

# EVALUACIÓN DEL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO DEL AGUACATE (*PERSEA AMERICANA MILL*) DURANTE LA ELABORACIÓN DE GUACAMOLE CON DISTINTOS TIPOS DE ANTIOXIDANTES

## EVALUATION OF ENZYMATIC BROWNING OF AVOCADO (*PERSEA AMERICANA MILL*) DURING THE PREPARATION OF GUACAMOLE WITH DIFFERENT TYPES OF ANTIOXIDANTS

Karem Isabel Ordoñez Rodríguez<sup>1</sup>; Jhenny Alexandra Suarez Tixi<sup>2</sup>

{[karem.ordoniez@epoch.edu.ec](mailto:karem.ordoniez@epoch.edu.ec)<sup>1</sup>, [jhenny.suarez@epoch.edu.ec](mailto:jhenny.suarez@epoch.edu.ec)<sup>2</sup>}

Fecha de recepción: 15 de febrero de 2023 / Fecha de aceptación: 20 de marzo de 2023 / Fecha de publicación: 30 de junio de 2023

### RESUMEN:

El pardeamiento enzimático es uno de los problemas a los que se ve afectado la industria alimentaria, principalmente aquellas que trabajan con futas y hortalizas, ya que pueden llegar a tender pérdidas en el proceso post cosecha a su vez en la línea de producción, para controlarlo se ha desarrollado de manera física y natural antioxidantes que frenan o reducen las reacciones oxidativas, en el Ecuador uno de los productos que ha tomado auge en los últimos años es el aguacate que en países como Estados Unidos toma un valor significativo de \$2.50 Kg. La presente investigación tiene como objetivo principal la comparación de dos antioxidantes utilizados industrialmente mediante la elaboración de guacamole, del mismo modo se busca establecer el precio de producción únicamente de la materia y por último el nivel de aceptación a través de pruebas de análisis sensorial para ello se ha preparado muestras de 100g cada una con una adición de 0%, 0.1% y 0.05% de antioxidantes, los evaluadores fueron catadores 40 hombres y mujeres semi entrenados de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH donde de acuerdo a las pruebas aplicadas se establece que el T2 tiene mayor aceptabilidad obteniendo valores elevados en las cuatro categorías evaluadas entre ellas el color, olor, sabor, del mismo modo en la parte experimental se obtuvo menor presencia de pardeamiento enzimático en T2 donde se aplicó ácido cítrico a una concentración de 0.1 %.

**Palabras clave:** Pardeamiento enzimático, antioxidante, prueba de aceptabilidad, catadores, pH.

### ABSTRACT:

Enzymatic browning is one of the problems that the food industry is affected, mainly those that work with fruit and vegetables, since they can lead to losses in the post-harvest process, in turn in the production line, to control it. antioxidants that slow down or reduce oxidative reactions have been developed in a physical and natural way. In Ecuador, one of the products that has boomed in recent years is the avocado, which in countries like the United States has a significant value of \$2.50 Kg. This research has as its main objective the comparison of two

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Agroindustria, Riobamba, Ecuador.

<sup>2</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Agroindustria, Riobamba, Ecuador.

antioxidants used industrially through the production of guacamole, in the same way it seeks to establish the production price only of the material and finally the level of acceptance through sensory analysis tests. has prepared samples of 100g each with an addition of 0%, 0.1% and 0.05% of antioxidants, the evaluators were n 40 semi-trained men and women from the Faculty of Livestock Sciences of ESPOCH where, according to the applied tests, it is established that T2 has greater acceptability, obtaining high values in the four categories evaluated, including color, smell, flavor, of the same In the experimental part, a lower presence of enzymatic browning was obtained in T2 where citric acid was applied at a concentration of 0.1 %.

**Keywords:** *Acidification, digestibility, fermentation, palatability, rancid, silage.*

## INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país productor netamente de materia prima tanto de origen animal y vegetal como es el caso del aguacate cuyo nombre científico es (*Persea americana Mill*), al que se le puede considerar como fruta y verdura a la vez, proviene del árbol aguacatero originario de Centro América en zonas tropicales y subtropicales, su hoja es perenne, tiene un inicio de producción a los cuatro o siete años de haberlo sembrado, el fruto en específico tiene forma semejante a pera, pepino o manzana, posee textura cremosa de color amarillento, con relación a sus propiedades nutricionales posee carbohidratos, grasas, proteínas y minerales los cuales varían de acuerdo a la variedad, estado fisiológico y localización. (1) El cultivo de aguacate requiere una serie condiciones como temperatura de 17 a 24°C siendo 20°C el estado óptimo, humedad del 30%, los suelos recomendados son profundos y ligeros con pH ácidos que van desde 5.5. a 7 además deben tener protección contra el viento (2), siendo el Ecuador unos de los países óptimos para su producción de este modo se ha logrado exportar 600 toneladas en el año 2021 (3) sin embargo, su manufactura total es de 1750 hectáreas a nivel nacional compuesto de 70 productores a lo largo de 16 provincias según la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (4).

El aguacate sin duda es una de las materias primas en auge debido a su incremento de exportación, sin embargo, se enfrenta problemas de cultivo como plagas o enfermedades mientras que en la elaboración de productos terminados sean industriales o gastronómicos su factor principal es el pardeamiento enzimático que trae consigo efectos negativos cambios de color, sabor, aroma e incluso valor nutricional (5) puede ser controlado por distintos métodos entre ellos la conservación y aplicación de aditivos alimentarios en este caso antioxidantes que son compuestos químicos que se encargan de frenar las reacciones de oxidación que dan color pardo a frutas y verduras. (6) en la industria alimentaria hay varias moléculas de origen sintético como BHA, BHT, TBHQ, eritorbato de sodio, ácido ascórbico así también aquellos obtenidos de forma natural sean este té verde, menta, limón, romero (7).

El uso de los antioxidantes inicia a mediados del siglo XIX tras el estudio de la eficiencia de las vitaminas A, C y E como antioxidantes, se clasifican en hidrosolubles o hidrofílicos es decir que

## EVALUACIÓN DEL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO DEL AGUACATE (*PERSEA AMERICANA MILL*) DURANTE LA ELABORACIÓN DE GUACAMOLE CON DISTINTOS TIPOS DE ANTIOXIDANTES

---

tiene la capacidad de disolverse en agua y liposolubles o hidrofóbicos que se disuelven en líquidos, el ser humano incorpora en su organismo ambos tipos a través de una alimentación variada, adecuada y complementada con suplementos específicos (8) es así que el ácido cítrico comenzó a producirse en 1860 a partir de frutas mediante la implementación de sales de calcio pero sus rendimientos eran bajos ya que se empleaba entre 30 y 40 toneladas de limones para obtener únicamente una tonelada de ácido cítrico (9) posteriormente fue requerido por varias industrias es así que en 1880 los hermanos Charles Pfizer y Charles Erhart empezaron a producirlo de forma industrial años más tarde G. Wehmer observó que algunos hongo (*Aspergillus Níger*) producían ácido cítrico al desarrollarse en un medio azucarado, su producción a gran escala empezó a partir de la fermentación de la glicerina (10).

Tras el descubrimiento del ácido cítrico se potencio a investigación de los antioxidantes, en la antigüedad se intuía el efecto medicinal de consumir verduras y frutas frescas pues estos ayudaban a eliminar los estornudos de navegantes marinos, se puede definir al ácido ascórbico como un polvo o cristales dulces con propiedades antioxidantes (11), su nombre proviene del prefijo a- que significa “no” y de la palabra scorbuticus “estornudo” enfermedad causada por la deficiencia de vitamina C (12) en el presente cumple una serie de funciones principalmente mejora el sistema inmunológico, contribuye a la prevención de enfermedades de índole respiratoria, mejora el estado de la piel, ayuda a que las encías sangren, ayuda a evitar el envejecimiento prematuro, comúnmente se puede encontrar en frutas como kiwi, naranja, fresa, toronja, mandarina y en vegetales de hoja verde en particular acelgas, berros, pápalo, espinacas (13).

La rapidez con la que se produce el pardeamiento enzimático depende de las enzimas catalíticas que intervienen en el proceso aunque requiere además la presencia de compuestos fenólicos por que mediante la acción de polifenol oxidasa (PPO) convierte dichos compuestos en quinonas que se caracterizan por la formación de pigmentos oscuros, para dar origen a estos se tiene en cuenta factores como el pH, la temperatura y disponibilidad de oxígeno en los tejidos, entre los métodos físicos para controlarlo se incluye al tratamiento térmico, escaldado, uso de bajas temperaturas, normalmente el pardeamiento se inicia en la pulpa o carne y posteriormente en el hueso, esta reacción se produce cuando se pela, rebana, aplasta o sufre cualquier golpe en el proceso pos cosecha del producto (14).

Como se ha mencionado el Ecuador es un país productor el precio del aguacate varía de acuerdo a su temporada de cosecha que generalmente es a finales de otoño hasta principio de primavera específicamente en los meses marzo a junio (15) durante los primeros y últimos meses puede llegar a tener un valor de \$2.50 el kilogramo mientras que cuando se encuentra en su época de mayor producción el precio se reduce relativamente entre \$1.50 - \$1.80, de acuerdo a datos estadísticos el mayor precio se obtuvo en el 2017 donde su promedio por kilogramo fue de 42.90 dólares (16).

Al aguacate se lo considera como una fruta y verdura por ende se puede realizar una serie de preparaciones uno de estos es el guacamole el cual es originario de Centroamérica y Cuba,

considerado como una salsa azteca (17), inicialmente fue elaborado por los conquistadores aun cuando tuvo un mismo origen en la actualidad se tiene una variedad de preparaciones en dependencia de la ubicación geográfica y el gusto de cada uno de los consumidores se puede visualizar que se han añadido ingredientes sean estos quesos, cebolla, sal (18). El origen del vocablo guacamole es náthual “Ahuacamolli” que se conforma por la unión de las palabras “ahuacatl” que significa aguacate y “molli” mole o salsa. De acuerdo con la mitología el dios tolteca Quetzalcoatl consagró esta receta a su pueblo posteriormente fue difundida por toda Mesoamérica la cual se ubica desde el centro de México y Guatemala, en la cultura azteca las mujeres tenían prohibido el consumo del aguacate ya que tenía ciertas connotaciones eróticas se los consideraba como una representación de los testículos (19). Inicialmente el guacamole se elaboraba a partir de aguacate machado, agua, limón, tomate y chile posteriormente se añadió otros ingredientes como cebolla, cilantro, ajo, hoy en día en México es empleado para acompañar preparados tipos del país por ejemplo carnes, tacos, tortillas, en Venezuela del mismo modo se consume juntamente con diversos tipos de asado, pero, en países como Estados Unidos, Australia o regiones de Asia debido a su elevado costo de importación se adiciona a otros alimentos como mahonesa para incrementar su volumen (20).

Para determinar la calidad de un producto requiere aplicarse pruebas físico – químicas, microbiológicas y sensoriales con lo cual se puntualiza las características o mejoras a realizar de este modo la más importante en relación a la aceptabilidad del consumidor son las pruebas sensoriales donde se evalúa características organolépticas como el sabor, olor, textura, apariencia, de acuerdo a la UNE-EN ISO 549 (21) define al análisis sensorial como “Ciencia relacionada con la evaluación de los atributos organolépticos de un producto mediante los sentidos” pero también interpreta las respuestas de los jueces con relación a la percepción que tiene del alimento, suele realizarse en laboratorios especializados e incluso en lugares públicos dependiendo de objetivo de la prueba (22), de este modo se puede aplicar pruebas de aceptabilidad donde se maneja una escala hedónica relacionada con números que van desde el 1 al 9 mide el grado de preferencia hacia un producto además de la magnitud de esta (23).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

Se utilizó, tres cajas Petri, cuchillo de acero inoxidable, cintas medidoras de pH, cucharas, tenedores y un recipiente de vidrio para la mezcla y homogenizado.

### Elaboración del producto

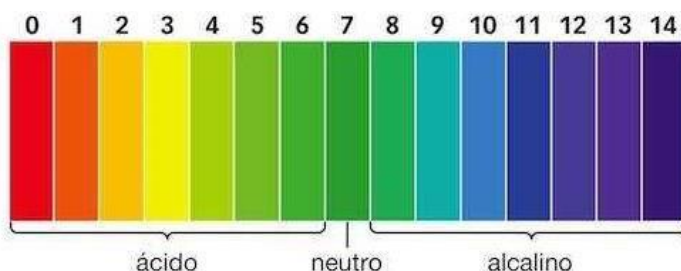
Recepción de materia prima: la finalidad fue controlar las características físicas y organolépticas del aguacate. Lavado: se utilizó agua purificada para asegurar inocuidad del proceso. Deshuesado: se utilizó cuchillos para separar la carne del hueso y de la corteza. Despulpado: se usó tenedores y cuchara con la finalidad de darle una consistencia blanda y evitar la granulosis. Mezclado: se adicionó diferentes tipos de antioxidantes en relación al peso de guacamole utilizado en cada tratamiento es así que para el tratamiento control (T1) al no emplearse ningún tipo únicamente contiene un peso de 100 g, mientras que el tratamiento dos

## EVALUACIÓN DEL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO DEL AGUACATE (*PERSEA AMERICANA MILL*) DURANTE LA ELABORACIÓN DE GUACAMOLE CON DISTINTOS TIPOS DE ANTIOXIDANTES

(T2) pertenece al ácido cítrico se empleó 0.1% es decir que se adicionó 0.1 g en los 100 g de guacamole y finalmente en el tratamiento tres (T3) añadido ácido ascórbico se añadió 0.05 g en los 100g, continuando con el procedimiento de preparación de las distintas muestras el homogeneización: proceso mediante el cual se buscó evitar la separación de los componentes. Envasado: se colocó la mezcla con cada antioxidante en las respectivas cajas Petri. Reposo: se mantuvo las cajas Petri a temperatura de 18°C.

### Análisis de pH

El pH: se realizó utilizando cintas medidoras de pH. Tiempo: se obtuvo mediciones de pH al inicio, luego de 2 horas y a las 5 horas.



**Figura 1:** Escala de medición de pH

### Análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó mediante una escala hedónica de aceptabilidad, se evaluaron atributos como: color, olor, sabor y aceptabilidad, se contó con la participación de 40 personas, siendo estos, hombres y mujeres de entre 20-30 años de edad, estudiantes de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, consumidores frecuentes de guacamole y que tienen previos conocimientos de un análisis sensorial. La escala tuvo 5 puntos de menor a mayor dependiendo el atributo.

### Escala Hedónica de Aceptabilidad

Frente a usted se presenta tres muestras de guacamole con distintos antioxidantes, empiece la evaluación de izquierda a derecha y enjuague la boca con agua después de cada muestra, califique cada uno de los atributos según indica la tabla 1.

ATRIBUTOS	ESCALA	MUESTRAS
<b>COLOR</b>	1. Muy clara	1 2 3
	2. Ligeramente clara	
	3. Característico	
	4. Ligeramente verde	
	5. muy verde	
<b>SABOR</b>	1. Muy desagradable	
	2. Desagradable	
	3. No me agrada ni me desagrada	

**EVALUACIÓN DEL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO DEL AGUACATE (*PERSEA AMERICANA MILL*) DURANTE LA ELABORACIÓN DE GUACAMOLE CON DISTINTOS TIPOS DE ANTIOXIDANTES**

	4. Agradable
	5. Muy agradable
<b>OLOR</b>	1. Nada perceptible
	2. Poco perceptible
	3. Ligeramente perceptible
	4. Perceptible
	5. Muy perceptible
<b>ACEPTABILIDAD</b>	1. Muy desagradable
	<b>2. Desagradable</b>

*Tabla 1: Formato de prueba de aceptabilidad*

### **Análisis y proyección de costos**

El análisis de costo a establecer únicamente se basa en la materia prima, el cual no es estable o constante debido a factores como clima, nivel de producción, acción de plagas, influencia de enfermedades entre otros.

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$\Sigma = MP + A$$

Donde: Mp: materia prima; A: Antioxidantes.

## **RESULTADOS**

### **Análisis de pH**

Después de haber realizado las pruebas de pH en cada una de las muestras de guacamole con distintos tipos de antioxidantes (tratamiento control, 0.1% de ácido cítrico y 0.05% de ácido ascórbico), se puede afirmar que el pH inicial fue de 7, 4 y 5 respectivamente y se mantuvo constante durante las primeras 2 horas y finalmente a las 4 horas se elevaron en una unidad de modo que se obtuvo valores de 6, 5 y 4 respectivamente.

<b>Evaluación inicial</b>	<b>T 1</b>	<b>T 2</b>	<b>T 3</b>
	7	4	5
<b>Evaluación a las 2 horas</b>	<b>T 1</b>	<b>T 2</b>	<b>T 3</b>
	7	4	5
<b>Evaluación a las 4 horas</b>	<b>T 1</b>	<b>T 2</b>	<b>T 3</b>
	6	5	4

*Tabla 2: pH medido de forma inicial, a las 12 horas y a las 24 horas.*

### Análisis sensorial

Mediante la utilización de ácido cítrico y ácido ascórbico tuvo mucha incidencia en comparación con el tratamiento control en las características organolépticas del guacamole por parte de los catadores, esto se debe a que los ácidos le otorgan diferentes características al producto y al ser diferentes las reacciones lo son también y por ende los valores de aceptabilidad. La elección del tratamiento con mejores resultados de cata, surgieron a partir de la evaluación sensorial de atributos como: color, olor, sabor y aceptabilidad, para lo cual se sometió 3 muestras a cata con una escala de 1 (menos agradable) a 5 (muy agradable).

### Color

Siendo este el principal atributo que atrae al consumidor a elegir un producto, por lo que es importante su evaluación tratando de conservarlo el color lo más natural posible. Para evaluar este atributo se aplicó una escala hedónica sobre la intensidad del color verde característico del aguacate con escala desde 1(muy clara) a 5 (muy verde) donde arrojaron resultados promedio de puntuación de 3 a 4 para T1 y T2 con 15% y 32% difiriendo el T3 con valores entre 1 y 2 siendo el 53% de aprobación por parte de los catadores.

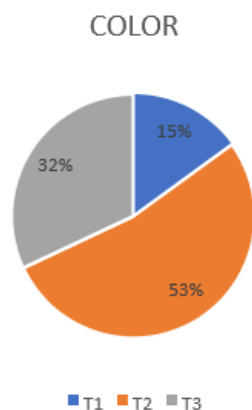


Figura 2: Tabulación de datos de color

### Sabor

La intensidad del sabor del guacamole se evaluó a través de una escala hedónica de 1 punto siendo este muy desagradable hasta llegar a 5 significando muy agradable mostradas en la plantilla de cata. Como se puede observar en la gráfica los valores repetitivos de la escala son de muy desagradable para el tratamiento 1 ya que no cuenta con antioxidantes y estuvo propenso al deterioro con mayor facilidad y el valor de 5 muy agradable para en tratamiento 2 con una concentración al 0.1% de ácido ascórbico, mientras que el tratamiento tres obtuvo valores variables entre 2 y 3 indicados en la tabla de cata, en el siguiente diagrama se puede observar que para T1 tuvo una puntuación del 19%, T2 de 42% y finalmente T3 de 39%, demostrando que el tratamiento con ácido cítrico presenta mejores características con relación al sabor.

## EVALUACIÓN DEL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO DEL AGUACATE (*PERSEA AMERICANA MILL*) DURANTE LA ELABORACIÓN DE GUACAMOLE CON DISTINTOS TIPOS DE ANTIOXIDANTES

### SABOR

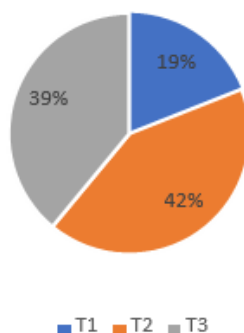


Figura 3: Tabulación de datos de sabor

### Olor

El olor es uno de los atributos que los catadores toman en cuenta antes de probar un producto por lo cual es importante evaluarlo en este caso, aquí la escala aplicada tuvo valoraciones de 1 (nada perceptible) y 5 (muy perceptible). Los resultados obtenidos de la cata fueron promedios entre 1 y 3 nada y ligeramente perceptible, en la gráfica se puede observar que el mejor tratamiento es el T2 ya que tiene una aceptación valorada en un 65%, seguido el T3 con un 25% y finalmente el tratamiento control con un 10%.

### OLOR

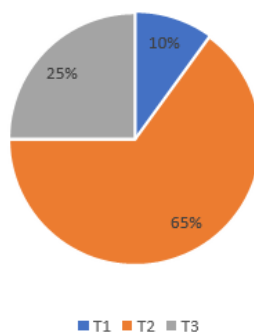


Figura 4: Tabulación de datos de olor

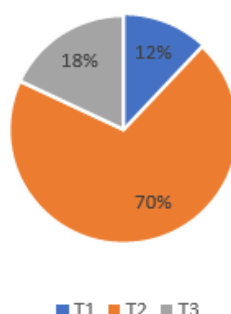
### Aceptabilidad

Según la escala establecida para evaluar la aceptabilidad del guacamole con distintos antioxidantes tenemos valores de 1 (muy desagradable) hasta 5 (muy agradable), los resultados de la evaluación muestran valores de 2 (desagradable) para el tratamiento 1 y 3 y muy agradable para el tratamiento 2 con adición del 0.1% de ácido cítrico, el mismo que tiene una aceptación del 70%, el T1 del 12% y finalmente el T3 de 18%.



**EVALUACIÓN DEL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO DEL AGUACATE (*PERSEA AMERICANA MILL*) DURANTE LA ELABORACIÓN DE GUACAMOLE CON DISTINTOS TIPOS DE ANTIOXIDANTES**

ACEPTABILIDAD



*Figura 5: Tabulación de datos de aceptabilidad*

**Proyección de costos.**

Productos	Cantidad en Kg	Precio unitario	Subtotal
<b>Aguacate</b>	<b>1</b>	<b>\$1.25</b>	<b>\$1.25</b>
<b>Cebolla</b>	<b>0.2 Kg</b>	<b>\$1.10</b>	<b>\$0.20</b>
<b>Sal</b>	<b>0.03 Kg</b>	<b>\$0.90</b>	<b>\$0.033</b>
<b>Total</b>	<b>1.23 Kg</b>	<b>\$3.25</b>	<b>\$1.48</b>

*Tabla 3: Costos de materia prima*

Nombre	Cantidad	Precio	Subtotal
<b>Ácido cítrico</b>	<b>30 g</b>	<b>\$1.35</b>	<b>\$0.135</b>
<b>Ácido ascórbico</b>	<b>30 g</b>	<b>\$1</b>	<b>\$0.1</b>
<b>Total</b>		<b>\$2.35</b>	<b>\$0.0235</b>

*Tabla 4: Costos de antioxidantes*

Con respecto a la proyección del costo para la elaboración del guacamole presenta un crecimiento lineal con pequeñas variaciones en algunos puntos como es el caso de la producción de 10 Kg que puede deberse a factores como la disponibilidad de materia prima y su precio de manufactura lo cual afecta de forma directamente proporcional, es así que mientras existe una mayor demanda el precio será bajo caso contrario elevado.

## EVALUACIÓN DEL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO DEL AGUACATE (*PERSEA AMERICANA MILL*) DURANTE LA ELABORACIÓN DE GUACAMOLE CON DISTINTOS TIPOS DE ANTIOXIDANTES

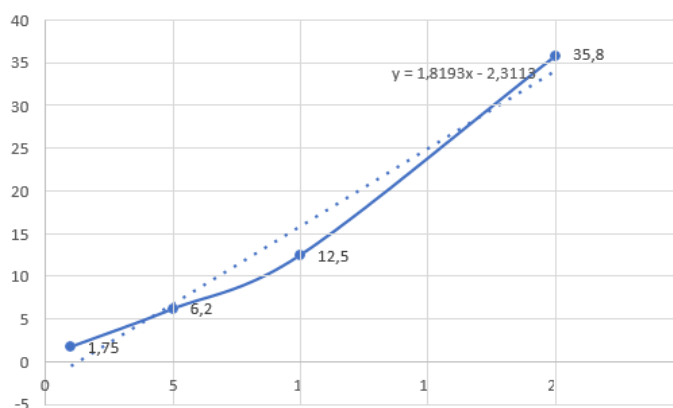


Figura 6: Proyección en el incremento de la producción

### DISCUSIÓN

Por lo general, a medida que el valor de pH es más bajo, aumenta el tiempo de conservación del producto sin alteración de sus características, el pH del aguacate es neutro como se evidenció en la primera medición de T1 y este tiende a variar a medida que pasa el tiempo debido a la adición de los antioxidantes y la presencia natural de microorganismos del aguacate responsables de su deterioro, sin embargo, la adición de ácido cítrico ayuda a los conservadores antimicrobianos a incrementar su efectividad disminuyendo el pH, atrasando así la oxidación enzimática y por ende la degradación de color, no obstante también ayuda a potenciar el sabor del guacamole.

La evaluación sensorial permite la medición precisa de las respuestas por parte de los catadores de productos y permite predecir la reacción que podrán tener los posibles consumidores, la adición de los antioxidantes altera las características sensoriales con respecto al tiempo.

Con respecto al precio de producción únicamente de las materias primas y antioxidantes utilizados se tuvo un precio de \$1.71 que comparado a Reyes (1) es menor el cual obtiene un costo de \$1.90 en cada kilogramo elaborado, entre los factores que puede influir es la comercialización del aguacate que generalmente se realiza de forma informal, del mismo modo ingredientes como la cebolla, además del espacio geográfico y etapa de cosecha de esta fruta y vegetal.

### CONCLUSIÓN

Se determinó el efecto que tiene el ácido cítrico y ácido ascórbico en la elaboración de guacamole comprobando su influencia directa en la estabilidad además de las características organolépticas particulares en cada tratamiento aplicado incidiendo también en los valores obtenidos del análisis sensorial aplicado.

## EVALUACIÓN DEL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO DEL AGUACATE (*PERSEA AMERICANA MILL*) DURANTE LA ELABORACIÓN DE GUACAMOLE CON DISTINTOS TIPOS DE ANTIOXIDANTES

Se evaluaron 3 tratamientos, un tratamiento control, el segundo con ácido cítrico a una concentración de 0.1% y el tercero con la adición de ácido ascórbico a una concentración de 0.05%, el mejor tratamiento fue el segundo con ácido cítrico a una concentración de 0.1% a una temperatura de 17°C hasta las primeras 6 horas, a partir de entonces las propiedades organolépticas se vieron afectadas considerablemente. La aplicación de ácido cítrico ha sido demostrada su eficacia en varias investigaciones previas y se comprueba su efectividad, tanto la medición de pH como el análisis sensorial y de costos son indicadores que permitieron determinar los cambios con respecto al tiempo y la influencia en las características del guacamole. El pH es inversamente proporcional al pardeamiento, de la tal manera que mientras más ácido el medio menor pardeamiento enzimático presenta, el tratamiento control empezó con valor de 7, el tratamiento con ácido cítrico con un valor 4 y el tratamiento con ácido ascórbico con un valor de 5, valores que se mantuvieron durante las primeras dos horas hasta llegar a valores de 6, 5 y 4 respectivamente a las 4 horas transitadas.

Para producir 1kg de guacamole se requiere un costo de \$1.71 asumiendo únicamente la materia prima, antioxidantes e ingredientes, con respecto a la proyección el costo para la elaboración de guacamole presenta un crecimiento lineal entre el nivel de producción y el peso, teniendo en cuenta que la oferta y demanda no serán constantes a través del tiempo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. (2022). Recuperado el 11 de Enero de 2023, de Aguacate será producto estratégico para desarrollar el agro: <https://www.agricultura.gob.ec/aguacate-sera-producto-estrategico-para-desarrollar-el-agro/>
2. 5492, I. (2010). Recuperado el 12 de Enero de 2023, de Análisis sensorial: <https://www.bing.com/search?q=UNE-EN+ISO+5492%3A2010&cvid=61f3f5e496f44054bc7each9bf6ec3b9&aqs=edge..69i57.361j0j9&FORM=ANAB01&DAFO=1&PC=U531>
3. Aguillon, B. (2014). Recuperado el 14 de Enero de 2023, de Tipos de análisis sensoriales: <https://prezi.com/6nfjdejvgoe1/tipos-de-analisis-sensoriales/>
4. Beltrán, S. (2016). Recuperado el 04 de Enero de 2023, de ADOPCIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS CON DISEÑO SUSTENTABLE: EL CASO DE LAS SALSA DE GUACAMOLE: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33945816007.pdf>
5. Dani. (2011). Recuperado el 27 de Diciembre de 2023, de Historia de los antioxidantes: <http://conlactalma.com/historia-de-los-antioxidantes/#:~:text=Hacia%20mediados%20del%20siglo%20XX%2C%20el%20descubrimiento%20de,rol%20que%20estas%20sustancias%20cumpl%C3%ADan%20en%20el%20organismo.>
6. Ferrer, A. (2021). Recuperado el 22 de Diciembre de 2022, de Pardeamiento enzimático de frutas, verduras y hortalizas: <https://cienciatraslosalimentos.blogspot.com/2021/11/pardeamiento-enzimatico-de-frutas-y.html>

7. G, P. (s.f.). Recuperado el 12 de Enero de 2023, de Ácido ascórbico: <https://www.acidoascorbico.com/>
8. Gallegos, G. (2019). Recuperado el 02 de Enero de 2023, de Entorno mundial y nacional del aguacate: <https://www.economista.com.mx/opinion/Entorno-mundial-y-nacional-del-aguacate-l-20191106-0066.html>
9. GRANJERA. (2019). Recuperado el 12 de Enero de 2023, de Épocas para plantar un árbol de aguacate: <https://viverosgrajera.com/mejor-epoca-para-plantar-un-arbol-de-aguacate/>
10. Gutiérrez, D. (2015). Obtenido de Ácido Cítrico: El conservador y aantioxidante natural: <https://tribunadequeretaro.com/opinion/acido-citrico-el-conservador-y-antioxidante-natural/>
11. INTRAGI. (s.f.). Recuperado el 17 de Junio de 2019, de Requerimiento de Clima y suelo en cultivo de aguacate: <https://www.intagri.com/articulos/frutales/requerimientos-de-clima-y-suelo-en-el-cultivo-de-aguacate>
12. James. (2014). Recuperado el 14 de Enero de 2023, de Tiras medidoras de pH. Forma de uso : <https://totenart.com/tutoriales/tiras-medidoras-de-ph-forma-de-uso/>
13. KEMIN. (2021). Recuperado el 23 de Diciembre de 2022, de Aplicación de antioxidantes y Extractos naturales en la industria de alimentos: <https://www.kemin.com/na/es-mx/blog/food-technologies/antioxidants-and-plant-extracts-in-food#:~:text=%C2%BFcu%C3%A1les%20son%20los%20principales%20antioxidantes%20utilizados%20por%20la,Palmitato%20de%20ascorbilo%2C%20Eritorbato%20de%20Sodio%2C%20entre%20>
14. Liria, M. (2007). Recuperado el 12 de Enero de 2023, de Guía para la Evaluación Sensorial de alimentos : <https://lac.harvestplus.org/wp-content/uploads/2008/02/Guia-para-la-evaluacion-sensorial-de-alimentos.pdf>
15. Morales. (2019). Recuperado el 13 de Enero de 2023, de HISTORIA DEL GUACAMOLE, UNA RECETA PROCEDENTE DE LOS AZTECAS: <https://www.aguacatemexico.com/post/tu-blog-en-un-clic>
16. NACION. (2020). Recuperado el 07 de Enero de 2023, de ¿Cuál es el origen del guacamole?: <https://lanacion.com.ec/cual-es-el-origen-del-guacamole/>
17. Orozco. (2014). Recuperado el 22 de Diciembre de 2023, de EFECTO DE LA ADICIÓN DE CEBOLLA, AJO Y LA APLICACIÓN DE ULTRASONIDO DE ALTA DENSIDAD SOBRE LA ACTIVIDAD DE LA POLIFENOLOXIDASA EN GUACAMOLE: <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914036.pdf>
18. QN. (2017). Recuperado el 12 de Enero de 2023, de El ácido cítrico, método de obtención e historia: <https://www.quiminet.com/articulos/el-acido-citrico-metodos-de-obtencion-e-historia-18281.htm>
19. Reyes, L. (2015). Recuperado el 01 de Enero de 2023, de USO DE ÁCIDO CÍTRICO EN LA ELABORACIÓN DE GUACAMOLE Y SU INCIDENCIA EN EL TIEMPO DE VIDA UTIL: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6502/1/AL%20519.pdf>
20. Rodríguez. (2022). Recuperado el 12 de Enero de 2023, de ¿Qué es la oxidación y el pardeamiento enzimático?: <https://examinar.net/que-es-la-oxidacion-y-el-pardeamiento-enzimatico/#:~:text=El%20pardeamiento%20enzim%C3%A1tico%20es%20una%20reac>

**EVALUACIÓN DEL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO DEL AGUACATE (*PERSEA AMERICANA MILL*) DURANTE LA ELABORACIÓN DE GUACAMOLE CON DISTINTOS TIPOS DE ANTIOXIDANTES**

---

ci%C3%B3n%20que%20requiere,proceso%20llamado%20pardeamiento%20enzim%C3%A1tico%20%28una%20reacci%C3%B3n%20de%20oxidaci%C3%B3n

21. Serra, H. (2007). Recuperado el 14 de Enero de 2023, de Ácido ascórbico: desde la química hasta su crucial función protectora en ojo: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0325-29572007000400010](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0325-29572007000400010)
22. UNIVERSO, E. (2021). Recuperado el 15 de Diciembre de 2022, de Ecuador exportó más de 600 toneladas de aguacate 2021: <http://www.camae.org/exportaciones/ecuador-exporto-mas-de-600-toneladas-de-aguacate-en-2021/>
23. Vega, N. (2021). Recuperado el 18 de Diciembre de 2022, de EVALUACIÓN DEL EFECTO INHIBIDOR DE LA ENZIMA POLIFENOL OXIDASA EN UNA SALSA DE AGUACATE (*PERSEA AMERICANA*): [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-83672020000100058](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672020000100058)
24. Yesica. (s.f.). Recuperado el 14 de Enero de 2023, de Fuentes naturales de obtención de vitamina C: <https://www.fuentesaludable.com/fuentes-naturales-de-obtencion-de-la-vitamina-c/>