	4.6868	1.5622	0.98	0.4428	NS
<b>Tratamiento</b>	3	30.901	10.300	6.49	0.0125	*
<b>Error</b>	9	14.290	1.5878			
<b>Total</b>	15	49.879				

CV=18.41 %

PROMEDIO = 6.84 cm.

NS: no significativo

\*: Significativo

**Tabla 9. Longitud de brotes (cm), 4ta evaluación.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Longitud de brotes</b>
<b>T0 (Testigo)</b>	9.20 A
<b>T1 (2.8 lt paclobutrazol/400 lt)</b>	6.35 B
<b>T2 (2.8 lt paclobutrazol/600 lt)</b>	6.22 B
<b>T3 (2.8 lt paclobutrazol/800 lt)</b>	5.60 B

PROMEDIO = 6.84 cm.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes entre sí, según la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

A los 28 días de la aplicación, se sigue notando el efecto de la aplicación de 2.8 L ha<sup>-1</sup> de paclobutrazol, diluido en los tres volúmenes de agua, sobre el crecimiento del brote de primavera, en los tres tratamientos con paclobutrazol (T1, T2 y T3), con respecto al testigo. En estos 7 días adicionales, respecto a la tercera evaluación, se sigue notando la persistencia incluso del efecto del tratamiento T1, con respecto al testigo. No se observó diferencias significativas entre los tratamientos con paclobutrazol, diluido en los tres volúmenes de agua.

#### **4.1.5. Quinta evaluación**

En la quinta evaluación, efectuada a los 40 días, después de la primera aplicación de 2.8 L ha<sup>-1</sup> de paclobutrazol, los resultados del ANVA y de la prueba de Duncan (Tablas 10 y 11, respectivamente), indican que hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos, mas no así entre bloques; el coeficiente de variabilidad fue de 20.45% y el promedio general fue de 8.10 cm.

**Tabla 10. Análisis de Varianza para longitud de brote (5ta evaluación).**

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Cal.	P-valor	Significancia
<b>Bloque</b>	3	4.1750	1.3916	0.51	0.6871	NS
<b>Tratamiento</b>	3	58.305	19.435	7.08	0.0096	**
<b>Error</b>	9	24.700	2.744			
<b>Total</b>	15	87.180				

CV=20.45 %                      PROMEDIO = 8.10 cm.

NS: no significativo

\*\* : Altamente Significativo

**Tabla 11. Longitud de brotes (cm), 5ta evaluación.**

Tratamientos	Longitud de brotes
<b>T0 (Testigo)</b>	11.32 A
<b>T1 (2.8 lt paclobutrazol/400 lt)</b>	7.47 B
<b>T2 (2.8 lt paclobutrazol/600 lt)</b>	7.25 B
<b>T3 (2.8 lt paclobutrazol/800 lt)</b>	6.35 B

PROMEDIO = 8.10 cm.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes entre sí, según la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

A los 40 días de la aplicación de 2.8 L ha<sup>-1</sup> de paclobutrazol, se mantiene el efecto del paclobutrazol reduciendo el crecimiento del brote de primavera, con respecto al testigo, sin que haya diferencias entre los niveles de paclobutrazol y volumen de agua empleados en la primera aplicación. (Tabla 12)

Los resultados obtenidos muestran claramente que con una aplicación de 2.8 L ha<sup>-1</sup> de un producto comercial, que contiene 25% de paclobutrazol por litro (PACLOBUTRAZOL 250 SC ®), diluido en 400, 600 y 800 litros de agua, se reduce el crecimiento de brotes de primavera, sin que haya diferencias significativas entre los volúmenes de agua empleados, respecto al testigo. Estos resultados coinciden con los de Whiley *et al.* (1992), que en su experimento con aplicaciones foliares de Paclobutrazol a 2.5, 1.25 y 0.62 g de i.a. L<sup>-1</sup> en palto (*Persea americana* Mill.) en floración, redujeron el largo del brote de primavera y redistribuyeron la materia seca entre los componentes de los brotes reproductivos. Asimismo, Berrios (1995) indica que el crecimiento vegetativo de primavera, experimentó una importante represión, en casi todas las dosis aplicadas de paclobutrazol.

Lamentablemente no se siguió evaluando el crecimiento de los brotes, después de la segunda aplicación con 2 L ha<sup>-1</sup> de paclobutrazol diluido en los mismos tres volúmenes de agua, la cual se efectuó el 29 de noviembre del 2017, a los 4 días de la quinta evaluación, por asumirse que ya se había conseguido el efecto deseado del paclobutrazol como restrictor del crecimiento del brote primaveral, y que dicho efecto se mantendría después de la segunda aplicación.

Según Symons (1988), la aplicación foliar de paclobutrazol, es considerada como el segundo método más efectivo y a diferencia de las aplicaciones al suelo, ésta puede independizarse de la gran variabilidad generada en el ambiente suelo-raíz y de la lenta absorción radicular. Las aspersiones al follaje pueden ser coordinadas con la fenología del árbol y ofrecen una forma rápida de obtener respuesta del producto. El mismo autor agrega que el paclobutrazol aplicado como una aspersión, cubre todo el follaje del árbol, pero sólo lo absorbido por los tallos es aparentemente traslocado en forma efectiva hacia su sitio de acción en el ápice del brote. Indica, además, que la absorción es principalmente a partir de brotes verdes jóvenes y que, en los tallos leñosos, ésta es mínima, por lo cual, la aplicación del regulador de crecimiento debe focalizarse a todos los brotes en crecimiento, que es donde efectivamente se realiza la absorción y posterior efecto del producto, dejando de lado las aplicaciones a toda la copa del árbol, por razones de eficiencia técnica y económica). Recalca también, que se debe tener en cuenta que, debido al crecimiento y elongación propia de la región meristemática de los ápices, se produce una paulatina dilución del producto en esta zona. Una vez que el brote inicia el estado de activo crecimiento, disminuyen las reservas de paclobutrazol debajo del ápice de crecimiento y que estas pueden ser reestablecidas, más efectivamente por medio de aplicaciones exógenas del producto, que por la traslocación interna del mismo. Por lo tanto, estas aplicaciones son más efectivas cuando se realiza un continuo abastecimiento de paclobutrazol a los brotes jóvenes.

Lo anteriormente expuesto, justificaría, en cierto modo, pero no definitivamente, la asunción de que con la primera aplicación, ya se había conseguido en efecto deseado del paclobutrazol, y que dicho efecto se mantendría después de la segunda aplicación, por lo cual no se siguió evaluando la longitud de brotes después de la misma.

Por lo expuesto, los efectos de las diferentes dosis de paclobutrazol sobre el rendimiento y sus componentes, en el presente experimento, que se detallan a continuación, se deben a las dosis completas, quedando como interrogante, cuál de las dos aplicaciones de paclobutrazol, tuvo mayor efecto en la restricción del crecimiento de los brotes de primavera.

## 4.2. NÚMERO DE FRUTOS POR ÁRBOL

Los resultados del ANOVA y la prueba de Duncan (Tablas 12 y 13), indican la existencia de diferencias significativas entre tratamientos, más no así para bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 25.01 % y el promedio general fue de 117.5 frutos/árbol.

**Tabla 12. Análisis de Varianza para número de frutos por árbol.**

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Cal.	P-valor	Signif.
<b>Bloque</b>	3	35.000	11.666	0.01	0.9977	NS
<b>Tratamientos</b>	3	9867.5	3289.1	3.81	0.0517	*
<b>Error</b>	9	7775.5	863.94			
<b>Total</b>	15	17678				

CV=25.01 %                      PROMEDIO = 117.5 frutos/árbol

NS: no significativo

\*: Significativo

**Tabla 13. Numero de frutos por árbol en los tratamientos evaluados.**

Tratamientos	Numero de frutos
<b>T2 (4.8 lt paclobutrazol/600 lt)</b>	142 A
<b>T3 (4.8 lt paclobutrazol/800 lt)</b>	134 A
<b>T1 (4.8 lt paclobutrazol/400 lt)</b>	115 AB
<b>T0 (Testigo)</b>	78 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ )

El número de frutos por árbol, en los tratamientos T2 y T3 (4.8 litros de paclobutrazol ha<sup>-1</sup> diluidos en 600 y 800 litros de agua, produjeron mayor número de frutos por árbol, en comparación con el testigo, sin que existan diferencias significativas entre ellos (T2 y T3), ni con el tratamiento T3; Esto corrobora lo que indican, Leonardi *et al.* (2001) y Acevedo (1994), que con la aplicación de paclobutrazol los frutos aumentan en número y, la forma de estos son más redondeadas, sin embargo, la forma de la semilla permanece inalterable. Asimismo, Vásquez y Melgar (1991), al aplicar foliarmente Paclobutrazol en

el cultivar Hass, en las dosis de: 0, 1000, 2000, 3000, 4000, y 6000 ppm, en aplicaciones simples y 1000 ppm aplicado 4 veces a intervalos de 20 días, verificaron que hubo aumento en la cantidad de frutos amarrados y reducción del crecimiento de los brotes vegetativos con la aplicación del producto, frente al testigo.

### 4.3. PESO PROMEDIO DE FRUTOS (g)

Según el ANVA, prueba de Duncan (Tablas 14 y 15), para la evaluación del peso promedio de frutos, se ha observado que, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos con paclobutrazol respecto al testigo, ni entre las dosis de paclobutrazol. También no se encontró diferencias significativas para bloques; el coeficiente de variabilidad fue de 9.91 % y el promedio general fue de 286.2 g/fruto (Tabla 15).

**Tabla 14. Análisis de Varianza para peso de frutos.**

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F. Cal.</b>	<b>P-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>Bloque</b>	3	2014.3	671.43	0.83	0.5089	NS
<b>Tratamiento</b>	3	2114.4	704.82	0.87	0.4898	NS
<b>Error</b>	9	7257.8	806.42			
<b>Total</b>	15	11386.6				

CV=9.91 %                      PROMEDIO = 286.2 gr.

**Tabla 15. Peso promedio de frutos (g), en los tratamientos evaluados.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Peso de frutos</b>
<b>T3 (4.8 lt paclobutrazol/800 lt)</b>	304.08 A
<b>T2 (4.8 lt paclobutrazol/600 lt)</b>	287.03 A
<b>T0 (Testigo)</b>	281.43 A
<b>T1 (4.8 lt paclobutrazol/400 lt)</b>	272.58 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.4. DIÁMETRO POLAR (cm)

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, mas no así entre bloques para esta variable (Tablas 16 y 17). El coeficiente de variabilidad fue de 3.69%, y el promedio general fue de 10.49 cm (Tabla 16).

**Tabla 16. Análisis de varianza para diámetro polar.**

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Cal.	P-valor	Significancia
<b>Bloque</b>	3	0.4868	0.1622	1.08	0.4051	NS
<b>Tratamiento</b>	3	1.7518	0.5839	3.89	0.0491	*
<b>Error</b>	9	1.3506	0.1500			
<b>Total</b>	15	3.5893				

CV=3.69 %                      PROMEDIO = 10.49 cm

NS: no significativo

\* Significativo

**Tabla 17. Diámetro polar (cm) del fruto, en los tratamientos evaluados.**

Tratamiento	Diámetro Polar (cm)
<b>T0 (Testigo)</b>	11.02 A
<b>T3 (4.8 lt paclobutrazol/800 lt)</b>	10.50 A B
<b>T2 (4.8 lt paclobutrazol/600 lt)</b>	10.30 B
<b>T1 (4.8 lt paclobutrazol/400 lt)</b>	10.15 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ )

El testigo tuvo mayor diámetro polar, respecto a los tratamientos T2 y T1, pero no fue significativamente diferente de T3. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con paclobutrazol.

#### 4.5. DIÁMETRO ECUATORIAL (cm)

No se encontraron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos evaluados, así como tampoco entre bloques (Tablas 18 y 19). El coeficiente de variabilidad fue de 2.81 %, y el promedio general fue de 7.5 cm (Tabla 18).

**Tabla 18. Análisis de varianza para diámetro ecuatorial.**

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F. Cal.</b>	<b>P-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>Bloque</b>	3	0.1050	0.0350	0.78	0.5354	NS
<b>Tratamiento</b>	3	0.3400	0.1133	2.52	0.123	NS
<b>Error</b>	9	0.4050	0.0450			
<b>Total</b>	15	0.8500				

CV=2.81 %                      PROMEDIO = 7.5 cm

NS: no significativo

**Tabla 19. Diámetro Ecuatorial (cm) del fruto, en lo tratamientos.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Diámetro Ecuatorial</b>
<b>T3 (4.8 lt paclobutrazol/800 lt)</b>	7.72 A
<b>T2 (4.8 lt paclobutrazol/600 lt)</b>	7.57 A
<b>T1 (4.8 lt paclobutrazol/400 lt)</b>	7.47 A
<b>T0 (Testigo)</b>	7.32 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabla 20. Relación entre el diámetro polar y diámetro ecuatorial, en los tratamientos evaluados.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Relación Diámetro polar/ Diámetro ecuatorial</b>
<b>T0 (Testigo)</b>	<b>1.505</b>
<b>T1 (4.8 lt paclobutrazol/400 lt)</b>	<b>1.358</b>
<b>T2 (4.8 lt paclobutrazol/600 lt)</b>	<b>1.360</b>
<b>T3 (4.8 lt paclobutrazol/800 lt)</b>	<b>1.360</b>

Según los datos de la Tabla 20, los frutos en el testigo, fueron más alargados que aquellos procedentes de los árboles tratados con paclobutrazol, no existiendo diferencias en el grado de redondez de los frutos, por efecto de la dosis de paclobutrazol, entre los niveles de dilución evaluados. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Leonardi *et al.* (2001) y Acevedo (1994) quienes indican que con la aplicación de paclobutrazol, la forma de los frutos es más redondeada, mientras que, la forma de la semilla permanece inalterable. Por otra parte, Symons y Wolstenholme (1990), afirman que la forma del fruto, determinada por su relación largo/diámetro, fue significativamente más redondeada en los árboles tratados con paclobutrazol, en comparación con el control, debido, probablemente, al mayor

alargamiento celular radial, que longitudinal, mientras que el largo del fruto, no fue afectado. Asimismo, Jorquera (2006) y Rowlands (1994) al realizar aplicaciones de 300 g i.a y 125 g i.a de paclobutrazol, respectivamente, encontraron una reducción significativa de la longitud de diámetro polar con respecto al testigo.

#### 4.6. RENDIMIENTO ( $t\ ha^{-1}$ )

Existieron diferencias significativas entre tratamientos (Tablas 21 y 22); no se encontró diferencia significativa para bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 23.7 % y el promedio general fue de 20.3 t/ha.

**Tabla 21. Análisis de varianza para rendimiento**

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Cal.	P-valor	Significancia
<b>Bloque</b>	3	8.2018	2.7339	0.12	0.9483	NS
<b>Tratamiento</b>	3	358.45	119.48	5.08	0.0250	*
<b>Error</b>	9	211.66	23.518			
<b>Total</b>	15	578.32				

CV=23.7 %                      PROMEDIO = 20.3 ton/ha

NS: no significativo

\*\*: Altamente Significativo

**Tabla 22. Prueba de Duncan para comparación de tratamientos de rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ).**

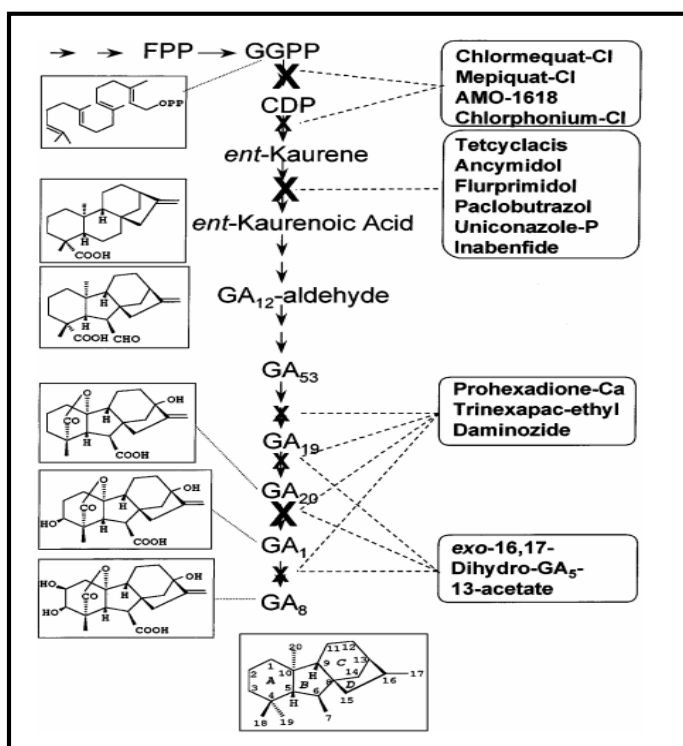
Tratamiento	Rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ )
<b>T2 (4.8 lt paclobutrazol/600 lt)</b>	24.82 A
<b>T3 (4.8 lt paclobutrazol/800 lt)</b>	24.55 A
<b>T1 (4.8 lt paclobutrazol/400 lt)</b>	18.85 AB
<b>T0 (Testigo)</b>	13.30 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

Los tratamientos T2 y T3 produjeron rendimientos similares, pero superiores al testigo (en promedio, 11.3  $t\ ha^{-1}$  más), pero no fueron significativamente diferentes de T1, que a su vez fue similar al testigo. Por lo tanto, podría decirse que el mejor tratamiento sería el T2 (4.8 l  $ha^{-1}$  de paclobutrazol fraccionado en dos aplicaciones. La primera con 2.8 L  $ha^{-1}$ , y la segunda con 2 L  $ha^{-1}$ , ambas diluidas en 600 litros de agua, simplemente por ahorro en el volumen de agua, cuya disponibilidad, se está volviendo crítica.



Las cosechas de palto, con valor económico dependen del equilibrio de los flujos de crecimiento vegetativo, la floración, la polinización y la retención de frutos. Dos sistemas endógenos que afectan la fisiología de la retención y el crecimiento de los frutos, son las hormonas vegetales que controlan el crecimiento y el desarrollo del fruto, y los nutrientes que se utilizan como bloques de construcción que permiten el crecimiento (Bower y Cutting 1988). Las tres áreas principales de oportunidades para el control del desarrollo y la regulación del crecimiento por las hormonas de crecimiento de las plantas en el palto, son el control del crecimiento vegetativo, la inducción floral y la formación y retención de frutos (Davenport 1987). Para que las hormonas exógenas de crecimiento de plantas cumplan un papel importante en maximizar los rendimientos del palto, es esencial comprender cómo las hormonas endógenas afectan o regulan las etapas de crecimiento de las plantas.



**Figura 1.** Esquema simplificado de las rutas biosintéticas involucradas en la síntesis de giberelinas y los puntos de inhibición por los retardantes de crecimiento de las plantas (X, x = mayor y menor actividad, respectivamente) (Tomado de: *GROWTH RETARDANTS: Effects on Gibberellin Biosynthesis and Other Metabolic Pathways* por W. Rademacher (2000))

El paclobutrazol es un retardante del crecimiento de las plantas, y actúa, bloqueando la síntesis de giberelinas, en una etapa específica, que se muestra en la Figura 1, es decir bloqueando la acción de la enzima que cataliza la conversión de ent-kaureno a ácido ent-kaurenoico. Los retardantes del crecimiento de las plantas son compuestos sintéticos que se usan para reducir la longitud del tallo de las plantas de un modo deseado, sin cambiar los patrones de desarrollo o ser fitotóxicos. Esto se logra, principalmente, reduciendo la elongación celular, pero también disminuyendo la tasa de división celular. En sus efectos sobre la estructura morfológica de las plantas, los retardantes del crecimiento son antagonistas a las giberelinas y las auxinas, que son las principales hormonas vegetales responsables de la elongación del tallo (Rademacher 2000).



**Figura 2. Inflorescencia indeterminada (A) y determinada (B) en palto "Hass".** Fuente: Alcaraz et al. (2013)

La Figura 2, muestra los dos tipos de inflorescencias que es posible encontrar en los árboles de palto Hass, de las cuales, el mayor porcentaje corresponde a inflorescencias indeterminadas, en las cuales, el ápice de la inflorescencia termina en una yema vegetativa. Al producirse la polinización y el cuajado de frutos, el crecimiento de estos, va a competir con el crecimiento de las hojas de la yema vegetativa, donde existen giberelinas y auxinas, lo cual puede traducirse en un bajo cuajado, y caída de frutos pequeños, reduciendo el número de frutos que pueden proseguir y completar su crecimiento y alcanzar la madurez fisiológica. Por ello, para reducir la intensidad del crecimiento de la yema vegetativa y minimizar la

competencia con los frutos cuajados, se empleó el paclobutrazol 250 SC ®, que, según la hoja de instrucciones para su manejo, indica que es un regulador de crecimiento perteneciente al grupo de los triazoles, con actividad sistémica y cuando aplicado en árboles frutales, aumenta la cantidad de yemas florales. Dicho producto es absorbido por hojas, tallos o raíces y trasladado a los meristemas subapicales, donde inhibe la síntesis de ácido giberélico, por lo tanto, la división celular, lo que produce una disminución del crecimiento vegetal.

En los paltos, el equilibrio entre el crecimiento vegetativo y reproductivo puede inclinarse a favor del crecimiento excesivo durante el flujo de primavera, con la consiguiente disminución del cuajado de frutos y reducción del contenido de calcio en el fruto, en algunos cultivares. Por lo tanto, controlando el crecimiento vegetativo, especialmente durante la fase inicial del crecimiento y desarrollo del fruto, se pueden mejorar los rendimientos al reducir la competencia, por lo que hay más asimilados disponibles para sostener el crecimiento del fruto.

Los resultados obtenidos en el presente experimento, corroboran el efecto positivo de la aplicación de paclobutrazol para aumentar la productividad en palto Hass, reportado por otros investigadores. Lever (1986), afirma que el aumento del rendimiento se debe a la acción del paclobutrazol que disminuye la cantidad de giberelinas, en los brotes, lo cual disminuye el crecimiento vegetativo, por lo tanto, existe una mayor partición de nutrientes aumentando el número de frutos y rendimiento. Asimismo, Symons y Wolstenholme (1990), quienes realizaron aplicaciones de paclobutrazol en árboles del cv. Hass, en tres épocas (inicio de la elongación del brotamiento de primavera, plena floración y tres semanas después de plena floración), en tres dosis (500, 1000 y 2000 mg L<sup>-1</sup>), encontraron que, si bien los tratamientos no mostraron diferencias significativas en las producciones alcanzadas; sin embargo, en valor absoluto, las mayores producciones se obtuvieron con la dosis más alta utilizada y aplicada en el estado de inicio de elongación del brotamiento de primavera.

## V. CONCLUSIONES

Para las condiciones en que se llevó a cabo el experimento y de acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye:

- Sobre el amarre se fruto, se encontró diferencia significativa, siendo el T2 el mejor tratamiento, con un promedio de 142 frutos/planta, seguido por el T3 con un promedio de 134 frutos/planta.
- Para la variable longitud de brotes vegetativos, tomando en cuenta la última evaluación (quinta evaluación), se encontró diferencia significativa teniendo el T0 (testigo) la mayor longitud, con un promedio de 11.32 cm, seguido por el T1 con 7.47 cm, el T2 con un promedio de 7.25 cm y por último el T3 con 6.35 cm.
- Para las variables diámetro polar, diámetro ecuatorial y rendimiento, se encontró diferencia significativa en las tres variables. Para la variable de diámetro polar, se obtuvo como mejor tratamiento al T0 con un promedio de 11.02 cm, seguido por el T3 con 10.50 cm. Asimismo para la variable diámetro ecuatorial se obtuvo un mejor promedio en el T3 con 7.72 cm, seguido por el T2 con 7.57 cm y por último en la variable rendimiento se obtuvo como mejor promedio al T2 (24.82 t ha<sup>-1</sup>), seguido por el T3 (24.55 t ha<sup>-1</sup>), T1 (18.85 t ha<sup>-1</sup>) y T0 (13.3 t ha<sup>-1</sup>).
- En palto Hass, se recomienda la aspersion de 4.8 l ha<sup>-1</sup> de Paclobutrazol 250 SC ®, en forma fraccionada: 2.8 l ha<sup>-1</sup> en un volumen de agua de 600 l ha<sup>-1</sup> al 30% de flores abiertas y luego 2 l ha<sup>-1</sup>, también en 600 l ha<sup>-1</sup>, cuando la longitud del brote primaveral en un testigo, tenga más o menos 10 cm de longitud.

## **VI. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos y a la experiencia generada en esta investigación se recomienda:

- Evaluar ensayos y hacer una comparación de productividad con la aplicación de reguladores de crecimiento entre Paclobutrazol vs Uniconazol.
- Investigar la dosis y efecto de productividad con la aplicación de paclobutrazol vía suelo.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J. 1994. Efecto del anillado, doble incisión anular e inyección de Cultar en ramas de paltos (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de agronomía. 63p.
- Agrotecnia 2003. Uniconazole. Disponible en: [http:// www.agrotecnia.com](http://www.agrotecnia.com)
- Agustí, M. 2000. Citricultura. p. 416. Ediciones Mundi – Prensa, Madrid, España.
- Alcaraz, M.L. Thorp, T.G. and Hormaza, J.I. 2013. Phenological growth stages of avocado (*Persea americana*) according to the BBCH scale. *Scientia Horticulturae* 164: 434–439
- Barrett, J., Bartuska, C. 1982. PP333 effects on stem elongation dependent on site of application. *HortScience* 17 (5):737-738.
- Berríos, M. 1995. Efecto del anillado, doble incisión anular y aplicaciones de paclobutrazol (Cultar) en paltos (*Persea americana* mill.) cv. negra de la cruz. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía.
- Bertling, I., Bower, J.P. 2006. Avocado sugars during early fruit development. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 29: 38-39.
- Bower, J. P., and J. G. Cutting. 1988. Avocado fruit development and ripening physiology. *Hort. Review* 10:229-271.
- Cameron, S.H; Mueller, R.T and Wallace, A. 1952. Nutrient composition and seasonal losses of avocado trees. *Californian Avocado Society Yearbook*. 36: 281-9.
- Camet, E. 2018. La palta en el mercado internacional. V Seminario internacional de la Palta. Miraflores, Lima.

- Calabrese, F. 1992. El aguacate. Palermo. Ediciones MundiPrensa. 249 pp.
- Cautin, R. 1996. Nuevos antecedentes sobre requerimientos de polinización y variedades. In:Razeto, B. y Fichet, T. eds. Cultivo del Palto y perspectivas de mercado. Santiago, Universidad de Chile, pp. 15- 29 (Publicaciones Misceláneas Agrícolas n°45).
- Chahuan, J.P. 1996) Efecto del anillado, doble incisión anular y paclobutrazol (Cultar) en la producción de paltos (*Persea americana* Mill.), Cvs. “Hass” y “Negra de la Cruz”. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 99 p.
- Cossio-Vargas, L.E; Salazar-Garcia, S; Gonzales-Duran, I.J.L y Medina-Torres, R. 2007. Algunos aspectos reproductivos del aguacate ‘Hass’ en clima semicálido. En: Proceedings VI World Avocado Congress. Viña Del Mar, Chile. 11 p.
- Davenport, T. L. 1987. Opportunities for tropical fruit crop growth regulation. Plant Growth Regulator Society of America Meeting. pp:406-412.
- Davie, S.J., Stassen P.J.C., Van der walt M., Snijder B. 1995. Girdling avocado trees for improved production. South African Avocado Growers’ Association Yearbook 18: 51-53.
- Degani, C., El-Batsri R., Gazit S. 1997. Outcrossing rate, yield and selective fruit abscission in ‘Ettinger’ and ‘Ardith’ avocado plots. Journal of the American Society for Horticultural Science 122: 813-817.
- Degani, C., E. Lahav, R. El-Batsri 2003. Caging single avocado trees beehive does not guarantee exclusive formation of selfed progeny. HortScience 38(7): 1433-1434.
- Erez, A. 1984. Dwarfing peaches by pruning and by paclobutrazol. Acta Horticulturae 149:235-241.

- Feliciano, J. 2014. Impulso a la palta Hass en el ande, retos y perspectivas. MINAG, Infom@ccion, FAO. Revisado el 7 de octubre de 2017. Disponible en: <http://www.sierraexportadora.gob.pe/descargas/feriaseventos/palta/apurimac/Impulso.pdf>.
- Finazzo S., Davenport T.L. 1986. Assimilate partitioning in avocado (*Persea americana*). *Plant Physiology* 80: 133.
- Finazzo, S.F., Davenport T.L., Schaffer B. 1994. Partitioning of photoassimilates in avocado (*Persea americana* Mill.) during flowering and fruit set. *Tree Physiology* 14: 153-164.
- Franciosi, T., 1992. El Cultivo de Palto en el Perú. Fundeagro. Lima.
- Gardiazabal, F; Rosenberg, G. 1991. El cultivo del palto. Quillota. Universidad de Valparaíso. Facultad de agronomía. 201p.
- Garner, L.; Ashworth, V.; Clegg, M. y Lovatt, C. 2008. The impact of outcrossing on yields of 'Hass' Avocado. *J. Americ. Soc. Hort. Sci.* 133(5), p. 648-652.
- Garner, L. y Lovatt C. 2008. The relationship between flower and Fruit abscission and Alternate bearing of "Hass" avocado. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 133(1):3-10
- Gazit, S; Degani, C. 2002. Reproductive Biology. In: *The avocado, botany, production and uses*. First Edition. CABI Publishing, London.
- Greene, D. 1986. Effect of paclobutrazol and analogs on growth, yield, fruit quality and storage potential of "Delicious" apples. *Journal Amer. Soc. Hort. Sci.* 111 (3):328-332.
- Guil, I., S. Gazit 1992 Pollination of the Hass avocado cultivar. *World Avocado Congress II Proceedings*. Orange, California, April 21-26, 241 pp.
- Hernández, F. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Tesis Ing. agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 99p.



- Ho, L. 1988. Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink organs in relation to sink strength. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 39: 355–378.
- Intrieri, C., Silverstroni, O. and Poni, S. 1986. Preliminary experiments on paclobutrazol effect on potted grape vines (*V. vinifera*, cv. "Trebbiano "). *Acta Horticulturae* 179:589-592.
- Jorquera, C. 2006. Uso de paclobutrazol y prohexadione de calcio (*Persea americana* Mill.) var. Hass. Escuela de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Disponible: [http://ucv.altavoz.net/prontus\\_unidacad/site/artic/20080812/asocfile/20080812145644/cjorquera.pdf](http://ucv.altavoz.net/prontus_unidacad/site/artic/20080812/asocfile/20080812145644/cjorquera.pdf).
- Köhne, J.S. 1988. Response of avocado (*Persea americana* Mill.) to the growth regulator Paclobutrazol. *Applied Plant Science* 2:40-43.
- Köhne, J.S. 1992. Increased yield through girdling of young Hass trees prior to thinning. *South Africa Avocado Growers Association Yearbook* 15:68
- Köhne, J.S; Kremer-köhne, S. 1987. Vegetative growth and fruit retention in avocado as affected by a new plant growth regulator (paclobutrazol). *SA Avocado Growers' Assoc Yrb*, 10, 64 - 66.
- Köhne, J; Kremer – Köhne, S. 1989. Comparison of growth regulators paclobutrazol and uniconazole on avocado. *South African Avocado Growers Association Yearbook* 12: 38-39.
- Köhne, J.S., Kremer-Köhne, S. 1991. Avocado High Density Planting, a Progress Report. *South African Avocado Growers Assoc. Yearbook* 14:42-43.
- Kremer-Köhne, S; Köhne, J. 1995. Medios posibles para incrementar tamaño del aguacate Hass. En: *Proceedings of the World Avocado Congress III* : 29-31
- La Torre, B. 1989. Enfermedades de las plantas cultivadas. Segunda edición. Santiago. Universidad Católica de Chile. 307p.

- Leonardi, J., Whiley, A. W., Hofman, P. J., Stubbings, M. & Saranah, J. B. 2001. Management strategies for Sunny to increase fruit size and yield of Avocados. Queensland Horticultural Institute.
- Lever, B.G. 1986. Cultar a technical overview. *Acta Horticulturae* 179:325-330.
- Lever, B.G. 1987. Cultar a technical overview. In *Cultar-Its application in fruit growing*. Imperial Chemical Industries PCL ed Netherlands, pp.13-20
- Lovatt, C. 1990. Factors affecting fruit set /early fruit drop in avocado. *California Avocado Society Yearbook*, 74: 193-199.
- Lovatt, C. 1997. Pollination biology and fruit set in avocado. Australian Avocado Growers Federation Inc. *Searchging for Quality*. New Zeland: 106-112.
- Lovatt, C. 2006. Eliminating Alternate Bearing of the 'Hass' avocado. In: *Proceedings of the California Avocado Research symposium*, Riverside, CA: University of California. 127-142.
- Mena, F., Gardiazabal, F., Magdahl C., Whiley, A.W., Cantuarias, T., Wilhelmy, C., González, F. 2003. Efecto del uniconazol-p (sunny®) sobre el crecimiento y productividad de paltos cv. hass en chile. *Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate) 2003*. pp. 267-272.
- Paz-Vega, S. 1997. Alternate bearing in the avocado (*Persea americana* Mill.). *Calif Avocado Soc yrbk* 81: 117-148.
- Prohass 2018. Exportaciones. Disponible: <http://www.prohass.com.pe/estadisticas>.
- Quinlan, J. 1980. Recent developments and future prospects for the chemical control of tree growth. *Acta Horticulturae* 114:144-151
- Quinlan, J. 1981. New chemical approaches to the control of fruit tree form and size. *Acta Horticulturae* 120:95-105
- Quinlan, J. 1982. Recent developments and future prospects for the chemical control of tree growth. *Compact Fruit Tree* 15:33-39

- Quiñonez, R., Felles, D., Francisco, E. 2015. Aplicación de Paclobutrazol en el rendimiento del cultivo de palta Hass. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Huaura, Perú.
- Rademacher, W. 2000. Growth retardants: Effects on Gibberellin Biosynthesis and Other Metabolic Pathways. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 51:501–31
- Razeto, B. 2000. El Palto un árbol magnifico, pero de discreta producción. p.: Aconex (Jul-Sep. 2000) (No. 68) p. 5-8.
- Robbertse, P.J., M.F. Johannsmeier, T.M. Morudu 1997. Pollination studies in Hass Avocado in relation to the small fruit problem. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 20: 84-85.
- Rowlands, D. 1994 Efecto del anillado, doble incision anular y aplicaciones de Cultar® en ramas de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Escuela de Agronomía. Pontificia universidad católica de valparaiso.Chile. Disponible: [http://www.avocadosource.com/papers/chile\\_papers\\_a-z/p-qr/rowlandsdaniel1994.pdf](http://www.avocadosource.com/papers/chile_papers_a-z/p-qr/rowlandsdaniel1994.pdf).
- Salazar-García S. 2000. “Fisiología reproductiva del aguacate”. p. 57- 83. In: Teliz, D. ed. El aguacate y su manejo integrado. Ediciones Mundi-Prensa. México.
- Salisbury, F., Ross, C. 1992 Fisiología vegetal. México, Grupo Editorial Iberoamérica. 760p.
- Schroeder, C.A. 1953. Growth and development of the Fuerte avocado fruit. *Proceeding of the American Horticultural Science* 61:103-109.
- Schroeder, C. A. 1954. Some aspect of pollination in the avocado. *California Avocado Society Yearbook* 1953/54,38:159-162.
- Scholefield, P.B., Sedgley, M., Alexander, D.McE. 1985. Carbohydrate cycling in relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. *Scientia Horticulturae* 25, 99-110.

- Sedgley, M. 1977. The effect of temperature on floral behaviour, pollen tube growth and fruit set in avocado. *Journal of Horticulture Science* 52:135-141.
- Sedgley, M., and D.M. Alexander. 1987. Flowering, pollination and fruit-set of avocado. *South African Avocado Growers Association Yearbook* 10: 42-43
- Senasa 2018. Exportacion. Disponible en:  
[https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/jer/SUB\\_DIR\\_EXPORT/RD%200009-2014-MINAGRI-SENASA-DSV%20y%20anexo.pdf](https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/jer/SUB_DIR_EXPORT/RD%200009-2014-MINAGRI-SENASA-DSV%20y%20anexo.pdf)
- Shearing, S.J. and Jones, T. 1986. Fruit tree growth with Cultar — which method of application? *Acta Hort*, 179, 505 - 512.
- Silva, P. 1992. Efecto del Cultar (paclobutrazol) en árboles recortados de paltos (*Persea americana* Mill.) cv. Hass sobre el crecimiento vegetativo y entrada en producción. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía.
- Symons, P. 1988. Paclobutrazol: Its Application and effect on aspects of plant morphology, anatomy, biochemistry and physiology. Depart, of Horticultural Science, University of Natal. 82 p.
- Symons, P; Wolstenholme, B. 1990. Field trial using paclobutrazol foliar sprays on Hass avocado trees. *South African Avocado Growers. Association Yearbook* 13: 35-36
- Tapia, P. 1993. Aproximación al ciclo fonológico del palto (*Persea americana* Mill) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 130 p.
- Tukey, L. 1987. Cropping characteristics of bearing apple trees annually sprayed with paclobutrazol (PP333). In *Cultar-Its application in fruit growing*. ICI. Pp 83-90.
- Vásquez, V; Melgar, J. 1991. Evaluación de dos retardantes del crecimiento en aguacate cultivar Hass. Centro de investigación Regional Pacifico Centro. Morelia. Mexico.

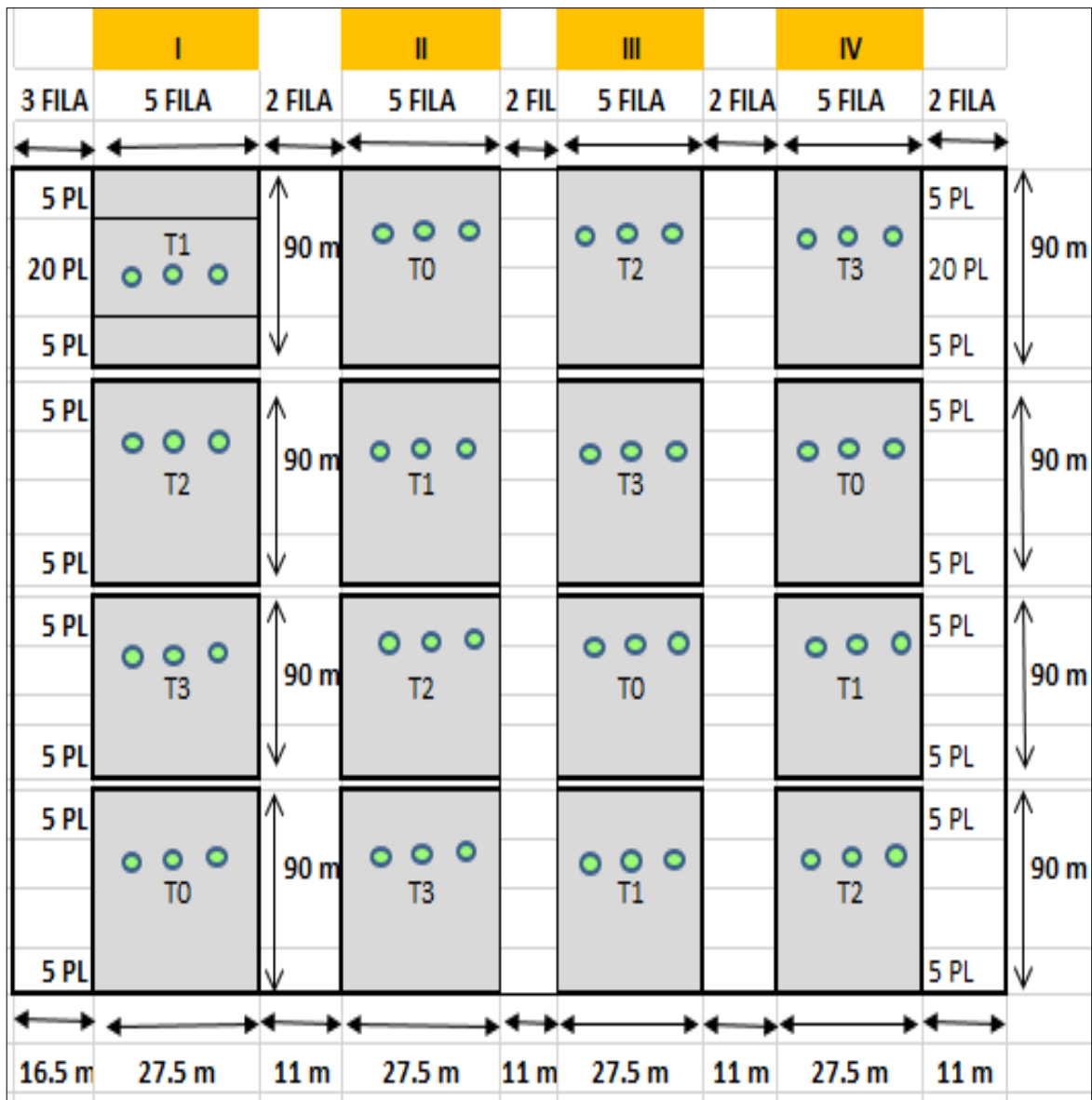
- Van der Walt. M., Davie S.J., Smith. D.G. 1993. Carbohydrate another studies on alternate bearing Fuerte and Hass Avocado trees. South African Avocado Growers Association Yearbook 16: 82-85.
- Whiley, A. 1987. Effect of temperature at flowering on varietal productivity in some avocado growing areas in Australia. South Africa Avocado Growers Association Yearbook 10:34-47.
- Whiley, A.W., Saranah, J.B., Symons, P.P., Hofman, P.J. and Rostro, H.J. 1988. Paclobutrazol trials in avocado orchards; initial results from Queens land and Natal. South African Avocado Growers' Assoc. Yearbook 11:57-59.
- Whiley, A.W. 1990. Prospects for vegetative- reproductive growth manipulation in avocado trees. South African Avocado Growers' Association Yearbook 16:21-24.
- Whiley, A; Saranah, J; Wolstenholme, B.N. 1992. Effect of paclobutrazol bloom sprays on fruit yield and quality of cv. Hass avocado growing in subtropical climates. Proc. of Second World Avocado Congress, 1992. pp 227- 232.
- Whiley, A.W; Shaffer, B; Wolstenholme, B.N. 2002. The Avocado, Botany, Production and Uses. CABI Publishing. 416 pp.
- Williams, M.W. 1982. Vegetative growth control of apples with the bioregulant ICI PP333. HortScience 17:577 (Abstracts).
- Williams, M.W. 1984. Use of bioregulators to control vegetative growth of fruit trees and improve fruiting efficiency. Acta Horticulturae 146:97-104
- Williams, M.W., Curry, L.A. and Greene, G.M. 1986. Chemical control of vegetative growth of pome and stone fruit trees with GA biosynthesis inhibitors. Acta Horticulturae 179:453-458.
- Wolstenholme, B.N., A.W. Whiley, J.B. Saranah, P.P. Symons, P.J. Hofman, and H.J. Rostro. 1988. Paclobutrazol trials in avocado orchards; initial results from Queens land and Natal. South African Avocado Growers' Assoc. Yearbook 11:57-59

- Wolstenholme, B; Whiley, A. 1990. Prospects for vegetative – reproductive growth manipulation in avocado trees. South Africa Avocado Growers Association Yearbook 13: 21-24.
- Wolstenholme, B.N; Saranah, J.; Whiley, A.W. 1990. Manipulating vegetative, reproductive growth in avocado (*Persea americana* Mill.) with paclobutrazol foliar sprays. *Scientia Horticulturae* 41:315-327
- Zilkah, S., Klein, I., Feigenbaum, S. & Weinbaum, S.A. 1987. Translocation of foliar applied urea 15N to reproductive and vegetative sinks of avocado and its effect on initial fruit set. *J. Amer. Soc. Sci.* 112, 1061-1065.

## VIII. ANEXO

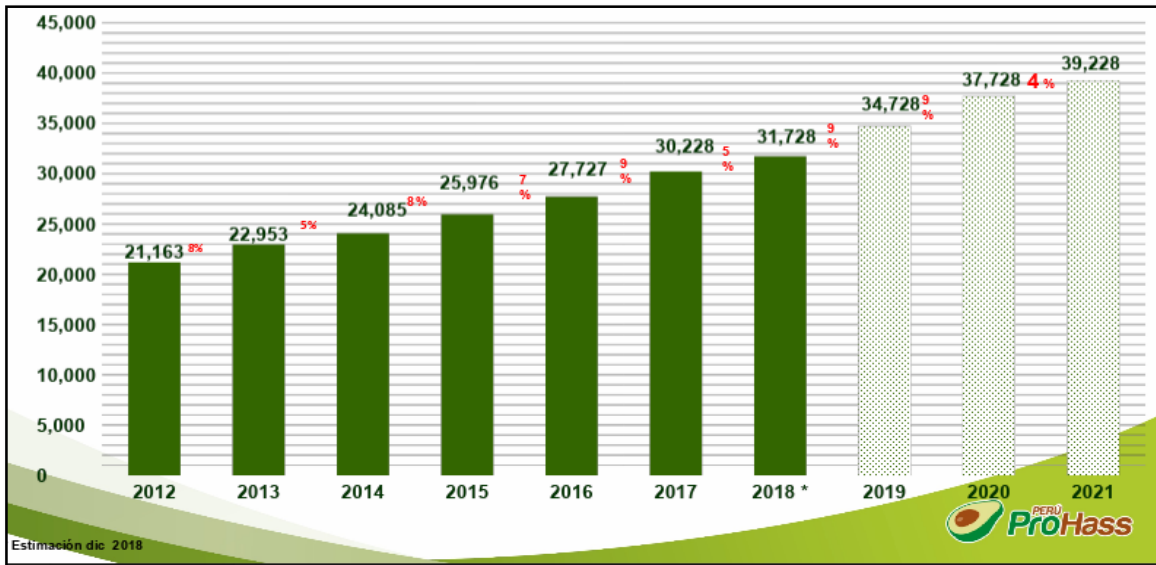
### Anexo 1. Croquis de campo

T= Tratamiento      PL= Planta      ● = Arbol



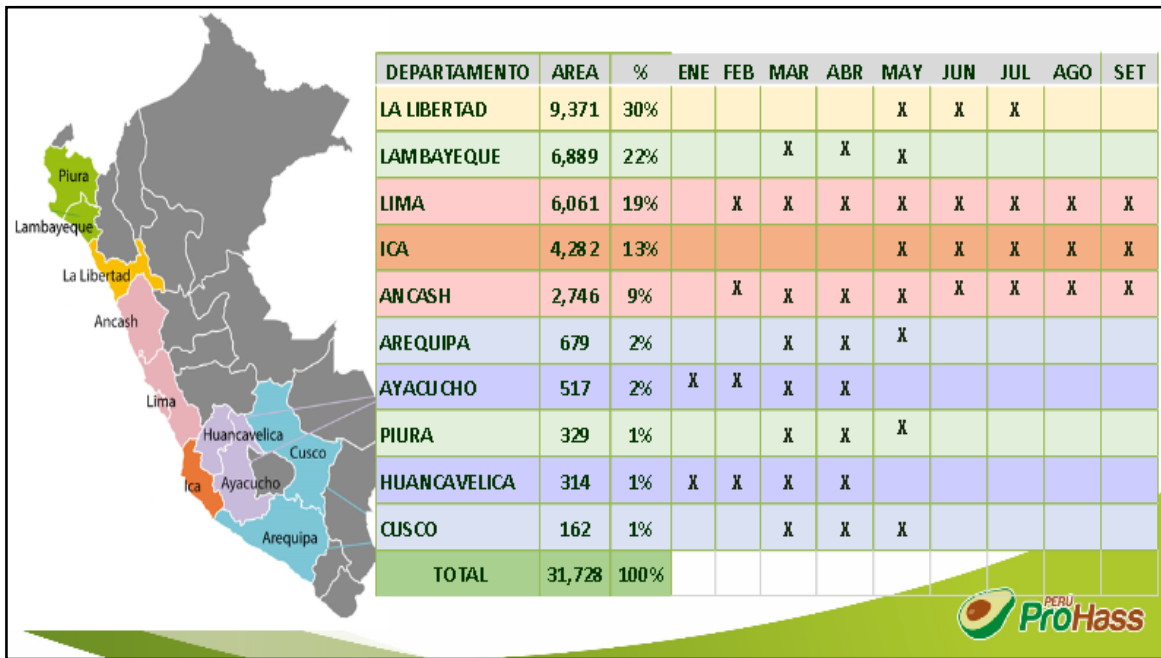
FUENTE: Elaboración propia

*Anexo 2. Hectáreas de palta Hass 2012-2018 y proyección al 2021 del Perú.*



**FUENTE: Prohass (2018).**

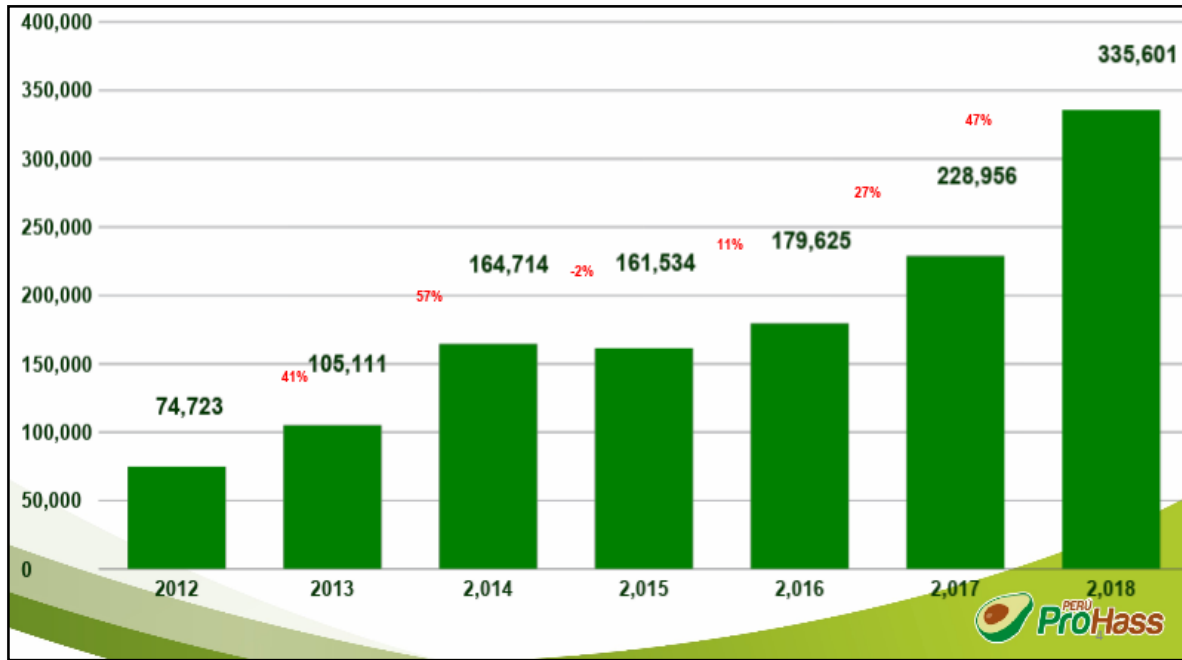
*Anexo 3. Principales regiones productoras de palta Hass en Perú 2018*



**FUENTE: Prohass (2018).**



*Anexo 4. Exportación peruana de palta Hass 2012-2018 TM*



FUENTE: Prohass (2018)

*Anexo 5. Apertura de nuevos mercados para la palta peruana.*



FUENTE: Prohass (2018)

***Anexo 6. Maquinaria de aplicación***



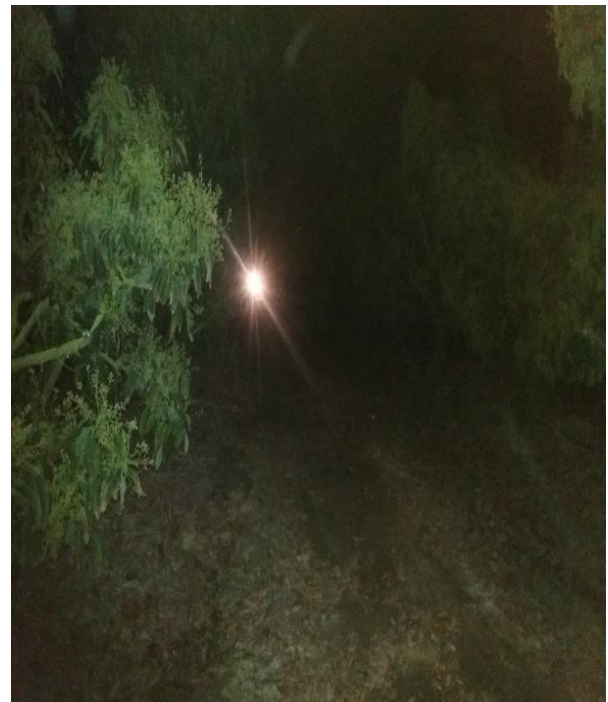
**Fuente: Elaboración propia**

***Anexo 7. Aplicación de tratamiento***



**Fuente: Elaboración propia**

***Anexo 8. Aplicación nocturna***



**Fuente: Elaboración propia**

*Anexo 9. Instalación de colmenas*



**Fuente: Elaboración propia**

*Anexo 10. Planta tratada*



**Fuente: Elaboración propia**

*Anexo 11. Evaluación de longitud de brote.*



**Fuente: Elaboración propia**

*Anexo 12. Brote marcado*



**Fuente: Elaboración propia**

*Anexo 13. Planta marcada para evaluar*



**Fuente: Elaboración propia**

*Anexo 14. Floración al 30% de flor abierta.*



**Fuente: Elaboración propia**

*Anexo 15. Vista de plantas tratadas*



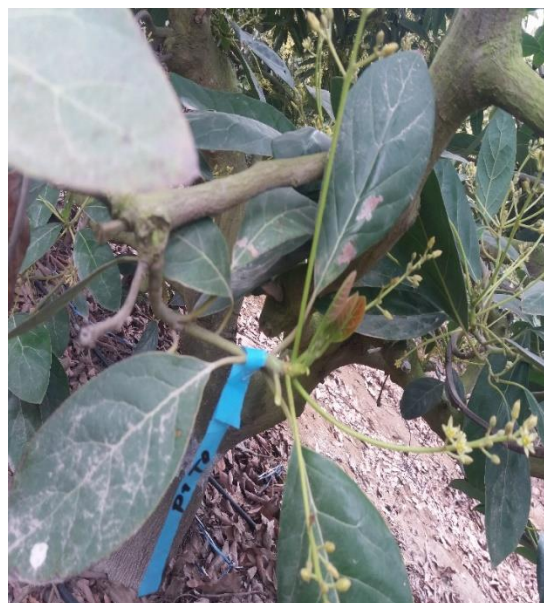
**Fuente: Elaboración propia**

*Anexo 16. Tratamientos en estudio*



**Fuente: Elaboración propia**

*Anexo 17. Brote del tratamiento (T0)*



**Fuente: Elaboración propia**

*Anexo 18. Evaluación de rendimiento*



**Fuente: Elaboración propia**

*Anexo 19. Fruta cosechada del árbol*



**Fuente: Elaboración propia**

*Anexo 20. Jabas llenas con fruta*



**Fuente: Elaboración propia**

**Anexo 21. Evaluación de diámetro de fruto**



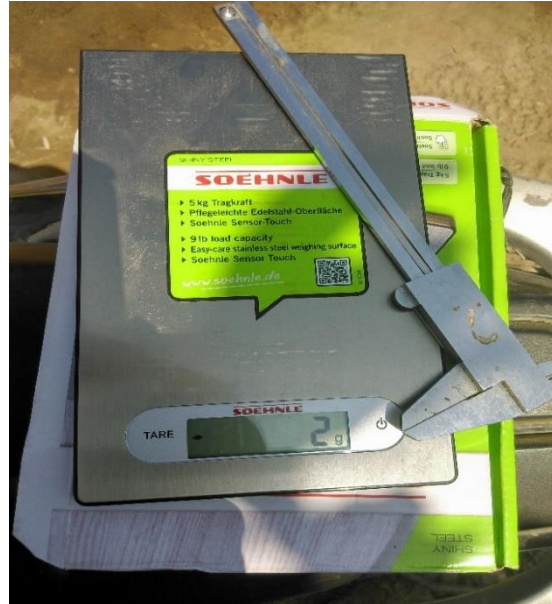
**Fuente: Elaboración propia**

**Anexo 22. Jabas con fruta cosechada**



**Fuente: Elaboración propia**

**Anexo 23. Balanza gramera y vernier**



**Fuente: Elaboración propia**

*Anexo 24. Balanza digital de 30 kg*



**Fuente: Elaboración propia**

*Anexo 25. Fruta evaluada*



**Fuente: Elaboración propia**

*Anexo 26. Evaluando peso de fruto*



**Fuente: Elaboración propia**



Anexo 27. Estación meteorológica - Fundo Pampa Grande

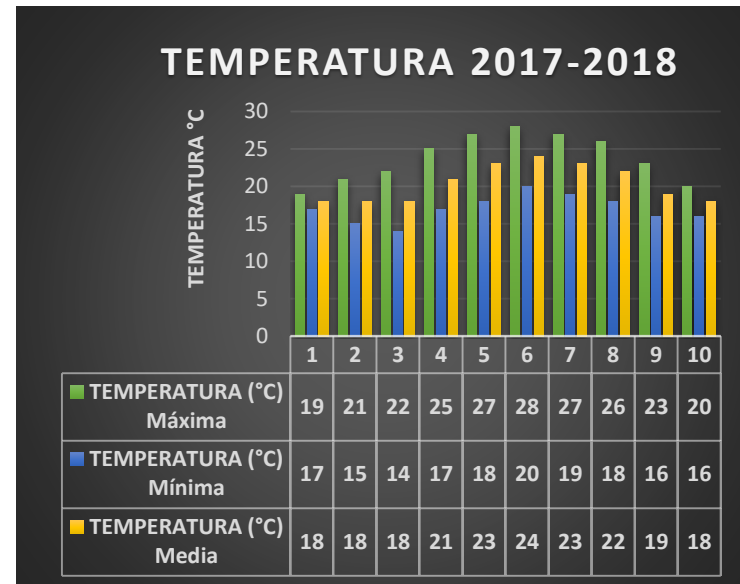


Meses: Setiembre 2017 – Junio 2018  
 Latitud Sur: 10° 52' 52"  
 Longitud Oeste: 77° 37' 20"  
 Altitud: 148 msnm



MES/AÑO	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA %	HORAS DE SOL
	Mínima	Media	Máxima		
Set-17	17	18	19	85	7.1
Oct-17	15	18	21	83	8.1
Nov-17	14	18	22	76	8.9
Dic-17	17	21	25	76	9
Ene-18	18	23	27	76	9.5
Feb-18	20	24	28	77	9.6
Mar-18	19	23	27	82	9.2
Abr-18	18	22	26	81	8.9
May-18	16	19	23	88	8.1
Jun-18	16	18	18	89	6.4

Fuente: Agropecuaria San ramón



Fuente: Agropecuaria San ramón

*Anexo 28. Resumen de variables evaluadas*

TRATAMIENTO	RESUMEN DE PROMEDIOS DE VARIABLES EVALUADAS									
	LONGITUD DE BROTE (Cm)					NUMERO DE FRUTO	PESO DE FRUTO (gr)	DIAMETRO POLAR (cm)	DIAMETRO ECUATORIAL (cm)	RENDIMIENTO (ton/ha)
	1	2	3	4	5					
	13/10/17	20/10/17	27/10/17	3/11/17	15/11/17					
<b>T0 (Testigo)</b>	3.45 A	4.97 A	7.2 A	9.2 A	11.32 A	78 B	281 A	11.02 A	7.32 A	13.3 B
<b>T1</b>	3.30 A	4.15 AB	5.45 B	6.35 B	7.47 B	115 AB	273 A	10.15 B	7.47 A	18.8 AB
<b>T2</b>	3.17 A	3.87 B	5.20 B	6.22 B	7.25 B	142 A	287 A	10.30 B	7.57 A	24.8 A
<b>T3</b>	3.05 A	3.87 B	4.85 B	5.60 B	6.35 B	134 A	304 A	10.50 AB	7.72 A	24.5 A

**Anexo 29. Programa de fertilización Fundo Pampa grande**

**140 Hectáreas en producción con Fertirriego**

**Unidades/hectárea/año**

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	S	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	ZnSO <sub>4</sub>
200	60	300	80	40	-	10	159

**Distribución anual**

Fuentes	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	May
N	10%	10%	10%	10%	10%	5%	5%	15%	10%	-	15%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%
K <sub>2</sub> O	-	-	5%	5%	10%	10%	15%	25%	20%	10%	-
CaO	-	-	5%	15%	20%	20%	20%	10%	-	-	10%
MgO	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	20%	20%	20%	20%	20%	-	-	-	-	-	-
ZnSO <sub>4</sub>	20%	20%	20%	20%	20%	-	-	-	-	-	-

**Fuente: Elaboración propia**

# INFORME DE ENSAYO - AGUA



Nº de Referencia:	<b>A-18/015123</b>	Registrada en:	AGQPerú
Análisis:	A-0001-PE	Centro Análisis:	AGQPerú
Tipo Muestra:	Río	Fecha/Hora Muestreo:	14/05/2018 17:25
		Fecha Recepción:	15/05/2018
Lugar de Muestreo:	FUNDO PAMPA GRANDE	Fecha Inicio:	15/05/2018
Punto de Muestreo:	RESERVORIO VIVERO	Fecha Fin:	17/05/2018
Muestreado por:	Cliente	Contrato:	PE17-1086
Descripción:	RESERVORIO VIVERO	Cliente 3º:	---
Cliente:	AGROPECUARIASANRAMONS.A.C.	Domicilio:	AV. LA ENCALADA NRO. 260 URB.CCMONERRICO-SANT.DE SURCO-LIMA

## PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Conductividad Eléctrica	471	µS/cm a 25°C						Electrometría	PEC-002
pH	7,53							Potenciometría pH	PEC-001

## CACIONES +

Parámetro	mg/L	meq/L	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Calcio	68,7	3,43						Espect ICP-OES	PEC-009
Magnesio	9,72	0,80						Espect ICP-OES	PEC-009
Potasio	2,54	0,07						Espect ICP-OES	PEC-009
Sodio	27,3	1,19						Espect ICP-OES	PEC-009

## ANIONES-

Parámetro	mg/LCO3H-	meq/L	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Alcalinidad	187	3,06						Electrometría Analiz Flujo	PEC-011
Cloruros	13,8	0,39						Segmen Analiz Flujo	PE-336
Nitratos	26,2	0,42						Segmen Espect ICP-OES	PE-336
Sulfatos	69,7	1,45							PEC-009

## METALES TOTALES

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Boro	0,05	mg/L						Espect ICP-OES	PEC-009
Cobre	<0,05	mg/L						Espect ICP-OES	PEC-009
Hierro	<0,05	mg/L						Espect ICP-OES	PEC-009
Manganeso	0,73	mg/L						Espect ICP-OES	PEC-009
Zinc	<0,05	mg/L						Espect ICP-OES	PEC-009

Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (\*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legislado.

### OBSERVACIONES:

Por aceptación del cliente se procede con el ensayo de pH, Alcalinidad, Metales, Cloruros, Nitratos, Sulfatos y se inactiva la acreditación.

FECHA EMISIÓN:  
17/05/2018

Yoel Iñigo CQP 826  
Resp. Lab. Inorgánico