

Application of Coatings Based on Starches and Cloves on Hass Avocado, Ecuador

Aplicación de Recubrimientos a Base de Almidones y Clavo de Olor en Aguacate Hass, Ecuador

Ronald Jiménez^{1*}; Karla Cevallos¹; Jimena Taco¹

ABSTRACT

In Ecuador, due to poor agricultural practices during the post-harvest that cause the deterioration and decrease in the quality of the *Persea Americana* Mill avocado, Hass variety, edible coatings have been developed and applied that are biodegradable and do not alter the quality and safety of the fruit, being a simple conservation alternative, in order to offer an innovative alternative and reduce the deterioration of the fruit in the fresh state, the effect of edible coatings based on starches of: *Manihot esculenta* cassava, *Colocasia esculenta* taro and *Colocasia esculenta* Chinese potato has been investigated. with clove essential oil in concentrations of 0.04% and 0.06%; The avocados were stored for 14 days at 27°C ambient temperature and 79% relative humidity in the city of Santo Domingo-Ecuador. The tests conducted were soluble solids, titratable pH and acidity, weight loss, epidermis color and microbiological control. It was determined that the treatment with the best attributes was the coating based on cassava starch with 0.06% of clove essential oil. The function of edible coatings based on carbohydrates such as starches in fresh avocados is to delay the respiration and production of ethylene gas responsible for ripening; The eugenol present in the essential oil of clove provides an antimicrobial effect on the surface of the avocado, this does not alter its physical-chemical and organoleptic quality, allowing the shelf life to be extended.

Keywords: coating, cloves, avocado, starches, postharvest.

RESUMEN

En Ecuador debido a las malas prácticas agrícolas durante la poscosecha provocan el deterioro y disminución de la calidad del aguacate *Persea americana* Mill, variedad Hass, se ha desarrollado y aplicado recubrimientos comestibles que sean biodegradables y no alteren la calidad e inocuidad de la fruta siendo una alternativa de conservación simple, con el fin de ofrecer una alternativa innovadora y reducir el deterioro de la fruta en estado fresco, se ha investigado el efecto de recubrimientos comestibles a base de almidones de: yuca *Manihot esculenta*, malanga *Colocasia esculenta* y papa china *Colocasia esculenta* con aceite esencial de clavo de olor en concentraciones del 0,04% y 0,06%; los aguacates fueron almacenados durante 14 días a 27°C de temperatura ambiente y 79% de humedad relativa en la ciudad de Santo Domingo-Ecuador. Los ensayos realizados fueron: sólidos solubles, pH y acidez titulable, pérdida de peso, color en epidermis y control microbiológico. Se determinó que el tratamiento con mejores atributos fue el recubrimiento a base de almidón de yuca con 0,06% de aceite esencial de clavo de olor, la función de los recubrimientos comestibles a base de carbohidratos como son los almidones en aguacates frescos es retardar la respiración y producción de gas etileno responsable de la maduración; el eugenol presente en el aceite esencial de clavo de olor brinda un efecto antimicrobiano en la superficie del aguacate, esto no altera la calidad físico-química y organoléptica del mismo, permitiendo alargar la vida útil de anaquel.

Palabras clave: recubrimiento, clavo de olor, aguacate, almidones, poscosecha.

Recibido 13 de noviembre de 2023

Aceptado 09 de mayo de 2024



¹Instituto Superior Tecnológico Tsáchila., Código postal 230109, Santo Domingo, Ecuador, ronjidel_2012@hotmail.com; karlita.cevallos@gmail.com; karitotaco@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) en el año 2020, Ecuador empezó la exportación de aguacate; tenía 8000 hectáreas plantadas de aguacate, lo que represento unas 20,4 mil toneladas métricas de producción de lo cual el 99% era destinado para el mercado nacional y el 1% para exportación. (INEC, 2020)

El cultivo de aguacate se concentra en la Sierra Norte, principalmente en Carchi, Imbabura y Pichincha. Aunque también hay producción en Santa Elena, Los Ríos, Guayas, Tungurahua, Manabí, Esmeraldas, Morona Santiago, Santo Domingo de los Tsáchilas, Azuay, El Oro, Sucumbíos, Chimborazo y Pastaza. (Escobar, 2022)

La principal variedad que se ha producido en gran escala en los últimos cinco años es el aguacate Hass, registrándose en el 2017 cerca de 700 hectáreas. (Briones, 2018) Esta variedad proviene de una mezcla entre el aguacate mexicano y guatemalteco. Su incremento radica en las características nutritivas del fruto y único sabor, además de su resistencia para ser comercializado. (INIAP, 2015)



Figura 1. El aguacate variedad Hass de exportación. (Jiménez¹, 2023)

Durante el 2021, los principales destinos de exportación ecuatoriana de las más de 600 toneladas de aguacate registradas fueron España con el 78,28 %, Colombia con 6,24 % y Hong Kong con una participación de 5,54 %. Estos tres países concentraron el 90,05 % del total de las exportaciones de esta fruta; además estos últimos tres años el promedio de ingresos por las exportaciones de aguacate ecuatoriano asciende a \$ 2,2 millones (Escobar, 2022)

La norma INEN 1755, nos dice que el aguacate Hass es un fruto de forma ovoide, de piel rugosa y textura coriácea, su color característico va desde el verde mate al negro, según su grado de madurez; la masa del fruto varía de 140 g – 400 g; la semilla es pequeña y de forma esférica u ovalada, el

mesocarpio es de color verde amarillento, suave y sin fibra, tipo mantequilla (INEN, 2015).

La calidad del aguacate está definida por el peso de la fruta y su vida en útil por el proceso de postcosecha. Una vez maduro es rápidamente atacado por microorganismo, además factores como la humedad y la temperatura hacen que este comience a degradarse, los principales cambios son los organolépticos, se aprecia con facilidad que el color de la corteza comienza a presentar cambios de tonalidades (Fig. 2) comienza con un color verde oscuro y finaliza con un color negro o marrón oscuro puede incluir presencia de mohos; esto provoca que la vida útil del aguacate sea muy corta, después de ser extraído de la mata. (González, Pérez, & Gelvez, 2017).

El consumidor actual es más exigente en calidad e inocuidad de los productos o alimentos comercializados en el mercado nacional y extranjero, motivando cada día a realizar varios estudios para nuevas formas de conservación, por lo que se generan cambios mínimos en las características fisicoquímicas, nutricionales y organolépticas del alimento y este permite mayor vida de anaquel; por lo tanto, los recubrimientos permiten la incorporación de varios aditivos alimentarios como son agentes antimicrobianos, antioxidantes, sales minerales, entre otros, que logren retardar el pardeamiento enzimático, el crecimiento microbiano, la pérdida de textura, etc. (Gómez, 2017).

Las formulaciones a base de recubrimientos comestibles, a diferencia de las ceras, no necesitan generalmente el uso de reactores de presión, pudiéndose fabricar incluso a escala de laboratorio (Gómez, 2017).

Los recubrimientos comestibles son considerados una tecnología prometedora y respetuosa con el medio ambiente, ya que reduce la utilización del envasado tradicional como films plásticos, además son biopolímeros naturales y biodegradables, es decir, pueden ser obtenidos a partir de recursos naturales o extraídos a partir de los subproductos de las agroindustrias (Elsabee, 2013), también son envases activos al incorporarse en su matriz polimérica aditivos naturales con propiedades antimicrobianas y antioxidantes (Begoña, 2015); además permitirá ralentizar el movimiento de humedad y grasas o transferir gases y solutos, la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, tiene una temperatura ambiental promedio de 27°C y una humedad relativa de 79%; estos factores hacen que el tiempo de vida útil del aguacate sea muy corto por las condiciones ambientales ya mencionadas.

Con este estudio se pretende dar a conocer, el uso de recubrimientos antimicrobianos con los almidones de yuca, papa china y malanga, mediante la adición de aceite esencial clavo de olor en porcentajes de (0,04% y 0,06%) que proporcione al recubrimiento un efecto antimicrobiano, para que el aguacate mantenga su textura, color y olor intacto y una vida útil más larga, evitando la pérdida de peso, reduciendo las pérdidas post cosecha del aguacate de variedad Hass.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el año 2023 en la planta de procesos de la carrera de Tecnología Superior en Procesamiento de Alimentos del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, ubicado en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador; a 625 msnm, temperatura media de 27 °C y humedad relativa de 79%.

La metodología utilizada corresponde a una investigación experimental con enfoque cualitativo, ya que plantea una serie alternativas que tiendan a solucionar el problema detectado mediante la determinación de análisis de las propiedades físicas químicas, sensoriales en los aguacates que se cubrieron con los recubrimientos comestibles antimicrobianos y a su vez fueron comparados con un testigo.

Se consideró 108 aguacates como muestras, los mismos que al iniciar el estudio se encontraban en estado de madurez comercial grado 2 (Fig. 2), mismos que fueron aplicados recubrimientos comestibles con efecto antimicrobiano a base de aceite esencial de clavo de olor a diferentes porcentajes 0,04% (0,8g) y 0,06% (1,2g); con almidones de tubérculos de yuca, papa china y malanga

MADUREZ COMERCIAL DEL AGUACATE				
GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	GRADO 4	GRADO 5
				
DURO	FIRME	MADURO	SOBRE MADURO	PASADO

Figura 2: Escala de color por estado de madurez del aguacate Hass (Jiménez, 2023)

Obtención de los insumos y materias primas

Almidón: se adquirió los tubérculos como yuca en el mercado municipal y la malanga y papa china de las empresas exportadoras de frutas y tubérculos de la ciudad de Santo Domingo, Ecuador; el almidón de cada uno se extrajo mediante la metodología vía húmeda.

Aguacates: se usó 108 aguacates de la variedad Hass con madures comercial grado 2, los mismo que se adquirieron en el mercado municipal de la ciudad de Santo Domingo, Ecuador.

Insumos: se usó aceite esencial de clavo de olor de la marca doTerra con pureza de 99% como agente antimicrobiano, en su ficha técnica indica que se puede ingerir por ser un producto natural; también se usó glicerina con pureza 99.9% como agente plastificante y agua destilada para diluir la mezcla.

Acondicionamiento de los aguacates

Selección: Se seleccionaron 108 aguacates variedad Hass, con madurez comercial grado 2 según la figura 2, los cuales estaban enteros, limpios, frescos, firmes, sanos y libres de daños físicos.

Limpieza y desinfección: los aguacates se sumergieron y se lavaron en una solución de agua potable con hipoclorito de sodio al 1% durante 5 min para desinfección y luego se secaron.

Preparación del recubrimiento.

Se pesaron todos los ingredientes según la tabla 1; luego se mezcló el almidón y el agua para aplicar un tratamiento térmico entre 65 y 70 °C por 15 minutos y se dejó enfriar hasta temperatura ambiente, al final se añadió la glicerina y el aceite esencial calvo de olor. (Ordóñez, 2014)

Tabla 1: Formulación de los tratamientos usados para los recubrimientos comestibles en aguacates

Ingredientes	Cantidad	Tratamiento 1	Cantidad	Tratamiento 2
Aceite esencial de clavo de olor	0,8g	0.04%	1,2g	0.06%
Glicerina	280g	14%	280g	14%
Agua	1199,2g	59,96%	1198,8g	59,94%
Almidones (yuca, malanga y papa china)	520g	26%	520g	26%
TOTAL	2000g	100%	2000g	100%

Aplicación del recubrimiento.

Los aguacates Hass, se recubrieron por inmersión durante 30s, se escurrieron y se dejaron secar a temperatura ambiente, luego se almacenaron en una percha libre de la luz directa del sol, fresco y seco.

Recolección y tratamiento de los datos.

Se realizó ensayos de laboratorio, para determinar las propiedades fisicoquímicas del aguacate como:

Análisis de pH: se utilizó un potenciómetro HANNA (HI98192), previamente calibrado con soluciones buffer recomendados, se obtuvo una muestra de 50g de pulpa de aguacate que previamente se aclimató a 20°C, luego se introdujo el electrodo del potenciómetro directamente en la muestra de aguacate y reportar el valor obtenido, se realizó la lectura por triplicado para evitar error de medición. (Serna & López, 2010).

Acidez titulable: se utilizó 10g. de la pulpa del aguacate disuelto en 40ml de agua destilada, se filtró y se usó una alícuota de 10ml como muestra representativa, se llenó la bureta con hidróxido de sodio (0,1N), se adicionó 2 gotas de fenolftaleína en la muestra, se procedió a la titulación y se tomó la lectura, luego se aplicó la ecuación 1 para obtener el resultado final. (Serna & López, 2010)

$$\% \text{Acidez} = (B * N * K * 100) / W \quad (\text{Ec. 1})$$

Dónde:

B: NaOH consumido en la titulación(ml);

N: Normalidad de NaOH (0,1N);

K: Constante de acidez del ácido predominante de la fruta (aguacate) ácido cítrico (0,70);

W: Peso o volumen de la muestra

Sólidos solubles (°Brix): se determinó por medio de un refractómetro Milwaukee (MA871), de acuerdo con la norma INEN-380. (INEN, 1986)

Color de epidermis: Se siguió el manual de uso de equipo colorímetro modelo WR-10QC, la medición se realizó en tres caras opuestas de cada unidad experimental (aguacate). Los datos fueron leídos directamente en el equipo y expresados en términos de L^* , a^* y b^* la cual es una medida de luminosidad de la muestra y varía entre 0 (negro) y 100 (blanco).

Pérdida de peso: Se registró la pérdida de peso de los tratamientos y sus repeticiones por medio de una balanza analítica Boeco modelo BAS 31 plus, durante el tiempo de evaluación (Barco, 2011). Se utilizó la ecuación 2.

$$\text{Pérdida de peso \%} = \frac{PI - PF}{PI} \times 100 \text{ (Ec. 2)}$$

Dónde:

PI: Peso inicial;

PF: Peso final. Los resultados se expresaron en porcentajes

Control microbiológico: se realizó un control microbiológico a la epidermis del aguacate los días 1, 7 y 14 del almacenamiento de los mismos, para lo cual se realizó un hisopado de las epidermis de los aguacates para recolectar la muestra, para el análisis microbiológico de aerobios mesófilos se usó la metodología AOAC 990.12 (3M, 2017); para el análisis mohos y levaduras se usó la metodología AOAC 997.02 (3M, 2017) una vez culminado el periodo de incubación, se realizó el conteo y cálculo de UFC de cada placa.

Diseño experimental: se aplicó un diseño multi-factor categórico, seis tratamientos y 3 repeticiones obteniendo un total de 18 corridas experimentales. Los resultados de los tratamientos se analizarán mediante un programa estadístico STATGRAPHICS Centurión XVI.I, mediante el análisis de varianza y para la comparación de las medias se usó pruebas de múltiples rangos, con un nivel de significancia del 0,05.

Tabla 2. Interacciones de factores

Factor a Concentra- ción de clavo de olor	Factor b Tipo de almi- dón	Repeticiones	Tratamientos
C1	Y1	R1	C1Y1R1
C1	Y1	R2	C1Y1R2
C1	Y1	R3	C1Y1R3
C2	Y1	R1	C2Y1R1
C2	Y1	R2	C2Y1R2
C2	Y1	R3	C2Y1R3
C1	M1	R1	M1Y1R1
C1	M1	R2	M1Y1R2
C1	M1	R3	M1Y1R3
C2	M1	R1	M1Y1R1
C2	M1	R2	M1Y1R2
C2	M1	R3	M1Y1R3

C1	P1	R1	P1Y1R1
C1	P1	R2	P1Y1R2
C1	P1	R3	P1Y1R3
C2	P2	R1	P2Y1R1
C2	P2	R2	P2Y1R2
C2	P2	R3	P2Y1R3

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pH presentó un comportamiento de aumento de acuerdo con la Fig. 3; en los tres tipos de almidón usados; se puede observar con mayor significancia en el tratamiento con almidón de malanga (B) de 5,85 a 7,03 unidades de pH, esto se debe, a que el recubrimiento cubre los poros del aguacate y esto provoca una reducción en la tasa de respiración y por ende comienza a aumentar el pH

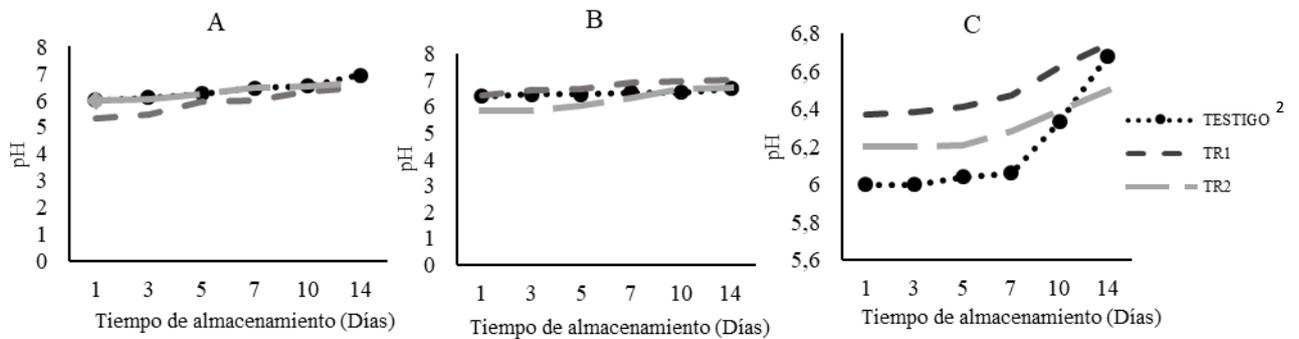


Figura 3: Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca (A), malanga (B) y papa china (C) con aceite esencial de clavo de olor en el pH en aguacates Hass.

Coincidiendo con Márquez, 2016 menciona: “El comportamiento del pH se asocia con el contenido de ácidos orgánicos presentes en el aguacate, ya que en el periodo de maduración tiende a disminuir, debido a que se consumen en los diferentes ciclos metabólicos y además, muchos actúan como precursores de sustancias volátiles en la maduración.” (Márquez, Yepes, Sánchez, & Osorio, 2016). Es decir que existe una relación inversa entre el contenido de ácidos orgánicos y el pH

El análisis de varianza (ANOVA), determinó que existe una significancia estadística para el factor B (tipo de almidón), el cual es menor que 0.05, es decir tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el pH.

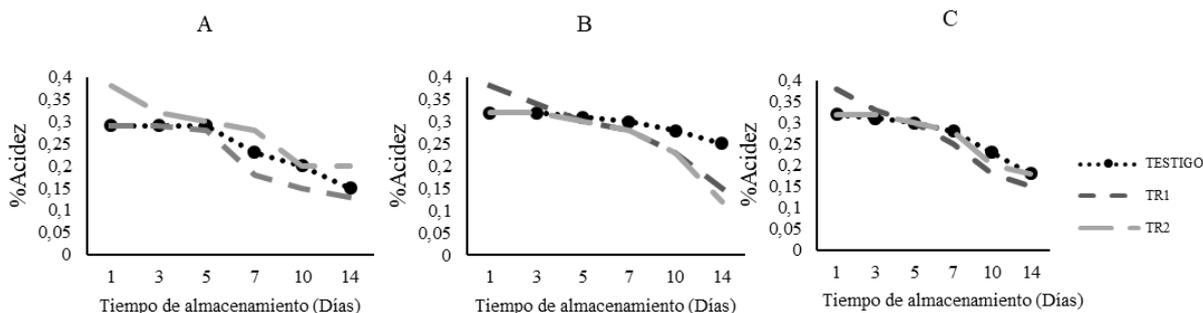


Figura 4: Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca (A), malanga (B) y papa china (C) con aceite esencial de clavo de olor en el porcentaje de acidez en aguacates Hass.

Entre los días 5 a 14 de almacenamiento se evidenció un descenso en la acidez, tal como se visualiza en la Fig. 4; disminuyendo de 0,4% a 0,15% para el tratamiento con almidón de yuca (A); de 0,38% a 0,14% para el tratamiento con almidón de malanga (B) y de 0,4% a 0,18% con almidón de papa china (C) expresada como ácido cítrico. Este descenso de acidez titulable no produce variaciones estadísticamente significativas con un 95% de confianza. La acidez titulable es un parámetro de calidad que tiende a disminuir, tuvo valores de 19,47% a 9,24%; los tratamientos sometidos a almacenamiento se comportaron de forma estable o sin diferencias significativas durante el almacenamiento y la maduración de los frutos, comportamiento observado por (Astudillo & Rodríguez, 2018).

Esta disminución es atribuida al consumo de los ácidos orgánicos en los diferentes ciclos metabólicos del fruto, entre ellos el ácido tartárico, que predomina en el aguacate; además, los ácidos y los carbohidratos son utilizados para proporcionar la energía que el fruto requiere durante el proceso de maduración. (Caparrotta, 2015). Por lo tanto, podemos decir que el aplicar un recubrimiento comestible con efecto antimicrobiano en aguacates, no producen cambios significativos en el parámetro de acidez por lo tanto no alteran su composición nutricional.

El contenido de sólidos solubles o °Brix, de acuerdo con lo que se muestra en la Fig. 5 tienden a aumentar al pasar el tiempo de postcosecha, esto se debe principalmente al grado de madurez usado para el estudio fue de 2 y finalizó en un grado 5, (Fig. 2).

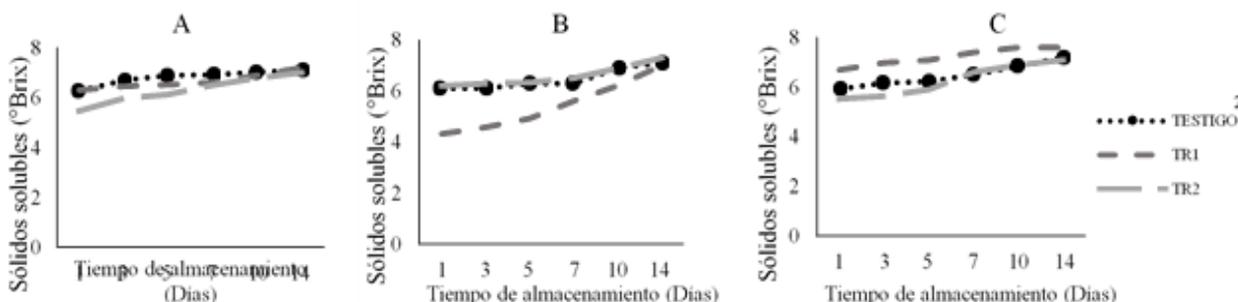


Figura 5: Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca (A), malanga (B) y papa china (C) con aceite esencial de clavo de olor en los sólidos solubles (°Brix) en aguacates Hass.

Se puede decir que las enzimas α y β amilasas presentes en el aguacate y durante el periodo de maduración producen un aumento en la respiración y producción de CO₂ y por ende hidrolizan el

almidón en azúcares más simples como la glucosa y fructosa, lo que se traduce en un aumento de sólidos solubles donde alcanza valores de 5,0 y 7,0°Brix. Los sólidos solubles (°Brix) en aguacates Hass tienen un incremento significativo 5,07 a 7,26 según lo observado por (Astudillo & Rodriguez, 2018). El incremento de los °Brix está relacionado con la conversión de polisacáridos y ácidos orgánicos en azúcares o ácidos de cadena corta, según lo explica en su estudio (Caparrotta, 2015)

El ANOVA, determinó que existe una significancia estadística para el factor AxB (tipo de almidón y concentración de aceite esencial), el cual es menor que 0,05; es decir tiene un efecto estadísticamente significativo sobre los sólidos solubles (°Brix) con un 95% de nivel de confianza. La prueba de comparación múltiple, mediante el método LSD de Fisher, determinó que ningún factor en específico con sus medias son significativamente diferentes, con un nivel del 95% de confianza.

La pérdida fisiológica de peso de los aguacates, presentaron un comportamiento continuo y ascendente durante el tiempo de almacenamiento como se observa en la Fig. 6, a partir del día 10 se puede notar una ligera estabilidad, los aguacates alcanzaron una pérdida promedio total de 32,33% para los aguacates con recubrimiento a base de almidón de yuca; 27,11% para aguacates con recubrimiento a base de almidón de malanga y 32,17% para aguacates con recubrimiento a base de almidón de papa china, durante 14 días de almacenamiento. Por otra parte en las observaciones de Márquez y colaboradores 2016, menciona que durante toda la etapa de poscosecha, incluyendo el período de sobre maduración y senescencia, los aguacates tuvieron una pérdida total de peso de 23% y 22,4% (Márquez, Yepes, Sánchez, & Osorio, 2016). En cambio, los valores los reportados por Lallum y colaboradores en 2004, quienes hallaron frutos almacenados a 20°C y 95% de humedad relativa, pérdidas fisiológicas de peso de 6,7% en el día 12 de poscosecha. (Lallum, 2004) Estos valores son más bajos a los reportados en este estudio, debido a que las condiciones de almacenamiento son más extremas de 27°C y 79% de HR.

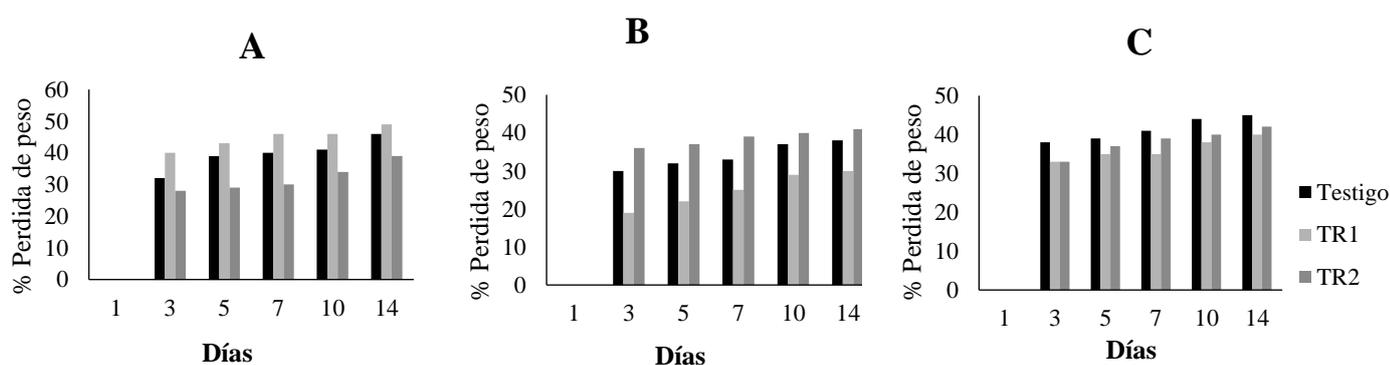


Figura 6: Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca (A), malanga (B) y papa china (C) con aceite esencial de clavo de olor en la pérdida de peso en aguacates Hass.

El ANOVA para pérdida de peso en aguacates con recubrimientos comestibles con efecto antimicrobiano en aguacates no produjo diferencias significativas por la aplicación; por lo tanto, no produce variaciones estadísticamente significativas con un 95% de confianza.

La epidermis o cáscara presenta un cambio de coloración según avance la senescencia de la fruta. La

Fig. 7 presenta los resultados encontrados para los valores de color: L*(luminosidad), C* (Chroma) y °h (Hue), para la epidermis de los frutos de aguacate

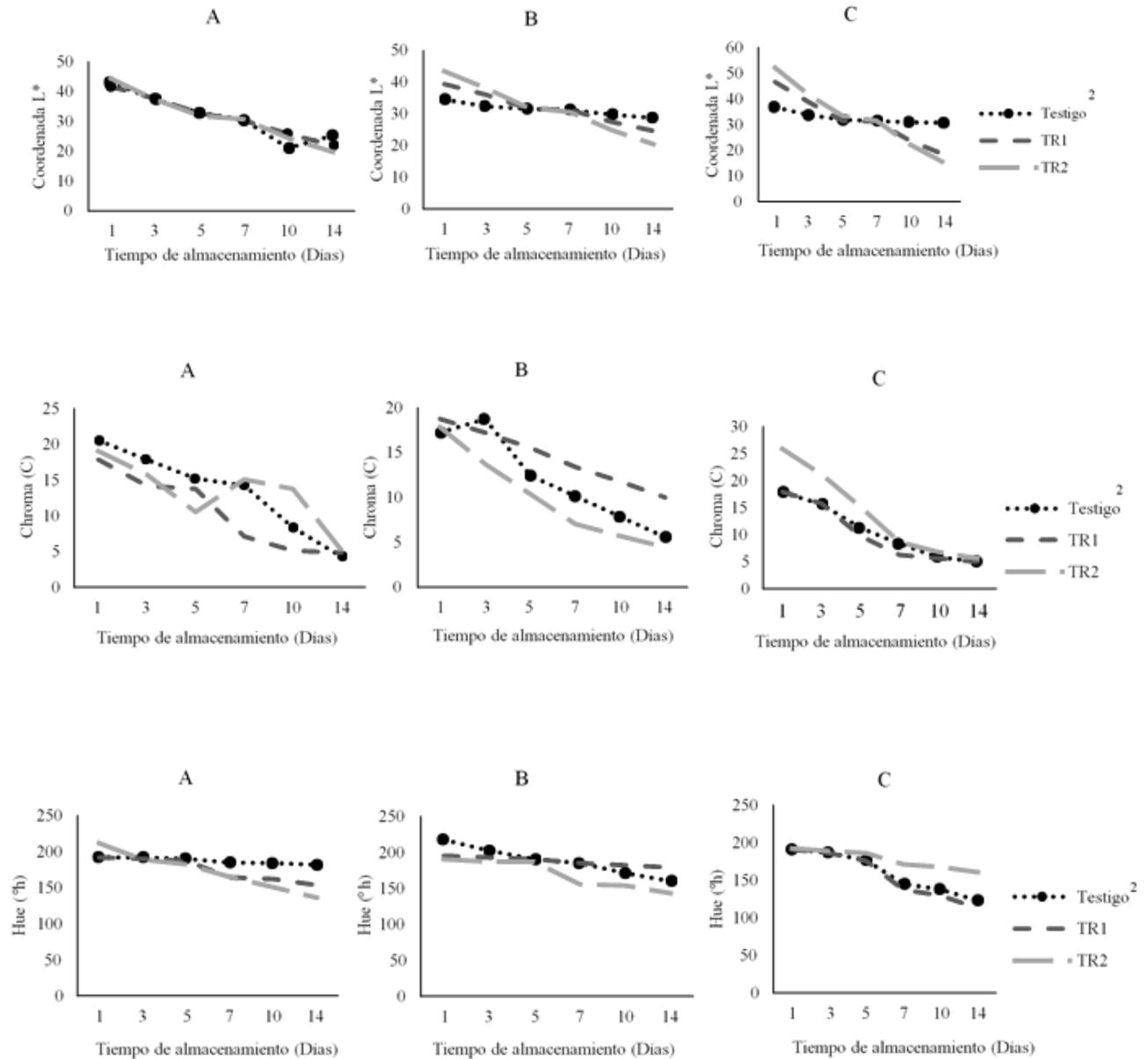


Figura 7: Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca (A), malanga (B) y papa china (C) con aceite esencial de clavo de olor en el cambio de color: Luminosidad (L*), Chroma (C) y Hue (°h) de la epidermis en aguacates Hass.

El cambio de color de la epidermis o cáscara del aguacate se expresa en valores de Luminosidad (L*), Chroma (C) y Hue (°h). Los aguacates se almacenaron por 14 días a una temperatura ambiente de 27°C y una humedad relativa del 79%; el primer y séptimo día de almacenamiento los frutos fueron más verdes y brillosos, lo que concuerda con el grado de madurez 2 según la Fig. 2. Conforme transcurrió el periodo de almacenamiento del octavo al décimo cuarto día, los frutos presentaron una coloración más oscura y con menor brillo, de acuerdo con el grado de madurez 5 (Fig. 2). Se puede observar en la Fig. 7, como los valores de Luminosidad (L*), Chroma (C) y Hue (°h) van decreciendo a medida que pasan los días (Woolf, 2004) señala que el desarrollo de color púrpura oscuro de la cáscara es un

indicador de que el aguacate Hass ha alcanzado la madurez de consumo. Por otro lado, Márquez y colaboradores 2016, observaron que el mesocarpio o cáscara del aguacate presentaron un comportamiento decreciente hasta el día 7 de poscosecha, a partir del cual se encontró un notable aceleramiento en la

pérdida de luminosidad y se hizo más intenso entre los días 10 y 14, período que coincide con la madurez de consumo (Márquez, Yepes, Sánchez, & Osorio, 2016)

Al recubrimiento comestible se le dio un efecto antimicrobiano mediante la adición de aceite esencial de clavo de olor el mismo que tiene Eugenol, esta sustancia inhibe en cierto grado el desarrollo de microorganismos en la cáscara del aguacate durante el almacenamiento.

En la Tabla 3, se describe las unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) para los aerobios mesófilos y (UFC/cm³) para mohos y levaduras; se contabilizaron durante los días 1, 7 y 14 de almacenamiento de los aguacates Hass.

Tabla 3: Recuento microbiológico de las epidermis de los aguacates Hass con recubrimiento comestibles y aceite esencial clavo de olor durante el almacenamiento

Yuca									
	Aerobios mesófilos UFC/g			Mohos UFC/cm ³			Levaduras UFC/cm ³		
	Testigo	TR1	TR2	Testigo	TR1	TR2	Testigo	TR1	TR2
día 1	5	0	0	5	0	0	2	0	0
día 7	5	2	2	5	1	0	4	0	0
día 14	9	5	5	6	2	1	5	1	1
Malanga									
	Aerobios mesófilos UFC/g			Mohos UFC/cm ³			Levaduras UFC/cm ³		
	Testigo	TR1	TR2	Testigo	TR1	TR2	Testigo	TR1	TR2
día 1	5	5	5	6	4	3	6	5	5
día 7	7	6	6	6	5	5	6	5	5
día 14	9	7	7	6	5	5	6	5	5
Papa china									
	Aerobios mesófilos UFC/g			Mohos UFC/cm ³			Levaduras UFC/cm ³		
	Testigo	TR1	TR2	Testigo	TR1	TR2	Testigo	TR1	TR2
día 1	6	5	5	7	5	5	6	5	5
día 7	6	5	5	7	5	5	6	5	5
día 14	6	5	5	7	5	5	6	5	5

TR1: con 0,04% de aceite esencial de clavo de olor

TR2: con 0,06% de aceite esencial de clavo de olor

Aunque el aguacate tiene pocas probabilidades de contaminarse por patógenos, dado que es un fruto suspendido en las ramas, y durante la aplicación de abonos orgánicos o químicos, no está en contacto directo con ellos, ni con el agua de riego. Además, posee una cáscara más gruesa, se debe aplicar las buenas prácticas agrícolas (BPA), estas condiciones implican que no exista desperdicios en el huerto,

evitando así posibles vectores de contaminación microbiológica (Rodríguez, Escobedo, & Lugo, 2017).

4. CONCLUSIONES

Se elaboró los recubrimientos comestibles antimicrobianos en base a almidones de tubérculos (yuca, malanga y papa china) con diferentes porcentajes de aceite esencial de clavo de olor (0,04% y 0,06%); basándose en la formulación propuesta por (Ordoñez Bolaños & col, 2014), se aplicó los recubrimientos a 108 aguacates de variedad Hass, los cuales estuvieron almacenados a temperatura de 27°C y 79% de humedad relativa. Durante los 14 días de evaluación se realizaron análisis fisicoquímicos, siendo los ensayos de: sólidos solubles (°Brix), pH, acidez titulable, color de la epidermis, pérdida de peso y control microbiológico. El tratamiento que presentó mejores características fue el recubrimiento a base de almidón de yuca y aceite esencial clavo de olor al 0,06%, el mismo que presentó una variación significativa con un 95,0% de confianza con respecto a los otros tratamientos, la película protectora que se forma brinda una permeabilidad, y disminuye la senescencia del aguacate, lo cual se puede corroborar con los datos de los ensayos realizados, los aguacates iniciaron con un grado 2 y finalizó el estudio a los días 14 días de almacenamiento con un grado 5 de madurez.

Materiales complementarios: los datos del análisis estadístico y resultados de la investigación como gráficos y tablas se puede descargar en:

https://drive.google.com/drive/folders/1xXJ3qvIZIaE377Jp4_SCEPKJNjNXRleK?usp=drive_link

Contribuciones de los autores: Para el desarrollo de este artículo los autores contribuimos de la siguiente manera: Conceptualización, Ronald Jiménez; metodología, Jimena Taco; software, Karla Cevallos; validación, Carla Cevallos, y Ronald Jiménez.; análisis formal, Carolina Taco.; investigación, Ronald Jiménez; curación de datos, Karla Cevallos.; escritura—preparación del borrador original, Ronald Jiménez.; redacción—revisión y edición, Karla Cevallos y Jimena Taco; Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Financiamiento: "Esta investigación no recibió financiamiento externo"

Declaración de disponibilidad de datos: A la comunidad científica y cualquier persona que esté interesado en revisar la información estamos prestos a proporcionarla para lo cual puede escribirnos al correo ronjidel_2012@hotmail.com

Agradecimientos: Agradecemos al Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila por el apoyo técnico y el uso de los laboratorios para los experimentos realizados.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflicto de interés.

REFERENCIAS

- 3M. (2017). *Placas petrifilm para el recuento de aerobios mesófilos*. Obtenido de Food Safety. 3M Mexico.:<https://multimedia.3m.com/mws/media/1409674O/guia-interpretacion-petrifilm-aerobios.pdf>
- Astudillo, C., & Rodriguez, P. (2018). *Parámetros fisicoquímicos del aguacate Persea americana Mill producido en Antioquia, Colombia para exportación*. Obtenido de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. vol. 19, n.º 2, pp. 383-92.: DOI:10.21930/rcta.vol19_num2_art:694.
- Barco, B. M. (2011). Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca (Monihot esculenta Crantz) modificado sobre la maduración del tomate de mesa bajo condiciones ambientales. *Rev. Lasallista de Investigación*, 96-103. ISSN: 1794-4449.
- Begoña, D. P. (2015). Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de IV y V gama. *Revista Iberoamericana de Tecnología de Poscosecha*, 16(1), 8-17. ISSN: 1665-0204.
- Briones. (2018). Análisis de las exportaciones del aguacate de la zona 5 y 8 del Ecuador hacia los mercados sustentables. *Polo del Conocimiento*, 273-299. DOI: 10.23857/pc.v3i1 Esp.672.
- Caparrotta, S. B. (2015). *Use of volatile organic compounds and physicochemical parameters for monitoring the post-harvest ripening of imported tropical fruits*. *European Food Research and Technology*, 241(1), 91-102. Obtenido de DOI:10.1007/s00217-015-2438-6
- El Productor, P. d. (2020). *Ecuador: Aguacate Hass puede generar más 300 millones de dólares por exportación*. Obtenido de <https://elproductor.com/2020/06/ecuador-aguacate-hass-puede-generar-mas-300-millones-de-dolares-por-exportacion/>
- Elsabee, M. y. (2013). *Chitosan based edible films and coatings*. Obtenido de Materials Science and Engineering, 33, 1819-1841.: DOI: 10.1016/j.msec.2013.01.010
- Escobar, L. (2022). Ecuador exportó más de 600 toneladas de aguacate en 2021. *El Universo*, págs. 11-12.
- Gómez, E. (2017). *Recubrimientos para frutas y hortalizas*. Obtenido de https://www.deccopostharvest.com/website/wp-content/uploads/2017/11/recubrimientos_frutas_hortalizas.pdf
- González, Pérez, & Gelvez. (2017). Incremento en la vida útil post cosecha del aguacate utilizando recubrimientos. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Científica*, 101-110. DOI: <https://doi.org/10.31910/rudca.v20.n1.2017.67>.
- INEC. (2020). *Instituto Nacional de Censos y Estadísticas del Ecuador*. Obtenido de <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZTEyZTEyY2NiZDI0YjIzYi00ZGQ1LTlkNGEtNDE1OGViM2Q1N2VlIiwidCI6ImYxNThhMmU4LWNhZWmtNDQwNi1iMGFiLWY1ZTI1OWJkYTEExMiJ9&pageName=ReportSection>

- INEN. (1986). *Conservas vegetales. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico*. Obtenido de <https://archive.org/details/ec.nte.0380.1986>
- INEN. (2015). *Frutas frescas. Aguacate. Requisitos*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-1755-2.pdf>
- INIAP. (2015). *Evaluación de exportación de aguacate*. Obtenido de http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=728:iniapevalua-distanciasdesiembraenelcultivodeaguacateconbuenosresultados&catid=97&Itemid=208,
- Lallum, N. (2004). *Role of water loss in ripening of 'Hass' avocados*. *New Zealand Avocado Growers Association Annual Research Report*. 4: 70-79. Obtenido de https://www.avocadosource.com/Journals/NZAGA/NZAGA_2004/NZAGA_2004_70.pdf
- Márquez, C., Yepes, D., Sánchez, L., & Osorio, J. (2016). Cambios físico-químicos del aguacate (*Persea americana* Mill) en poscosecha para dos municipios de Antioquia. *Temas Agrarios*, 19(1), 32-47. DOI: <https://doi.org/10.21897/rta.v19i1.723>.
- Ordóñez, D. (2014). Efecto de recubrimiento de almidón de yuca modificado y aceite de tomillo aplicado al pimiento *Capsicum annum*. *SciELO, Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 795-805. ISSN 2007-0934.
- Rodríguez, J., Escobedo, A., & Lugo, Y. (2017). Inocuidad en aguacate. Inocuidad y Trazabilidad en los Alimentos Mexicanos. Jalisco-México: CIATEJ. <http://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1023/634>.
- Serna, L., & López, S. (2010). Actualización del manual del laboratorio de análisis de alimentos del programa de tecnología química de la Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. <https://hdl.handle.net/11059/1824>.
- Woolf, A. (2004). Avocado sp. in USA. The comercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. *Agriculture Handbook Number 66*. Obtenido de : <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/034avocado.pdf>