UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

EFECTO DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL AJO DESHIDRATADO SOBRE EL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO DE LA PALTA FUERTE Y HASS *(Persea americana mill.)*

TESIS

PRESENTADA POR:

YENY MARITZA MAMANI VELASQUEZ

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

MOQUEGUA – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

REGISTRO N°.....006.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentada por: Yeny Maritza Mamani Velasquez
denominada: Efecto de la capacidad Antioxidante del Ajo deshidratado sobre el pardeamiento enzimático de la palta fuerte y Hass, para cumplir con uno de los requisitos para optar el título profesional de INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por el sustentante, se declara la tesis como:

Aprobado

Con la nota de : Doce

Calificativo de : Regular

En consecuencia de todos los actuados el Tesista queda Apto para poder recibir el título profesional de INGENIERO AGROINDUSTRIAL, de conformidad con lo establecido en el reglamento de grados y títulos de la Universidad Nacional de Moquegua.

Moquegua 07 de Junio del 2018

M.Sc. Mario R. Cotacallapa Sucapuca
PRESIDENTE DE JURADO

Ing. Romualdo Vilca Curo
PRIMER MIEMBRO DE JURADO

Ing. Kenin Quille Quille
SEGUNDO MIEMBRO DE JURADO

DEDICATORIA

A:

Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto tan importante de mi formación profesional y haberme dado salud para lograr mis objetivos y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi fortaleza y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mis padres: Pedro Mamani Puma y Gladys Velásquez Flores, por creer en mí, por sus consejos, valores, por la motivación constante que me han permitido ser una persona de bien y por todo el apoyo que me brindaron, pero más que nada, por su amor.

Mis hermanos: Ivan, Ronald y Sammer, por estar siempre conmigo y apoyándome aun en la distancia, los amo mucho.

Mi docente: Mario Cotacallapa, por su apoyo y asesoría en la elaboración de esta tesis que empezó como un proyecto del curso de Seminario. A mi asesor: Elías Escobedo, por su soporte y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y el desarrollo de la presente tesis

Mis mejores amigas: Cinthya Ito Arraya, Flor de María Vaca Pérez y Yessica Puma Eugenio, por todo lo bueno que han hecho y siguen haciendo por mí, tanto en nuestra formación profesional como en lo personal.

REFERENCIA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

- % : Porcentaje
- min : Minutos
- °C : Grados centígrados
- A : Absorbancia
- nm : Nanómetros
- AE : Actividad enzimática
- ΔE : Delta E o variación del color
- L* : Luminosidad
- a* : Parámetro de cromaticidad de rojo a verde
- b* : Parámetro de cromaticidad de azul a amarillo
- APAEXMO : Asociación de productores agrícolas y exportadores
- pH : pH-metro
- RP : Producto reestructurado
- BHA : Hidroxianisol butilado
- g : Gramos
- kg : Kilogramos
- FG : Ajo fresco
- GP : Ajo en polvo
- GO : Aceite de ajo
- APC : Placa aerobia
- Pc : Pasta control

- Pa : Pasta con ajo
- UFC : Unidad formadora de colonias
- SI : Soluciones de inmersión
- POV : Valor de peróxido
- TBA : Acido tiobarbiturico
- INTA : Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
- HPLC : Cromatografía líquida de alta eficacia
- PME : Pectinmeilestenasa
- FAL : L – fenilalanina
- PPO : Polifenoloxidasa
- V_{max} : Velocidad máxima
- E : Enzima
- S : Sustrato
- P : Producto
- K_m : Constante de Michaelis – Menten
- V_o : Velocidad inicial
- RNA : Ácido ribonucleico
- h : Horas
- mM : Milimolar
- mL : Mililitro
- DPPH : 1,1 – difenil – 2 – picrihidracil
- L : Litros
- AH : Antioxidante
- CIE : Comisión Internacional de Iluminación
- ISO : Organización Internacional de Normalización

- M : Molar
- UV : Ultravioleta visible
- U : Unidad de actividad enzimática
- cm : Centímetro
- um : micrómetro
- C1 y C2 : Concentraciones de ajo en polvo
- T1 y T 2 : Temperatura de inmersión
- t1 y t 2 : Tiempo de inmersión
- ANOVA : Análisis de varianza
- A $_{\text{(Tabla del ANOVA)}}$: Concentración
- B $_{\text{(Tabla del ANOVA)}}$: Temperatura
- C $_{\text{(Tabla del ANOVA)}}$: Tiempo de inmersión
- D $_{\text{(Tabla del ANOVA)}}$: Días de almacenamiento
- NaCl : Cloruro de sodio
- MeOH : Metanol
- CI50 : Concentración de Inhibición media
- DO : Densidad óptica
- m : Pendiente de la curva
- Vt : Volumen total de la solución
- Ve : Volumen de enzima en la celda
- E : Coeficiente de extinción molar
- ɣ : Longitud de paso de cubeta
- µL : Microlitro
- GL : Grados de libertad
- *p* : Nivel de significancia

RESUMEN

La polifenoloxidasa es la enzima responsable del deterioro de la pulpa de palta, generando una alteración en la apariencia y la calidad organoléptica, el cual es inmediatamente percibido por el consumidor. El presente trabajo tiene por objetivo determinar el efecto de la capacidad antioxidante del ajo deshidratado sobre el pardeamiento enzimático de la palta Fuerte y Hass (*Persea americana mill*). El estudio fue llevado a cabo en los 4 días de almacenamiento en donde se determinó el efecto de los factores de concentración del ajo deshidratado (1 y 2 %), temperatura de solución (20 y 40 °C) y el tiempo de inmersión (1 y 2 min), mediante ensayos espectrofotométricos (A 410 nm) utilizando catecol como sustrato. Fueron evaluados la actividad enzimática (AE) y la variación del color (ΔE) en el epicarpio de las dos variedades de palta, al inicio y durante el almacenamiento. Los análisis realizados en la palta fuerte mostraron una mayor estabilidad a una concentración de ajo al 2 % a una temperatura de 20 °C y un tiempo de inmersión de 2 min; sin embargo, para la AE y ΔE de la palta Hass se tuvo mejores respuestas a una concentración del 1 % a una temperatura de 20 °C y 1 min de tiempo de inmersión. Estos tratamientos fueron capaces de disminuir el pardeamiento enzimático y a su vez no afectaron significativamente el color de la palta, el cual se manifestó por la luminosidad y el verdor de la pulpa.

Palabras clave: palta, ajo deshidratado, actividad enzimática y variación del color.

ABSTRACT

Polyphenoloxidase is the enzyme responsible for the deterioration of the avocado pulp, generating an alteration in the appearance and organoleptic quality, which is immediately perceived by the consumer. The objective of this work is to determine the effect of the antioxidant capacity of dehydrated garlic on the enzymatic browning of the Fuerte and Hass avocado (*Persea americana mill*). The study was carried out in the 4 days of storage where the effect of the concentration factors of dehydrated garlic (1 and 2 %), solution temperature (20 and 40 °C) and immersion time (1 and 2 min), by spectrophotometric assays (A 410 nm) using catechol as a substrate. The enzymatic activity (AE) and the color variation (ΔE) in the epicarp of the two avocado varieties were evaluated at the beginning and during storage. The analyzes carried out on the strong avocado showed greater stability at a concentration of 2 % garlic at a temperature of 20 °C and an immersion time of 2 min; however, for the AE and ΔE of the Hass avocado, better responses were obtained at a concentration of 1 % at a temperature of 20 °C and 1 min of immersion time. These treatments were able to diminish the enzymatic browning and in turn did not significantly affect the color of the avocado, which was manifested by the luminosity and the greenness of the pulp.

Key words: avocado, dehydrated garlic, enzymatic activity and variation of color.

CONTENIDO

PAGINA DEL JURADO I
DEDICATORIA III
REFERENCIA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS IV
RESUMEN VII
ABSTRACT VIII
CONTENIDO IX
ÍNDICE DE TABLAS XIII
ÍNDICE DE FIGURAS XIV
ÍNDICE DE ANEXOS XV
INTRODUCCIÓN 1
CAPITULO I 3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA 3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 4
1.2.1. Interrogante general 4
1.2.2. Interrogantes secundarias 5
1.3. JUSTIFICACIÓN 6
1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS 7
1.4.1. Objetivo general 7
1.4.2. Objetivos específicos 7
1.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS 7

1.5.1. Hipótesis general 7
1.5.2. Hipótesis especificas 7
CAPITULO II. 8
MARCO TEÓRICO 8
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO 8
2.2. BASES TEÓRICAS 17
2.2.1. Generalidades de la palta 17
2.2.1.1. Clasificación taxonómica 17
2.2.1.2. Estructura de la palta. 18
2.2.1.3. Composición química de la palta 19
2.2.1.4. Variedades 19
2.2.2. Pardeamiento enzimático 20
2.2.2.1. Enzimas responsables 21
2.2.2.2. Mecanismos y productos de reacción 22
2.2.2.3. Control de la reacción de pardeamiento 24
2.2.3. Cinética enzimática 25
2.2.3.1. Modelo enzimático Michaelis – Menten 25
2.2.3.2. Transformaciones de la Ecuación de Michaelis – Menten 27
2.2.4. Ajo en la inhibición del pardeamiento enzimático 28
2.2.4.1. Ajo chino 29
2.2.4.2. Composición general del ajo 29
2.2.4.3. Agente antioxidante del ajo 29
2.2.4.4. Campo de aplicación de la HPLC 32
2.2.4.5. Método del DPPH para evaluar la capacidad antioxidante 33
2.2.5. Color como indicador de las reacciones del pardeamiento 34

2.2.6. Secado y/o deshidratación 35
2.2.6.1. Método de secado 37
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS 38
CAPITULO III 39
MARCO METODOLÓGICO 39
3.1. TIPO Y DISEÑO 39
3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN 39
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 40
3.3.1. Variable independiente: indicadores 41
3.4. POBLACIÓN 42
3.5. MUESTRA 42
3.6. MATERIALES Y METODOLOGIA 42
3.6.1. Materiales 42
3.6.1.1. Materia prima 42
3.6.1.2. Reactivos 43
3.6.1.3. Materiales 43
3.6.1.4. Equipos 44
3.6.2. Metodología 46
3.6.2.1. Metodología experimental para el ajo deshidratado 47
3.6.2.2. Metodología experimental para el proceso de inmersión de la palta 50
3.7. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS 51
3.7.1. Análisis para el ajo deshidratado 51
3.7.1.1. Determinación de alicina: 51
3.7.1.2. Determinación de la capacidad antioxidante 52

3.7.2. Análisis para la palta Fuerte y Hass 52
3.7.2.1. Actividad enzimática y velocidad máxima de reacción 52
3.7.2.2. Análisis colorimétrico 52
3.8. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA LA PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS 52
CAPITULO IV. 53
RESULTADOS Y DISCUSIONES 53
4.1. ACTIVIDAD ENZIMÁTICA 53
4.1.1. Palta Fuerte 53
4.1.2. Palta Hass 56
4.1.3. Cinética enzimática 60
4.1.3.1. Cinética de la palta Fuerte 60
4.1.3.2. Cinética de la palta Hass 62
4.2. Análisis colorimétrico 64
4.2.1. Color en la pulpa de palta Fuerte 64
4.2.2. Color en la pulpa de palta Hass 68
CAPITULO V. 73
CONCLUSIONES 73
CAPITULO VI. 74
RECOMENDACIONES 74
CAPITULO VII. 75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 75
ANEXO 86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química promedio de la palta Fuerte y Hass 19

Tabla 2. Tolerancias para los valores colorimétricos según la ISO 12647-2 35

Tabla 3. Operacionalizacion de variables..... 40

Tabla 4. Indicadores de la variable independiente 41

Tabla 5. Indicadores de la variable dependiente 41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de la palta Fuerte. Fuente: Elaboración propia..... 18

Figura 2. Estructura de la palta Hass. Fuente: Elaboración propia..... 18

Figura 3. Representación de Michaelis – Menten. 26

Figura 4. Representación de Lineweaver – Burk..... 28

Figura 5. Reacción química de la formación de Alicina. 31

Figura 6. Metodología experimental para la obtención del ajo en polvo. Fuente: Elaboración propia. 46

Figura 7. Metodología experimental para el proceso de inmersión de la palta. Fuente: Elaboración propia. 49

Figura 8. Representación gráfica de la Actividad Enzimática (AE) para la palta Fuerte 54

Figura 9. Representación gráfica de la Actividad Enzimática (AE) de la palta Hass.... 57

Figura 10. Representación gráfica de Lineweaver - Burk para la palta Fuerte 61

Figura 11. Representación gráfica de Lineweaver – Burk para la palta Hass..... 63

Figura 12. Representación gráfica de la variación del color (ΔE) para la pulpa de palta Fuerte 65

Figura 13. Representación gráfica de la variación del color (ΔE) para la pulpa de palta Hass 69

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Porcentaje de materia seca de la palta Fuerte 86

Anexo 2. Porcentaje de materia seca de la palta Hass 86

Anexo 3. Proceso para la extracción del ajo deshidratado 87

Anexo 4. Proceso de inmersión de la palta 89

Anexo 5. Proceso para la determinación de alicina del ajo deshidratado 91

Anexo 6. Proceso para la determinación de la capacidad antioxidante del ajo deshidratado 93

Anexo 7. Proceso para la determinación de la actividad enzimática 94

Anexo 8. Proceso para la determinación del color 96

Anexo 9. Diseño experimental para los análisis de la palta 97

Anexo 10. Datos obtenidos para la AE de la palta Fuerte 99

Anexo 11. Análisis de Varianza para AE de la palta Fuerte 103

Anexo 12. Datos obtenidos para AE de la palta Hass 104

Anexo 13. Análisis de Varianza para AE de la palta Hass 108

Anexo 14. Análisis de Alicina para el ajo deshidratado 109

Anexo 15. Análisis de la capacidad antioxidante del ajo deshidratado 110

Anexo 16. Datos de la cinética enzimática para la palta Fuerte 111

Anexo 17. Valores de K_m y V_{max} para la palta Fuerte 112

Anexo 18. Datos obtenidos para la cinética enzimática para la palta Hass 113

Anexo 19. Valores de K_m y V_{max} para la palta Hass 114

Anexo 20. Coordenadas L* a* b* y ΔE para la pulpa de palta Fuerte 115

Anexo 21. Análisis de Varianza para ΔE para la palta Fuerte 118

Anexo 22. Coordenadas L* a* b* y ΔE para la pulpa de palta Hass 119

Anexo 23. Análisis de Varianza para ΔE para la palta Hass 122

INTRODUCCIÓN

La palta es un fruto que hoy en día se encuentra con una tendencia creciente de producción debido a sus amplias posibilidades de realizar productos industrializados, no obstante, se presentan dificultades a causa del pardeamiento enzimático que es generado por la oxidación de compuestos fenólicos, los cuales son causantes de generar una alteración en el color, al producir cambios en el sabor y perdidas apreciables del valor nutricional del alimento.

El efecto de la polifenoloxidasa en el proceso oxidativo de diversas frutas y vegetales, han sido ya estudiadas adecuadamente aplicando diversos métodos de inhibición, por lo cual se ha estudiado la posibilidad de incorporar un antioxidante en diferentes concentraciones y combinaciones como agente de control efectivo en la oxidación polifenólica.

La presente investigación se orientó a la evaluación de tratamientos aplicables en la palta Fuerte y Hass utilizando el ajo deshidratado como agente antioxidante natural con el fin de evitar el pardeamiento enzimático en la pulpa de palta, ya que hoy en día existen algunos estudios en los cuales sea determinado que es capaz de inhibir la actividad enzimática, al formar los complejos con los sustratos de la enzima, evitando así en lo posible la oxidación.

Durante la investigación se evaluó la actividad enzimática y el color, el cual consistió en la aplicación de diferentes concentraciones de ajo deshidratado, temperatura de

solución y el tiempo de inmersión obteniendo así un tratamiento capaz de retardar los procesos de oxidación sin alterar la calidad del fruto.

CAPITULO I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En los últimos años, la palta ha adquirido una gran importancia en el consumo y la agroindustria nacional, siendo la Ciudad de Moquegua una de las regiones con fértiles tierras que hacen posible el cultivo y la producción durante el año; la investigación y la industrialización de la palta se vuelven una mayor necesidad; cuyo propósito es buscar nuevas alternativas para su conservación.

Uno de los problemas que presenta la población al consumir la pulpa de palta Fuerte y Hass en un determinado tiempo, es la perdida de sus características físicas y organolépticas que acorta la vida útil del mismo al estar expuesta al medio ambiente, debido principalmente a la acción de la enzima polifenoloxidasa que al entrar en contacto con el oxígeno genera una apariencia indeseable para el consumidor.

Por tal motivo es considerable desarrollar nuevos procesos que permitan presentar una palta con aspecto agradable después de un tiempo aceptable de almacenamiento, hoy en día se han desarrollado diversas estrategias con la finalidad de prevenir el deterioro oxidativo en este producto que al estar en contacto con el oxígeno sufre fenómenos de oxidación que traen como consecuencia un pardeamiento oscuro, que produce olores y sabores desagradables para el consumidor.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad se busca un producto natural y de vida útil prolongada, es por ello que hoy en día los consumidores de palta buscan una alternativa de solución contra el pardeamiento enzimático que genera un deterioro acelerado en el fruto, acortando así el tiempo de conservación de la pulpa de palta y causando características organolépticas no aceptables para el consumidor.

El problema de la pulpa de palta que al ser expuesto al medio ambiente se genera en esta una oxidación en presencia al oxigeno molecular, por tal motivo se ha estudiado evitar la acción de estos precursores en las reacciones de pardeamiento, mediante la adicción de ajo deshidratado el cual posee un contenido antioxidante muy potente, debido a que muchos de sus componentes activos son eficaces para inhibir la formación de radicales libres. Siendo la alicina el componente que tiene la mayor capacidad, aunque su efecto es dependiente de la dosis y del tiempo.

Es por ello que el limitado conocimiento del efecto de la capacidad antioxidante que producen algunos productos nativos sobre el pardeamiento enzimático en la materia oxidable como la pulpa de palta, posibiliten proponer antioxidantes naturales que mantengan las características originarias de la palta.

1.2.1. Interrogante general

- ¿Cuál es el efecto de la capacidad antioxidante del ajo deshidratado sobre el pardeamiento enzimático de la palta fuerte y Hass?

1.2.2. Interrogantes secundarias

- ¿La Actividad enzimática de la polifenoloxidasa será disminuida en los diferentes tratamientos de inmersión en una solución de ajo deshidratado?
- ¿La aplicación de una solución de ajo deshidratado influye sobre el color de la pulpa de palta Fuerte y Hass durante el almacenamiento?

1.3. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio surge con la idea de desarrollar una metodología que evite en lo posible el pardeamiento enzimático de la pulpa de palta al entrar en contacto con el oxígeno, y a su vez permita introducir nuevas aplicaciones metodológicas que se utilizan en los alimentos mínimamente procesados, con la finalidad de mantener sus características altamente apreciadas por el consumidor sin modificación alguna.

Según estadísticas de la Asociación de Productores Agrícolas y Exportadores de Moquegua (APAEXMO) se vendieron en el mercado europeo alrededor de 100 toneladas de palta variedad Hass, fruto que en parte es cultivado en las pampas de San Antonio y la otra en el valle de Moquegua, no obstante la palta producida en la Región en años anteriores tuvo una buena recepción en Estados Unidos, en el mercado chileno, brasilero y en la actualidad busca cumplir las expectativas de otras zonas mercantiles, como es el caso de los países de China y Japón, es por ello que es necesario desarrollar nuevos procesos de conservación que proporcionen una mayor rentabilidad y aceptabilidad por el consumidor (Manzanedo, 2016).

Evitar el pardeamiento enzimático permitirá inhibir la actividad de la polifenoloxidasa quien es responsable de la oxidación de fenoles a quinonas, las cuales al reaccionar con proteínas y otros compuestos generan colores pardos y reducen las propiedades sensoriales de textura, color y sabor, disminuyendo la calidad nutricional del alimento.

Asimismo, se lograría minimizar perdidas económicas en la industria de las frutas y vegetales, al utilizar el ajo deshidratado como agente antioxidante que proporciona protección en la calidad nutricional y sensorial de los alimentos, además de ser un componente que evita el crecimiento microbiano de diversos microorganismos presentes en el medio ambiente.

1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de la capacidad antioxidante del ajo deshidratado sobre el pardeamiento enzimático en la palta Fuerte y Hass.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la Actividad enzimática de la polifenoloxidasa en los diferentes tratamientos de inmersión.
- Determinar el efecto de la aplicación del ajo deshidratado sobre el color de la pulpa de palta Fuerte y Hass durante el almacenamiento.

1.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

- El efecto de la capacidad antioxidante del ajo deshidratado influye sobre el pardeamiento enzimático de la palta Fuerte y Hass.

1.5.2. Hipótesis especificas

- La Actividad enzimática de la polifenoloxidasa es disminuida en los diferentes tratamientos de inmersión.
- La aplicación del ajo deshidratado influye sobre el color de la pulpa de palta Fuerte y Hass durante el almacenamiento.

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Sanwal y Payasi (2007) estudiaron como el extracto de ajo más metabisulfito de sodio mejoró la vida útil de la fruta de plátano maduro, en donde los frutos de banano maduros se sometieron a un tratamiento de inmersión durante 4 h utilizando productos químicos, extractos de plantas o sus combinaciones, y la vida útil de los frutos tratados almacenados a temperatura ambiente se controló mediante ensayo de firmeza de la fruta. El tratamiento de la fruta con 1 % de extracto de clavo de ajo o un 10 % de extracto de bulbo de cebolla y el ajuste del pH a 4,5 extendió la vida útil en 4 y 5 días en comparación con la fruta no tratada. El tratamiento con una combinación de extracto de ajo al 1 % y metabisulfito de sodio de 1 mm y ajustando el pH a 4,5 prolongó la vida útil del plátano maduro a 13 - 14 días en comparación con 6 - 7 días para la fruta no tratada. El tratamiento retraso el ablandamiento de la fruta al disminuir la tasa de degradación de almidón y pectina. La tasa de aumento de las actividades de β-amilasa y poligalacturonasa junto con su actividad también se retrasó en las frutas tratadas en comparación con las de control.

Majumdar et al., (2015) estudiaron el efecto del extracto de ajo en los cambios físicos, oxidativos y microbianos durante el almacenamiento refrigerado del producto reestructurado de pangas tailandeses (*Pangasianodon hypophthalmus*) surimi donde evaluaron el resultado del extracto acuoso de ajo (GAE) durante el acopio

refrigerado de los productos reestructurados de Pangasius. Se evaluó periódicamente la oxidación de proteínas y lípidos, el patrón de proteínas, propiedades gelificantes, perfiles de textura y blancura del gel de surimi durante un periodo de almacenamiento refrigerado de 20 días. El aumento de la capacidad de retención de agua en geles añadidos GAE indicó una mayor formación de la red de proteínas, mientras que la disminución de la solubilidad de las proteínas sugirió la formación de agregados de proteínas durante el proceso de gelificación. La oxidación de los lípidos disminuyó en las muestras tratadas, pero la tasa de aumento varió, dependiendo de la concentración de GAE. El contenido de proteína carbonilo incrementó durante el almacenamiento, pero el aumento fue lento en las muestras tratadas. La resistencia del gel en las muestras tratadas aumentó y acompañó el engrosamiento de la cadena de la cabeza miofibrilar. Los parámetros de dureza y adhesividad fueron los más afectados debido a la adición de GAE. El análisis sensorial reveló que la RP con 1 % de GAE prefería más y el control era aceptable hasta 12 días.

Gheisari y Ranjbar (2012) estudiaron los efectos antioxidantes y antimicrobianos de concentraciones equivalentes de derivados de ajo en la carne de camello molida durante el almacenamiento a 4 ± 1 °C. La adición de ajo o hidroxianisol butilado (BHA) (0,1 g / kg) retraso significativamente la oxidación lipídica en comparación con el control. Las actividades antioxidantes de los diversos ingredientes añadidos siguieron el orden de ajo fresco (FG), ajo en polvo (GP), BHA y aceite de ajo (GO). En un tiempo de almacenamiento de 14 días, el recuento de placa aerobia (APC) de ambos FG y carne formulado GP fue significativamente menor que la del control de muestras formuladas con BHA. Sin embargo, la adición de GO o BHA no dio lugar a diferencias significativas en APC cuando se comparó con el control. Los resultados del análisis de

cromatografía de gases mostraron que la oxidación causó la degradación de los ácidos grasos durante el almacenamiento y estas degradaciones fueron mayores en el grupo de control. Los resultados sugieren que el ajo fresco y el ajo en polvo, a través de sus efectos combinados antioxidantes y antimicrobianos, son potencialmente útiles en la conservación de productos cárnicos.

Schwartz, Quitral, Dacarett y Callejas (2011) evaluaron el efecto del ajo en la calidad y estabilidad de la pasta de aceituna. Se preparó una pasta control (Pc) basada en una variedad de oliva Sevillana, la otra era idéntica a la Pc con 0.5 g / 100g de ajo (Pa). Se realizaron análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales en ambas pastas al tiempo cero y durante el almacenamiento hasta los 90 días a 4 °C. Los parámetros microbiológicos permanecen dentro de los límites aceptados desde el punto de vista sanitario. La adición de ajo a la pasta de aceitunas produce aumento de acidez, expresada como % ácido láctico, y disminución significativa ($p < 0.05$) de pH a los 30 y 60 días de almacenamiento. La adición de ajo produce menor aumento del índice de peróxido a los 90 días de almacenamiento. El análisis instrumental de color indica que Pa es más luminoso y más intenso. La aceptabilidad es similar entre las pastas. La calidad sensorial indica que Pa tiene mejor apariencia, aroma, consistencia y sabor. La rancidez es menos percibida en Pa que en Pc, siendo en ambas bajo. El gusto ácido, salado y amargo es menor en Pa. De acuerdo a los resultados, la adición de ajo es recomendable para pasta de aceitunas.

Peng et al., (2014) demostraron como la alicina inhibe el crecimiento microbiano y el bronceado oxidativo de la lechuga fresca (*Lactuca sativa*) durante el almacenamiento refrigerado, para ello se tuvo presente que la lechuga recién cortada tiene una vida útil corta ya que es muy perecedera y susceptible al pardeamiento enzimático. El objetivo

de este estudio fue examinar la eficacia del tratamiento con alicina en la prolongación de la vida útil de la lechuga fresca (*Lactuca sativa L*. var. Angustana Irish). Las rebanadas de lechuga recién cortadas se trataron con agua (control), 0.2 y 1 % de soluciones de alicina, respectivamente, y se almacenaron a 4 °C, > 90 % de humedad relativa. Los parámetros sensoriales, los indicadores microbiológicos y los índices fisiológicos se determinaron a 0, 2, 4 y 6 días de almacenamiento. Los análisis sensoriales revelaron que la alicina inhibía el cambio de color y mantenía la calidad visual de la rebanada de lechuga sin alterar su sabor. El tratamiento con alicina retrasó el crecimiento microbiano en el almacenamiento en frío, como lo demuestran los recuentos totales viables (disminuidos en 2.52 log UFC / g) y los recuentos de levaduras y mohos (disminuido en 1.59 log UFC / g) después de 6 días en muestras tratadas con alicina al 1 % en comparación con muestras de control. Además, las diferencias entre la lechuga tratada con alicina al 1 % y las rebanadas de control en color objetivo (cambio de color total, cromo y ángulo de tono), el contenido total de compuestos fenólicos y las quinonas, las actividades de las enzimas relacionadas con el pardeamiento y las enzimas antioxidantes sugirieron que la alicina tenía propiedades antioxidantes. En conclusión, se demostró por primera instancia que la alicina protege eficazmente la lechuga recién cortada del tostado de tejidos y el deterioro microbiológico. Estos hallazgos indican que la alicina tiene un gran potencial como aditivo natural para extender la vida útil de la lechuga recién cortada.

lhl, Aravena, Schuermann, Uquiche y Bifani (2003) trabajaron con el efecto de las soluciones de inmersión en la vida útil de la lechuga procesada mínimamente, previo a ello se analizaron diferentes soluciones de inmersión (SI) mediante un panel sensorial no armado. Cada SI (cloruro de calcio, pectina, sorbato de potasio, extracto de ajo y ácido cítrico) se analizó en tres concentraciones. Basado en al menos 70 % de

aceptación, se determinó que la mejor mezcla de SI mixto ($P < 0.05$) era 2 g / L de ácido cítrico, 1 g / L de cloruro de calcio y 250 g / L de extracto de ajo (SI). El tratamiento de control se lavó solo con 0,05 g / L de cloro activo. La lechuga tratada se almacenó a 5 °C en la oscuridad en bolsas de polipropileno selladas, durante 9 días. Durante el almacenamiento se midieron algunos indicadores de senectud (pérdida de peso, color), ciertas enzimas relacionadas con el color (clorofilasa y polifenoloxidasa) y un nutriente (ácido ascórbico). El SI mostró un efecto positivo en la vida útil de la lechuga procesada mínimamente, controlando el pardeamiento enzimático, la actividad de la clorofilasa y la pérdida de peso. El crecimiento de los microorganismos no fue controlado de forma significativa, pero el hecho de que los resultados organolépticos de la lechuga tratada con SI mostraron una aceptabilidad de aproximadamente el 80 % durante 9 días de almacenamiento, sugiere que algunas ligeras modificaciones en SI podrían ser la base de una fórmula prometedora para la lechuga procesada mínimamente.

Sallam, Ishioroshí y Samejima (2007) investigaron los efectos antioxidantes y antimicrobianos de concentraciones equivalentes de ajo fresco (FG), ajo en polvo (GP) y aceite de ajo (GO) contra la oxidación de lípidos y el crecimiento microbiano en salchichas de pollo crudas durante el almacenamiento a 3 °C. Las actividades antioxidantes se compararon con las de un antioxidante sintético estándar; Hidroxianisol butilado (BHA). Los niveles medios iniciales de ácido tiobarbitúrico (TBA) y valor de peróxido (POV) fueron 0.140 y 6.32, respectivamente. Sin embargo, después de 21 días de almacenamiento, TBA y POV variaron de 0,151 a 4,92, respectivamente, en muestras formuladas FG (50 g / kg) a 0,214 y 8,64, respectivamente, en formulación GO (0,06 g / kg). La adición de ajo o BHA (0,1 g / kg) retardó significativamente la oxidación de lípidos en comparación con el control. Las actividades antioxidantes de los diversos materiales añadidos siguieron la orden FG > GP > BHA > GO. Por otra parte, el conteo inicial de

placas aerobias (APC) en las muestras fue de 4,41 log 10 UFC / g. La adición de FG (30 g / kg) o GP (9 g / kg) redujo significativamente la APC y, posteriormente, la vida útil de los productos se extendió a 21 días. Sin embargo, la adición de GO o BHA no produjo una diferencia significativa en APC cuando en comparación con el control. El análisis sensorial indicó que FG tenía un sabor significativamente más fuerte que las otras formulaciones de salchichas. Los resultados sugieren que el ajo fresco y el ajo en polvo, a través de sus efectos antioxidantes y antimicrobianos combinados, son potencialmente útiles en la conservación de productos cárnicos.

Gundogdu, Cakmakci y Dagdemir (2009) estudiaron el efecto del ajo (*Allium sativum L*.) en algunas propiedades de los yogures de tipo agitado y fraguado que contenían 0,5 % y 1 % de ajo (*Allium sativum L.)* durante el período de almacenamiento de 28 días a 4 ± 1 °C. Se determinaron algunas propiedades microbiológicas, físicas, químicas y sensoriales de los yogures en los días 1, 7, 14, 21 y 28 del período de almacenamiento. Las bacterias coliformes no se detectaron en todas las muestras durante el período de almacenamiento (< 1 log UFC / g) y la levadura y el moho sólo se detectaron en el grupo control (sin ajo), excepto el primer día. El análisis sensorial indicó que los yogures de tipo set eran más favorecidos que los yogures de tipo agitado. Las muestras de yogur que contenían 1 % de ajo eran más favorecidas que las muestras con 0,5 % tanto en el tipo establecido como en el tipo agitado. Además, este estudio mostró que la adición de ajo no tuvo efecto sobre los niveles de acidez, grasa, proteína y acetaldehído de los yogures ($P > 0,05$) y las puntuaciones sensoriales de yogures disminuyeron durante el período de almacenamiento. También se demostró que el grupo de control podría consumirse con seguridad hasta el día 7 de almacenamiento mientras que los grupos de ajo podrían consumirse con seguridad hasta el día 28.

Pacheco, Tome, Guerra y Raybaundi (2011) trabajaron con los efectos del lactato de sodio, acetato de sodio, romero y ajo en soluciones acuosas a 2,5 % sobre la calidad microbiológica y oxidación lipídica en rebanadas de bagre dorado (*Brachyplatystoma rousseauxii*) almacenadas a 4 °C. Los resultados mostraron que estas soluciones fueron eficaces ($p < 0,05$) contra la proliferación de distintas categorías de microorganismos deteriorativos, incluyendo poblaciones aeróbicas y psicrotróficas, Pseudomonas spp., bacterias productoras de sulfuro de hidrógeno, bacterias ácido lácticas. Se observó un efecto antimicrobiano específico de cada solución acuosa probada sobre poblaciones microbianas específicas. La oxidación lipídica, expresada como valor de peróxido y valor del ácido 2 – tiobarbitúrico, fue significativamente retrasada en todos los tratamientos, siendo las muestras tratadas con romero las mejor preservadas. La actividad antioxidante mostró el siguiente orden: romero > acetato de sodio > lactato de sodio > ajo. La vida útil de los productos tratados fue, al menos, de 15 días. Por lo tanto, el acetato de sodio, lactato de sodio, romero y ajo pueden ser utilizados como preservativos seguros para el pescado almacenado bajo refrigeración.

Young y Man (2008) investigaron las características de calidad de los panes con ajo en polvo. Se agregaron tres niveles diferentes de concentración de polvo de 1 %, 2 % y 3 % a la harina para hacer los panes. El contenido de humedad y grasa cruda de los panes añadidos con polvo de ajo fue menor que el del grupo de control. Sin embargo, el contenido de cenizas no fue significativamente diferente entre los grupos. El pH incremento con el aumento de la concentración de polvo de ajo. El peso de los panes aumentó con el aumento de la concentración de polvo de ajo, mientras que el volumen y la tasa de pérdida de panificación disminuyeron. En los valores de color, con aumento de la concentración de polvo de ajo, el valor de L* disminuyó, pero los valores de a* y b* aumentaron. La actividad del agua en los panes disminuyó al aumentar la

concentración de polvo de ajo fue la más alta en el grupo de control. En la medición del analizador de textura, la dureza de los panes aumentó con el aumento de la concentración de polvo de ajo, pero la elasticidad disminuyó. En los resultados de la evaluación sensorial, la calidad de los panes con 1 % de ajo en polvo mostró la mayor cantidad en sabor y aceptabilidad general. El color, la apariencia, la sensación de la boca y la textura de los panes disminuyeron con el aumento del contenido de ajo en polvo. A partir de los resultados de este estudio, los panes blancos con un 2 % de contenido de ajo en polvo mostraron la mejor calidad.

Araya, Ratti, Méndez y Makhlouf (2007) estudiaron el secado por convección por aire caliente y la liofilización como procesos potenciales para preservar y concentrar la alicina en el ajo. Tanto la temperatura como la velocidad del aire tuvieron un efecto importante en la cinética de secado al aire caliente. El tamaño de la muestra y la temperatura afectaron significativamente la duración de la liofilización y, por tanto, el contenido de humedad restante de las muestras de ajo. El contenido de alicina disminuyó con un aumento de la temperatura de secado tanto en secado por convección en caliente como en liofilización. Las temperaturas moderadas del aire (40 y 50 °C) permitieron una mejor retención de alicina que las temperaturas más altas (60 °C). Sin embargo, la retención de alicina fue más importante en las muestras de ajo liofilizadas a una temperatura de 20 °C. El método de secado no mostró un impacto significativo sobre los valores de la temperatura de transición vítrea, lo que indica que la composición del ajo es un factor más importante que la estructura interna.

Greco (2011) realizó el estudio de procesos de deshidratación industrial del ajo con la finalidad de preservar alicina como principio activo, para ello evaluó los niveles de alicina en polvos de ajo obtenidos mediante distintos procesos de deshidratación, para

este proceso trabajó con ajo cv Sureño INTA donde los bulbos fueron seleccionados, los dientes pelados en forma manual, la pasta de ajo lo obtuvo mediante molino helicoidal y homogeneizador. Los tratamientos que realizo fueron: deshidratación spray, en horno terminador y en horno de deshidratación de usos múltiples, a la vez evaluó la eficacia del empleo de aditivos microencapsulantes (goma arábiga, fécula de maíz) en los distintos tratamientos de deshidratación: tipo spray, leche espumado. La evaluación de los procesos lo realizó mediante la medición de humedad y alicina (HPLC), de todos los tratamientos el proceso de deshidratación tipo Spray evidencio las menores perdidas de alicina, de lo que desprende que las condiciones para la deshidratación de alta temperatura, corto tiempo y empleo de aditivo microencapsulante resultaron propicios para preservar alicina.

Guapulema (2013) estudió el proceso y la elaboración de capsulas de ajo, para lo cual trabajó con la variedad Napuri que vulgarmente se le conoce como Macho Nacional, ya que esta conserva todas sus propiedades durante el proceso de deshidratado y debido a su gran tamaño se diferencia de otras variedades. Trabajó con diversas temperaturas de las cuales la temperatura de 50 °C garantizo que no se llevara a cabo la reacción de aliina y alinasa para la posible formación de alicina y se produzca así perdidas de este principio activo durante el secado, ya que el principal factor responsable de la inactivación de la enzima alinasa es la temperatura de secado.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Generalidades de la palta

El fruto de la palta (*Persea americana mill*), es una baya de forma periforme y redonda, de color verde oscuro y en algunas ocasiones morado oscuro casi negro dependiendo de la variedad y grado de madurez. Tiene una pulpa consistente con un contenido variable de fibra de acuerdo a la variedad a la que pertenece, posee un alto contenido de aceites vegetales, por lo que se le considera un excelente alimento en cuanto a nutrición, además es rico en calorías, minerales y vitaminas (Teliz y Mora, 2007).

2.2.1.1. Clasificación taxonómica

Según Agroindustrial Don Páscuale (como se citó en Chávez, 2008) la clasificación taxonómica de la palta es:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Laurales

Familia: Lauranceae

Género: Persea

Especie: Persea americana

Origen: México, y luego se difundió hasta las Antillas.

2.2.1.2. Estructura de la palta.

El fruto de la palta es una baya que posee un endocarpio delgado y un mesocarpio carnoso y oleaginoso. De tamaño, formas y colores diferentes, según la variedad. Predominan las formas ovalada, cónica, ovoide, redonda y periforme. La corteza puede ser de textura lisa o rugosa (PROHACIENDO, 2001).

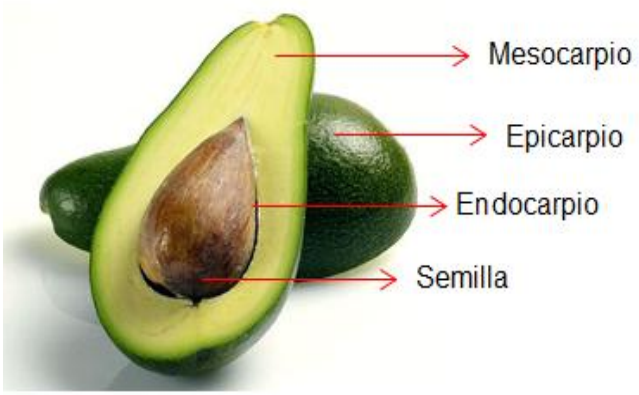


Figura 1. Estructura de la palta Fuerte. Fuente: Elaboración propia.

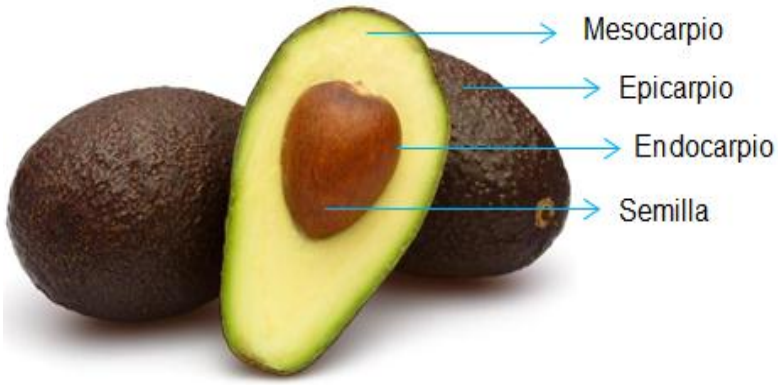


Figura 2. Estructura de la palta Hass. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 1 y 2 se observa las estructuras para la palta Fuerte y Hass. Fuente: Elaboración propia, (2017).

2.2.1.3. Composición química de la palta

El aguacate o palta es la más completa de las frutas y verduras. De gran valor alimenticio, contiene todas las vitaminas del reino vegetal (A, B, C, D, E, K), minerales (Potasio, Manganeso, Magnesio, Hierro y Fósforo), proteínas y posee un alto contenido de vitamina E, además contiene Vitaminas A, C, vitaminas B6, B3 y B2 (PALPEX, 2010).

A continuación, en la tabla 1 se presenta la composición química de la palta Fuerte y Hass:

Tabla 1.
Composición química promedio de la palta Fuerte y Hass

Componente	Palta Fuerte	Palta Hass
	Cantidad (%)	
Humedad	71.2	74.6
Proteína	2.0	1.6
Grasa	23.4	20.6
Ceniza	1.2	1.2
Fibra	1.9	1.4

Fuente: PALPEX (2010)

En la tabla 1 se puede observar que la palta Fuerte tiene un elevado contenido de grasa, proteína y fibra a comparación de la palta Hass.

2.2.1.4. Variedades

Las variedades de paltas de mayor importancia para los mercados que se cultivan en el Perú son: "Fuerte", "Hass".

Variedad fuerte

Esta palta proviene de la yema sacada de un árbol nativo de Atlixco (México), tiene características intermedias entre la raza mexicana y guatemalteca. Los frutos presentan aspecto piriforme, de tamaño mediano (300 a 400 g). Su largo medio es de 10 a 12 cm. y su ancho de 6 a 7 cm. La cáscara es ligeramente áspera al tacto, se separa con facilidad de la carne, medianamente gruesa, de color verde y consistencia verdosa. La calidad de la pulpa es buena; los frutos tienen poca fibra y semillas de tamaño mediano, variando su contenido de aceite entre 18 y 26 % (Maza, 2008).

Variedad Hass

Es una variedad lograda en el estado de California. Sus frutos son de forma oval piriforme, tamaño mediano (200 a 300 g), excelente calidad. La cáscara es granular, medianamente gruesa, se pela con facilidad y va cambiando del verde a la púrpura conforme madura. La pulpa no tiene fibra y su contenido de aceite fluctúa entre 18 y 22 %. La semilla es de tamaño pequeño, forma esférica y adherida a la pulpa. El fruto puede permanecer en el árbol un cierto tiempo después de alcanzar la madurez, sin perder su calidad. El árbol es muy sensible al frío y de elevada productividad. Es la variedad de mayor importancia en los mercados, resistiendo bastante bien el transporte y almacenamiento (Maza, 2008).

2.2.2. Pardeamiento enzimático

Nicolás (como se citó en Chávez, 2010) manifestó que la alteración del color de los productos hortofrutícolas está directamente relacionada con el pardeamiento enzimático, siendo este uno de los factores que limitan la vida útil de los alimentos

procesados, generando alteraciones sensoriales tales como mal olor, perdida de firmeza y decoloración.

Bruns (como se mencionó en Chávez, 2010) mencionó que el proceso de pardeamiento se desencadena cuando, tras la operación de corte se pierde la integridad celular en las superficies de la fruta, provocando destrucción de la compartimentación de enzimas y sustratos, con lo que se catalizan la reacción y se produce la formación de metabolitos secundarios no deseados. Es por ello, que para que tenga lugar el pardeamiento se requiere la presencia de cuatro diferentes compuestos: el oxígeno molecular, substratos apropiados, la polifenoloxidasa y la presencia de cobre en el centro activo de la enzima.

2.2.2.1. Enzimas responsables

Ortiz y Blanco (2015) mencionan que las enzimas son proteínas que, debido a su poder de activación ayuda a la conservación de sustratos en productos, tienen actividad catalítica como se muestra a continuación:

$$Sustrato(S) \xrightarrow{Enzima} Producto\ (S)$$

La palta presenta muchas enzimas entre las cuales tenemos: Amilasa, Celulosa, pectinmeilestenasa (PME), L – fenilalanina amonialiasa (FAL), polifenoloxidasa (PPO) y peroxidasa siendo estas dos últimas de importancia en la elaboración y conservación de la pulpa de palta, sin embargo las enzimas son responsables de múltiples reacciones que son necesarias, pero en algunos casos, demasiada actividad enzimática genera el pardeamiento causado por la polifenoloxidasa generando así, pérdidas importantes en el producto (Ortiz y Blanco, 2015).

Polifenoloxidasa

Es una proteína cúprica que cataliza la oxidación de compuestos fenólicos a quinonas, estas continúan la oxidación con el oxígeno del aire sobre el tejido hasta formar compuestos oscuros. La PPO está presente en la mayoría de las frutas y vegetales, generando cambios de color indeseables por la mayoría de sus reacciones de pardeamiento, durante el manipuleo y procesamiento (Ortiz y Blanco, 2015).

Existen diferentes formas de inactivar la enzima ya sea por agentes antioxidantes como el ácido ascórbico, ácido cítrico, lo cual es posible debido a que el pH de actividad optima de la PPO se sitúa entre 6.0 – 6.5, por lo que con pH cercanos o menores a 3.0, su actividad se ve afectada. Otro de los métodos de inactivación de enzimas es por medio de calor (precalentado, pasteurizado, esterilizado), almacenamiento al vacío, refrigeración o inyección de nitrógeno (Ortiz y Blanco, 2015).

2.2.2.2. Mecanismos y productos de reacción

Reacción del pardeamiento enzimático

El pardeamiento enzimático es un conjunto completo de reacciones catalizadas en forma enzimático. La primera de ellas, cuando el sustrato presente es un monofenol y pasa a una transformación en difenol. La segunda, la transformación del difenol en quinona. En el caso de la tirosina (monofenol) se forma primeramente la dopa (difenol) y luego la dopaquinona (quinona) (Villalobos, 2012).

A partir de la formación de la quinona, la reacción progresa de forma espontánea. Las quinonas se pueden convertir en trifenoles por reacción en el agua y posteriormente oxidarse a hidroxiquinonas. Todas estas sustancias son muy reactivas, dando lugar a polímeros y reaccionando con otras sustancias presentes en el alimento, especialmente

proteínas. Los productos finales, llamados melaninas, son de color muy oscuro, o negro e insolubles en el agua (Villalobos, 2012).

Reacción de Oxido Reducción

Las reacciones de óxido – reducción son comunes en los sistemas biológicos y también en los alimentos. Algunas de estas reacciones son beneficiosas para los alimentos, pero otras son perjudiciales como ocurre con la degradación oxidativa de las vitaminas, pigmentos y lípidos que producen la pérdida del valor nutricional, el desarrollo de malos olores y color desagradable. La oxidación se produce cuando un átomo o grupo de átomos ceden electrones. De forma simultánea, se produce la correspondiente reacción de reducción que implica la captación de electrones por otro átomo diferente o grupo de átomos. Estas reacciones pueden o no incluir la adición de átomos de oxigeno o la pérdida de átomos de hidrógeno de la sustancia que se está oxidando (Leopoldini. Marino, Russo y Toscano, 2004).

Antes del desarrollo de una tecnología química específica para el control de los radicales libres responsables de la oxidación, el término antioxidante se aplicó a todas las sustancias que inhibían las reacciones de oxidación, independiente de su mecanismo de acción. Más recientemente, el término "antioxidantes alimentarios" se ha aplicado a aquellos compuestos que interrumpen la reacción en cadena de los radicales libres formados en la oxidación de lípidos y a los que eliminan el oxígeno; sin embargo, el término no debería utilizarse con un sentido tan restrictivo (Leopoldini et al., 2004).

Existen cientos de compuestos naturales y sintéticos con propiedades antioxidantes, aunque para su empleo en los alimentos deben cumplir ciertas exigencias, entre ellas, superar las pruebas de inocuidad. Para que su eficacia sea máxima se realizan combinaciones de antioxidantes o con diversos agentes secuestradores de metal, y se

logra una acción sinérgica que proporciona una protección más completa (Leopoldini et al., 2004).

2.2.2.3. Control de la reacción de pardeamiento

El control natural de la actividad de la polifenoloxidasa se produce fundamentalmente mediante la compartimentalización de los sustratos. La enzima se encuentra en los plásticos y cloroplastos (vegetales superiores), y también en el citoplasma celular, mientras que los compuestos fenólicos que pueden servir de sustratos se acumulan en vesículas (Villalobos, 2012).

Cuando se rompe la compartimentalización por un daño mecánico, como el triturado, corte o congelación y descongelación, la reacción de pardeamiento se puede. La reacción de pardeamiento se puede frenar actuando sobre diferentes factores (Villalobos, 2012):

- Evitando el contacto del oxígeno con la superficie del corte. Bajando la temperatura.
- Reduciendo el pH.
- Desnaturalizando la enzima.
- Aplicando choques térmicos en el proceso de industrialización.

Los reductores pueden actuar de varias formas, entre ellas revirtiendo la reacción de quinonas a fenoles. También pueden actuar directamente sobre el centro activo de la enzima, transformando el cobre 2 en cobre 1, que se disocia más fácilmente (Villalobos, 2012).

2.2.3. Cinética enzimática

La cinética enzimática estudia la velocidad de las reacciones catalizadas por enzimas. Estos estudios proporcionan información directa acerca del mecanismo de la reacción catalítica y de la especificidad del enzima. La velocidad de una reacción catalizada por un enzima puede medirse con relativa facilidad, ya que en muchos casos no es necesario purificar o aislar la enzima. La medida se realiza siempre en las condiciones óptimas de pH, temperatura, presencia de cofactores, etc., y se utilizan concentraciones saturantes de sustrato (Gago, 2008).

En estas condiciones, la velocidad de reacción observada es la velocidad máxima (V_{max}). La velocidad puede determinarse bien midiendo la aparición de los productos o la desaparición de los reactivos (Gago, 2008).

2.2.3.1. Modelo enzimático Michaelis – Menten

El proceso enzimático sigue las siguientes etapas:

$$E + S \overset{K1}{\leftrightarrow} ES \overset{K2}{\rightarrow} EP \leftrightarrow E + P$$

En primer lugar, el sustrato (S) y la enzima (E) se unen y forman un complejo enzima-sustrato (ES). Una vez formado el complejo ES, este o bien se disocia en enzima más el sustrato o se transforma el sustrato en producto formado el complejo enzima-producto (EP), que se disocia para dar enzima (E) más producto (P) (Roca, Olievr y Sastre, 2011).

El proceso fue modelizado por Michaelis y Menten y le permitió obtener una ecuación, ecuación de Michaelis – Menten en donde la velocidad de la acción de un enzima es función de la cantidad de sustrato presente, la cantidad de enzima y las características del enzima, la afinidad del enzima por el sustrato y el poder catalítico de la enzima (Roca et al., 2011).

$$V = \frac{Vmax[S]}{Km + [S]}$$

La Km nos da una idea la afinidad que tiene el enzima por su sustrato, cuanto mayor es Km menor es la afinidad (predominan las formas E y S libres), cuanto menor es Km mayor es la afinidad (predomina la forma ES) (Roca et al., 2011).

La velocidad máxima V_{max} estima el número de centros activos de la enzima, lo que genera que la V_{max} dependa de dos cosas: la cantidad de enzima presente y la capacidad catalítica del enzima, es decir la velocidad con que transforma al sustrato (Roca et al., 2011).

La representación gráfica de la velocidad en función de la concentración de sustrato:

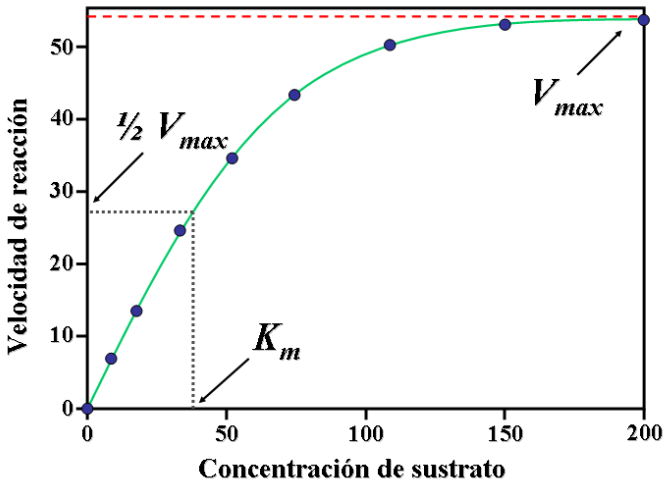


Figura 3. Representación de Michaelis – Menten. Fuente: Roca et al., (2011)

En la figura 3 se presentó la representación gráfica de Michaelis – Menten en donde la velocidad máxima de la reacción enzimática es generada mediante la concentración de sustrato, el cual se incrementa hasta alcanzar una velocidad constante de formación de producto.

Del estudio del modelo se desprende que la velocidad de transformación de sustrato en producto en una reacción enzimática depende:

- La cantidad de sustrato presente. [S]
- La afinidad del enzima por el sustrato, K_m
- La cantidad de enzima presente. [E]
- El poder catalítico del enzima. [k_2] (Roca et al., 2011).

2.2.3.2. Transformaciones de la Ecuación de Michaelis – Menten

La ecuación de Michaelis – Menten puede transformarse algebraicamente en otras formas que son más útiles para la expresión de los datos experimentales. Una de las trasformaciones se obtiene tomando los recíprocos de ambos miembros de la ecuación de Michaelis – Menten (Teijon y Garrido, 2009).

$$\frac{1}{Vo} = \frac{Km + [S]}{Vmax[S]}$$

Reordenando, tendremos:

$$\frac{1}{Vo} = \frac{Km}{Vmax} + \frac{[S]}{Vmax[S]}$$

Que se reduce a:

$$\frac{1}{Vo} = \frac{Km}{Vmax}\frac{1}{[S]} + \frac{1}{Vmax}$$

Esta última ecuación es la ecuación de Lineweaver – Burk. Cuando 1 / V_o se representa frente a 1 / [S], se obtiene una línea recta. La pendiente de la recta es K_m / V_{max}, y la intersección sobre el eje 1 / [S] es -1 / K_m. Esta representación tiene como ventaja una determinación más exacta del valor de V_{max} ya que en la representación sencilla de V_o frente a [S] solo se obtiene un valor aproximado (Figura 4). Esta

representación también proporciona información muy valiosa acerca de la inhibición enzimática (Teijon y Garrido, 2009).

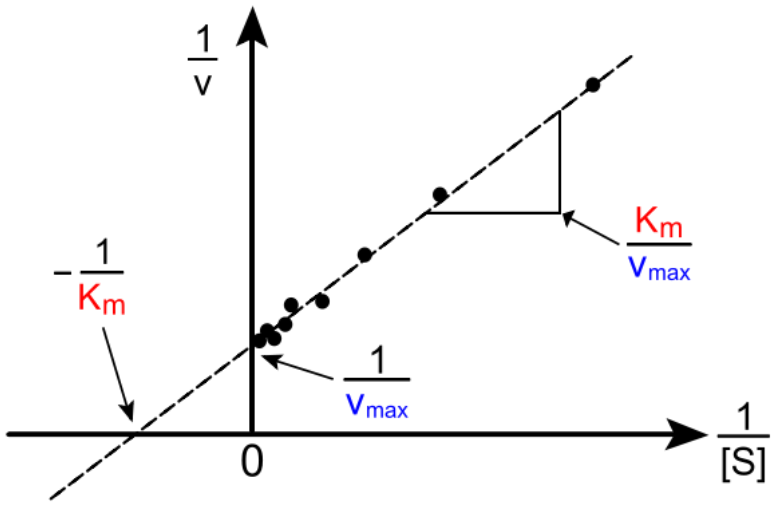


Figura 4. Representación de Lineweaver – Burk. Fuente: Teijon y Garrido, (2009)

En la figura 4 se muestra la representación gráfica de Lineweaver – Burk el cual se empleó como una herramienta para calcular los parámetros cinéticos de V_{max} y K_m.

2.2.4. Ajo en la inhibición del pardeamiento enzimático

El ajo (*Allium sativum L.*) es una especie que pertenece a la familia Liliaceae (comprende alrededor de 600 especies), está constituido por el bulbo subterráneo, conocido vulgarmente como cabeza de ajo, este a su vez, está constituido por un numero variable de bulbillos (los dientes), que están insertado sobre un eje aplastado, contienen a su vez numerosos componentes activos, de entre los que destacan sus compuestos azufrados, por ende si el bulbo está intacto y fresco, el componente mayoritario identificado es la aliina o sulfoxido de S–alil–cisteína (aminoácido azufrado) (López, 2007).

2.2.4.1. Ajo chino

Es el ajo más tradicional y común. Al igual que el ajo morado es de sabor suave, su tamaño es más grande que éste, su conservación es buena y es tardío y de buena productividad, aunque sensible a las heladas. Tiene un excelente sabor y un aroma persistente. La cabeza del ajo blanco suele tener más dientes que el de otros tipos, son más carnosos y se conservan por más tiempo. Sus dientes son blancos y están recubiertos por una envoltura apergaminada de color plateado (López, 2007).

2.2.4.2. Composición general del ajo

El ajo se compone principalmente de agua 56 – 68 % en peso, seguido por los carbohidratos 26 – 30 %. Los componentes con propiedades nutraceuticas, son los compuestos sulfurados (11 – 35 mg / 100 g de ajo fresco). Otros componentes son las vitaminas (ácido ascórbico, 30 mg / 100 g peso fresco; vitamina E, 9.4 g / g) y minerales como el selenio (0.014 mg / 100 g) (Córdova, 2010).

2.2.4.3. Agente antioxidante del ajo

Entre los componentes antioxidantes de importancia del ajo se encuentran los compuestos azufrados, selenio y aminoácidos libres, en especial la cisteína, glutamina, isoleucina (Bender y Barenas, 2013).

Sin embargo, entre los compuestos sulfurados del ajo, el componente con mayor capacidad antioxidante es la alicina, esta actúa como antioxidante al reaccionar con las enzimas que tienen grupos tiol libres, atrapando radicales libres. Se considera también que la alicina tiene actividad antimicrobiana porque modifica la biosíntesis de los lípidos y síntesis del RNA de los microorganismos y disminuye el perfil de lípidos de los mismos. (Bender y Barenas, 2013).

Según Hernández y Sastre (1999), los antioxidantes son sustancias que pueden retrasar el comienzo o reducir la velocidad de oxidación de las sustancias auto-oxidables. Existen diversos compuestos, naturales y sintéticos, con propiedades antioxidantes. Por lo tanto, los antioxidantes son denominados a aquellos compuestos químicos que eviten posibles oxidaciones de los productos alimenticios y permiten la conservación de su calidad y estabilidad durante el almacenamiento.

Numerosas investigaciones realizadas in vitro e in vivo se han demostrado que el ajo fresco y muchos preparados poseen efecto antioxidante. Se ha visto que son eficaces para inhibir la formación de radicales libres, refuerzan el mecanismo de captación de radicales endógenos, aumentan las enzimas antioxidantes celulares, protegen las lipoproteínas de baja densidad de la oxidación por los radicales libres e inhiben la activación del factor nuclear Kappa 13 (factor de trascripción inducido por oxidante) (López, 2007).

Parece ser que aunque prácticamente todos los componentes del ajo poseen actividad antioxidante, los componentes con mayor capacidad podrían ser S–alil–cisteína y alicina, y también se sugiere que el efecto antioxidante es dependiente de la dosis y el tiempo (López, 2007),

Es por ello, que cuando los bulbos de ajo se almacenan a baja temperatura, la aliina se mantiene inalterable, mientras que cuando el ajo es machacado o triturado, la aliina se transforma en alicina y otros compuestos azufrados (tiosulfinatos), por la acción de la enzima aliinasa. Estos últimos son muy inestables y se transforman con extrema rapidez en otros compuestos organosulfurados. Se considera que 1 mg de aliina equivale a 0,45 mg de alicina (López, 2007).

Alicina

La alicina es el compuesto biológico más activo en el ajo y representa cerca del 70 % de todos los tiosulfinatos presentes o formados en el ajo machacado, que se genera por reacciones enzimáticas cuando el ajo se tritura o se corta o bien cuando el ajo seco en polvo se mezcla con el agua, permitiendo la interacción de la enzima alinasa la cual cataliza la conversión de aliina en alicina, acido pirúvico y amoniaco, en contacto con el aire y a un pH superior a 3. La reacción se completa de 0.2 a 0.5 min a temperatura ambiente después de haber iniciado, como se muestra en la Figura 5 (Córdova, 2010).

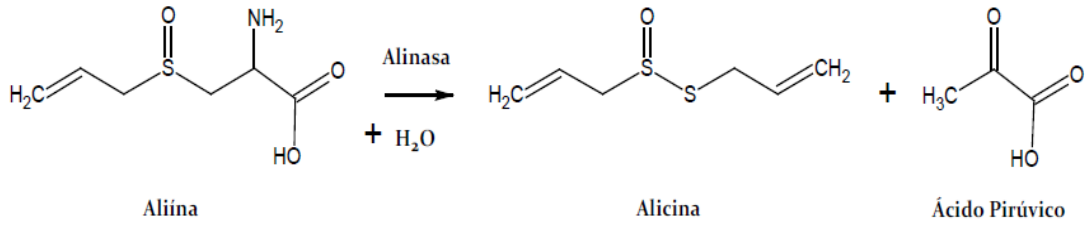


Figura 5. Reacción química de la formación de Alicina. Fuente: Córdova, (2010)

En la figura 5 se presenta la reacción química de la aliina y la enzima alinasa que al entrar en contacto con el agua forman la alicina más el ácido pirúvico.

Como muchos otros productos agrícolas el ajo fresco tiene un periodo de vida muy corto, 60 a 80 días en almacenamiento, por lo que una alternativa para evitar pérdidas durante el almacenamiento y ataque microbiano, es la deshidratación. La enzima alinasa en el ajo fresco pierde su actividad parcialmente, pero la alinasa no afectada es capaz de convertir la aliina del ajo en alicina, sin embargo, la alinasa activa se encuentra principalmente en el ajo en polvo o deshidratado (Córdova, 2010).

Es por ello que, para el caso del ajo deshidratado, a pesar de que la aliina y la enzima alinasa sufren el proceso de secado aún se conserva el potencial de formación de alicina

cuando entran en contacto con el agua. Dado que la alicina es un compuesto altamente inestable y de reacción oxidante su vida promedio (0.1 – 0.4 mg / mL) a temperatura ambiente, en 1 mM de ácido cítrico con un pH 3 es de 10 días, 4 días en agua, 30 h en diclorometano. 48 h en metanol o cloroformo. 24 h en etanol o acetonitrilo, 3 h en éter, 2 h en hexano y 16 h en la ausencia de solventes (Córdova, 2010).

Al ser un componente muy volátil e inestable se estudió la estabilidad de la alicina en diferentes soluciones acuosas y etanólicas, así como en aceite vegetal. Comprobaron que la alicina es más estable en etanol que en agua, ya que mantiene su actividad 11 y 6 días en cada medio, respectivamente. En cuanto al aceite vegetal, la alicina mostro ser completamente inestable en este medio, conservándose solamente 0.8 h. Es de interés que las soluciones acuosas de etanol 20 % y 50 % son las adecuadas para mantener la alicina en un par de semanas a temperatura ambiente, almacenándose en un ambiente fresco y seco (T° < 25 °C, H.R. < 78 %) y evitando la iluminación intensa (Bender y Barenas, 2013).

2.2.4.4. Campo de aplicación de la HPLC

Los métodos que utilizan columnas con un tamaño pequeño de partícula, se conocen como cromatografía liquida de alto desempeño HPLC, esta técnica es las más usada debido a su alta sensibilidad, su adaptación a las determinaciones cuantitativas, idónea para separación de especies no volátiles o termolábiles porque trabaja a temperatura ambiente (Barquero, 2004).

Es de interés para estudio como: aminoácidos, carbohidratos, terpenoides, proteínas, antibióticos entre otros. Para lograr la separación, identificación y cuantificación de estos analitos en muestras que los contienen, la mayoría de las veces

es necesario desarrollar métodos específicos, o utilizar métodos estandarizados de la literatura (Barquero, 2004).

2.2.4.5. Método del DPPH para evaluar la capacidad antioxidante

El ensayo de DPPH es una de las diversas técnicas empleadas para estimar la actividad secuestradora de radicales de compuestos específicos o extractos naturales Esta técnica espectrofotométrica emplea el radical 1,1–difeni1–2–picrilhidracil (DPPH), que posee un espectro de absorbancia característico, con un máximo de absorbancia a 515 nm (Brand-Williams et al., 1995).

La reducción del DPPH se monitoria por la disminución en la absorbancia a una longitud de onda característica. En su forma de radical libre, el DPPH absorbe a 515 nm y cuando sufre reducción por un antioxidante, esta absorción desaparece. En consecuencia, la desaparición del DPPH proporciona un índice para estimar la capacidad del compuesto de prueba para atrapar radicales (Brand-Williams et al.. 1995).

$$DPPH * + (AH)n \rightarrow DPPH - H + * (A *)n$$

Donde AH es un antioxidante que actúa como antirradical donando átomos de hidrogeno, dando como resultados radicales con estructuras moleculares estables que detendrán la reacción en cadena, tal es el caso de los fenoles. El nuevo radical formado (A*) puede interactuar con otro radical para formar moléculas estables (DPPH–A, A–A). La reacción entre el DPPH* y un compuesto depende de la conformación estructural del mismo, por lo que las comparaciones cuantitativas no siempre son apropiadas (Brand-Williams et al., 1995).

2.2.5. Color como indicador de las reacciones del pardeamiento

El color es una de las características que influye más directamente en la calidad de las frutas verduras y productos elaborados a base de estos. Como primer atributo sensorial al cual se puede acceder, se valorará cualitativamente en el sentido de calidad por el mismo consumidor (Álvarez, 2015).

Según Schmidt – Hebbel (como se citó en Álvarez, 2015) el cambio de color en frutas, verduras y tubérculos se observa cuando ellos sufren daño mecánico o fisiológico. Se debe a la presencia en los tejidos vegetales de enzimas del tipo polifenoloxidasa, cuya proteína contiene cobre, que cataliza la oxidación de compuestos fenólicos a quinonas. Estas prosiguen su oxidación debido al aire que está sobre el tejido, para formar pigmentos oscuros, melanoides, por polimerización.

La determinación del color se puede llevar a cabo por inspección visual (humana) o mediante el uso de un instrumento de medición de color. En la actualidad. se utilizan espacios de color y valores numéricos para crear, representar y visualizar los colores en dos y tres dimensiones del espacio. Por lo general, el color de los alimentos se ha medido bajo los conceptos L*, a* y b*. El espacio de color L* a* y b*, es una norma internacional para medidas de color, adoptado por la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE) en 1976. L* es el componente de luminosidad, que va de 0 a 100, y los parámetros a* (de verde a rojo) y b* (de azul a amarillo) son los dos componentes cromáticos, que van desde -120 a 120 (León et al., 2006).

Sin embargo, CIE, (como se mencionó en Malero. 2013) mencionó que las diferencias de color que se perciben como iguales en el espacio de color tridimensional tienen las mismas distancias. Sin embargo, para calcular la diferencia de color se utiliza una fórmula matemática conocida como Delta E (ΔE), es la distancia entre dos puntos

dentro del espacio de color L* a* y b*, dicha distancia se puede considerar como la descripción la descripción matemática de la distancia entre dos colores y permite medir los cambios de matriz y densidad. Para calcular delta-E de dos colores, se necesita los valores L* a* y b*, y así poder evaluar la diferencia entre dos colores.

$$\Delta E = \sqrt{(L2 - L1)^2 + (a2 - a1)^2 + (b2 - b1)^2}$$

La tolerancia para los valores colorimétricos se evalúa con el cálculo de la diferencia en Delta E ver la tabla 3 de la norma ISO 12647– 2, el aumento o dispersión de tono se controla midiendo el porcentaje de punto (ISO 12647-2, 2004).

Tabla 2.
Tolerancias para los valores colorimétricos según la ISO 12647-2

Valores de ΔE	**Calidad**
0 y 1	Excelente
1 y 2	Buena
2 y 4	Normal
4 y 5	Suficiente
Superiores a 5	Mala

Fuente: ISO 12647-2, (2004)

En la tabla 2 se puede apreciar el rango permisible de los rangos de calidad según los valores de ΔE.

2.2.6. Secado y/o deshidratación

El secado de los alimentos es uno de los métodos más antiguos utilizados por el hombre para su conservación y también se ha utilizado con el propósito de disminuir el peso y el volumen de los mismos. Sin embargo, por deshidratación de alimentos se

entiende a la eliminación casi completa del agua que contienen estos, bajo ciertas condiciones como son temperatura, humedad y progresión del secado debidamente controlados por medio de la aplicación de corrientes de aire sobre el cuerpo o por otros métodos. El aire caliente es el método más usado y económico para efectuar deshidratación industrial de las hortalizas y otros productos. Esta operación se basa en disminuir la actividad del agua que aun contienen cantidades del orden de hasta el 50 % en agua y los productos de la deshidratación son sólidos con un contenido en agua inferior a 10 % (Ibarz y Barbosa, 2011),

Cualquiera que sea el método de secado empleado, la deshidratación de un alimento consta de dos etapas:

- La introducción de calor al producto.
- La extracción de humedad del producto.

Básicamente se refiere a la combinación de las operaciones de transferencia de calor y transferencia de masa. Utilizamos el término genérico "deshidratación" porque durante esta operación no solo se retira el agua que actúa como disolvente o inerte que diluye al alimento, si no que se retira agua que entra en la constitución de las estructuras y tejidos del alimento. Por ello la deshidratación provoca a menudo profundos cambios en las cualidades organolépticas de los alimentos (Ibarz y Barbosa, 2011).

Algunos autores aplican denominaciones diferentes según el resultado final que se alcance:

- Desecación: cuando se elimina parte del contenido acuoso del alimento, hasta su humedad se equilibra con la del ambiente.

- Deshidratación, cuando la eliminación de agua viene a ser prácticamente casi total (lbarz y Barbosa. 2011).

2.2.6.1. Método de secado

Según lbarz y Barbosa (2011) los métodos de secado son los más comunes para valorar el contenido de humedad en los alimentos; se calcula el porcentaje en agua por la perdida en peso debida a su eliminación por calentamiento bajo condiciones normalizadas. Aunque estos métodos dan buenos resultados que pueden interpretarse sobre bases de comparación, es preciso tener presente que:

- Algunas veces es difícil eliminar por secado toda la humedad presente. A cierta temperatura el alimento es susceptible de descomponerse, con lo que se volatilizan otras sustancias además de agua.
- También pueden perderse otras materias volátiles aparte de agua.

Secado en Estufa

La determinación de secado en estufa se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. Para esto se requiere que la muestra sea térmicamente estable y que no contenga una cantidad significativamente de compuestos volátiles. El principio operacional del método tradicional para la determinación de la humedad es, utilizando estufa y balanza analítica, incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra. Sin embargo, existe otro principio de determinación de humedad que es mediante el analizador de humedad, este analizador tiene la función de determinar la sustancia seca que queda tras un proceso de secado de la sustancia total previamente pesada y calcula así la humedad de la masa

pesada húmeda, durante el proceso de secado se puede ver en la pantalla la disminución del contenido de humedad (lbarz y Barbosa, 2011).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- Pardeamiento enzimático: Es una reacción de oxidación en la que interviene como substrato el oxígeno.
- Oxidación lipídica: Es una transformación que sufren los alimentos que contienen grasas produciendo una reducción del valor nutritivito que imparten olores y sabores desagradables,
- Radicales libres: Son sustancias químicas muy reactivas que introducen
- oxígeno en las células, produciendo la oxidación de sus partes, que provocan cambios que aceleren el deterioro de las células de los alimentos.
- Antioxidante: Es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de
- otras moléculas.
- Alicina: Compuesto azufrado que posee diversas actividades antioxidantes de interés.

CAPITULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO Y DISEÑO

- Tipo Cuantitativo – experimental: permitió evaluar el efecto de las variables independientes sobre las variables dependientes.
- Diseño Transversal – correlaciónales: describió la relación entre dos o más variables en un periodo de tiempo dado.

3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

- Experimental – Analítico: Se realizó comparaciones entre los ochos tratamientos experimentales de la palta.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3.
Operacionalizacion de variables

Objetivo General	Variable	Indicador	Índice
	Independiente		
Evaluar el efecto de la capacidad antioxidante del ajo deshidratado sobre el pardeamiento enzimático de la palta Fuerte y Hass.	Concentración	1.0 y 2.0	%
	Temperatura de inmersión	20 y 40	°C
	Tiempo de inmersión	1 y 2	min
	Días de almacenamiento	0, 1, 2, 3 y 4	Día
	Dependiente		
	Actividad enzimática de la PPO		U / mL
	Color		ΔE
	No controlable		
	Oxigeno		[M]

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3 se presenta la operacionalización de las variables, la cual está constituida por las variables independientes, dependientes y no controlables, como es el caso del oxígeno molecular el cual interviene en la obtención de los resultados del proceso de experimentación puesto que influye en el efecto que causa las variables independientes sobre las dependientes.

3.3.1. Variable independiente: indicadores

Tabla 4.
Indicadores de la variable independiente

Variables	Índice
Concentración	%
Temperatura de inmersión	`C
Tiempo de inmersión	min
Días de almacenamiento	Día

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4 se presenta las variables independientes y sus respectivas expresiones del indicador que fueron utilizados para la cuantificación de las dimensiones de cada variable.

Tabla 5.
Indicadores de la variable dependiente

Variables	índice
Actividad enzimática de la polifenoloxidasa	U / mL
Color	ΔE

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5 se presenta las variables dependientes y sus respectivas expresiones del indicador los cuales obtendrán diferentes valores según los parámetros de experimentación.

3.4. POBLACIÓN

La población está conformada por Frutos maduros de *Persea americana mill* variedad Fuerte y Hass procedentes del Valle de Moquegua, exentos de enfermedades y libres de golpes.

3.5. MUESTRA

Se ha tomado como muestra 60 kg de palta Fuerte y Hass, de las cuales se utilizó únicamente la pulpa de la palta.

3.6. MATERIALES Y METODOLOGIA

3.6.1. Materiales

3.6.1.1. Materia prima

Se utilizó palta de variedad Fuerte y Hass procedentes del Valle de Moquegua. Las paltas de variedad fuerte tuvieron un 30.54 % de materia seca (Anexo 1) y un peso promedio de 180 a 230 g, con una longitud de 10 a 12 cm y de 7 a 8 cm de ancho, en forma de pera con un exocarpio liso de color verde, el mesocarpio presento una forma consistente en coloración amarilla – verdoso, sin embargo, la palta variedad Hass alcanzó un 26.33 % de materia seca (Anexo 2) y un peso promedio del 50 a 200 g, con una longitud de 9 a 11 cm y de 6 a 7 cm de ancho, de forma oval piriforme y de color purpura conforme a su maduración.

A su vez se utilizó Ajo de variedad chino, la cual fue adquirida de los comerciantes que expenden en la feria Carrillo de la ciudad de Moquegua.

3.6.1.2. Reactivos

- Goma Arábiga X 1 kg – Nacional – Insumos Químicos DIPROQUIM
- Fécula de maíz X 100 g – Maizena
- Fosfatotricalcico X 250 g – Insumos Químicos DIPROQUIM
- Buffer citrato fosfato pH 6.5 X 500 mL
- Catecol X 100 g – HIMEDIA
- Quercetina (98 % de pureza grado HPLC)
- Radical 1,1– difenil-2 – picrilhidrazil (DPPH 950 g / L)
- Metanol (990 g / L) – Merck
- Ácido ascórbico (98 %) – Across Organics
- Solución Trolox – Across Organics
- Diclorometano – Fisher Scientific
- Sulfato de Sodio (98.50 %) – Sigma Aldrich

3.6.1.3. Materiales

- Matraz de Erlenmeyer de vidrio X 250 mL – KIMAX
- Fiola de vidrio clase A X 100 mL – GERMANY
- Vaso precipitado de 100 mL y 1 L – NORMAX
- Probeta de 100 mL – NORMAX
- Papel aluminio de 30 cm X 8 m – PREMIER
- Papel toalla de 22 cm X 20 cm X 50 hojas – ELITE
- Papel filtro N°4 – WHATMAN
- Mascarillas descartables blanca – GOLDEN-MEDIC
- Guantes de látex – BENDI-C
- Lápiz de cera para marcar vidrio – DIXON

- Cubetas de poliestireno descartable (1 cm X 1 cm X 4.5 cm) – DELTALAB
- Embudo de vidrio de 75 mm – NORMAX
- Pizeta de plástico X 500 mL
- Tamiz N°100 con malla de acero inoxidable (con base y tapa)
- Mortero y pistilo de porcelana 500 mL – KYNTEL
- Molino Corona artesanal N° 500
- Tabla de corte de plástico (35 cm X 20 cm) – REY
- Recipiente de plástico (cap. 3 L) – REY
- Cuchillo de metal – TRAMONTINA
- Envase de vidrio con tapa X 500 mL
- Filtro de tamaño de poro 0.22 m
- Jeringa de plástico – Merck

3.6.1.4. Equipos

- pH – metro digital – Mettler toledo
- Balanza electrónica – Radwag, precisión 0.01 g
- Balanza electrónica – marca Henkel – 100 kg
- Balanza analítica – 220 g / 0.0001 g – marca AS
- Agitador magnético – marca Thermo Scientific – CIMAREC
- Centrifuga Centurión Scientific – Modelo K241 R
- Refrigerador – marca Torrey Rey R14-260, cap. 340 L
- Colorímetro Konica Minolta – Modelo CR20
- Espectrofotómetro UV Visible – marca Perkin Elmer, Modelo Lamba 650
- Estufa de aire – Mermet, cap. 20 L
- Cromatografía Liquida de Alta Resolución (HPLC – UV)

- Batidora – Mezcladora – LOMI, cap. 1 L
- Molino manual – Corona

3.6.2. Metodología

La investigación se realizó en 2 etapas, la primera etapa se presenta en la Figura 6 y la segunda etapa en la Figura 7.

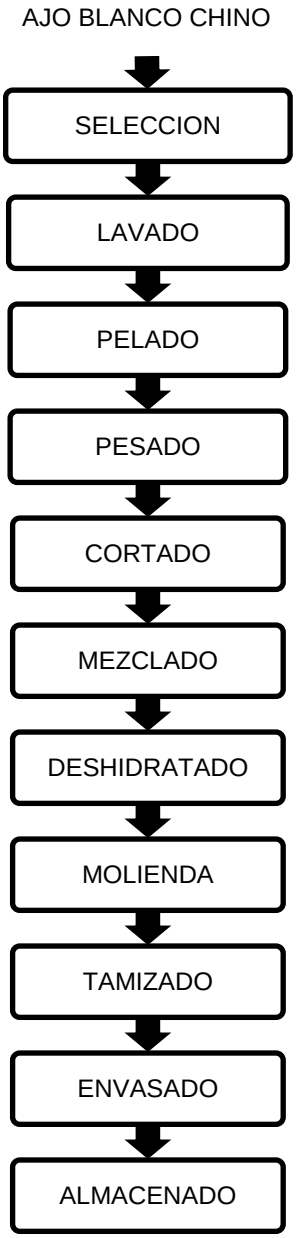


Figura 6. Metodología experimental para la obtención del ajo en polvo. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 6 se presentó la metodología experimental que se llevó a cabo para la obtención del ajo en polvo.

3.6.2.1. Metodología experimental para el ajo deshidratado

Se realizó la deshidratación del ajo (Anexo 3), mediante el método de deshidratación en estufa a una temperatura de 50 °C, siguiendo la metodología que se presentó en la Figura 6.

a. Selección:

Se seleccionó los ajos que no hayan presentado daños físicos causados por enfermedades (plagas).

b. Lavado:

Una vez seleccionada la materia prima, se procedió a lavar los bulbos de ajo para remover todo tipo de suciedad que se encuentre en la superficie del ajo.

c. Pelado:

El pelado de los ajos se realizó manualmente con la ayuda de un cuchillo, en donde los dientes fueron desligados de la cabeza del ajo y se procedió a retirar las capas protectoras.

d. Pesado:

Una vez llevado a cabo el pelado se procedió a pesar en una balanza electrónica 5 kg de dientes de ajo.

e. Cortado:

Los ajos fueron cortados de un espesor de 2 mm de diámetro.

f. Mezclado:

Se realizó un acondicionamiento mezclando 635 g de goma arábiga más 50 g de fécula de maíz y 50 g de fosfatotricalcico con las hojuelas del ajo para la preservación de la alicina (Greco, 2011).

g. Deshidratado:

Se realizó la deshidratación en la estufa de aire a 50 °C durante 8 h (Greco, 2011).

h. Molienda:

Los ajos secos fueron triturados en un mortero de porcelana, para luego ser llevados a un molino manual.

i. Tamizado:

El ajo molido fue posteriormente tamizado durante 15 min en un tamizador de malla N° 100 obteniendo un tamaño medio de la partícula de 178 µm.

j. Envasado:

El ajo en polvo fue envasado en un recipiente de vidrio cerrado herméticamente.

k. Almacenado:

El ajo en polvo fue almacenado a 4 °C.

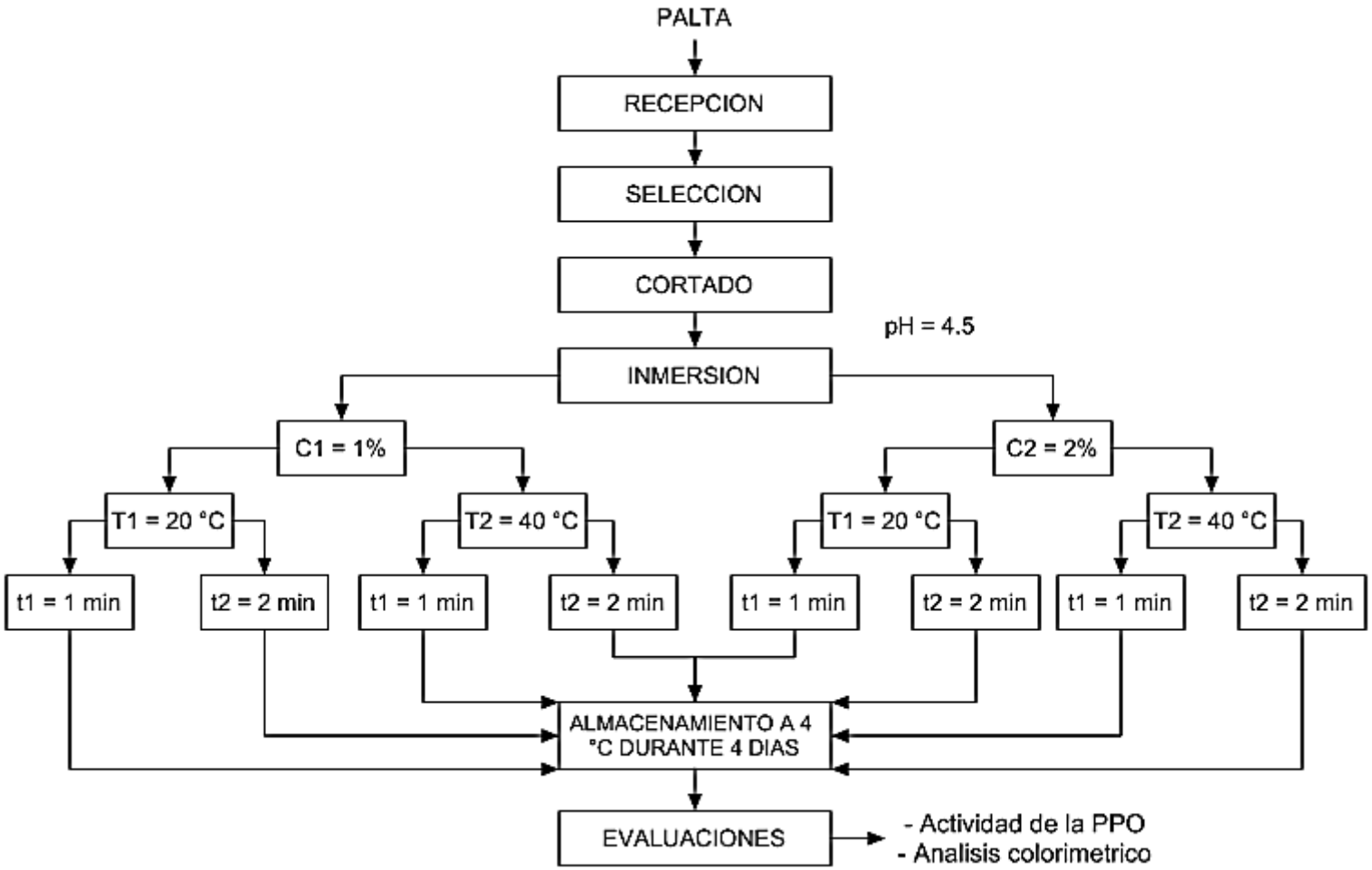


Figura 7. Metodología experimental para el proceso de inmersión de la palta. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7 se presenta la metodología empleada para la determinación de las variables de respuesta según el proceso de inmersión aplicado.

Dónde:

- C1 y C2: Concentraciones de ajo en polvo
- T1 y T2: Temperaturas de inmersión
- t1 y t2: Tiempos de inmersión

3.6.2.2. Metodología experimental para el proceso de inmersión de la palta

Se realizó el proceso de inmersión de la palta Fuerte y Hass en las dos concentraciones de ajo (Anexo 4) y seguidamente se evaluó el efecto de la capacidad antioxidante del ajo deshidratado sobre el pardeamiento enzimático, siguiendo el flujo de operaciones que se describió en la Figura 7.

a. Recepción:

La palta Fuerte recepcionada obtuvo un 30.54 % de materia seca y 69.46 % de humedad, el cual mantuvo un peso promedio de 180 a 250 g, a su vez presentó un epicarpio verdoso y suave sin daños físicos. En cambio, la palta Hass se recepcionó con 26.33 % de materia seca y 73.67 % de humedad, el cual tuvo un peso promedio de 150 a 200 g, presentando un epicarpio que haya tornado de violáceo a negra.

b. Selección:

Se seleccionó palta Fuerte que tuviese un promedio de 10 a 12 cm de largo y de 6 a 7 cm de ancho y palta Hass de 9 a 1 1 cm de largo y de 6 a 7 cm de ancho que no presenten daños físicos en la superficie de la cascara ni en el pedúnculo.

c. Cortado:

La palta fue cortada en forma de cruz a fin de poder retirar la semilla.

d. Inmersión:

La palta fue inmersa a 20 °C y 40 °C de temperatura, en una solución de ajo en polvo al 1 % (7 g / 700 mL) y 2 % (14 g / 700 mL) a un pH de 4.5 durante un tiempo del y 2 min respectivamente.

e. Almacenamiento:

Las paltas inmersas según el tratamiento realizado fueron rotuladas de acuerdo al esquema experimental y colocados en refrigeración a una temperatura de 4 °C por un periodo de 4 días.

f. Evaluaciones:

Se realizó las evaluaciones por día de la actividad enzimática de la polifenoloxidasa y el análisis colorimétrico de la palta Fuerte y Hass, iniciando a partir del día 0 y culminando en el día 4.

3.7. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

3.7.1. Análisis para el ajo deshidratado

3.7.1.1. Determinación de alicina:

Metodología detallada por Rahman, Fazlic y Saad (2012); Bocchini, Ándalo y Pozzi y Galleti (2001) y realizada con algunas modificaciones por la UNSAAC. (Anexo 5).

3.7.1.2. Determinación de la capacidad antioxidante

Metodología descrita por Bran, Cuverlier y Berset (1995); Norul, Rahman, Suan, Mohamad y Ramlan (2013) y realizada con algunas modificaciones por la UNSAAC. (Anexo 6).

3.7.2. Análisis para la palta Fuerte y Hass

3.7.2.1. Actividad enzimática y velocidad máxima de reacción

Metodología modificada de Soliva, Elez, Sebástian y Mártin (2001) (Anexo 7).

3.7.2.2. Análisis colorimétrico

Metodología de los sistemas CIE (1971) en donde las paltas fueron evaluados utilizando el colorímetro digital CR20 (Anexo 8).

3.8. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA LA PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

El esquema experimental fue distribuido bajo un Diseño Factorial de 2*3 obteniéndose 8 combinaciones con 5 niveles de observación obteniendo en total 40 unidades experimentales con una repetición (Anexo 9); los estudios realizados se complementaron con pruebas de comparaciones entre sí para los resultados de la palta Fuerte y Hass. El cálculo estadístico se realizó con el software STATGRAPHICS Centurión.

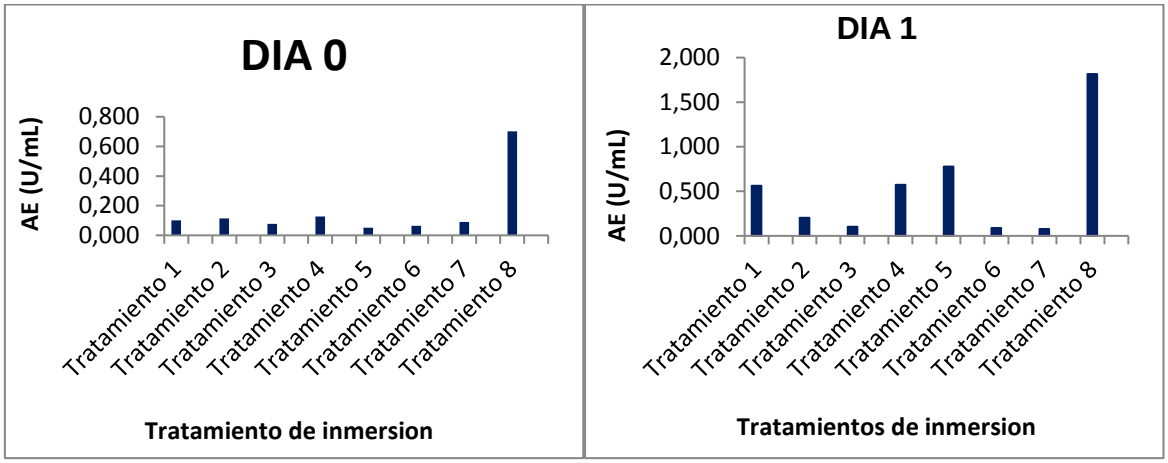
CAPITULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. ACTIVIDAD ENZIMÁTICA

4.1.1. Palta Fuerte

En la figura 8 se presenta el comportamiento de los valores obtenidos para la actividad enzimática de la palta Fuerte (Anexo 10) después de a ver sido sometido a los diferentes tratamientos de inmersión en un periodo de almacenamiento de 4 días.



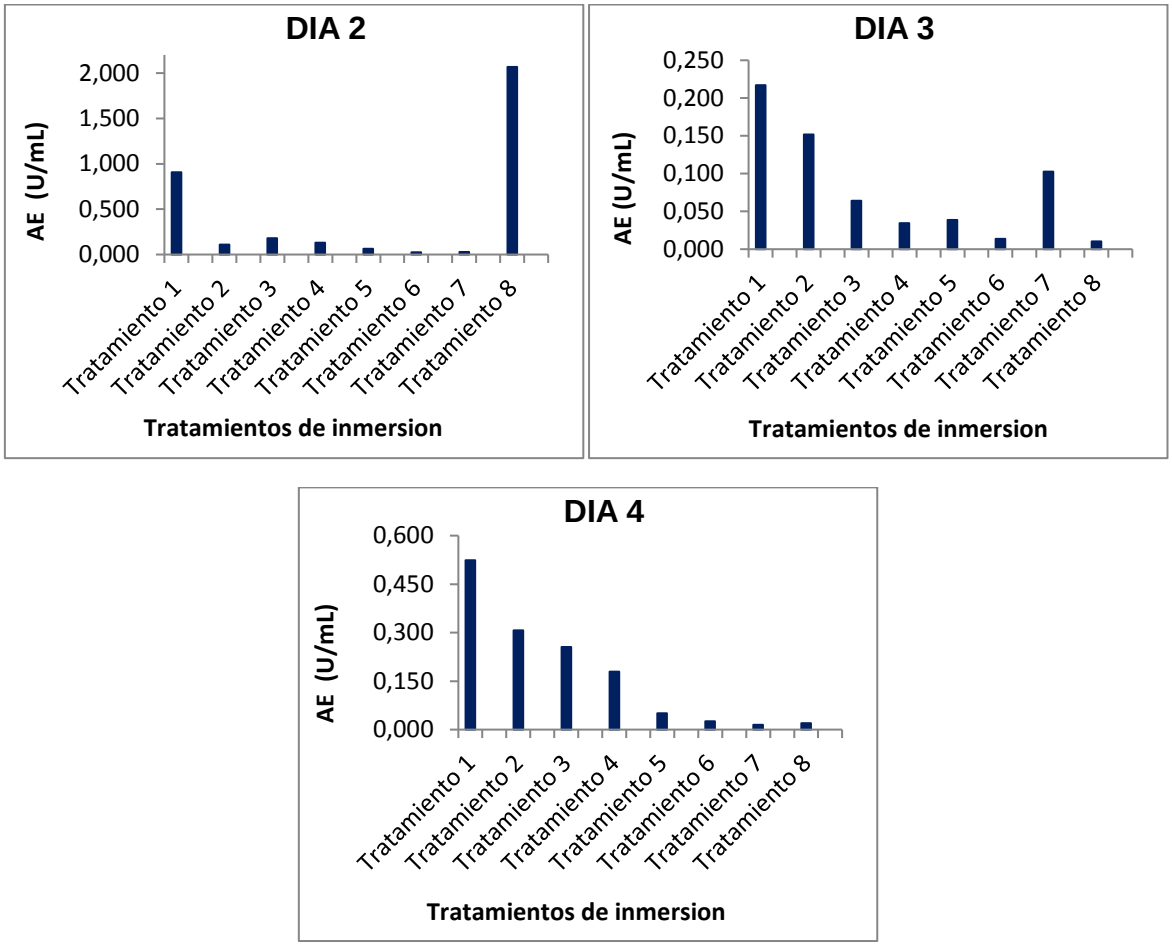


Figura 8. Representación gráfica de la Actividad Enzimática (AE) para la palta Fuerte

En donde:

- Tratamiento 1: 1 %, 20 °C, 1 min
- Tratamiento 2: 1 %, 20 °C, 2 min
- Tratamiento 3: 2 %, 40 °C, 1 min
- Tratamiento 4: 2 %, 40 °C, 2 min
- Tratamiento 5: 2 %, 20 °C, 1 min
- Tratamiento 6: 2 %, 20 °C, 2 min
- Tratamiento 7: 1 %, 40 °C, 1 min
- Tratamiento 8: 1 %, 40 °C, 2 min

Según las gráficas de la figura 8 se puede observar, que en el día 0, 1 y 2 se presentó mayor incremento en el tratamiento 8 (AE = 0.708, AE = 1.814 y AE = 2.070 U / mL) y el cual disminuyó en los días 3 y 4 (AE = 0.011 y AE = 0.020 U / mL); lo cual indica que las enzimas que se encuentran presentes en la palta manifestaron excesiva actividad

enzimática, debido a las múltiples reacciones que se generan a causa de la polifenoloxidasa (Ortiz y Blanco, 2015); no obstante, el incremento presentado en el tratamiento 8 se debió a la primera transformación de las reacciones de pardeamiento enzimático de monofenol a difenol y la segunda transformación de difenol a quinona (Villalobos, 2012), puesto que, a partir de ello, en los días 3 y 4 la transformación no progresó por la influencia del antioxidante que reacciona con las enzimas que tienen grupos tiol libres, atrapando radicales libres presentes en la superficie de la palta (Bender y Barenas, 2013); asimismo, la temperatura de almacenamiento (4 °C) intervino en la disminución de la velocidad de las reacciones de alteración, puesto que es un método de conservación para periodos cortos de tiempo (Hernández y Sastre, 1999).

Por otro lado, se visualizaron resultados mínimos en el tratamiento 6 respecto a los días de almacenamiento, ya que manifestó un ligero aumento del día 0 al día 1 (AE = 0.064 y AE = 0.090 U/ mL), a causa del oxígeno presente en el ambiente, el cual entra en contacto con la palta al romper la compartimentalización por un daño mecánico, como es el corte (Villalobos, 2012) y una reducción que oscilo desde el día 2 al día 4 (AE = 0.025, AE = 0.014 y AE = 0.026 U / mL); esta ligera variación, se debió a la influencia del antioxidante, quien es responsable de retrasar el comienzo o reducir la velocidad de oxidación de las sustancias autooxidables (Hernández y Sastre, 1999).

Por consiguiente, mediante la tabla del ANOVA Multifactorial (Anexo 11) se determinó que la Concentración (A), Temperatura (B), Tiempo de inmersión (C) y los Días de almacenamiento (D) no intervienen sobre el aumento o la disminución de la AE ($p \geq 0.05$).

Sin embargo, según las interacciones se puede observar que la combinación de Temperatura y Tiempo de inmersión (BC) tienen un efecto altamente significativo sobre la AE de la pata Fuerte ($p \leq 0.05$); no obstante las relaciones de Concentración con Tiempo de inmersión (AC), Concentración más Temperatura (AB), Concentración con Días de

almacenamiento (AD), Temperatura más Días de almacenamiento (BD), Tiempo de inmersión y Días de almacenamiento (CD), y las interacciones triples de Concentración, Temperatura y Tiempo de inmersión (ABC), Temperatura, Tiempo de inmersión y Días de almacenamiento (BCD), Concentración, Temperatura y Días de almacenamiento (ABD) y Concentración, Tiempo de inmersión y Días de almacenamiento (ACD) demostraron que no influyen sobre la variabilidad de la actividad enzimática ($p \geq 0.05$).

En contraste con la interacción de Temperatura y Tiempo de inmersión (BC), Díaz, Fernández y Paredes (1997), manifestaron que la temperatura es un factor que influye en la determinación de la actividad enzimática, puesto que aumenta la velocidad de la reacción química, sin embargo la inactivación debida al calor puede despreciarse por debajo de los 30 °C, por ende en el rango de 35 y 40 °C es una temperatura optima a la cual la mayoría de la enzimas se encuentran altamente activas, no obstante es aconsejable la correcta termostatización en la determinación de actividades enzimáticas por debajo de los 30 °C.

A su vez Zambrano et al., (1994) mencionaron que para la mayor pérdida de actividad de la polifenoloxidasa a un determinando tratamiento debe transcurrir un mayor tiempo de exposición con el inhibidor; no obstante Córdova (2010) señaló que la reacción enzimática del ajo en polvo con el agua se completa en un tiempo de 0.2 a 0.5 min y seguidamente el componente antioxidante (alicina) está presente en la solución en un periodo de hasta 4 días; asimismo López (2007) indicó que los antioxidantes son eficaces para inhibir la formación de radicales libres protegiéndolos de la oxidación y manteniendo así su conservación.

4.1.2. Palta Hass

En la figura 9 se presenta gráficamente el comportamiento que alcanzaron los valores obtenidos para la actividad enzimática de la palta Hass (Anexo 12) después de a ver sido

sometido a los diferentes tratamientos de inmersión en un periodo de almacenamiento de 4 días.

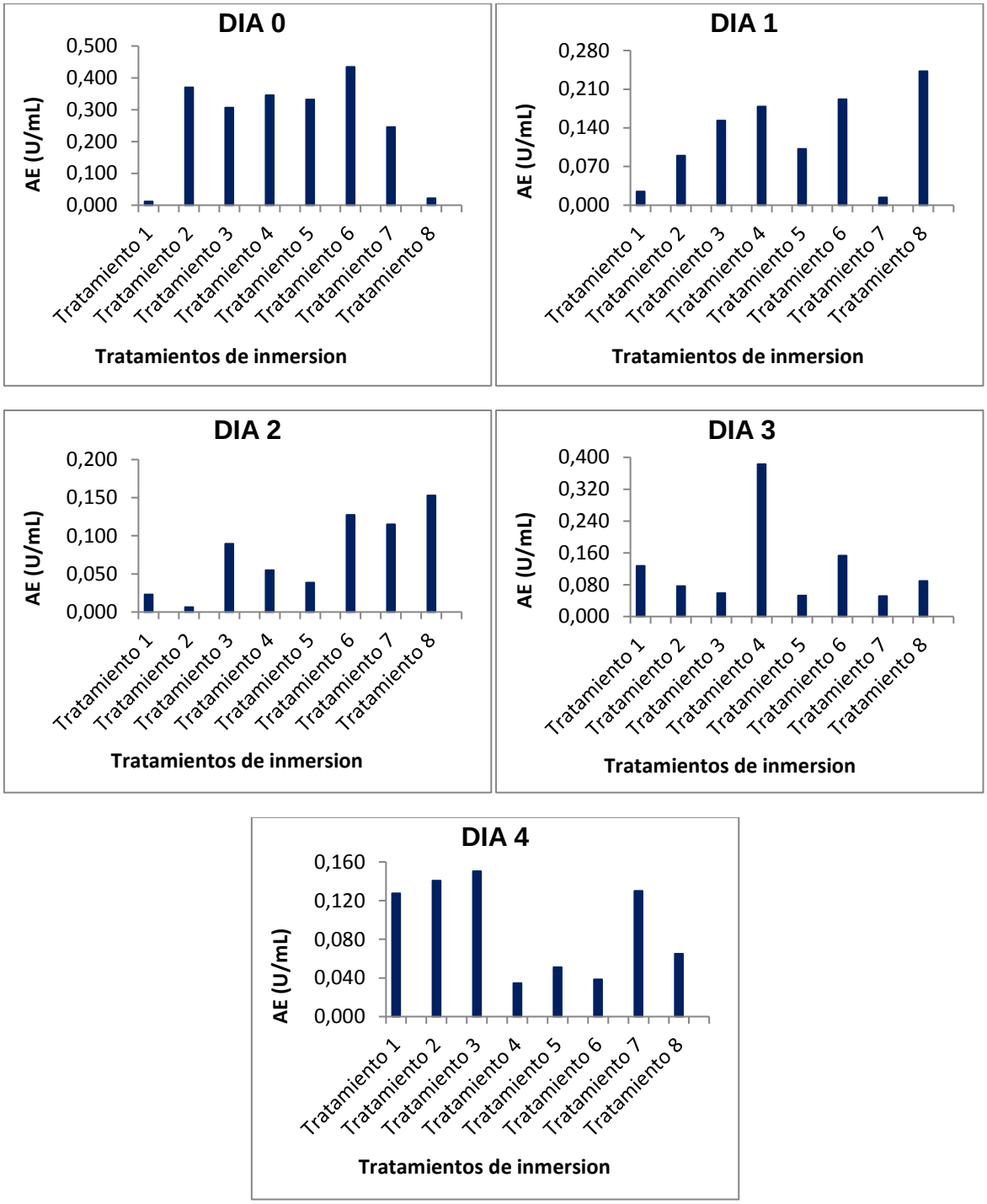


Figura 9. Representación gráfica de la Actividad Enzimática (AE) de la palta Hass

En donde:

- Tratamiento 1: 1 %, 20 °C, 1 min
- Tratamiento 2: 1 %, 20 °C, 2 min
- Tratamiento 3: 2 %, 40 °C, 1 min
- Tratamiento 4: 2 %, 40 °C, 2 min
- Tratamiento 5: 2 %, 20 °C, 1 min
- Tratamiento 6: 2 %, 20 °C, 2 min
- Tratamiento 7: 1 %, 40 °C, 1 min
- Tratamiento 8: 1 %, 40 °C, 2 min

Respecto a las gráficas de la figura 9 se puede observar que en el día 0, 1 y 2 se presentó una disminución en el tratamiento 1 (AE = 0.012, AE = 0.025 y AE = 0.023 U / mL) a comparación de las otras muestras; sin embargo, en los días 3 y 4 la variable en estudio manifestó un incremento constante (AE = 0.128 U / mL), este aumento de la actividad enzimática se debió al consumo rápido del antioxidante en la superficie de la palta, puesto que según Bender y Barenas, (2013) la alicina es un componente muy volátil e inestable en diferentes soluciones acuosas y etanólicas, así como en el aceite vegetal; teniendo en cuenta ello, según Maza, (2008) mencionó que la palta Hass posee un contenido de aceite que fluctúa entre 18.0 a 22.0 % en su composición química; la cual pudo influenciar en el comportamiento del antioxidante durante los últimos días de almacenamiento.

Posteriormente, mediante el ANOVA MULTIFACTORIAL (Anexo 13) se determinó que el factor de Días de almacenamiento (D) adquirió un efecto altamente significativo ($p \leq 0.05$) sobre la AE, a su vez las variables independientes como Concentración (A), Temperatura (B) y Tiempo de inmersión (C) no presentaron influencia ($p \geq 0.05$) sobre la variabilidad de la AE durante el periodo de evaluación.

Por consiguiente respecto a las interacciones se concluyó que la combinación de Concentración con Días de almacenamiento (AD), Concentración con Temperatura (AB), Concentración más Tiempo de inmersión (AC), Temperatura con Días de almacenamiento

(BD), Temperatura más Tiempo de inmersión (BC), Tiempo de inmersión con Días de almacenamiento (CD) y las combinaciones de los factores de Temperatura, Tiempo de inmersión y Días de almacenamiento (BCD), Concentración, Temperatura y Días de almacenamiento (ABD), Concentración, Temperatura y Tiempo de inmersión (ABC) y Concentración, Tiempo de inmersión y Días de almacenamiento (ACD) mostraron que la actividad enzimática de la palta Hass no presenta dependencia de la interacción de estos factores ($p \geq 0.05$).

En alusión a los Días de almacenamiento (D) Majumdar et al., (2015) indicaron que a una concentración del 1% de extracto acuoso de ajo se mantuvo un control aceptable de las pangas tailandeses hasta 12 días almacenamiento, de igual forma un estudio realizado por Gundogdu, Cakmakci y Dagdemir (2009) demostraron que a una concentración del 1% de ajo fue más favorable que muestras aplicadas con menor porcentaje (0.5%) en la conservación del yogur durante el periodo de almacenamiento; asimismo Sanwal y Payasi (2007) determinaron que el uso de extracto de ajo (1 %) más el 10 % de bulbo de cebolla en el plátano maduro prolongo la vida útil en 4 – 5 días de almacenamiento; a su vez Gheisari y Ranjbar (2012) demostraron que los efectos antioxidantes de derivados de ajo en la carne de camello retardaron significativamente la oxidación lipídica preservando así su conservación en el pasar de los días; además Peng et al., (2014) demostraron que el antioxidante alicina inhibe el crecimiento microbiano y el bronceado oxidativo de la lechuga durante 6 días de almacenamiento en refrigeración.

De esta manera López (2007) indicó que los antioxidantes son eficaces para inhibir la formación de radicales libres protegiéndolos de la oxidación y manteniendo así su conservación; de igual forma Hernández y Sastre (1999) señalaron que los antioxidantes son sustancias que pueden retrasar el comienzo o reducir la velocidad de oxidación de las

sustancias autooxidables. Por consiguiente, al estar expuesta la palta con la solución de ajo en polvo.

4.1.3. Cinética enzimática

Para representar la cinética enzimática de la palta se utilizó la representación gráfica de la inversa de la velocidad versus la inversa de la concentración del sustrato, de acuerdo al método de Lineweaver y Burk, en donde los parámetros cinéticos determinados fueron: la constante de Michaelis – Menten (K_m) y la velocidad máxima (V_{max}).

4.1.3.1. Cinética de la palta Fuerte

De acuerdo a las representaciones graficas de la Figura 8 sobresalió el efecto al 2 % de ajo deshidratado a 20 °C y a un tiempo de inmersión de 2 min, el cual logro minimizar la actividad de la polifenoloxidasa en un periodo de almacenamiento de 4 días, manteniendo una AE en un rango que oscilo de 0.007 - 0.045 U / mL, dicho tratamiento resulto eficaz debido a la presencia de alicina (Anexo 14) el cual posee una capacidad antioxidante (Anexo 15) que permite la disminución de AE.

A continuación, se presenta el comportamiento cinético del efecto mencionado anteriormente en el día 4 de almacenamiento.

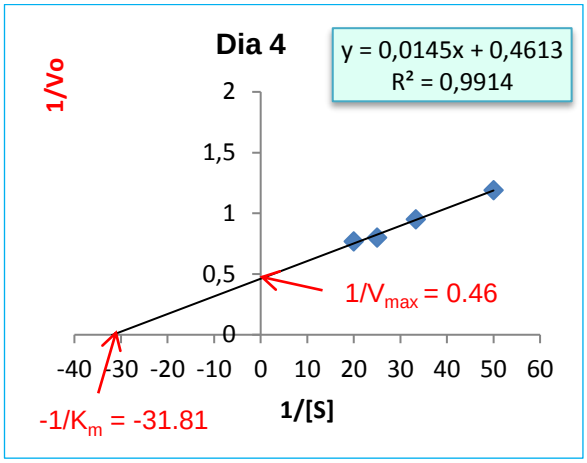


Figura 10. Representación gráfica de Lineweaver - Burk para la palta Fuerte

En la Figura 10 se presenta la gráfica obtenida en base a los resultados de la palta Fuerte (Anexo 16), en donde en el eje X se encuentra la inversa del sustrato (1 / [S]) y en el eje Y la inversa de la velocidad (1 / V_o), gráficamente al obtener la ecuación de la pendiente se logró determinar valores más exactos de K_m y V_{max} para cada periodo de almacenamiento, puesto que el grafico de Lineweaver – Burk es un herramienta más representativa y de fácil utilidad ya que permite identificar el K_m y V_{max}; donde el punto de corte con el eje de ordenadas es el equivalente a la inversa de V_{max}, y el de abscisas es el valor de -1 / K_m (Vásquez, 2003).

Se obtuvo los datos representativos de la cinética para la palta Fuerte (Anexo 17) en la cual se pudo observar el decrecimiento constante que presenta respecto a sus valores de K_m, en donde los parámetros cinéticos obtenidos fueron: K_m = 0.031372 y V_{max} = 2.163566 al día 4 de almacenamiento, así como también una menor relación respecto a V_{max} / K_m (68.96487) quien, a su vez mide la eficiencia de la enzima frente al sustrato.

Sin embargo existen estudios similares en donde utilizaron otros componentes para contrarrestar el pardeamiento enzimático, como por ejemplo: la inhibición de la actividad enzimática de la polifenoloxidasa extraída del banano mediante sistemas bifásicos acuosos

con isoespintanol y ácido ascórbico en donde se obtuvo un valor K_m = 0,01534 M, una $V_{máx}$ = 0,1035 (M / min) y una relación $V_{máx}$ / K_m = 6.74 min^{-1} (Guerrero, 2009), del mismo modo valores inferiores se encontraron en la cinética de la polifenoloxidasa de la manzana (Gache, Zore y Ghole, 2003) (K_m = 0.000263 M) y del tomate (Casado, 2014) (K_m = 0.00164 M) empleando catecol como sustrato, esta variación se pude deber a la fuente de donde se extrae la enzima; a su vez un estudio realizado por Pardo y Mendez, (2017) en la evaluación del efecto del ácido ascórbico como inhibidor de pardeamiento enzimático en el fruto de anona pulpa rosada determino un K_m = 0.00364 M / L, V_{max} = 0.000160 M / L*min y su eficiencia catalítica (V_{max} / K_m) de 0.044, valores similares a la cinética de la PPO de la pulpa sin refinar del banano (Chong, 2009) y en rucula (Landi, 2013) (K_m = 0.00377 M / L y 0.00416 M / L) respectivamente.

Teijón et al., (2006) mencionan que la constante de Michaelis – Menten (K_m) es un parámetro cinético importante debido a que K_m, da idea de la afinidad de una enzima (tendencia a unirse) a su sustrato: por lo que un K_m más bajo corresponde a una mayor afinidad por el sustrato, mientras que una K_m más alto corresponde a una menor afinidad por el sustrato. A diferencia de la V_{max} que depende de la concentración de enzima, K_m, siempre es la misma para una enzima particular en una reacción determinada.

4.1.3.2. Cinética de la palta Hass

Según las representaciones graficas de la Figura 9 en la que resaltó el efecto al 1 % de ajo deshidratado a 20 °C y a un tiempo de inmersión de 1 min, el cual logro minimizar la actividad de la polifenoloxidasa en un periodo de almacenamiento de 4 días, manteniendo una AE en un rango que fluctuó de 0.006 - 0.064 U / mL, dicho tratamiento resulto eficaz debido a la presencia de alicina (Anexo 14) el cual posee una capacidad antioxidante (Anexo 15) que permite la reducción de AE.

A continuación, se presenta el comportamiento cinético de la palta Hass.

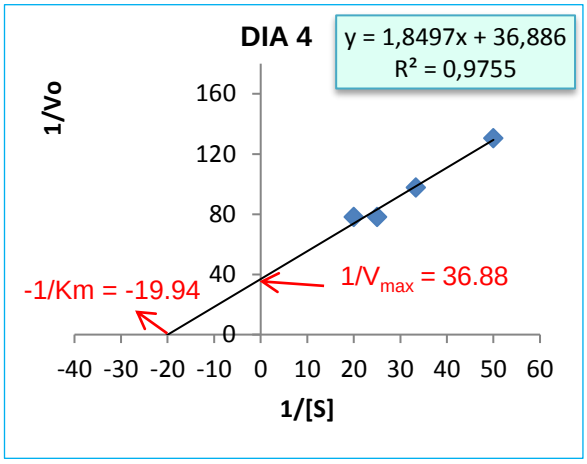


Figura 11. Representación gráfica de Lineweaver – Burk para la palta Hass

En la Figura 11 se puede visualizar el comportamiento de la inversa de la velocidad de reacción frente a la inversa de la concentración del sustrato (Anexo 18), según Vásquez (2003) el grafico de Lineweaver **–** Burk es una herramienta más representativa y de fácil utilidad ya que permite identificar el K_m, y V_{max}; donde el punto de corte con el eje de ordenadas es el equivalente a la inversa de V_{max}, y el de abscisas es el valor de -1 / K_m.

Obteniendo el valor de la pendiente del tratamiento evaluado al día 4 de almacenamiento, se determinó los datos representativos de la cinética de la palta Hass (Anexo 19), los cuales fueron: K_m = 0.0314 y V_{max} = 2.1677.

De forma similar se realizaron estudios por diferentes autores quienes tuvieron la finalidad de evitar el pardeamiento enzimático, como es el caso de Pardo, (2017) quien evaluó el efecto del ácido ascórbico como inhibidor de pardeamiento enzimático en el fruto de anona pulpa rosada determino un K_m = 0.00364 M / L, V_{max} = 0.000160 M / L*min y su eficiencia catalítica (V_{max} / K_m) de 0.044, valores similares a la cinética de la PPO de la

pulpa sin refinar del banano (Chong, 2009) y en rucula (Landi, 2013) (K_m = 0.00377 M / L y 0.00416 M / L) respectivamente.

Teniendo en cuenta ello, se puede afirmar que los valores determinados para K_m indican que la polifenoloxidasa de la pulpa de palta Hass tuvo una mayor afinidad por tal efecto, pero debido a que la relación V_{max}/ K_m mide la eficiencia de la enzima frente al sustrato, los resultados obtenidos nos mostraron que, en nuestro caso, la polifenoloxidasa del efecto proporcionado (V_{max} / K_m = 0.54060575) presento menor capacidad de pardeamiento enzimático.

Voet y Voet (2006) indican que existen inhibidores mixtos que muestran un comportamiento intermedio en el cual tienden a reducir consistentemente V_{max}, pero pueden aumentar o disminuir el K_m, dependiendo de a qué forma de la enzima (libre o unida a sustrato) se unan con más fuerza, por tal motivo interfieren la unión del sustrato y la formación del producto.

Así mismo Peña et al., (2004) mencionan que la inhibición mixta resulta generalmente de un efecto alostérico donde el inhibidor se une con otro sitio que no es el sitio activo de la enzima, por lo que la unión del inhibidor con el sitio alostérico cambia la estructura de la enzima de modo que la afinidad del sustrato por el sitio activo se reduce.

4.2. Análisis colorimétrico

4.2.1. Color en la pulpa de palta Fuerte

En la figura 12 se presenta las representaciones graficas de la variación del color (Anexo 20) respeto a los 4 días de almacenamiento, de acuerdo a los tratamientos de inmersión al que fue sometido la pulpa de la palta Fuerte.

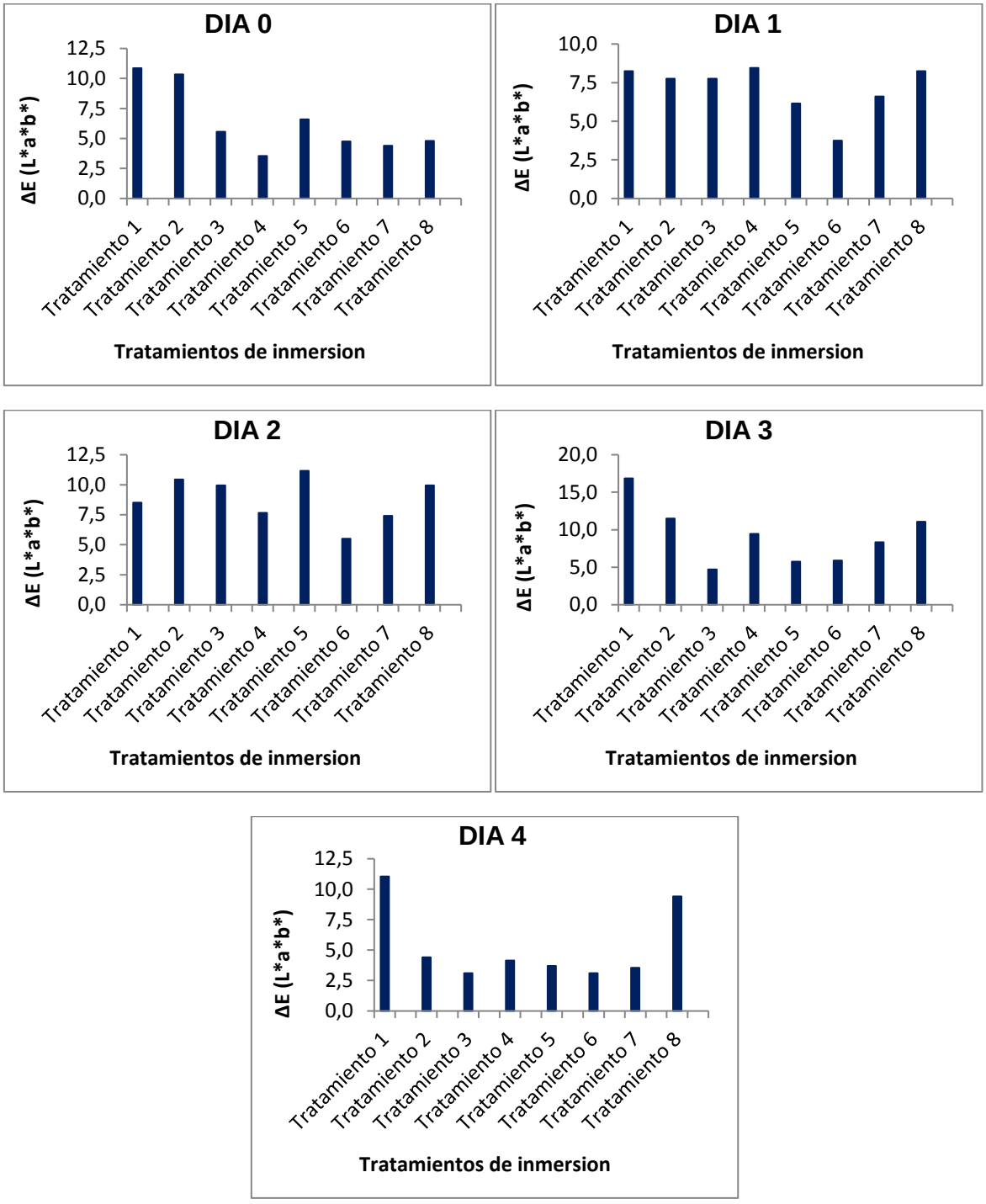


Figura 12. Representación gráfica de la variación del color (ΔE) para la pulpa de palta Fuerte

En donde:

- Tratamiento 1: 1 %, 20 °C, 1 min
- Tratamiento 2: 1 %, 20 °C, 2 min
- Tratamiento 3: 2 %, 40 °C, 1 min
- Tratamiento 4: 2 %, 40 °C, 2 min
- Tratamiento 5: 2 %, 20 °C, 1 min
- Tratamiento 6: 2 %, 20 °C, 2 min
- Tratamiento 7: 1 %, 40 °C, 1 min
- Tratamiento 8: 1 %, 40 °C, 2 min

Según las representaciones gráficas de la figura 12 se puede observar, que el tratamiento 1 manifestó valores máximos respecto a los 4 días de almacenamiento (ΔE = 10.9, ΔE = 8.3, ΔE = 8.5, ΔE = 16.9 y ΔE = 11.1), lo cual indica, que se produjo las reacciones de óxido – reducción, en donde se produce la degradación oxidativa de los pigmentos y lípidos, produciendo así, malos olores y colores desagradables (Leopoldini et al., 2004); sin embargo, el tratamiento 6 presentó una disminución en los días 0, 1 y 4 (ΔE = 4.8, ΔE = 3.8 y ΔE = 3.1); no obstante en los días 2 y 3 mostró un ligero aumento (ΔE = 5.5 y ΔE = 5.9) respecto a la variable de estudio, este comportamiento se pudo originar en el instante que se realizó el proceso de corte, ya que el oxígeno no es una variable interviniente en la obtención de los resultados al no poder ser controlada; asimismo Bruns (como se mencionó en Chávez, 2010) mencionó que el proceso de pardeamiento se desencadena en la presencia de cuatro compuestos: el oxígeno molecular, sustratos adecuados, polifenoloxidasa y cobre en el centro activo de la enzima.

En la tabla del ANOVA Multifactorial (Anexo 21) se mostró que las variables de Concentración (A) y Días de almacenamiento (D) tuvieron efectos altamente significativos respecto a ΔE ($p \leq 0.05$), no obstante, el factor de Temperatura (B), Tiempo de inmersión (C) demostraron que no influyen directamente sobre la variabilidad del color de la pulpa de la palta Fuerte ($p \geq 0.05$).

Respecto a las interacciones, la combinación de Concentración con Temperatura (AB) y la relación de Temperatura más Tiempo de inmersión (BC) influyen directamente sobre el aumento o la disminución del color ($p \leq 0.05$), en cambio la interacción de Concentración con Días de almacenamiento (AD), Temperatura más Días de almacenamiento (BD), Concentración con Tiempo de inmersión (AC), Tiempo de inmersión más Días de almacenamiento (CD) y la relación triple de Concentración, Tiempo de inmersión y Días de almacenamiento (ACD), Concentración, Temperatura y Días de almacenamiento (ACD) y Temperatura, Tiempo de inmersión y Días de almacenamiento (BCD) no manifestaron significancia respecto a la variación del color.

En referencia a la combinación de Concentración con Temperatura (AB) y Temperatura más Tiempo de inmersión (BC) Gil (2010), indicó que un aumento de la concentración del inhibidor produce un descenso inmediato de la actividad enzimática; pero la actividad volverá a recuperarse de inmediato, si desciende la concentración del inhibidor; asimismo, un trabajo realizado por Young y Man (2008), determinaron que a una concentración del 2 % de contenido de ajo en polvo mostraron una mejor calidad tanto física como organoléptica en pan blanco; a su vez Díaz, Fernández y Paredes (1997), señalaron que la temperatura es un factor que interviene en la determinación de la actividad enzimática, puesto que aumenta la velocidad de la reacción química.

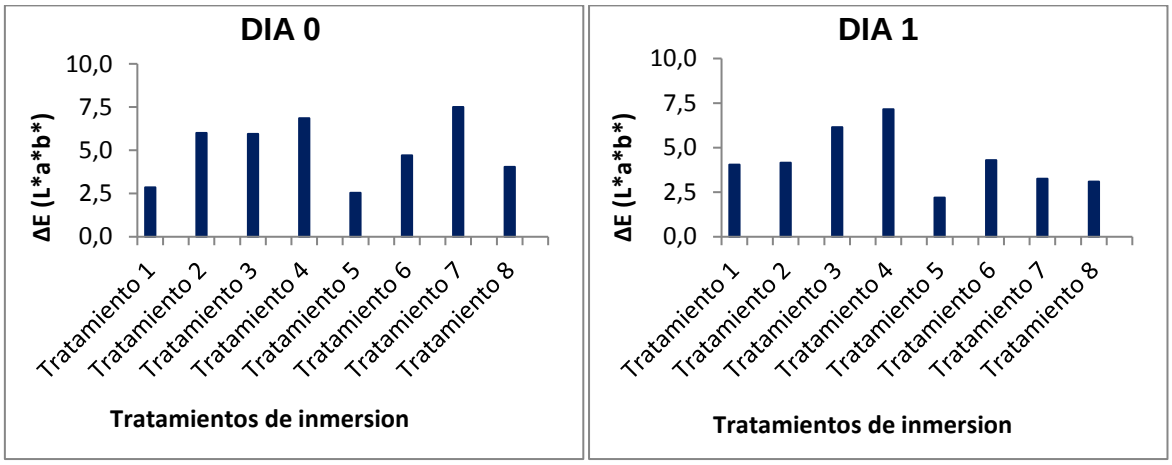
De acuerdo con la figura 12 CIE (como se mencionó en Valero, 2013) mostró que uno de los parámetros para evaluar la variación de color es la determinación de ΔE ya que manifiesta el cambio de las coordenadas de cromaticidad L* a* y b*; así mismo Álvarez, (2015) señaló que estas variaciones de color se deben a que cuando el tejido vegetal es cortado existe una exposición de los sustratos de tipo fenólico al oxigeno del aire, siendo convertidos por vía enzimática en melaninas, que son compuestos oscuros de color

marrón; sin embargo la ISO 12647 – 2, (2004) señala que los valores de Delta E que se encuentren de 0 – 1 son excelentes, de 1 – 2 son buenos, de 2 – 4 normal y por debajo o iguales a 5 es suficiente ya que por encima de dicho valor es considerado malo debido al mayor nivel de oscurecimiento.

Por ende, según los resultados obtenidos en esta investigación reafirman lo dicho por estos autores, puesto que según la figura 12 se obtuvo un ΔE por debajo de 5 según los días de almacenamiento.

4.2.2. Color en la pulpa de palta Hass

En la figura 13 se presenta el comportamiento de las gráficas respecto a la variación del color (Anexo 22) en función a los 4 días de almacenamiento, según los tratamientos de inmersión al que fue sometido la pulpa de la palta Hass.



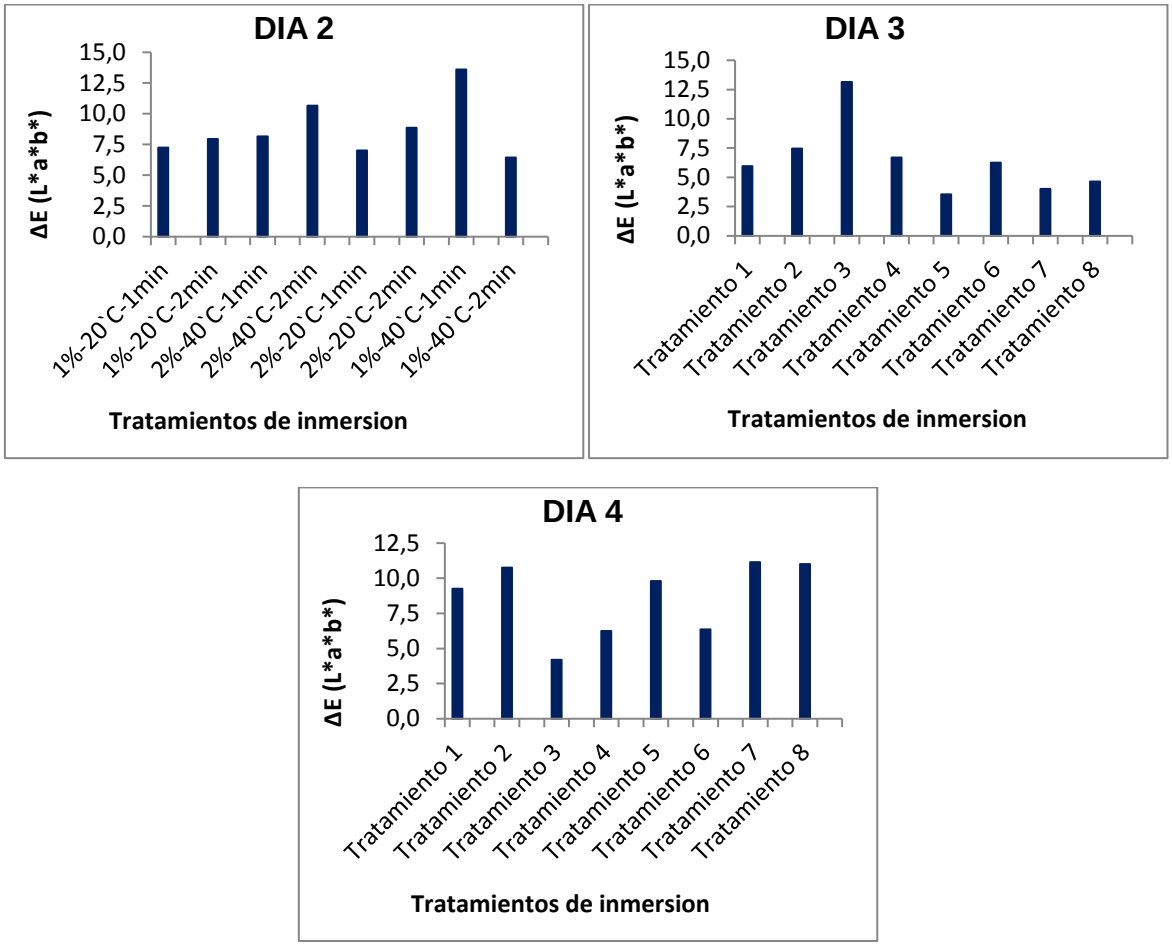


Figura 13. Representación gráfica de la variación del color (ΔE) para la pulpa de palta Hass

En donde:

- Tratamiento 1: 1 %, 20 °C, 1 min
- Tratamiento 2: 1 %, 20 °C, 2 min
- Tratamiento 3: 2 %, 40 °C, 1 min
- Tratamiento 4: 2 %, 40 °C, 2 min
- Tratamiento 5: 2 %, 20 °C, 1 min
- Tratamiento 6: 2 %, 20 °C, 2 min
- Tratamiento 7: 1 %, 40 °C, 1 min
- Tratamiento 8: 1 %, 40 °C, 2 min

De acuerdo con la figura 13 se puede visualizar, que del día 0 al día 1 el tratamiento 1 mostró un ligero incremento (ΔE = 2.9 y ΔE = 4.1) a comparación de las demás muestras; no obstante, en los días 2, 3 y 4 manifestó un comportamiento elevado (ΔE = 7.3, ΔE = 6.0 y ΔE = 9.3), el cual sobrepaso los límites permisibles según la ISO 12647 – 2, (2004). Por

consiguiente, el tratamiento 8 manifestó una disminución en los días 0, 1 y 3 (ΔE = 4.1, ΔE = 3.1 y ΔE = 4.7) respecto a la variación del color; sin embargo en los días 2 y 4 se presentó un exceso (ΔE = 6.5 y ΔE = 11.0), lo cual señala que estarían por encima del rango mínimo permisible (ΔE = 5.0); según Nicolás (como se citó en Chávez, 2010) estos incrementos en la variación del color en la pulpa de palta Hass se debe a la alteración del color de los productos hortofrutícolas frente al pardeamiento enzimático, generando alteraciones sensoriales tales como mal olor, perdida de firmeza y decoloración; asimismo se pudo deberse a la inestabilidad de la alicina frente al aceite vegetal presente en la palta, ya que la palta Hass posee un contenido de aceite que fluctúa entre 18 y 22 % (Maza, 2008); de igual forma Ortiz y Blanco, 2015 mencionaron que las enzimas presentes en la palta son responsables de múltiples reacciones, las cuales generan pérdidas organolépticas en el producto.

Según el ANOVA Multifactorial (Anexo 23) el factor de Días de almacenamiento (D) fue quien influyó en gran medida sobre ΔE de la pulpa de palta Hass ($p \leq 0.05$), no obstante, las variables de Concentración (A), Temperatura (B) y Tiempo de inmersión (C) mostraron no tener efecto sobre la variable de estudio ($p \geq 0.05$).

Por consiguiente, las interacciones de Concentración más Temperatura (AB), Concentración y Días de almacenamiento (AD), Temperatura con Tiempo de inmersión (BC), Concentración con Tiempo de inmersión (AC), Temperatura y Días de almacenamiento (BD), Tiempo de inmersión más Días de almacenamiento (CD) y los efectos triples de Concentración, Temperatura y Días de almacenamiento (ABD), Concentración, Temperatura y Tiempo de inmersión (ABC), Concentración, Tiempo de inmersión y Días de almacenamiento (ACD) y Temperatura, Tiempo de inmersión con Días

de almacenamiento (BCD) indicaron que no intervinieron en los resultados obtenidos para ΔE ($p \geq 0.05$).

En mención a los Días de almacenamiento (D) Majumdar et al., (2015) demostraron que a una concentración del 1% de extracto acuoso de ajo se mantuvo un control aceptable de las pangas tailandeses hasta 12 días almacenamiento; igualmente un estudio realizado por Gundogdu, Cakmakci y Dagdemir (2009) manifestaron que a una concentración del 1% de ajo fue más favorable que muestras aplicadas con menor porcentaje (0.5%) en la conservación del yogur agitado; es por ello que Hernández (1999) manifiesta que los antioxidantes pueden retrasar el comienzo o reducir la velocidad de oxidación de las sustancias autooxidables; como es el caso del ajo fresco y muchos derivados los cuales poseen efecto antioxidante, capaces de inhibir la formación de radicales libres, dependiendo de su estabilidad (López, 2007).

En referencia a la figura 13 CIE (como se mencionó en Valero, 2013) afirmo que uno de los mejores parámetros para evaluar la variación de color es la determinación de ΔE ya que refleja el cambio de las coordenadas de cromaticidad L* a* y b*; por otro lado, Álvarez, (2015) indicó que estas variaciones de color se deben a que cuando el tejido vegetal es cortado existe una exposición de los sustratos de tipo fenólico al oxigeno del aire, siendo convertidos por vía enzimática en melaninas, que son compuestos oscuros de color marrón; además la ISO 12647 – 2, (2004) señaló que los valores de ΔE que se encuentren en un rango de 0 – 1 son excelentes, de 1 – 2 son buenos, de 2 – 4 normal y por debajo o iguales a 5 es suficiente ya que por encima de dicho valor es considerado malo debido al mayor nivel de oscurecimiento.

Por ende, según los resultados obtenidos en esta investigación se pueden reafirman lo dicho por estos autores, ya que los tratamientos mostraron diferentes comportamientos

según el efecto al cual se les sometió presentando un valor inferior a 5 dependiendo de los días de almacenamiento.

CAPITULO V.

CONCLUSIONES

Se obtuvo 0.217 mg de alicina/g de ajo deshidratado, componente bioactivo que tiene efecto antioxidante y ha disminuido la actividad enzimática de la palta Fuerte hasta valores de 0.0 – 0.045 U / mL, a su vez redujo la variación del color (≤ 5) cuando la temperatura = 20 °C, tiempo de inmersión = 2 min y la concentración sea del 2 %.

En la palta Hass disminuyo la actividad enzimática hasta valores de 0.0 – 0.064 U / mL, y a su vez redujo la variación del color (≤ 5) cuando la temperatura = 20 °C, tiempo de inmersión = 1 min y la concentración sea del 1%.

CAPITULO VI.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un estudio del efecto inhibitorio del pardeamiento enzimático del ajo deshidratado en pasta de palta.

Se recomienda hacer estudios del efecto combinado del ajo deshidratado con el bisulfito de sodio a 300 ppm en la inhibición del pardeamiento enzimático.

CAPITULO VII.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar M., M. (2005). Propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate. México: Instituto Politécnico Nacional. 112p.

Recuperado de:

http://tesis.ipn.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/1841/515_2005_CICATA-LEGARIA_MAESTRIA_miguel_aguilar.pdf

Álvarez C., A. (2015). Relación entre propiedades reologicas y de calidad durante la maduración de palta Hass (*Persea americana Mill*). Santiago, Chile.

Recuperado de:

http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137812/Relacion-entre-propiedades-reologicas-y-de-calidad-durante-la-maduracion-de-palta-Hass.pdf

Araya, F., Ratti, C., Mendez, L., & Makhlouf, J. (2007). Drying of Garlic (*Allium sativum*) and its effect on Allicin retention. *Journals*, 25(2), 349 - 356.

Recuperado de:

http://mvw.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07373930601120100

Barquero Quiros, M. (2004). Mecanismos y aplicaciones de la cromatografía liquida de alto desempeño (1 ed.). (U. d. Rica, Ed.) Costa Rica: San Jose, C.R.

Recuperado de

https://books.google.com.pe/books?id=Q6U1xfaxvkIC&printsec=frontcover&h1=e s#v=onepage&q&f=true

Bender B., D., & Barenas P., M. (2013). El ajo y sus aplicaciones en la conservación de alimentos. Temas selectos de Ingeniería de Alimentos.

Recuperado de:

http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-71-Bender-Bojalil¬et-a1-2013.pdf

Bocchini, C., Andalo, R., Pozzi, G., & Galleti, A. (2001). Determination of diallyl thiosulfinate (allicin) in garlic (*Allicin sativum L*.) by high - performance liquid chromatography with a post-column photochemical reactor. *Researchgate*, 37 - 43. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/229101922

Bran - Williams, W., Cuverlier, M., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Sciencedirect*, 28, 25 - 30.

Recuperado de:

http://radio.cuci.udg.mx/bch/EN/Manuals/Techniques/DPPHoriginal_LebensWissTechnol_1995-v28-p25.pdf

Casado, J. (2004). Purificación y Caracterización Cinética De Polifenoolxidasa de Tomate. Revista de la Facultad de Química Farmacéutica de Colombia, 13(2), 13-19.

Chavez, C. (2010). Efecto de la potencia y el tiempo de escaldado en horno microondas sobre la actividad de la polifenoloxidasa, características fisicoquímicas y sensoriales del puré refrigerado de palta (*Persea americana Mill*) var. Fuerte. Trujillo, Perú.

Recuperado de:

http://agroind.unitru.edu.pe/investigaciones/tesises/efecto_de_la_potencia_y_el tiempo_de_escaldado_en_horno_microondas_sobre_la_actividad_de_la_polifenoloxidasa_caracteristicas_fisicoquimicas_y_sensoriales_del_pure_refrigerado_de_palta_va_fuerte.pdf

Chong, C. 2009. Propiedades de polifenoloxidasa obtenido de la pulpa y piel de Musa acuminata x balbisiana Colla cv. "Pisang Awak". CyTA - *Journal of Food* 9:25-30.

CIE. (1971). Colorimetry (Official recommendations of the International Commission on Ilumination) CIE. Bureau Central de la CIE (15 (E-1.3.1)).

Recuperado de: dba.med.sc.edu/price/irf/Adobe_tg/models/cielab.html

Cordova B., M. (2010). Extracción y purificación de alicina a partir de ajo (Allium sativum L.); implicaciones analíticas. (I. p. Integral, Ed.) Oaxaca: Instituto Politécnico Nacional.

Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/278130791_Antioxidative_and_antimicrobial_effects_of_garlic_in_ground_camel_meat

Diaz P., J., Fernandez D. B., M., & Parede S., F. (1997). Aspectos basicos de Bioquimica clinica (Ilustrada ed.). Marid: Diaz de Santos.

Gache , R., Zore, G., & Ghole, V. (2003). Kinetics of inhibition of Polyphenol Oxidase Mediated Browning in Apile Juice by b-Cyclodextrin y L-Ascorbate-2-triphosphate. Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry, 18(1), 1-5.

Gheisari, H., & Ranjbar, V. (2012). Antioxidative and antimicrobial effects of garlic in ground carnet meat. Tübitak, 36(1), 13-20.

Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/278130791_Antioxidative_and_antimicrobial_effects_of_garlic_in_ground_camel_meat

Gil, A. (2010). Tratado de Nutrición - Bases fisiológicas y Bioquímicas de la Nutrición (2 ed.). Madrid: Medica Panamericana. 992 p.

Greco, M. (2011). Estudio de procesos de Deshidratación industrial de ajo con la finalidad de preservar glicina como principio bioactivo. Argentina: Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias.

Recuperado de:

http://bdigital.uncu.edu.adobjetos_digitales/4202/tesis-florenciagreco.pdf

Guapulema V., M. (2013). Proceso y Elaboración de Capsulas de Ajo. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química. Recuperado de http://repositorio.ug.edu.edbitstreann/redug/3641/1/1107.pdf

Guerrero-Beltrán, J.A., B.G. Swanson y G.V. Barbosa-Cánovas. (2005) Inhibition of polyphenoloxidase in mango puree with 4-hexylresorsinol, cysteine and ascorbic acid, LWT, 38, 625-639.

Guerrero E., C. (2009). Inhibición de la actividad enzimática de la polifenoloxidasa extraída del banano (Cavendish valery) mediante sistemas bifásicos acuosos con isoespintanol y ácido ascórbico. Medellin, Colombia.

Gundogdu, E., Cakmakci, S., & Dagdemir, E. (2009). The Effect of Garlic (*Allium sativum L.)* on Some Quality Properties and Shelf-Life of Set and Stirred Yogurt. Tübitak, 33(1), 27 - 35.

Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/228658073_The_Effect_of_Garlic_Allium_sativum_L_on_Some_Quality_Properties_and_Shelf-Life_of_Set_and_Stirred_Yoghurt

Hernández M., E., & Briceño B., L. (2009). Evaluación del pardeamiento enzimático durante el almacenamiento en congelación del puré de palta (*Persea americana Mill)* var. Hass. La Molina, 70(4), 12.

Recuperado de: http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/537

Hernández R., M., & Sastre G., A. (1999). Tratado de Nutrición. Madrid, España: Días de Santos S.A.

Recuperado de: https://books.google.com.pe/books?id=SQLNJOsZCIwC&h1=es&source=gbs_navlinks_s

lbarz, A., & Barbosa, C. (2011). Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos. México: Mundi Prensa.

Ihl, M., Aravena, L., Scheuermann, K., Uquiche, E., & Bifani, V. (2003). Effect of immersion solutions on shelf - life of minimally processed lettuce. *Sciencedirect*, 36, 591 - 599. Doi: 10.1016/S0023-6438(03)00065-3

ISO 12647-2. (2004). Grafics technology - Process control for the production of half - tone colour separations, proof and production prints (2 ed.). 26.

Recuperado de: http://www.sovsib.ru/color/isol2647_en.pdf

Landi, M. 2013. Role of ascorbic acid in the inhibition of polyphenol oxidase and the prevention of browning in different browning-sensitive Lactuca sativa var.capitata (L.) and Eruca sativa (Mili.) stored as fresh-cut produce. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93(8).

Leon, K., Mery, D., Pedreschi, F., & Leon, J. (2006). Color measurement in L*a*b* units from RGB digital images. *Food Research International*, 1084-1091.

Leopoldini M, Marino, T., Russo, N., & Toscano, M. (2004). Antioxidant properties of phenolic compounds: H-atom versus electrón transfer mechanism, En: J. Phys. Chem. A. (Vol. 108).

Recuperado de: http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jp037247d

Lineweaver, H., & Burk, D. (1934). The determination of enzyme dissociation constants. *Jounal American Chemical Society*, 56(3), 658-66. Doi: 10.1021/a01318a036

Lopez, M. (2007). El ajo: propiedades farmacológicas e indicaciones terapéuticas (Vol. 26). (Fitoterapia, Ed.)

Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5324419

Luque, A. R. (2014). Evaluación de la Ciclodextrina como inhibidor del pardeamiento enzimático en pasta de palta (Persea americana Miller) variedad Fuerte. Puno: Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano.123.

Recuperado de:

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3416/Rafael_Luque_Alex.pdf?sequence=1

Majumdar, R. K., Saha, A., Maurya , P., Roy, D., Shitole, S., & Balange, A. (2015). Efect of garlic extract on physical oxidative and microbial changes during refrigerated storage of restructuresd product from thai pangas (pangasianodon hypophthalmus) surimi. *Journals*, 52(12), 10.

Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/280572791

Manzanedo, G. (04 de Mayo de 2016). Productores envían 10 toneladas de palta hass a China.

Recuperado de:

https://diariocorreo.pe/edicion/moquegua/moquegua-productores-envian-10-toneladas-de-palta-hass-a-china-670551/. Moquegua.

Maza, S. (2008). Estudio de palta en el Perú y el Mundo. Dirección General de Información Agraria.

Recuperado de:

http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio_palta.pdf

Menjivar P, J., & Vanegas T., A. (2014). Efecto del ácido etilendiaminatetraacetico en la actividad de la polifenoloxidasa en puré de mango (Mangifera indica Var. Haden). Honduras.

Norul, L., Rahman, A., Suan, L., Mohamad, R., & Ramlan, A. (2013). Physicochemical and radical scavenging activities of honey samples from Malaysia Agricultura' Sciences. Scirp, 4(58), 46 - 51.
Recuperado de:
http://file.scirp.org/pdf/AS_2013071516381592.pdf

Ortiz U., C., & Blanco B., T. (2015). Alimentos: Bromatología (2 ed.). Lima, Perú: Yo Público S.A.C.
Recuperado de:
https://books.google.com.pe/books?id=fzVuCAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=true

Pacheco G., J., Tome, E., Guerra, M., & Raybaundi, R. (2011). Efecto antioxidante y antimicrobiano de sales de ácidos orgánicos y extractos naturales en filetes de bagre dorado (Brachyplatystoma rousseauxii) refrigerados. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2(1), 16 - 40.
Recuperado de: https://sites.google.com/site/1rvcta/v2-n1-2011/r2

Palou, E., Hernandez S., C., Lopez M., A., Barbosa C., G., Swanson B., & Welti Ch. (2000). High pressure-processe guacamole. *Innovate Food Science & Emerging Technologies*, 1, 69-75. Doi: 10.1016/S1466-8564(99)00002-8

PALPEX. (27 de Septiembre de 2010). Cadena productiva de la Palta.
Recuperado de: http://palpex.blogspot.pe/2010/09/cadena-productiva-de-la-palta.html

Pardo V., G., & Mendez M., S. (2017). Evaluación del efecto del ácido ascórbico como inhibidor de pardeamiento enzimático en el fruto de anona pupa rosada (*Anona diversifolia*) y en la cinética de la polifenoolxidasa. San Salvador.

Peng, X., Zou, R., Chen, J., Zhang, O., Cui, P., Chen, F.,.. Xia, Z. (2014). Allicin inhibits microbial growth and oxidative browning of fresh - cut lettuce (*Latuca sativa*) during refrigerated storage. *Revista Researchgate*, 7(6).
Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/257764572

Peña D., A., Arroyo B., A., Gomez P., A., Tapia I., R., & Gomez E., C. (2004). Bioquímica. México: Limusa S.A.
Recuperado de:
https://books.google.com.pe/books?id=EFUP472dyEMC&pg=PA202&dq=inhibicion+enzimatica&h1=es&sa=X&ved=0ahUKEwi22c2T5ZbYAhWDTSYKHZq1Do EQ6AEILDAB#v=onepage&q=inhibicion°/020enzimatica&f=false

PROHACIENDO, (2001). Corporación para la promoción del desarrollo rural y agroindustrial del Tolima. «El cultivo de aguacate.» Módulo para el desarrollo tecnológico de la comunidad rural, Ibagué. 49p.

Rahman, M., Fazlic, V., & Saad, N. (2012). Antioxidant properties of rar arlic (Allium sativum) extract. *International Food Research Journal*, 19(2), 589 - 591. Recuperado de http://www.ifrj.upm.edu.my/19%20(02)%202012/(32)1FRJ-2012%20Rahman.pdf

Roca S., P., Olievr O., J., & Sastre S., J. (2011). Universitat de les Illes Balears, Departament de Biologia Fonomental i Ciencies de la Salut. (BioROM, Editor)
Recuperado de:
http://www.biorom.urna.es/contenido/U1B/Jmoldesarrollo/enzimas/enzima5.html

Sallam, K., Ishioroshi, M., & Samejima, K. (28 de Febrero de 2007). Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. *Journals*, 37(8), 12. Recuperado de https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC180570

Schwartz, M., Quitral, V., Dacarett, C., & Callejas, R. (2011). Effect of the addition of garlic on the stability and sensory quality of olive paste. *Revista CSIC Grasas y Aceites*, 62(3), 337 - 343. Recuperado de http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/1332/1330

Sanwal, G., & Payasi, A. (2007). Garlic extract plus sodium metabisulphite enhances shelf life of ripe banana fruit. *International Journal of food Science an Technology* (42), 303-311. doi:10.1111/j.1365-2621-2006.01222.x

Saliva, R., Elez, P., Sebastián, M., & Martin, 0. (2001). Evaluate of browning effect on avocado pure preserved by combined methods. *Sciencedirect*, 1, 261 - 268. Recuperado de: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856400000333

Teliz, D., & Mora, A. (2007). El aguacate y su manejo integrado (2 ed.). México: Mundi Prensa.

Teijon R., J., & Garrido P., A. (2009). Bioquímica estructural, Conceptos y tets. Tebar. Recuperado de: https://books.google.com.pe/books?id=BPOTvYykfwAC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=true

Teijón, J. A., Teijon R., A., Blanco G., D., Villaverde G., C., Mendoza O., C., & Ramírez R., J. (2006). Fundamentos de bioquímica estructural (2 ed., Vol. 1). (R. Irrazabal, Ed.) Madrid, España: TEBAR, S. L.

Valdebenito P., J. (1981). Variación estacional del contenido de aceite, humedad y principales ácidos grasos en paltas (*Persea americana Mill*} cv. Hass. Quillota, Chile.

Recuperado de: http://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-ZN-W-XNaldebenitoJuan1981.pdf

Valero M., A. (2013). Principios de color y holopintura. Club Universitario. 418.

Recuperado de: https://books.google.com.pe/books?id=CXqrBAAAQBAJ&printsec=frontcover&h1=es#v=onepage&q&f=true

Vásquez C., E. (2003). Gráfico de Lineweaver-Burk. México: UNAM.

Recuperado de: http://laguna.fmedic.unam.mx/evazquez/0403/ecuacion%20de%20michaelis4.html

Villalobos, D. (2012). Evaluación física y química para evitar la oxidación en la pasta de aguacate mínimamente procesada. El Salvador: Universidad DR. José Matías Delgado, Facultad de Agricultora e Investigación Agrícola. 89p.

Recuperado de: webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/.../TESIS/04/AGI/ADVE0000826.pdf

Voet, D., & Voet, J. (2006). Bioquímica (3 ed.). Buenos Aires, Bogotá, Argentina: Medica Panamericana S.A.

Recuperado de: https://books.google.com.pe/books?id=r5bedH_aSTOC&pg=PA487&dq=km+cinetica+enzimatica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiG_bPFxZbYAhWGMyYKHRdUAl0Q6AEIODAD#v=onepage&q=km%2OcineticacY020enzimatica&f=false

Young, H., & Man, S. (2008). Quality characteristics of white pan bread with garlic powder. *Koreascience*, 21(4), 485 - 491.
Recuperado de:
http://www.koreascience.or.kr/article/ArticleFullRecord.jsp?cn=HGSPB1_2008_v21n4_485

Zambrano, Z.; Sanchez, P.; Almazan, R.; Cruz, V.;. (1994). Informacion Tecnologica (Vol. 1).Factores fisicoquimicos que controlan la velocidad de oscurecimiento en pure de manzana, de pera y de platano. Chile.63-68 p.

ANEXO

Anexo 1. Porcentaje de materia seca de la palta Fuerte

Palta Fuerte	Peso inicial (g)	Peso final (g)	% Materia Seca
Repetición 1	8.0	2.443	30.54
Repetición 2	8.0	2.444	30.55
Repetición 3	8.0	2.443	30.54
Promedio			**30.54**

Anexo 2. Porcentaje de materia seca de la palta Hass

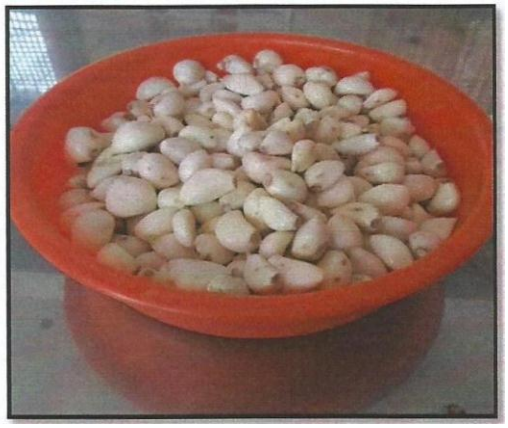
Palta Hass	Inicial (g)	Final (g)	% Materia Seca
Repetición 1	8.0	2.106	26.33
Repetición 2	8.0	2.107	26.34
Repetición 3	8.0	2.106	26.33
Promedio			**26.33**

Anexo 3. Proceso para la extracción del ajo deshidratado

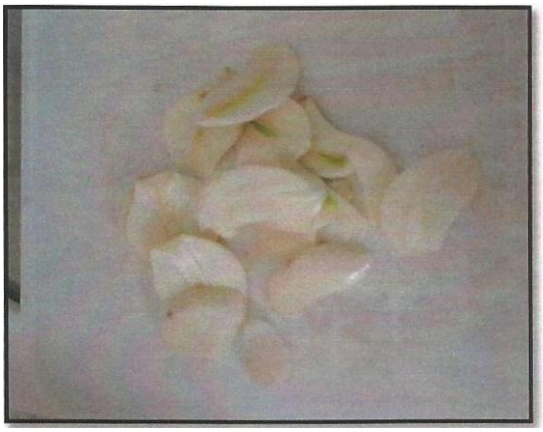
- Selección del ajo



- Pelado



- Cortado



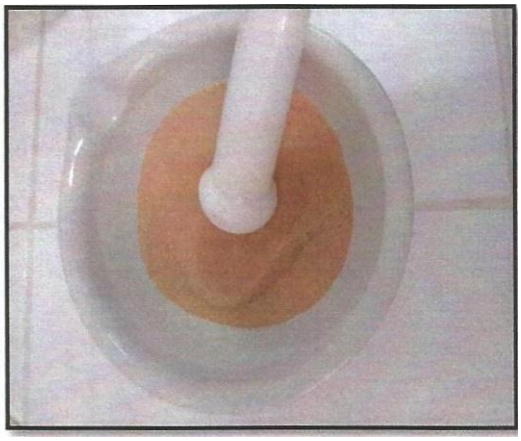
- Mezclado



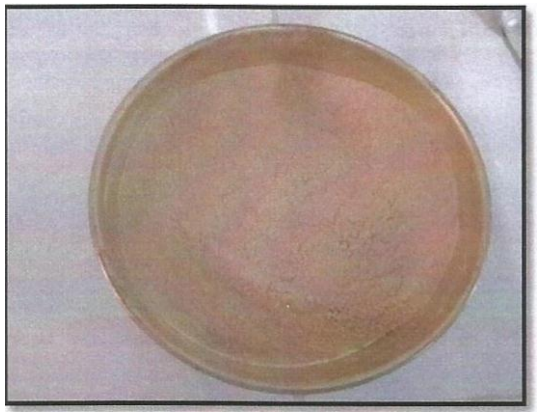
- Deshidratado

- Molienda en mortero



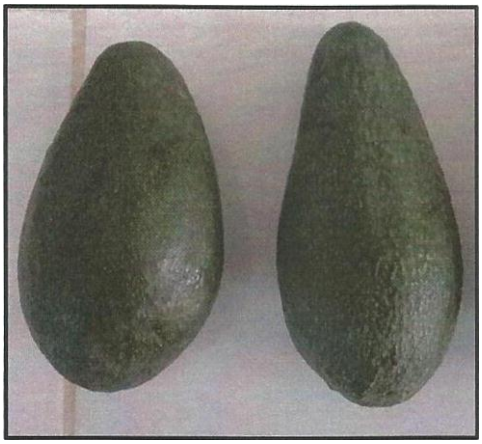


- Tamizado

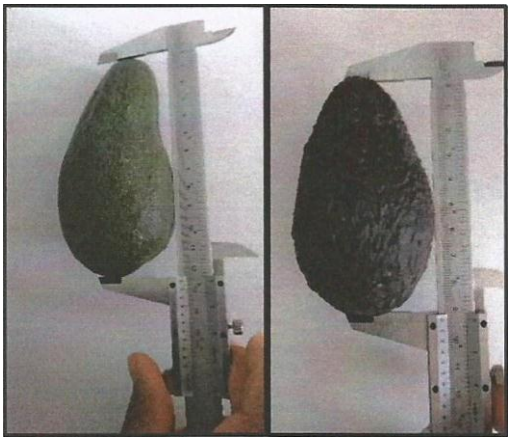


Anexo 4. Proceso de inmersión de la palta

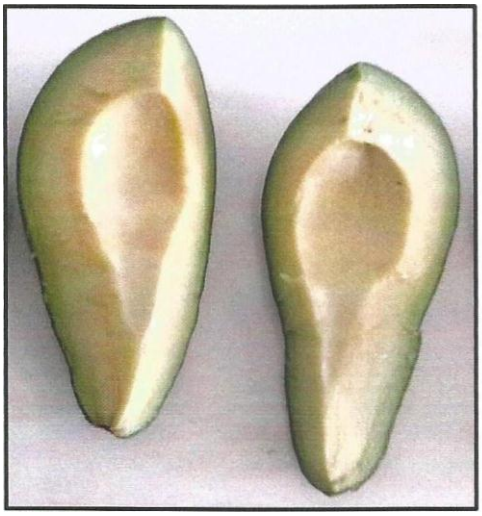
- Recepción de la palta



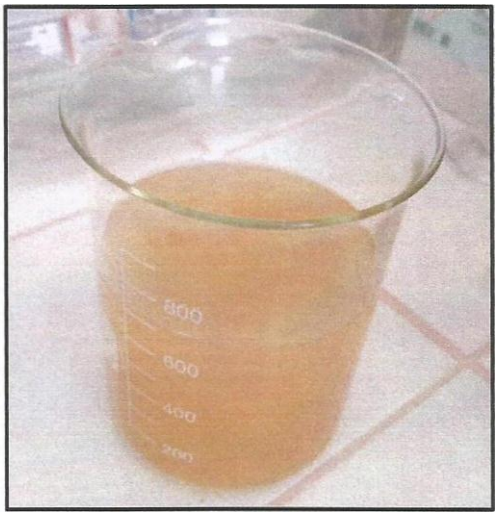
- Selección



- Cortado



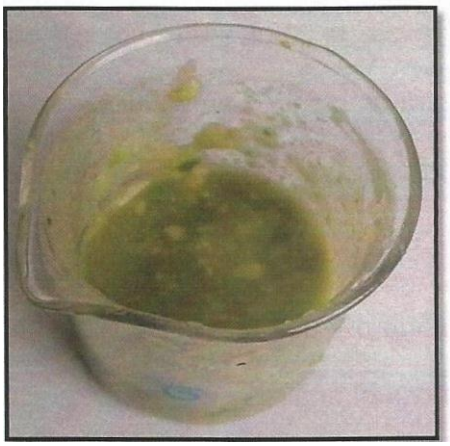
- Proceso de inmersión

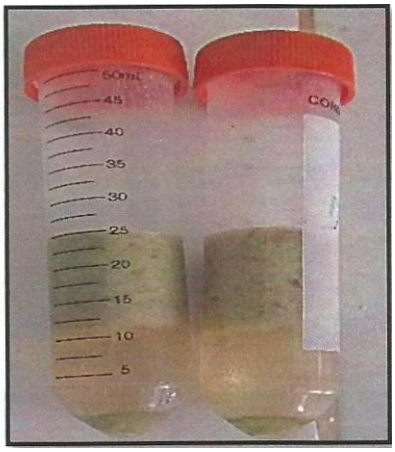


- Almacenamiento

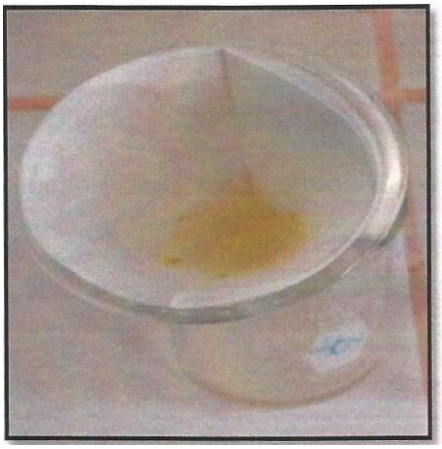


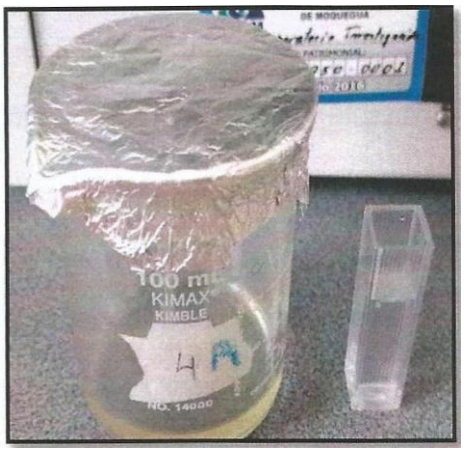
- Mezcla de la pulpa de palta con buffer 6.5 -Separación del residuo solido





- Filtrado del sobrenadante extraído - Evaluación en el espectrofotómetro





Anexo 5. Proceso para la determinación de alicina del ajo deshidratado

a. Método 1:

Los dientes de ajo se mezclaron con agua de grado HPLC en una proporción de 5 mL de agua por 1 g de ajo. La mezcla mezclada se dejó en reposo durante 10 min para asegurar una reacción enzimática completa de alliin con alinasa. La mezcla se mezcló con papel fiter a través de un embudo Buckner, luego se centrifugó a 3.500 rpm durante 30 segundos, y se fializó nuevamente con un fiter jeringa, para asegurar que ninguna partícula de ajo obstruiría la columna. Fase móvil HPLC, en este análisis, fue ajustado con metanol y agua, a una relación de 60:40 de agua a metanol. La longitud de onda UV se estableció a 254 nm con un volumen inicial de 20 µL y un flujo de 1 µL / min, a una presión máxima de 350 Barr y temperatura ambiente. Las condiciones de HPLC se configuraron como las mejores para acomodar los químicos y materiales disponibles, así como la estabilidad de la alicina.

DPPH: Los dientes de ajo se machacaron con mortero y una maja, con la adición de agua, en la misma proporción de agua a ajo que con el análisis de HPLC indicado anteriormente. Se frunció, luego se centrifugó y se presionó con la jeringa para evitar que las partículas de ajo afectaran el estudio. La solución se dejó 10 min para completar la reacción enzimática. Las soluciones DPPH y Trolox se prepararon diariamente, se mezcló una proporción 1:1 de muestra de ajo con DPPH; donde en cuestión de segundos la actividad de barrido fue visible a simple vista. Quince minutos después de que se añadió 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), la muestra se colocó en un espectrofotómetro y la absorbancia se evaluó entre 400 y 750 nm. La solución Trolox también se mezcló con DPPH, en una proporción 1:1, para producir el control positivo para estas muestras. La solución DPPH solo se usó como control negativo.

b. Método 2:

Extracto no purificado: una cantidad pesada de ajo comprado en la tienda se trituró durante 1 min usando un mezclador de licuadora en presencia de agua destilada (10 veces en peso). El extracto acuoso se filtró y se diluyó a 500 mL con agua. Una alícuota del extracto diluido se filtró a través de un filtro de tamaño de poro de 0,22 pm se inyectó como tal.

Extracto purificado: El extracto diluido (10 mL), preparado como se describe en el párrafo anterior, se saturó con NaCI y se extrajo con 10 ml de diclorometano (tres veces). Las tres fracciones orgánicas se recogieron, se secaron sobre Na_2SO_4 anhidro y se desecaron mediante evaporación rotatoria. La muestra seca se disolvió en 10 mL de MeOH y se inyectó.

Anexo 6. Proceso para la determinación de la capacidad antioxidante del ajo deshidratado

a. Método 1:

Todos los datos espectrofotométricos se obtuvieron utilizando un espectrofotómetro Utrianon 810 Kontron. Se usaron cubetas desechables (1 cm x 1 cm x 4,5 cm) de Muller Ratiolab (Dreieich, Alemania) para mediciones de absorbancia visibles. Actividades antirradicales de antioxidantes potentes por DPPH Las actividades antioxidantes se determinaron usando DPPH como un radical libre. Para cada antioxidante, se probaron diferentes concentraciones (expresadas como la cantidad de moles de DPPH antioxidante / mol). Se añadió una solución antioxidante en metanol (0,1 mL) a 3,9 mL de una solución de 6 x 10 – Smol / L metanol DPPH e. La disminución de la absorbancia se determinó a 515 nm a O min, 1 lluvia y cada 15 min hasta que la reacción alcanzó una meseta.

b. Método 2:

La actividad de barrido de radicales de la miel se midió de acuerdo con el 2, 2 – difenil–1–picryhydrazyl (DPPH). Este método mide la reducción de DPPH color púrpura a amarillo. Se mezclaron 0,75 mL de solución de miel (0,02 – 0,04 g / mL de metanol) con 1,5 mL de solución de DPPH 0,02 mg / mL. La mezcla compleja contra DPPH se midió usando un espectrofotómetro UV – Vis (Perkin Elmer, Lambda 25) a 517 nm después de 15 min de incubación a 25 ° C. El blanco de muestra consistió en 0,75 mL de metanol y 1,5 mL de DPPH metanólico. La curva estándar de ácido ascórbico (0 – 10 mg / L) fue trazado para la calibración. La actividad de eliminación de radicales libres se expresó como CI50.

Anexo 7. Proceso para la determinación de la actividad enzimática

a. Extracción de la polifenoloxidasa:

Una porción de 25 g de puré de palta se mezcló con 25 mL de una solución de buffer Mcllvaine a pH 6.5. La mezcla homogeneizada se centrifugó (12000 rpm. durante 30 min.) al vacío a 4 °C. El residuo sólido fue desechado y el sobrenadante extraído fue filtrado a través de papel Whatman N° 4. El líquido resultante constituye el extracto enzimático.

b. Medida de la actividad de la polifenoloxidasa:

La actividad enzimática se determinó a través de la densidad óptica (DO) colocando 3 mL de solución de catecol 0.02M (sustrato) en una cubeta de vidrio de 1 cm de ancho y se agregó 70 µL de extracto enzimático (EE). Se hicieron lecturas de la absorbancia a 410 nm cada 10 segundos durante un tiempo de 3 min. La actividad enzimática (ADO / min) fue calculada usando regresión lineal de la parte inicial lineal de la curva "absorbancia vs tiempo de reacción".

La actividad enzimática fue calculada aplicando la siguiente formula:

$$Actividad\ enzimatica = \frac{m * Vt}{\epsilon * \gamma * Ve}$$

Donde:

- Actividad enzimática = [µmol / min x mL]
- m = pendiente de la curva (abs / min)
- Vt = volumen total de la solución (mL)
- Ve = volumen de enzima en la celda (mL)

- E = coeficiente de extinción molar = (abs x mL / cm x µmol)
- ɣ = longitud de paso de cubeta = 1 cm

c. Cálculo de la velocidad máxima de reacción enzimática ($V_{máx}$)

Primero se determinó por triplicado la velocidad enzimática inicial (V0) a cuatro diferentes concentraciones [S] del sustrato catecol: 0.02, 0.03, 0.04 y 0.005 M, a las que luego se les adicionó 0.5 mL de extracto enzimático (EE) respectivamente. Luego se aplicó la ecuación de Lineweaver – Burk (1934), forma lineal de la ecuación de Michaelis – Menten.

$$\frac{1}{Vo} = \frac{Km}{Vmax}\frac{1}{[S]} + \frac{1}{Vmax}$$

En esta ecuación, la pendiente y los interceptas en X e Y permiten la determinación de la constante de Michaelis – Menten (K_m) y la velocidad máxima enzimática ($V_{máx}$).

Anexo 8. Proceso para la determinación del color

Se midió en el colorímetro CR – 20, la luminosidad "L*", la coordenada "a*" (donde a* es eje de rojo y a- es eje de verde) y la coordenada "b*" (donde b+ es eje de amarillo y b- es eje de azul) estas características se determinaron al inicio del proceso y durante las evaluaciones, los cuales se realizaron por día, teniendo en cuenta cada uno de las tratamientos y la variedad de la palta a la cual se trabajó.

Anexo 9. Diseño experimental para los análisis de la palta

Concentración (%)	Temperatura (°C)	Tiempo de inmersión (min)	Días de almacenamiento (días)	Actividad enzimática (U / mL)
2	40	1	3	AE1
2	20	2	3	AE2
2	20	1	2	AE3
1	40	1	2	AE4
2	20	1	0	AE5
1	40	2	3	AE6
2	40	2	2	AE7
1	40	1	4	AE8
1	40	2	3	AE9
1	20	2	2	AE10
2	40	2	3	AE11
1	40	2	4	AE12
1	40	1	4	AE13
1	40	2	4	AE14
1	20	2	3	AE15
2	20	2	2	AE16
1	40	2	1	AE17
2	20	2	2	AE18
2	20	2	3	AE19
2	20	1	3	AE20
2	20	2	4	AE21
1	40	1	3	AE22
2	40	1	1	AE23
2	20	2	4	AE24
1	20	1	0	AE25
2	40	1	0	AE26
2	20	2	0	AE27
2	40	2	3	AE28
2	20	1	4	AE29
1	40	1	1	AE30
1	40	1	2	AE31
2	20	2	1	AE32
2	20	1	3	AE33
2	20	1	4	AE34
1	20	2	0	AE35
1	40	1	0	AE36
2	20	2	0	AE37
1	40	1	1	AE38
2	20	1	0	AE39
2	40	2	0	AE40

1	40	1	0	AE41
2	40	1	0	AE42
2	20	2	1	AE43
2	40	1	3	AE44
2	20	1	2	AE45
2	40	1	2	AE46
1	20	2	0	AE47
1	20	1	0	AE48
1	20	1	3	AE49
2	40	2	0	AE50
1	40	2	2	AE51
1	40	1	3	AE52
2	40	1	1	AE53
2	20	1	1	AE54
2	40	2	4	AE55
2	40	2	4	AE56
1	20	2	1	AE57
1	20	2	2	AE58
1	20	2	1	AE59
2	40	1	2	AE60
2	40	2	1	AE61
2	40	2	2	AE62
2	40	1	4	AE63
2	40	1	4	AE64
1	20	1	3	AE65
1	20	2	3	AE66
1	20	1	4	AE67
1	20	2	4	AE68
1	20	2	4	AE69
1	20	1	1	AE70
1	20	1	2	AE71
1	40	2	0	AE72
1	20	1	1	AE73
1	20	1	4	AE74
1	40	2	0	AE75
2	40	2	1	AE76
1	20	1	2	AE77
2	20	1	1	AE78
1	40	2	1	AE79
1	40	2	2	AE80

Anexo 10. Datos obtenidos para la AE de la palta Fuerte

Tratamientos	Día	Volumen de la enzima (mL)	Volumen total (mL)	Pendiente (abs/min)	Coeficiente de extinción molar (µM-1cm-1)	Distancia dela celda (cm)	Actividad enzimática (U/mL)
MUESTRA 1 (1 % (7 g / 700 mL), 1 min, 20 °C)	0	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.051
	1	0.5	3.5	0.09	1.6441	1	0.383
	2	0.5	3.5	0.108	1.6441	1	0.46
	3	0.5	3.5	0.066	1.6441	1	0.281
	4	0.5	3.5	0.066	1.6441	1	0.281
MUESTRA 1 (1 % (7 g / 700 mL), 1 min, 20 °C)	0	0.5	3.5	0.036	1.6441	1	0.153
	1	0.5	3.5	0.174	1.6441	1	0.741
	2	0.5	3.5	0.318	1.6441	1	1.354
	3	0.5	3.5	0.036	1.6441	1	0.153
	4	0.5	3.5	0.18	1.6441	1	0.766
MUESTRA 2 (1 % (7 g / 700 mL), 2 min, 20 °C)	0	0.5	3.5	0.018	1.6441	1	0.077
	1	0.5	3.5	0.048	1.6441	1	0.204
	2	0.5	3.5	0.048	1.6441	1	0.204
	3	0.5	3.5	0.066	1.6441	1	0.281
	4	0.5	3.5	0.072	1.6441	1	0.307
MUESTRA 2 (1 % (7 g / 700 mL), 2 min, 20 °C)	0	0.5	3.5	0.036	1.6441	1	0.153
	1	0.5	3.5	0.048	1.6441	1	0.204
	2	0.5	3.5	0.0036	1.6441	1	0.015
	3	0.5	3.5	0.0054	1.6441	1	0.023
	4	0.5	3.5	0.072	1.6441	1	0.307
	0	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.051

MUESTRA 3 (2 % (14 g / 700 mL), 1 min, 40 °C)	1	0.5	3.5	0.042	1.6441	1	0.179
	2	0.5	3.5	0.036	1.6441	1	0.153
	3	0.5	3.5	0.03	1.6441	1	0.128
	4	0.5	3.5	0.06	1.6441	1	0.255
MUESTRA 3 (2 % (14 g / 700 mL), 1 min, 40 °C)	0	0.5	3.5	0.024	1.6441	1	0.102
	1	0.5	3.5	0.006	1.6441	1	0.026
	2	0.5	3.5	0.048	1.6441	1	0.204
	3	0.5	3.5	0.00006	1.6441	1	0
	4	0.5	3.5	0.06	1.6441	1	0.255
MUESTRA 4 (2 % (14 g / 700 mL), 2 min, 40 °C)	0	0.5	3.5	0.024	1.6441	1	0.102
	1	0.5	3.5	0.06	1.6441	1	0.255
	2	0.5	3.5	0.06	1.6441	1	0.255
	3	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.051
	4	0.5	3.5	0.042	1.6441	1	0.179
MUESTRA 4 (2 % (14 g / 700 mL), 2 min, 40 °C)	0	0.5	3.5	0.036	1.6441	1	0.153
	1	0.5	3.5	0.21	1.6441	1	0.894
	2	0.5	3.5	0.0018	1.6441	1	0.008
	3	0.5	3.5	0.0042	1.6441	1	0.018
	4	0.5	3.5	0.042	1.6441	1	0.179
MUESTRA 5 (2 % (14 g / 700 mL), 1 min, 20 °C)	0	0.5	3.5	0.024	1.6441	1	0.102
	1	0.5	3.5	0.042	1.6441	1	0.179
	2	0.5	3.5	0.00036	1.6441	1	0.002
	3	0.5	3.5	0.006	1.6441	1	0.026
	4	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.051
MUESTRA 5 (2 % (14 g / 700	0	0.5	3.5	0.0006	1.6441	1	0.003
	1	0.5	3.5	0.324	1.6441	1	1.379
	2	0.5	3.5	0.03	1.6441	1	0.128

mL), 1 min, 20 °C)	3	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.051
	4	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.051
MUESTRA 6 (2 % (14 g / 700 mL), 2 min, 20 °C)	0	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.051
	1	0.5	3.5	0.03	1.6441	1	0.128
	2	0.5	3.5	0.006	1.6441	1	0.026
	3	0.5	3.5	0.006	1.6441	1	0.026
	4	0.5	3.5	0.006	1.6441	1	0.026
MUESTRA 6 (2 % (14 g / 700 mL), 2 min, 20 °C)	0	0.5	3.5	0.018	1.6441	1	0.077
	1	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.051
	2	0.5	3.5	0.0054	1.6441	1	0.023
	3	0.5	3.5	0.0003	1.6441	1	0.001
	4	0.5	3.5	0.006	1.6441	1	0.026
MUESTRA 7 (1 % (7 g / 700 mL), 1 min, 40 °C)	0	0.5	3.5	0.018	1.6441	1	0.077
	1	0.5	3.5	0.024	1.6441	1	0.102
	2	0.5	3.5	0.0006	1.6441	1	0.003
	3	0.5	3.5	0.042	1.6441	1	0.179
	4	0.5	3.5	0.0024	1.6441	1	0.01
MUESTRA 7 (1 % (7 g 700 mL), 1 min, 40 °C)	0	0.5	3.5	0.024	1.6441	1	0.102
	1	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0,051
	2	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.051
	3	0.5	3.5	0.006	1.6441	1	0.026
	4	0.5	3.5	0.0048	1.6441	1	0.02
MUESTRA 8 (1 % (7 g / 700 mL), 2 min, 40 °C)	0	0.5	3.5	0.126	1.6441	1	0.536
	1	0.5	3.5	0.006	1.6441	1	0.026
	2	0.5	3.5	0.042	1.6441	1	0.179
	3	0.5	3.5	0.003	1.6441	1	0.013
	4	0.5	3.5	0.0048	1.6441	1	0.02

MUESTRA 8 (1 % (7 g / 700 mL), 2 min, 40 °C)	0	0.5	3.5	0.204	1.6441	1	0.869
	1	0.5	3.5	0.846	1.6441	1	3.602
	2	0.5	3.5	0.93	1.6441	1	3.96
	3	0.5	3.5	0.0018	1.6441	1	0.008
	4	0.5	3.5	0.0048	1.6441	1	0.02

Anexo 11. Análisis de Varianza para AE de la palta Fuerte

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-*f*	Valor-*p*
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Concentración	1.35148	1	1.35148	3.59	0.0646
B: Temperatura	0.252675	1	0.252675	0.67	0.4168
C: Tiempo de Inmersión	0.308513	1	0.308513	0.82	0.3700
D: Dias de Almacenamiento	2.40577	4	0.601442	1.60	0.1913
INTERACCIONES					
AB	0.0729632	1	0.0729632	0.19	0.6617
AC	0.53792	1	0.53792	1.43	0.2381
AD	0.975269	4	0.243817	0.65	0.6310
BC	2.35916	1	2.35916	6.27	0.0160
BD	0.556542	4	0.139135	0.37	0.8287
CD	0.518105	4	0.129526	0.34	0.8464
ABC	1.05386	1	1.05386	2.80	0.1012
ABD	0.959041	4	0.23976	0.64	0.6384
ACD	0.628634	4	0.157158	0.42	0.7948
BCD	2.40979	4	0.602448	1.60	0.1906
RESIDUOS	16.5435	44	0.375988		
TOTAL (CORREGIDO)	30.9332	79			

*Coeficiente de variación para la AE de la palta Fuerte = 2.2645

Anexo 12. Datos obtenidos para AE de la palta Hass

Tratamientos	Día	Volumen de la enzima (mL)	Volumen total (mL)	Pendiente (abs / min)	Coeficiente de extinción molar (µM-1cm-1)	Distancia dela celda (cm)	Actividad enzimática (U / mL)
MUESTRA 1 (1 % (7 g / 700 mL), 1 min, 20 °C)	0	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.01
	1	0.5	3.5	0.09	1.6441	1	0.026
	2	0.5	3.5	0.108	1.6441	1	0.026
	3	0.5	3.5	0.066	1.6441	1	0.051
	4	0.5	3.5	0.066	1.6441	1	0.153
MUESTRA 1 (1 % (7 g / 700 mL), 1 min, 20 °C)	0	0.5	3.5	0.036	1.6441	1	0.013
	1	0.5	3.5	0.174	1.6441	1	0.023
	2	0.5	3.5	0.318	1.6441	1	0.02
	3	0.5	3.5	0.036	1.6441	1	0.204
	4	0.5	3.5	0.18	1.6441	1	0.102
MUESTRA 2 (1 % (7 g / 700 mL), 2 min, 20 °C)	0	0.5	3.5	0.018	1.6441	1	0.536
	1	0.5	3.5	0.048	1.6441	1	0.153
	2	0.5	3.5	0.048	1.6441	1	0.01
	3	0.5	3.5	0.066	1.6441	1	0.102
	4	0.5	3.5	0.072	1.6441	1	0.179
MUESTRA 2 (1 % (7 g / 700 mL), 2 min, 20 °C)	0	0.5	3.5	0.036	1.6441	1	0.204
	1	0.5	3.5	0.048	1.6441	1	0.026
	2	0.5	3.5	0.0036	1.6441	1	0.003
	3	0.5	3.5	0.0054	1.6441	1	0.051
	4	0.5	3.5	0.072	1.6441	1	0.102
	0	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.562
	1	0.5	3.5	0.042	1.6441	1	0.255

MUESTRA 3 (2 % (14 g / 700 mL), 1 min, 40 °C)	2	0.5	3.5	0.036	1.6441	1	0.128
	3	0.5	3.5	0.03	1.6441	1	0.015
	4	0.5	3.5	0.06	1.6441	1	0.02
MUESTRA 3 (2 % (14 g / 700 mL), 1 min, 40 °C)	0	0.5	3.5	0.024	1.6441	1	0.051
	1	0.5	3.5	0.006	1.6441	1	0.051
	2	0.5	3.5	0.048	1.6441	1	0.051
	3	0.5	3.5	0.00006	1.6441	1	0.102
	4	0.5	3.5	0.06	1.6441	1	0.281
MUESTRA 4 (2 % (14 g / 700 mL), 2 min, 40 °C)	0	0.5	3.5	0.024	1.6441	1	0.46
	1	0.5	3.5	0.06	1.6441	1	0.255
	2	0.5	3.5	0.06	1.6441	1	0.102
	3	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.102
	4	0.5	3.5	0.042	1.6441	1	0.018
MUESTRA 4 (2 % (14 g / 700 mL), 2 min, 40 °C)	0	0.5	3.5	0.036	1.6441	1	0.23
	1	0.5	3.5	0.21	1.6441	1	0.102
	2	0.5	3.5	0.0018	1.6441	1	0.008
	3	0.5	3.5	0.0042	1.6441	1	0.664
	4	0.5	3.5	0.042	1.6441	1	0.051
MUESTRA 5 (2 % (14 g / 700 mL), 1 min, 20 °C)	0	0.5	3.5	0.024	1.6441	1	0.383
	1	0.5	3.5	0.042	1.6441	1	0.102
	2	0.5	3.5	0.00036	1.6441	1	0.051
	3	0.5	3.5	0.006	1.6441	1	0.102
	4	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.051
MUESTRA 5 (2 % (14 g / 700 mL), 1 min, 20 °C)	0	0.5	3.5	0.0006	1.6441	1	0.281
	1	0.5	3.5	0.324	1.6441	1	0.102
	2	0.5	3.5	0.03	1.6441	1	0.026
	3	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.003

	4	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.051
MUESTRA 6 (2 % (14 g / 700 mL), 2 min, 20 °C)	0	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.613
	1	0.5	3.5	0.03	1.6441	1	0.332
	2	0.5	3.5	0.006	1.6441	1	0.204
	3	0.5	3.5	0.006	1.6441	1	0.255
	4	0.5	3.5	0.006	1.6441	1	0.026
MUESTRA 6 (2 % (14 g / 1700 mL), 2 min, 20 °C)	0	0.5	3.5	0.018	1.6441	1	0.255
	1	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.051
	2	0.5	3.5	0.0054	1.6441	1	0.051
	3	0.5	3.5	0.0003	1.6441	1	0.051
	4	0.5	3.5	0.006	1.6441	1	0.051
MUESTRA 7 (1 % (7 g / 700 mL), 1 min, 40 °C)	0	0.5	3.5	0.018	1.6441	1	0.485
	1	0.5	3.5	0.024	1.6441	1	0.02
	2	0.5	3.5	0.0006	1.6441	1	0.179
	3	0.5	3.5	0.042	1.6441	1	0.051
	4	0.5	3.5	0.0024	1.6441	1	0.255
MUESTRA 7 (1 % (7 g / 700 mL), 1 min, 40 °C)	0	0.5	3.5	0.024	1.6441	1	0.005
	1	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.008
	2	0.5	3.5	0.012	1.6441	1	0.051
	3	0.5	3.5	0.006	1.6441	1	0.051
	4	0.5	3.5	0.0048	1.6441	1	0.005
MUESTRA 8 (1 % (7 g / 700 mL), 2 min, 40 °C)	0	0.5	3.5	0.126	1.6441	1	0.023
	1	0.5	3.5	0.006	1.6441	1	0.255
	2	0.5	3.5	0.042	1.6441	1	0.153
	3	0.5	3.5	0.003	1.6441	1	0.128
	4	0.5	3.5	0.0048	1.6441	1	0.002
	0	0.5	3.5	0.204	1.6441	1	0.02

MUESTRA 8 (1 % (7 g / 700 mL), 2 min, 40 °C)	1	0.5	3.5	0.846	1.6441	1	0.23
	2	0.5	3.5	0.93	1.6441	1	0.153
	3	0.5	3.5	0.0018	1.6441	1	0.051
	4	0.5	3.5	0.0048	1.6441	1	0.128

Anexo 13. Análisis de Varianza para AE de la palta Hass

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-*f*	Valor-*p*
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Concentración	0.06728	1	0.06728	3.37	0.0733
B: Temperatura	0.0062658	1	0.0062658	0.31	0.5783
D: Días de Almacenamiento	0.327148	4	0.0817869	4.09	0.0066
C: Tiempo de Inmersión	0.0483145	1	0.0483145	2.42	0.1271
INTERACCIONES					
AB	0.00063845	1	0.00063845	0.03	0.8589
AC	0.13223	4	0.0330575	1.65	0.1777
AD	0.002645	1	0.002645	0.13	0.7177
BC	0.0354377	4	0.00885942	0.44	0.7765
BD	0.0121032	1	0.0121032	0.61	0.4405
CD	0.0632873	4	0.0158218	0.79	0.5368
ABC	0.0485373	4	0.0121343	0.61	0.6595
ABD	0.00266805	1	0.00266805	0.13	0.7165
ACD	0.05496	4	0.01374	0.69	0.6043
BCD	0.131461	4	0.0328652	1.64	0.1800
RESIDUOS	0.879108	44	0.0199797		
TOTAL (CORREGIDO)	1.81208	79			

*Coeficiente de variación para la AE de la palta Hass = 1.1209

Anexo 14. Análisis de Alicina para el ajo deshidratado

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRÍA – Pabellón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO–PERÚ Contacto 973868855

Resultados

LCYE-006 Cusco, 25 de Mayo del 2017

Tipo de Análisis: Alicina en ajo deshidratado
Solicitante: Universidad de Moquegua
Muestra: Un frasco con conteniendo codificado como "Ajo Deshidratado"

Compuesto	Tiempo de Elución	Repetición 1	Repetición 2	Promedio mg/g de Ajo
Aliina	3.741	3.008	3.072	3.040
Alicina	4.687	0.225	0.227	0.226

Condiciones de Análisis por HPLC

Cromatógrafo:	Agilent serie 1200
Columna:	Zorbax Eclipse XDB-C18 4.6 x 250mm, 5um
Pre-columna:	Zorbax Eclipse XDB-C18 4.6d x 12.5 mm x 5um
Flujo de Columna:	1.0 ml/min.
Solvente A:	Acido Fórmico 0.1%
Solvente A:	Acetonitrilo
Sistema de Análisis:	Gradiente: inicio 80% de B, 15 min 100% de B y 20 min 100% de B
Detección DAD:	195 nm (para la Identificación de Alicina)
Temperatura del Horno:	20.0°C
Tiempo de Análisis:	20 min.
Volumen de Inyección:	1.0 µl

Nota: Los resultados obtenidos por HPLC fue realizado por duplicado, la cuantificación se basó utilizando un estándar interno Quercetina, la presencia del compuesto Alicina se determinó por comparación del espectro UV con la literatura, método descrito por: (con algunas modificaciones.)

1. Rahman, M. M., 2Fazlic, V. and 2Saad, N. W 2012 Antioxidant properties of raw garlic (Allium sativum) extract International Food Research Journal 19(2): 589-591
2. P. Bocchini. C. Andalò, R. Pozzi, G.C. Galletti, A. Antonelli 2001 Determination of diallyl thiosulfinate (allicin) in garlic (Allium sativum L.) by high-performance liquid chromatography with a post-column photochemical reactor

Quim. Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y Espectrometría – UNSAAC.
CQP - 914

Anexo 15. Análisis de la capacidad antioxidante del ajo deshidratado

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRÍA – Pabellón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO–PERÚ Contacto 973868855

Resultados

LCYE 005 Cusco, 17 de Marzo del 2017

Tipo de Análisis : Actividad Antioxidante por DPPH

Solicitante : Universidad de Moquegua

Muestra : Un frasco con conteniendo codificado como "Ajo Deshidratado"

Ajo deshidratado	**Eq-Trolox mg/100gr**	**Eq-Trolox umoles/100g**
Repetición 1	247.806	990.08
Repetición 2	247.734	989.79
Repetición 3	248.000	990.85

Nota: Los resultados obtenidos de actividad antioxidante fue realizado por triplicado, expresa el Coeficiente de Inhibición al 50% (CI_{50} o IC_{50}) en equivalentes Trolox de acuerdo a método descrito por: (con algunas modificaciones.)

- Brand-Williams W., M. Cuvelier and C. Berset; (1997) Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, Lebensm. Wiss. U. Technol. 28, 25-30
- Norul Liza A-Rahaman, Lee Suan Chua*, Mohamad Roji Sarmidi, Ramlan Aziz (2013) Physicochemical and radical scavenging activities of honey samples from Malaysia Agricultural Sciences Vol.4, No.5B, 46-51

Quim. Jorge Choquenaira Pari
Analista en Cromatografía y Espectrometría
UNSAAC.
CQP - 914

Anexo 16. Datos de la cinética enzimática para la palta Fuerte

Día	Volumen de la enzima (mL)	Volumen total (mL)	Pendiente (abs / min)	Coeficiente de extinción molar (µM-1cm-1)	Distancia dela celda (cm)	Conc. (M)	Actividad enzimática (U / mL)	1 / [S]	1 / [Vo]	Y = mx + b
o	0.5	3.5	0.003	1.6441	1	0.02	0.013	50	78.29	1.1575x + 19.524
o	0.5	3.5	0.0042	1.6441	1	0.03	0.018	33.33	55.92	
0	0.5	3.5	0.0048	1.6441	1	0.04	0.02	25	48.93	
0	0.5	3.5	0.0054	1.6441	1	0.05	0.023	20	43.49	
1	0.5	3.5	0.096	1.6441	1	0.02	0.409	50	2.45	0.0344x + 0.7552
1	0.5	3.5	0.12	1.6441	1	0.03	0.511	33.33	1.96	
1	0.5	3.5	0.144	1.6441	1	0.04	0.613	25	1.63	
1	0.5	3.5	0.168	1.6441	1	0.05	0.715	20	1.4	
2	0.5	3.5	0.204	1.6441	1	0.02	0.869	50	1.15	0.0152x + 0.3945
2	0.5	3.5	0.258	1.6441	1	0.03	1.098	33.33	0.91	
2	0.5	3.5	0.306	1.6441	1	0.04	1.303	25	0.77	
2	0.5	3.5	0.336	1.6441	1	0.05	1.431	20	0.7	
3	0.5	3.5	0.21	1.6441	1	0.02	0.894	50	1.12	0.0139x + 0.4183
3	0.5	3.5	0.27	1.6441	1	0.03	1.15	33.33	0.87	
3	0.5	3.5	0.312	1.6441	1	0.04	1.328	25	0.75	
3	0.5	3.5	0.33	1.6441	1	0.05	1.405	20	0.71	
4	0.5	3.5	0.198	1.6441	1	0.02	0.843	50	1.19	0.0145x + 0.4622
4	0.5	3.5	0.246	1.6441	1	0.03	1.047	33.33	0.95	
4	0.5	3.5	0.294	1.6441	1	0.04	1.252	25	0.8	
4	0.5	3.5	0.306	1.6441	1	0.05	1.303	20	0.77	

Anexo 17. Valores de K_m y V_{max} para la palta Fuerte

Día	2%	
	20°C	
	2 min	
	K_m	V_{max}
1	0.045551	1.324153
2	0.03853	2.534854
3	0.03323	2.390629
4	0.031372	2.163566

Anexo 18. Datos obtenidos para la cinética enzimática para la palta Hass

Día	Volumen de la enzima (mL)	Volumen total (mL)	Pendiente (abs / min)	Coeficiente de extinción molar (µM-1cm-1)	Distancia de la celda (cm)	Conc. (M)	Actividad enzimática (U / mL)	1 / [S]	1 / [Vo]	Y = mx + b
0	0.5	3.5	0.003	1.6441	1	0.02	0.013	50	78.29	1.1983x + 17.775
o	0.5	3.5	0.0042	1.6441	1	0.03	0.018	33.3	55.92	
0	0.5	3.5	0.008	1.6441	1	0.04	0.02	25	48.93	
0	0.5	3.5	0.0048	1.6441	1	0.05	0.02	20	48.93	
1	0.5	3.5	0.003	1.6441	1	0.02	0.013	50	78.29	0.9504x + 30.829
1	0.5	3.5	0.00378	1.6441	1	0.03	0.016	33.3	62.14	
1	0.5	3.5	0.0042	1.6441	1	0.04	0.018	25	55.92	
1	0.5	3.5	0.0048	1.6441	1	0.05	0,020	20	48.93	
2	0.5	3.5	0.0024	1.6441	1	0.02	0.01	50	97.86	1.3752x + 30.208
2	0.5	3.5	0.003	1.6441	1	0.03	0.013	33.3	78.29	
2	0.5	3.5	0.0036	1.6441	1	0.04	0.015	25	65.24	
2	0.5	3.5	0.0042	1.6441	1	0.05	0.018	20	55.92	
3	0.5	3.5	0.0042	1.6441	1	0.02	0.018	50	55.92	0.486x + 31.9
3	0.5	3.5	0.0048	1.6441	1	0.03	0.02	33.3	48.93	
3	0.5	3.5	0.0054	1.6441	1	0.04	0.023	25	43.49	
3	0.5	3.5	0.006	1.6441	1	0.05	0.026	20	39.15	
4	0.5	3.5	0.0018	1.6441	1	0.02	0.008	50	130.48	1.8498x + 36.883
4	0.5	3.5	0.0024	1.6441	1	0.03	0.01	33.3	97.86	
4	0.5	3.5	0.003	1.6441	1	0.04	0.013	25	78.29	
4	0.5	3.5	0.003	1.6441	1	0.05	0.013	20	78.29	

Anexo 19. Valores de K_m y V_{max} para la palta Hass

Día	1%	
	20°C	
	1 min	
	Km	Vmax
0	0.067415	0.056259
1	0.030828	0.032247
2	0.045524	0.029395
3	0.015235	0.031348
4	0.050153	0.027113

Anexo 20. Coordenadas L* a* b* y ΔE para la pulpa de palta Fuerte

S/N			
Coordenadas Día	**L**	**a***	**b***
0	68.1	-2.5	32.8
	64.7	-3.6	31.6
0	**66.4**	**-3**	**32.2**
1	57.7	0.5	32.3
	60.6	-0.9	31.3
1	**59.1**	**2**	**31.8**
2	54.4	1.9	22.7
	54.7	3.5	27.3
2	**54.6**	**2.7**	**25**
3	50.5	-1.2	25.9
	54.6	1.9	22.7
3	**52.5**	**0.4**	**24.3**
4	44.2	4.8	22.9
	46	5.1	23
4	**45.1**	**4.9**	**22.9**

MUESTRA 1 (1 %, 20 °C, 1 min)				
Coordenadas Día	**L**	**a***	**b***	ΔE
0	72.4	-1.4	34.6	4.8
	69.5	-0.7	38.5	8.9
0	**71**	**-1**	**36.6**	**6.6**
1	65.8	-0.8	38.1	10.1
	66.2	-3.1	45.2	15.2
1	**66**	**2**	**41.7**	**12.1**
2	58.6	-0.1	26.1	5.7
	60.2	-3.3	41.8	16.9
2	**59.4**	**-1.7**	**34**	**11.1**
3	57.8	0.5	27	7.6
	51	2.7	28.5	6.9
3	**54.4**	**1.6**	**27.8**	**4.2**
4	61.5	0.5	27.8	18.5
	61.5	2.6	27.9	16.4
4	**61.5**	**1.6**	**27.8**	**17.4**

MUESTRA 2 (1 %, 20 °C, 2 min)				
Coordenadas Día	**L**	**a***	**b***	ΔE
0	72.2	-1.8	33.6	4.3
	72.2	-0.9	37.5	9.9
0	**72.2**	**-1.3**	**35.5**	**6.9**
1	63.8	-1.6	38.2	8.8
	68.2	-1.1	41	12.2
1	**66**	**2**	**39.5**	**10.3**
2	55	0.6	26.3	3.9
	63.1	-0.9	40.7	16.4
2	**59.1**	**-0.2**	**33.5**	**10**
3	47.9	0.6	21.3	5.6
	43.2	2.5	18.7	12.1
3	**45.6**	**1.6**	**20**	**8.3**
4	39.4	2	13.7	10.8
	43.1	3	19.6	4.9
4	**41.2**	**2.5**	**16.7**	**7.7**

MUESTRA 3 (2 %, 40 °C, 1 min)				
Coordenadas Día	**L**	**a***	**b***	ΔE
0	71.5	-2.1	28.9	5.3
	69.9	-2.6	31.3	5.3
0	**70.7**	**-2.3**	**30.1**	**4.8**
1	66.3	0.7	39.2	11.1
	64.6	-2.4	32.2	4.3
1	**65.5**	**2**	**35.7**	**7.5**
2	57.1	2.4	22.4	2.7
	56.5	2.8	32.7	5.8
2	**56.8**	**2.6**	**27.6**	**3.4**
3	59	3.5	22.8	10.2
	45.8	2.1	23.7	8.8
3	**52.4**	**2.8**	**23.2**	**2.7**
4	48.4	2.1	23.6	5.1
	46.6	3.3	25.9	3.5
4	**47.5**	**2.7**	**24.8**	**3.8**

MUESTRA 4 (2 %, 40 °C, 2 min)				
Coordenadas Día	**L**	**a***	**b***	ΔE
0	70	-2	35.7	3.6
	72.8	0.2	37.3	10.6
0	**71.4**	**-0.7**	**36.5**	**7**
1	65.6	-0.1	39	10.5
	70.5	1	40	13.6
1	**68.1**	**2**	**39.7**	**11.9**
2	54	0.3	26.6	4.2
	56	2.6	30.3	3.5
2	**55**	**1.5**	**28.4**	**3.7**
3	51	2.7	21	6.3
	50.9	3.2	25.3	4.8
3	**51.1**	**3**	**23.2**	**3.2**
4	47.3	4.2	18.7	5.3
	49.4	4.7	25.2	4.1
4	**48.4**	**4.4**	**21.9**	**3.5**

MUESTRA 5 (2 %, 20 °C, 1 min)				
Coordenadas Día	**L**	**a***	**b***	ΔE
0	67	-4	29.1	4.1
	66.6	-4	30.1	2.5
0	**66.8**	**-4.1**	**29.6**	**2.8**
1	67.8	-0.9	38.2	11.9
	64.6	-2.8	32	4.4
1	**66.2**	**2**	**35.2**	**7.8**
2	57	0.4	22.7	2.8
	61	-1.5	31.4	9.1
2	**59**	**-0.6**	**27.1**	**5.8**
3	48	2.6	17.2	9.8
	45.2	-1.9	24.9	10.4
3	**46.7**	**0.4**	**21.1**	**6.7**
4	49.4	3.1	18.5	7.1
	49.4	2	22.5	4.6
4	**49.4**	**2.5**	**20.5**	**5.5**

MUESTRA 6 (2 %, 20 °C, 2 min)				
Coordenadas	**L**	**a***	**b***	ΔE
Día				
0	68	-4	31	2.3
	67	-4	30.8	2.4
0	**67.7**	**-3.9**	**30.9**	**2**
1	63.2	-0.1	32.1	5.6
	65.3	-2.8	31.2	5
1	**64.3**	**2**	**31.7**	**5.1**
2	57	1.2	23.2	2.3
	61	0.1	27	7.2
2	**58.8**	**0.6**	**25.1**	**4.7**
3	53	1.8	22.3	5.1
	52.5	1.4	27.6	5.4
3	**52.5**	**1.6**	**25**	**1.4**
4	50.4	3.4	20.6	6.8
	47.4	1.6	24.1	3.9
4	**48.9**	**2.5**	**22.3**	**4.6**

MUESTRA 7 (1 %, 40 °C, 1 min)				
Coordenadas	**L**	**a***	**b***	ΔE
Día				
0	67	-2	29.5	3.6
	68.8	-4	31.4	4
0	**67.8**	**-2.8**	**30.4**	**2.3**
1	68.4	2.1	29.4	11.3
	52.3	-3.1	27	9.6
1	**60.4**	**2**	**28.2**	**3.8**
2	54	-0.4	18.5	4.9
	53	-1	29.4	5.2
2	**53.6**	**-0.7**	**23.9**	**3.7**
3	52	0.4	17	9.2
	51.2	2.3	22.1	3.5
3	**51.6**	**1.3**	**19.5**	**4.9**
4	45	2.7	16.2	7.1
	46.6	3	22.7	2.2
4	**45.8**	**2.8**	**19.4**	**4.1**

MUESTRA 8 (1 %, 40 °C, 2 min)				
Coordenadas	**L**	**a***	**b***	ΔE
Día				
0	69	-4	31.1	2.2
	63.5	-5	33.4	2.5
0	**66.2**	**-4.2**	**32.2**	**1.2**
1	66.7	2	40.6	12.4
	53.8	-4	31	7.5
1	**60.2**	**2**	**35.8**	**4.1**
2	63	-0.5	28.8	10.8
	56	-1.1	32.9	7.4
2	**59.5**	**-0.8**	**30.9**	**8.4**
3	64	1	29.1	14
	47.5	0.5	24.7	7.5
3	**55.7**	**0.8**	**26.9**	**4.1**
4	58.1	1.9	26.1	14.6
	52.9	1.9	25.2	8
4	**55.5**	**1.9**	**25.6**	**11.2**

Anexo 21. Análisis de Varianza para ΔE para la palta Fuerte

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-*f*	Valor-*p*
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Concentración	140.715	1	140.715	10.83	0.0020
B: Temperatura	16.6531	1	16.6531	1.28	0.2636
C: Tiempo de Inmersión	1.83012	1	1.83012	0.14	0.7092
D: Días de Almacenamiento	172.387	4	43.0968	3.32	0.0185
INTERACCIONES					
AB	58.3111	1	58.3111	4.49	0.0398
AC	5.25312	1	5.25312	0.40	0.5281
AD	62.658	4	15.6645	1.21	0.3218
BC	67.5281	1	67.5281	5.20	0.0275
BD	52.3	4	13.075	1.01	0.4143
CD	6.418	4	1.6045	0.12	0.9733
ABC	6.78613	1	6.78613	0.52	0.4736
ABD	15.907	4	3.97675	0.31	0.8723
ACD	53.685	4	13.4213	1.03	0.4008
BCD	33.465	4	8.36625	0.64	0.6339
RESIDUOS	571.477	44	12.9881		
TOTAL (CORREGIDO)	1265.37	79			

*Coeficiente de variación para ΔE de la palta Fuerte = 0.5439

Anexo 22. Coordenadas L* a* b* y ΔE para la pulpa de palta Hass

S/N			
Coordenadas	**L**	**a***	**b***
Día			
0	70.1	-2.9	39.5
	68.8	-3.1	29.3
0	**69.4**	**-3**	**34.4**
1	67.2	-0.1	32.5
	59.8	-2.1	36.7
1	**63.5**	**-1.1**	**34.6**
2	47.6	4.3	25.7
	52.9	1.3	33.4
2	**50.3**	**2.8**	**29.5**
3	50.8	2.4	26.2
	49.8	9	25.8
3	**50.3**	**5.7**	**26**
4	48.2	2.1	28.1
	37.7	4.2	18.3
4	**43**	**3.1**	**23.2**

MUESTRA 1 (1 %, 20 °C, 1 min)				
Coordenadas	**L**	**a***	**b***	ΔE
Día				
0	67.6	-2.6	37.3	3.4
	71.4	-2.4	33.1	4.7
0	**69.5**	**-2.5**	**35.2**	**0.9**
1	62.4	-0.4	32.1	4.8
	59.8	-3	35.5	1.5
1	**61.1**	**-1.7**	**33.8**	**2.6**
2	53	0.9	26.7	6.5
	53.2	1.2	35.6	2.3
2	**53.1**	**1**	**31.2**	**3.7**
3	54	2.9	27.2	3.4
	53.2	-0.1	25.1	9.7
3	**53.6**	**1.4**	**26.2**	**5.4**
4	57.5	2.5	23.5	10.4
	49.2	3.6	21.8	12
4	**53.4**	**3**	**22.7**	**10.4**

MUESTRA 2 (1 %, 20 °C, 2 min)				
Coordenadas	**L**	**a***	**b***	ΔE
Día				
0	64.5	-2.2	36.6	6.4
	64.5	-4.4	32.6	5.6
0	**64.5**	**-31.3**	**34.6**	**5**
1	59.5	0.5	32.7	7.7
	62	-2.8	39.7	3.8
1	**60.8**	**-1.2**	**36.2**	**3.1**
2	56.5	2.3	30.5	10.3
	52.1	-1.9	28.8	5.6
2	**54.3**	**0.2**	**29.7**	**4.8**
3	52.4	3.6	27.9	2.7
	46.7	1.9	28.3	8.2
3	**49.6**	**2.7**	**28.1**	**3.7**
4	55.1	-0.7	19.8	11.1
	42.5	1	27.9	11.2
4	**48.8**	**0.2**	**23.9**	**6.5**

MUESTRA 3 (2 %, 40 °C, 1 min)				
Coordenadas	**L**	**a***	**b***	ΔE
Día				
0	69.3	-3.6	36.3	3.4
	66.8	-1.3	31.7	3.6
0	**68**	**-2.5**	**34**	**1.6**
1	63.1	2.5	28.9	6
	52.9	-3.8	33.1	7.9
1	**58**	**-0.7**	**31**	**6.5**
2	47.6	4.2	20.2	5.5
	48.8	-1.2	26.4	8.5
2	**48.2**	**1.5**	**23.3**	**6.7**
3	44.7	5.6	21	8.7
	48.1	2.6	17.9	10.3
3	**46.4**	**4.1**	**19.4**	**7.8**
4	34.6	2.4	15.9	18.4
	40	2.8	19.4	2.9
4	**37.3**	**2.6**	**17.6**	**8**

MUESTRA 4 (2 %, 40 °C, 2 min)				
Coordenadas	**L**	**a***	**b***	ΔE
Día				
0	62.8	-4	37.8	7.6
	67.7	-1.9	33.6	4.6
0	**65.3**	**-3**	**35.7**	**4.4**
1	52.9	0.3	29.4	14.6
	56.8	-3	32.9	4.9
1	**54.8**	**-1.3**	**31.2**	**9.3**
2	47.3	2.1	22.3	4.1
	51.4	-1	27.9	6.1
2	**49.4**	**0.5**	**25.1**	**5.1**
3	42.1	2.8	22.1	9.7
	47.5	3.8	22.3	6.7
3	**44.8**	**3.3**	**22.2**	**7.1**
4	41.1	2.5	23.5	8.5
	43.9	5.9	23.7	8.4
4	**42.5**	**4.2**	**23.6**	**1.2**

MUESTRA 5 (2 %, 20 °C, 1 min)				
Coordenadas	**L**	**a***	**b***	ΔE
Día				
0	68.9	-3.9	36.5	3.4
	71.1	-1.2	29.7	3
0	**70**	**-2.5**	**33.1**	**1.5**
1	59.5	0.4	31.8	7.7
	57.4	-2.2	39.1	3.4
1	**58.4**	**-0.9**	**35.5**	**5.1**
2	55	3.3	25.5	7.5
	52.6	1.5	35	1.7
2	**53.8**	**2.4**	**30.3**	**3.6**
3	52	3.1	26.6	1.4
	53.7	4.1	26.2	6.3
3	**52.9**	**3.6**	**26.4**	**3.4**
4	47.2	4.2	25.4	3.7
	46.9	5	26.2	12.1
4	**47.1**	**4.6**	**25.8**	**5**

MUESTRA 6 (2 %, 20 °C, 2 min)				
Coordenadas Día	**L**	**a***	**b***	ΔE
0	66.2	-5.5	33.7	7.5
	72.7	-1.2	32.9	5.7
0	69.4	-3.4	33.3	1.2
1	57.5	0.6	31.3	9.8
	53	-3.4	34.1	7.4
1	55.3	-1.4	32.7	8.4
2	52.1	3.6	25.3	4.6
	51.1	0.5	33.2	1.9
2	51.6	2.1	29.3	1.6
3	52.7	0.8	24.7	2.9
	50.8	1.6	23.4	7.9
3	51.7	1.2	24.1	5.1
4	49	2.2	23.1	5.1
	45	2.1	21.4	8.1
4	47	2.2	22.3	4.2

MUESTRA 7 (1 %, 40 °C, 1 min)				
Coordenadas Día	**L**	**a***	**b***	ΔE
0	71.2	-1.3	34.3	5.6
	71.8	-2.2	30.1	3.3
0	71.5	-1.7	32.2	3.3
1	52.3	4.2	24.2	17.5
	59.6	-2.4	38.1	1.5
1	56	0.9	31.2	8.5
2	53.7	5.5	24.2	6.4
	58.3	2.6	40.9	9.4
2	56	4	32.6	6.6
3	53.1	4	24.5	3.2
	58.5	4.7	25.6	9.7
3	55.8	4.3	25	5.8
4	49.2	4.7	22.3	6.5
	52.5	5.8	23.8	15.9
4	50.9	5,3	23.1	8.2

MUESTRA 8 (1 %, 40 °C, 2 min)				
Coordenadas Día	**L**	**a***	**b***	ΔE
0	69.8	-1.6	36.1	3.7
	69.6	-1.3	28.4	2.2
0	69.7	-1.5	32.3	2.7
1	62.7	1.3	34.5	5.2
	55.5	-0.6	35.1	4.8
1	59.1	0.4	34.8	4.6
2	51.1	2	31.8	7.4
	55.1	1.7	37.2	4.4
2	53.1	1.9	34.5	5.8
3	54.3	2.5	28	4
	55.7	4.5	23.8	7.7
3	55	3.5	25.9	5.2
4	49.5	3.3	24	4.5
	51.4	5	23.3	14.6
4	50.5	4.2	23.7	7.6

Anexo 23. Análisis de Varianza para ΔE para la palta Hass

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-*f*	Valor-*p*
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Concentración	0.666125	1	0.666125	0.06	0.8047
B: Temperatura	25.8781	1	25.8781	2.40	0.1283
C: Tiempo de Inmersión	0.210125	1	0.210125	0.02	0.8895
D: Días de Almacenamiento	260.171	4	65.0427	6.04	0.0006
INTERACCIONES					
AB	13.6951	1	13.6951	1.27	0.2655
AC	3.74112	1	3.74112	0.35	0.5586
AD	81.2357	4	20.3089	1.89	0.1298
BC	25.4251	1	25.4251	2.36	0.1316
BD	22.6462	4	5.66156	0.53	0.7173
CD	5.74925	4	1.43731	0.13	0.9692
ABC	7.02112	1	7.02112	0.65	0.4237
ABD	78.1092	4	19.5273	1.81	0.1433
ACD	41.2982	4	10.3246	0.96	0.4396
BCD	32.1017	4	8.02544	0.75	0.5664
RESIDUOS	473.816	44	10.7685		
TOTAL (CORREGIDO)	1071.76	79			

*Coeficiente de variación para ΔE de la palta Hass = 0.5557