

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

“Materia seca como indicador de cosecha en frutos de palto (*Persea americana* Mill) variedad hass cultivada en condiciones de la localidad de Virú, La Libertad”

Área de Investigación:
Post cosecha

Autor (es):
Br. Venturo Ybañez, Katherine Marión

Jurado Evaluador:

Presidente: Rodríguez Avalos, Fernando

Secretario: Barraza Jauregui, Gabriela del Carmen

Vocal: Pretell Vásquez, Carla Consuelo

Asesor:
Pérez Azahuanche, Fredy Romel
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8810-9224>

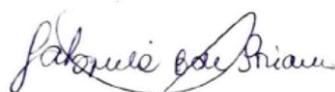
Trujillo – Perú
2021

Fecha de sustentación: 2021/02/20

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



Ing. Dr. Fernando Rodríguez Avalos
Presidente



Ing. M.Sc. Gabriela del Carmen Barraza Jauregui
Secretario



Ing. M.Sc. Carla Consuelo Pretell Vásquez
Vocal



Ing. Dr. Fredy Romel Pérez Azahuanche
Asesor

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado salud, sabiduría y fortaleza para poder realizar esta investigación.

A mi madre, porque creyó en mí y porque me sacó adelante, dándome ejemplos dignos de superación.

A mis abuelos y amigos. Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida. Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos más difíciles.

AGRADECIMIENTO

Por esta tesis, pero sobre todo por estos cinco años que compartimos.

A Dios por demostrarme tantas veces su existencia y, con ello, darme fuerzas para salir delante de cada tropiezo.

A mi madre Blanca, que me dio la vida y ha estado conmigo en todo momento. Gracias por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado apoyándome y brindándome todo su amor, por todo esto le agradezco de todo corazón el que esté a mi lado.

A mis abuelos, Alfonso y María por sus enseñanzas y porque siempre están pendientes de mi persona.

A mi asesor Dr. Fredy Romel Pérez Azahuanche, por la paciencia y dedicación en esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CARATULA	i
HOJA DE APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	
2.1 Palto	3
2.2 Clasificación taxonómica	3
2.3 Características morfológicas	4
2.4 Propiedades nutricionales	4
2.5 Razas	5
2.6 Cultivar Hass.....	6
2.7 Índice de madurez.....	6

III. MATERIALES Y MÉTODOS	9
3.1 Lugar de ejecución	9
3.2 Material de investigación	9
3.3 Materiales y equipos	9
3.3.1 Materiales de laboratorio	9
3.3.2 Equipos de laboratorio	9
3.4 Metodología	9
3.4.1 Procedimiento de obtención de muestras de palta Hass	10
3.4.2 Métodos de análisis	11
3.4.3 Métodos estadísticos	12
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	14
4.1 Materia seca	14
V. CONCLUSIÓN	19
VI. RECOMENDACIÓN	19
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
VIII. ANEXOS	24

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Análisis nutricional de la palta	5
Cuadro 2. Rango de pesos por calibre para determinar porcentaje de materia seca.....	11
Cuadro 3. Prueba de Leven para los valores de porcentaje de materia seca de palta variedad Hass	15
Cuadro 4. Análisis de varianza para los valores de porcentaje de materia seca de palta variedad Hass	16
Cuadro 5. Prueba de Duncan para los valores de porcentaje de materia seca de palta variedad Hass	18

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención de peso seco final de palta Hass	10
Figura 2. Combinación de (apical, basal), coordenada (norte, sur) y calibre (16, 18, 20, 22, 24) en la obtención de muestras de palta Hass.....	13
Figura 3. Porcentaje de materia seca de palta Hass.....	14

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Criterio para el factor altura de la palta dentro del árbol	24
Anexo 2. Análisis de materia seca de palta Hass	25
Anexo 3. Porcentaje de materia seca de palta Hass.....	26

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar el porcentaje de materia seca óptimo como indicador del momento de cosecha de los frutos de palto (*Persea americana* Mill) variedad Hass. En frutos de palto, con calibres de 16, 18, 20, 22 y 24, se analizó el índice de madurez y se evaluó la variación del contenido de materia seca; así mismo, se evaluó la relación del tamaño del fruto con el contenido de materia seca, la evolución de la madurez de la fruta en el árbol, de acuerdo con su ubicación en la zona apical y zona basal y sus coordenadas norte y sur. La investigación se realizó para sectorizar la cosecha y, de esta manera, evitar frutos que no cumplan con el parámetro de porcentaje de materia seca mínimo de 21.5%, para la palta variedad Hass, procedentes de la localidad de Virú, La Libertad. El porcentaje de materia seca, como índice de madurez sobre la base de peso seco, se comportó de manera significativa y tuvo relación con el sector del árbol, por cuanto, el apical produjo mayores porcentajes de materia seca que el sector basal, debido a que los frutos del sector apical, donde casi no hay hojas, habían estado expuestos al sol; lo que favoreció la madurez.

Palabras clave: *Persea americana*, fruto de palto, palta, aguacate, índice de madurez.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the optimum dry matter percentage as an indicator of harvest time of avocado (*Persea americana* Mill) Hass variety fruits. In avocado fruits, with calibers of 16, 18, 20, 22, and 24, the maturity index was analyzed and the variation of the dry matter content was evaluated; Likewise, the relationship of the fruit size with the dry matter content, the evolution of the maturity of the fruit in the tree, according to its location in the apical zone and basal zone and its north and south coordinates, was evaluated. The research was carried out to sectorize the harvest and, in this way, avoid fruits that do not comply with the minimum dry matter percentage parameter of 21.5%, for the Hass variety avocado, from the town of Virú, La Libertad. The percentage of dry matter, as a maturity index on the basis of dry weight, behaved significantly and was related to the tree sector, since the apical produced higher percentages of dry matter than the basal sector, due to the fact that the fruits of the apical sector, where there are almost no leaves, had been exposed to the sun; which favored maturity.

Keywords: *Persea americana*, avocado fruit, avocado, maturity index.

I. INTRODUCCIÓN

La calidad de las frutas es una combinación de atributos que les proporcionan valor como alimento; por ello es de suma importancia sostener estos atributos mediante la recolección oportuna de los frutos en su momento óptimo (Parodi, Sánchez y Daga, 2007).

En el palto (*Persea americana* Mill) es importante destacar algunas características de su fruto, las cuales, influyen directamente en su demanda. Dentro de ellas, se considera su agradable sabor y su valor nutritivo; es una fruta que contiene la mayoría de elementos nutritivos como: hidratos de carbono, proteínas, vitaminas, minerales y lípidos. Los lípidos constituyen 50 - 75% de la materia seca y 4 - 20% de la materia fresca, y son fácilmente digeridos por el hombre. Se ha encontrado que el aceite de la palta contiene ácidos grasos insaturados. La determinación del momento óptimo de cosecha del fruto de palto es difícil e importante para lograr su almacenaje satisfactorio (Parodi y otros, 2007).

Por ejecución incorrecta del inicio de cosecha, se pierde hasta un 30% de frutos por inmadurez, lo cual, genera bajo porcentaje de materia seca, lo que origina que los frutos sean descartados (Agroexportadora Danper Planta Fresco, 2014).

Es difícil determinar visualmente el momento de cosecha del fruto de palto, debido a que no manifiesta cambios notables en su apariencia externa. El contenido de materia seca se usa en casi todo el mundo, donde se produce palta, para definir un mínimo de madurez de la fruta. Esto también se aplica en el Perú (Parodi y otros, 2007).

Generalmente, en los valles de la costa central del Perú se inicia la cosecha de frutos de la variedad Hass, con valores de 20-21% en materia seca; sin

embargo, al no existir un dato preciso, se ha sugerido que estos valores podrían ser más altos (Parodi,1996).

Salvador y Paucar (2019) indican que, en el 2017, la producción de palta peruana superó las 470 mil toneladas, de las cuales el 53% se destinó a la exportación, motivo por el cual el Perú logro posicionarse como el segundo proveedor de palta del mundo.

Las agroexportaciones peruanas de productos no tradicionales, tales como la palta, han mostrado una tendencia de crecimiento y desarrollo socioeconómico. Un producto no tradicional es el que implica un proceso con importante valor agregado para las actividades dentro de la cadena exportadora (Cahuana,2019),

La exportación de la palta tiene un panorama positivo, porque sostenidamente, se amplían nuevos mercados, como Estados Unidos, China y Emiratos Árabes Unidos (Dubái); países como Colombia ya han iniciado sus primeros envíos; y han logrado un crecimiento del 41.7% entre el 2018 y 2019 (Jiménez y Ospitia, 2020)

El problema planteado para el presente trabajo de investigación fue: ¿cuál es el porcentaje de materia seca como indicador de cosecha en frutos de palto (*Persea americana* Mill) variedad Hass, cultivada en condiciones de la localidad de Virú, La Libertad?

Con el objetivo de: Determinar el porcentaje óptimo de materia seca como indicador del momento de cosecha de los frutos de palto (*Persea americana* Mill) variedad Hass, cultivada en condiciones de la localidad de Virú, La Libertad.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1 Palto

El palto (*Persea americana* Mill) es de color verde oscuro y, en ocasiones, morado oscuro, casi negro, de acuerdo con la variedad y grado de madurez. Su tamaño depende de la variedad y es de, aproximadamente, 1 m de largo y su diámetro máximo, de unos 6 cm (Chávez, 2010).

Es un frutal nativo de los trópicos americanos, cultivado en el Perú desde hace 5000 años, pertenece a la familia de las lauráceas. El fruto es una baya de formas: periforme y redonda y de colores diversos. Tiene una pulpa consistente con un contenido variable de fibra, de acuerdo con la variedad. Además, es rico en calorías, minerales y vitaminas. Se consume en forma fresca, en ensaladas de las comidas. En las industrias, se utiliza para la fabricación de puré y en la extracción de su aceite (Alza y Vásquez, 2002).

2.2 Clasificación taxonómica

De acuerdo con United States Department of Agriculture (USDA) (2021):

Reino: Plantae

Sub división: Spermatophyta

Clase: Magnoliopsida

Familia: Lauraceae

Género: *Persea*

Especie: *Persea americana* Mill

Origen: México.

2.3 Características morfológicas

La palta es un fruto femenino, de textura suave y sabor delicado. La planta es un árbol extremadamente vigoroso, con un tronco potente y ramificaciones, el cual en pocos años puede alcanzar hasta tres metros de altura. El sistema radicular es bastante superficial, pudiendo incluso asomarse fuera de la superficie del suelo. Las hojas son alternas y de aspecto muy brillante en ambos lados de la hoja, todo esto debido a características de género. Es un árbol perennifolio, es decir, todo el año se encuentra cubierto de hojas. Las flores son perfectas y se hallan en racimos subterminales. Cada flor se abre en dos momentos distintos y separados, los órganos femeninos y masculinos son funcionales en diferentes tiempos, lo que evita la autofecundación. Las variedades de las flores se clasifican con base en el comportamiento de la inflorescencia en dos tipos A y B. En ambos, las flores abren primero como femeninas, cierran por un período fijo y, luego, abren como masculinas en su segunda apertura. Cada árbol puede llegar a producir hasta un millón de flores y solo el 0.1% se transforman en fruto, por la separación de numerosas flores y frutitos en desarrollo. El fruto es una baya con una sola semilla oval, de superficie lisa o rugosa. El envero solo se produce en algunas variedades y la maduración del fruto no tiene lugar hasta que este se separa del árbol (Chávez, 2010).

2.4 Propiedades nutricionales

La palta no solo se destaca por su delicado sabor, sino también por su valor nutricional, proporciona al organismo de 150 a 300 calorías por cada 100 g. Es la única fruta que posee los siguientes elementos nutritivos: carbohidratos, proteínas, sustancias grasas, vitaminas, sales minerales y agua (Cuadro 1). Una característica de la palta es su efecto

benéfico adicional, pues ayuda a eliminar el colesterol. Los estudios advirtieron la disminución del colesterol al promover un aumento en las lipoproteínas de alta densidad, reducción en triglicéridos y en niveles de insulina en ayuno, los trabajos fueron presentados en el IV Congreso Mundial del Aguacate. También se ha observado un efecto benéfico del consumo de palta en pacientes humanos con asma y con artritis reumatoide (Asociación de Exportadores del Perú, 2006).

Cuadro 1. Análisis nutricional de la palta

Componente	Contenido (en 100 g)	Componente	Contenido (en 100 g)
Agua (g)	75	Vitamina B (mg)	0.45
Fibra (g)	1.6	Niacina (mg)	1.6
Proteínas (g)	1.7	Ácido pantoténico (mg)	1
Hidratos de carbono (g)	5.9	Biotina (µg)	10
Grasas (g)	15.4	Ácido fólico (µg)	32
Aceites saturados (g)	2.2	Calcio (mg)	10
Aceites monoinsaturados (g)	8.9	Hierro (mg)	1.06
Aceites polinsaturados (g)	1.7	Fósforo (mg)	40
Vitamina A (µg)	85	Sodio (mg)	4
Vitamina D (µg)	10	Potasio (mg)	463
Vitamina E (mg)	3	Magnesio (mg)	41
Vitamina C(mg)	14	Cobre (mg)	0.35
Vitamina K (mg)	8	Azufre (mg)	25
Vitamina B ₁ (mg)	0.11	Cloro (mg)	10
Vitamina B ₂ (mg)	0.2	Calorías (kJ)	160

Fuente: Asociación de Exportadores del Perú (2006).

2.5 Razas

En palto encontramos tres razas: mexicana, guatemalteca y antillana, de las cuales, la mexicana es la que posee el mayor contenido de aceite (18 - 26%) (Chávez, 2010).

2.6 Cultivar Hass

El cultivo de palta Hass es, a escala mundial y en Chile, el más importante, comercialmente. Su origen es en California, probablemente por una hibridación entre raza guatemalteca y mexicana. El fruto presenta pulpa de excelente sabor, y contenidos de aceite que pueden alcanzar niveles superiores al 25%. Este cultivar presenta un buen comportamiento productivo, con un bajo nivel alternado como huerto, además de presentar un índice de precocidad interesante, con lo cual, se logran cosechas al segundo o tercer año (Jara, 2007).

2.7 Índice de madurez

La madurez y calidad están íntimamente relacionados. La fruta inmadura, al momento de la cosecha, tiene una calidad organoléptica pobre cuando alcanza la madurez de consumo, lo cual implica muchas cosas: sabor, apariencia y textura. Las paltas inmaduras tienden a arrugarse en la madurez, debido a que tienen mayor tendencia a perder humedad y además son más susceptibles a daños fisiológicos. Debido a la importancia de saber el momento oportuno de cosecha es que los investigadores han tratado de fijar, durante muchos años, un nivel mínimo de aceite, para proteger al consumidor (Martínez, 2004).

Según Jara (2007), el nivel adecuado para la cosecha de Hass se logra en Quillota (Chile), en fechas cercanas al mes de septiembre. No obstante, en la actualidad las exportaciones chilenas de palta Hass se realizan cosechándola con un 9% de aceite lo que ocurre a mediados de agosto, sin que haya alcanzado su mejor estado de madurez.

La alta correlación entre las variables: contenido de aceite y humedad, permiten hacer estimaciones de los niveles mínimos requeridos para obtener un buen resultado en la comercialización de los productos (Jara, 2007).

La asimilación de materia seca y su distribución dentro de la planta son procesos importantes que determinan la productividad del cultivo. El estudio de los patrones de asignación de materia seca hacia las diferentes partes de la planta, la variabilidad de estos patrones entre cultivares y el efecto de las condiciones ambientales en el proceso, pueden ayudar a maximizar la productividad y a seleccionar cultivos para un propósito particular (Tekaling y Hammes, 2005).

La madurez de un fruto percedero tiene una marcada influencia sobre la calidad y vida útil en almacenamiento y afecta el manejo postcosecha, el transporte y el mercadeo; además, el conocer las mediciones de madurez es un punto central de la tecnología de postcosecha (Reid, 2002).

Según Agusti (2004), la maduración es el conjunto de cambios externos e internos, como el sabor y la textura, que un fruto experimenta cuando completa su crecimiento. En esta fase de desarrollo del fruto cambia la coloración del pericarpio, disminuye el contenido de almidón, aumenta la concentración de azúcares, se reduce el contenido de ácidos, hay pérdida de firmeza y otros cambios físicos y químicos. Superada esta etapa, el fruto pierde firmeza, aumenta su sensibilidad a las condiciones del medio, pierde el control metabólico e inicio a su senescencia de cambios externos e internos, como el sabor y la textura.

La recolección temprana, es decir, frutos inmaduros, al igual que la recolección tardía, frutos sobremaduros, debe evitarse, no solo por la calidad del producto obtenido, sino también por los traumatismos que puede causar en la planta. Para el reconocimiento del momento óptimo de recolección, se han establecido una serie de factores indicativos denominados índices de madurez, los cuales deben ser capaces de

mostrar diferencias pequeñas. Así mismo, deben ser sensibles prácticos, rápidos, recomendables y cuantificables, de manera que puedan expresar el grado de madurez, mediante cifras para establecer comparaciones con medidas de otros observadores. Los parámetros: tamaño, color, firmeza, etc., deben correlacionar bien con los cambios en los estados de desarrollo del fruto, realizar ensayos de almacenamiento y análisis sensoriales, para establecer el valor del índice de madurez correspondiente a la madurez mínima aceptable (Reid, 2002).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y los análisis se realizaron en el Laboratorio de Ciencias de los Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo.

3.2. Material de investigación

Palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass, adquirida en la localidad de Virú, La Libertad.

3.3. Materiales y equipos

3.3.1 Materiales de laboratorio

- Sacabocados
- Placas Petri

3.3.2 Equipos de laboratorio

- Balanza analítica. Marca AND, Modelo GR- 200. Rango 210 g; sensibilidad 0.0001 g)
- Balanza digital. Marca Sartorius, Modelo 2403. Rango (0 – 3100 g; sensibilidad 0,1g)
- Microondas. Marca Samsung. Rango 30 – 200 °C; aprox. 1 °C

3.4. Metodología

3.4.1 Esquema para la obtención de muestras de palta Hass

En la Figura 1, se muestra el esquema con las etapas usadas en la obtención de las muestras de palta Hass. En la Figura 2, se muestran

las combinaciones de sector (apical, basal), coordenada (norte, sur) y los calibres.

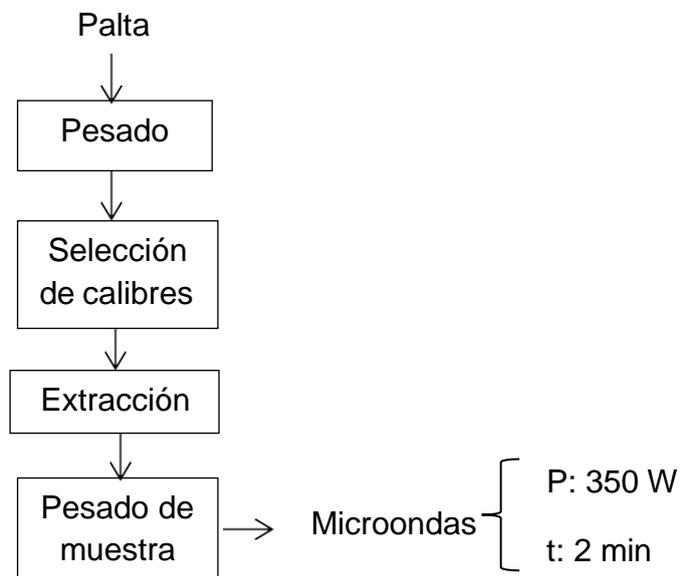


Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención de peso seco final de palta hass.

A continuación, se describe cada operación:

1. Se pesó cada fruto para asignar el calibre: 16 (227-271 g), 18 (208-243 g), 20(184-217 g), 22 (165-196 g) y 24 (151 -175 g)
2. Se seleccionaron los calibres: 16, 18, 20, 22 y 24.
3. Luego, se procedió a extraer la muestra, con la ayuda del sacabocado, introduciéndolo por los extremos con el fin de que la muestra sea homogénea (cuatro trozos) y se le retiro la cáscara y la película que se encontraba entre la cascara y la pulpa.
4. Se taró la placa Petri y se rotuló con el sector, calibre y coordenada correspondiente a la muestra.
5. Se pesó los cuatro trozos en la placa Petri y se registró como peso inicial de la muestra.

3.4.2 Método de análisis

Porcentaje de materia seca.

El porcentaje de materia seca se determinó de la siguiente manera:

Se pesó, en una placa Petri, cuatro trozos de palta Hass (peso inicial) en el rango descrito en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Rango de pesos por calibre para determinar materia seca

Calibre	Rango de peso(g)
16	227-271
18	208-243
20	184-217
22	165-196
24	151 -175

Fuente: Agroexportadora Danper Planta Fresco (2014)

Luego, se colocó en el microondas por dos minutos a 350 W, a continuación, se pesó y se colocó, nuevamente, en el microondas por dos minutos. Se repitió el proceso hasta obtener un peso constante. Con los datos de peso inicial (húmedo) y final (seco), se determinó el porcentaje de materia seca de acuerdo con la siguiente formula:

$$\%MS = \frac{PS}{PF} \times 100$$

Donde:

%MS: Porcentaje de materia seca

PS: Peso seco (peso final) (g)

PF: Peso fresco (peso inicial) (g)

3.4.3 Métodos estadísticos

El estudio estadístico fue $2 \times 2 \times 5$ con cinco repeticiones. Para el análisis de los datos de materia seca, se empleó la prueba de Levene modificada, con el fin de determinar la homogeneidad de varianzas de los datos; posteriormente, se realizó el análisis de varianza (ANVA, para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas y, finalmente, la prueba de comparaciones múltiples de Duncan para determinar la diferencia entre los pares de medias.

Todos los análisis estadísticos se realizaron a un nivel de confianza del 95%. El procesamiento de los datos se realizó con el software especializado Statistical Package for the Social Science (SPSS) versión 20.0.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Materia seca

En la Figura 3, se observa que el mayor contenido de materia seca se encuentra en la zona apical (parte superior del árbol), además de presentarse esta tendencia en la coordenada norte, al incrementar el calibre existe un ligero aumento. Los valores oscilaron entre 19.74 a 24.52%.

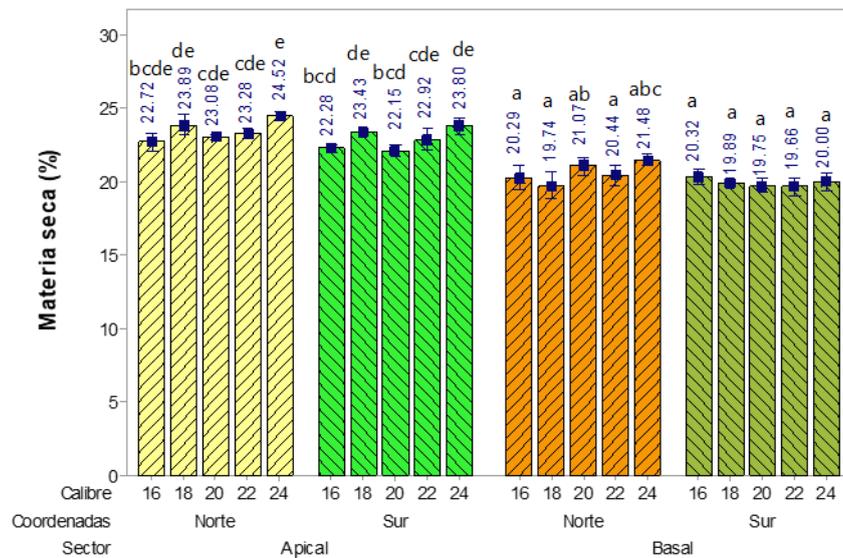


Figura 3. Porcentaje de materia seca de palta Hass

Olaeta, Undurraga y Jaque (2007) determinaron el efecto de la altura y el calibre de la fruta sobre la madurez. Para lo cual, cosecharon cada 14 días

frutos de palta de las variedades Hass y Fuerte, de calibre grande (220 g) y calibre pequeño (promedio 140 g) en 2 alturas del árbol, bajo 2 m y sobre 3 m. Los periodos de muestreo fueron desde el 19 de julio hasta el 8 de noviembre para la variedad Hass y desde el 14 de junio hasta el 4 de octubre de 2005 de la variedad Fuerte. En cada fecha de muestreo, los parámetros: peso fresco, diámetro ecuatorial, contenido de humedad y contenido de aceite fueron evaluados. En la variedad Fuerte, el calibre tiene relación con la madurez, frutos más grandes poseen más contenido de aceite, no así para la variedad Hass. No hubo efecto de la altura ($p > 0,05$) sobre la madurez, en ambos cultivares. El diámetro ecuatorial está muy relacionado con el peso, no así con el porcentaje de aceite, en las variedades Hass y Fuerte.

Al haber una buena intercepción de luz, las hojas se encuentran fotosintéticamente activas, por lo tanto, la competencia por fotosintatos no afecta la producción de materia seca en los frutos. Lo mismo ocurre en árboles podados, donde mejora la intercepción de luz, haciendo que mejore la producción (Castro, 2000).

Cuadro 3. Prueba de Levene para los valores de porcentaje de materia seca

Variable	Estadístico de Levene	P
Materia seca (%)	0.9	0.58

$P > 0.05$, existe homogeneidad de varianzas.

Las varianzas para los valores de porcentaje de materia seca fueron homogéneas ($p > 0.05$).

En el cuadro 4, se tiene el análisis de varianza para el contenido de porcentaje de materia seca en palta de variedad Hass.

Se observa que el análisis de varianza determinó que el sector y las coordenadas presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$), en el contenido de materia seca en la palta Hass, caso contrario ocurrió para el calibre y las interacciones.

Cuadro 4. Análisis de varianzas para los valores de porcentaje de materia seca de palta de variedad Hass

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P
Materia seca (%)	Sector: A	216,237	1	216,237	139,344	0,000
	Coordenadas : B	9,929	1	9,929	6,398	0,013
	Calibre: C	14,023	4	3,506	2,259	0,070
	A*B	0,061	1	0,061	0,039	0,843
	A*C	10,905	4	2,726	1,757	0,146
	B*C	4,372	4	1,093	0,704	0,591
	A*B*C	1,825	4	0,456	0,294	0,881
	Error	124,145	80	1,552		
	Total	381,497	99			

$p < 0.05$, existe diferencia significativa

De igual modo, Cerdas, Montero y Sonarribas (2014) verificaron el contenido de materia seca de palta que podría ser utilizado como índice de cosecha adecuado, en sustitución del contenido de aceite en palta Hass, cultivado en una zona a 1 750 msnm, en Los Santos (Costa Rica). Encontraron que la cantidad de aceite y la cantidad de materia seca aumentaron rápida y significativamente, después de la semana 39 ($p > 0.05$), con un coeficiente de correlación entre ellos de 0.92. Otros cambios observados simultáneamente, y relacionados con la maduración de la fruta, fueron el desarrollo del color morado en la cáscara (74% de la superficie), la reducción de la adherencia de la cubierta de la semilla a la pulpa de la fruta, y de ésta a la cáscara y a la semilla, así como la disminución de la firmeza del fruto, de 118 N durante la semana 31 hasta

57 N en la semana 40. Recomiendan usar 23% de materia seca en el fruto de palta Hass como un índice de cosecha para palta Hass, cultivado a 1750 msnm en la zona de Los Santos, como una alternativa al contenido de aceite de la fruta.

De manera similar, Muñoz (2004) señala que solo hay diferencia en el nivel de madurez de los frutos respecto a la altura del árbol, independiente de su orientación cardinal. La fruta ubicada en la zona alta contiene un nivel mayor de aceite que los frutos ubicados en zonas más bajas. Esto se debería a la mayor exposición a la radiación solar a la que está expuesta la zona alta de la planta.

En el cuadro 5, se presenta la prueba de Duncan para el contenido de materia seca en palta variedad Hass, donde en el subgrupo 5 se tiene a los valores más altos de contenido de materia seca, para la zona apical, norte y calibre 16 con 22.72 %, sur y calibre 22 con 22.92 %.

Cuadro 5. Prueba de Duncan para los valores de contenido de porcentaje de materia seca de palta de variedad Hass

Sector	Coordenadas	Calibre	Materia seca (%)	Duncan ($\alpha = 0.05$)					
Basal	Sur	22	19,66	a					
Basal	Norte	18	19,74	a					
Basal	Sur	20	19,75	a					
Basal	Sur	18	19,89	a					
Basal	Sur	24	20,00	a					
Basal	Norte	16	20,29	a					
Basal	Sur	16	20,32	a					
Basal	Norte	22	20,44	a					
Basal	Norte	20	21,07	a	b				
Basal	Norte	24	21,48	a	b	c			
Apical	Sur	20	22,15		b	c	d		
Apical	Sur	16	22,28		b	c	d	e	
Apical	Norte	16	22,72		b	c	d	e	
Apical	Sur	22	22,92			c	d	e	
Apical	Norte	20	23,08			c	d	e	
Apical	Norte	22	23,28			c	d	e	
Apical	Sur	18	23,43				d	e	
Apical	Sur	24	23,80				d	e	
Apical	Norte	18	23,89				d	e	
Apical	Norte	24	24,52					e	

El bajo calibre de algunos frutos se debe a la competencia que hubo en las primeras semanas de desarrollo, lo cual habría afectado su división celular. De la misma forma, esa competencia disminuyó su acumulación de materia seca, al haber menos fotosintatos disponibles (Cowan, 1997).

Brunet (2001) indica que los árboles podados, comparado con los no podados, producen mejores calibres. El fruto tendría condiciones adecuadas para desarrollar división celular y, a la vez, tendría carbohidratos disponibles para acumular materia seca.

Waissbluth y Valenzuela (2007), pertenecientes al comité Paltas Hass de Chile, establecieron que, para la aprobación de una muestra, ésta debe tener un promedio de materia seca, no mayor que 23,0% y con ninguna lectura inferior a 21,4%. Cualquier análisis que no cumpla con estas exigencias es rechazado, debiendo ser remuestreado después de una semana, si su promedio es inferior a 23% pero mayor a 19,5% o 15 días después si su promedio es inferior a 19,5%.

Blakey (2016) menciona que el porcentaje mínimo de materia seca en Sudáfrica debe ser de 23% antes de ser cosechado.

Bertling y Cowan (1998) señalan que la fruta ubicada en una zona de mayor exposición a la radiación solar es más grande que la expuesta a una de menor luminosidad. Por lo tanto, y por lo expuesto anteriormente, un nivel mayor de radiación solar produce frutos más maduros y más grandes. En resumen, la fruta de mayor tamaño también debe tener un nivel mayor de madurez.

V. CONCLUSIÓN

El porcentaje óptimo de materia seca es 22,5 como indicador del momento de cosecha de los frutos de palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass, cultivada en condiciones de la localidad de Virú, La Libertad.

VI. RECOMENDACIÓN

Realizar estudios sobre porcentaje de grasa, porque es buen es un indicador de cosecha.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agroexportadora Danper Planta Fresco S.A.C. 2014. Muestro de palta Hass del fundo Compositan. Área de Investigación y desarrollo. Trujillo, Perú.

Asociación de Exportadores del Perú, (2006, febrero). Perfil del mercado del producto paltas frescas. Lima: Área de Inteligencia Comercial.

Agustì, M. 2004. Fruticultura. Mundi-Prensa. Madrid, España. , pág. 493.

Alza. O. y Vásquez. V. 2002. Agroexportación: Análisis y perspectivas; producción no tradicional, rentabilidad, mercado y zonas de producción. 2da.Ed. Lima, Perú.

Bertling, I. y Cowan, A. 1998. Effect of photoinhibition on fruit growth and development in Hass avocado. South African Avocado Growers' Association Yearbook, 21: 36-38.

Blakey, R. (2016). Evaluation of avocado fruit maturity with a portable nearinfrared spectrometer. Postharvest Biology and Technology.121:101-105.

Brunet, F. 2001. Evaluación técnica de cinco sistemas de poda de árboles adultos de palto (*Persea americana* Mill.) cultivar Hass en la zona de Quillota. Taller de Licenciatura de Ingeniería Agrónoma, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía.

Cahuana, M R. (2019). Exportaciones de Palta Hass y desarrollo del agro no tradicional, Región La Libertad (2010-2016) *Neuman Business Review*. 5: 62- 77.

Castro, X. 2000. Evaluación del comportamiento que presenta la conducción en seto de árboles de palto Hass, en alta densidad. Taller de Licenciatura de Ingeniería Agrónoma. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía.

Cerdas, M., Montero, M. y Sonarribas, O. 2014. Verificación del contenido de materia seca como indicador de cosecha para aguacate (*Persea americana*) cultivar Hass en zona intermedia de producción de Los Santos, Costa Rica.

Chávez, S. 2010. Efecto de la potencia y el tiempo de escaldado en horno microondas sobre la actividad del polifenoloxidasa, características fisicoquímicas y sensoriales del puré refrigerado de palta (*Persea americana* Mill) variedad Fuerte. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Trujillo.

Cowan, A.K.; Moore. Gordon, C.S.; Bertling, I. y Wolstenholme, B.N. 1997. Metabolic control of avocado fruit growth: isoprenoid growth regulators and the reaction catalyzed by 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase. *Plant Physiology*. 114: 511-518.

Jara, F. 2007. Comparación del periodo de madurez en Palta Hass en cinco zonas productoras de Chile (temporadas 2003-2005) Taller de Licenciatura de Ingeniería Agrónoma. Pontificia

Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Quillota, Chile.

Martínez, F. 2004. Evolución del contenido de aceite en palta variedad Hass, bajo distintas tasas de riego en la zona de Quillota. Taller de Licenciatura de Ingeniería Agrónoma. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Quillota, Chile.

Muñoz, D. 2004. Desarrollo de una metodología de muestreo para la medición de aceite en palta (*Persea americana* Mill) en dos cultivares. Taller de Licenciatura de Ingeniería Agrónoma. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía.

Olaeta, J., Undurraga, P. y Jaque, R. 2007. Efecto del calibre y la altura del fruto dentro del árbol sobre el contenido de aceite, en palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass y Fuerte. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. San Francisco, La Palma Quillota- Chile.

Parodi, G. 1996. Manejo de cosecha y postcosecha del palto. Curso Teórico Práctico sobre Fisiología, Manejo de Cosecha y Postcosecha en Frutas y Hortalizas. Facultad de Agronomía. Departamento de Horticultura, Universidad Nacional Agraria La Molina.

Parodi, G., Sánchez, M. y Daga, W. 2007. Correlación del contenido de aceite, materia seca y humedad como indicador de cosecha en frutos de palto (*Persea americana* Mill) variedad Hass cultivada bajo condiciones de dos localidades en Chincha - Perú.

Reid, M. 2002. Maturation and maturity indice postharverd technology of horticultural crop. University of California, Agricultural and Natural Resources, Publication. Oakland, California. 3: 55-62.

Salvador Reyes, R. y Paucar Menacho, L. M. (2019). Optimization of the blanching time and temperatura in the manufacture of Hass avocado pulp using low quality discared fruit. *Brazilian Journal of Food Technology*. 22.

Jiménez, M. A. y Ospita, C.L (2020). Plan de exportación de aguacate hass de Colombia a Estados Unidos de la empresa Imporfenix con base en parámetros de sostenibilidad ambiental. Colombia. Universidad autónoma de Occidente. Facultad de Ciencias Administrativas. Santiago de Cali, Colombia.

Tekaling, T. y Hammes, P. 2005. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth II. Growth analysis, ttuber yield and quality. *Scientia Horticulture*. 105: 29-44.

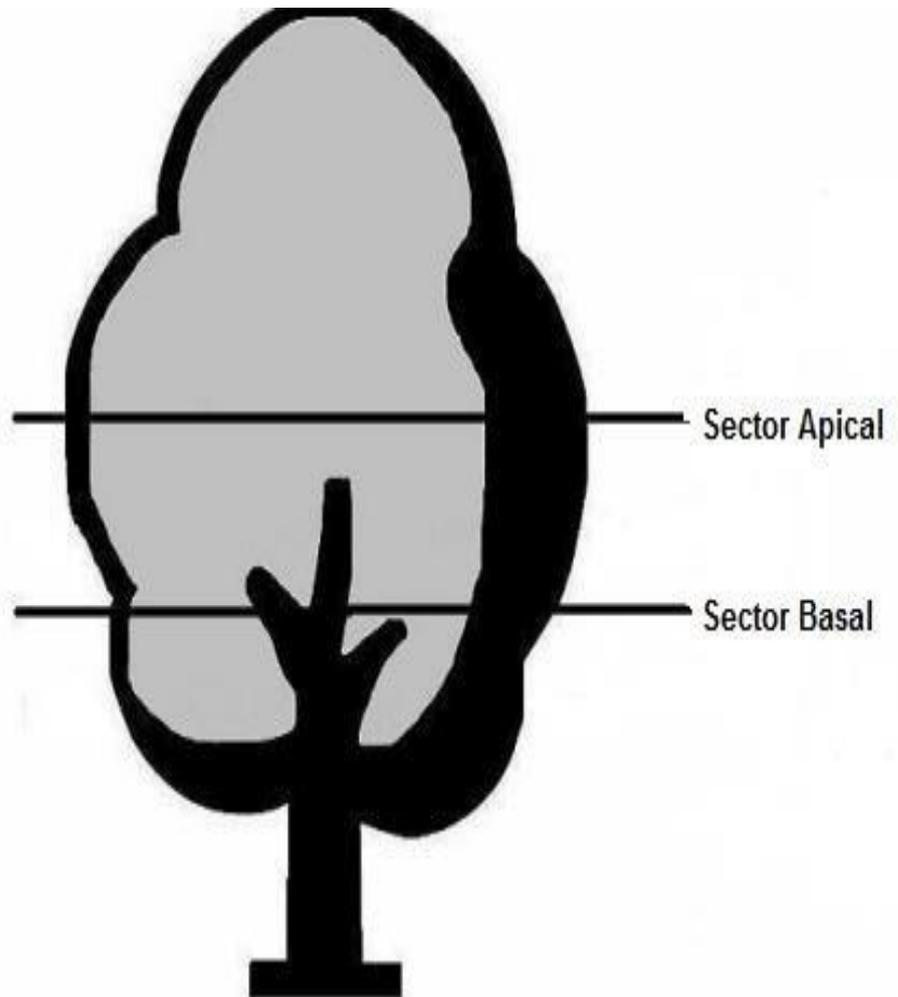
United States Department of Agriculture (USDA) (2021). Nature Resources Conservation Service. NRCS. [En línea] Washington D, C., Estados Unidos. Recuperado de:
<<https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=PEAM3><https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=PEAM3>> [consulta: 30 marzo 2021]

Waissbluth, R. y Valenzuela, J. 2007. Proceedings VI world avocado. Actas VI congreso mundial del aguacate. Determinación del porcentaje mínimo de materia seca para autorizar la cosecha de paltas Hass para ser exportadas. Viña del Mar – Chile.

ANEXOS

Anexo 1

Criterio para el factor altura de la palta en el árbol



Anexo 3

Porcentaje de materia seca de palta Hass

Sector	Coordenadas	Calibre	Materia seca (%)
apical	n	16	21.47
apical	n	18	25.78
apical	n	20	23.24
apical	n	22	24.10
apical	n	24	24.29
basal	n	16	20.73
basal	n	18	17.05
basal	n	20	21.93
basal	n	22	18.19
basal	n	24	22.91
apical	s	16	23.11
apical	s	18	23.40
apical	s	20	21.82
apical	s	22	21.49
apical	s	24	22.68
basal	s	16	21.74
basal	s	18	19.09
basal	s	20	19.77
basal	s	22	18.00
basal	s	24	18.56
apical	n	16	24.41
apical	n	18	22.89
apical	n	20	22.46
apical	n	22	23.58
apical	n	24	25.19
basal	n	16	20.90
basal	n	18	20.22
basal	n	20	20.24
basal	n	22	21.22
basal	n	24	21.00
apical	s	16	21.70
apical	s	18	23.74
apical	s	20	22.63
apical	s	22	24.12
apical	s	24	25.19

basal	s	16	19.64
basal	s	18	20.22
basal	s	20	19.77
basal	s	22	20.78
basal	s	24	21.00
apical	n	16	22.22
apical	n	18	24.56
apical	n	20	23.19
apical	n	22	23.36
apical	n	24	23.48
basal	n	16	17.32
basal	n	18	18.60
basal	n	20	19.28
basal	n	22	19.40
basal	n	24	21.47
apical	s	16	21.79
apical	s	18	22.48
apical	s	20	23.19
apical	s	22	25.00
apical	s	24	25.36
basal	s	16	18.60
basal	s	18	19.70
basal	s	20	20.77
basal	s	22	20.54
basal	s	24	21.42
apical	n	16	21.43
apical	n	18	21.68
apical	n	20	23.30
apical	n	22	22.22
apical	n	24	24.36
basal	n	16	20.30
basal	n	18	20.36
basal	n	20	21.03
basal	n	22	20.90
basal	n	24	21.03
apical	s	16	22.27
apical	s	18	23.74
apical	s	20	21.12
apical	s	22	22.52
apical	s	24	23.11

basal	s	16	20.90
basal	s	18	20.22
basal	s	20	20.46
basal	s	22	20.78
basal	s	24	20.47
apical	n	16	24.05
apical	n	18	24.56
apical	n	20	23.19
apical	n	22	23.13
apical	n	24	25.29
basal	n	16	22.22
basal	n	18	22.48
basal	n	20	22.89
basal	n	22	22.47
basal	n	24	21.00
apical	s	16	22.51
apical	s	18	23.80
apical	s	20	21.97
apical	s	22	21.49
apical	s	24	22.68
basal	s	16	20.73
basal	s	18	20.24
basal	s	20	18.00
basal	s	22	18.19
basal	s	24	18.56
