

Efecto del uso de la miel y tipo de empaque en las características fisicoquímicas y sensoriales del guacamole

**Andrea Poleth Terán Cajas
Eliana Torrez Sardán**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto del uso de la miel y tipo de empaque en las características fisicoquímicas y sensoriales del guacamole

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingenieras en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Andrea Poleth Terán Cajas
Eliana Torrez Sardán

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2015

Efecto del uso de la miel y tipo de empaque en las características fisicoquímicas y sensoriales del guacamole

Presentado por:

Andrea Poleth Terán Cajas
Eliana Torrez Sardán

Aprobado:

Carolina Valladares, M.Sc.
Asesora Principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Departamento de Agroindustria
Alimentaria

Jorge Cardona, Ph.D.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Efecto del uso de la miel y tipo de empaque en las características fisicoquímicas y sensoriales del guacamole

Andrea Poleth Terán Cajas
Eliana Torrez Sardán

Resumen: El guacamole es derivado del aguacate. El principal problema para su comercialización es la oxidación durante su almacenamiento. La capacidad antioxidante de productos naturales es de interés para disminuir dicho problema. El estudio consto de tres fases y los objetivos fueron desarrollar una formulación de guacamole usando miel como antioxidante, evaluar su efecto en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del guacamole, y finalmente evaluar el efecto del uso de dos empaques en las características de la formulación establecida. En la fase I y II, los resultados fueron analizados en un Diseño Completamente al Azar y en la fase III se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial (dos concentraciones de miel y dos tipos de empaques). Se realizaron análisis de pH, color, índice de peróxidos, análisis sensoriales de preferencia y aceptación, y recuentos de mesófilos aerobios. El estudio concluyó que la formulación con 50% miel y 50% de limón fue la preferida. La miel disminuye el pH del aguacate pero no cumple la función antioxidante ya que el guacamole se oscureció. La miel mantuvo menores recuentos de mesófilos aerobios en comparación con los tratamientos que contenían limón pero ambos productos se mantuvieron dentro de los límites permitidos. La formulación desarrollada con 50% miel y 50% limón en bolsa coextruida y bote de poliestireno tuvieron una misma aceptación general de “me gusta ligeramente”.

Palabras clave: Antioxidante, Compuestos polifenólicos, mesófilos aerobios, oxidación, peróxidos.

Abstract: The guacamole is derived from avocado. The main problem during the marketing is the oxidation in storage. The antioxidant capacity of natural products is of interest to reduce this problem. The study group contained three phases and objectives included to develop a formulation of guacamole using honey as an antioxidant, to evaluate the effect in the physico-chemical, microbiological and sensory characteristics of guacamole, and finally to evaluate the effect of using two packages of the established formulation. In phase I and II, the results were analyzed using a Complete Randomized Design and phase III, it was used a Complete Randomized Block design with a factorial arrangement (two concentrations of honey and two types packaging). Analysis of pH, color, peroxide, sensory analysis of preference and acceptance, and aerobic mesophilic counts were performed. The study concluded that the formulation with 50% of honey and 50% of lemon was the favorite. The honey decreases pH of the avocado and fails the antioxidant function as the guacamole darkened. The honey remained under aerobic mesophilic counts compared to treatments containing lemon, but, both products were under allowable limits. The formulation developed with 50% of honey and 50% of lemon in a coextruded bag and polystyrene pot had the same general acceptance as "like slightly".

Key words: Aerobic mesophilic, antioxidant, oxidation, peroxide, polyphenolic compounds.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4. CONCLUSIONES.....	24
5. RECOMENDACIONES.....	25
6. LITERATURA CITADA.....	26
7. ANEXOS.....	29

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Diseño experimental Fase I	4
2. Diseño experimental Fase II	5
3. Diseño experimental Fase III.....	6
4. Formulaciones generales de guacamole en la Fase preliminar ¹	8
5. Resultados de análisis sensorial de preliminar	9
6. Descripción de tratamientos ¹ de la Fase I.....	9
7. Resultados de análisis de pH Fase I.	10
8. Resultados de análisis de color L (luminosidad) Fase I.	10
9. Resultados de análisis de color h (tonalidad) y croma Fase I.....	11
10. Resultados de análisis sensorial de la Fase I.	12
11. Descripción de tratamiento con concentraciones de miel Fase II.	12
12. Resultados de análisis de pH Fase II.	13
13. Resultados de análisis físico de color L (luminosidad) Fase II.	13
14. Resultados de análisis físico de color h (tonalidad) y croma Fase II.	14
15. Resultados del análisis sensorial de preferencia Fase II.....	14
16. Resultados de análisis de pH Fase III.....	15
17. Resultados análisis físicos de color para la variable de L (luminosidad) Fase III.	16
18. Resultado análisis físico de color para la variable h (tonalidad) Fase III.....	16
19. Resultados análisis físico de color para la variable croma Fase III.....	17
20. Índice de peróxidos en miliequivalente de peróxido/Kg de muestra Fase III.	18
21. Conteo de Bacterias Mesófilas Aerobias (UFC/g) Fase III.....	19
22. Resultados de aceptación para el atributo consistencia Fase III.....	20
23. Resultados de aceptación para el atributo sabor Fase III.	20
24. Resultados de aceptación para el atributo apariencia Fase III.....	21
25. Resultados de aceptación para el atributo aroma Fase III.	22
26. Análisis de aceptación para el atributo color Fase III.	22
27. Resultados de análisis sensorial de aceptación general Fase III.....	23
Anexos	Página
1. Tabla del valor crítico x^2 para los análisis sensoriales de preferencia	29
2. Boleta de análisis sensorial de aceptación para la fase III.....	30
3. Boleta de análisis sensorial de preferencia por ordenamiento para fase I y II.	31

1. INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana*) pertenece a la familia de las Lauráceas, originario de las regiones tropicales y subtropicales de Centroamérica y México. Una de las variedades más importantes comercialmente es la variedad Hass, por su calidad y buen sabor (Garbanzo, 2011). Es un fruto de color verde amarillento y es considerado como un alimento funcional ya sea fresco o procesado.

La USDA reporta en base a 100 g de aguacate un contenido de 17.33 g de grasa total, en la cual del 16 al 22% es grasa saturada y del 74 al 83% son grasas insaturadas, una de las razones por la que es susceptible a la rancidez (Pieterse *et al.*, 2003).

El principal problema del puré de aguacate durante su procesamiento y almacenamiento es la oxidación bioquímica (Ortega *et al.*, 2003). La oxidación se da principalmente por enzimas específicas como las fenolasas y polifenol oxidasas (PPOs), por sus siglas en inglés. Las PPOs catalizan las reacciones dependientes del oxígeno que transforman los o-difenoles a o-quinonas, que son compuestos formadores de polímeros de coloración oscura llamados melanoidinas (Paredes *et al.*, 2008).

La lipooxigenasa es otra enzima que afecta la calidad nutrimental del fruto al destruir los ácidos grasos esenciales y oxidar carotenoides afectando así la parte sensorial con malos sabores y olores. Si hay presencia de lipasas se forman ácidos grasos libres que aceleran la auto-oxidación, por lo tanto la oxidación enzimática y auto-oxidación son los responsables de la rancidez del puré de aguacate (Velásquez *et al.*, 2013). La industrialización del aguacate tiene dos derivados de importancia comercial, el aceite y el guacamole. El guacamole se define como una salsa la cual puede ser molida o contener pequeños trozos de aguacate teniendo una amplia aceptación en muchos países y su formulación se basa en pulpa procesada, antioxidantes o conservantes, y/o adición de especias (SAGARPA, 2011).

La capacidad antioxidante de los alimentos ha sido de gran interés en los últimos tiempos. Hoy en día se comercializan extractos o ingredientes con capacidad antioxidante, y algunos alimentos se expenden señalando esta propiedad, como atributo de interés para contribuir a la conservación de la salud o al aumento de la vida útil de los productos (Blasa *et al.*, 2007). Los productos apícolas son particularmente ricos en compuestos polifenólicos, a los que se les atribuyen propiedades antioxidantes.

Según la Comisión de Codex Alimentarius (2001) “Se entiende por miel la sustancia dulce natural producida por abejas *Apis mellifera* a partir del néctar de las plantas, secciones de partes vivas de éstas o de excreciones de insectos succionadores de plantas y

que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias y dejan en el panal para que madure y añeje.” La miel consiste esencialmente en diversos azúcares, predominante fructosa y glucosa junto con otras sustancias, tales como ácidos orgánicos, enzimas y partículas sólidas derivadas de la recolección del néctar.

Desde hace muchos años la miel ha sido un producto apreciado por sus bondades naturales, entre estas su poder antioxidante, haciéndola un producto ideal en la tecnología alimentaria para frenar reacciones oxidativas y de pardeamiento enzimático. La miel tiene el potencial de ejercer una acción antioxidante por la inhibición de la formación de radicales libres, gracias a la acción de los polifenoles, flavonoides y los ácidos fenólicos (Gheldof *et al.*, 2002).

Una de las tendencias en alimentos es la combinación de sabores salados y dulces que viene de una tradición antigua de la cocina romana y árabe, y está influenciada por la oriental. Hoy en día gracias al mestizaje gastronómico y al comercio internacional las posibilidades para combinar alimentos son casi infinitas, algunas dan resultados y otras no (Gartzia *et al.*, 2014). La mezcla de guacamole con miel podría ser una combinación interesante al interferir en un proceso químico natural en el guacamole y al mismo tiempo aportar un sabor diferente al común.

El empaque en un producto es importante en la conservación, por lo que se desarrollan frecuentemente estudios y diseños con el fin de mantener a los alimentos frescos durante más tiempo (Nuffield, 1984). El empaque debe ser un medio de protección ante la humedad, el oxígeno, la luz, el tiempo y otros. Uno de los principales materiales usados en la actualidad es el plástico, gracias a su característica de poder polimerizarse y coextruirse con otros materiales, mejorando las propiedades de barrera que ayudan a prolongar la vida de anaquel y a evitar la oxidación (Demuner y Verdalet, 2004). Entre los empaques comúnmente utilizados para el guacamole tenemos el bote de poliestireno (PS) y la bolsa coextruida de tres materiales y cinco capas (LDPE, Nylon y EVOH).

Hoy en día es primordial la conservación de los atributos sensoriales en los alimentos y de la forma más natural. Buscando así una alternativa de antioxidante natural y empaque, se desarrollaron los siguientes objetivos:

- Desarrollar una formulación de guacamole usando miel como antioxidante.
- Evaluar el efecto de la miel en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del guacamole.
- Evaluar el efecto del uso de dos empaques, bote de poliestireno (PS) y bolsa coextruida de tres materiales y cinco capas (LDPE, Nylon y EVOH) en las características de la formulación establecida.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El proyecto se realizó en la Planta de Innovación de Alimentos de Zamorano (PIA), donde se desarrolló la nueva formulación de guacamole con miel. Los análisis fisicoquímicos se realizaron en el laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ) y el análisis microbiológico se desarrolló en el laboratorio de Microbiología de Alimentos de Zamorano (LMAZ). En la Planta de Lácteos se realizó el sellado de los empaques. Las infraestructuras anteriores, están localizadas dentro de la Escuela Agrícola Panamericana a 32 km al este de Tegucigalpa, en el Departamento de Francisco Morazán, Honduras.

Pruebas preliminares.- A través de la generación de ideas se elaboraron seis formulaciones de guacamole; en base a recetas caseras. Las formulaciones, se desarrollaron en la Planta de Innovación de Alimentos de Zamorano (PIA) y en el Laboratorio, el análisis sensorial de preferencia mediante una prueba de ordenamiento. Se eligieron las tres formulaciones de mayor preferencia.

A los datos de los análisis sensoriales de preferencia se aplicó la fórmula de Friedman's, expresada en la ecuación 1:

$$T = \left[\frac{12}{(b)(t)(t+1)} \right] (\sum x^2) - 3b(t+1) \quad [1]$$

Donde:

b= número de panelistas

t=número de muestras

b =número de panelistas (# filas)

x=suma de ordenamientos (Rank sums)

Si el T calculado es $> X^2$ crítico de la tabla (Anexo 1) se procedió a calcular el análogo de Fisher's para el ordenamiento, expresado en la ecuación 2:

$$LSD = t_{\alpha, \infty} \sqrt{\frac{bt(t+1)}{6}} \quad [2]$$

Donde:

t= valor crítico

b=número de panelistas

t=número de muestras

FASE I. De las tres formulaciones resultantes en las pruebas preliminares, en la fase I se realizaron análisis fisicoquímicos de pH y color, y se seleccionó la formulación con mayor preferencia.

Elaboración del guacamole. Se utilizó la variedad de aguacate Hass siendo que es una de las variedades más producidas a nivel mundial y que está disponible todo el año. Se utilizaron frutas maduras para una mejor manipulación en la separación de la cáscara y la pulpa con la ayuda de un cuchillo. Se colocó la pulpa en un recipiente de plástico y se realizó el troceado del fruto para la formulación troceado 1, y se molió en un mortero la pulpa para las formulaciones molido 1 y 2. Luego en un recipiente se realizó el mezclado de sus respectivos ingredientes para cada formulación.

Análisis sensorial. Se realizó un análisis sensorial de preferencia por ordenamiento de uno a tres, siendo uno el de mayor preferencia y tres el de menor preferencia, con un con un panel no entrenado de 75 personas conformado por estudiantes.

Diseño experimental y análisis estadístico. Para los análisis fisicoquímicos se utilizó un diseño completo al azar (DCA), con tres tratamientos y tres repeticiones, obteniendo así un total de nueve unidades experimentales (Cuadro 1). Se utilizó el programa Statistical Analysis System 9.3 (SAS) y una separación de media por el modelo DUNCAN.

Cuadro 1. Diseño experimental Fase I

Formulaciones de guacamole		
Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Troceado/cebolla picada/sal	Molido/cebolla picada/sal	Molido/cebolla en polvo

FASE II. Se trabajó con la formulación de mayor preferencia obtenida en la fase I, que fue la formulación de aguacate molido con cebolla en polvo. En esta fase se realizaron los análisis fisicoquímicos de pH y color.

Elaboración de guacamole con miel. Se elaboró el guacamole base (Molido 2) en el que se reemplazó su concentración de 4 gramos de limón por el ingrediente especial que es la miel, en diferentes proporciones. Se obtuvo cuatro formulaciones: 100% miel; 50% miel-50% limón; 75% miel-25% limón y 100% limón.

Análisis sensorial. Se realizó un análisis sensorial de preferencia por ordenamiento de uno a cuatro, siendo uno el de mayor preferencia y cuatro el de menor preferencia, con un con un panel de 75 personas conformado por estudiantes.

Diseño experimental y análisis estadístico. Para los análisis fisicoquímicos se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones, obteniendo así un total de 12 unidades experimentales (Cuadro 2). Se utilizó el programa Statistical Analysis System 9.3 (SAS) y una separación de media por el modelo DUNCAN.

Cuadro 2. Diseño experimental Fase II.

Formulaciones de guacamole	
Tratamiento	Concentraciones de agentes ácidos
T1	100% miel
T2	75% miel, 25% limón
T3	50% miel, 50% limón
T4	100% limón

FASE III. Empaque en las formulaciones de guacamole. A las dos formulaciones de guacamole de mayor preferencia en la Fase II (100% limón y 50% miel-50% limón), se colocaron en dos tipos de empaque: bote de poliestireno (PS) y bolsa coextruida de tres materiales y cinco capas (LDPE, Nylon y EVOH), en presentaciones de 200g. Los botes de poliestireno fueron lavados con agua, con una concentración de 100 ppm de cloro. La bolsa se selló aplicando calor y al bote se colocó su tapa respectiva.

Las muestras fueron almacenadas a temperatura de refrigeración 5°C, donde se mantuvieron durante siete días que duró el estudio de esta fase y se realizaron análisis sensorial, microbiológico y análisis físico-químicos de pH, índice de peróxidos y color a cada unidad experimental.

Análisis sensorial. Se realizó una prueba de aceptación, mediante un panel sensorial no entrenado, conformado por 100 estudiantes en tres repeticiones. Se evaluaron los atributos sensoriales de apariencia, aroma, color, consistencia, sabor y aceptación general del guacamole. Se utilizó una escala hedónica de nueve puntos, donde uno corresponde a “me disgusta extremadamente” y nueve “me gusta extremadamente” (Anexo 2). Los panelistas realizaron pruebas al día uno y siete de almacenamiento del producto, donde se estudiaron los atributos sensoriales antes mencionados.

Diseño experimental y análisis estadístico. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con un arreglo factorial de 2 × 2 (Cuadro 1); que consiste en dos formulaciones (con miel y sin miel) y dos tipos de empaques (bote de poliestireno y bolsa coextruida) con tres repeticiones cada uno y dos medidas repetidas en el tiempo (uno y siete días), para un total de 24 unidades experimentales (Cuadro 3).

Se realizó un análisis de varianza ANDEVA para determinar la significancia del modelo y a la vez se realizó una separación de medias DUNCAN con nivel de significancia de (P<0.05). Se utilizó el programa estadístico “Statistical Analysis System” SAS versión 9.1.

Cuadro 3. Diseño experimental Fase III.

Empaque	Formulación	
	Sin miel	Con miel
Bolsa	T1	T2
Bote	T3	T4

Análisis físico-químicos y microbiológicos

Potencial de Hidrógeno (AOAC 981.12). Con el potenciómetro (Acummet® modelo 15, Fisher scientific, United States of America) con resolución 0.1/0.01pH, se realizó la medición de pH a cada tratamiento con tres repeticiones. Se colocó 40 g de muestra de guacamole en beakers de 50 ml y se introdujo el potenciómetro calibrado para la obtención de lecturas exactas. Después de realizar las mediciones se lavó el electrodo con agua destilada y se colocó dentro de una solución buffer.

Análisis de color. El color se midió usando la aplicación mColorMeter mediante un dispositivo electrónico, cuya función es obtener información de fotografías donde muestra valores de RGB y CMYK. Se midió el color de los tratamientos en cada una de las fases, donde se capturó imágenes de varios puntos de las muestras. Posteriormente los valores obtenidos en RGB fueron convertidos a valores de L*a*b a través de una plantilla en Excel.

El croma se obtuvo a partir de los resultados de a* y b*, y fue calculado con el teorema de Pitágoras, expresado en la ecuación 3:

$$\text{Croma} = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad [3]$$

a* y b* = coordenadas a* eje de la “x” y b* en el eje de la “y”

El ángulo matiz es el ángulo opuesto a este cateto siendo b*, y se calcula con la tangente negativa de b* sobre a*, expresado en la ecuación 4:

$$h^\circ = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*} \quad [4]$$

h° = ángulo de matriz en grados

Tan^{-1} = tangente inversa

a^* y b^* = coordenadas a^* que es el eje de la "x" y b que es el eje de la "y"

Extracción de grasa. Se preparó 250 g de muestra en un beakers de 500 mL, se vertió 300 mL de hexano y se agitó la muestra haciendo un lavado de grasa homogéneo con el hexano. Luego de 5 min se colocó la fase líquida en un balón de 600 mL, se enroscó en el Rotavapor R-215 y se puso a funcionar a 170 rpm a una temperatura constante de 60°C, luego de 8 min se retiró la muestra del balón, del cual se extrajo el aceite.

Índice de peróxidos (AOCS Cd 8b-90). Para medir el índice de peróxidos se extrajo previamente el aceite de la muestra de guacamole. El índice de peróxido consiste en una estimación de la oxidación inicial de las grasas del guacamole. Los resultados de este análisis se reportaron como miliequivalentes de peróxidos por Kg de muestra, a partir de la ecuación 5.

$$\text{Valor de peróxidos} = \frac{(S-B)*M*1000}{\text{Masa de la muestra (g)}} \quad [5]$$

B= Volumen de titulación (mL) del blanco.

S= Volumen de titulación (mL) de la muestra.

M= Molaridad de la solución de tiosulfato de sodio.

Análisis microbiológico. Se realizaron recuentos de bacterias mesófilas aerobias, por triplicado a los cuatro tratamientos para los días uno y siete después de la elaboración y almacenado del guacamole en los respectivos empaques.

Para la siembra se utilizó el método de vertido en placa. Se tomó 10 g de la muestra sólida y se colocó en una bolsa estéril; se agregó 90 mL de buffer de fosfato y se colocó en un homogeneizador peristáltico por un minuto. Con las muestras homogeneizadas se realizaron tres diluciones (10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3}) utilizando 1 mL de la muestra y 10 mL de buffer de fosfato. De cada una de las diluciones se tomó 1 mL y se colocó en un plato Petri para posteriormente verter 15 ml aproximadamente de Agar Cuenta Estándar (ACE). Los platos Petri inoculados se incubaron a 35°C por 48 horas. Finalizado el tiempo de incubación, se realizó el recuento respectivo y los resultados se expresaron en UFC/g (Unidades formadoras de colonia por gramo de alimento).

Las muestras de guacamole fueron evaluadas por la norma Norma Oficial Peruana NTS N°-MINS/DIGESA-V.01., para alimentos preparados sin tratamiento térmico que llevan ingredientes con y sin tratamiento térmico. Se utilizó el método descrito por el Manual Analítico Bacteriológico (BMA) de la FDA en el capítulo tres.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prueba preliminar. Creación de seis formulaciones de guacamole. Se utilizó la variedad de aguacate Hass siendo que es una de las variedades más producidas a nivel mundial y que está disponible todo el año. De esta manera se determinaron las cantidades de los ingredientes de cada una de las seis formulaciones a prueba y error (Cuadro 4).

Cuadro 4. Formulaciones generales de guacamole en la Fase preliminar¹.

Tratamiento	Macerado	Ingredientes (g)		
		Cebolla picada	Sal de cebolla	Sal
T1	Troceado	15	0	1
T2	Troceado	0	1.3	0
T3	Troceado	0	0	1
T4	Molido	15	0	1
T5	Molido	0	1.3	0
T6	Molido	0	0	1

¹Formulas de guacamole en base a 120 g de aguacate, 4 g de limón y 0.3 g de pimienta.

Prueba preliminar. Análisis sensorial de preferencia. Una vez se obtuvieron los seis tratamientos se realizó un análisis sensorial de preferencia por ordenamiento con un panel conformado por estudiantes. A través del análisis de Friedman y el análogo de Fisher's se obtuvieron los tres mejores tratamientos con los que se trabajó en la fase siguiente.

Según los resultados obtenidos (Cuadro 5), se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, donde los cuatro mejores corresponden al tratamiento troceado con cebolla picada, troceado con cebolla en polvo, molido con cebolla picada y molido con cebolla en polvo.

Cuadro 5. Resultados de análisis sensorial de preliminar

Tratamiento	Valores	Ordenamiento
Troceado con cebolla picada	75	A ¹
Troceado con cebolla en polvo	98	AB
Troceado sin cebolla	123	B
Molido con cebolla picada	64	A
Molido con cebolla en polvo	63	A
Molido sin cebolla	102	B
LSD		24.93

¹Letras distintas (A-B) indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).

Se eligieron los tratamientos troceado con cebolla picada, molido con cebolla picada y molido con cebolla en polvo dejando a un lado el tratamiento troceado con cebolla en polvo, debido a que este también fue muy similar a los de menor preferencia. Para los tratamientos, molido con cebolla picada y molido con cebolla en polvo, probablemente su preferencia se debió al atributo apariencia, ya que estos fueron más homogéneos y tenían una mejor presentación.

FASE I. El cuadro 6 muestra las tres formulaciones de mayor preferencia durante las pruebas preliminares (Cuadro 4).

Cuadro 6. Descripción de tratamientos¹ de la Fase I.

Tratamiento	Macerado	Ingredientes (g)		
		Cebolla picada	Sal de cebolla	Sal
T1	Troceado	15	0	1
T2	Molido	15	0	1
T3	Molido	0	1.3	0

¹Formulas de guacamole en base a 120 g de aguacate, 4 g de limón y 0.3 g de pimienta.

Análisis de pH. En la Fase I (Cuadro 7) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$). El pH de los tratamientos fue similar, esto puede estar relacionado a que se utilizó la misma cantidad de agente ácido natural (limón), en cada una de las formulaciones de guacamole. Sin embargo, es importante la medición ya que la variación del pH del guacamole se puede atribuir al nivel de maduración de los aguacates.

El aguacate tiene un pH casi neutro de 6.40 (Buelvas, 2012); y al agregar el agente ácido limón con un pH aproximado de 2.5 (Atkins y Jones, 2005), baja el pH de la pasta de guacamole. La adición de un agente ácido puede favorecer la disminución del pH, además previene y/o reduce la oxidación enzimática y la degradación del color, además resalta el sabor (Reyes, 2013).

Cuadro 7. Resultados de análisis de pH Fase I.

Tratamiento	pH Media ± D.E¹
Troceado con cebolla picada	5.06 ± 0.06 a ²
Molido con cebolla picada	5.21 ± 0.16 a
Molido con cebolla en polvo	5.24 ± 0.04 a
CV³ (%)	1.94

¹Desviación estándar. ²Letras distintas (a-b) indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05). ³Coefficiente de variación.

Análisis de color. Para efectos de descripción del color de los tratamientos se determinaron los valores de luminosidad (L=0 negro y L=100 incoloro), croma (0=colores impuros y 150= saturación del color) y tonalidad (h de 0 a 360°) a partir de los valores de *a y*b. Donde el valor *a: +a=rojo/-a=verde y *b: +b=amarillo/-b=azul (Boscarol *et al.*, 2007).

Valor L. El cuadro 8 muestra que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (P<0.05). El tratamiento molido con cebolla en polvo tuvo un valor menor de luminosidad a diferencia de los otros tratamientos. Esto se debe a que este tratamiento tiene en su formulación cebolla en polvo que le otorga una coloración opaca al guacamole.

Cuadro 8. Resultados de análisis de color L (luminosidad) Fase I.

Tratamiento	L Media ± D.E¹
Troceado con cebolla picada	48.92 ± 4.48 a ²
Molido con cebolla picada	47.31 ± 3.64 a
Molido con cebolla en polvo	44.18 ± 3.52 b
CV³ (%)	8.41

¹Desviación estándar. ²Letras distintas en cada columna (a-b) indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05). ³Coefficiente de variación.

Valor h. No existió diferencia significativa (P>0.05) entre los tratamientos (Cuadro 9), los valores de h están dentro del cuadrante de los colores verde y amarillo. El color verde más puro tiene un ángulo de 180° y el color amarillo de 90° (De Perinat *et al.*, 2000), sin embargo, los tratamientos evaluados tienen un ángulo de 114.83 a 115.61° es decir una coloración de verde combinado con amarillo.

Valor croma. El cuadro 9 muestra que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$). El tratamiento molido con cebolla en polvo presenta una menor pureza del color verde en comparación con los demás tratamientos. Esto posiblemente se debe a que contiene cebolla en polvo que es de color amarillento lo que disminuye la pureza del color verde.

Cuadro 9. Resultados de análisis de color h (tonalidad) y croma Fase I.

Tratamiento	h	Croma
	Media \pm D.E ¹	Media \pm D.E
Troceado con cebolla picada	114.83 \pm 1.42 a ²	51.94 \pm 2.59 a
Molido con cebolla picada	114.66 \pm 1.24 a	50.97 \pm 2.62 a
Molido con cebolla en polvo	115.61 \pm 1.42 a	48.77 \pm 2.22 b
CV³ (%)	1.2	4.91

¹Desviación estándar. ²Letras distintas en cada columna (a-b) indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). ³Coefficiente de variación.

Por lo general el color de un guacamole es verde claro pero no existe un color estándar definido, ya que su formulación varía de acuerdo a la combinación de ingredientes, además dependerá de la variedad de aguacate que se utilice. En un estudio, para la pulpa de aguacate fresco de variedad Hass, se determinaron los siguientes valores $L=75$, $h=90$ y $croma=46$ (Báez *et al.*, 2008). Los resultados de los tratamientos de esta fase tienen una luminosidad menor, una coloración de verde combinado con amarillo, y una mayor pureza de color verde. Las diferencias en las variables de color se deben al contenido de los ingredientes de pimienta, cebolla picada, cebolla en polvo y limón.

Análisis sensorial. En el cuadro 10 se observan las diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). Sin embargo, no se encontró diferencia significativa para el tratamiento de mayor preferencia (molido con cebolla picada y molido con cebolla en polvo) por lo que se eligió el tratamiento de molido con cebolla en polvo de acuerdo a los comentarios proporcionados por los panelistas en la plantilla de análisis. El sabor fuerte de la cebolla en trozos no era apreciado por los panelistas por lo que se descartó el tratamiento molido cebolla picada.

Cuadro 10. Resultados de análisis sensorial de la Fase I.

Tratamiento	Valores	Ordenamiento
Troceado con cebolla picada	185	B ¹
Molido con cebolla picada	133	A
Molido con sal de cebolla	128	A
LSD		30.9

¹Letras distintas (A-B) indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05).

FASE II. A partir de la formulación de mayor preferencia que fue guacamole molido con cebolla en polvo de la fase I, se obtuvieron los cuatro tratamientos (Cuadro 11) con diferentes concentraciones de miel, las cuales fueron reemplazando los 4 g de limón, para determinar la formulación más preferida.

Cuadro 11. Descripción de tratamiento con concentraciones de miel Fase II.

Tratamiento	Agente ácido Miel: limón (%)	
	Miel	Limón
T1	100	0
T2	75	25
T3	50	50
T4	0	100

Análisis de pH. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (P<0.05) (Cuadro 12). Todos los tratamientos fueron diferentes debido a la adición de distintas concentraciones de agentes ácidos (miel o limón). El pH de los tratamientos fue en descenso a medida que disminuyó la concentración de miel. Esto se debe a la composición natural de estos dos agentes ácidos, ya que el limón tiene un pH promedio de 2.5 (Atkins y Jones, 2005) y la miel de 3.5. Los ácidos orgánicos son los responsables del bajo pH de la miel y de la excelente estabilidad de la misma, siendo el predominante el ácido glucónico, producto de la acción de la glucosa-oxidasa (Ulloa *et al.*, 2010).

Los valores de pH de los tratamientos con mayor concentración del agente ácido miel tienden a la neutralidad (6.65).

Cuadro 12. Resultados de análisis de pH Fase II.

Agente ácido Miel: limón (%)	pH Media ± D.E¹
100:0	6.65 ± 0.02 a ²
75:25	6.33 ± 0.09 b
50:50	5.64 ± 0.06 c
0:100	4.96 ± 0.03 d
CV³ (%)	0.96

¹Desviación estándar. ²Letras distintas (a-b) indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05). ³Coefficiente de variación.

Análisis de color

Valor L. Se encontró diferencias significativas entre los tratamientos (P<0.05), mostrando que los tratamientos con mayor concentración de miel tendían a oscurecerse (Cuadro 13). Mientras que el tratamiento 100% limón obtuvo una luminosidad mayor al contener el agente ácido limón.

Cuadro 13. Resultados de análisis físico de color L (luminosidad) Fase II.

Agente ácido Miel: limón (%)	L Media ± D.E¹
100:0	49.98 ± 6.96 b ²
75:25	51.30 ± 5.01 b
50:50	53.36 ± 3.95 ab
0:100	56.86 ± 4.13 a
CV³ (%)	9.85

¹Desviación estándar. ²Letras distintas en cada columna (a-b) indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05). ³Coefficiente de variación.

Valor h. Existe diferencia significativa entre los tratamientos (P<0.05) sin embargo, los valores de h de los cuatro tratamientos se encuentran en el cuadrante de la tonalidad verde-amarillo, donde 100% limón tiene más combinación con el color amarillo (De Perinat *et al.*, 2000).

Valor croma. Existe una diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05). El tratamiento 100% limón tiene un croma de 57.01 con el color verde más puro o fuerte y el tratamiento 100% miel con un croma de 49.89 con una coloración de verde menos puro.

Cuadro 14. Resultados de análisis físico de color h (tonalidad) y croma Fase II.

Agente ácido Miel: limón (%)	h Media ± D.E¹	Croma Media ± D.E
100:0	115.06 ± 1.30 c ²	49.89 ± 3.24 d
75:25	115.83 ± 0.92 bc	52.96 ± 2.64 c
50:50	116.50 ± 1.29 ab	55.21 ± 1.77 b
0:100	117.17 ± 2.09 a	57.01 ± 2.32 a
CV³ (%)	1.21	4.67

¹Desviación estándar. ²Letras distintas en cada columna (a-d) indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05). ³Coeficiente de variación.

Se observa (Cuadro 13 y 14) que a mayor concentración de miel contiene la formulación de guacamole, las variables de luminosidad, tonalidad y croma disminuyen; lo que indica que va perdiendo su coloración característica de verde claro. La coloración de la miel es variable dependiendo de muchos factores. En este estudio se utilizó la miel de Zamorano que tiene una coloración de amarillo oscuro (López, 2014). El color es uno de los atributos de atracción más importante hacia un producto y dependerá de los gustos y preferencias.

Análisis sensorial. Según el ordenamiento del análisis de preferencia (Cuadro 15) se encontró que el tratamiento 50% miel: 50% limón y 100% limón, fueron los más preferidos. Esto se debe a que a la mayoría de los panelistas les gusta el sabor ácido y acentuado del limón.

El limón es un fruto muy apreciado en las distintas combinaciones de alimentos por su sabor además de otros beneficios nutricionales, sin embargo, existe la tendencia de consumir alimentos con nuevos sabores “extravagantes” como combinaciones de sabores dulces y salados entre otros (Gartzia *et al.*, 2014).

Cuadro 15. Resultados del análisis sensorial de preferencia Fase II.

Agente ácido Miel: limón (%)	Valores	Ordenamiento
100:0	217	B ¹
75:25	202	B
50:50	169	A
0:100	159	A
LSD		30.9

¹Letras distintas (A-B) indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05).

FASE III. Se desarrolló a partir de los tratamientos con 50% miel: 50% limón y el tratamiento con 100% limón, en la cual se evaluó el efecto del tipo de empaque en la conservación del guacamole.

Análisis de pH. El análisis estadístico (Cuadro 16) indicó que tanto el empaque como la formulación tuvieron efecto significativo en los tratamientos ($P < 0.05$) y además existió una interacción entre las variables. De igual manera se encontró efecto del tiempo en el análisis de pH ($P < 0.05$) ya que el resultado de los tratamientos al día siete fueron menores a los del día uno. Se observó que el pH de los tratamientos con miel fueron menos ácidos que los tratamientos sin miel.

Cuadro 16. Resultados de análisis de pH Fase III.

Formulación	Empaque	Día 1	Día 7
		Media \pm D.E ¹	Media \pm D.E
Sin miel	Bolsa	5.31 \pm 0.02 b ² x	4.65 \pm 0.03 c y ³
Con miel	Bolsa	5.99 \pm 0.05 a x	5.36 \pm 0.04 a y
Sin miel	Bote	5.35 \pm 0.01 b x	4.86 \pm 0.03 b y
Con miel	Bote	6.00 \pm 0.03 a x	5.37 \pm 0.01 a y
CV ⁴ (%)		0.54	0.56

¹Desviación estándar. ²Letras distintas en cada columna (a-c) indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). ³Letras distintas en cada fila (x-y) indican diferencias significativas en el tiempo ($P < 0.05$). ⁴Coefficiente de variación.

La disminución del valor de pH de un producto es muy importante para la conservación del mismo. Con el transcurso del tiempo de almacenamiento del guacamole, tiende a variar el pH. Se pudo apreciar que el guacamole presentó menor valor de pH conforme se incrementó el tiempo de almacenamiento. Esto probablemente se debe a la presencia de microorganismos responsables del deterioro del producto (Reyes, 2013). Además podría influir el diferente estadio de maduración de la materia prima (Buelvas, 2012). De igual manera la disminución del pH puede estar relacionada con la reacción lipolítica o a la liberación de algunos ácidos grasos causados por la rancidez de los glicéridos (Kiger *et al.*, 1980).

Análisis de color.

Valor L. El cuadro 17 muestra que se encontró diferencias entre los tratamientos y que hubo efecto del tiempo sobre los mismos ($P < 0.05$). Además existió interacción entre los factores ($P < 0.001$) por lo que es difícil determinar con exactitud cuál fue el factor que más influyó. El tratamiento sin miel en bolsa fue el que conservó su valor de luminosidad inicial, al día siete. Los demás tratamientos se hicieron más oscuros a medida incrementó el tiempo de almacenamiento. Se observó que los tratamientos en bote, con miel y sin miel

presentaron un mayor obscurecimiento al día uno y siete. Esto se pudo deber a que el bote de poliestireno presentó una alta permeabilidad al oxígeno al día siete en comparación a la bolsa coextruida.

Cuadro 17. Resultados análisis físicos de color para la variable de L (luminosidad) Fase III.

Formulación	Empaque	Día 1	Día 7
		Media \pm D.E ¹	Media \pm D.E
Sin miel	Bolsa	45.78 \pm 3.34 a ² x	44.23 \pm 4.78 a x ³
Con miel	Bolsa	46.37 \pm 3.61 a x	42.17 \pm 3.54 a y
Sin miel	Bote	42.97 \pm 2.49 b x	36.37 \pm 3.17 b y
Con miel	Bote	38.11 \pm 3.52 c x	30.46 \pm 4.03 c y
CV⁴ (%)		7.55	10.25

¹Desviación estándar. ²Letras distintas en cada columna (a-c) indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05). ³Letras distintas en cada fila (x-y) indican diferencias significativas en el tiempo (P<0.05). ⁴Coefficiente de variación.

Valor h. En el cuadro 18 se encontró diferencias entre los tratamientos y hubo efecto del tiempo sobre los mismos (P<0.05). Además existió interacción entre los factores (P<0.001) por lo que es difícil determinar con exactitud cuál fue el factor que más influyó. Al día siete todos los tratamientos perdieron su tonalidad de verde inicial, donde los tratamientos en bote fueron los más afectados en esta variable. Esto posiblemente se debe a la mínima propiedad de barrera contra gases que presenta el poliestireno. Sin embargo, todos los tratamientos se encontraron dentro del cuadrante de la tonalidad verde-amarillo.

Cuadro 18. Resultado análisis físico de color para la variable h (tonalidad) Fase III.

Formulación	Empaque	Día 1	Día 7
		Media \pm D.E ¹	Media \pm D.E
Sin miel	Bolsa	116.78 \pm 0.65 a ² x	115.08 \pm 1.51 a y ³
Con miel	Bolsa	116.83 \pm 1.38 a x	113.37 \pm 1.07 b y
Sin miel	Bote	116.50 \pm 1.10 a x	106.38 \pm 2.51 c y
Con miel	Bote	116.39 \pm 1.09 a x	104.91 \pm 3.13 d y
CV⁴ (%)		0.93	2.01

¹Desviación estándar. ²Letras distintas en cada columna (a-c) indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05). ³Letras distintas en cada fila (x-y) indican diferencias significativas en el tiempo (P<0.05). ⁴Coefficiente de variación.

Valor croma. En el cuadro 19 se encontró diferencias entre tratamientos y efecto del tiempo sobre los mismos ($P < 0.05$). Además existió interacción entre los factores ($P < 0.001$). Todos los tratamientos disminuyeron la pureza del color verde al día siete, esto posiblemente se debe a las combinaciones con otros colores oscuros característicos de un mayor proceso de oxidación. Al igual que los tratamientos en bote fueron los más afectados con respecto a la disminución del croma.

Cuadro 19. Resultados análisis físico de color para la variable croma Fase III.

Formulación	Empaque	Día 1	Día 7
		Media \pm D.E ¹	Media \pm D.E
Sin miel	Bolsa	52.78 \pm 2.45 a ² x	49.33 \pm 4.16 a y ³
Con miel	Bolsa	51.51 \pm 1.77 a x	47.47 \pm 2.07 a y
Sin miel	Bote	49.44 \pm 2.11 b x	37.50 \pm 2.54 b y
Con miel	Bote	43.73 \pm 2.13 c x	31.43 \pm 3.08 c y
CV ⁴ (%)		4.34	7.39

¹Desviación estándar. ²Letras distintas en cada columna (a-c) indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). ³Letras distintas en cada fila (x-y) indican diferencias significativas en el tiempo ($P < 0.05$). ⁴Coefficiente de variación.

La determinación de L*C*h (luminosidad, croma y tonalidad) ayudó a ver el efecto del cambio de color a través del tiempo, en cada uno de los tratamientos. Se observó que todos los factores fueron importantes en la conservación de este atributo en el guacamole.

Para una mejor conservación de alimentos es necesaria la aplicación del empaque adecuado, por tal motivo la bolsa coextruida de tres materiales fue el mejor empaque al día siete, debido a las propiedades de cada una de sus capas (LDPE, Nylon y EVOH). La capa de EVOH (Ethylene Vinyl Alcohol Polymer) es una excelente barrera a gases y olores, las capas de LDPE ayudan a tener un buen sellado por calor, y el Nylon da firmeza y rigidez al empaque. Sin embargo, el bote de poliestireno que funciona como una barrera química, no ayudó a preservar el color del guacamole. Esto se debe a que el poliestireno tiene poca barrera al oxígeno, que es uno de los compuestos esenciales para que se dé la oxidación. (Coles *et al.*, 2003).

El emparedamiento del guacamole en los botes de poliestireno se pudo presentar por el espacio libre entre el producto y la tapa dando lugar a la presencia de oxígeno, produciendo las reacciones enzimáticas de las polifenoles oxidasas (PPO). Enzima responsable del emparedamiento enzimático con la presencia del gas oxígeno, primero forman compuestos o-difenol, lo oxidan y forman o-quinonas que producen la pigmentación oscura (Guerrero, 2009).

Además, con respecto a los tratamientos que contenían agente ácido miel; la pérdida de su color verde característico pudo ser ocasionada por los aminoácidos que reaccionan con algunos de los azúcares de la miel para producir sustancias amarillas o cafés responsables del oscurecimiento de la miel durante su almacenamiento (Ulloa, 2010).

Índice de peróxidos. El cuadro 20 muestra que los resultados fueron afectados por el tiempo ($P < 0.05$). Al día uno y siete todos los factores influyeron de la misma manera, por lo que resultó difícil determinar cuál fue el factor que más afectó. Sin embargo, se puede identificar que los tratamientos con agente ácido miel tuvieron las menores índices de peróxido. Esto puede ser a que la miel tenía sus cadenas poliméricas estrechamente unidas de forma ordenada, formando una red de puentes de hidrógeno, retardando así la rancidez de las grasas (Jáuregui *et al.*, 2006).

Cuadro 20. Índice de peróxidos en miliequivalente de peróxido/Kg de muestra Fase III.

Formulación	Empaque	Día 1	Día 7
		Media \pm D.E ¹	Media \pm D.E
Sin miel	Bolsa	4.01 \pm 0.01 b ² y	5.66 \pm 0.01 b x ³
Con miel	Bolsa	3.33 \pm 0.02 c y	5.01 \pm 0.01 c x
Sin miel	Bote	4.33 \pm 0.02 a y	6.01 \pm 0.01 a x
Con miel	Bote	3.33 \pm 0.01 c y	5.02 \pm 0.02 c x
CV⁴ (%)		0.38	0.56

¹Desviación estándar. ²Letras distintas en cada columna (a-c) indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). ³Letras distintas en cada fila (x-y) indican diferencias significativas en el tiempo ($P < 0.05$). ⁴Coefficiente de variación.

De acuerdo al Codex el límite máximo permitido para grasas y aceites alimenticios es de 10 miliequivalentes de peróxidos/ kg de aceite (CODEX, 1999), como resultado todos los tratamientos se encontraron dentro del límite en los dos tiempos (uno y siete días). Indicando que no se produjo rancidez en la grasa del guacamole y que se mantuvo estable hasta el día siete.

Bacterias mesófilas aerobias. Los análisis estadísticos muestran que ni la aplicación de empaque, ni el tiempo afectaron significativamente en los tratamientos ($P < 0.05$) (Cuadro 21). Sin embargo, la formulación influyó en los valores ($P > 0.05$) indicando que los tratamientos con presencia de miel obtuvieron menores conteos microbiológicos. De esta manera los resultados obtenidos pueden estar relacionados con la actividad antibacteriana de la miel.

Cuadro 21. Conteo de Bacterias Mesófilas Aerobias (UFC/g) Fase III.

Formulación	Empaque	Media ± D.E ¹
Sin miel	Bolsa	3.47 ± 0.20 ab ²
Con miel	Bolsa	3.33 ± 0.07 b
Sin miel	Bote	3.64 ± 0.39 a
Con miel	Bote	3.30 ± 0.21 b
CV⁴ (%)		7.17

¹Desviación estándar. ²Letras distintas (a-b) indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05). ³Coefficiente de variación.

El poder antibacteriano de la miel se debe principalmente a las inhibinas, las cuales consisten en peróxido de hidrógeno producido por la enzima glucosa-oxidasa la cual es añadida por las abejas. También los fitoquímicos, especialmente los flavonoides y ácidos aromáticos y los antioxidantes fenólicos que son reconocidos por inhibir un amplio rango de bacterias Gram positivas y Gram negativas (Estrada *et al.*, 2005). También se le atribuye la capacidad antibacteriana por la combinación de propiedades tales como su alta osmolaridad, bajo pH, presencia de sustancias volátiles y bajo valor de actividad de agua. (Ulloa, 2010).

En los resultados del análisis microbiológico se encontraron conteos de mesófilos aerobios pero con valores aun dentro de los límites permisibles según la Norma Oficial Peruana NTS N°- MINSA/DIGESA-V.01., para alimentos preparados sin tratamiento térmico que llevan ingredientes con y sin tratamiento térmico.

Análisis sensorial. Se realizó un análisis sensorial de aceptación donde se evaluó los atributos de apariencia, aroma, color, consistencia, sabor y aceptación general, mediante una escala hedónica con valores desde 1 (me gusta extremadamente) hasta 9 (me disgusta extremadamente). Los resultados muestran que tanto la aplicación de empaque como la presencia de antioxidante no tuvo efecto significativo en los tratamientos de cada uno de los atributos, sin embargo, hubo un efecto del tiempo (P<0.05). Además hubo efecto en la interacción de los factores (P<0.05).

Consistencia. El cuadro 22 muestra que hubo efecto del tiempo en los tratamientos (P<0.05) encontrando que los tratamientos en bote disminuyeron su aceptación al día siete, pasando de una valoración de “me gusta moderadamente a me gusta ligeramente”.

Al día uno se encontró una interacción de los factores empaque y formulación (P<0.05) donde los tratamientos con bote y en bolsa sin miel fueron más aceptados con un valor de “me gusta ligera y moderadamente”. Al día siete no hubo diferencia significativa entre tratamientos (P>0.05); y todos los tratamientos fueron valorados como “me gusta ligeramente”.

Cuadro 22. Resultados de aceptación para el atributo consistencia Fase III.

Formulación	Empaque	Día 1	Día 7
		Media \pm D.E ¹	Media \pm D.E
Sin miel	Bolsa	6.53 \pm 1.55 ab ² x	6.27 \pm 1.77 a x ³
Con miel	Bolsa	6.15 \pm 1.64 b x	6.14 \pm 1.81 a x
Sin miel	Bote	6.60 \pm 1.50 a x	5.77 \pm 2.17 a y
Con miel	Bote	6.49 \pm 1.74 ab x	5.85 \pm 1.78 a y
CV ⁴ (%)		24.97	31.46

¹Desviación estándar. ²Letras distintas en cada columna (a-b) indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05). ³Letras distintas en cada fila (x-y) indican diferencias significativas en el tiempo (P<0.05). ⁴Coefficiente de variación.

Sabor. El cuadro 23 muestra que hubo efecto del tiempo en los tratamientos (P<0.05) donde el tratamiento sin miel en bolsa tuvo una menor aceptación al día siete, mientras que el tratamiento con miel en bolsa obtuvo una mejor aceptación. Al día uno se encontró una interacción entre los factores formulación y empaque, encontrando que el tratamiento con miel en bolsa fue el de menor aceptación obteniendo una valoración de “me es indiferente”. Al día siete no hubo diferencia significativa entre tratamientos (P>0.05); y todos los tratamientos fueron valorados como “me gusta ligeramente”.

Cuadro 23. Resultados de aceptación para el atributo sabor Fase III.

Formulación	Empaque	Día 1	Día 7
		Media \pm D.E ¹	Media \pm D.E
Sin miel	Bolsa	6.59 \pm 1.44 a ² x	5.85 \pm 2.16 a y ³
Con miel	Bolsa	5.35 \pm 1.90 b y	5.95 \pm 2.11 a x
Sin miel	Bote	6.18 \pm 1.91 a x	5.73 \pm 1.92 a x
Con miel	Bote	6.43 \pm 1.96 a x	5.96 \pm 2.13 a x
CV ⁴ (%)		29.57	35.44

¹Desviación estándar. ²Letras distintas en cada columna (a-b) indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05). ³Letras distintas en cada fila (x-y) indican diferencias significativas en el tiempo (P<0.05). ⁴Coefficiente de variación.

Apariencia. El cuadro 24 muestra que hubo efecto del tiempo en los tratamientos (P<0.05) encontrando que los tratamientos en bote fueron menos aceptados al día siete. Al día uno existió una interacción entre los factores formulación y empaque (P=0.0314) encontrando que los tratamientos en bolsa sin miel, bote con y sin miel fueron los de mayor aceptación obteniendo una valoración de “me gusta ligeramente”. Al día siete no hubo diferencia

significativa entre tratamientos ($P>0.05$); y los tratamientos fueron valorados como “me es indiferente y me gusta ligeramente”.

La menor aceptación de este atributo conforme incrementa el tiempo puede estar relacionado con la pérdida de color verde debido al proceso de oxidación de las grasas del aguacate. De igual manera puede estar relacionada con la pérdida de textura la cual se manifiesta por una pérdida de consistencia y la presencia de una fase líquida, la cual varía dependiendo la naturaleza de los tejidos (Aldana *et al.*, 2010).

Cuadro 24. Resultados de aceptación para el atributo apariencia Fase III.

Formulación	Empaque	Día 1	Día 7
		Media \pm D.E ¹	Media \pm D.E
Sin miel	Bolsa	6.32 \pm 1.54 a ² x	5.64 \pm 1.75 a y ³
Con miel	Bolsa	5.81 \pm 1.63 b x	5.91 \pm 1.82 a x
Sin miel	Bote	6.21 \pm 1.55 a x	5.47 \pm 1.72 a y
Con miel	Bote	6.37 \pm 1.48 a x	5.77 \pm 1.66 a y
CV⁴ (%)		25.11	30.47

¹Desviación estándar. ²Letras distintas en cada columna (a-b) indican diferencias significativas entre tratamientos ($P<0.05$). ³Letras distintas en cada fila (x-y) indican diferencias significativas en el tiempo ($P<0.05$). ⁴Coefficiente de variación.

Aroma. El cuadro 25 muestra que hubo efecto en el tiempo en los tratamientos ($P<0.05$) encontrándose que los tratamientos sin miel disminuyeron su aceptación al día siete. Al día uno hubo interacción entre los factores de formulación y empaque, encontrando que los tratamientos con miel en bote y los tratamientos sin miel en bolsa y bote obtuvieron una mayor aceptación con un valor de “me gusta ligera y moderadamente”. De igual manera al día siete hubo interacción de factores, encontrándose que los tratamientos en bote con miel y en bolsa con y sin miel fueron los de mayor aceptación con valores de “me gusta ligeramente”.

La polifenoloxidasas es la enzima que provoca el pardeamiento enzimático e induce a cambios en el aroma y el sabor, así como también produce en el aguacate la liberación de compuestos aromáticos y sabores desagradables debido al enranciamiento del aceite presente (Aldana *et al.*, 2010).

Cuadro 25. Resultados de aceptación para el atributo aroma Fase III.

Formulación	Empaque	Día 1	Día 7
		Media \pm D.E ¹	Media \pm D.E
Sin miel	Bolsa	6.67 \pm 1.45 a ² x	5.79 \pm 1.96 a y ³
Con miel	Bolsa	5.81 \pm 1.57 b x	5.81 \pm 1.84 a x
Sin miel	Bote	6.32 \pm 1.34 a x	5.49 \pm 1.82 b y
Con miel	Bote	6.47 \pm 1.59 a x	6.08 \pm 1.73 a x
CV ⁴ (%)		23.6	31.74

¹Desviación estándar. ²Letras distintas en cada columna (a-b) indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05). ³Letras distintas en cada fila (x-y) indican diferencias significativas en el tiempo (P<0.05). ⁴Coefficiente de variación.

Color. El cuadro 26 muestra que hubo efecto del tiempo en los tratamientos (P<0.05) encontrando que el tratamiento sin miel en bolsa disminuyó su aceptación al día siete. Al día uno se presentó una interacción entre factores, encontrando que los tratamientos sin miel en bolsa, con miel y sin miel en bote fueron los de mayor aceptación obteniendo una valoración de “me gusta ligera y moderadamente”. Al día siete no hubo diferencia significativa entre tratamientos (P>0.05); y todos los tratamientos fueron valorados como “me gusta ligeramente”.

Cuadro 26. Análisis de aceptación para el atributo color Fase III.

Formulación	Empaque	Día 1	Día 7
		Media \pm D.E ¹	Media \pm D.E
Sin miel	Bolsa	6.79 \pm 1.59 a ² x	5.90 \pm 2.03 a y ³
Con miel	Bolsa	5.93 \pm 1.79 b x	6.29 \pm 1.88 a x
Sin miel	Bote	6.47 \pm 1.75 a x	5.97 \pm 1.77 a x
Con miel	Bote	6.40 \pm 1.95 a x	5.92 \pm 1.92 a x
CV ⁴ (%)		27.77	31.56

¹Desviación estándar. ²Letras distintas en cada columna (a-b) indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05). ³Letras distintas en cada fila (x-y) indican diferencias significativas en el tiempo (P<0.05). ⁴Coefficiente de variación.

Aceptación general. El cuadro 27 muestra que hubo efecto del tiempo en los tratamientos (P<0.05) encontrando que los tratamientos en bote disminuyeron su aceptación al día siete. Al día uno el factor que más influyó fue la formulación (P= 0.0067) encontrando que los tratamientos sin miel fueron los de mayor aceptación obteniendo una valoración de “me gusta moderadamente”. Al día siete se encontró interacción entre los factores empaque y

formulación ($P>0.05$) donde el tratamiento sin miel en bolsa fue el mejor aceptado con un valor de “me gusta moderadamente”.

Cuadro 27. Resultados de análisis sensorial de aceptación general Fase III.

Formulación	Empaque	Día 1	Día 7
		Media \pm D.E ¹	Media \pm D.E
Sin miel	Bolsa	6.91 \pm 1.16 a ² x	6.89 \pm 1.84 a x ³
Con miel	Bolsa	6.12 \pm 1.49 b x	6.17 \pm 1.91 b x
Sin miel	Bote	6.53 \pm 1.58 ab x	5.68 \pm 1.64 b y
Con miel	Bote	6.50 \pm 1.73 b x	5.91 \pm 1.85 b y
CV⁴ (%)		23.1	30.44

¹Desviación estándar. ²Letras distintas en cada columna (a-b) indican diferencias significativas entre tratamientos ($P<0.05$). ³Letras distintas en cada fila (x-y) indican diferencias significativas en el tiempo ($P<0.05$). ⁴Coefficiente de variación.

Todos los análisis tuvieron alta variabilidad en los datos ($CV>30\%$), esto puede deberse a que los panelistas no fueron entrenados, y que les fue difícil distinguir los atributos de cada tratamiento.

4. CONCLUSIONES

- La formulación con 50% miel y 50% de limón fue la preferida, la miel disminuye el pH del aguacate pero no cumple la función antioxidante, ya que el guacamole se oscureció.
- La miel tuvo efecto antimicrobiano manteniendo menores recuentos de mesófilos aerobios en comparación con los tratamientos que contenían limón, sin embargo, ambos productos se mantuvieron dentro los límites permitidos.
- La formulación desarrollada con 50% miel y 50% limón en empaque de bolsa coextruida y bote de poliestireno tuvo una misma aceptación general en la categoría “me gusta ligeramente”.
- El empaque que mejor conservó los atributos de apariencia, aroma, consistencia y color de la formulación desarrollada fue la bolsa coextruida de cinco capas (LDPE, Nylon y EVOH) al día siete.

5. RECOMENDACIONES

- Medir el efecto de la miel como antioxidante en mayores concentraciones y en otro tipo de alimentos donde la percepción de la dulzura sea apreciada.
- Se recomienda usar métodos para la determinación de compuestos antioxidantes de la miel como el método de Polifenoles totales.
- Se recomienda realizar el estudio con la aplicación de empaque de vidrio por la propiedad de barrera absoluta que posee.
- Realizar análisis de coliformes, hongos y levaduras de acuerdo a las normas regulatorias para este tipo de producto.

6. LITERATURA CITADA

Aldana S.A., L.F. Forero y L.J. García. 2010. Postcosecha y transformación de aguacate: Agroindustria rural innovadora. *In:* Toro, G., L. Ávila y Y. Vilcanqui. Uso de aditivos en el procesamiento de guacamole 2. p 1-46.

Atkins, P. W. y Jones, L. L. 2006. Principios de química. Editorial Panamericana, 3 Edición, Estados Unidos. 373 p.

Báez, M.S., R. Contreras y L. Contreras. 2011. Innovaciones en el tratamiento post cosecha: influencia del uso de ceras orgánicas en la calidad de post cosecha de pimientos, mango y aguacate (en línea). Consultado 10 de octubre de 2015. Disponible en: <http://es.slideshare.net/presslima/innovaciones-en-el-tratamiento-post-cosecha-influencia-del-uso-de-ceras-orgnicas-en-la-calidad-de-post-cosecha-de-pimientos-mango-y-aguacate>

Base SAS 9.3 TS1M2. SAS Institute Inc., Cary, NC. SAS

Blasa, M., Candiracci, M., Accorsi, A., Piacentini, M. P., & Piatti, E. (2007). Honey flavonoids as protection agents against oxidative damage to human red blood cells. *Food Chemistry*, 104(4), 1635-1640.

Boscarol, M. 2007. El espacio del color L*C*h (en línea). Consultado 9 de octubre de 2015. Disponible en: http://www.gusgsm.com/espacio_color_lch

Buelvas, G. A., Patiño, J. H., Cano, J. A. 2012. Evaluación del proceso de extracción de aceite de aguacate has (*Persea americana Mill*) utilizando tratamiento enzimático. Revista Lasallista de Investigación 9 (2): 138-150.

CODEX. 1981. Norma para la miel CODEX STAN 12-1981. 9 p.

CODEX. 1999. Norma del Codex para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales Codex Stan 19-1982. 1 p.

Coles, R., D. McDowell y Kirwan M.J. 2003. Food Packaging Technology. Oxford, London, UK. 200-312.

De Perinat, M. 2009. El curtido: El espectro visible por el ojo humano (en línea). Consultado 8 de octubre de 2015. Disponible en: http://www.edym.net/Confeccion_en_piel_gratis/part01/lecc04/capitulo7100.html

Demuner, M y Verdalet, I. 2004. Empaques, empaques y embalajes alimentarios. Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad Veracruzana 17(2).

Estrada, H., M. Gamboa., C. Chaves y M. Arias. 2005. Evaluación de la actividad antimicrobiana de la miel de abeja contra *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes* y *Aspergillus niger*. Archivos latinoamericanos de nutrición 55(2).

Garbanzo, S.M. 2011. Manual de Aguacate: buenas prácticas de cultivo. San José, Costa Rica. 19-20 p.

Gartzia, P. 2014. Las diez mejores combinaciones entre alimentos dulces y salados (en línea). Consultado 28 de septiembre de 2015. Disponible en: http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/en_la_cocina/trucos_y_secretos/2013/07/03/217185.php

Gheldof, N., Wang, X. H., & Engeseth, N. J. (2002). Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(21), 5870-5877.

Guerrero Eraso, C.A. 2009. Inhibición de la actividad enzimática de la polifenol oxidasa extraída del banano (Cavendish valery) mediante sistemas bifásicos acuosos con isoespintanol y ácido ascórbico. Tesis MSc. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nal. De Colombia, Medellín, Colombia. 91 p.

Jáuregui Berho, A.N. 2006. “Desarrollo de nueves (*Juglans Regia*) de la variedad semilla california recubiertas con miel”. Tesis Ing. Ali. Universidad Chile, Chile. 61 p.

Kiger, M.F., M.S. Ceballos, Y.G. Basaez y Caleb S. P. 1980. Preservación de palta (*Persea americana* Mill.) variedad fuerte, mediante el uso de aditivos químicos y baja temperatura. Chile. Tesis Licenciado en Agronomía. Chile. Universidad de Chile. 69 p.

López Rosa, A.M. 2014. Efecto de la humedad de la miel y temperatura de decristalizado en la calidad de la miel procesada. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 24 p.

MINSA. S003. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. 23p.

Nuffield, F. 1984. Química Avanzada Nuffield: Ciencia de la alimentación. Barcelona, España, Reverté. 72 p.

Ortega, M.A. 2003. Valor nutrimental de la pulpa fresca de aguacate Hass. Miochacán, México. 741-747.

Paredes, A., T. Patiño y M. Domínguez. 2008. Lara. Revista de la facultad de ingeniería química. Mérida, México. No. 47. 10-14.

Pieterse, Z., J. Jerling y Oosthuizen, W. 2003. Avocados (Monounsaturated fatty acids), weight loss and serum lipids. Specialist Forum. Vol 3 (4): 65-69.

Reyes, L. 2013. Uso de ácido cítrico en la elaboración de guacamole y su incidencia en el tiempo de vida útil. Tesis Ing. Alimentos. Ambato, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato. 127 p.

SAGARPA. 2011. Monografía de cultivos: Aguacate. México. 4-5.

Ulloa, J., P. Mondragón., R. Rodríguez., J. Reséndiz., P. Rosas. 2010. La miel de abeja y su importancia. Revista fuente 2(4): 11-18.

Velásquez, J., Castellanos, G.D., P.M. Caballero y Hernández, C.B.2013. Cambios bioquímicos durante el almacenamiento de puré de aguacate adicionado con antioxidantes naturales y procesado con alta presión hidrostática. Journal of Food. Vol 11 (4): 380-389.

7. ANEXOS

Anexo 1. Tabla del valor crítico χ^2 para los análisis sensoriales de preferencia.

Tabla de la distribución Chi-cuadrado

g=grados de libertad p=área a la derecha

El valor x de la tabla cumple que para X es chi-cuadrado con g grados de libertad $P(X>x)=p$

g	p										
	0.001	0.025	0.05	0.1	0.25	0.5	0.75	0.9	0.95	0.975	0.999
1	10.827	5.024	3.841	2.706	1.323	0.455	0.102	0.016	0.004	0.001	0
2	13.815	7.378	5.991	4.605	2.773	1.386	0.575	0.211	0.103	0.051	0.002
3	16.266	9.348	7.815	6.251	4.108	2.366	1.213	0.584	0.352	0.216	0.024
4	18.466	11.143	9.488	7.779	5.385	3.357	1.923	1.064	0.711	0.484	0.091
5	20.515	12.832	11.07	9.236	6.626	4.351	2.675	1.61	1.145	0.831	0.21
6	22.457	14.449	12.592	10.645	7.841	5.348	3.455	2.204	1.635	1.237	0.381
7	24.321	16.013	14.067	12.017	9.037	6.346	4.255	2.833	2.167	1.69	0.599
8	26.124	17.535	15.507	13.362	10.219	7.344	5.071	3.49	2.733	2.18	0.857
9	27.877	19.023	16.919	14.684	11.389	8.343	5.899	4.168	3.325	2.7	1.152
10	29.588	20.483	18.307	15.987	12.549	9.342	6.737	4.865	3.94	3.247	1.479
11	31.264	21.92	19.675	17.275	13.701	10.341	7.584	5.578	4.575	3.816	1.834
12	32.909	23.337	21.026	18.549	14.845	11.34	8.438	6.304	5.226	4.404	2.214
13	34.527	24.736	22.362	19.812	15.984	12.34	9.299	7.041	5.892	5.009	2.617
14	36.124	26.119	23.685	21.064	17.117	13.339	10.165	7.79	6.571	5.629	3.041
15	37.698	27.488	24.996	22.307	18.245	14.339	11.037	8.547	7.261	6.262	3.483
16	39.252	28.845	26.296	23.542	19.369	15.338	11.912	9.312	7.962	6.908	3.942
17	40.791	30.191	27.587	24.769	20.489	16.338	12.792	10.085	8.672	7.564	4.416
18	42.312	31.526	28.869	25.989	21.605	17.338	13.675	10.865	9.39	8.231	4.905
19	43.819	32.852	30.144	27.204	22.718	18.338	14.562	11.651	10.117	8.907	5.407
20	45.314	34.17	31.41	28.412	23.828	19.337	15.452	12.443	10.851	9.591	5.921
21	46.796	35.479	32.671	29.615	24.935	20.337	16.344	13.24	11.591	10.283	6.447
22	48.268	36.781	33.924	30.813	26.039	21.337	17.24	14.041	12.338	10.982	6.983
23	49.728	38.076	35.172	32.007	27.141	22.337	18.137	14.848	13.091	11.689	7.529
24	51.179	39.364	36.415	33.196	28.241	23.337	19.037	15.659	13.848	12.401	8.085
25	52.619	40.646	37.652	34.382	29.339	24.337	19.939	16.473	14.611	13.12	8.649
26	54.051	41.923	38.885	35.563	30.435	25.336	20.843	17.292	15.379	13.844	9.222
27	55.475	43.195	40.113	36.741	31.528	26.336	21.749	18.114	16.151	14.573	9.803
28	56.892	44.461	41.337	37.916	32.62	27.336	22.657	18.939	16.928	15.308	10.391
29	58.301	45.722	42.557	39.087	33.711	28.336	23.567	19.768	17.708	16.047	10.986
30	59.702	46.979	43.773	40.256	34.8	29.336	24.478	20.599	18.493	16.791	11.588
35	66.619	53.203	49.802	46.059	40.223	34.336	29.054	24.797	22.465	20.569	14.688
40	73.403	59.342	55.758	51.805	45.616	39.335	33.66	29.051	26.509	24.433	17.917
45	80.078	65.41	61.656	57.505	50.985	44.335	38.291	33.35	30.612	28.366	21.251
50	86.66	71.42	67.505	63.167	56.334	49.335	42.942	37.689	34.764	32.357	24.674
55	93.167	77.38	73.311	68.796	61.665	54.335	47.61	42.06	38.958	36.398	28.173
60	99.608	83.298	79.082	74.397	66.981	59.335	52.294	46.459	43.188	40.482	31.738
65	105.988	89.177	84.821	79.973	72.285	64.335	56.99	50.883	47.45	44.603	35.362
70	112.317	95.023	90.531	85.527	77.577	69.334	61.698	55.329	51.739	48.758	39.036
75	118.599	100.839	96.217	91.061	82.858	74.334	66.417	59.795	56.054	52.942	42.757
80	124.839	106.629	101.879	96.578	88.13	79.334	71.145	64.278	60.391	57.153	46.52
85	131.043	112.393	107.522	102.079	93.394	84.334	75.881	68.777	64.749	61.389	50.32
90	137.208	118.136	113.145	107.565	98.65	89.334	80.625	73.291	69.126	65.647	54.156
95	143.343	123.858	118.752	113.038	103.899	94.334	85.376	77.818	73.52	69.925	58.022
100	149.449	129.561	124.342	118.498	109.141	99.334	90.133	82.358	77.929	74.222	61.918

Anexo 2. Boleta de análisis sensorial de aceptación para la fase III

EVALUACIÓN SENSORIAL DE GUACAMOLE

Prueba Hedónica de aceptación

NOMBRE:

Instrucciones: Pruebe las muestras de izquierda a derecha, en el orden que se le presenten. Evalúe la apariencia antes de probar cada muestra. Marque con una X el cuadro indicando su grado de aceptación.

Muestra _____

	Me disgusta Extremadamente				ng/nd		Me gusta extremadamente		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aroma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Color	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consistencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sabor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aceptación General	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anexo 3. Boleta de análisis sensorial de preferencia por ordenamiento para fase I y II.

PRUEBA DE PREDERENCIA POR ORDENACIÓN
GUACAMOLE DE FORMULACIONES COMERCIALES

Nombre:

Fecha:

Edad:

Frente a usted hay tres muestras de guacamole; que usted debe enumerar en forma creciente de acuerdo a su preferencia en cuanto a la característica de sabor.

Cada muestra debe llevar un orden diferente, dos muestras no deben tener el mismo orden. Siendo 1 el de mayor preferencia y 3 el de menor preferencia.

A

B

C

¿Por qué la eligió?

.....
.....

Muchas gracias