



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

**“TECNOLOGIA DEL PROCESO DE PALTA HASS
(PERSEA AMERICANA)”**

Presentado por:

VIOLETA CARDENAS, GISSEL ANA

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. El resultado obtenido es **08% de porcentaje de similitud** por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

APROBADO OBTUVO EL 08% (MENOR AL 20% REQUERIDO)

Ica, 13 de diciembre de 2022

.....
JUAN MARINO ALVA FAJARDO
DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE
ALIMENTOS

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE ALIMENTOS



TECNOLOGIA DEL PROCESO DE PALTA HASS
(Persea americana)

**INVESTIGACION MONOGRAFICA PARA OPTENER
EL TITULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS
POR LA MODALIDAD DE SUFICIENCIA ACADEMICA**

**LINEA DE INVESTIGACION
INGENIERIA Y TECNOLOGIA DE FRUTAS,
HORTALIZAS Y CEREALES**

**AUTOR
GISSEL ANA VIOLETA CARDENAS**

PISCO – PERU

2022

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	6
CONTENIDO TEMÁTICO	
CAPÍTULO I.....	7
GENERALIDADES.....	7
1.1. Aspectos Generales de la palta.....	7
1.1.1. Origen y clasificación taxonómica de la palta.....	7
1.1.2. Principales variedades.....	9
1.1.3. Composición química de la palta.....	11
1.2. Producción.....	11
1.2.1. Localización de los cultivos.....	11
1.2.2. Flujo del proceso de producción de la palta.....	12
CAPÍTULO II.....	17
TECNOLOGÍA CONSERVACION DE PALTAS EN ATMOSFERAS	
CONTROLADAS.....	17
2.1. Tecnologías de atmosferas controladas.....	17
2.2. Comparación con otros métodos de almacenamiento.....	19
2.3. Condiciones de almacenamiento en atmosfera controlada.....	20
2.4. Condiciones técnicas de almacenamiento de aguacate (Persea americana) variedad	
 Hass en atmosferas controladas.....	21
CAPÍTULO III.....	24
PRODUCCIÓN DE PALTA PARA EXPORTACIÓN.....	24
3.1. Diagrama de flujo cualitativo.....	24
3.2. Descripción del proceso.....	25
3.2.1. Recepción y pesado.....	25
3.2.2. Abastecimiento.....	25
3.2.3. Lavado.....	26
3.2.4. Cepillado.....	27
3.2.5. Secado.....	27
3.2.6. Primera Selección.....	27

	Pág.
3.2.7. Calibrado.....	31
3.2.8. Empacado y segunda selección.....	32
3.2.9. Palletizado.....	38
3.2.10. Enzunchado.....	38
3.2.11. Etiquetado.....	39
CONCLUSIONES.....	40
RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación Taxonómica de la palta.....	8
Tabla 2. Nombres aplicados al aguacate en diferentes lenguas y regiones.....	9
Tabla 3. Composición en 100 gramos de alimento de micro y macronutrientes de palta.....	10
Tabla 4. Composición química de la palta 100gr de pulpa).....	11
Tabla 5. Especificaciones del suelo que requiere la palta.....	12
Tabla 6. Producción, rendimiento por hectárea y exportación de palta en el Perú (variedad Hass).....	15
Tabla 7. Condiciones de almacenamiento en atmosferas controladas de algunos productos.....	20
Tabla 7. (Continuación) Condiciones de almacenamiento en atmosferas controladas de algunos productos.....	21
Tabla 8. Relación calibre y numero de PLU.....	37
Tabla 9. Relación de calibres y alveolos.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Palta variedad Hass.....	8
Figura 2. Producción y Exportación de palta.....	15
Figura 3. Estacionalidad de las exportaciones mundiales de palta.....	16
Figura4 Cajas en Pallet de PVC.....	23
Figura 5. Máquina de volcado.....	26
Figura 6. Lavado.....	26
Figura 7. Primera Selección.....	27
Figura 8. Daño Lenticelar.....	28
Figura 9. Daño por trips.....	28
Figura 10. Russet.....	28
Figura 11. Daño por bicho de cesto.....	29
Figura 12Presencia de plagas.....	29
Figura 13 Frutos virados (quiebre de color).....	29
Figura 14 Fumagina.....	30
Figura 15 Fruta deforme (quilla).....	30
Figura 16Fruta deforme (quilla).....	30
Figura 17 Daño mecánico.....	31
Figura 18Calibrado.....	31
Figura 19 Empacado y segunda selección.....	32
Figura 20 Cajas de cartón de 15,7 Kg y 16,8 Kg.....	32
Figura21 Cajas Pet de 10.0 Kg.....	33
Figura 22 Cajas de cartón de 10.0 Kg.....	33
Figura 23 Cajas de cartón de 11.2 Kg.....	34
Figura 24 Cajas de cartón de 4.0 Kg.....	34
Figura25 Esquineros de cartón.....	35
Figura 26 Zunchos y Grapas Metálicas 40.....	35
Figura 27 Pallets de Madera.....	36
Figura 28 Etiquetas Adhesivas y maquina etiquetadora.....	36
Figura 29Bandejas Alveolares.....	38
Figura 30 Palletizado, etiquetado y enzunchado.....	39

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la producción de palta ha adquirido importancia en consumo y la agroindustria pasando de 84 000 toneladas producidas en el año 2000 hasta llegar a una producción de 384 000 toneladas en el año 2018, así mismo las técnicas de producción, utilización y fortalecimiento del suelo han permitido pasar de un rendimiento (Ton/hectáreas) de 9 600 a 11 700 Kilos/hectáreas (FAO Sat 2019).

Las principales zonas productoras de palta se localizan en Lima, La Libertad, Ancash, Ica y Junín, que en conjunto congregan el 70% de producción nacional, siendo la Hass y la fuerte las variedades de palta más consumidas y la variedad Hass para la exportación.

La palta es muy apreciada por sus cualidades nutritivas y alto valor de pH pero altamente perecedera por lo que requiere un adecuado manejo durante la post cosecha y almacenamiento, la solución es una operación especial, el tamaño uniforme, la presentación y el acomodo en capas con bandejas alveolares garantizan un buen producto en el mercado de destino. El almacenamiento se realiza en cámaras de refrigeración con temperaturas de 3°C ($\pm 0,5^\circ\text{C}$) y humedad relativa de 95% y diseñadas para realizar recambios de aire y controlar los niveles de oxígeno disuelto (O_2) y dióxido de carbono (CO_2) controlándose de esta forma la producción de etileno. La renovación de aire debe realizarse rápidamente con el objeto de mantener la cámara a 3°C, HR 95%, O_2 2%, y $\text{CO}_2 < 15\%$.

CONTENIDO TEMÁTICO

CAPÍTULO I GENERALIDADES

1.1. Aspectos Generales de la palta

La fruta de la palta es una baya que tiene entre forma de pera y forma redonda y es de color verde o, a veces, de color púrpura oscuro, según la variedad y la madurez. La pulpa es de color uniforme, de amarillo a verde claro; se diferencia en el contenido de fibra y es rica en calorías, minerales y vitaminas. Su tamaño, aunque depende de la especie, es de aproximadamente 10 cm (8 a 12 cm) de largo y hasta 6 cm de diámetro (Chávez 2010, citado en Delgado Suarez 2013).

Las paltas son valoradas por sus propiedades organolépticas y nutricionales, pero son perecederos y requieren un manejo adecuado para su conservación (FAO 1990). Varios obstáculos para el procesamiento de esta fruta, como el pardeamiento enzimático, el deterioro microbiano y los olores y sabores extraños causados por un tratamiento térmico insuficiente, limitan la conservación de los aguacates por los métodos tradicionales utilizados en otras frutas (Cornejo 2010) Citado por Delgado Suárez, 2013.

1.1.1. Origen y clasificación taxonómica de la palta.

La palma (*Persea americana*) es una fruta originaria de las Américas perteneciente a la familia Lauraceae, originaria de México, Centroamérica hasta Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú (Chávez 2010). El nombre de la palma (*Persea gratissima*, *Persea americana*) proviene de la palabra local "aoacati" o "ahuacati", en otros países se le llama alvacates en inglés, en francés evocat y en portugués abacate.

El fruto del aguacate es una baya que tiene una piel fina, gruesa o crujiente, un mesocarpio carnoso y una semilla con dos capuchones protectores. Cuando alcanza su tamaño máximo, la forma del fruto es variable, puede tener forma de pera, esférica, ovoide y muchas veces asimétrica, dependiendo de la variedad puede adquirir una amplia gama de colores desde amarillo verdoso, de púrpura a casi negro, con una superficie lisa, brillante, acanalada y opaca, con un peso de 5 g a 2,5 kg (Risco 2007).

Tabla 1.

Clasificación Taxonómica de la palta.

Especie	<i>Persea americana, Persea gratissima</i>
Nombre común	Palta, aguacate, avocado
Origen	Mexico
Sub reino	Talofitas
División	Fanerogamas
Sub división	Angiospermas
Clase	Decotiledoneas
Sub clase	Archiclamideas
Orden	Ramales
Sub orden	Magnolneas
Familia	Lauraceas
Genero	Persea

Fuente:Rafael Franciosi 2013 – Solis – Peru.

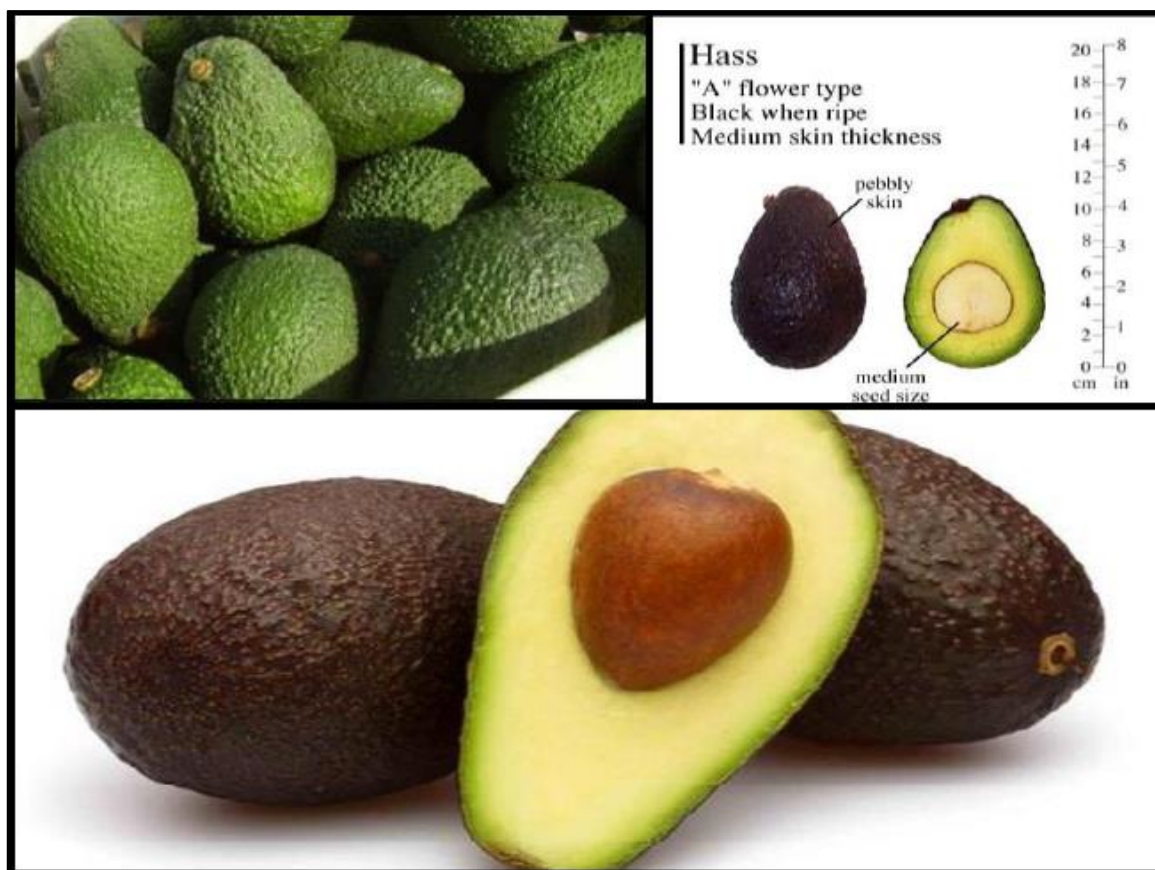


Figura 1. Palta variedad Hass

Tabla 2.

Nombres aplicados al aguacate en diferentes lenguas y regiones.

Nombre	Lengua	Región	Comentarios
Nttzani	Otomi	Mexico Veracruz Tabasco	Cultura madre de Mexico
Ahuacate	Nahuatl	Centro de Mexico	Centro de Mexico, lengua de Mexico significa "testículo"
Okh	Quiche	Guatemala	
Amo	Chibchan, Bribri	Centro America	Bribri y otros dialectos integran la lengua tolimonda
Oj	Maya	Guatemala	Aun usado en Solola, Chinatenango
Cura	Chibcha	Colombia	Todavía se usa en Bogotá y en la costa colombiana, donde en el interior se le llama aguacate.
Palta	Quechua	Peru	El nombre de un pequeño grupo de Araguro - nativos de Saraguro en el norte de la provincia de Loya. Los quechuas, cuando conquistaron el sur de Ecuador, llamaron a la fruta palta
Abacate	Portugues	Brasil	
Advogato /Avocado	Aleman	Alemania	

Avocat	Frances	Francia	Pore d`avocat = pera de abogado, atrocidad derivada de la mala pronunciación de advocate para abogado.
Alvacatas	Ingles	EE.UU N.A., Inglaterra	Tal vez una falla de la escritura de “ahuacatas” que es como lo oyeron los ingleses.

Fuente: Daniel Teliz “El aguacate” y su manejo integrado. Mexico 2007

1.1.2. Principales variedades.

En el Perú existen las variedades: palta fuerte, Hall, Hass y Nabal, siendo las variedades de mayor importancia la Hass y la fuerte.

Variedad Hass.

Una de las variedades más importantes del mundo, disponible todo el año, más abundante en verano, forma de pera ovalada, tamaño mediano, peso de 250 a 400 gramos, buena calidad, piel gruesa y rugosa, fácil de pelar del fruto Árboles de hoja caduca, verde cuando tierno y oscuro violáceo cuando está maduro (Risco 2007) citado en Delgado Suarez 2013. La pulpa es fibrosa y el contenido de aceite oscila entre 18% y 22%, es de alto rendimiento en Perú y se cosecha a partir de octubre. hasta febrero (García y Quintanilla, 2003).

Esta variedad es sensible al frio principalmente en el momento de floración, a la alta humedad ambiental, se debe evitar la siembra en zonas con fuertes vientos desecantes, se deshidratan las flores como los brotes jóvenes. Es considerado el cultivo de mayor importancia en el mundo debido a su alta productividad, excelente calidad de pulpa y de cascara gruesa, que le permite tolerar el transporte a larga distancia (Agricultura 2010).

Tabla 3.

Composición en 100 gramos de alimento de micro y macronutrientes de palta.

Micro y macronutrientes	C/100 gr	% VDR
Proteínas	1,70 gr	2,26 %
Carbohidratos Totales	5,90 gr	2,00 %
Fibra total	3,30 gr	13,20 %
Fibra Soluble	1,30 gr	
Fibra insoluble	2,00 gr	
Vitamina A	85,00 µg	14,00 %
Vitamina B1	0,11 mg	9,00 %
Vitamina B2	0,20 mg	15,00 %
Vitamina B6	0,45 mg	34,6 %

Niacina	1,60 mg	10,00 %
Ácido pantoténico	1,00 mg	20,00 %
Vitamina C	14,00 mg	32,00 %
Vitamina D	10,00 µg	20,00 %
Vitamina E	3,00 mg	30,00 %
Vitamina K	8,00 µg	12,00 %
Biotina	10,00 mg	33,30 %
Ácido fólico	32,00 µg	8,00 %
Sodio	4,00 mg	0,16 %
Potasio	463,00 mg	13,23 %
Calcio	10,00 mg	1,00 %
Hierro	1,06 mg	1,06 %
Magnesio	41,00 mg	16,00 %
Manganeso	2,30 mg	100,00 %
Cobre	0,35 mg	39,00 %
Fosforo	40,00 mg	5,71 %
Azufre	25,00 mg	
Grasas saturadas	2,64 mg	12,00%
Grasas polinsaturadas	2,04 mg	
Grasas monoinsaturadas	10,70 mg	
Colesterol	0 mg	

Fuente: Comité de paltas Chile

1.1.3. Composición química de la palta.

La palta tiene excelentes propiedades alimenticias por su alto contenido de aceite, proteínas, hidratos de carbono, vitaminas y minerales.

Tabla 4.

Composición química de la palta (por 100 gr de pulpa)

Componente	Unidad de medida	Variedad	
		Hass	Fuerte
Agua	%	74,40	71,20
Grasa	%	20,60	23,40
Proteínas	%	1,80	2,00
Fibra	%	1,40	19,00
Cenizas	%	1,20	1,20
Ácido ascórbico	mg	11,00	6,00
Niacina	mg	1,90	1,50
Vitamina B6	mg	0,62	0,61

Potasio	μg	480,00	460,00
Fosforo	μg	14,00	29,00
Magnesio	μg	23,00	23,00

Fuente: Risco 2007

1.2. Producción

1.2.1. Localización de los cultivos.

1.2.1.1. Condiciones agroecológicas de producción

Las paltas se cultivan entre los 36°N y los 36°S de latitud, y la latitud está relacionada con el período de maduración. La altitud varía de 800 a 2500 metros. Para evitar problemas que se presentan principalmente en las raíces, la temperatura es un factor climático que afecta el crecimiento del cultivo.

La temperatura en el mes más cálido es de 25°C, y en el mes más frío - 15°C. Los aguacates son sensibles a los vientos fuertes y secos, por lo que los cortavientos son imprescindibles. Un árbol de aguacate necesita 1200 mm de lluvia durante todo el año; si la estación seca es demasiado larga, corre el riesgo de perder sus hojas. También requiere un suelo de textura ligera con un pH neutro a ligeramente ácido (5,5-7). Puede crecer en suelo franco o franco arenoso siempre que tenga un buen drenaje.

Tabla 5.

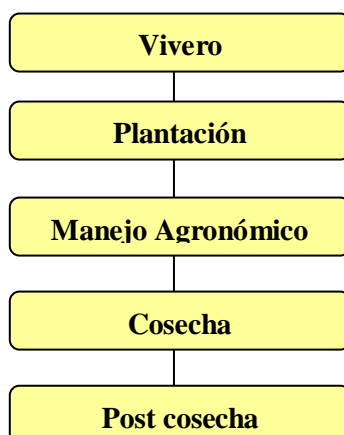
Especificaciones del suelo que requiere la palta.

Profundidad	Más de 100 cm, subsuelo prieto
pH	5,5 a 7,0
Salinidad	Tolera hasta 1,5 mmh/cm
Textura	Franca (Suelos medios)
Drenaje	Moderadamente bueno
Pedregosidad	15 – 35%
Pendiente	6 – 10% +

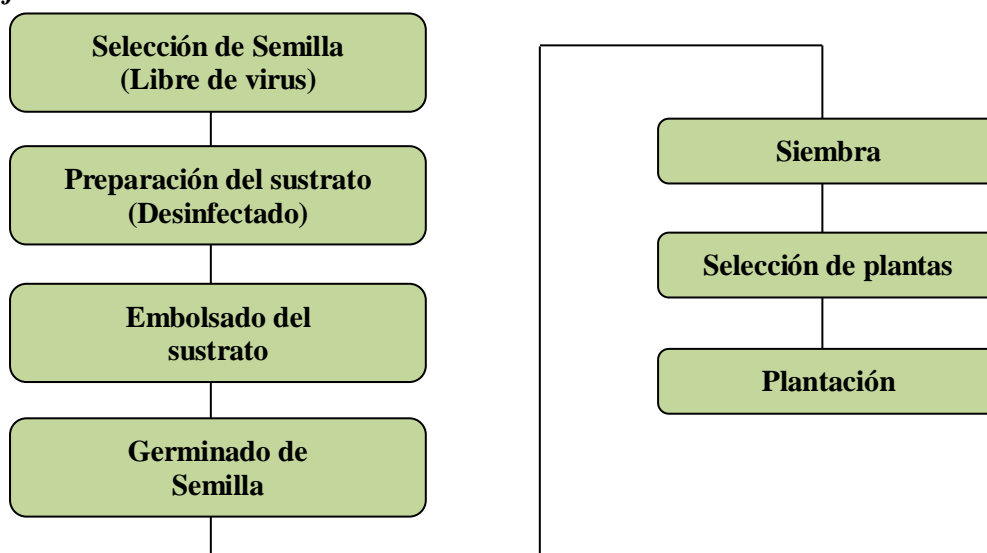
Fuente: Elaboración propia (con información recuperada de “Diseño de la línea de producción para la elaboración y envasado de pure de palta en el departamento de Piura. Antonio Delgado Suarez, Deysi Dias Ruiz, Bryan Espinoza Gusman, Ginny Geronimo Mendoza, Kattia Juarez Bayona.

1.2.2. Flujo del proceso de producción de la palta.

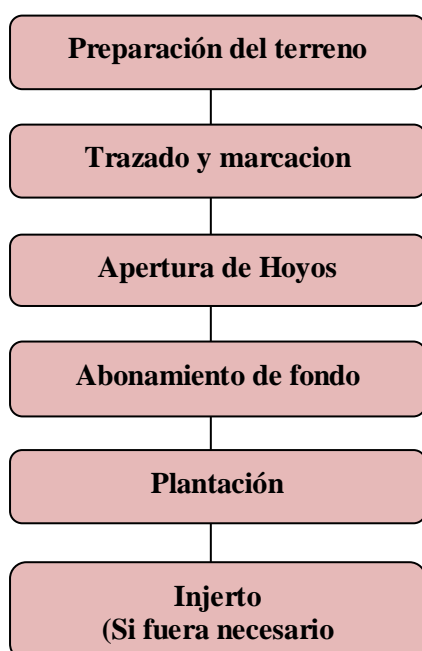
1.2.2.1. Flujo de producción



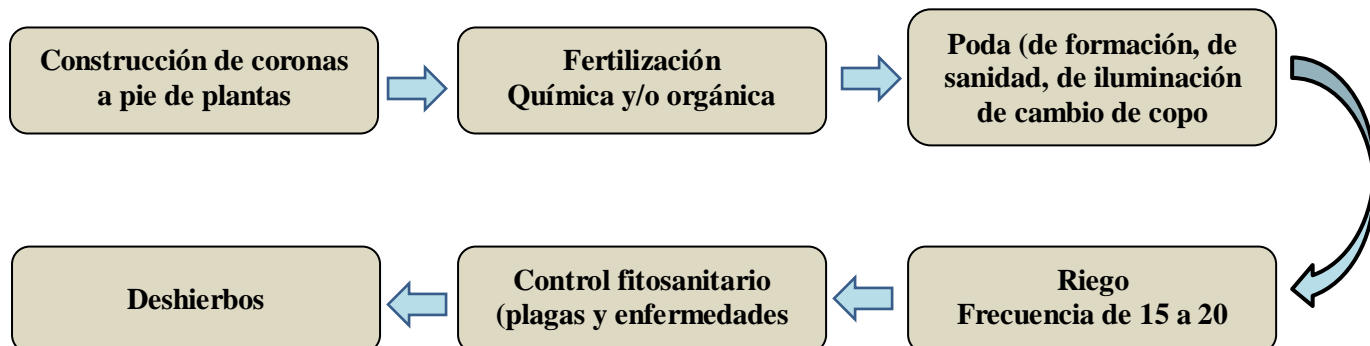
1.2.2.2. Flujo en el vivero



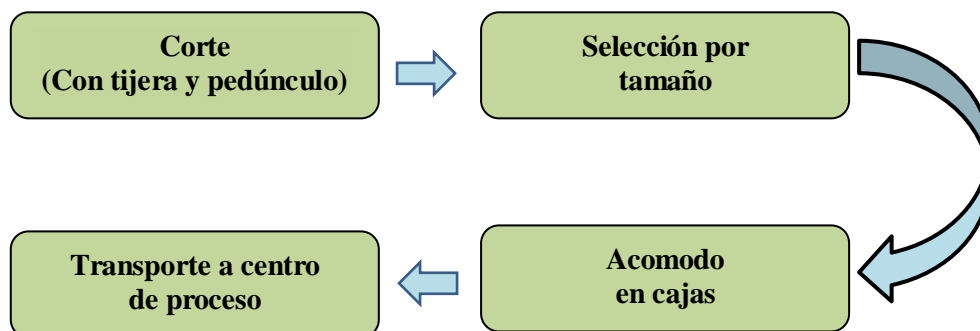
1.2.2.3. Flujo en la plantación



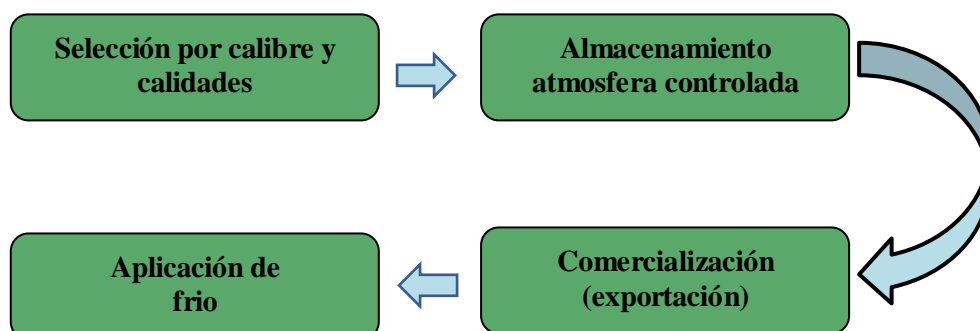
1.2.2.4. Flujo manejo agronomico



1.2.2.5. Flujo manejo de cosecha.



1.2.2.6. Flujo manejo post cosecha



Determinación del momento de cosecha.

Es difícil saber cuándo un fruto de aguacate está maduro y listo para cosechar, porque su apariencia interna no cambia. La madurez está estrechamente relacionada con la calidad, y la calidad sensorial de los frutos verdes en el momento de la cosecha es peor que cuando están listos para el consumo. El índice de rendimiento del proceso de aguacate Hass, el primero es el índice de rendimiento del contenido de aceite, que debe estar entre 8% y 14%, y el segundo es el índice de madurez (INIA 2011).

Los frutos de hass se cosechan cuando han alcanzado suficiente contenido de materia seca para asegurar una maduración adecuada cuando se cortan del árbol. El fruto de aguacate inicia el proceso de maduración, sufre cambios fisiológicos manifestados por pérdida de agua y cambios de color, hasta llegar al estado óptimo para el consumo, dependiendo siempre del manejo poscosecha. Los aguacates se cosechan de aguacates con una madurez mínima de materia orgánica del 21,5 % (Landbrugets Sundhedsjeneste, 2011).

Por lo general las paltas no maduran en las plantas, se debe evaluar el índice de madurez antes de la cosecha; además se debe tener en cuenta:

$$\% MS = \left(\frac{W \text{ seca}}{W \text{ húmeda}} \right) (100)$$

Dónde:

% MS = % materia seca

W seca = Peso final de la muestra al salir de la estufa

W húmeda = Peso inicial en base húmeda

$$\% \text{ aceite} = 64,629 - 0,656 (\% \text{ humedad})$$

Tabla 6.

Producción, rendimiento por hectárea y exportación de palta en el Perú (variedad Hass).

Año	Producción (miles Ton)	Rendimiento (Ton/hectárea)	Exportación (miles Ton)
2000	84	9,6	2,2
2001	93	9,1	2,5
2002	94	9,1	4,8
2003	100	9,0	11,5
2004	108	9,3	14,6
2005	103	8,8	18,7
2006	113	9,0	31,7
2007	122	8,9	37,5
2008	136	9,5	51,3

2009	157	9,7	48,3
2010	184	10,4	59,5
2011	213	11,0	81,4
2012	215	10,8	83,5
2013	260	11,1	114,4
2014	283	10,9	128,2
2015	301	11,00	155,4
2016	315	11,3	160,1
2017	360	11,4	165,2
2018	384	11,7	170,1

Fuente: FAO Stat / FAO Statistics Division

Figura 2.

Producción y Exportación de palta.

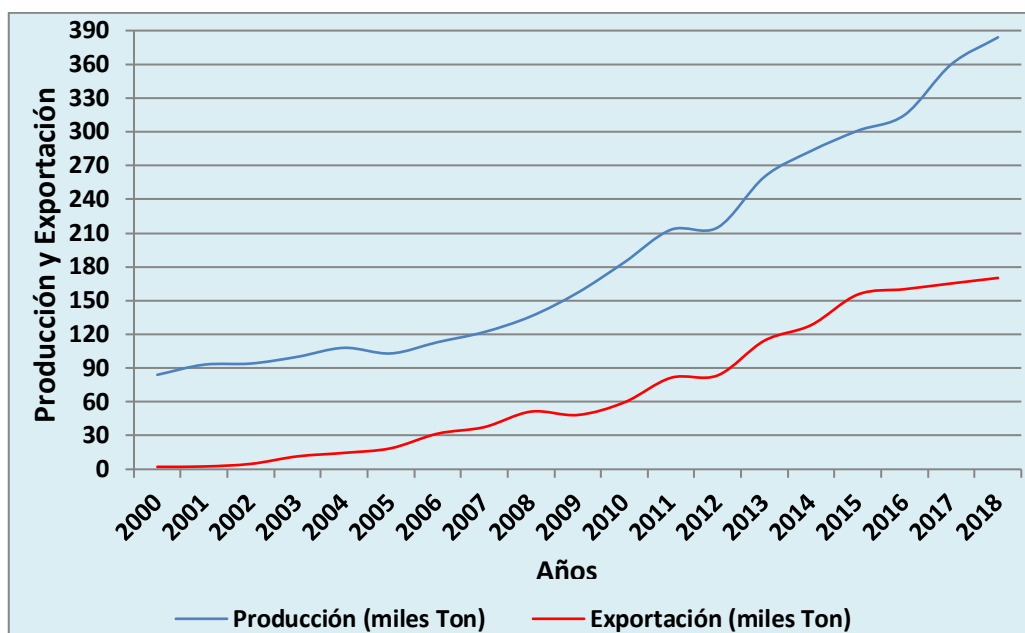
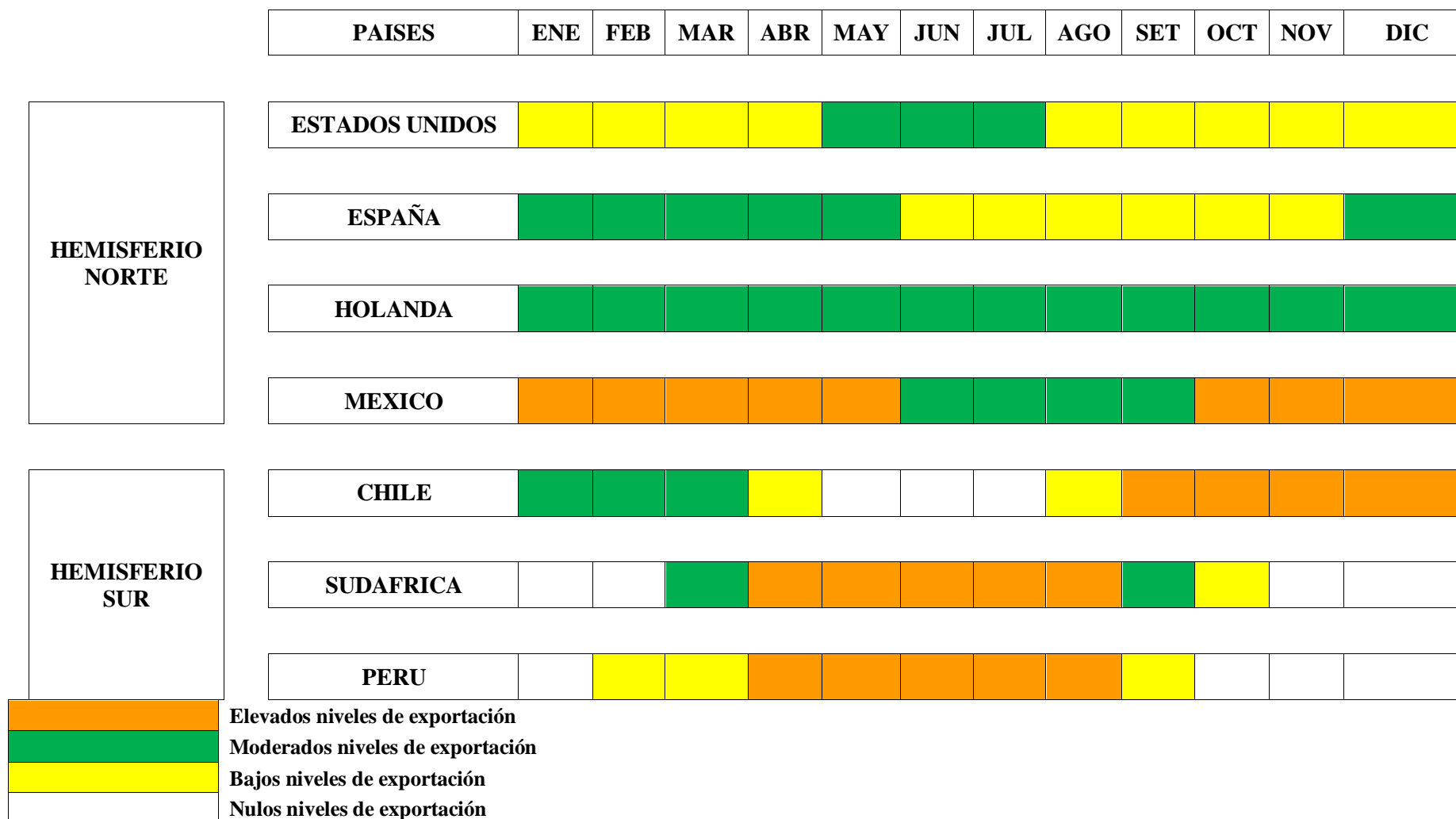


Figura 3.

Estacionalidad de las exportaciones mundiales de palta.



Fuente: Elaboración propia con datos de estadísticas nacionales / Global Trade Atlas.

CAPÍTULO II

TECNOLOGÍA CONSERVACION DE PALTAS EN ATMOSFERAS CONTROLADAS

2.1. Tecnologías de atmosferas controladas

Los productos químicos, insecticidas y conservantes son muy utilizados en la conservación de alimentos con el fin de conservar sus propiedades durante más tiempo, alargar la vida útil y evitar la multiplicación de plagas. Considerando el uso progresivo de estos productos, los efectos negativos comprobados para la salud y la presencia de residuos en los alimentos (Latham, 2002), es necesario encontrar métodos alternativos de conservación de los alimentos. Primero se estudiaron y desarrollaron métodos de almacenamiento físico, como el uso de bajas y altas temperaturas para conservar los alimentos, así como métodos menos tradicionales como la atmósfera modificada, la irradiación y la atmósfera controlada.

Según Yahia (1995a), el primer trabajo experimental para la creación de una técnica de atmósfera controlada fue realizado en Inglaterra en 1925 por Quid y Est, quienes descubrieron que aumentar la concentración de CO₂ o reducir el O₂ tiene un efecto positivo en la protección de la atmósfera en Apple, después de la cosecha aumenta su vida. El uso de la atmósfera debe mantenerse durante todo el período de almacenamiento del producto, no solo por el cambio de atmósfera, sino también por la estanqueidad del espacio de almacenamiento; esta técnica retrasa la maduración de los alimentos y previene el daño por enfriamiento, que también es un factor común en la conservación de los alimentos. Con el tiempo, la tecnología de atmósfera controlada comenzó a utilizarse por sus ventajas y la capacidad de almacenar y transportar grandes cantidades de alimentos. Hasta el momento se han almacenado en atmósfera controlada alrededor de 3 millones de toneladas de alimentos debido a su practicidad y buen desempeño.

Como se ha descrito hasta ahora, la técnica funciona de acuerdo con los cambios en la atmósfera a la que se aplicará. En términos de conservación de alimentos, la tasa de respiración puede reducirse controlando el dióxido de carbono producido por la respiración de los alimentos y controlando la concentración de O₂; o controlando algún otro elemento característico de la descomposición de los alimentos (como la producción de etileno). Según Yahia (1995), reducir la concentración de O₂ a valores cercanos al 1% durante el enlatado de manzanas puede afectar

negativamente a la fruta. Por lo tanto, es necesario monitorear constantemente la concentración de O₂ en la atmósfera para evitar su disminución con el tiempo.

Se han realizado varios estudios describiendo la concentración de O₂ más efectiva para cada alimento a una temperatura determinada (Barreiro y Sandoval, 2006), lo que a su vez mejora la eficiencia técnica al afinar el proceso para cada fruta o verdura. Una forma de controlar los niveles de O₂ es introducir aire del ambiente exterior y eliminar el CO₂ a través de la respiración de los alimentos para aumentar la eficiencia del proceso. Según Yahia (1995), el producto se trata previamente en una atmósfera controlada de CO₂, es decir, varias semanas antes del almacenamiento final en atmósfera controlada. Esto le permite extender la vida útil del producto, pero este método rara vez se usa.

Durante la maduración de la fruta, una de las funciones más importantes es la producción de etileno. La difusión de la concentración de este compuesto en el ambiente de almacenamiento de las frutas acelera su proceso de maduración. Por lo tanto, al controlar simultáneamente la concentración de O₂ ($\approx 2\%$) y la concentración de CO₂ ($< 15\%$), también se puede controlar la concentración de etileno. Sin embargo, dado que el ambiente debe tener una baja concentración de etileno, este proceso debe ser monitoreado constantemente para evitar la maduración de la fruta, la cual según Yahia (1995) debe estar por debajo de las 3 ppm.

Generalmente, las instalaciones de atmósfera controlada requieren techos, pisos y paredes impermeables revestidos con materiales que mantengan las condiciones anteriores. Y sistema de control de concentración de gas continuo y sistema de control de presión interna para evitar daños en el equipo debido a sobre o bajo presión. Además, para aumentar la eficiencia de la tecnología, se requiere un sistema de enfriamiento para mantener la temperatura cercana a 0°C (dependiendo de la fruta). Para aplicaciones electrónicas, la atmósfera se modifica principalmente de acuerdo con el nivel de oxígeno y, en algunos casos, se utiliza el tratamiento térmico para mejorar la eficiencia de la tecnología.

El objetivo principal de este campo es desarrollar un método de control encaminado a reducir las complicaciones provocadas por la presencia de oxígeno, que afectan al normal desarrollo del proceso objeto de estudio.

2.2. Comparación con otros métodos de almacenamiento

A medida que avanza la tecnología de atmósfera controlada en el campo de la conservación de alimentos, se están implementando varios enfoques a nivel industrial para aumentar la eficiencia en el campo. Según Barreiro y Sandoval (2006), las ventajas de los métodos de atmósfera controlada incluyen el retraso en la maduración y la senescencia, la reducción de la sensibilidad al etileno, la reducción del daño por frío y el control de algunos microorganismos fitopatógenos debido a la reducción de O₂. Sin embargo, una de las desventajas es el olor y sabor desagradable producido por los alcoholes y aldehídos producidos por el metabolismo anaeróbico y las alteraciones fisiológicas como la oscuridad.

Estos últimos inconvenientes no están presentes en las técnicas tradicionales de almacenamiento como la bajada de la temperatura, pero en este caso el frío daña el producto y su textura debido a la congelación de las moléculas de agua. Usando esta técnica, si la planta no está completamente sellada, las plagas pueden propagarse. Las modificaciones u optimizaciones de almacenamiento a temperaturas más bajas dan como resultado atmósferas controladas con precisión que funcionan a temperaturas cercanas a los 0 °C, pero la concentración reducida de O₂ ayuda a mitigar los efectos negativos de las tecnologías tradicionales de almacenamiento a bajas temperaturas. lo que lo hace más eficiente.

En el caso del envasado en atmósfera modificada, el alimento se expone igualmente a una atmósfera distinta del ambiente interior del envase, cada fruta o un determinado número de frutas se mantienen dentro del envase; un material especial (polietileno) para este fin, cuyo espesor asegura la penetración del oxígeno y la emisión de CO₂ y vapor de agua, hasta que la concentración de gas en el bulto ralentiza la respiración. Alimento

Alternativamente, también se puede eliminar el aire del paquete introduciendo un gas inerte como el nitrógeno, que reduce la concentración inicial de oxígeno y, por lo tanto, la tasa de respiración de los alimentos. De esta forma, debido a la pérdida de oxígeno, se reduce la reproducción de microorganismos y se aumenta la vida útil del fruto. Sin embargo, el control de esta atmósfera sólo se realiza al inicio del almacenamiento, lo que puede resultar desventajoso por las acciones indeseables que se pueden producir posteriormente. Además, por su modo de aplicación, el coste de la atmósfera controlada es bajo y adecuado para pequeñas cantidades de alimentos.

Las posibles desventajas están relacionadas con el daño causado por las reacciones anaeróbicas (Barreiro y Sandoval, 2006). Andrade et al. (2012) reportaron el efecto negativo de la atmósfera modificada en el almacenamiento de piezas dañadas debido a la respiración anaeróbica del producto, lo que conduce a la acumulación de etanol y acetaldehído, lo que puede provocar olores desagradables en algunos tratamientos.

También se observó pardeamiento por oxidación enzimática en el alimento, el cual no pudo ser controlado en las condiciones estudiadas. En ocasiones este método también se utiliza para el almacenamiento en frío, por ejemplo, al estudiar los efectos del envasado y corte en los cambios fisicoquímicos y sensoriales de las zanahorias, el envasado al vacío proporcionó la conservación más adecuada para las hortalizas estudiadas (Dussán-Sarria et al. 2015).

2.3. Condiciones de almacenamiento en atmosfera controlada

Tabla 7.

Condiciones de almacenamiento en atmosferas controladas de algunos productos.

Alimento	Temperatura (°C)	Oxígeno (%)	CO2 (%)
Aceituna	8-12	2-5	5-10
Aguacate	5-13	2-5	5-10
Albaricoque	0-5	2-3	2-3
Banana Cavendish Madura	15	2	6-8
Banana Cavendish/Enana/Gran enana verde	15	2	6-8
Banana Gros Michel	12	5	5
Banana Latundan Madura	15	2	6-8
Banana Lacatan Verde	15	2	6-8

Fuente: Barreiro y Sandoval 2006

Tabla 7. (Continuación)

Condiciones de almacenamiento en atmosferas controladas de algunos productos.

Alimento	Temperatura (°C)	Oxígeno (%)	CO2 (%)
Banana Latundan Verde	15	2	6-8
Banana Poovan Verde	15	2	6-8
Cereza	0-5	0-5	10-12

Ciruela	0-5	1-2	0-5
Durazno, Melocotón	0-5	1-2	5
Fresa	0-5	10	15-20
Higo	0-5	5	15
Kaki, Caqui	0-5	3-5	1-8
Kiwi	0-5	2	5
Lechuga	0,5-1	2-5	<2
Lima	10-15	5	0-10
Limón Verde	10-15	5	0-5
Mango	8-15	5-10	5-6
Manzana	0-5	2-3	1-2
Melón Cantaloupe	5-10	3-5	10-15
Melón Honeydew Honey ball	10-12	3-5	0
Naranja Dulce	1-10	10-15	0-7
Papaya, Lechosa	10-15	10-15	0-7
Pera	0-5	2-3	0-1
Pimiento dulce/ ají/ Paprika	8-12	3-5	0-10
Piña Verde	10-15	5	10
Tomate Maduro Pintón	8-12	3-5	0
Tomate Verde	12-20	3-5	0
Toronja	10-15	3-10	5-10

Fuente: Barreiro y Sandoval 2006

2.4. Condiciones técnicas de almacenamiento de aguacate (*Persea americana*) variedad Hass en atmósferas controladas

La maduración del aguacate está asociada con una mayor tasa de respiración, lo que promueve la producción interna o el uso externo de etileno. Para minimizar la respiración, la fruta debe enfriarse dentro de las 6 horas posteriores a la recolección (Bennett 1987), y si esto no es posible, se recomienda mantenerla por debajo de los 25°C.

El aguacate es una fruta susceptible al daño por frío (DF) cuando se expone a bajas temperaturas durante mucho tiempo. Los principales síntomas de la DF son manchas marrones en la corteza y una decoloración de color marrón claro a oscuro en el mesocarpio, que está relacionado con la polifenol oxidasa (PPO). Por lo tanto, se recomienda almacenar en refrigerador a 7°C por un máximo de 30 a 40 días, ya que los niveles de PPO aumentan con el almacenamiento prolongado. El pardeamiento interno es el factor limitante que limita la vida útil de los aguacates Hass a más de dos semanas a 7°C. Las variedades Fuertes, Hass y Nabal se caracterizan por su resistencia a la conservación en frío. A 4°C estos cultivares pueden almacenarse durante 2 o 4 semanas (Kadan, 1995).

En un estudio de Hopkirt (1998), se observó que la variedad de aguacate Hass maduraba a 20°C cuando se almacenaba previamente en atmósfera controlada a una temperatura más alta o más baja. Como se describe a continuación, se concluyó que la mejor calidad se obtuvo almacenando la fruta en atmósfera controlada a 6°C.

Las regiones productoras de aguacate del mundo están alejadas de las áreas comerciales, por lo que es importante retrasar la maduración entre la cosecha y la llegada del producto al punto de consumo. Es necesario desarrollar técnicas de almacenamiento adecuadas para retrasar la maduración y mantener una calidad óptima. Entre ellos destaca el almacenamiento en cámaras de atmósfera controlada.

El CO₂ alto y el O₂ atmosférico bajo retrasan la maduración (ablandamiento y decoloración del exocarpio) y reducen los síntomas de FD durante el almacenamiento. Las concentraciones adecuadas para los aguacates oscilan entre el 5 % y el 8 % de CO₂ y entre el 3 % y el 5 % de O₂. Las frutas continúan madurando normalmente cuando se almacenan en un ambiente controlado.

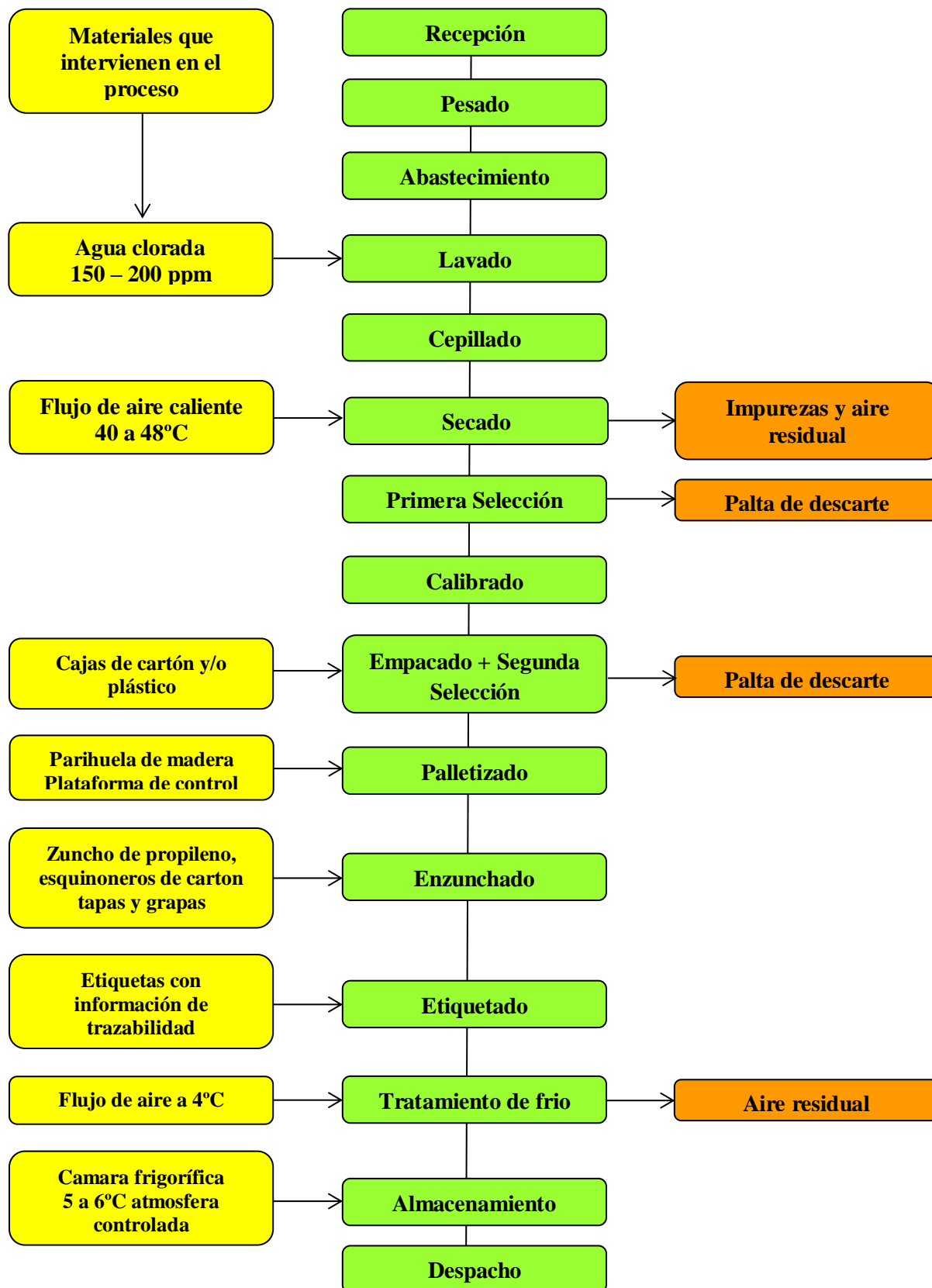
En la variedad Hass, una cámara de atmósfera controlada reduce el deterioro de la fruta y el daño por enfriamiento, y extiende el tiempo posterior a la cosecha al reducir la pérdida de peso y el ablandamiento de la pulpa. Los niveles de O₂ recomendados para esta raza son 4% y 5% de CO₂. Almacenado a 7°C durante cinco semanas con una concentración de N₂ del 90% (Hopkirt, 1998). Es importante señalar que niveles de CO₂ superiores al 5% aumentan el color de la pulpa y la presencia de una baja concentración de etileno (1 ppm) en la atmósfera contrarresta el efecto de una atmósfera controlada.

También se debe tener en cuenta la humedad relativa en la cámara, que debe ser del 92%, porque es importante conocer la proporción de vapor de H₂O en la atmósfera, la presión de vapor en el aire y la presión de H₂O. Los frutos tendrán una diferencia conocida como presión de vapor insuficiente. (DPV), que determina la intensidad de transpiración del producto. El DPV en la cámara de atmósfera controlada debe ser mínimo para que la fruta no se seque.

CAPÍTULO III

PRODUCCIÓN DE PALTA PARA EXPORTACIÓN

3.1. Diagrama de flujo cualitativo



3.2. Descripción del proceso

3.2.1. Recepción y pesado.

Las paltas o aguacates llegan a recepción en cajas plásticas plegables y se colocan en un pallet de PVC de alta densidad (40 cajas por pallet) para su respectivo pesado, se identifica con un código alfa numérico por cada proveedor y lote, los encargados del control de calidad realizan el muestreo correspondiente obteniendo muestra para verificar el calibre y porcentaje del producto.



Figura4 Cajas en Pallet de PVC

3.2.2. Abastecimiento.

Las paltas son abastecidas a la faja transportadora que alimenta la sala de lavado, dependiendo del diseño y tecnología las empacadoras pueden realizar un abastecimiento manual (un operario vacía las cajas al transportador) y los bins agrícolas (contenedores de 1m³) son alimentados por montacargas a la máquina de volcado automático (abastecimiento automático).



Figura 5. Máquina de volcado

3.2.3. Lavado.

Esta operación se realiza con agua y una solución de hipoclorito de sodio en un concentración de 150 a 200 ppm; la solución formada en todo momento debe tener un cloro residual de 15 a 20 ppm, para prevenir el desarrollo de microorganismos patógenos es importante medir la concentración del cloro residual cada 100 Kg de paltas



Figura 6. Lavado

3.2.4. Cepillado.

En esta operación la palta es colocada en un transportador pasando por un tándem (varios cepillos) de cepillos suaves que retiran polvo y le otorga un brillo característico a la palta mejorando grandemente su apariencia.

3.2.5. Secado.

En esta operación la palta colocada en una faja transportadora ingresa a un túnel de secado continuo a temperatura de 40 a 48°C y humedad relativa de 60 a 65%, el tiempo de secado varia de 12 a 15 segundos, en esta operación se obtiene el secado final de la parte exterior de la palta, obteniendo un brillo natural.

3.2.6. Primera Selección.

En esta operación se retiran de la línea de proceso las paltas con defectos mayores y las que no reúnen los requisitos fijados por protocolo de empaclado (se eliminan paltas deformes, daños mecánicos, quemadura solar sin pedúnculo, etc.) cabe mencionar que esta operación varía en función del destino de la palta, es decir si el mercado de destino final es europeo, chileno, centro América, norte América o asiático.



Figura 7. Primera Selección



Figura 8. Daño Lenticelar

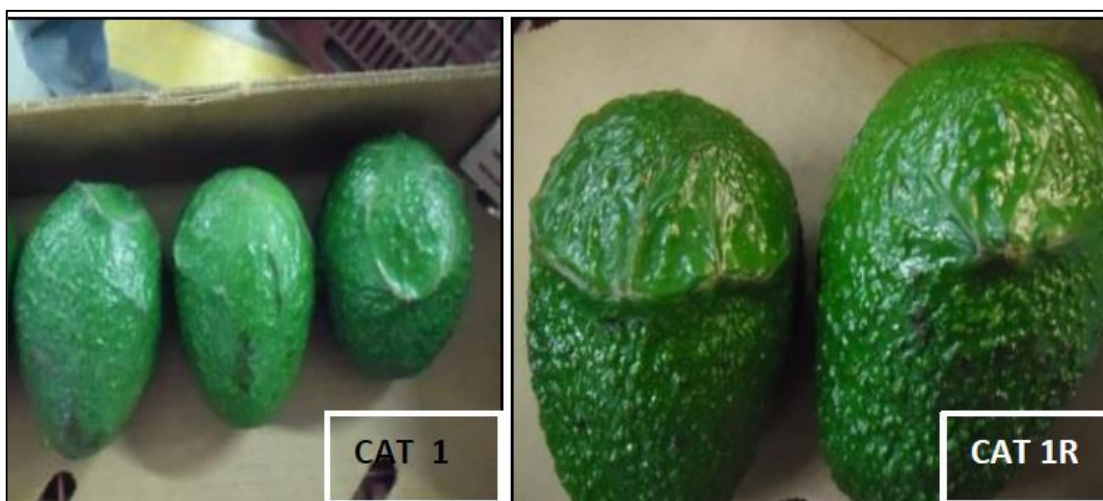


Figura 9. Daño por trips



Figura 10. Russet



Figura 11. Daño por bicho de cesto



Figura 12 Presencia de plagas

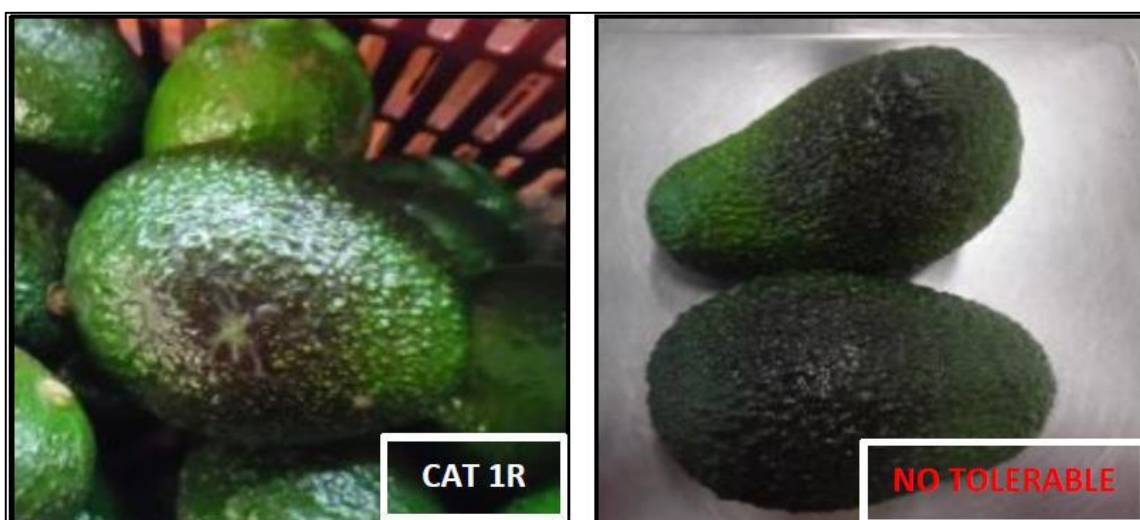


Figura 13 Frutos virados (quiebre de color)



Figura 14 Fumagina



Figura 15 Fruta deforme (quilla)



Figura 16 Fruta deforme (quilla)

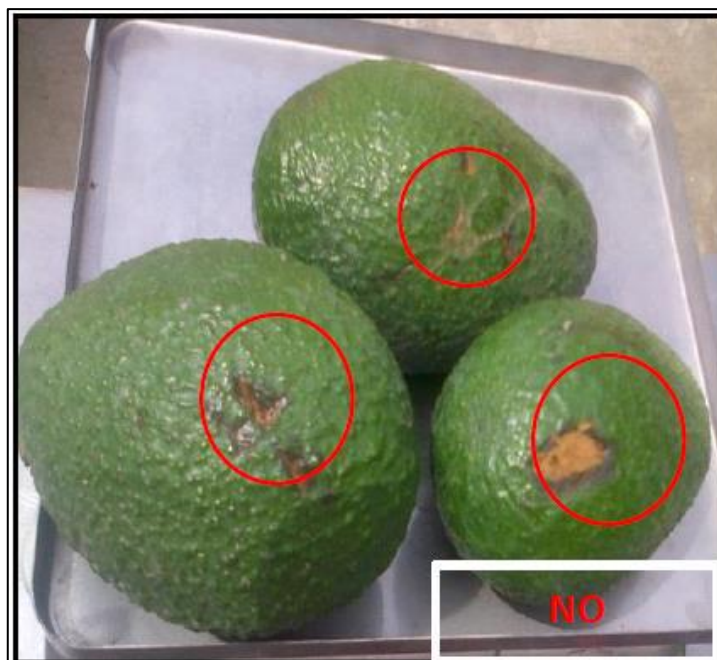


Figura 17 Daño mecánico

3.2.7. Calibrado.

Esta operación es realizada en forma automática utilizando maquinarias en la cual la palta es calibrada utilizando el criterio de peso para facilitar el empaclado.



Figura 18 Calibrado

3.2.8. Empacado y segunda selección.

Este proceso consiste en acomodar la palta de acuerdo al calibre en empaques de cartón o empaques plásticos, en esta operación también se lleva a cabo simultáneamente la segunda selección, esta nueva selección tiene como fin corregir errores de la primera selección, normalmente en la primera selección por la velocidad del transportador los operarios desarrollan filtros de hasta el 90% de las paltas en proceso y el 10% es retirado en la segunda selección.



Figura 19 Empacado y segunda selección



Figura 20 Cajas de cartón de 15,7 Kg y 16,8 Kg

Cajas Material PET de 10.0 Kg.

El PET es una materia prima plástica del petróleo cuya fórmula molecular corresponde al poliéster aromático.

Su nombre técnico es tereftalato de polietileno o polietileno tereftalato, y es un plástico termoplástico por lo que se puede reciclar.

- Dimensiones: 50.0 x 30.0 x 14.1 cm.
- Capacidad: 10.0 Kg.
- Palletizado: 120 cajas/pallet.
- Calibres: 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32
- Destino: Costa Rica, Chile.

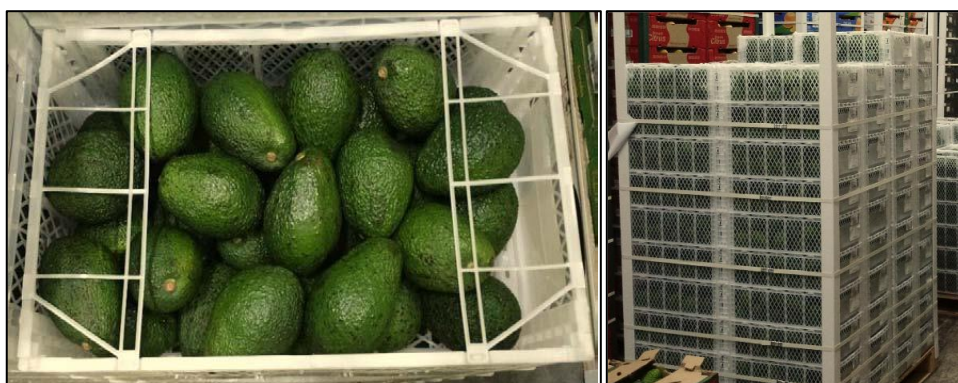


Figura21 Cajas Pet de 10.0 Kg.



Figura 22 Cajas de cartón de 10.0 Kg

Cajas de cartón de 11.2 Kg

- Dimensiones: 44,0 x 34,0 x 19,0 cm.
- Volumen: 11,2 kg.
- Paletizado: 88 cajas/palet.
- Calibres: 32, 36, 40, 48, 50, 60, 70, 84
- Destino: usa.



Figura 23 Cajas de cartón de 11.2 Kg.

3.2.8.1. *Empaque*

En el caso de la salida de aguacate, se utiliza una construcción rígida de doble pared, que consta de tres elementos planos (liners) pegados a dos elementos de onda dispersiva (ondas).

Estos palets están fabricados con materiales muy resistentes a la humedad y a las bajas temperaturas, especialmente las cajas deben estar cubiertas con una membrana impermeable para proteger el cartón de la humedad. Las cajas se recogen en la misma planta de embalaje, ya que el contrato de compra con el proveedor estipula que el material se envía al mismo lugar de embalaje.

Cajas de cartón de 4.0 Kg.

- Dimensiones: 36.5 x 28.5 x 10 cm.
- Capacidad: 4.0 Kilogramos.
- Palletizados: 264 cajas/pallet.
- Calibre: 10 – 12- 14- 16- 18- 20- 22- 24
- Destino: Europa.



Figura 24 Cajas de cartón de 4.0 Kg

Cajas de cartón de 10.0 Kg

- Dimensiones: 44.0 x 30.0 x 17.5 cm.
- Capacidades: 10.0 Kg.
- Palletizados: 112 cajas/pallet.
- Calibre: 10- 12- 14- 16- 18- 20- 22- 24- 26- 28- 30- 32
- Destino: Europa, Chile, Centro América.

3.2.8.2. Esquineros de Cartón

Fabricados mediante la unión de múltiples capas de papel con adhesivos especiales, son altamente resistentes al impacto, presión y torsión según el producto a envasar, protegiendo, estabilizando e integrando el producto terminado en el palet. Es un accesorio esencial del embalaje y se utiliza para aumentar la resistencia a la carga.



Figura25 Esquineros de cartón.

3.2.8.3. Zunchos y Grapas Metálicas

Los zunchos plásticos polipropileno (PP) o poliéster (PET), es un material muy importante sujetar las cajas en los palés.



Figura 26 Zunchos y Grapas Metálicas 40

3.2.8.4. *Parihuelas de Madera*

Para temas de exportación, las camillas deben estar certificadas y aprobadas por el Servicio de Sanidad Agropecuaria de Noruega (SENASA).

Los palets deben ser procesados de acuerdo con la norma internacional NIMF N° 15, que regula los embalajes de madera de exportación.



Figura 27 Pallets de Madera.

Dependiendo de la caja, las dimensiones de la camilla difieren (100 x 120 cm; 111 x 114 cm; 102 x 122 cm; 90 x 120 cm).

3.2.8.5. *Etiquetas*

Los palés suelen identificarse mediante grandes etiquetas autoadhesivas con información clara separada por los campos correspondientes.



Figura 28 Etiquetas Adhesivas y maquina etiquetadora. 41

3.2.8.6. *PLU (Etiqueta individual en productos)*




La etiqueta PLU debe llevar escrito un número en la etiqueta (normalmente un número de cuatro o cinco dígitos precedido de un 9 si se trata de un producto ecológico). Generalmente, las variedades de aguacate Hass tienen números de PLU: 4046, 4225 y 4770 según el tamaño de la fruta. Los aguacates Hass orgánicos tienen números de PLU 94046, 94225 y 94770. Las

etiquetas de lista de precios autoadhesivas de PLU también pueden incluir información sobre el país de origen, como Perú, California, México, Chile, República Dominicana o Nueva Zelanda, y algunos transportistas incluyen nombres comerciales o de empresas.

Una etiqueta tan pequeña contiene mucha información y originalmente estaba destinada a proporcionar los datos necesarios a los empleados de la tienda durante el pago.

Tabla 8.

Relación calibre y numero de PLU

Calibre	PLU	Etiqueta
32	4770	
36	4770	
40	4225	
48	4225	
50	4225	
60	4046	
70	4046	
84	4046	

Fuente: Agropecuaria las Lomas de Chilca S.A. 2014

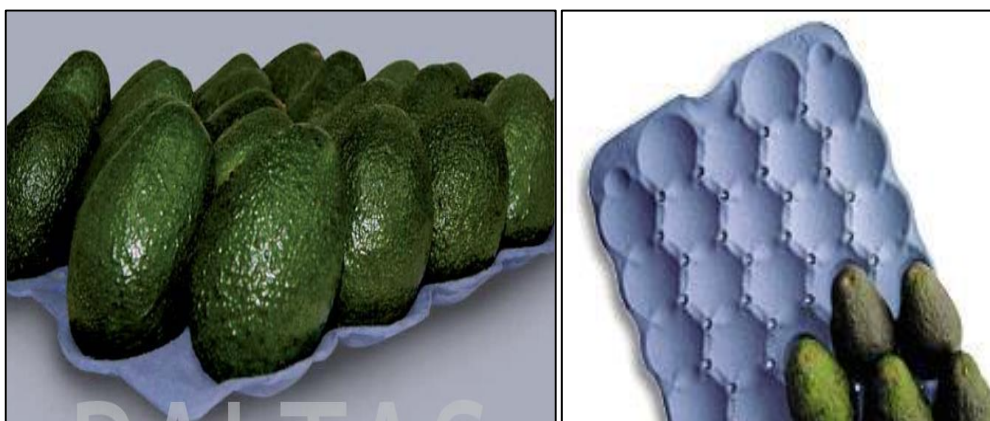
3.2.8.7. Bandejas Alveolares

Están hechos de pulpa moldeada (papel) hecha de materiales biodegradables y no peligrosos y se utilizan para empacar, transportar y exhibir aguacates para exportación. Tiene perforaciones en los puentes que conectan los alvéolos. Esto, junto con la porosidad del material, proporciona suficiente ventilación para el gas etileno, lo que evita la maduración prematura de la fruta.

Tabla 9.**Relación de calibres y alveolos**

Para cajas de 11.2 Kg. en la cual se usan 2 bandejas/caja		
Calibre	Calibre de Bandeja	N° Alveolos /Bandeja
32	16	16
36	18	18
40	20	20
48	48	48
50	50	50
60	30	30
70	35	35

Fuente: (CHIMOLSA, 2015: http://www.chimolsa.cl/pdf/calibraje_palpack.pdf)

**Figura 29 Bandejas Alveolares.****3.2.9. Palletizado.**

Las cajas empacadas ingresan al área de paletización, donde se almacenan en paletas que tienen placas o plataformas de amarre colocadas sobre ellas para amarrar de manera segura las paletas a las cajas.

3.2.10. Enzunchado.

Este paso utiliza 5 cuñas de plástico/cartón, 1 funda de cartón, 12 correas horizontales y 3 correas verticales para cajas de 4 kg para asegurar la carga. 5 cantoneras de plástico/cartón, 1 tapa de cartón, 9 flejes horizontales y 3 flejes verticales para cajas de 11,2 kg y/o 10 kg.

3.2.11. Etiquetado.

En esta operación es donde se proceden a etiquetar todas las cajas empacadas en la cual lleva toda la información de trazabilidad, la identificación se realiza con stickers que detallan: fecha de empaque, calibre, variedad, productor, tipo de envase, cantidad de cajas y número de pallet correspondiente.



Figura 30 Palletizado, etiquetado y enzunchado

CONCLUSIONES

La palta Hass se cultiva en el Perú entre los 800 y 2500 msnm, en el 2018 alcanzó una exportación de 170 100 toneladas, la palta tiene niveles elevados de producción entre los meses de abril – agosto lo que le otorga una ventaja en el mercado internacional frente a otros exportadores que en ese periodo tienen nulos niveles de exportación (Chile) y otros ingresan a moderados niveles de exportación (México).

La palta Hass durante el proceso de maduración produce etileno, la proliferación de la concentración de este compuesto en el ambiente, donde se almacena la palta acelera la maduración por tanto el control de la atmósfera del lugar de almacenamiento es importante (almacenamiento en cámara de refrigeración en atmósferas controladas AC) para tal fin es necesario la renovación de aire y controlar los niveles de O₂ ($\pm 2\%$) y concentración de CO₂ (< 15%) controlándose de esta forma la producción de etileno, este proceso se monitorea constantemente en el almacenamiento; las cámaras deben estar diseñadas para asegurar una renovación de aire en el menor tiempo posible y no incrementar la temperatura que debe ser 3°C y humedad relativa de 95%.

Durante el proceso en la empacadora se debe tener especial dedicación en la primera y segunda selección y clasificación, en temporadas las paltas llegan con daños mecánicos, deformaciones, fumaginas, etc. Finalmente la palta debe ser envasada en cajas de cartón de 10 Kg y en bandejas alveolares, evitando daños mecánicos durante el almacenamiento y transporte.

RECOMENDACIONES

1. El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGI) debe apoyar a las pequeñas y medianas empresas así mismo agricultores independientes ubicados entre los 800 a 2500 msnm en la selección de terreno y condiciones climatológicas para el cultivo de palta Hass, la misma que tiene preferencia y precios estables en los mercados de exportación.
2. Investigar sobre la utilización de la palta de descarte (daños mecánicos) en productos como pate u otros y no desecharlas rápidamente, mayormente los daños mecánicos son superficiales encontrándose el contenido de buena calidad.

Referencias Bibliográficas

- Barreiro, J. y A. Sandoval, Operaciones de Conservación de Alimentos por Bajas Temperaturas, 1a edición, 100-101. Equinoccio, Caracas, Venezuela (2006)
- Bennett, A. Regulation of climacteric respiration in ripening avocado fruit. *Plantphysiol.* 1987.
- Chávez (2010). Tesis recuperado 10 de agosto 2020 de tesis http://agroind.unitru.edu.pe/investigaciones/tesis/efectodelapotenciayeltiempodeesaldado_en_horno_microondas_sobre_actividad_de_la_polifenoloxidasacaracteristicas_fisicoquimicas_y_sensoriales_del_pure_refrigerado_de_palta_var.pdf
- Cornejo, V. (2010) Tesis recuperado 12 de agosto 2020 de tesis <http://tesis.bnet.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/7028/1/deshidratacion.pdf>
- Dussán-Sarria S., C. Garcia-Mogollon y C. Gutiérrez-Guzmán, Cambios Físico-Químicos y Sensoriales Producidos por el Tipo de Corte y Empaque en Zanahoria (*Daucus carota* L.) Mínimamente Procesada, doi: 10.4067/S0718-07642015000300010, *Inf. Tecnol.*, 26(3), 63-70 (2015)
- García, T. y Quintanilla, J. (2003) Análisis del valor agregado: Producción de palta en trozos. Recuperado el 15 de agosto, de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/vol6_n2/analisis.pdf
- Hopkirt, G. Influence of post harvest temperatures and the rate of fruit ripening on internal post harvest rots of New Zealand Hass avocado fruit. 1998.
- Kadan, S. Avocado. Marcel Dekker (Ed). 1995.
- Palpex. (27 de Octubre de 2010). Empaque y embalaje. Recuperado el 09 de Octubre de 2015, de procesos agroindustriales, logística y almacenamiento: <http://palpex.blogspot.pe/2010/10/procesos-agroindustriales-logistica-y.html>
- Papelsa. (2015). ¿Qué es el carton corrugado?. Recuperado el 09 de octubre del 2015, de carton corrugado: <http://www.papelsa.net/#caracteristicas>
- Prohass Peru (2015). Historia de la palta. Recuperado el 30 de setiembre de 2015, de Prohass Peru: <http://prohass.com.pe/historia>
- PROTELPACK. (2015). Filtros de etileno. Recuperado el 11 de octubre del 2015, de protección de carga: <http://www.protec-pak.com/proteccion-de-carga/filtros-de-etileno>

- Servicio Nacional de Sanidad Agraria. (22 de julio del 2011). Protocolos y/o planes de trabajo para exportaciones e importaciones de productos vegetales obtenido de Plan de trabajo para la exportación de fruta fresca de palta Hass del Peru a USA:**
<http://senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2014/12/Plan-de-trabajo-exportacion-de-palta-a-EEUU-2011.pdf>
- Risco, M. (2007) SOLID PERU. Recuperado el 14 de Agosto 2020, de SOLID PERU:**
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/vol6_n2/pdf/analisis.pdf
- Romero, F. (2015) Manejo post cosecha de palta Hass (*Persea americana*) para exportación, Universidad Nacional del Centro. Huancayo – Perú.**
- Sistema Integrado de Informacion de Comercio Exterior. (2008). Empresas exportadoras de Aguacate. Recuperado el 06 de octubre del 2015, de SIICE:**
<http://www.siicex.gob.pe/siicex/portal5ES.asp?-page-=216.171#anclafecha>
- Yahia E. La Tecnología de las Atmosferas Modificadas y Controladas I Parte. Horticultura Internacional, ISSN: 1132-2950, (7), 37-39, 1995a.**
<https://goo.gl/189snU>. Acceso 13 de enero (2016)