



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Obtención y caracterización de mezclas liofilizadas de aguacate y zanahoria

Liliam Teresita Manrique Delgado

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental
Bogotá, Colombia
2017

Obtención y caracterización de mezclas liofilizadas de aguacate y zanahoria

Liliam Teresita Manrique Delgado

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ingeniería Química

Director:

Luis Felipe Gutiérrez Álvarez, Ing., MSc., PhD

Línea de Investigación:

Desarrollo de alimentos funcionales y productos nutracéuticos

Grupo de Investigación:

Biomoléculas Alimentarias

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental

Bogotá, Colombia

2017

A mi madre, gracias.

*Lo que puede el sentimiento no lo ha podido el
saber, ni el más claro proceder, ni el más
ancho pensamiento.*

Violeta Parra

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Colombia por abrirme sus puertas para mi formación profesional y personal.

A mi director Luis Felipe Gutiérrez por su orientación, apoyo y paciencia durante el desarrollo de este trabajo de grado.

Al Ing. Jairo Moreno por todo su apoyo durante el desarrollo del presente trabajo de grado.

A todo el personal del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) que siempre estuvo dispuesto a colaborarme.

A mis padres, hermanos y amigos por su comprensión y el tiempo que sacrificaron.

Resumen

Como estrategia para contrarrestar el cambio de color causado por el pardeamiento enzimático del aguacate se realizaron mezclas de pulpa de aguacate con pulpa de zanahoria, bajo el supuesto de que el alto contenido de antioxidantes de la zanahoria tenga un efecto inhibitorio en el proceso de oxidación de la pulpa de aguacate; se prepararon mezclas con 100, 75, 50, 25 y 0% m/m de aguacate con el balance de zanahoria. También se probó el efecto que tiene la adición de ácido cítrico 0,1% m/m a las mezclas y todas las mezclas se sometieron a liofilización, utilizando dos temperaturas en las bandejas de secado 20 y 40°C. Luego de tener las mezclas liofilizadas se almacenaron bajo condiciones controladas constantes: temperatura de 35°C y luz blanca; haciendo un seguimiento periódico del color de las muestras medido mediante un espectrofotómetro. El objetivo fue determinar el efecto que tienen la adición de zanahoria, la adición de ácido cítrico y la temperatura de secado durante la liofilización, sobre el cambio de color causado por el pardeamiento enzimático del aguacate liofilizado; utilizando el cambio del índice de color (IC) durante el tiempo de almacenamiento en función del pardeamiento enzimático.

El IC de las muestras se encuentra en los siguientes intervalos para los ensayos realizados: 100% de aguacate IC= -2,43 – 4,52, 75% de aguacate IC= 1,83 – 8,25, 50% de aguacate IC=3,80 – 7,40, 25% de aguacate IC=5,52 – 9,87 y 0% de aguacate IC=8,57 – 13,97. Los resultados del análisis estadístico muestran que solo la concentración de aguacate tiene una diferencia significativa en el IC y por lo tanto una influencia en el pardeamiento enzimático de la pulpa de aguacate. Los liofilizados con 75% m/m aguacate, sin ácido cítrico y secado a 20°C y 50% aguacate, sin ácido cítrico y secado a 40°C, no tiene un cambio de color significativo durante el almacenamiento y poseen una importante concentración de aguacate; por lo tanto son susceptibles de emplearse como materia prima en otro proceso o para su consumo directo.

Palabras clave: aguacate, zanahoria, liofilización, índice de color, pardeamiento enzimático.

Abstract

As a means of diminishing the color change caused by enzymatic browning of the avocado; mixtures of avocado pulp with carrot pulp were made, based on the assumption that the high antioxidant content of the carrot has an inhibitory effect on the oxidation process of the carrot. Avocado and carrot pulp mixtures were prepared with 100, 75, 50, 25 and 0% w/w respectively. Also, an addition of 0, 1% w/w citric acid was added to all the mixtures to review its effect and all the mixtures were subjected to lyophilization, using two temperatures in the drying trays, 20 and 40 ° C. After having the mixtures lyophilized, they were stored under constant controlled conditions: that is temperature of 35 ° C and white light. At the same time, a periodic monitoring of the color of the samples measured by a spectrophotometer was done. The aim was to determine the effect of the addition of carrot, as well as the addition of citric acid and the drying temperature during lyophilization, on the color change caused by the enzymatic browning of the lyophilized avocado; using the change of color index (CI) during storage time to determine enzymatic browning.

The color index (CI) of the samples is depicted in the following intervals for the tests carried out: 100% avocado IC = -2.43 - 4.52, 75% avocado IC = 1.83 - 8.25, 50% avocado IC = 3.80 - 7.40, 25% avocado IC = 5.52 - 9.87 and 0% avocado IC = 8.57 - 13.97. The results of the statistical analysis show that only the concentration of avocado has a significant difference in the CI and therefore an influence on the enzymatic browning of the avocado pulp. The lyophilized mixtures with 75% w/w avocado, without citric acid and drying at 20 ° C and 50% avocado, without citric acid and drying at 40 ° C, do not have a significant color change during storage and have a significant concentration of avocado; consequently, they can be used as raw material in another process or for direct consumption.

Keywords: avocado, carrot, lyophilization, color index, enzymatic browning.

Contenido

	Pág.
Resumen	V
Abstract	VI
Lista de figuras	IX
Lista de tablas	X
Introducción	1
1. Objetivos	5
1.1 Objetivo general	5
1.2 Objetivos específicos	5
2. Marco teórico	7
2.1 Aguacate.....	7
2.1.1 Composición del aguacate.....	8
2.1.2 Producción y consumo.....	9
2.2 Zanahoria	10
2.2.1 Composición de la zanahoria.....	11
2.2.2 Producción y consumo.....	12
2.3 Oxidación de frutas	12
2.4 Liofilización.....	14
2.5 Medición del color	17
3. Metodología	19
3.1 Procedimiento de elaboración de mezclas de aguacate y zanahoria liofilizadas	19
3.2 Definición de tratamientos	21
3.3 Seguimiento del proceso	22
4. Resultados y análisis	25
4.1 Resultados de ensayos a 20°C	25
4.2 Resultados de ensayos a 40°C	28
4.3 Análisis con respecto a la concentración de aguacate	30
4.4 Análisis con respecto a la concentración de ácido cítrico y la temperatura de secado.....	31
4.5 Análisis con respecto al almacenamiento bajo condiciones controladas	33
5. Conclusiones y recomendaciones	37
5.1 Conclusiones.....	37

5.2	Recomendaciones	38
A.	Anexo: Resultados de colorimetría	39
B.	Anexo: Pruebas estadísticas	57
	Bibliografía	65

Lista de figuras

	Pág.
Figura 2-1. Aguacate <i>Persea americana</i> Mill var. <i>Hass</i>	8
Figura 2-2. Reacción generalizada de la PPO en plantas.	13
Figura 2-3. Espacio de color CIELAB	18
Figura 3-1. Zanahoria y aguacate macerados.	19
Figura 3-2. Mezclas de aguacate y zanahoria antes de congelar.	20
Figura 3-3. Muestra liofilizadas previas a almacenamiento.	20
Figura 3-4. Diagrama de elaboración de liofilizados	21
Figura 4-1. Índice de color para ensayos a 20°C.	27
Figura 4-2. Índice de color para ensayos a 40°C	30
Figura 4-3. Resultados para concentraciones de aguacate.	31
Figura 4-4. Diferencia de color para los tratamientos con diferencias significativas.	35
Figura 4-5. Diferencia de color para los tratamientos sin diferencias significativas.	36

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 2-1. Composición del aguacate <i>Persea americana Mill var. Hass</i>	8
Tabla 2-2. Perfil de ácidos grasos del aguacate Hass.	9
Tabla 2-3. Composición de la zanahoria.....	11
Tabla 3-1. Tratamientos para la elaboración de mezclas liofilizadas.....	22
Tabla 3-2. Convenciones para nombrar los resultados.	22
Tabla 4-1. Índice de color (IC) promedio de las repeticiones a 20°C.....	25
Tabla 4-2. Índice de color (IC) promedio de las repeticiones a 40°C.....	28
Tabla 4-3. Índice de color para tratamientos con diferencias significativas durante el almacenamiento.....	34
Tabla 4-4. Índice de color para tratamientos sin diferencias significativas durante el almacenamiento.....	34
Tabla 5-1. Datos de colorimetría.....	39
Tabla 5-2. Resultados prueba de normalidad para concentraciones de aguacate.	57
Tabla 5-3. Prueba t para porcentajes de aguacate.	57
Tabla 5-4. Resultados prueba de normalidad independiente de la concentración de aguacate.....	58
Tabla 5-5. Resultados prueba de normalidad Shapiro-Wilk para todos los tratamientos.	58
Tabla 5-6. Prueba de Levene para el primer día.....	59
Tabla 5-7. Prueba de Levene para el último día	59
Tabla 5-8. ANOVA primer día independiente de la concentración de aguacate.....	59
Tabla 5-9. ANOVA último día independiente de la concentración de aguacate.....	60
Tabla 5-10. ANOVA para primer día y todas las concentraciones de ácido.	60
Tabla 5-11. ANOVA último día y todas las concentraciones de ácido.....	61
Tabla 5-12. Prueba t para 0% de aguacate.	62
Tabla 5-13. Prueba t para 25% de aguacate.	62
Tabla 5-14. Prueba t para 50% de aguacate.	63
Tabla 5-15. Prueba t para 75% de aguacate.	63
Tabla 5-16. Prueba t para 100% de aguacate.	63

Introducción

El consumo de alimentos no procesados o mínimamente procesados ha ganado importancia en los consumidores debido a la asociación entre una alimentación saludable y el mantenimiento de la salud y el bienestar. Las frutas y verduras se caracterizan por su excelente composición nutricional y un contenido significativo de sustancias antioxidantes, tales como compuestos fenólicos, que van de 30,5 a 10584,7 mg / 100 g en frutas y de 12,4 a 1377, 2 mg / 100 g en hortalizas (Zapata, Piedrahita, & Rojano, 2014).

El aguacate es una fruta de agradable sabor y nutritiva, ya que es rica en ácidos grasos, aminoácidos, vitaminas y antioxidantes. Los principales componentes del aguacate son los ácidos grasos, de los cuales 66-72% son monoinsaturados, 12-22% saturados y 8-11% poliinsaturados (Ortega Tovar, 2003). Debido al alto contenido de ácidos grasos insaturados su consumo es beneficioso, para la construcción de membranas, la producción de hormonas y la regulación de las funciones orgánicas. Colombia es el sexto país a nivel internacional en cultivo de aguacate, además desde el Ministerio de Agricultura y el ICA, se está fomentando el cultivo de esta fruta, con miras a su uso interno y a la exportación.

En paralelo se encuentra la zanahoria, vegetal de la especie *Daucus carota*, procedente de la planta con el mismo nombre, cuya raíz es fusiforme, jugosa y comestible. Tiene un valor nutritivo importante, especialmente por su contenido en vitamina A, complejo B, vitamina C, hierro y magnesio. La característica nutricional más importante de la zanahoria es su contenido de carotenoides (8836 µg/100 g), principalmente alfa y beta caroteno, que son responsables de la pigmentación naranja y tienen la cualidad antioxidante (Mínguez M., Pérez G., & Hornero M., 2006).

Entonces se dispone de dos alimentos con un perfil nutricional muy bueno, apto para preparaciones dulces, saladas o picantes; susceptibles de ser aprovechados para su comercialización directa o elaboración de productos procesados y en sintonía con el contexto nacional.

Sin embargo la conservación de frutas y hortalizas es una necesidad latente debido a que su tiempo de vida útil es reducido, produciéndose pérdidas y desperdicios poscosecha, que en el caso del aguacate pueden ser del 54%. Además la disponibilidad de la mayoría de frutas y hortalizas es en una época específica del año, de acuerdo a las temporadas de recolección. Dentro de los aspectos que inciden en las pérdidas poscosecha se encuentran: no identificación del momento óptimo para la cosecha según el producto; nivel de capacitación en tecnologías poscosecha; manipulación de los productos; disponibilidad y condiciones de transporte; compatibilidad de los productos transportados; temperatura de almacenamiento y transporte; distancia entre los cultivos y los distribuidores o las plantas de beneficio; infraestructura y nivel tecnológico de las plantas de beneficio pobre (FAO, 2015).

La oxidación enzimática es el principal problema durante el procesamiento de la pulpa de aguacate, esto se debe a que al extraer o procesar la pulpa de la fruta se rompen los compartimentos que contienen las enzimas, el sustrato se pone en contacto con el oxígeno y empieza la oxidación de compuestos fenólicos incoloros a o-quinonas que producen pigmentos marrones u oscuros por polimerización o reaccionan con las antocianinas. Se han utilizado diversos tratamientos para mitigar el pardeamiento enzimático, que consisten en la inactivación o inhibición de la polifenol oxidasa, algunos de ellos son: tratamientos térmicos como refrigeración, congelación y secado, pero modifican las características organolépticas y el valor nutricional del producto (Ceballos Peñaloza, 2008) (Uribe Hernández, 2010); la adición de sustancias químicas inhibidoras, pero muchas de estas sustancias están restringidas por la regulación o por el consumidor (Jacobo Velázquez, Castellanos Dohnal, Caballero Mata, & Hernández Brenes, 2013); tecnologías de barrera, que aumentan el tiempo de vida útil pero no logran conservar el 100% de las características (Grajales L., García G., Angulo G., & Monroy R., 1999); y algunas tecnologías emergente como radiaciones ionizantes, microondas y altas presiones hidrostáticas (Chávez Cosavalente, 2010) (Ramos V., Aron M., Martín B., & Soliva F., 2014), pero aún se encuentran en estudios (FAO, 2004) (Bill, Sivakumar, Thompson, & Korsten, 2015) (Pauker, Bernstein, Poelf, & Rosenthal, 1992).

La liofilización es un método de conservación de alimentos que consiste en la eliminación del agua de un alimento por sublimación; primero se congela el producto y luego el agua

se sublima bajo presión reducida. De esta manera se pueden obtener productos con porcentajes de agua iguales o inferiores al 5%, se conservan las características organolépticas en mayor cantidad, se aumenta la vida útil, es adecuado para productos termolábiles y se obtienen productos fácilmente reconstituibles. Esto ha sido probado en alimentos como mango, banano, fresa, piña, durazno, papaya, café, uchuva, zanahoria, champiñones, entre otros; lo cual se respalda con trabajos de investigación y aplicaciones comerciales (Catañeda Saucedo, y otros, 2014) (Marulanda L., 2002) (Arriola G., y otros, 2006) (Ceballos Peñaloza, 2008).

Por lo anterior se van a preparar mezclas de aguacate y zanahoria, debido a que la mezcla tiene potencial sinérgico, ya que la zanahoria aporta antioxidantes que podrían prevenir el pardeamiento enzimático; mientras que el aguacate, al ser rico en lípidos, mejora el proceso de absorción de carotenos en el organismo humano (Mínguez M., Pérez G., & Hornero M., 2006) . Las mezclas de aguacate y zanahoria se liofilizan, puesto que se ha comprobado funciona como conservante y que no se modifican las características nutricionales de los alimentos; esta liofilización se realiza con dos temperaturas diferentes de secado, para comprobar el efecto de esta variable. Asimismo se incluye la variable concentración de ácido cítrico, para verificar la diferencia entre las muestras con y sin ácido. A cada uno de los ensayos se realiza la medición de color empleando un espectrofotómetro que reporta los resultados en coordenadas CIE L*A*B*, con las cuales se calcula el índice de color (IC); luego se someten a almacenamiento acelerado con luz constante y temperatura controlada y se realiza la medición de color periódicamente.

El objetivo es evaluar cómo las condiciones de procesamiento seleccionadas influyen en el color del producto durante su almacenamiento y por ende en el pardeamiento enzimático del aguacate. De esta forma obtener un liofilizado de la mezcla de la pulpa de aguacate y zanahoria; el cual será un producto innovador, con posibilidad para el consumo directo o como materia prima para otros procesos y tendrá un mayor tiempo de vida útil, comparado con el de los alimentos frescos, lo cual permitirá vencer las barreras de distancia y tiempo para su distribución, comercialización y uso.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Obtener mezclas liofilizadas de aguacate y zanahoria; caracterizando el efecto sobre la persistencia del color durante el tiempo de almacenamiento, al modificar la concentración de zanahoria.

1.2 Objetivos específicos

- Definir el proceso de obtención de los liofilizados de aguacate y zanahoria, junto con los tratamientos a evaluar.
- Efectuar el proceso de obtención de liofilizados con diferentes concentraciones de aguacate y zanahoria.
- Estimar el efecto del pardeamiento enzimático en liofilizados de aguacate y zanahoria, en función del cambio de color durante su almacenamiento bajo condiciones controladas.

2. Marco teórico

Las frutas y verduras se caracterizan por su excelente composición nutricional y un contenido significativo de sustancias antioxidantes, tales como compuestos fenólicos, que van de 30,5 a 10584,7 mg / 100 g en frutas y de 12,4 a 1377, 2 mg / 100 g en hortalizas. La ingesta de estos alimentos, ha ganado gran importancia en el mercado debido a sus aportes nutricionales. El aguacate tiene un mercado potencial nacional e internacional, debido a que es un alimento gustoso que se come fresco y en preparaciones o es utilizado como materia prima en industrias como la cosmética. Por su parte, la zanahoria tiene un perfil nutricional interesante y es uno de los alimentos más ricos en antioxidantes.

2.1 Aguacate

El aguacate es una especie arbórea cuyo origen y domesticación se dio entre México y Guatemala; las variedades actuales se han producido por hibridaciones de distintas especies. Una de las especies más utilizadas es la *Persea americana Mill*, la cual se clasifica en tres subespecies: americana, guatemalensis y drymifoliales; éstas se diferencian por el tamaño de la planta, el color del follaje, las condiciones climáticas para su crecimiento, el tamaño y las características del fruto. Es una fruta tropical con creciente aceptación en el mercado global, debido a su contenido nutricional, a las diferentes opciones para su uso directo y procesado y al potencial para la extracción de componentes de utilidad para otras industrias (ICA, 2012).

La variedad de aguacate más comercializada en el mundo es la variedad Hass o *Persea americana Mill* var. *Hass*, que ha logrado este reconocimiento debido a su prolongada estación de cosecha, alto rendimiento en producción, maduración tardía y la excelente calidad nutritiva y sensorial de su fruto. Su cultivo se realiza a temperaturas entre 5 – 19°C y alturas ente los 1800 y 200 msnm (ICA, 2012).

Pertenece a la familia *Lauraceae*, género *Persea*, subgénero *Persea* y especie *Persea americana Mill.* Es una especie perenne, es decir que florece más de un vez, que puede alcanzar los 30 m de altura, el fruto es esférico ovalado, de tamaño entre pequeño y mediano, con corteza gruesa, áspera y quebradiza; la cual presenta un color verde oscuro en el árbol y se va tornando verde púrpura a medida que madura. Su semilla es redondeada y se deja extraer fácilmente; mientras que su mesocarpio o pulpa es cremosa, con excelente sabor, baja en fibra, y su color varía de verde claro a amarillo Figura 2-1 (ICA, 2012) y representa aproximadamente el 55,7% del fruto (ICONTEC, 2003).

Figura 2-1. Aguacate *Persea americana Mill* var. *Hass*.



2.1.1 Composición del aguacate

El aguacate es un alimento nutritivo, rico en ácidos grasos, aminoácidos, vitaminas y antioxidantes, además posee un agradable sabor color y textura. En la Tabla 2-1 se encuentra la composición del aguacate Hass, donde se destaca su contenido de grasa 13,3% y su bajo contenido en carbohidratos 4,6%; pero también es rico en vitaminas como la A, D, K, E, C y vitaminas del complejo B, así como también es rico en minerales como potasio, magnesio, fósforo y calcio (FAO, 2014) (Ortega Tovar, 2003).

Tabla 2-1. Composición del aguacate *Persea americana Mill* var. *Hass*.

Componente	Cantidad por cada 100 g
Calorías	145
Agua	78,0 g

Componente	Cantidad por cada 100 g
Grasa	13,3 g
Carbohidratos	4,6 g
Proteína	1,6 g
Fibra	1,4 g
Fósforo	40,0 mg
Calcio	10,0 mg
Vitamina C	8,0 mg
Vitamina A	3,0 mg
Niacina	1,4 mg
Hierro	0,40 mg
Riboflavina	0,12 mg
Tiamina	0,05 mg

Fuente: (FAO, 2014)

Los ácidos grasos del aguacate es el componente más cotizado del aguacate, ya que de estos entre el 66 – 72% son monoinsaturados, entre el 12 – 22% son saturados y entre el 8 – 11% son polinsaturados; dentro de los que se destaca el ácido oleico con un 64,87%, seguido del ácido palmítico con un 13,76% y el ácido linoleico con un 11,13%, como se observa en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2. Perfil de ácidos grasos del aguacate Hass.

Ácido graso	Fórmula	Porcentaje
Oleico	C 18:1	64,87
Palmítico	C 16	13,76
Linoleico	C 18:2	11,13
Palmitoléico	C 16:1	5,98
Linolénico	C 18:2	2,52
Esteárico	C 18	1,48
Araquidónico	C 20	0,09
N.I.		0,17

Fuente: (Ortega Tovar, 2003)

2.1.2 Producción y consumo

Según estadísticas de la FAO, el aguacate se comercializa en más de 60 países, dentro de los cuales se destacan México, Chile y Estados Unidos, el primero con un tercio de la producción mundial y con una participación del 30% de las exportaciones. El principal comprador mundial es Estados Unidos, con un consumo de 320.000 t en el año 2007, de las cuales el 95% corresponden a aguacate Hass. Mientras que en Europa el principal

importador es Francia, seguido de Reino Unido y Holanda, donde alrededor del 65% del aguacate consumido corresponde a la variedad Hass (ICA, 2012).

Colombia es el sexto país con área cultivada de aguacate, en el 2014 Colombia contaba con 54.788 ha plantadas, de las cuales 32.777 ha se encontraban en plena producción; con rendimientos de 9,4 t de fruta por hectárea. Las variedades que más se cultivan en Colombia son aguacates criollos con un 49%, aguacate Hass 26%, aguacate papelillo 25% y el restante corresponde a las variedades Lorena, Santana, Choquette, Booth 8, Semil 40, Edranol y Trinidad (DANE, 2015) (ICA, 2012).

Dentro de los departamentos productores de aguacate se destacan Tolima, Bolívar, Antioquia, Cesar, Santander, Caldas y Valle del Cauca (ICA, 2012). Colombia tiene potencial para aumentar la producción de aguacate, de acuerdo a estudios realizados por Corpoica, solamente en Antioquia hay 700.000 ha aptas para su cultivo (Portal Frutícola, 2013).

2.2 Zanahoria

Es una planta herbácea de tallos estriados, cuya raíz es la parte comestible y que comúnmente se conoce como zanahoria. Planta originaria del centro de Asia, África y el Mediterráneo, dónde existían algunas especies silvestres y se empleaba con fines medicinales, a partir del siglo XVI empezó a usarse como alimento. Perteneciente a la familia *Umbelliferae*, género: *Daucus* y especie *Daucus carota L.*, por el color de su raíz se clasifican en blancas, amarillas, naranjas y violáceas; sin embargo las más consumidas son de color naranja, cuyo color se debe a la presencia de carotenos, especialmente el beta – caroteno, compuesto antioxidante que se transforma en vitamina A cuando es asimilada por el organismo (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

En este trabajo se hace referencia a la hortaliza de la especie *Daucus carota*, proveniente de la planta con el mismo nombre, cuya raíz es fusiforme, jugosa y comestible; con longitud promedio es entre 15 – 18 cm. Tiene un importante valor nutritivo, especialmente por su contenido en vitamina A, complejo B, Vitamina C, hierro y magnesio. Se pueden consumir crudas, cocidas o mezcladas con otros alimentos, como en ensaladas, sopas, pasteles y compotas.

2.2.1 Composición de la zanahoria

La característica nutricional más importante de la zanahoria es su contenido de carotenos, principalmente alfa y beta caroteno, los cuales son responsables de la pigmentación naranja. Estos carotenos están concentrados en los estratos superficiales de la raíz, por lo tanto solo debe ser ligeramente raspada su superficie y se puede cocer debido a que durante este proceso la pérdida de nutrientes no es significativa. También posee una cantidad apreciable de hidratos de carbono, un alto contenido de fibra y pequeñas cantidades de vitamina C, vitamina B₆, hierro, yodo y potasio, como se aprecia en la Tabla 2-3.

Tabla 2-3. Composición de la zanahoria.

Componente	Cantidad por cada 100 g
Calorías	40
Agua	88,7 g
Grasa	0,2 g
Carbohidratos	7,3 g
Proteína	0,9 g
Fibra	2,9 g
Potasio	255 mg
Sodio	77 mg
Fósforo	37 mg
Calcio	41 mg
Magnesio	13 mg
Vitamina C	6 mg
Vitamina A	1,346 mg
Niacina	0,6 mg
Hierro	0,7 mg
Riboflavina	0,04 mg
Tiamina	0,05 mg
Carotenoides	8731 µg

Fuente: (FAO, 2014)

Los carotenoides son los responsables del amarillo, naranja y rojo de las frutas y hortalizas; son sintetizados por plantas, bacterias, algas y hongos, mientras que los animales no poseen esta capacidad. Desde el punto de vista estructural, son tetraterpenos derivados de 8 unidades del isopreno y se clasifican en carotenos (hidrocarburos) y xantofilas (contiene oxígeno). Pueden presentarse en forma lineal o con estructuras cíclicas y existir en conformaciones cis y trans, siendo esta última la más estable. Los animales no pueden sintetizar carotenoides, pero sí metabolizarlos para transformarlos en vitamina A, para esto

es necesario que el carotenoide tenga un anillo β no sustituido, el principal representante es el β – caroteno, que por lo general se emplea para expresar la concentración de carotenos en alimentos. Los alimentos con mayor contenido de carotenoides son la zanahoria (8836 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), la calabaza (6940 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), la espinaca (5597 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), el pimiento (2379 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) y el melón (1595 $\mu\text{g}/100\text{ g}$); donde se destaca la excepcional concentración de β – caroteno en la zanahoria (Mínguez M., Pérez G., & Hornero M., 2006).

Los carotenoides son compuestos inestables, principalmente por el alto número de insaturaciones de sus enlaces, esto genera pérdida del color en el alimento por oxidación enzimática o no enzimática; que se ve influenciada por la temperatura, la luz, el pH o la matriz donde se encuentre (Meléndez M., Vicario, & Heredia, 2004). La propiedad antioxidante de los carotenos es debida a su capacidad de reaccionar con el oxígeno singlete y con radicales peroxilo generados durante la peroxidación lipídica, la cual se presenta en mayor medida en ácidos grasos poliinsaturados (Miller, Sampson, Candeias, Bramley, & Rice-Evans, 1996).

2.2.2 Producción y consumo

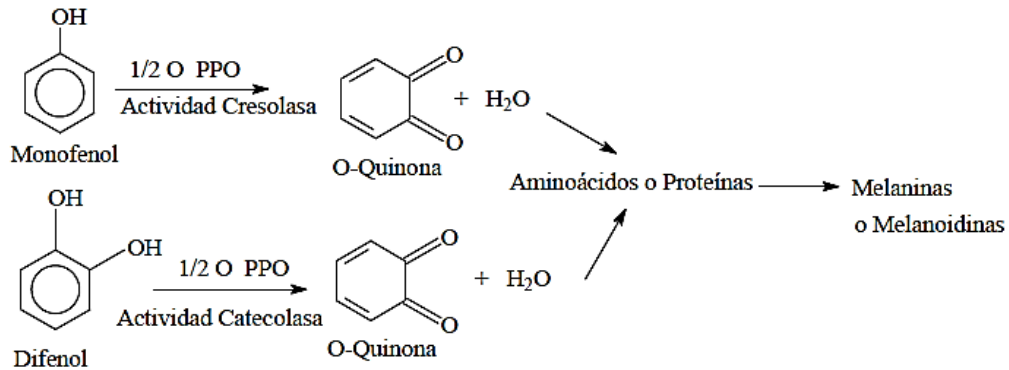
China es el principal productor mundial de zanahoria, que en el 2012 registraron una producción de 36.917.246 t, seguida por Rusia, Estados Unidos, Uzbekistán y Ucrania. Mientras que en Colombia se produjeron 236.834 t en el año 2013, los departamentos productores son Antioquia, Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Norte de Santander (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

2.3 Oxidación de frutas

El principal problema tecnológico que se presenta durante el procesamiento de pulpas de frutas es el pardeamiento enzimático, el cual se presenta en cuanto la pulpa tiene contacto con el oxígeno del aire y se evidencia por el oscurecimiento de esta o la aparición de manchas marrones; que además de afectar el color de la fruta, modifica su sabor y sus características nutricionales (Joslyn & Ponting, 1951). El pardeamiento enzimático sucede principalmente en alimentos ricos en compuestos fenólicos, los cuales se transforman primero en difenoles, luego a quinonas y finalmente se polimerizan espontáneamente formando melaninas (Gacche, Zore, & Gjole, 2003). Esta reacción de oxidación es

catalizada por la enzima polifenoloxidasa (PPO), que actúa sobre los monohidroxifenoles o dihidroxifenoles, oxidándolos a benzoquinona, como se ilustra en la Figura 2-2.

Figura 2-2. Reacción generalizada de la PPO en plantas.



Fuente: (Gacche, Zore, & Gjole, 2003)

La polifenoloxidasa, también conocida como difenol oxidasa, o-difenolasa, fenolasa, catecol oxidasa o tirosinasa, está clasificada como enzima oxidoreductasas, que actúa sobre difenoles como donadores, con oxígeno como aceptor y catión cobre como cofactor, con el código EC 1.10.3.1, de acuerdo a la comisión de enzimas (EMBL-EBI Instituto Europeo de Bioinformática, 2017) y se mantiene activa a pH entre 5,5 y 7,0 (Kahn, 1977) (Iyengar & McEvily, 1992)

Se han realizado diversos estudios de inhibición de la polifenol oxidasa en frutas, entre los cuales pueden mencionarse: tratamientos térmicos, uso de aditivos, eliminación de humedad, modificación del pH, uso de películas o atmósferas modificadas, y métodos combinados. Desafortunadamente, los tratamientos térmicos generan cambios en las características organolépticas y en la composición del fruto; mientras que la adición de conservantes químicos presenta limitaciones a nivel regulatorio y su aceptación por parte del consumidor es cada vez menor. El tratamiento con altas presiones hidrostáticas ha demostrado ser efectivo para retardar el pardeamiento enzimático de la pulpa de aguacate, pero las características sensoriales cambian rápidamente durante el almacenamiento, generando rechazo por parte del consumidor (Jacobo Velázquez & Hernández Brenes, 2010). Adicionalmente, la actividad de la PPO y de la lipoxigenasa se recupera después de 10 a 15 días de almacenamiento, dando lugar a un pardeamiento enzimático posterior.

2.4 Liofilización

Es el proceso de eliminación de agua de un alimento por sublimación; primero se congela el producto para luego retirar el agua por sublimación a presión reducida. De esta forma se logra obtener productos con porcentajes de agua del 5% o menores, se conservan en mayor cantidad las características organolépticas, se aumenta el tiempo de vida útil, es apropiado para productos termolábiles y se obtienen productos fácilmente reconstituibles (Ministerio de Agroindustria) (Ramírez Navas, 2006).

En este proceso es muy importante asegurar que el producto esté totalmente congelado, de lo contrario durante la sublimación también se da la evaporación del agua o del solvente que esté líquido, lo cual puede generar espumas, placas de material seco, romper las paredes del producto o desnaturalizar proteínas. En general los alimentos poseen un punto de congelación inferior al del agua, debido a los solutos que contiene, y a medida que se va congelando el agua, el punto de congelación disminuye por el aumento de la concentración de los solutos (Barreiro M. & Sandoval B., 2006) (Orrego Alzate, 2003) (Ramírez Navas, 2006).

La liofilización consta de tres fases, en la primera hay una deshidratación primaria con una tasa de sublimación alta debido a la poca resistencia a la conducción del calor y del flujo másico de vapor; durante esta etapa se remueve entre el 70 – 90% del agua. Una segunda etapa de difusión, donde se forma una capa de material seco que opone resistencia progresiva al flujo de calor y de vapor, por lo que la velocidad de sublimación disminuye. Una tercera etapa llamada segunda fase difusiva que consiste en la desorción de la humedad desde el interior del producto seco o la eliminación del agua ligada; lo cual se realiza a la misma presión a la que se lleva el proceso pero la temperatura aumenta (Orrego Alzate, 2003) (Ramírez Navas, 2006).

Los polvos de frutas obtenidos por secado a temperaturas bajas presentan menores cambios en las características organolépticas y nutricionales respecto a los métodos de secado a altas temperaturas. Un ejemplo de esto son los resultados reportados por (Ceballos Peñaloza, 2008), donde comparan el secado por liofilización, atomización y al vacío para la guanábana; encontrando polvos obtenidos representan las características propias de la fruta sin procesar. En cuanto a las condiciones de operación se debe anotar

que el secado por aspersion no es apropiado para el procesamiento de la guanábana, ya que el alto contenido de fibra dificulta la operación.

En otro estudio, realizado por (Castañeda, Arteaga, Siche, & Rodríguez, 2010) compararan la pérdida de vitamina C en la fruta chalarina cuando se somete a cuatro métodos de secado diferentes: deshidratación osmótica combinada con secado convectivo, secado convectivo, deshidratación osmótica combinada con liofilización y liofilización. De acuerdo a los resultados el método por el que menor pérdida de vitamina C se produce es la liofilización, mientras que el secado convectivo es el método que más reduce su contenido.

Resultados similares fueron obtenidos por (Amores Vizuite, 2011), quien realizó un estudio comparando las características bromatológicas y nutricionales de la mora sometida a secado por microondas, bandejas y liofilización; encontrando que las pérdidas de vitamina C antocianinas son menores en la muestra sometida a liofilización, técnica que además conserva el color, sabor y aroma característicos.

La liofilización se ha empleado como método de conservación de la pulpa de aguacate, congelando con nitrógeno líquido mediante inmersión de la pulpa durante 5 min, con una temperatura de liofilización de 23°C y una presión de 0,025 mmHg. Luego de 2,25 horas obtuvieron un producto con 2,3 % de humedad y después de reconstituido mostró una buena retención del aroma y el sabor. En cuanto al tiempo de vida útil, este fue de 7 semanas a 38°C y de 10 semanas a 38°C (Ortega Rodríguez, 1971).

Un estudio más reciente sobre liofilización de aguacate es el realizado por (Souza, Marqués, Gómez, & Narain, 2015), donde se evalúa la influencia de la temperatura de congelación y la presión de liofilización, sobre la cinética de secado, la actividad antioxidante y el pardeamiento; se identificó que la presión de vacío tiene poca influencia en comparación con la temperatura de congelación y que para el nivel de -80°C se requiere un tiempo de proceso significativamente mayor. En todos los tratamientos se vio afectada la capacidad antioxidante, para las muestras congeladas a -20°C la reducción de la capacidad antioxidante fue del 33,3% y para las muestras congeladas a -80°C la reducción fue del 62,5%. Además en todos los tratamientos hubo pardeamiento enzimático sin diferencias significativas entre ellos.

Sin embargo existe una ventaja en el uso de la liofilización y es que los cambios en las características nutricionales con respecto a la pulpa fresca no son significativos. (Catañeda Saucedo, y otros, 2014) evaluaron los cambios en la composición química de la pulpa de aguacate liofilizado y hallaron que los cambios son ligeros, el más significativo es en el contenido de ácido linoleico que disminuyó en un 1,43%; comparado con la composición de la pulpa fresca: 71,51%, 19,96%, 2,81%, 0,51% y 1,51% de agua, lípidos, cenizas, fibra bruta y proteína y el aceite de aguacate está compuesto por 61%, 18,8%, 11,6% y 7% de ácidos grasos oleico, palmítico, linoleico y palmitoleico, respectivamente. Resultados similares obtuvieron (González Montoya, Mtínez Flores, & Rodiles López, 2012), quienes encontraron que no hay un cambio en las características del aguacate liofilizado con respecto al aguacate fresco.

Referente a la rehidratación de los liofilizados de aguacate indican que hay una rehidratación completa y que el proceso se ve favorecido cuando el secado se hace a bajas temperaturas, alrededor de 25°C, debido a que se forman mayor cantidad de poros; no obstante es necesario empacar inmediatamente el aguacate para evitar la oxidación no enzimática (Arriola Guevara, y otros, 2006) (Gómez Cruz & Jiménez Munguía, 2014).

En cuanto a la conservación de compuestos fitoquímicos, como el α -tocoferol, el escualeno y otros fitoesteroles, se observa el mismo comportamiento anterior, como lo demuestra (Dos Santos, Alicio, Pereira, Ramis-Ramos, & Mendonca, 2014). En este estudio, luego de evaluar diferentes métodos de secado y someter los polvos a extracción por prensado en frío y extracción soxhlet; se encuentra que con la liofilización y la extracción en frío se obtienen aceites con mayor contenido de antioxidantes y compuestos bioactivos.

También se encuentra la patente WO 2006/088344 A2 para el proceso de obtención de aguacate en polvo mediante liofilización de la pulpa, para obtener un material poroso, con color verde natural, olor idéntico al natural, al rehidratarse tiene un sabor idéntico al natural; la composición del producto es 1,17 – 0,2751% de humedad, 4,5 – 7,70% de proteína, 60 – 66% de grasa, 16 – 21% de fibra y 7,8 – 20% de carbohidratos. Las condiciones de operación son: presión entre 450 – 500 mbar, temperatura de secado entre 20 – 35°C y la temperatura del condensador de -40°C. De acuerdo a lo expuesto en la patente la liofilización no cambia las características organolépticas ni nutricionales de la pulpa de aguacate (México Patente nº WO 2006088344 A2, 2006).

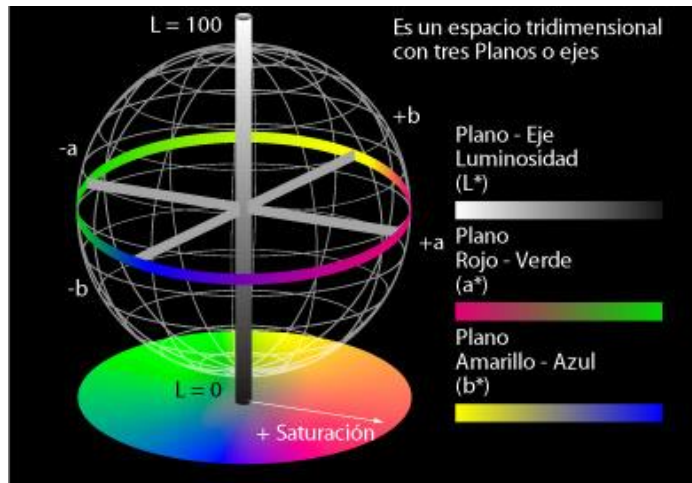
2.5 Medición del color

La apariencia y el color son los primeros atributos por los cuales un consumidor manifiesta preferencia hacia un alimento. El color en alimentos se define como una característica estimada por el sentido de la vista, cuando recibe el estímulo de la luz reflejada por el alimento iluminado, el cual contiene grupos cromóforos que son capaces de absorber parte de la radiación del espectro electromagnético visible (380 – 780 nm) y por lo tanto la radiación que sale del alimento tiene una distribución diferente a la del iluminante; de esta manera es posible determinar el color de un alimento con base en su espectro de reflexión (Bello, 2008).

El color en alimentos se debe principalmente al contenido de cinco grupos de pigmentos, derivados de núcleos tetrapirrólicos, como la clorofila; derivados del isopreno, como carotenoides y bixina; derivados del benzopirano, como antocianinas y flavonoides; estructuras betalainas, como betacianinas y betaxantinas; y las estructuras poliméricas, como melanoidinas y el caramelo (Mathias Rettig & Ah-Hen, 2014).

Dentro de las técnicas empleadas para la medición de color en alimentos se encuentran: visión digital, colorímetros, espectrofotómetros, cartas de color o imágenes hiper-espectrales. Para el presente estudio se empleará un espectrofotómetro, el cual mide la reflectancia del alimento a través de todo el espectro visible y reporta los resultados de acuerdo al espacio de color tridimensional CIE $L^*a^*b^*$, tal como se muestra en la Figura 2-3.

Las coordenadas $L^*a^*b^*$ son magnitudes adimensionales tridimensionales en un sistema esférico. La coordenada L^* recibe el nombre de claridad o luminosidad, toma valores entre 0 y 100, donde 0 es negro y 100 blanco. Las coordenadas a^* y b^* forman un plano perpendicular a L^* y reciben el nombre de cromaticidad; a^* representa la desviación hacia el rojo si es positivo y hacia el verde si es negativo; de forma semejante b^* representa la desviación hacia el amarillo si es positivo y hacia el azul si es negativo (Mathias Rettig & Ah-Hen, 2014):

Figura 2-3. Espacio de color CIELAB

El uso de las coordenadas CIE $L^*a^*b^*$ se ha empleado extensivamente como una medida del pardeamiento enzimático de frutas, debido a que ofrece gran precisión, el tiempo de la medición es corto y permite tener un resultado apreciable por medio de los sentidos, lo que semeja a la percepción del consumidor (Golan & Sadovski, 1977) (Bernás & Jaworska, 2015) (Damasceno, Fernandes, Magalhaes, & Brito, 2008) (De Oliveira, De Fátima, De Paula, & Viana, 2008) (Soliva, Elez, Sebastián, & Martín, 2000).

3. Metodología

En el presente trabajo se evaluó la variación del índice de color de liofilizados de aguacate y zanahoria obtenidos variando la concentración de aguacate, la concentración de ácido cítrico y la temperatura de secado durante la liofilización.

3.1 Procedimiento de elaboración de mezclas de aguacate y zanahoria liofilizadas

El proceso de obtención inicia con la selección de aguacates de la especie *Persea americana Hass*, los cuales se deben encontrarse enteros, sanos, con cáscara firme, libres de olores extraños y exentos de cualquier daño visual. A continuación se realiza el lavado de los aguacates con abundante agua para retirar las impurezas que se encuentren en la superficie.

Luego se realiza el despulpado que consiste en abrir la fruta por la mitad retirar la semilla y extraer la pulpa dejando aproximadamente 1 mm de pulpa en la cáscara, esto con el fin de disminuir el sabor amargo que produce la mayor cantidad de clorofila junto a la cáscara. Posteriormente se macera la pulpa y se homogeniza pasándola por un colador con tamaño de malla de 2 mm.

Figura 3-1. Zanahoria y aguacate macerados.



La mezcla se realiza de acuerdo al tratamiento que se va a efectuar, consiste en combinar el aguacate con la zanahoria y el ácido cítrico para obtener 80 g de cada mezcla, a continuación se dispone cada mezcla en bandejas cuidando que la superficie sea uniforme. Inmediatamente se someten las muestras a ultracongelación a -40°C durante 12 horas.

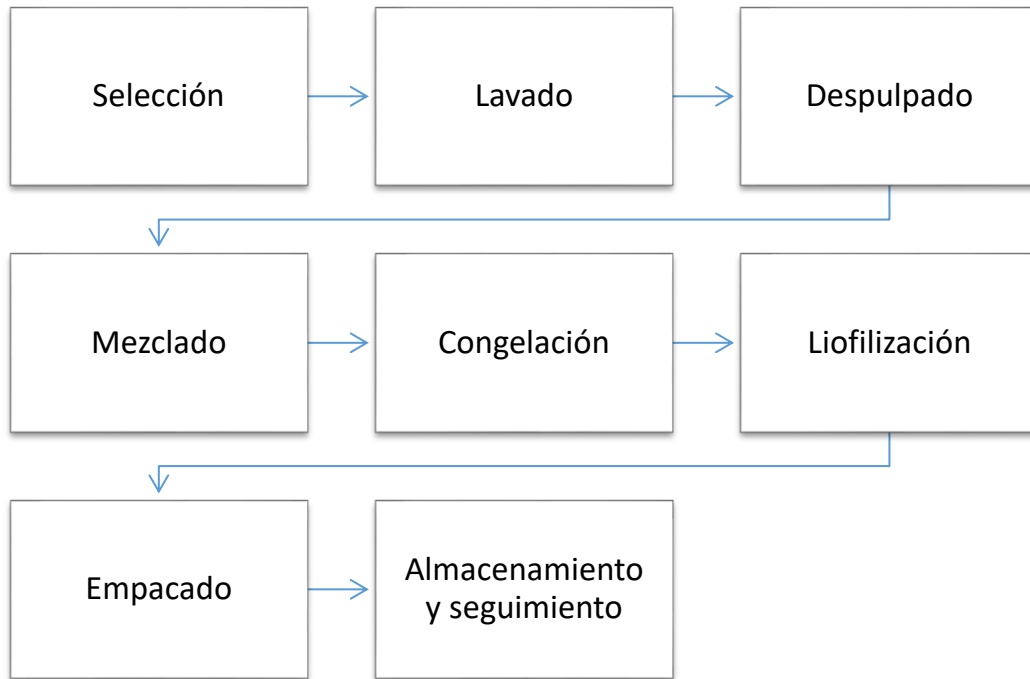
Figura 3-2. Mezclas de aguacate y zanahoria antes de congelar.



Las muestras congeladas se liofilizan a 400 Pa durante 12 horas en un liofilizador LABCONCO FreeZone de 12 L, la temperatura de las bandejas de secado depende del tratamiento que se vaya a ejecutar, puede ser 20°C o 40°C . Finalizada la liofilización se empaca cada muestra en bolsas resellables de polietileno transparente, esto se debe hacer inmediatamente para evitar la oxidación no enzimática por el alto contenido graso, y se almacenan en una cámara para hacer un ensayo acelerado con temperatura de 35°C y luz constante proporcionada por dos lámparas fluorescentes de luz blanca T5-21W.

Figura 3-3. Muestra liofilizadas previas a almacenamiento.



Figura 3-4. Diagrama de elaboración de liofilizados

3.2 Definición de tratamientos

Los liofilizados de las mezclas de aguacate y zanahoria se preparan modificando las variables porcentaje de aguacate, porcentaje de ácido cítrico y temperatura de secado durante la liofilización.

Se realizan mezclas de aguacate y zanahoria para identificar el efecto antioxidante que podría tener la pulpa de zanahoria sobre la pulpa de aguacate; teniendo en cuenta que la inestabilidad de los enlaces conjugados de los carotenos brinda protección a otros compuestos frente a agentes oxidantes (Polyakov, Leshina TV, Konovalova, & Kisper, 2001) (Martin, y otros, 1999) (Burton, 1989). Los porcentajes de aguacate en la mezcla son 100, 75, 50, 25 y 0% m/m.

El ácido cítrico se emplea como conservante puesto que al disminuir el pH de la mezcla disminuye la actividad enzimática de la polifenoloxidasas, además actúa como secuestrante del cobre que hace parte de la holoenzima (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, 2004), por lo cual se preparan mezclas con 0,1 y 0,0

%m/m de ácido cítrico. Por otra parte la temperatura de secado durante la liofilización se trabaja a 20 y 40 °C. En la Tabla 3-1 se encuentran los tratamientos para los cinco niveles de concentración de aguacate, dos niveles de concentración de ácido cítrico y dos niveles de temperatura; cada tratamiento se efectúa por triplicado. Las convenciones utilizadas para nombrar los datos se encuentran en la Tabla 3-2.

Tabla 3-1. Tratamientos para la elaboración de mezclas liofilizadas

		Concentración de aguacate (%m/m)				
		100	75	50	25	0
Concentración de ácido cítrico (%m/m)	0,1	T1	T5	T9	T13	T17
	0,0	T2	T6	T10	T14	T18
Temperatura (°C)	20	T3	T7	T11	T15	T19
	40	T4	T8	T12	T16	T20

Tabla 3-2. Convenciones para nombrar los resultados.

% aguacate 20°C	0,1 % ácido	0,0 % ácido	0,1 % ácido	0,0 % ácido	0,1 % ácido	0,0 % ácido
	100Ia-20	100I-20	100IIa-20	100II-20	100IIIa-20	100III-20
	75Ia-20	75I-20	75IIa-20	75II-20	75IIIa-20	75III-20
	50Ia-20	50I-20	50IIa-20	50II-20	50IIIa-20	50III-20
	25Ia-20	25I-20	25IIa-20	25II-20	25IIIa-20	25III-20
	0Ia-20	0I-20	0IIa-20	0II-20	0IIIa-20	0III-20
% aguacate 40°C	0,1 % ácido	0,0 % ácido	0,1 % ácido	0,0 % ácido	0,1 % ácido	0,0 % ácido
	100Ia-40	100I-40	100IIa-40	100II-40	100IIIa-40	100III-40
	75Ia-40	75I-40	75IIa-40	75II-40	75IIIa-40	75III-40
	50Ia-40	50I-40	50IIa-40	50II-40	50IIIa-40	50III-40
	25Ia-40	25I-40	25IIa-40	25II-40	25IIIa-40	25III-40
	0Ia-40	0I-40	0IIa-40	0II-40	0IIIa-40	0III-40

3.3 Seguimiento del proceso

La oxidación del aguacate provoca cambios de color en la pulpa; por lo tanto se realiza la medición del color a cada tratamiento, al inicio del almacenamiento y periódicamente para verificar el cambio del color. Para esto se emplea un Espectrofotómetro CM-5 Konica Minolta, utilizando las coordenadas CIE L*a*b* como respuesta del equipo; donde L* es

luminosidad, a^* tendencia del color al rojo o al verde y b^* tendencia del color al amarillo o azul.

La medición se realiza en tres puntos de la muestra y los resultados se expresan como el promedio del índice de color (IC) (Jiménez Cuesta, Cuquerella, & Martínez Javega, 1981)

$$IC = \frac{1000 \cdot a}{L \cdot b}$$

- IC entre -40 y -20, su valor relaciona los colores que van desde el azul-violeta al verde profundo.
- IC entre -20 y -2, su valor relaciona los colores que van del verde profundo al verde amarillento.
- IC entre -2 y +2, representa el amarillo verdoso.
- IC entre +2 y +20, se relaciona con los colores que van desde el amarillo pálido al naranja intenso.
- IC* entre +20 y +40, se relaciona con los colores que van desde el naranja intenso al rojo profundo.

4. Resultados y análisis

El proceso se ejecutó en dos lotes, uno para los ensayos con temperatura de secado de 20°C y el otro a 40°C, las muestras se someten a almacenamiento bajo condiciones aceleradas en una cámara con iluminación constante y T=35°C. Para las muestras a 20°C se realizan mediciones los días 1, 6, 13, 15, 20, 22 y 29; mientras que para las muestras a 40°C las mediciones se realizan los días 1, 6, 9, 14, 16 y 23.

Los resultados se expresan como el promedio de la medición en tres puntos diferentes de la muestra y para identificar los resultados se utilizan las convenciones de la Tabla 3-2. Todos los resultados se encuentran en el Anexo A. El promedio de las repeticiones para los ensayos a 20 y 40°C se hallan en las Tabla 4-1 y Tabla 4-2 y se encuentran representados en las Figura 4-1 y Figura 4-2.

4.1 Resultados de ensayos a 20°C

Tabla 4-1. Índice de color (IC) promedio de las repeticiones a 20°C.

Día	Date	N°	IC-20 promedio	IC-20 desviación	N°	IC a-20 promedio	IC a-20 desviación
1	29/10/2016	100-20	-1,91	0,05	100a-20	-1,60	0,03
1	29/10/2016	75-20	2,84	0,11	75a-20	2,72	0,11
1	29/10/2016	50-20	4,56	0,11	50a-20	3,80	0,09
1	29/10/2016	25-20	7,38	0,32	25a-20	6,53	0,28
1	29/10/2016	0-20	13,67	0,11	0a-20	13,79	0,11
6	3/11/2016	100-20	3,31	3,09	100a-20	1,33	2,71
6	3/11/2016	75-20	8,25	5,55	75a-20	3,12	0,41
6	3/11/2016	50-20	4,95	4,52	50a-20	3,91	0,24
6	3/11/2016	25-20	7,65	4,70	25a-20	6,46	0,70

Día	Date	N°	IC-20 promedio	IC-20 desviación	N°	IC a-20 promedio	IC a-20 desviación
6	3/11/2016	0-20	11,65	5,59	0a-20	12,84	1,36
13	10/11/2016	100-20	3,29	1,78	100a-20	1,07	0,48
13	10/11/2016	75-20	4,68	0,61	75a-20	2,24	0,29
13	10/11/2016	50-20	7,04	0,44	50a-20	3,98	0,25
13	10/11/2016	25-20	9,83	1,07	25a-20	6,22	0,68
13	10/11/2016	0-20	12,40	1,31	0a-20	10,42	1,10
15	12/11/2016	100-20	2,17	0,29	100a-20	1,87	0,06
15	12/11/2016	75-20	4,88	0,15	75a-20	3,03	0,10
15	12/11/2016	50-20	7,40	0,17	50a-20	4,53	0,10
15	12/11/2016	25-20	9,87	1,00	25a-20	6,62	0,67
15	12/11/2016	0-20	12,71	0,76	0a-20	11,99	0,72
20	17/11/2016	100-20	4,52	5,87	100a-20	2,35	0,38
20	17/11/2016	75-20	5,78	3,41	75a-20	1,95	0,46
20	17/11/2016	50-20	6,06	1,66	50a-20	4,35	1,19
20	17/11/2016	25-20	7,03	2,73	25a-20	6,42	1,58
20	17/11/2016	0-20	8,57	5,02	0a-20	11,87	0,29
22	19/11/2016	100-20	1,88	1,54	100a-20	3,39	0,13
22	19/11/2016	75-20	4,13	1,11	75a-20	3,33	0,89
22	19/11/2016	50-20	7,06	0,20	50a-20	4,34	0,12
22	19/11/2016	25-20	9,61	0,76	25a-20	6,16	0,49
22	19/11/2016	0-20	11,62	0,91	0a-20	11,19	0,88
29	26/11/2016	100-20	2,88	0,38	100a-20	4,30	0,09
29	26/11/2016	75-20	4,43	0,08	75a-20	3,77	0,07
29	26/11/2016	50-20	6,85	0,26	50a-20	4,37	0,16
29	26/11/2016	25-20	8,86	0,62	25a-20	5,52	0,39
29	26/11/2016	0-20	10,44	0,69	0a-20	10,43	0,69

El índice de color (IC) para los ensayos a 20°C y 100% de aguacate oscila entre -1,60 y 4,52 durante el transcurso del ensayo acelerado, lo que representa colores del verde amarillento al amarillo verdoso. El IC aumenta con el pasar de los días, tanto para los ensayos con 0,0 y 0,1% de ácido, pero el incremento es mayor para los ensayos con 0,1% de ácido. La luminosidad (L*) disminuye para las dos concentraciones de ácido con el paso del tiempo y la disminución es mayor para las muestras sin ácido.

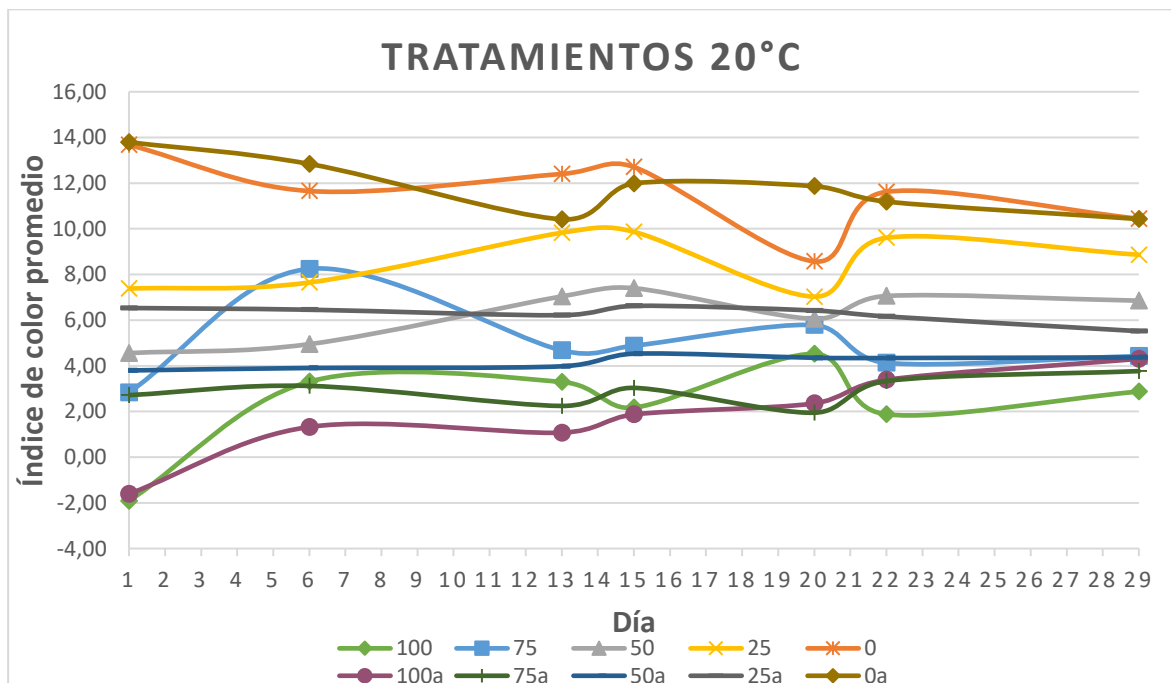
Los ensayos a 20°C y 75% de aguacate tuvieron un IC que fluctúa entre 1,95 y 8,25, lo que representa colores del amarillo verdoso al amarillo pálido. El IC aumenta con el transcurso del ensayo para las muestras con ácido al 0,0% y las muestras con ácido al

0,1%, pero el incremento es mayor para los ensayos con 0,0% de ácido. L* disminuye para los ensayos con 0,0% de ácido y aumenta para los ensayos con 0,1% de ácido, siendo mayor el cambio para los ensayos sin ácido.

Los resultados de IC para los ensayos a 20°C y 50% de aguacate varían de 3,80 a 7,40, lo que representa colores amarillo pálido. El IC aumenta con el paso del tiempo para los ensayos a 0,0% y 1,0%, pero el incremento es mayor para los ensayos al 0,0%. L* disminuye para los ensayos con 0,0% de ácido y aumenta para los ensayos con 0,1% de ácido, siendo mayor el cambio para los ensayos sin ácido.

En cuanto a los resultados de los ensayos a 20°C y 25% de aguacate IC toma valores entre 5,52 y 9,87, lo que representa colores entre el amarillo pálido y el naranja intenso. El IC aumenta para los ensayos con concentración 0,0% de ácido y disminuye para los ensayos con concentración 0,1% de ácido; este cambio el numéricamente mayor para las muestras con 0,0% de ácido. L* disminuye para los ensayos con 0,0% de ácido y aumenta para los ensayos con 0,1% de ácido, siendo mayor el cambio para las muestras con ácido.

Figura 4-1. Índice de color para ensayos a 20°C.



Con relación a los ensayos a 20°C y 0% de aguacate los valores de IC se encuentran entre 8,57 y 13,67, lo que representa colores hacia el naranja intenso. El IC disminuye para ambas concentraciones de ácido sin existir una diferencia entre el cambio para las muestras con 0,0% de ácido y 0,1% de ácido. L* aumenta para los ensayos con 0,0% de ácido y 0,1% de ácido, siendo apenas mayor el cambio para los ensayos sin ácido.

4.2 Resultados de ensayos a 40°C

Tabla 4-2. Índice de color (IC) promedio de las repeticiones a 40°C.

Día	Date	N°	IC-40°C promedio	IC-40°C desviación	N°	IC a-40 promedio	IC a-40°C desviación
1	4/11/2016	100-40	-2,41	0,06	100a-40	-2,43	0,02
1	4/11/2016	75-40	2,65	0,03	75a-40	2,57	0,06
1	4/11/2016	50-40	4,89	0,11	50a-40	4,92	0,15
1	4/11/2016	25-40	8,10	0,09	25a-40	7,96	0,22
1	4/11/2016	0-40	13,97	0,26	0a-40	13,62	0,20
6	9/11/2016	100-40	0,42	2,97	100a-40	1,54	2,67
6	9/11/2016	75-40	2,07	0,60	75a-40	1,83	0,62
6	9/11/2016	50-40	4,40	0,29	50a-40	4,42	0,50
6	9/11/2016	25-40	7,55	0,90	25a-40	7,20	1,01
6	9/11/2016	0-40	12,68	1,39	0a-40	11,96	1,76
9	12/11/2016	100-40	-1,10	0,13	100a-40	-1,27	0,13
9	12/11/2016	75-40	2,79	0,04	75a-40	2,53	0,03
9	12/11/2016	50-40	4,78	0,13	50a-40	4,70	0,39
9	12/11/2016	25-40	7,93	0,34	25a-40	7,75	0,18
9	12/11/2016	0-40	13,12	0,69	0a-40	12,18	0,46
14	17/11/2016	100-40	0,07	1,25	100a-40	-0,77	0,13
14	17/11/2016	75-40	2,47	0,48	75a-40	2,53	0,09
14	17/11/2016	50-40	4,43	0,24	50a-40	4,61	0,14
14	17/11/2016	25-40	7,33	1,01	25a-40	7,82	0,96
14	17/11/2016	0-40	11,54	1,76	0a-40	11,51	0,28
16	19/11/2016	100-40	-0,44	0,23	100a-40	-0,49	0,23
16	19/11/2016	75-40	2,79	0,05	75a-40	2,51	0,17
16	19/11/2016	50-40	4,63	0,21	50a-40	4,81	0,19
16	19/11/2016	25-40	7,62	0,55	25a-40	7,86	1,09
16	19/11/2016	0-40	12,08	0,56	0a-40	11,57	0,40
23	26/11/2016	100-40	0,19	0,38	100a-40	0,43	0,08

Día	Date	N°	IC-40°C promedio	IC-40°C desviación	N°	IC a-40 promedio	IC a-40°C desviación
23	26/11/2016	75-40	2,85	0,08	75a-40	2,94	0,09
23	26/11/2016	50-40	4,74	0,36	50a-40	5,19	0,33
23	26/11/2016	25-40	7,96	0,19	25a-40	8,18	0,24
23	26/11/2016	0-40	11,56	0,20	0a-40	11,67	1,14

Los ensayos a 40°C y 100% de aguacate tuvieron valores de índice de color (IC) que van desde -2,43 hasta 1,54, lo cual representa colores del verde amarillento al amarillo verdoso. El IC aumenta con el paso del tiempo para los ensayos con 0,0% de ácido y para los ensayos con 0,1% de ácido; sin embargo para los últimos el aumento es mayor. La luminosidad (L*) aumenta para los ensayos con 0,0% de ácido y para los ensayos con 0,1%, siendo mayor el aumento para los ensayos con ácido.

Con respecto a los ensayos a 40°C y 75% de aguacate los resultados de IC varían entre 1,83 y 2,94, lo que representa colores del amarillo verdoso al amarillo pálido. El IC aumenta para las muestras con 0,0 y 0,1% de ácido, pero el aumento es mayor para las muestras con ácido. L* aumenta para los ensayos con 0,0 y 0,1% de ácido, siendo mayor el aumento para las muestras con ácido.

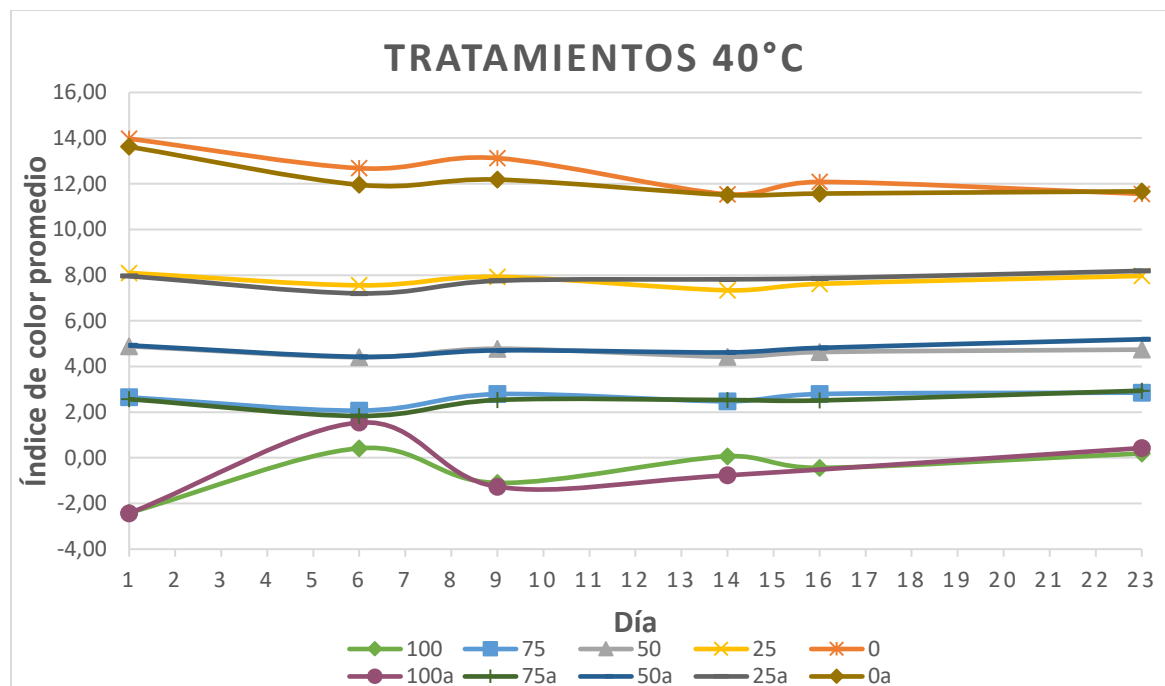
Con relación a los ensayos a 40°C y 50% de aguacate tienen valores de IC desde 4,40 hasta 5,19, lo representa el color amarillo pálido. El IC disminuye para los ensayos con 0,0% de ácido y aumenta para los ensayos con 0,1% de ácido, con una diferencia mayor para los ensayos con 0,1% de ácido. L* aumenta para los ensayos con 0,0 y 0,1% de ácido, siendo mayor el aumento para los ensayos con ácido.

El IC para los ensayos a 40°C y 25% de aguacate está entre 7,20 y 8,18, lo que representa colores del amarillo pálido al naranja intenso. El IC disminuye para las muestras con 0,0% de ácido y aumenta para las muestras con 0,1% de ácido, la diferencia es mayor para los ensayos con 0,1% de ácido. L* aumenta para las muestras con 0,0 y 0,1% de ácido, siendo mayor el aumento para las muestras con ácido.

Para los ensayos a 40°C y 0% de aguacate se obtuvieron alores entre 11,51 y 13,97, lo que representa el color naranja intenso. El IC disminuye para los ensayos con 0,0 y 0,1%

de ácido y el cambio es mayor para las muestras con 0,0% de ácido. L^* aumenta para ambas concentraciones de ácido, siendo mayor el cambio para las muestras sin ácido.

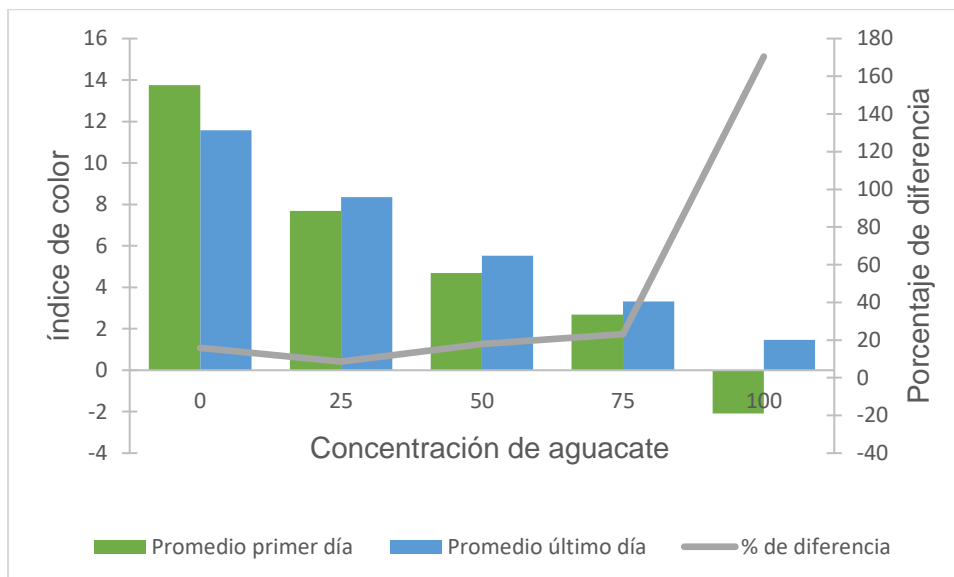
Figura 4-2. Índice de color para ensayos a 40°C



4.3 Análisis con respecto a la concentración de aguacate

Inicialmente se realizan las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk, aunque esta última es más potente. Los resultados se encuentran en la Tabla 5-2, aunque resulta que no hay normalidad para tres de las concentraciones se emplea la prueba paramétrica t de student para verificar el cuales de los tratamiento hay diferencias significativas.

Los resultados de la prueba t se encuentran en la Tabla 5-3, allí se observa que para las concentraciones de aguacate de 0, 75 y 100% hay una diferencia estadísticamente significativa entre el primero y último día; esto sin considerar la concentración de ácido y la temperatura.

Figura 4-3. Resultados para concentraciones de aguacate.

En la Figura 4-3 se puede valorar que el porcentaje de cambio del índice de color entre el primero y último día de seguimiento es mucho mayor para la concentración de 100% de aguacate; mientras que para las otras concentraciones las diferencias son más pequeñas, como era de esperarse debido a que el color del aguacate es más sensible que el de la zanahoria.

4.4 Análisis con respecto a la concentración de ácido cítrico y la temperatura de secado

Como primera medida se emplea la prueba de Shapiro – Wilk para evaluar la normalidad de los datos; la cual es bastante potente en contraste de normalidad, particularmente para muestras pequeñas. En la Tabla 5-4 se encuentran los resultados de la prueba de normalidad independiente de la concentración de aguacate, allí se aprecia que solo una de las combinaciones no sigue un comportamiento normal; sin embargo se emplea el análisis de varianza ANOVA para establecer si hay diferencias significativas de las variables o de su interacción. Los resultados se encuentran en la Tabla 5-8 y la Tabla 5-9, allí se determina que cuando no se toma en cuenta la concentración de aguacate no hay influencia de la concentración de ácido, de la temperatura de secado o de la interacción de estas variables en el índice de color, tanto en el primero como en el último día.

Luego se realiza un análisis similar pero teniendo en cuenta la concentración de aguacate, la concentración de ácido y la temperatura de secado. Los resultados se encuentran en la Tabla 5-5 donde se observa que para los tratamientos con 75% de aguacate, 0,1% de ácido, 40°C y día 1, hay una significancia de 0,008, la cual es menor a 0,05 y por lo tanto no tienen un comportamiento normal; los otros tratamientos tienen un comportamiento normal.

A continuación se emplea la prueba de Levene para evaluar la igualdad de varianzas para los grupos en el primero y último día, los resultados se encuentran en las Tabla 5-6 y la Tabla 5-7; los cuales muestran que para el primer día todas las varianzas son iguales puesto que tienen una significancia $>0,05$, en tanto que para el último día se observa que las varianzas no son iguales para 75 y 100% de aguacate. No obstante se emplea ANOVA para comparar la interacción entre las variables.

Se realiza un análisis de varianza para comprobar la significancia de las variables concentración de ácido, temperatura de secado e interacción ácido-temperatura para cada porcentaje de aguacate y para el primero y último día. Los resultados se encuentran en la Tabla 5-10 y la Tabla 5-11.

Para 100% de aguacate hay diferencia significativa el primer día para las variables concentración de ácido, temperatura de secado e interacción ácido temperatura; pero para el último día solo la temperatura tiene una influencia significativa en el índice de color. Los resultados con 75% de aguacate muestran que solo la temperatura en el día 1 tiene significancia en el índice de color.

Mientras que para los ensayos con 50% de aguacate las variables concentración de ácido, temperatura de secado e interacción ácido-temperatura tienen significancia en los resultados de índice de color para el primero y último día.

Por otra parte los resultados con 25% de aguacate muestran que en el primer día tienen significancia la concentración de ácido y la temperatura de secado; no obstante el último día tiene significancia la concentración de ácido y la interacción ácido-temperatura. Por

último a 0% de aguacate no hay significancia de ninguna variable el primero o el último día.

Estos resultados muestran que conforme pasa el tiempo se pierde la influencia de las variables con respecto al índice de color; debido a que en primer día se muestra una diferencia en el 60% de las variables, en tanto que en el último día se manifiesta una influencia en el 40% de las variables.

En general la adición de ácido cítrico no muestra un efecto positivo en las mezclas de aguacate y zanahoria; esto se puede deber a que, aunque la disminución de pH inhibe la polifenol oxidasa, esto solo ocurre con altas concentraciones de ácido cítrico para poder incidir en el poder quelante de Cu-fenolasa (Bates, 1986); por otra parte el pH ácido promueve algunas conversiones de los carotenoides, particularmente de 5,6-epóxidos en 5,8-furanoides (Mínguez M. M. , 1997). Esto se manifiesta en los resultados, así los tratamientos con mayor concentración de aguacate tienen una ligera respuesta a la adición de ácido cítrico; mientras que los tratamientos con menor concentración de aguacate no presentan diferencias con la el porcentaje de ácido cítrico.

4.5 Análisis con respecto al almacenamiento bajo condiciones controladas

En seguida se realiza el análisis estadístico para verificar si hay diferencias significativas en el índice de color entre el primero y último día de seguimiento para cada tratamiento. Puesto que se comprobó la normalidad de la gran mayoría de los grupos se emplea la prueba paramétrica t de student para comparar las muestras emparejadas.

Los resultados de la prueba t para las diferentes concentraciones de aguacate se encuentran en la Tabla 5-12, Tabla 5-13, Tabla 5-14, Tabla 5-15 y Tabla 5-16. Se observa que hay diferencias significativas para los siguientes tratamientos: 0% de aguacate – 0,0% de ácido – 40°C, 25% de aguacate – 0,0% de ácido – 20°C, 50% de aguacate – 0,0% de ácido – 20°C, 75% de aguacate – 0,0% de ácido – 40°C, 75% de aguacate – 0,1% de ácido – 40°C, 100% de aguacate – 0,0% de ácido – 40°C, 100% de aguacate – 0,1% de ácido – 20°C y 100% de aguacate – 0,1% de ácido – 40°C; es decir que estadísticamente estos tratamientos si presentan un cambio en su color durante el ensayo acelerado.

Tabla 4-3. Índice de color para tratamientos con diferencias significativas durante el almacenamiento.

Concentración de aguacate	T (°C)	Concentración de ácido (%)	IC Inicial	Desviación	IC Final	Desviación	ΔE
100	20	0,1	-1,60	0,03	4,30	0,19	19,39
100	40	0,0	-2,41	0,06	0,19	0,38	18,43
100	40	0,1	-2,43	0,02	0,43	0,08	20,49
75	40	0,0	2,65	0,03	2,85	0,08	12,36
75	40	0,1	2,57	0,06	2,94	0,09	21,91
50	20	0,0	4,56	0,11	6,85	0,26	30,59
25	20	0,0	7,38	0,32	8,86	0,62	20,20
0	20	0,0	13,67	0,11	10,44	0,69	20,02

En la Tabla 4-3 se encuentran los IC inicial, promedio y final para los tratamientos con diferencia estadísticamente significativa durante el ensayo controlado. En la mayoría de los casos el IC aumenta, es decir que en general el color se aleja del verde amarillento; por el contrario, para la concentración de 0% de aguacate hay una disminución del IC, por lo que el color se aleja del naranja intenso.

También se aprecia que hay más sujetos con 100 y 75% de aguacate que revelan cambio en el IC; siendo para estos porcentajes mayor el aumento cuando la concentración de ácido es de 0,1% y la temperatura de 40°C. En cambio para los sujetos con 50 y 25% de aguacate hay un mayor cambio con 0,0% de ácido y 20°C.

Con respecto a la magnitud del cambio del IC, los ensayos con 100% de aguacate tienen una mayor variación en el IC con respecto a su valor inicial, >100%, en tanto que los ensayos con 75% de aguacate tienen una menor variación del IC, igual 7,5%.

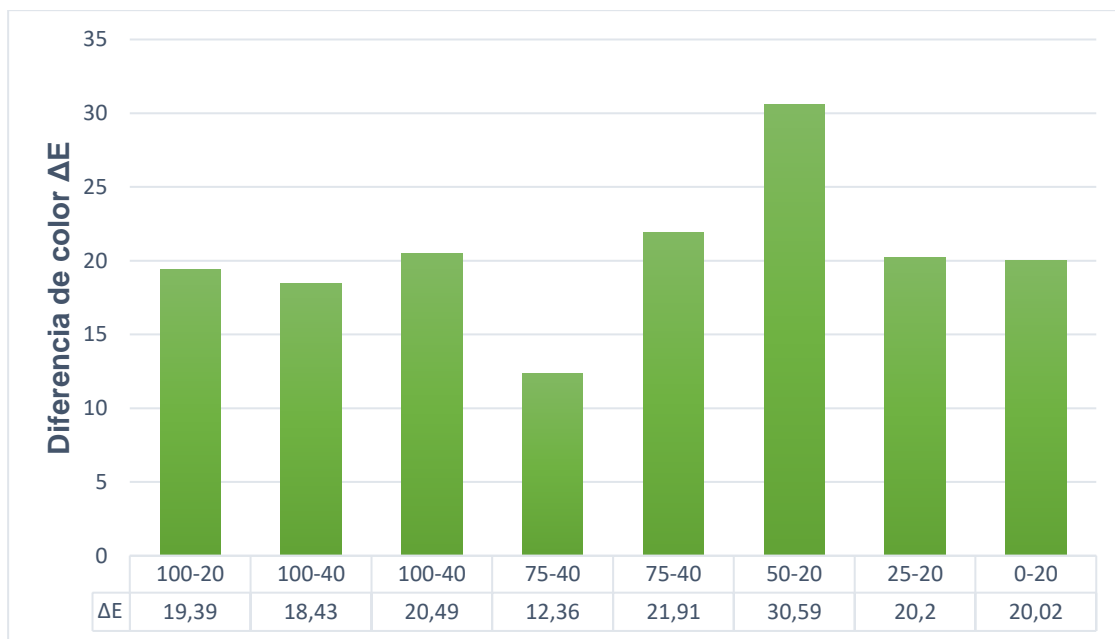
Tabla 4-4. Índice de color para tratamientos sin diferencias significativas durante el almacenamiento.

Concentración de aguacate	T (°C)	Concentración de ácido (%)	IC Inicial	Desviación	IC Final	Desviación	ΔE
100	20	0,0	-1,91	0,05	2,88	0,38	17,07
75	20	0,0	2,84	0,11	4,43	0,08	12,38
50	40	0,0	4,89	0,11	4,74	0,36	13,96
50	40	0,1	4,92	0,15	5,19	0,33	21,78
25	40	0,0	8,10	0,09	7,96	0,19	21,15

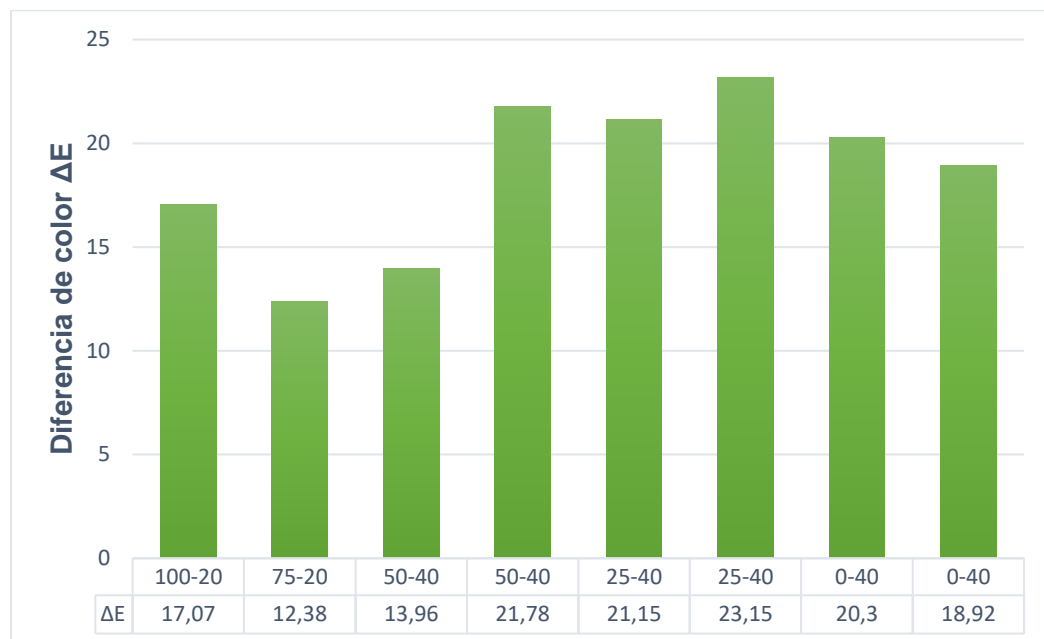
Concentración de aguacate	T (°C)	Concentración de ácido (%)	IC Inicial	Desviación	IC Final	Desviación	ΔE
25	40	0,1	7,96	0,22	8,18	0,24	23,15
0	40	0,0	13,97	0,26	11,56	0,20	20,30
0	40	0,1	13,62	0,20	11,67	1,14	18,92

En la Tabla 4-4 se encuentran los IC inicial, promedio y final para los tratamientos sin diferencia estadísticamente significativa durante el ensayo controlado. La mayoría de los sujetos involucrados corresponden a la temperatura de 40°C, para los cuales se observa mayor homogeneidad en los datos, independiente de la concentración de ácido utilizada, como se aprecia en la Figura 4-2.

Figura 4-4. Diferencia de color para los tratamientos con diferencias significativas.



En la Figura 4-4 y la Figura 4-5 se encuentran las gráficas de la diferencia de color (ΔE) entre el primero y último día del ensayo; para los tratamiento sin diferencias significativas y con diferencias significativas, respectivamente. Como era de esperarse, los resultados son mayores para los tratamientos con diferencias significativas; también es notable que dentro de los tratamientos sin diferencia, 75 y 50% de aguacate representan las menores diferencias.

Figura 4-5. Diferencia de color para los tratamientos sin diferencias significativas.

Este comportamiento puede explicarse teniendo en cuenta que en los tratamientos con 100% de aguacate hay una mayor influencia del pardeamiento enzimático; en los tratamientos con 0 y 25% de aguacate hay una mayor influencia de la oxidación de carotenoides; mientras que en las muestras con 75 y 50% de aguacate hay una considerable cantidad de ácido linoleico, el cual ha demostrado tener una relación sinérgica de protección con el β -caroteno (Meléndez M., Vicario, & Heredia, 2004). Por lo tanto estas proporciones intermedias de aguacate y zanahoria son las que demuestran tener mayor estabilidad con el tiempo de almacenamiento.

En consecuencia, los tratamientos recomendados son la mezcla con 75% m/m de aguacate con el balance de zanahoria, secados a 20°C y la mezcla con 50% m/m de aguacate y el balance de zanahoria, secados a 40°C; ambos sin adición de ácido cítrico, ya que aunque el ácido cítrico disminuye el pardeamiento enzimático, aumenta la degradación química de los carotenoides.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Para el proceso de obtención de los liofilizados se tomaron en cuenta tres variables: concentración de aguacate en la mezcla aguacate-zanahoria, con cinco niveles diferentes 100, 75, 50, 25 y 0% m/m de aguacate; concentración de ácido cítrico con dos niveles 0,0 y 0,1% de ácido; equivalentemente se toma como variable la temperatura de las bandejas de secado durante la liofilización con dos niveles 20 y 40°C. Se evaluó el efecto de cada variable sobre el cambio de color durante el almacenamiento, causado por el pardeamiento enzimático. Así para la concentración de 100% de aguacate se obtiene $IC_{promedio} = 0,770 \pm 1,504$, con resultados que se encuentran entre el verde amarillento y el amarillo verdoso; para la concentración de 75% de aguacate se obtiene $IC_{promedio} = 3,242 \pm 1,182$, con resultados que se encuentran en el rango del amarillo verdoso y el amarillo pálido; para la concentración de 50% de aguacate se obtiene $IC_{promedio} = 4,969 \pm 0,906$, con resultados que se encuentran dentro del rango del amarillo pálido; para la concentración de 25% de aguacate se obtiene $IC_{promedio} = 7,606 \pm 0,969$, con resultados que se encuentran en el rango del amarillo pálido al naranja intenso; y de forma similar, para la concentración de 0% de aguacate se obtiene $IC_{promedio} = 11,987 \pm 0,395$, con resultados que se encuentran en el rango del naranja intenso.

Se determina del análisis estadístico de cada variable por separado, que tanto para el primero como para el último día de seguimiento de los liofilizados, la concentración de aguacate influye significativamente en el índice de color de los liofilizados aguacate-zanahoria; debido a que cada una de estas materias primas tiene un color representativo y producen una respuesta que está en dos rangos diferentes, el aguacate se encuentra en los IC de color verde amarillento, mientras que la zanahoria se encuentra en los IC de color naranja intenso. Por otra parte, cuando no se tiene en cuenta la concentración de aguacate, se encuentra que la concentración de ácido cítrico, la temperatura de secado y

la interacción concentración de ácido-temperatura no influyen significativamente en el IC; esto se debe que el efecto de la adición de zanahoria sobre el color es mucho más notorio comparado con las pequeñas diferencias que produce la adición de ácido o el cambio de la temperatura de liofilización.

Se encuentra que los antioxidantes de la zanahoria logran inhibir la oxidación de la pulpa de aguacate para concentraciones de 75 y 50 % de aguacate, esto se debe a la asociación que produce la mezcla de los lípidos insaturados de la pulpa de aguacate y los β -carotenos de la zanahoria. Asimismo se encuentra que para estas concentraciones de aguacate, el ácido cítrico no tiene una influencia neta; en consecuencia no se recomienda su adición, puesto que es favorable para disminuir el pardeamiento enzimático de la pulpa de aguacate, en cambio promueve la conversión de carotenoides. En cuanto a la temperatura de secado resulta mejor emplear 40°C para estas concentraciones, ya que mejora la interacción entre el agua y los lípidos del aguacate.

5.2 Recomendaciones

Ahora que hay evidencia de la mezcla de aguacate y zanahoria liofilizada, con un tiempo de vida útil mayor que el de los componentes frescos; se sugiere realizar una evaluación de las características físico químicas y una evaluación sensorial de los liofilizados obtenidos, a pesar de que hay una fuerte evidencia de que la liofilización preserva las propiedades de los alimentos no está de más comprobarlo para esta mezcla en particular.

Evaluar el aprovechamiento y uso de los residuos generados durante la preparación de las mezcla para liofilizar, ya que poseen potencial de transformación para la elaboración de otros productos; de forma que se obtengan beneficios económicos a la vez que disminuye el impacto ambiental.

A. Anexo: Resultados de colorimetría

Cada medición se realiza en tres puntos diferentes de la muestra y se toma el promedio, todos los resultados ordenados por fecha se encuentran en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1. Datos de colorimetría

N° de dato	Nombre	Fecha	Medida	L*	a*	b*	IC (Índice de color)
1	0Ia-20	29/10/2016	Promedio	66,84	29,26	31,73	13,79
			Desviación	0,99	0,45	0,88	
2	25Ia-20	29/10/2016	Promedio	67,87	21,60	48,73	6,53
			Desviación	1,08	0,48	2,79	
3	50Ia-20	29/10/2016	Promedio	70,76	13,25	49,30	3,80
			Desviación	0,59	0,26	0,84	
4	75Ia-20	29/10/2016	Promedio	71,85	9,15	46,83	2,72
			Desviación	0,48	0,33	0,54	
5	100Ia-20	29/10/2016	Promedio	76,05	-3,97	32,67	-1,60
			Desviación	1,05	0,07	0,24	
6	0I-20	29/10/2016	Promedio	66,21	29,06	32,07	13,69
			Desviación	0,28	0,66	0,62	
7	25I-20	29/10/2016	Promedio	67,51	21,24	44,37	7,09
			Desviación	1,61	0,61	1,60	
8	50I-20	29/10/2016	Promedio	68,69	14,89	46,99	4,61
			Desviación	0,69	0,55	2,13	
9	75I-20	29/10/2016	Promedio	69,30	8,66	43,35	2,88
			Desviación	0,42	0,38	1,33	
10	100I-20	29/10/2016	Promedio	73,91	-4,60	33,45	-1,86
			Desviación	0,61	0,15	0,39	
11	100IIa-20	29/10/2016	Promedio	75,72	-3,92	32,71	-1,58
			Desviación	1,16	0,18	0,73	
12	0II-20	29/10/2016	Promedio	65,33	30,44	33,85	13,77

N° de dato	Nombre	Fecha	Medida	L*	a*	b*	IC (Índice de color)
			<i>Desviación</i>	0,63	0,67	0,93	
13	25II-20	29/10/2016	<i>Promedio</i>	67,87	20,93	42,09	7,33
			<i>Desviación</i>	0,59	0,73	0,90	
14	50II-20	29/10/2016	<i>Promedio</i>	69,30	14,67	47,81	4,43
			<i>Desviación</i>	0,86	0,43	1,50	
15	75II-20	29/10/2016	<i>Promedio</i>	69,25	8,72	43,22	2,91
			<i>Desviación</i>	1,52	0,87	2,05	
16	100II-20	29/10/2016	<i>Promedio</i>	73,52	-4,65	32,62	-1,94
			<i>Desviación</i>	0,32	0,10	0,68	
17	100IIIa-20	29/10/2016	<i>Promedio</i>	76,16	-3,99	32,11	-1,63
			<i>Desviación</i>	1,11	0,21	1,00	
18	0III-20	29/10/2016	<i>Promedio</i>	65,74	29,76	33,38	13,56
			<i>Desviación</i>	0,96	1,05	1,62	
19	25III-20	29/10/2016	<i>Promedio</i>	65,89	22,36	43,92	7,73
			<i>Desviación</i>	1,23	0,67	3,20	
20	50III-20	29/10/2016	<i>Promedio</i>	68,69	14,92	46,85	4,64
			<i>Desviación</i>	0,80	0,19	1,26	
21	75III-20	29/10/2016	<i>Promedio</i>	69,87	7,81	41,22	2,71
			<i>Desviación</i>	0,50	0,18	1,98	
22	100III-20	29/10/2016	<i>Promedio</i>	75,20	-4,80	32,89	-1,94
			<i>Desviación</i>	1,28	0,16	1,18	
23	100I-20	3/11/2016	<i>Promedio</i>	63,92	2,39	28,18	1,33
			<i>Desviación</i>	1,47	0,17	0,94	
24	75I-20	3/11/2016	<i>Promedio</i>	60,27	10,29	33,49	5,10
			<i>Desviación</i>	1,07	0,18	0,68	
25	50I-20	3/11/2016	<i>Promedio</i>	56,97	15,05	34,00	7,77
			<i>Desviación</i>	2,35	0,83	1,98	
26	25I-20	3/11/2016	<i>Promedio</i>	59,87	21,40	36,61	9,77
			<i>Desviación</i>	0,92	0,96	0,83	
27	0I-20	3/11/2016	<i>Promedio</i>	64,93	26,88	27,77	14,91
			<i>Desviación</i>	0,60	1,94	1,87	
28	100Ia-20	3/11/2016	<i>Promedio</i>	71,74	-0,84	23,36	-0,50
			<i>Desviación</i>	1,52	0,04	0,24	
29	75Ia-20	3/11/2016	<i>Promedio</i>	67,33	8,65	41,15	3,12
			<i>Desviación</i>	1,11	0,69	1,40	
30	100IIa-20	3/11/2016	<i>Promedio</i>	62,88	13,05	42,38	4,90
			<i>Desviación</i>	2,96	0,22	1,38	
31	100II-20	3/11/2016	<i>Promedio</i>	66,48	19,69	43,13	6,87

N° de dato	Nombre	Fecha	Medida	L*	a*	b*	IC (índice de color)
			Desviación	2,38	0,65	1,98	
32	75II-20	3/11/2016	Promedio	63,32	24,49	26,39	14,66
			Desviación	3,00	1,16	1,01	
33	50II-20	3/11/2016	Promedio	73,45	-0,37	18,77	-0,27
			Desviación	1,34	0,08	0,56	
34	25II-20	3/11/2016	Promedio	61,31	3,36	24,26	2,26
			Desviación	0,97	0,41	0,67	
35	0II-20	3/11/2016	Promedio	59,01	9,24	30,09	5,20
			Desviación	1,66	0,41	1,34	
36	100IIIa-20	3/11/2016	Promedio	69,31	-0,52	17,82	-0,42
			Desviación	1,39	0,16	1,24	
37	100III-20	3/11/2016	Promedio	61,76	2,78	26,02	1,73
			Desviación	1,58	0,25	0,37	
38	75III-20	3/11/2016	Promedio	60,70	11,19	36,99	4,98
			Desviación	0,60	0,51	1,86	
39	50III-20	3/11/2016	Promedio	57,42	15,51	36,78	7,34
			Desviación	2,22	1,32	4,34	
40	25III-20	3/11/2016	Promedio	58,56	20,40	31,90	10,92
			Desviación	0,56	0,64	0,87	
41	0III-20	3/11/2016	Promedio	62,05	22,50	24,43	14,85
			Desviación	2,84	0,79	0,98	
42	100I-40	4/11/2016	Promedio	73,85	-5,68	32,95	-2,33
			Desviación	1,97	0,50	1,22	
43	75I-40	4/11/2016	Promedio	68,63	8,17	45,17	2,63
			Desviación	0,66	0,20	1,85	
44	50I-40	4/11/2016	Promedio	66,88	15,78	47,73	4,94
			Desviación	0,61	0,28	1,47	
45	25I-40	4/11/2016	Promedio	65,88	23,66	44,87	8,00
			Desviación	0,77	0,27	1,72	
46	0I-40	4/11/2016	Promedio	64,33	31,69	35,91	13,72
			Desviación	0,92	0,71	1,19	
47	100Ia-40	4/11/2016	Promedio	74,12	-6,17	34,06	-2,44
			Desviación	0,53	0,08	0,81	
48	75Ia-40	4/11/2016	Promedio	68,58	8,17	45,75	2,60
			Desviación	0,68	0,56	1,48	
49	50Ia-40	4/11/2016	Promedio	67,34	16,08	47,72	5,00
			Desviación	0,26	0,43	0,82	
50	25Ia-40	4/11/2016	Promedio	66,22	23,24	45,52	7,71
			Desviación	1,21	0,99	2,04	

N° de dato	Nombre	Fecha	Medida	L*	a*	b*	IC (Índice de color)
51	0Ia-40	4/11/2016	Promedio	64,72	32,09	37,01	13,39
			Desviación	0,59	0,07	0,23	
52	100II-40	4/11/2016	Promedio	75,12	-6,04	32,79	-2,45
			Desviación	0,85	0,21	1,22	
53	75II-40	4/11/2016	Promedio	69,53	7,97	43,61	2,63
			Desviación	1,85	0,31	1,49	
54	50II-40	4/11/2016	Promedio	67,45	15,28	47,59	4,76
			Desviación	1,56	1,02	4,23	
55	25II-40	4/11/2016	Promedio	64,38	24,31	46,16	8,18
			Desviación	0,45	0,14	1,12	
56	0II-40	4/11/2016	Promedio	63,67	32,54	35,91	14,23
			Desviación	0,95	0,56	0,73	
57	100IIa-40	4/11/2016	Promedio	74,07	-5,94	33,23	-2,41
			Desviación	0,86	0,20	0,34	
58	75IIa-40	4/11/2016	Promedio	69,51	7,97	45,94	2,49
			Desviación	0,78	0,38	2,20	
59	50IIa-40	4/11/2016	Promedio	67,34	16,09	47,67	5,01
			Desviación	1,00	0,52	0,96	
60	25IIa-40	4/11/2016	Promedio	65,43	23,53	44,32	8,12
			Desviación	0,71	0,15	2,19	
61	0IIa-40	4/11/2016	Promedio	64,98	30,63	34,26	13,76
			Desviación	1,15	1,18	1,31	
62	100III-40	4/11/2016	Promedio	75,02	-6,10	33,40	-2,44
			Desviación	1,22	0,17	0,60	
63	75III-40	4/11/2016	Promedio	69,18	8,05	43,45	2,68
			Desviación	1,17	0,39	0,64	
64	50III-40	4/11/2016	Promedio	67,13	15,59	46,89	4,95
			Desviación	0,29	0,21	0,71	
65	25III-40	4/11/2016	Promedio	65,46	23,84	44,92	8,11
			Desviación	0,24	0,56	1,09	
66	0III-40	4/11/2016	Promedio	64,35	31,57	35,11	13,97
			Desviación	0,82	0,49	0,96	
67	100IIIa-40	4/11/2016	Promedio	75,20	-6,15	33,65	-2,43
			Desviación	0,20	0,09	0,47	
68	75IIIa-40	4/11/2016	Promedio	69,70	8,00	44,06	2,60
			Desviación	0,29	0,42	0,88	
69	50IIIa-40	4/11/2016	Promedio	68,57	15,17	46,56	4,75
			Desviación	1,41	0,47	1,44	

N° de dato	Nombre	Fecha	Medida	L*	a*	b*	IC (índice de color)
70	25IIIa-40	4/11/2016	Promedio	65,96	23,57	44,39	8,05
			Desviación	1,07	0,61	2,13	
71	0IIIa-40	4/11/2016	Promedio	64,30	31,99	36,30	13,71
			Desviación	1,80	1,43	1,91	
72	100I-40	9/11/2016	Promedio	75,14	-2,40	28,28	-1,13
			Desviación	2,02	0,68	0,94	
73	75I-40	9/11/2016	Promedio	71,04	4,79	38,16	1,77
			Desviación	2,32	6,15	9,40	
74	50I-40	9/11/2016	Promedio	68,29	13,34	45,16	4,33
			Desviación	3,34	4,91	4,79	
75	25I-40	9/11/2016	Promedio	66,99	21,08	42,96	7,32
			Desviación	1,66	5,15	2,41	
76	0I-40	9/11/2016	Promedio	65,51	27,22	34,53	12,03
			Desviación	0,30	3,17	8,06	
77	100IIa-40	9/11/2016	Promedio	73,32	7,58	28,04	3,69
			Desviación	6,08	18,69	1,41	
78	75IIa-40	9/11/2016	Promedio	70,89	4,34	39,06	1,57
			Desviación	1,52	6,28	10,36	
79	50IIa-40	9/11/2016	Promedio	68,47	13,68	45,47	4,39
			Desviación	0,96	4,28	1,21	
80	25IIa-40	9/11/2016	Promedio	66,93	21,07	45,37	6,94
			Desviación	0,45	4,35	3,48	
81	0IIa-40	9/11/2016	Promedio	66,00	27,60	35,59	11,75
			Desviación	0,25	3,74	8,53	
82	100II-40	9/11/2016	Promedio	73,55	7,92	28,05	3,84
			Desviación	6,65	19,25	2,12	
83	75II-40	9/11/2016	Promedio	72,15	4,53	37,43	1,68
			Desviación	4,27	6,71	9,12	
84	50II-40	9/11/2016	Promedio	67,19	12,76	45,64	4,16
			Desviación	1,48	4,29	3,17	
85	25II-40	9/11/2016	Promedio	66,45	20,78	46,03	6,79
			Desviación	2,21	5,16	2,10	
86	0II-40	9/11/2016	Promedio	66,72	25,76	32,90	11,73
			Desviación	0,55	2,30	8,97	
87	100IIIa-40	9/11/2016	Promedio	76,09	-2,95	26,73	-1,45
			Desviación	0,19	0,13	0,06	
88	75IIa-40	9/11/2016	Promedio	70,74	7,82	43,52	2,54
			Desviación	0,42	0,21	0,39	
89	50IIIa-40	9/11/2016	Promedio	68,26	15,76	46,76	4,94

N° de dato	Nombre	Fecha	Medida	L*	a*	b*	IC (Índice de color)
			<i>Desviación</i>	0,28	0,61	1,59	
90	25IIa-40	9/11/2016	<i>Promedio</i>	65,38	23,27	42,80	8,31
			<i>Desviación</i>	0,29	0,42	1,22	
91	0IIa-40	9/11/2016	<i>Promedio</i>	69,11	24,37	25,53	13,81
			<i>Desviación</i>	0,69	0,96	0,69	
92	100III-40	10/11/2016	<i>Promedio</i>	75,76	-3,11	28,11	-1,46
			<i>Desviación</i>	2,23	0,96	0,59	
93	75III-40	10/11/2016	<i>Promedio</i>	71,44	7,94	40,24	2,76
			<i>Desviación</i>	1,07	0,62	0,83	
94	50III-40	10/11/2016	<i>Promedio</i>	67,68	14,90	46,59	4,73
			<i>Desviación</i>	0,92	0,47	1,36	
95	25III-40	10/11/2016	<i>Promedio</i>	65,27	24,16	43,32	8,54
			<i>Desviación</i>	0,76	0,83	0,66	
96	0III-40	10/11/2016	<i>Promedio</i>	67,06	26,63	27,81	14,28
			<i>Desviación</i>	0,73	0,91	1,01	
97	100IIIa-40	10/11/2016	<i>Promedio</i>	76,19	4,60	25,27	2,39
			<i>Desviación</i>	2,30	13,45	2,20	
98	75IIIa-40	10/11/2016	<i>Promedio</i>	73,70	3,61	35,31	1,39
			<i>Desviación</i>	3,48	6,03	6,87	
99	50IIIa-40	10/11/2016	<i>Promedio</i>	70,78	12,00	42,99	3,94
			<i>Desviación</i>	1,09	4,02	2,44	
100	25IIIa-40	10/11/2016	<i>Promedio</i>	69,34	17,05	38,74	6,35
			<i>Desviación</i>	1,20	4,24	2,90	
101	0IIIa-40	10/11/2016	<i>Promedio</i>	69,41	22,34	31,25	10,30
			<i>Desviación</i>	1,78	1,08	8,09	
102	100IIIa-20	10/11/2016	<i>Promedio</i>	79,18	1,24	13,92	1,13
			<i>Desviación</i>	0,95	0,20	0,41	
103	100III-20	10/11/2016	<i>Promedio</i>	64,35	3,07	22,93	2,08
			<i>Desviación</i>	1,96	0,60	0,37	
104	75III-20	10/11/2016	<i>Promedio</i>	61,49	11,31	36,87	4,99
			<i>Desviación</i>	1,32	0,34	1,78	
105	50III-20	10/11/2016	<i>Promedio</i>	58,32	14,92	35,19	7,27
			<i>Desviación</i>	3,19	0,69	2,91	
106	25III-20	10/11/2016	<i>Promedio</i>	60,10	16,47	25,59	10,71
			<i>Desviación</i>	1,82	0,28	0,76	
107	0III-20	10/11/2016	<i>Promedio</i>	65,68	18,86	21,89	13,11
			<i>Desviación</i>	0,70	1,45	1,68	
108	100IIIa-20	10/11/2016	<i>Promedio</i>	76,49	0,35	17,03	0,27

N° de dato	Nombre	Fecha	Medida	L*	a*	b*	IC (índice de color)
			Desviación	3,38	0,12	0,81	
109	100II-20	10/11/2016	Promedio	63,26	3,52	22,63	2,46
			Desviación	0,81	0,32	0,39	
110	75II-20	10/11/2016	Promedio	60,59	9,88	32,20	5,07
			Desviación	1,26	0,53	2,17	
111	50II-20	10/11/2016	Promedio	57,12	15,71	37,61	7,31
			Desviación	1,11	0,48	1,05	
112	25II-20	10/11/2016	Promedio	59,11	17,78	29,67	10,14
			Desviación	3,15	0,45	1,37	
113	0II-20	10/11/2016	Promedio	65,97	19,95	22,90	13,21
			Desviación	2,05	2,11	1,98	
114	100Ia-20	10/11/2016	Promedio	74,39	3,87	28,56	1,82
			Desviación	2,88	6,28	18,31	
115	75Ia-20	10/11/2016	Promedio	72,96	3,82	23,31	2,24
			Desviación	2,71	2,88	5,37	
116	50Ia-20	10/11/2016	Promedio	70,62	7,68	27,33	3,98
			Desviación	2,95	2,21	3,48	
117	25Ia-20	10/11/2016	Promedio	69,36	11,61	26,93	6,22
			Desviación	3,33	2,78	0,57	
118	0Ia-20	10/11/2016	Promedio	69,51	18,00	24,86	10,42
			Desviación	3,08	5,28	0,40	
119	100I-20	10/11/2016	Promedio	64,29	8,70	25,38	5,33
			Desviación	1,64	9,83	1,09	
120	75I-20	10/11/2016	Promedio	62,88	7,84	31,37	3,97
			Desviación	3,63	4,14	5,44	
121	50I-20	10/11/2016	Promedio	60,15	12,85	32,68	6,54
			Desviación	2,13	2,47	2,26	
122	25I-20	10/11/2016	Promedio	60,22	16,78	32,26	8,64
			Desviación	1,21	3,13	3,08	
123	0I-20	10/11/2016	Promedio	67,38	19,68	26,82	10,89
			Desviación	5,18	1,46	6,77	
124	100I-40	12/11/2016	Promedio	75,41	-1,94	26,60	-0,97
			Desviación	1,42	0,60	0,52	
125	75I-40	12/11/2016	Promedio	69,73	8,36	42,41	2,83
			Desviación	1,10	0,20	1,27	
126	50I-40	12/11/2016	Promedio	66,73	15,55	47,28	4,93
			Desviación	0,64	0,37	0,71	
127	25I-40	12/11/2016	Promedio	65,61	23,39	42,99	8,29
			Desviación	0,87	0,19	0,70	

N° de dato	Nombre	Fecha	Medida	L*	a*	b*	IC (Índice de color)
128	0I-40	12/11/2016	Promedio	68,95	23,54	26,44	12,91
			Desviación	0,85	0,89	1,08	
129	100Ia-40	12/11/2016	Promedio	75,60	-2,63	26,29	-1,32
			Desviación	1,62	0,03	0,01	
130	75Ia-40	12/11/2016	Promedio	70,47	7,77	43,69	2,52
			Desviación	0,62	0,03	0,95	
131	50Ia-40	12/11/2016	Promedio	68,04	15,81	46,74	4,97
			Desviación	0,72	0,68	1,20	
132	25Ia-40	12/11/2016	Promedio	66,56	22,53	44,86	7,55
			Desviación	0,40	0,72	0,18	
133	0Ia-40	12/11/2016	Promedio	69,93	23,51	26,56	12,66
			Desviación	0,84	0,06	0,59	
134	100II-40	12/11/2016	Promedio	77,41	-2,34	24,79	-1,22
			Desviación	0,67	0,10	0,88	
135	75II-40	12/11/2016	Promedio	70,13	8,12	42,15	2,75
			Desviación	1,08	0,16	0,51	
136	50II-40	12/11/2016	Promedio	68,01	14,66	45,83	4,70
			Desviación	1,22	0,94	3,07	
137	25II-40	12/11/2016	Promedio	65,60	22,50	43,56	7,87
			Desviación	0,85	0,67	1,16	
138	0II-40	12/11/2016	Promedio	68,40	23,71	24,95	13,89
			Desviación	0,36	0,12	0,64	
139	100IIa-40	12/11/2016	Promedio	76,97	-2,07	24,14	-1,12
			Desviación	0,53	0,20	0,01	
140	75IIa-40	12/11/2016	Promedio	71,54	7,50	41,90	2,50
			Desviación	0,27	0,26	0,57	
141	50IIa-40	12/11/2016	Promedio	68,17	15,45	46,39	4,89
			Desviación	0,55	0,68	1,18	
142	25IIa-40	12/11/2016	Promedio	66,11	21,64	41,44	7,90
			Desviación	0,65	0,36	1,52	
143	0IIa-40	12/11/2016	Promedio	71,68	21,00	24,12	12,15
			Desviación	2,16	2,04	1,75	
144	100III-40	12/11/2016	Promedio	76,65	-2,10	24,76	-1,11
			Desviación	2,23	0,97	0,32	
145	75III-40	12/11/2016	Promedio	70,40	8,16	41,58	2,79
			Desviación	1,88	0,78	1,27	
146	50III-40	12/11/2016	Promedio	67,88	14,53	45,61	4,69
			Desviación	0,92	0,06	0,83	
147	25III-40	12/11/2016	Promedio	66,96	21,24	41,65	7,62
			Desviación				

N° de dato	Nombre	Fecha	Medida	L*	a*	b*	IC (índice de color)
			Desviación	0,47	0,57	1,62	
148	0III-40	12/11/2016	Promedio	69,42	22,69	26,02	12,56
			Desviación	0,92	0,62	1,23	
149	100IIIa-40	12/11/2016	Promedio	77,53	-2,75	26,00	-1,36
			Desviación	0,15	0,09	0,57	
150	75IIIa-40	12/11/2016	Promedio	71,80	7,19	38,98	2,57
			Desviación	0,51	0,25	0,65	
151	50IIIa-40	12/11/2016	Promedio	71,14	12,80	42,32	4,25
			Desviación	0,37	0,49	0,25	
152	25IIIa-40	12/11/2016	Promedio	68,82	18,50	34,40	7,81
			Desviación	0,44	0,61	0,98	
153	0IIIa-40	12/11/2016	Promedio	71,50	21,64	25,77	11,75
			Desviación	1,90	1,43	2,09	
154	100I-20	12/11/2016	Promedio	65,88	3,14	24,25	1,97
			Desviación	2,59	0,18	0,97	
155	75I-20	12/11/2016	Promedio	62,25	10,09	34,22	4,74
			Desviación	1,49	0,28	1,22	
156	50I-20	12/11/2016	Promedio	58,20	13,87	31,65	7,53
			Desviación	0,30	0,71	1,95	
157	25I-20	12/11/2016	Promedio	63,07	17,81	31,49	8,97
			Desviación	0,31	0,53	0,53	
158	0I-20	12/11/2016	Promedio	71,19	19,21	22,51	11,99
			Desviación	1,48	2,29	2,35	
159	100Ia-20	12/11/2016	Promedio	73,17	2,12	15,84	1,83
			Desviación	0,54	0,54	0,19	
160	75Ia-20	12/11/2016	Promedio	73,11	5,05	22,75	3,03
			Desviación	0,97	0,16	0,90	
161	50Ia-20	12/11/2016	Promedio	69,28	8,20	26,11	4,53
			Desviación	2,60	0,45	1,37	
162	25Ia-20	12/11/2016	Promedio	72,57	12,22	25,42	6,62
			Desviación	1,84	0,32	0,47	
163	0Ia-20	12/11/2016	Promedio	69,13	19,72	23,80	11,99
			Desviación	1,46	0,68	0,63	
164	100IIIa-20	12/11/2016	Promedio	75,06	2,17	15,80	1,83
			Desviación	1,59	0,17	0,26	
165	100II-20	12/11/2016	Promedio	63,62	3,61	22,60	2,51
			Desviación	1,07	0,28	0,70	
166	75II-20	12/11/2016	Promedio	59,74	9,45	31,38	5,04

N° de dato	Nombre	Fecha	Medida	L*	a*	b*	IC (Índice de color)
			<i>Desviación</i>	3,36	0,32	1,98	
167	50II-20	12/11/2016	<i>Promedio</i>	58,35	15,79	37,52	7,21
			<i>Desviación</i>	1,11	0,19	1,14	
168	25II-20	12/11/2016	<i>Promedio</i>	62,48	16,44	27,16	9,69
			<i>Desviación</i>	0,78	1,16	1,09	
169	0II-20	12/11/2016	<i>Promedio</i>	64,28	19,94	22,97	13,50
			<i>Desviación</i>	1,14	1,69	1,23	
170	100IIIa-20	12/11/2016	<i>Promedio</i>	69,86	1,99	14,58	1,95
			<i>Desviación</i>	1,71	0,21	0,82	
171	100III-20	12/11/2016	<i>Promedio</i>	67,23	3,02	22,03	2,04
			<i>Desviación</i>	1,70	0,16	0,93	
172	75III-20	12/11/2016	<i>Promedio</i>	61,48	11,31	37,79	4,87
			<i>Desviación</i>	0,32	0,35	0,88	
173	50III-20	12/11/2016	<i>Promedio</i>	58,09	14,30	33,01	7,46
			<i>Desviación</i>	0,69	0,75	2,74	
174	25III-20	12/11/2016	<i>Promedio</i>	58,45	15,86	24,78	10,95
			<i>Desviación</i>	2,30	0,40	0,98	
175	0III-20	12/11/2016	<i>Promedio</i>	66,60	18,55	22,06	12,63
			<i>Desviación</i>	1,14	1,01	1,29	
176	100I-40	17/11/2016	<i>Promedio</i>	77,82	1,78	15,38	1,48
			<i>Desviación</i>	4,61	4,36	14,30	
177	75I-40	17/11/2016	<i>Promedio</i>	72,36	4,88	35,00	1,93
			<i>Desviación</i>	5,15	5,68	9,97	
178	50I-40	17/11/2016	<i>Promedio</i>	68,51	12,60	44,08	4,17
			<i>Desviación</i>	2,30	3,91	3,28	
179	25I-40	17/11/2016	<i>Promedio</i>	67,09	18,75	44,43	6,29
			<i>Desviación</i>	0,29	3,53	1,70	
180	0I-40	17/11/2016	<i>Promedio</i>	69,87	20,97	31,36	9,57
			<i>Desviación</i>	2,09	1,37	8,55	
181	100Ia-40	17/11/2016	<i>Promedio</i>	76,28	-1,61	22,98	-0,92
			<i>Desviación</i>	1,20	0,06	0,62	
182	75Ia-40	17/11/2016	<i>Promedio</i>	71,00	7,55	42,10	2,53
			<i>Desviación</i>	0,54	0,29	0,85	
183	50Ia-40	17/11/2016	<i>Promedio</i>	68,88	14,60	45,44	4,67
			<i>Desviación</i>	0,80	0,70	1,24	
184	25Ia-40	17/11/2016	<i>Promedio</i>	68,84	19,18	41,48	6,72
			<i>Desviación</i>	0,42	0,50	0,75	
185	0Ia-40	17/11/2016	<i>Promedio</i>	72,07	21,02	25,76	11,32
			<i>Desviación</i>	0,91	0,66	0,74	

N° de dato	Nombre	Fecha	Medida	L*	a*	b*	IC (índice de color)
186	100II-40	17/11/2016	Promedio	78,58	-1,44	21,48	-0,85
			Desviación	0,35	0,07	0,73	
187	75II-40	17/11/2016	Promedio	71,31	7,88	40,16	2,75
			Desviación	0,93	0,29	0,78	
188	50II-40	17/11/2016	Promedio	68,32	13,76	45,17	4,46
			Desviación	0,87	0,65	2,13	
189	25II-40	17/11/2016	Promedio	67,40	18,52	37,08	7,41
			Desviación	0,41	0,21	1,72	
190	0II-40	17/11/2016	Promedio	69,33	21,14	23,54	12,96
			Desviación	1,47	0,77	0,54	
191	100IIa-40	17/11/2016	Promedio	78,22	-1,09	20,42	-0,68
			Desviación	0,39	0,16	0,22	
192	75IIa-40	17/11/2016	Promedio	73,09	6,54	36,61	2,44
			Desviación	0,13	0,28	1,06	
193	50IIa-40	17/11/2016	Promedio	69,60	13,32	40,52	4,72
			Desviación	0,84	0,87	1,36	
194	25IIa-40	17/11/2016	Promedio	68,82	17,38	30,55	8,27
			Desviación	0,75	0,61	0,95	
195	0IIa-40	17/11/2016	Promedio	73,64	18,90	22,56	11,37
			Desviación	1,54	1,71	1,39	
196	100III-40	17/11/2016	Promedio	78,23	-0,61	18,40	-0,43
			Desviación	2,08	0,90	0,29	
197	75III-40	17/11/2016	Promedio	72,16	7,37	37,17	2,75
			Desviación	1,90	0,83	1,56	
198	50III-40	17/11/2016	Promedio	69,75	12,33	38,05	4,65
			Desviación	0,38	0,45	1,30	
199	25III-40	17/11/2016	Promedio	70,12	16,10	27,65	8,30
			Desviación	0,31	0,41	1,09	
200	0III-40	17/11/2016	Promedio	70,55	22,34	26,19	12,09
			Desviación	0,78	0,53	0,37	
201	100IIIa-40	17/11/2016	Promedio	79,68	-1,07	19,19	-0,70
			Desviación	0,67	0,12	0,31	
202	75IIIa-40	17/11/2016	Promedio	73,03	6,55	34,21	2,62
			Desviación	0,36	0,28	1,14	
203	50IIIa-40	17/11/2016	Promedio	72,83	10,79	33,29	4,45
			Desviación	0,53	0,78	1,42	
204	25IIIa-40	17/11/2016	Promedio	70,35	16,21	27,23	8,47
			Desviación	0,82	0,58	0,81	

N° de dato	Nombre	Fecha	Medida	L*	a*	b*	IC (Índice de color)
205	0IIIa-40	17/11/2016	Promedio	71,59	21,23	25,04	11,84
			Desviación	1,64	1,58	1,79	
206	100I-20	17/11/2016	Promedio	74,76	-0,13	22,20	-0,08
			Desviación	0,61	0,07	0,64	
207	75I-20	17/11/2016	Promedio	70,69	8,84	40,96	3,05
			Desviación	0,44	0,56	1,11	
208	50I-20	17/11/2016	Promedio	70,19	12,42	42,66	4,15
			Desviación	0,95	0,38	1,93	
209	25I-20	17/11/2016	Promedio	70,06	14,74	33,99	6,19
			Desviación	1,40	0,55	0,58	
210	0I-20	17/11/2016	Promedio	74,63	15,48	18,41	11,27
			Desviación	0,87	0,75	0,90	
211	100Ia-20	17/11/2016	Promedio	76,88	2,23	15,08	1,92
			Desviación	1,30	0,32	0,47	
212	75Ia-20	17/11/2016	Promedio	77,68	3,29	21,78	1,95
			Desviación	0,67	0,16	0,56	
213	50Ia-20	17/11/2016	Promedio	70,63	7,28	23,70	4,35
			Desviación	0,83	0,20	0,76	
214	25Ia-20	17/11/2016	Promedio	73,02	11,15	23,78	6,42
			Desviación	2,15	0,81	1,28	
215	0Ia-20	17/11/2016	Promedio	67,92	19,21	23,84	11,87
			Desviación	2,26	0,31	0,21	
216	100IIIa-20	17/11/2016	Promedio	77,43	2,64	15,46	2,21
			Desviación	2,01	0,38	0,09	
217	100II-20	17/11/2016	Promedio	74,20	17,22	20,84	11,14
			Desviación	1,39	0,56	0,57	
218	75II-20	17/11/2016	Promedio	61,26	16,20	27,53	9,61
			Desviación	3,22	1,02	1,54	
219	50II-20	17/11/2016	Promedio	57,54	15,50	37,54	7,18
			Desviación	0,63	0,39	1,45	
220	25II-20	17/11/2016	Promedio	60,80	9,17	31,32	4,81
			Desviación	0,97	0,15	0,33	
221	0II-20	17/11/2016	Promedio	64,23	3,91	21,86	2,78
			Desviación	1,13	0,35	0,46	
222	100IIIa-20	17/11/2016	Promedio	74,42	3,49	15,98	2,93
			Desviación	0,97	0,31	0,59	
223	100III-20	17/11/2016	Promedio	66,24	3,51	21,12	2,51
			Desviación	2,83	0,23	0,66	

N° de dato	Nombre	Fecha	Medida	L*	a*	b*	IC (índice de color)
224	75III-20	17/11/2016	Promedio	63,90	10,52	35,13	4,68
			Desviación	0,67	0,27	1,10	
225	50III-20	17/11/2016	Promedio	60,15	14,60	35,48	6,84
			Desviación	2,59	0,72	2,23	
226	25III-20	17/11/2016	Promedio	62,06	15,10	24,15	10,08
			Desviación	0,88	1,05	1,66	
227	0III-20	17/11/2016	Promedio	67,71	16,06	20,32	11,67
			Desviación	0,30	1,51	1,83	
228	100I-40	19/11/2016	Promedio	77,43	-0,72	22,18	-0,42
			Desviación	1,54	0,58	0,48	
229	75I-40	19/11/2016	Promedio	70,61	8,07	40,15	2,85
			Desviación	0,92	0,08	0,82	
230	50I-40	19/11/2016	Promedio	68,13	14,20	44,15	4,72
			Desviación	0,69	0,51	1,01	
231	25I-40	19/11/2016	Promedio	67,88	19,05	39,77	7,06
			Desviación	0,45	0,85	3,08	
232	0I-40	19/11/2016	Promedio	71,75	21,36	25,67	11,60
			Desviación	0,62	0,80	0,81	
233	100Ia-40	19/11/2016	Promedio	77,19	-1,17	21,28	-0,71
			Desviación	1,67	0,05	0,69	
234	75Ia-40	19/11/2016	Promedio	72,75	6,90	39,88	2,38
			Desviación	0,46	0,21	0,69	
235	50Ia-40	19/11/2016	Promedio	69,98	13,87	43,12	4,60
			Desviación	0,86	0,57	1,09	
236	25Ia-40	19/11/2016	Promedio	69,61	17,89	38,93	6,60
			Desviación	0,26	0,37	0,48	
237	0Ia-40	19/11/2016	Promedio	72,52	20,80	25,29	11,34
			Desviación	0,24	0,52	0,52	
238	100II-40	19/11/2016	Promedio	78,85	-1,11	20,57	-0,68
			Desviación	0,27	0,10	0,31	
239	75II-40	19/11/2016	Promedio	71,66	7,70	38,76	2,77
			Desviación	0,76	0,23	0,50	
240	50II-40	19/11/2016	Promedio	69,18	13,12	43,14	4,40
			Desviación	1,29	0,74	2,30	
241	25II-40	19/11/2016	Promedio	68,64	17,34	33,11	7,63
			Desviación	0,84	0,60	0,93	
242	0II-40	19/11/2016	Promedio	69,94	20,65	23,26	12,69
			Desviación	0,79	0,48	0,56	
243	100IIa-40	19/11/2016	Promedio	78,26	-0,76	19,18	-0,51

N° de dato	Nombre	Fecha	Medida	L*	a*	b*	IC (Índice de color)
			<i>Desviación</i>	0,67	0,13	0,09	
244	75IIa-40	19/11/2016	<i>Promedio</i>	74,09	6,01	33,17	2,45
			<i>Desviación</i>	0,50	0,29	0,90	
245	50IIa-40	19/11/2016	<i>Promedio</i>	70,39	12,37	35,65	4,93
			<i>Desviación</i>	1,21	0,97	2,37	
246	25IIa-40	19/11/2016	<i>Promedio</i>	69,92	16,62	27,93	8,51
			<i>Desviación</i>	0,69	0,47	0,87	
247	0IIa-40	19/11/2016	<i>Promedio</i>	73,51	18,35	22,00	11,35
			<i>Desviación</i>	1,33	1,76	1,55	
248	100III-40	19/11/2016	<i>Promedio</i>	79,17	-0,28	16,44	-0,22
			<i>Desviación</i>	1,71	0,73	0,52	
249	75III-40	19/11/2016	<i>Promedio</i>	73,02	7,01	34,82	2,76
			<i>Desviación</i>	1,54	0,70	1,12	
250	50III-40	19/11/2016	<i>Promedio</i>	70,80	11,54	34,11	4,78
			<i>Desviación</i>	0,37	0,32	0,70	
251	25III-40	19/11/2016	<i>Promedio</i>	70,92	15,45	26,68	8,16
			<i>Desviación</i>	0,33	0,53	0,11	
252	0III-40	19/11/2016	<i>Promedio</i>	71,70	21,32	24,88	11,95
			<i>Desviación</i>	0,22	0,24	0,34	
253	100IIa-40	19/11/2016	<i>Promedio</i>	79,92	-0,34	16,70	-0,26
			<i>Desviación</i>	0,73	0,09	0,69	
254	75IIa-40	19/11/2016	<i>Promedio</i>	74,12	5,93	29,52	2,71
			<i>Desviación</i>	0,47	0,38	0,80	
255	50IIa-40	19/11/2016	<i>Promedio</i>	73,34	10,41	28,85	4,92
			<i>Desviación</i>	1,13	0,86	1,71	
256	25IIa-40	19/11/2016	<i>Promedio</i>	71,02	15,16	25,21	8,47
			<i>Desviación</i>	0,08	0,45	0,29	
257	0IIa-40	19/11/2016	<i>Promedio</i>	70,67	20,23	23,80	12,03
			<i>Desviación</i>	2,45	1,47	1,86	
258	100I-20	19/11/2016	<i>Promedio</i>	73,18	0,16	19,78	0,11
			<i>Desviación</i>	2,70	0,08	0,95	
259	75I-20	19/11/2016	<i>Promedio</i>	71,77	8,03	39,15	2,86
			<i>Desviación</i>	1,06	0,49	1,44	
260	50I-20	19/11/2016	<i>Promedio</i>	57,64	13,29	31,63	7,29
			<i>Desviación</i>	2,64	0,36	1,37	
261	25I-20	19/11/2016	<i>Promedio</i>	62,87	16,15	29,01	8,85
			<i>Desviación</i>	0,18	0,56	0,89	
262	0I-20	19/11/2016	<i>Promedio</i>	71,20	17,01	21,72	11,00
			<i>Desviación</i>	0,93	1,54	1,54	

N° de dato	Nombre	Fecha	Medida	L*	a*	b*	IC (índice de color)
263	100Ia-20	19/11/2016	Promedio	71,16	3,52	15,26	3,24
			Desviación	1,25	0,62	1,40	
264	75Ia-20	19/11/2016	Promedio	73,55	4,80	19,56	3,33
			Desviación	0,82	0,24	0,67	
265	50Ia-20	19/11/2016	Promedio	71,99	6,97	22,29	4,34
			Desviación	0,82	0,32	0,63	
266	25Ia-20	19/11/2016	Promedio	74,14	10,45	22,87	6,16
			Desviación	1,16	0,66	1,13	
267	0Ia-20	19/11/2016	Promedio	70,33	18,31	23,26	11,19
			Desviación	0,84	0,22	0,14	
268	100IIa-20	19/11/2016	Promedio	73,83	3,67	14,93	3,33
			Desviación	2,37	0,54	1,11	
269	100II-20	19/11/2016	Promedio	64,64	4,06	21,05	2,98
			Desviación	0,70	0,28	1,04	
270	75II-20	19/11/2016	Promedio	59,66	9,17	31,55	4,87
			Desviación	3,16	0,32	2,62	
271	50II-20	19/11/2016	Promedio	58,72	14,93	36,58	6,95
			Desviación	1,80	0,40	2,03	
272	25II-20	19/11/2016	Promedio	61,07	15,37	26,25	9,58
			Desviación	2,48	0,92	1,27	
273	0II-20	19/11/2016	Promedio	64,83	19,94	24,29	12,66
			Desviación	1,66	1,67	1,28	
274	100IIIa-20	19/11/2016	Promedio	70,51	4,11	16,26	3,59
			Desviación	2,45	0,22	0,11	
275	100III-20	19/11/2016	Promedio	66,31	3,53	20,92	2,54
			Desviación	1,82	0,20	0,41	
276	75III-20	19/11/2016	Promedio	64,08	10,41	34,81	4,67
			Desviación	1,76	0,07	1,14	
277	50III-20	19/11/2016	Promedio	58,94	14,34	35,08	6,94
			Desviación	2,69	0,34	1,28	
278	25III-20	19/11/2016	Promedio	59,16	15,49	25,21	10,38
			Desviación	2,19	0,36	0,62	
279	0III-20	19/11/2016	Promedio	68,63	15,06	19,61	11,19
			Desviación	0,42	0,91	0,99	
280	100IIIa-20	26/11/2016	Promedio	77,36	4,83	14,61	4,27
			Desviación	0,64	0,01	0,11	
281	0III-20	26/11/2016	Promedio	68,61	12,74	18,50	10,04
			Desviación	1,39	1,23	1,35	

N° de dato	Nombre	Fecha	Medida	L*	a*	b*	IC (Índice de color)
282	25III-20	26/11/2016	Promedio	60,90	13,79	23,64	9,58
			Desviación	2,50	0,22	0,38	
283	50III-20	26/11/2016	Promedio	60,63	12,91	31,60	6,74
			Desviación	1,97	0,65	2,59	
284	75III-20	26/11/2016	Promedio	64,67	9,61	33,31	4,46
			Desviación	1,16	0,35	0,69	
285	100III-20	26/11/2016	Promedio	67,95	3,73	19,58	2,80
			Desviación	2,03	0,16	0,43	
286	100IIa-20	26/11/2016	Promedio	72,38	4,66	15,56	4,14
			Desviación	1,11	0,35	0,35	
287	0II-20	26/11/2016	Promedio	67,49	16,67	21,97	11,24
			Desviación	1,68	1,88	1,75	
288	25II-20	26/11/2016	Promedio	64,76	13,07	23,48	8,59
			Desviación	0,89	0,53	0,46	
289	50II-20	26/11/2016	Promedio	61,41	12,73	31,05	6,68
			Desviación	1,40	0,11	1,27	
290	75II-20	26/11/2016	Promedio	61,11	8,16	29,79	4,48
			Desviación	2,66	0,04	0,52	
291	100II-20	26/11/2016	Promedio	65,36	4,09	19,07	3,28
			Desviación	0,91	0,16	0,68	
292	0Ia-20	26/11/2016	Promedio	70,23	15,85	21,64	10,43
			Desviación	0,73	0,35	0,49	
293	25Ia-20	26/11/2016	Promedio	75,42	9,01	21,65	5,52
			Desviación	0,97	0,51	0,86	
294	50Ia-20	26/11/2016	Promedio	70,86	6,06	19,57	4,37
			Desviación	0,71	0,18	0,43	
295	75Ia-20	26/11/2016	Promedio	75,20	4,93	17,40	3,77
			Desviación	1,09	0,28	0,36	
296	100Ia-20	26/11/2016	Promedio	73,25	5,22	15,80	4,51
			Desviación	0,82	0,16	0,25	
297	0I-20	26/11/2016	Promedio	71,90	14,83	20,54	10,04
			Desviación	1,02	2,04	2,10	
298	25I-20	26/11/2016	Promedio	63,07	15,10	28,43	8,42
			Desviación	0,40	0,64	1,03	
299	50I-20	26/11/2016	Promedio	57,82	12,41	30,04	7,15
			Desviación	2,98	0,20	0,64	
300	75I-20	26/11/2016	Promedio	62,03	9,10	33,83	4,34
			Desviación	1,21	0,41	1,36	
301	100I-20	26/11/2016	Promedio	67,71	3,71	21,54	2,54

N° de dato	Nombre	Fecha	Medida	L*	a*	b*	IC (índice de color)
			Desviación	1,61	0,15	0,23	
302	0IIIa-40	26/11/2016	Promedio	66,36	22,59	26,59	12,80
			Desviación	3,37	0,50	0,83	
303	25IIIa-40	26/11/2016	Promedio	71,57	13,50	23,22	8,12
			Desviación	0,84	0,78	0,74	
304	50IIIa-40	26/11/2016	Promedio	75,18	9,22	24,38	5,03
			Desviación	0,64	0,64	0,91	
305	75IIIa-40	26/11/2016	Promedio	74,60	5,63	26,58	2,84
			Desviación	0,81	0,12	0,92	
306	100IIIa-40	26/11/2016	Promedio	80,22	0,41	15,35	0,33
			Desviación	0,31	0,05	0,35	
307	0III-40	26/11/2016	Promedio	72,53	19,29	23,37	11,38
			Desviación	0,67	0,09	0,23	
308	25III-40	26/11/2016	Promedio	71,30	14,73	25,65	8,05
			Desviación	0,70	0,49	0,27	
309	50III-40	26/11/2016	Promedio	71,60	10,80	29,76	5,07
			Desviación	0,03	0,16	0,42	
310	75III-40	26/11/2016	Promedio	73,64	6,66	30,77	2,94
			Desviación	2,47	0,92	2,63	
311	100III-40	26/11/2016	Promedio	79,77	0,18	14,97	0,15
			Desviación	1,33	0,54	0,61	
312	0IIa-40	26/11/2016	Promedio	74,43	15,95	20,37	10,52
			Desviación	1,31	1,38	1,16	
313	25IIa-40	26/11/2016	Promedio	70,89	14,58	24,34	8,45
			Desviación	1,09	0,67	1,13	
314	50IIa-40	26/11/2016	Promedio	72,12	10,83	26,99	5,56
			Desviación	1,06	0,80	2,23	
315	75IIa-40	26/11/2016	Promedio	76,17	5,12	22,37	3,00
			Desviación	0,70	0,34	0,68	
316	100IIa-40	26/11/2016	Promedio	79,51	0,53	14,52	0,46
			Desviación	0,91	0,16	0,31	
317	0II-40	26/11/2016	Promedio	71,65	16,98	20,57	11,52
			Desviación	0,25	0,33	0,29	
318	25II-40	26/11/2016	Promedio	69,60	15,46	27,43	8,10
			Desviación	1,09	0,72	0,53	
319	50II-40	26/11/2016	Promedio	69,91	11,52	37,86	4,35
			Desviación	0,67	0,85	2,39	
320	75II-40	26/11/2016	Promedio	72,38	6,74	33,54	2,78

N° de dato	Nombre	Fecha	Medida	L*	a*	b*	IC (Índice de color)
			<i>Desviación</i>	2,03	0,19	0,81	
321	100II-40	26/11/2016	<i>Promedio</i>	79,65	-0,23	17,09	-0,17
			<i>Desviación</i>	0,29	0,10	0,40	
322	0Ia-40	26/11/2016	<i>Promedio</i>	72,25	18,84	22,32	11,68
			<i>Desviación</i>	0,76	0,15	0,35	
323	25Ia-40	26/11/2016	<i>Promedio</i>	72,13	14,40	25,02	7,98
			<i>Desviación</i>	0,12	0,22	0,35	
324	50Ia-40	26/11/2016	<i>Promedio</i>	72,43	10,64	29,58	4,97
			<i>Desviación</i>	1,37	0,68	1,18	
325	75Ia-40	26/11/2016	<i>Promedio</i>	75,36	5,42	24,18	2,98
			<i>Desviación</i>	0,58	0,23	0,99	
326	100Ia-40	26/11/2016	<i>Promedio</i>	78,57	0,57	14,81	0,49
			<i>Desviación</i>	0,84	0,19	0,25	
327	0I-40	26/11/2016	<i>Promedio</i>	72,34	20,00	23,49	11,77
			<i>Desviación</i>	0,98	0,12	0,15	
328	25I-40	26/11/2016	<i>Promedio</i>	70,61	15,02	27,47	7,74
			<i>Desviación</i>	0,22	0,44	0,65	
329	50I-40	26/11/2016	<i>Promedio</i>	69,91	11,99	35,81	4,79
			<i>Desviación</i>	0,79	0,63	1,02	
330	75I-40	26/11/2016	<i>Promedio</i>	72,52	6,76	32,79	2,84
			<i>Desviación</i>	0,21	0,26	1,05	
331	100I-40	26/11/2016	<i>Promedio</i>	77,97	0,77	16,76	0,59
			<i>Desviación</i>	1,50	0,44	0,47	

B. Anexo: Pruebas estadísticas

A continuación se encuentran los análisis estadísticos considerando únicamente el porcentaje de aguacate como variable y se compara el primero con el último día. Como primera medida se evalúa la normalidad con las pruebas de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk; sin embargo la prueba de Shapiro-Wilk es más potente. Luego se encuentra la prueba t de student para muestras emparejadas.

Tabla 5-2. Resultados prueba de normalidad para concentraciones de aguacate.

Porcentaje de aguacate		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
0	IC día 1	0,239	10	0,112	0,928	10	0,430
	IC día 23	0,189	10	0,200	0,927	10	0,416
25	IC día 1	0,221	10	0,183	0,850	10	0,059
	IC día 23	0,197	10	0,200	0,933	10	0,482
50	IC día 1	0,216	10	0,200	0,818	10	0,024
	IC día 23	0,260	10	0,053	0,846	10	0,052
75	IC día 1	0,204	10	0,200	0,916	10	0,323
	IC día 23	0,352	10	0,001	0,670	10	0,000
100	IC día 1	0,250	12	0,037	0,817	12	0,015
	IC día 23	0,305	12	0,003	0,803	12	0,010

Tabla 5-3. Prueba t para porcentajes de aguacate.

Porcentaje de aguacate	Diferencias emparejadas							
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
0	2,187	0,754	0,238	1,648	2,727	9,177	9	0,000
25	-0,659	1,121	0,354	-1,461	0,143	-1,859	9	0,096
50	-0,840	1,186	0,375	-1,688	0,009	-2,238	9	0,052
75	-0,624	0,725	0,229	-1,143	-0,105	-2,720	9	0,024
100	-3,559	1,204	0,347	-4,324	-2,795	-10,244	11	0,000

Posteriormente se encuentran los resultados de las pruebas estadísticas utilizadas para el análisis de los resultados. Inicialmente se encuentran los resultados de la prueba de normalidad Shapiro–Wilk, luego la prueba de varianzas de Levene para evaluar la igualdad de varianzas y finalmente se encuentran los resultados del análisis de varianza ANOVA:

Tabla 5-4. Resultados prueba de normalidad independiente de la concentración de aguacate.

Ácido	T (°C)		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
			Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
0,0%	20,0	IC día 1	0,150	15	0,200	0,906	15	0,116
		IC día 23	0,116	15	0,200	0,960	15	0,701
	40,0	IC día 1	0,134	15	0,200	0,916	15	0,168
		IC día 23	0,138	15	0,200	0,922	15	0,203
0,1%	20,0	IC día 1	0,226	7	0,200	0,853	7	0,131
		IC día 23	0,307	7	0,044	0,698	7	0,004
	40,0	IC día 1	0,127	15	0,200	0,916	15	0,169
		IC día 23	0,143	15	0,200	0,937	15	0,342

Tabla 5-5. Resultados prueba de normalidad Shapiro-Wilk para todos los tratamientos.

Porcentaje de aguacate	Ácido	Temperatura		Shapiro-Wilk		
				Estadístico	gl	Sig.
0,0	Sin ácido	20	IC día 1	0,979	3	0,722
			IC día 23	0,834	3	0,198
		40	IC día 1	1,000	3	0,997
			IC día 23	0,976	3	0,701
	Con ácido	40	IC día 1	0,856	3	0,258
			IC día 23	1,000	3	0,982
25,0	Sin ácido	20	IC día 1	0,977	3	0,711
			IC día 23	0,999	3	0,951
		40	IC día 1	0,991	3	0,819
			IC día 23	0,843	3	0,221
	Con ácido	40	IC día 1	0,865	3	0,280
			IC día 23	0,950	3	0,569
50,0	Sin ácido	20	IC día 1	0,833	3	0,196
			IC día 23	0,782	3	0,071
		40	IC día 1	0,785	3	0,078
			IC día 23	0,983	3	0,754
	Con ácido	40	IC día 1	0,780	3	0,068
			IC día 23	0,831	3	0,192
75,0	Sin ácido	20	IC día 1	0,862	3	0,274
			IC día 23	0,826	3	0,179
		40	IC día 1	0,839	3	0,212
			IC día 23	0,991	3	0,823
	Con ácido	40	IC día 1	0,754	3	0,008
			IC día 23	0,870	3	0,296
100,0	Sin ácido	20	IC día 1	0,781	3	0,069

Porcentaje de aguacate	Ácido	Temperatura	Shapiro-Wilk			
			Estadístico	gl	Sig.	
		40	IC día 23	0,862	3	0,273
			IC día 1	0,860	3	0,267
			IC día 23	0,991	3	0,815
	Con ácido	20	IC día 1	0,969	3	0,664
			IC día 23	0,929	3	0,486
		40	IC día 1	1,000	3	0,999
IC día 23	0,880		3	0,325		

Tabla 5-6. Prueba de Levene para el primer día

Porcentaje de aguacate	F	df1	df2	Sig.
0,0	1,052	3	6	0,436
25,0	2,011	3	6	0,214
50,0	1,828	3	6	0,242
75,0	3,930	3	6	0,072
100,0	3,570	3	8	0,067

Tabla 5-7. Prueba de Levene para el último día

Porcentaje de aguacate	F	df1	df2	Sig.
0,0	1,791	3	6	0,249
25,0	1,628	3	6	0,280
50,0	1,305	3	6	0,356
75,0	8,962	3	6	0,012
100,0	9,168	3	8	0,006

Tabla 5-8. ANOVA primer día independiente de la concentración de aguacate.

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	29,762 ^a	3	9,921	0,323	0,808
Intersección	1077,553	1	1077,553	35,119	0,000
Ácido	15,040	1	15,040	0,490	0,487
Temperatura	15,604	1	15,604	0,509	0,479
Ácido * Temperatura	12,245	1	12,245	0,399	0,531
Error	1472,771	48	30,683		
Total	2834,108	52			
Total corregido	1502,533	51			

Tabla 5-9. ANOVA último día independiente de la concentración de aguacate.

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	22,701 ^a	3	7,567	0,504	0,681
Intersección	1546,711	1	1546,711	103,106	0,000
Ácido	7,569	1	7,569	0,505	0,481
Temperatura	1,619	1	1,619	0,108	0,744
Ácido * Temperatura	12,291	1	12,291	0,819	0,370
Error	720,057	48	15,001		
Total	2534,105	52			
Total corregido	742,758	51			

Tabla 5-10. ANOVA para primer día y todas las concentraciones de ácido.

Porcentaje	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
0	Modelo corregido	0,221 ^a	3	0,074	1,900	0,231
	Intersección	1515,852	1	1515,852	39162,516	0,000
	Ácido	0,027	1	0,027	,693	0,437
	Temperatura	0,008	1	0,008	,215	0,659
	Ácido * Temperatura	0,113	1	0,113	2,928	0,138
	Error	0,232	6	0,039		
	Total	1893,676	10			
	Total corregido	0,453	9			
25	Modelo corregido	2,333 ^b	3	0,778	14,644	0,004
	Intersección	449,073	1	449,073	8456,906	0,000
	Ácido	0,487	1	0,487	9,180	0,023
	Temperatura	2,288	1	2,288	43,082	0,001
	Ácido * Temperatura	0,254	1	0,254	4,785	0,071
	Error	0,319	6	0,053		
	Total	593,126	10			
	Total corregido	2,651	9			
50	Modelo corregido	1,124 ^c	3	0,375	23,808	0,001
	Intersección	164,970	1	164,970	10483,699	0,000
	Ácido	0,261	1	0,261	16,596	0,007
	Temperatura	1,053	1	1,053	66,929	0,000
	Ácido * Temperatura	0,318	1	0,318	20,199	0,004
	Error	0,094	6	0,016		
	Total	221,145	10			
	Total corregido	1,218	9			
75	Modelo corregido	0,115 ^d	3	0,038	6,847	0,023
	Intersección	57,983	1	57,983	10351,393	0,000
	Ácido	0,020	1	0,020	3,482	0,111

Porcentaje	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
	Temperatura	0,058	1	0,058	10,277	0,018
	Ácido * Temperatura	0,001	1	0,001	,127	0,733
	Error	0,034	6	0,006		
	Total	72,348	10			
	Total corregido	0,149	9			
100	Modelo corregido	1,447 ^e	3	0,482	268,692	0,000
	Intersección	52,352	1	52,352	29159,064	0,000
	Ácido	0,062	1	0,062	34,714	0,000
	Temperatura	1,303	1	1,303	725,815	0,000
	Ácido * Temperatura	0,082	1	0,082	45,547	0,000
	Error	0,014	8	0,002		
	Total	53,814	12			
	Total corregido	1,462	11			

Tabla 5-11. ANOVA último día y todas las concentraciones de ácido.

Porcentaje	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
0	Modelo corregido	,181 ^a	3	0,060	0,083	0,967
	Intersección	1059,533	1	1059,533	1462,593	0,000
	Ácido	0,050	1	0,050	,069	0,801
	Temperatura	0,087	1	0,087	,120	0,741
	Ácido * Temperatura	0,146	1	0,146	0,201	0,669
	Error	4,347	6	0,724		
	Total	1343,654	10			
	Total corregido	4,528	9			
25	Modelo corregido	10,053 ^b	3	3,351	14,800	0,004
	Intersección	509,415	1	509,415	2249,785	0,000
	Ácido	5,198	1	5,198	22,958	0,003
	Temperatura	0,072	1	0,072	0,319	0,593
	Ácido * Temperatura	6,716	1	6,716	29,661	0,002
	Error	1,359	6	0,226		
	Total	707,509	10			
	Total corregido	11,412	9			
50	Modelo corregido	10,663 ^c	3	3,554	38,539	0,000
	Intersección	227,398	1	227,398	2465,560	0,000
	Ácido	2,567	1	2,567	27,834	0,002
	Temperatura	1,091	1	1,091	11,825	0,014
	Ácido * Temperatura	5,016	1	5,016	54,390	0,000
	Error	0,553	6	0,092		
	Total	316,949	10			
	Total corregido	11,217	9			
75	Modelo corregido	3,072 ^d	3	1,024	2,472	0,159
	Intersección	87,913	1	87,913	212,266	0,000

Porcentaje		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
	Ácido	0,254	1	0,254	0,613	0,463
	Temperatura	1,404	1	1,404	3,389	0,115
	Ácido * Temperatura	0,391	1	0,391	,945	0,369
	Error	2,485	6	0,414		
	Total	115,189	10			
	Total corregido	5,557	9			
100	Modelo corregido	19,712 ^e	3	6,571	10,231	0,004
	Intersección	25,955	1	25,955	40,411	0,000
	Ácido	2,284	1	2,284	3,556	0,096
	Temperatura	16,214	1	16,214	25,244	0,001
	Ácido * Temperatura	1,215	1	1,215	1,892	0,206
	Error	5,138	8	0,642		
	Total	50,805	12			
	Total corregido	24,851	11			

En seguida se encuentran los resultados de las pruebas emparejadas para cada concentración de aguacate, con respecto a las variables % de ácido acético y temperatura.

Tabla 5-12. Prueba t para 0% de aguacate.

Ácido (%)	T (°C)	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza				
					Inferior	Superior			
0,0	20	2,053	0,838	0,484	-0,027	4,134	4,246	2	0,051
	40	2,417	0,412	0,238	1,395	3,440	10,170	2	0,010
0,1	40	1,952	1,187	0,685	-0,997	4,901	2,848	2	0,104

Tabla 5-13. Prueba t para 25% de aguacate.

Ácido (%)	T (°C)	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza				
					Inferior	Superior			
0,0	20	-2,225	0,447	0,258	-3,335	-1,114	-8,617	2	0,013
	40	0,131	0,111	0,064	-0,145	0,407	2,043	2	0,178
0,1	40	-0,227	0,138	0,080	-0,570	0,117	-2,839	2	0,105

Tabla 5-14. Prueba t para 50% de aguacate.

Ácido (%)	T (°C)	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza				
					Inferior	Superior			
0,0	20	-2,501	0,189	0,109	-2,969	-2,032	-22,969	2	0,002
	40	0,148	0,261	0,151	-0,500	0,796	0,985	2	0,428
0,1	40	-0,265	0,293	0,169	-0,993	0,463	-1,566	2	0,258

Tabla 5-15. Prueba t para 75% de aguacate.

Ácido (%)	T (°C)	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza				
					Inferior	Superior			
0,0	20	-1,297	1,144	0,661	-4,139	1,545	-1,964	2	0,188
	40	-0,206	0,056	0,032	-0,346	-0,066	-6,338	2	0,024
0,1	40	-0,372	0,137	0,079	-0,712	-0,031	-4,694	2	0,043

Tabla 5-16. Prueba t para 100% de aguacate.

Ácido (%)	T (°C)	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza				
					Inferior	Superior			
0,0	20	-3,792	1,590	0,918	-7,743	0,158	-4,131	2	0,054
	40	-2,598	0,319	0,184	-3,389	-1,807	-14,125	2	0,005
0,1	20	-4,992	0,200	0,115	-5,488	-4,496	-43,337	2	0,001
	40	-2,855	0,086	0,050	-3,069	-2,641	-57,438	2	0,000

Bibliografía

- Amores Vizúete, D. (2011). *Evaluación nutritiva y nutracéutica de la mora de castilla (Rubus glaucus) deshidratada por el método de liofilización y comparación con la obtenida por deshidratación en microondas y secador en bandejas*. Riobamba - Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Andrade, E., Teixeira, M., Vilela, S., Antun, M., & Augusta, I. (2008). Influencia del agente osmótico en la composición físico-química y en la cinética de secado de la manzana Gala. *Ciência Agronômica*, 173 - 176.
- Antonio, G., Chiralt, A., & Fito, P. (2005). Deshidratación osótica de mango. Aplicación al escarchado. *Ingeniería y competitividad*, 45 - 55 .
- Arriola G., E., García H., T., Guatemala M., G., Nungaray A., J., González R., O., & Ruíz G., J. (2006). Comportamiento del aguacate hass liofilizado durante la operación de rehidratación. *Revista Mexicana de Ingeniería*, 51-56.
- Arriola Guevara, E., García Herrera, T., Guatemala Morales, G., Nungaray Arellano, J., González Reynoso, O., & Ruíz Gómez, J. (2006). Comportamiento del aguacate Hass liofilizado durante la operación de rehidratación. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 51-56.
- Barreiro M., J., & Sandoval B., A. (2006). *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas*. Caracas: Universidad Simón Bolívar.
- Bates, R. (1986). The retardation of enzymatic browning in avocado purée and guacamole. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 230-235.
- Bello Gutiérrez, J. (2000). *Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos*. Madrid: Díaz de Santos.
- Bello, S. (2008). *Ciencia Bromatológica. Principios generales de los alimentos*. Madrid: Díaz de Santos.
- Bernás, E., & Jaworska, G. (2015). Use of onion extract to prevent enzymatic browning of frozen *Agaricus bisporus* mushrooms. *International Journal of Refrigeration*, 257-264.
- Bezerra Alves, S. (2014). *Estudo teórico e experimental do processo de secagem do abacate*. Joao Pessoa - Paraíba: Universidad Federal de Paraíba.
- Bill, M., Sivakumar, D., Thompson, K., & Korsten, L. (2015). Avocado Fruit Quality Management during the Postharvest Supply Chain. *Food Reviews International*, 30:169-202.

- Botterill, J. (1975). *Fluid-bed heat transfer: gas-fluidized bed behaviour and its influence on bed thermal properties*. New York: Academic Press.
- Brunner, G. (1994). *Gas extraction. An introduction to fundamentals of supercritical fluids and the application to separation processes*. New York: Springer.
- Burton, G. (1989). Antioxidant action of carotenoids. *Journal of Nutrition*, 109-111.
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). *Manual Zanahoria*. Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá.
- Castañeda S., M., Valdés M., E., Tapia C., E., Delgado A., A., Bernardino G., A., Rodríguez R., M., & Ramírez A., J. (2014). Effect of freeze-drying and production process on the chemical composition and fatty acids profile of avocado pulp. *Revista Chilena de Nutrición*, Vol. 41, p. 404 - 410.
- Castañeda, J., Arteaga, H., Siche, R., & Rodríguez, G. (2010). Estudio comparativo de la pérdida de vitamina C en chalarina (*Casimiroa edulis*) por cuatro métodos de deshidratación. *Scientia Agropecuaria*, 75 - 81.
- Castañeda Saucedo, M., Valdés Miramontes, E., Tapia Campos, E., Delgado Alvarado, A., Bernardino García, A., Rodríguez Ramírez, M., & Ramírez Anaya, J. (2014). Effect of freeze-drying and production process on the chemical composition and fatty acids profile of avocado pulp. *Revista Chilena de Nutrición*, 404- 411.
- Ceballos Peñaloza, A. (2008). *Estudio comparativo de tres sistemas de secado para la producción de un polvo deshidratado de fruta*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Cervantes Costilla, S., García Díaz, E., Vargas Duenas, R., & Hernández Zamudio, J. (2006). *México Patente n° WO 2006088344 A2*.
- Chávez Cosavalente, S. (2010). *Efecto de la potencia y el tiempo de escaldado en horno microondas sobre la actividad de la polifenoloxidasas, características fisicoquímicas y sensoriales del puré refrigerado de palta (Persea americana Millar) var. Fuerte*. Trujillo-Perú: Universidad Nacional de Trujillo.
- Civera C., M., Rodrigo A., D., Martínez L., A., & Criado G., M. (2012). *Efecto cambiando de la aplicación de altas presiones hidrostáticas y Stevia Rebaudiana, sobre la actividad de peroxidasa y polifenoloxidasas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Cocero, M. (2006). *Procesos industriales con fluidos supercríticos*. Madrid: Ingeniería Química.
- Cocero, M., Martín, Á., Mattea, F., & Varona, S. (2009). Encapsulation and co-precipitation process with supercritical fluids: fundamentals and applications. *The Journal of Supercritical Fluids*, 546-555.
- Damasceno, L., Fernandes, F., Magalhaes, M., & Brito, E. (2008). Non-enzymatic browning in clarified cashew apple juice during thermal treatment: Kinetics and process control. *Food Chemistry*, 172-179.

- DANE. (2015). *El cultivo de aguacate (Persa americana Miller), fruta de extraordinarias propiedades alimenticias, curativas e industriales*. Bogotá: Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria.
- De Oliveira, T., De Fátima, F., De Paula, C., & Viana, G. (2008). Active packaging use to inhibit enzymatic browning of apples. *Semina: Ciências Agrárias*, 117-128.
- Díaz García, E., Zamudio Hernández, J., Dueñas Vargas, R., & Costilla Cervantes, S. (2006). *México Patente n° WO 2006/088344 A2*.
- Díaz, R., García, L., Franco, J., & Vallejo, C. (2012). Caracterización bromatológica, fisicoquímica, microbiológica y reológica de la pulpa de borjón. *Ciencia y Tecnología*, 17- 24.
- Dos Santos, M., Alicieo, T., Pereira, C., Ramis-Ramos, G., & Mendonca, C. (2014). Profile of bioactive compounds in avocado pulp oil: Influence of the drying processes and extraction methods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 19 - 27.
- Duque, A., Giraldo, G., & Mejía, C. (2007). Variación del color en mango, mora y uchuva en diferentes tratamientos de deshidratación osmótica. *Revista de investigaciones*, 19-26.
- EMBL-EBI Instituto Europeo de Bioinformática. (15 de Mayo de 2017). Enzyme Structures Database. Cambridge, Reino Unido.
- FAO. (2004). Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-y5771s.pdf>
- FAO. (2014). *Hoja de balance de alimentos colombiana*. Bogotá: Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.
- FAO. (Abril de 2015). Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y del Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Flaviana Andrade, F. (2012). *Propriedades físico-químicas de abacate submetido à secagem convectiva e desidratação osmótica*. São José do Rio Preto : Universidad Estatal Paulista.
- Gacche, R., Zore, G., & Gjole, V. (2003). Kinetics of inhibition of polyphenol oxidase mediated browning in apple juice by b-cyclodextrin and L-ascorbate-2-triphosphate. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, Vol 18, 1-5.
- Geankoplis, J. (1995). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. México: CECOSA.
- Genina Soto, P. (2002). Deshidratación osmótica: alternativa para la conservación de frutas tropicales. *Avance y perspectiva*, 321 - 324 .
- Golan, A., & Sadovski, Y. (1977). Evaluation of Browning Potentia in Avocado Mesocarp. *Journal of Food Science*, 853-855.
- Gómez Cruz, N., & Jiménez Munguía, M. (2014). Métodos de secado de emulsiones alimentarias. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 23-33.

- González Montoya, M., Mtínez Flores, H., & Rodiles López, J. (2012). *Estudio de la composición química, perfil de ácidos grasos y electo hipocolesterolémico e hipolipidémico de un aguacate liofilizado*. Ixtapa - México: Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica.
- Grajales L., A., García G., H., Angulo G., O., & Monroy R., J. (1999). Stability and sensory quality of spray dried avocado paste. *Drying technology*, 317-326.
- ICA. (2012). *Manejo fitosanitario del aguacate Hass (Persea americana Mill)*. Bogotá: Instituto Colombiano Agropcuario.
- ICONTEC. (2003). *NTC 5209: Frutas frescas. Aguacate. Variedades mejoradas. Especificaciones*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas.
- Instituto Tomás Pascual. (2010). *Nuevas tecnologías en la conservación y transformación de los alimentos*. Madrid: Universidad de Burgos.
- Iyengar, R., & McEvily, A. (1992). Anti-browning agents: alternatives to teh use of sulfites in food. *Trends in Food Science and Technology*, 60-64.
- Jacobo Velázquez, D., & Hernández Brenes, C. (2010). Biochemical Changes during the Storage of High Hydrostatic Pressure Processed Avocado Paste. *Journal of Food Science*, Vol. 75, pág. S264 - S270 .
- Jacobo Velázquez, D., & Hernández Brenes, C. (2011). Sensory shelf-life limiting factor of high hydrostatic pressure processed avocado paste. *Journal of Food Science*, Vol. 76, pág. S388-S395.
- Jacobo Velázquez, D., Castellanos Dohnal, G., Caballero Mata, P., & Hernández Brenes, C. (2013). Cambios bioquímicos durante el almacenamiento de puré de aguacate adicionado con antioxidantes naturales y procesado con alta presión hidrostática. *CyTA - Journal of Food*, 379-391.
- Jiménez Cuesta, M., Cuquerella, J., & Martínez Javega, J. (1981). Determination of a color index for citrus fruit degreening. *PrProceedings of the International Society of Citriculture* , 750-753.
- Jiménez V., M., & Zambrano Z., M. (2011). Cuantificación de Cobre en Polifenoloxidasas de Frutas Tropicales por Espectrofotometría de Absorción Atómica. *Información Tecnológica*, Vol. 22 15 - 22.
- Joslyn , M., & Ponting, J. (1951). Enyme-catalyzed oxidative browning of fruit products. *Advances in Food Research*, 3.
- Kahn, V. (1977). Latency properties of polyphenol oxidase in two avocado cultivars differing in their rate of browning. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 233-239.
- Land Van't, C. (1984). Selecting Dryers. *Chemical Engineering*, 70 -77 .
- Martin, H.-D., Paust, J., Ruck, C., Schmidt, M., Sies, H., Stahl, W., & Walsh, R. (1999). En route to a quantitative assessment of carotenoid antioxidant and prooxidant function. *International Congress PFT*, 163-167.

- Marulanda L., J. (2002). *Determinación del perfil de calentamiento y evaluación sensorial en la elaboración de pulpa liofilizada de mango variedad Tommy atkins*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Masters, K. (1991). *Spray drying handbook*. New York: Longman Scientific and Technical.
- Mathias Rettig, K., & Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Food and Technology Science*, 39-48.
- Mattea, F., Martín, A., & Cocero, M. (2009). Supercritical anti solvent precipitation of carotenoids from an emulsion. *The Journal of Supercritical Fluids*, 51: 238 - 47.
- McCabe, W., Smith, J., & Harriot, P. (2003). *Operaciones básicas de ingeniería química*. Barcelona: Reverté.
- Meléndez M., A., Vicario, I., & Heredia, F. (2004). Estabilidad de los pigmentos carotenoides en alimentos. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 209-215.
- Miller, N., Sampson, J., Candeias, L., Bramley, P., & Rice-Evans, C. (1996). Antioxidant activities of carotenoids and xanthophylls. *FEBS Letters*, 240-242.
- Mínguez M., M. (1997). *Clorofilas y carotenoides en tecnología de alimentos*. Sevilla: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- Mínguez M., M., Pérez G., A., & Hornero M., D. (2006). Pigmentos carotenoides en frutas y vegetales; mucho más que simples colorantes naturales. *CTC alimentación*, 108 - 113.
- Ministerio de Agroindustria. (s.f.). *Tecnologías para la industria alimentaria. Liofilización de alimentos*. Buenos Aires: Ministerio de Agroindustria de Argentina.
- Miravet, G. (2009). *Secado por atomización de zumo de granada*. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.
- Mulet, A. (s.f.). *Drying of fruits and vegetables: overview on some basic principles and applications*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Mulet, A., Cárcel, J., Benedito, J., Simal, S., & Rosselló, C. (1999). Ultrasonic mass transfer enhancement in food processing. *Proceedings of 6th Conference of Food Engineering* (págs. 74 - 85). Dallas: AICHE.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2004). *Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas*. Obtenido de Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/3/a-y5771s.pdf>
- Orrego Alzate, C. (2003). *Procesamiento de alimentos*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Ortega Rodríguez, E. (1971). *Secagem de polpa de abacate por liofilização*. Sao Paulo: Universidad Estatal de Campinas.

- Ortega Tovar, M. (2003). Valor nutrimental de la pulpa fresca de aguacate Hass. *Congreso Mundial de Aguacate* (págs. p. 741 - 748). México: Congreso Mundial de Aguacate.
- Parra Huertas, R. (2010). Revisión: microencapsulación de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 5669-5684.
- Pauker, R., Bernstein, S., Poelf, G., & Rosenthal, I. (1992). An Assessment of Processing Potential of Avocado Fruit. *California Avocado Society*, 137-144.
- Picouet, P., & Del Valle, V. (2005). Tratamiento de altas frecuencias: parámetros y aplicaciones. *Eurocarnes*, 1- 10 .
- Polyakov, N., Leshina TV, Konovalova, T., & Kisper, L. (2001). Carotenoids as scavengers of free radicals in a fenton reaction. Antioxidants or pro-oxidants? *Free Radical Biology & Medicine*, 398-404.
- Portal Frutícola. (Mayo de 2013). *Colombia, un paraíso para la palta*. Obtenido de Portal Frutícola: <http://www.portalfruticola.com/noticias/2013/05/15/colombia-un-paraiso-para-la-palta/>
- Ramírez Navas, J. (2006). *Liofilización de alimentos*. Cali: Universidad del Valle.
- Ramos V., A., Aron M., N., Martín B., O., & Soliva F., R. (2014). Bacterial inactivation and quality changes of fresh-cut avocados as affected by intense light pulses of specific spectra. *International Journal of Food Science and Technology*, 49:128-136.
- Reverchon, E., & Antonacci, A. (2007). Drug-polymer microparticles produced by supercritical assisted atomization. *Biotechnology and Bioengineering*, 97: 1626 - 1637.
- Robles Ozuna, L., & Ochoa Matínez, L. (2012). Ultrasonido y sus aplicaciones en el procesamiento de alimentos. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 109 - 122 .
- Santacatalina, J., Cárcel, J., Fernández, J., Mulet, A., & García, J. (s.f.). *Efecto de la aplicación de ultrasonidos de potencia en la cinética de secado de manzana a baja temperatura*. Universidad de Córdoba.
- Soliva, R., Elez, P., Sebastián, M., & Martín, O. (2000). Evaluation of browning effect on avocado purée preserved by combined methods. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 261-268.
- Souza, D., Marqués, L., Gómes, E., & Narain, N. (2015). Lyophilization of Avocado (*Persea americana* Mill.): Effect of Freezing and Lyophilization Pressure on Antioxidant Activity, Texture, and Browning of Pulp. *Drying Technology*, 33: 194 - 204 .
- Uribe Hernández, K. (2010). *Obtención de aguacate en polvo secado por aspersión y seguimiento de parámetros de calidad utilizando FTIR-HATR y análisis multivariados*. México: Instituto Politécnico Nacional.

- Zapata, J., Carvajal, L., & Ospina, N. (2002). Efectos de la concentración de solutos y la relación jarabe/fruta sobre la cinética de deshidratación osmótica de papaya en láminas. *Interciencia*, 236 - 242.
- Zapata, K., Rojano, B., & Cortés, F. (2015). Efecto térmico del secado por aspersión sobre los metabolitos antioxidantes de la curuba larga. *Información Tecnológica*, 77 - 84.
- Zapata, S., Piedrahita, A., & Rojano, B. (2014). Capacidad atrapadora de radicales oxígeno (ORAC) y fenoles totales de frutas y hortalizas de Colombia. *Perspectivas en nutrición humana*, Vol. 16, p.25-36.