UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CAROTENOS DE LA HARINA DE CÁSCARA DE AGUAJE (*Mauritia flexuosa* L.f.) OBTENIDA POR SECADO

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENÍERO AGROINDUSTRIAL

KAILA DALILA POVIS ANTARA

PUCALLPA – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentado por la Bach. **KAILA DALILA POVIS ANTARA**, denominada: "**Determinación del contenido de carotenos de la harina de cáscara de aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.) obtenida por secado**", para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: **APROBADO POR UNANIMIDAD** con el calificativo (*) **BUENO**.

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: (Grado académico.....), (Título de **INGENÍERO AGROINDUSTRIAL)**, de conformidad con lo estipulado en el Art. 3 y 6 del reglamento para el otorgamiento de grado académico de bachiller y título profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 24 de enero del 2019.

.....	.....
Blgo. Jaime Alberto Pastor Segura, Dr.	Ing. Pedro Aparicio Campos Cabrera, M.Sc.
Presidente	Secretario
.....	.....
Ing. Glendy Sánchez Sunción, M.Sc.	Ing. Cristina Elena Quiñones Ruiz
Miembro	Asesora

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Blgo. Jaime Alberto Pastor Segura, Dr. ..... Presidente

Ing. Pedro Aparicio Campos Cabrera, M.Sc. ..... Secretario

Ing. Glendy Sánchez Sunción, M.Sc. ..... Miembro

Ing. Cristina Elena Quiñones Ruiz ..... Asesora

Bach. Kaila Dalila Povis Antara ..... Tesista

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACIÓN DE LA PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, Kaila Dalila, Poiz Antara

Autor de la TESIS titulada: Determinación del contenido de carotenos de la harina de cáscara de aguaje (Mauritia flexuosa L. f) obtenida por secado.

Sustentada el año: 2019

Con la asesoría de: Ing. Cristina Elena, Quiñones Ruiz

En la Facultad de: Ciencias Agropecuarias

Carrera Profesional de: Ingeniería Agroindustrial

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, trasformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general de mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas.

Tercero: Autorizo la publicación.

☒ Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).

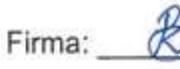
☐ Parcial (significa de solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF será compartido en el repositorio).

De mi tesis de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 04 / 03 / 2019

Email: dalila_0895@hotmail.com

Firma: 

Teléfono: 978519680

DNI: 48523906

DEDICATORIA.

El presente trabajo de investigación lo dedico a Dios, por permitirme llegar a cumplir mi meta, por haberme dado la oportunidad de vivir y estar conmigo en cada paso que doy.

A mí querida madre Rosa Antara Huamalí, que me llena de orgullo, por todo el apoyo y la confianza. Esta tesis es una meta más que he logrado y sin lugar a duda ha sido en gran parte gracias a ti.

AGRADECIMIENTO.

Todo mi agradecimiento a aquellas personas que me han apoyado durante mi formación profesional y a quienes han colaborado para la culminación del presente trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional de Ucayali, alma mater, directivos y docentes.

A mi Papito Joel y hermanas Emily e Ingrid por darme esa fuerza para seguir adelante y el apoyo brindado durante mi carrera universitaria.

De manera especial a mi asesora de tesis la Ing. Cristina Elena, Quiñones Ruiz, por guiarme no sólo en la elaboración de esta tesis, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

Pág.

RESUMEN x

ÍNDICE DE CUADROS xii

ÍNDICE DE FIGURAS..... xiv

I. INTRODUCCIÓN 1

II. REVISIÓN DE LITERATURA..... 2

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVETIGACIÓN 2

2.2. GENERALIDADES 3

2.2.1. Clasificación taxonómica 4

2.2.2. Características generales 10

2.2.3. Características físicoquímicos del fruto de aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.)..... 8

2.2.4. Composición proximal del aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f)..... 9

2.3. CAROTENOIDES..... 10

2.3.1. Estructura de los carotenoides 11

2.3.2. Propiedades generales 12

2.3.3. Estabilidad de los carotenoides 14

2.3.4. Cuantificación de carotenoides..... 16

2.3.5. Importancia de los carotenos en la alimentación humana..... 17

2.4. DESHIDRATACIÓN..... 18

2.4.1. Factores de secado 18

2.4.2. Curva de secado..... 20

2.4.3. Secador de bandejas..... 21

2.5. ESPECTROFOTOMETRÍA..... 23

2.5.1. Generalidades del espectrofotómetro..... 23

2.5.2. Fundamento de la espectrofotometría..... 23

2.5.3. Componentes de un espectrofotómetro 25
III. MATERIALES Y MÉTODOS 26
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN 26
3.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA CIUDAD DE PUCALLPA 28
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS 28
3.3.1. Materia prima 28
3.3.2. Insumos 28
3.3.3. Reactivos 29
3.3.4. Materiales 29
3.3.5. Equipos 29
3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS 29
3.4.1. Análisis fisicoquímicos 29
3.5. METODOLOGIA EXPERIMENTAL 30
3.5.1. Obtención de la harina de cáscara de aguaje 30
3.5.2. Cuantificación de carotenos 33
3.5.3. Análisis químico proximal 34
3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN 34
3.6.1. Evaluación paramétrica 34
3.6.2. Tipo de investigación 35
3.6.3. Población y muestra 36
3.7. MEDICIÓN DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES 36
3.7.1.Variables independiente 36
3.7.2. Variable dependiente 36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 37
4.1. DATOS EXPERIMENTALES DEL SECADO DE LA CÁSCARA DE AGUAJE 37

4.1.1. Comparativo de las curvas de secado 38
4.1.2. Tratamiento estadístico de los resultados 41
4.2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CAROTENOS TOTALES 42
4.2.1. Tratamiento estadístico de los resultados 43
4.3. COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL 47
V. CONCLUSIONES 49
VI. RECOMENDACIONES. 50
VII. LITERATURA CITADA 51
VIII. ANEXO. 60

RESUMEN.

Para determinar el contenido de carotenos en la cáscara de aguaje, estas fueron sometidas ha secado en un secador de bandejas a tres temperaturas diferentes 30 °C, 40 °C y 50 °C, para la obtención de harina.

Para evaluar el efecto de la temperatura de secado sobre el contenido de carotenos totales en la harina de cáscara de aguaje, se realizó el secado utilizando tratamientos a 30 °C, 40 °C y 50 °C, hasta obtener peso constante. La determinación de los carotenos totales en la harina de la cáscara de aguaje de cada uno de los tratamientos se realizó por el método espectrofotométrico, cada uno de los tratamientos (T^1, T^2 y T^3) mostraron una absorbancia a 445nm característica de α- y β-caroteno. La concentración de carotenos aumento a medida que subía la temperatura de acuerdo con la ecuación lineal Y = 1.6224x-0.0096 (r^2 = 0.999), obteniéndose a 50ºC un contenido de carotenos totales de 0.156 g/100 g, superior a los otros tratamientos, 30 °C (0.103 g/100 g) y 40 °C (0.121 g/100 g), por lo que se considera este valor como el más adecuado para el secado de la cáscara de aguaje.

El método estadístico aplicado fue el diseño completo al azar (DCA). El análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significación de ($p< 0.05$); indica que existe diferencia entre los tres niveles de temperatura, respecto al contenido de carotenos totales y el análisis comparativo de medias con la prueba de Tukey ($p<0.05$); confirma dicha significación. Resultando el mayor contenido de carotenos totales correspondiente al tratamiento T^3 = 50 °C.

Los análisis químicos proximales se llevaron a cabo de acuerdo con las metodologías de la AOAC. En las conclusiones se muestra el contenido promedio que se determinó al mejor tratamiento (T^3 = 50 °C) en cuanto a carotenos totales de cada muestra: Humedad (4.68%), ceniza (2.31%), proteína (4.99%), grasa (5.76%), fibra (32.55%) y carbohidratos totales (82.26%).

Palabras claves: Carotenos, aguaje, secado, químicos proximales, absorbancia.

ABSTRACT.

To determine the content of carotenes in the aguaje shell, they were subjected to tray-type drying at three temperatures: 30 °C, 40 °C and 50 °C, from which the flour was obtained.

To evaluate the effect of the drying temperature on the total carotene content in the cashew meal, drying was carried out using treatments at 30 °C, 40 °C and 50 °C, until constant weight was obtained. The determination of the total carotenes in the cashew flour of each of the treatments was performed by the spectrophotometric method, each of the treatments (T^1, T^2 y T^3) showed an absorbance at 445 nm characteristic of α- and β -carotene. The concentration of carotenes increased as the temperature increased according to the linear equation Y = 1.6224x-0.0096 (r2 = 0.999), obtaining at 50 °C a total carotene content of 0.156 g /100 g, higher than the other treatments, 30 °C (0.103 g /100 g) and 40 °C (0.121 g /100 g), which is why this value is considered the most suitable for the drying of the aguaje shell.

The statistical method applied was the Complete Random Design (DCA). The analysis of variance (ANOVA) with a level of significance of ($p<0.05$); indicates that there is a difference between the three temperature levels, with respect to the content of total carotenes and the comparative analysis of means with the Tukey test ($p<0.05$); confirms this significance. The highest total carotene content corresponding to the T^3 treatment =50 °C.

The proximal chemical analyzes were carried out according to the AOAC methodologies. The results show the average content that was determined to the best treatment (T^3 = 50 °C) in terms of total carotenoids of each sample: Humidity (4.68%), ash (2.31%), protein (4.99%), fat (5.76%), fiber (32.55%) and total carbohydrates (82.26%).

Keywords: Carotenes, aguaje, drying, proximal chemicals, absorbance.

ÍNDICE DE CUADROS.

Pág.

En el texto:

Cuadro 1. Descripción taxonómica de aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f*).*..... 4

Cuadro 2. Concentración de β- caroteno y α- tocoferol de los morfotipos color, amarillo y shambo. 7

Cuadro 3. Valor nutricional de minerales encontrados en tres morfotipos de la pulpa fresca de aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f)*.* 8

Cuadro 4. Análisis Porcentual del Aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f*).* 9

Cuadro 5. Composición fisicoquímico de las fracciones del fruto aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f*.)*..... 9

Cuadro 6. Composición proximal del aguaje (cáscara + pulpa). 9

Cuadro 7. Colores de carotenoides comunes en alimentos color amarillo, rojo y anaranjado. 17

Cuadro 8. Tratamiento en estudios. 35

Cuadro 9. Análisis de varianza. 35

Cuadro 10. Datos obtenidos del secado de la cáscara de aguaje..... 37

Cuadro 11. Datos del secado de la cáscara a diferentes temperaturas. 38

Cuadro 12. Datos del secado de la cáscara de aguaje en base seca. 40

Cuadro 13. Análisis de varianza (ANOVA) para tiempo por temperatura..... 41

Cuadro 14. Contenido de carotenos en la harina de cáscara de aguaje. 42

Cuadro 15. Análisis de varianza del contenido de carotenos totales a diferentes temperaturas de secado. 44

Cuadro 16. Resultado de la determinación del contenido de carotenos totales en la harina de cáscara de aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.)……..…….... 45

Cuadro 17. Composición químico proximal de la harina de cáscara de aguaje (En 100 g de parte comestible). 47

En el anexo:

Cuadro 18. Datos experimentales del secado de la cáscara de aguaje a 30°C ……..……..... 61

Cuadro 19. Datos experimentales del secado de la cáscara de aguaje a 40°C……..…..... 63
Cuadro 20. Datos experimentales del secado de la cáscara de aguaje a 50°C 65
Cuadro 21. Prueba de promedios de Tukey. 68
Cuadro 22. Prueba de promedios de Tukey para los valores de carotenos totales 68
Recuadro 1. Determinación de humedad ...…….. 69
Recuadro 2. Determinación de cenizas ...……. 69
Recuadro 3. Determinación de grasa bruta ……... 70
Recuadro 4. Determinación de carbohidratos totales…….. 70
Recuadro 5. Determinación de proteína bruta …….. 71
Recuadro 6. Determinación de fibra bruta ...…… 72

ÍNDICE DE FIGURAS.

Pág.

En el texto:

Figura 1: Planta de aguaje. 4

Figura 2. Color de pulpa del fruto maduro de aguaje de los morfotipos amarillo (A), color (B) y shambo (C). 6

Figura 3. Estructura química de carotenoides encontrados comúnmente en alimentos. 11

Figura 4. Propiedades físicas y químicas importantes de los carotenoides....12

Figura 5. Espectro de absorción de luz ultravioleta-visible (UV – visible) típico de pigmentos. 13

Figura 6. Curva de secado: Humedad vs tasa de secado. 20

Figura 7. Esquema del secador de bandejas. 22

Figura 8. Porcentaje de trasmitancía y absorbancia vs concentración. 24

Figura 9. Esquema del funcionamiento de un espectrofotómetro UV–VIS.... 25

Figura 10. Ubicación geográfica de la Universidad Nacional de Ucayali. 26

Figura 11. Ubicación geográfica de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. 27

Figura 12. Ubicación geográfica de la Universidad Nacional Agraria la Molina. 28

Figura 13. Diagrama del proceso de obtención de la harina de cáscara de aguaje. 30

Figura 14. Curva de secado en base húmeda para las temperaturas de 30 °C, 40 °C y 50 °C. 39

Figura 15. Curva de secado en base seca para 30 °C, 40 °C y 50 °C. 40

Figura 16. Representación gráfica del contenido de carotenos totales. 45

Figura 17. Curvas de absorbancias vs concentración (30 °C, 40 °C y 50 °C). 46

En el anexo:

Figura 18. Curva de secado de la cáscara de aguaje a 30 °C vs tiempo. 61

Figura 19. Curva de velocidad de secado de la cáscara a 30°C. 62

Figura 20. Curva de velocidad de secado de la cáscara de aguaje a 30 °C vs el tiempo de secado. 63

Figura 21. Curva de secado de la cáscara a 40 °C, en base seca.…..... 64
Figura 22. Curva de velocidad de secado de la cáscara a 40 °C versus humedad en base seca. 64
Figura 23. Curva de velocidad de secado de la cáscara de aguaje a 40 °C versus el tiempo de secado. 65
Figura 24. Curva de secado de la cáscara de aguaje a 50 °C. 66
Figura 25. Curva de velocidad de secado vs la humedad en base seca a 50 °C de la cáscara de aguaje aplicado el secado en un secador de bandejas. 67
Figura 26. Curva de la velocidad de secado vs tiempo a 50 °C de la cáscara de aguaje. 67
Figura 27. Recojo y recepción del fruto aguaje. 73
Figura 28. Lavado, desinfección y maduración del aguaje variedad shambo. 73
Figura 29. Pelado y recepción de la materia prima (cáscara). 74
Figura 30. Selección, clasificación y lavado de la cáscara de aguaje. 74
Figura 31. Pesado y oreado de las cáscaras de aguaje ya lavadas y desinfectadas. 75
Figura 32. Se colocaron las cáscaras en el deshidratador a 30 °C, 40 °C y 50 °C. 75
Figura 33. Cáscara al termino del secado y guardadas en bolsas herméticas. 76
Figura 34. Molienda y Tamizado de la cáscara de aguaje. 76
Figura 35. Obtención de la harina y almacenamiento de la muestra para su posterior análisis. 76
Figura 36. Pesado de la muestra (harina de la cáscara de aguaje). 77
Figura 37. Rótulo de la muestra y adición del solvente (éter de petróleo)…… 77
Figura 38. Homogenizado de la muestra y obtención de los extractos. 77
Figura 39. Se realizó las lecturas a una longitud de onda de 445.0 nm, para el cálculo del contenido de carotenos totales. 78
Figura 40. Obtención de las lecturas por espectrofotometría. 78
Figura 41. Determinación de los análisis químicos proximales al mejor tratamiento (T^3 = 50 °C). 79

I. INTRODUCCIÓN.

En nuestra Amazonia existe una gran diversidad de frutas silvestres que hasta la fecha no se les ha dado mayor valor agregado, siendo la especie *Mauritia flexuosa* L. f, un frutal nativo más abundante del bosque tropical inundable y de mayor importancia social y económica en la Amazonia peruana, cuyo consumo es una fuente rica en vitaminas (Delgado 2004).

Actualmente en la industria de transformados de frutas y vegetales los principales destinos de los residuos orgánicos generados en sus procesos son la alimentación animal o el desecho en vertederos (INFOAGRO 2002).

Estudios realizados por Rojas (2001), ha demostrado que la cáscara de aguaje contiene beta-caroteno (provitamina A) de 265.33 mg/100 g, proteínas 7.10% y grasa 7.96%.

Con esta investigación se pretende darle a la cáscara del aguaje un añadido agroindustrial en beneficio del consumidor por su contenido en α- y β-caroteno, los mismos que sirven como precursores de la provitamina A; la misma que ayuda a la visión normal, el sistema inmunitario y la reproducción. Además, la vitamina A ayuda al buen funcionamiento del corazón, los pulmones, los riñones y otros órganos (NIH 2016).

Durante el estudio se pudo determinar la temperatura adecuada de secado de la cáscara de aguaje de variedad shambo, obteniéndose así una harina con alto contenido de carotenos, con estos resultados se desea dar un valor agregado y así poder generar una alternativa agroindustrial, debido a que su contenido en carotenos de la cáscara es de 0.156 g/100 g, cual permitirá darle un valor agregado y con ello incrementar la economía del productor.

El presente trabajo de tesis tuvo como objetivo determinar el contenido de carotenos de la harina de cáscara de aguaje obtenido por secado, permitiendo conocer la temperatura adecuada en la producción de una harina rica en carotenos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVETIGACIÓN.

Belén *et al.,* (2004a) en su investigación denominada "Efecto de la temperatura de secado sobre la degradación de carotenoides en frutos de coroba (*Jessenia polycarpa* Karst)"**,** evaluaron el efecto de la temperatura de secado en el contenido de carotenoides totales del mesocarpio de la coroba; para lo cual utilizaron 100 g de mesocarpio freso para el secado en estufa a temperaturas de 30 ºC, 40 ºC, 50 ºC, 60 ºC, 70 ºC y 80 ºC por duplicado hasta reducir la humedad en un rango entre 12 y 15%. Obteniendo como resultado que el contenido de carotenoides totales en el mesocarpio maduro de la coroba disminuyó significativamente ($P<0.05$) a temperaturas de secado superiores a 40 °C, por lo que se considera este valor de temperatura como el más adecuado para el secado, la variación del contenido de carotenoides totales en el mesocarpio de la coroba en función de la temperatura de secado en estufa presentó una relación lineal, lo cual permite predecir que la degradación completa de los carotenoides se producirá a una temperatura de 143 ºC.

Pineda-Castro *et al.,* (2009) en su trabajo de investigación denominada "Efecto de las condiciones de secado sobre la cinética de deshidratación de las hojas de morera (*Morus alba* L.)", determinaron las cinéticas de deshidratación de la morera bajo diferentes condiciones de temperatura, velocidad y humedad del aire, entre junio y diciembre del 2006. Evaluaron a tres temperaturas de secado (60 °C, 75 °C y 90 °C), dos velocidades de aire (1.0 y 2.5 m/s) y dos humedades del aire (12 g/kg aire seco y 45 g/kg aire seco), para un total de 12 tratamientos triplicados. Dónde concluyen que el aumento en la pendiente de la curva de secado fue muy pronunciado cuando la temperatura se elevó de 60 °C a 75 °C.

En un trabajo denominada "Evaluación de los efectos del proceso de secado sobre la calidad de la Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni)* y la Hierbabuena *(Mentha spicata)",* evaluaron los efectos del proceso de secado sobre la calidad de la Stevia y la Hierbabuena*,* determinando las curvas de secado e isotermas de sorción para la Stevia y la Hierbabuena a cuatro temperaturas, donde

determinaron que el secado tiene influencia sobre el color para la Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) que conserva mejor su color entre 40 °C y 50 °C y la Hierbabuena (*Mentha spicata* L.) que conserva mejor el color a 40 °C (García 2014a).

Al evaluar diferentes temperaturas de secado en la concentración de antioxidantes y las características organolépticas de la bebida funcional elaborada a partir de la cáscara de camu camu (*Myrciaria dubia*)". Evaluaron la influencia de diferentes temperaturas de secado en la concentración de antioxidantes y las características organolépticas de la bebida funcional a partir de la cáscara de camu camu (*Myrciaria dubia),* obteniéndose como resultados a la temperatura de secado de 50 °C la mayor concentración de antioxidantes reportándose un valor del IC50 de 1.39 mg/mL (Garay y Villafuerte 2015a).

García y Espinoza (2018a), en su investigación "Aprovechamiento de los residuos de *Mauritia flexuosa"*, determinaron la composición de la harina de cáscara de aguaje en base a 100 g. Obteniéndose como resultados: Humedad (7.47%), grasa total (6.32%), proteína (2.02%), ceniza (3.21%), carbohidrato (6.01%), fibra dietética total (74.97%), fibra insoluble (74.01), fibra soluble (0.96%).

2.2. GENERALIDADES.

En los bosques amazónicos del territorio peruano existen tierras pantanosas cubiertas por masas muy puras de palmeras del género *Mauritia,* denominados aguajales, el cual está conformada por más de cinco millones de hectáreas, mayormente en condiciones inundables (MINAM y MINAG 2011), quien constituye grandes reservas susceptibles a ser aprovechadas para la producción de aceite comestible, jaleas, néctares, alimento para ganado a partir de su fruto y muchas especies de fauna en el ecosistema pantanoso que lo alberga.

En las regiones de Loreto, Ucayali y Madre de Dios, la extracción de aguaje es una de las actividades de mayor importancia económica para las familias, siendo mayor en la ciudad de Iquitos, con consumo diario de 15 a 20

toneladas de fruta. Tal es así que en 1997, la cosecha de aguaje generó un promedio de S/. 285.00/mes a cada familia de la comunidad de Parinari, lo que equivalió al 14.5% de sus ingresos anuales derivados de actividades extractivas (Oré *et al.*, 1997).



Fuente: IIAP (2006).

Figura 1: Planta de aguaje.

2.2.1. Clasificación taxonómica.

En el siguiente cuadro se detalla la taxonomía del aguaje.

Cuadro 1. Descripción taxonómica de aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f).

División	**Fanerógamas**
Clase	Monocotiledonia
Subclase	Liliopsida
Orden	Aracales
Familia	Aracaceae
Sub-familia	Calamaoideae
Tribu	Lepidocaryeae
Género	Mauritia
Especie	Flexuosa
Nombre científico	Mauritia flexuosa

Fuente: Navarro (2006a).

Nombre común: Aguaje (Perú), Buriti, Miriti (Brasil), Moriti (Colombia).

2.2.2. Características generales.

- **Variedades o cultivares.**

Existen variedades fenotípicamente diferentes, tanto en fruta como en planta. Se puede diferenciar tres variedades de fruta por su color: El amarillo o posheco, cuando todo el mesocarpio es amarillo, es colorado cuando la parte externa del mesocarpio es de color rojo y el resto es amarillo, el shambo cuando todo el mesocarpio es de color rojo y el shambo azul, que en realidad solo son frutos pintones del shambo (Castillo 2006a).

- **Color y tamaño del fruto.**

Es una drupa suave de color rojo vino o rojo oscuro, el epicarpio y la pulpa son de color amarillo. Esta última representa sólo el 12 o 13% del peso seco del fruto. Diámetro de 4 cm a 5 cm, peso de 40 g a 45 g por fruto y altura de la palmera de 9 m a 35 m (Castillo 2006b).

- **Ecotipos.**

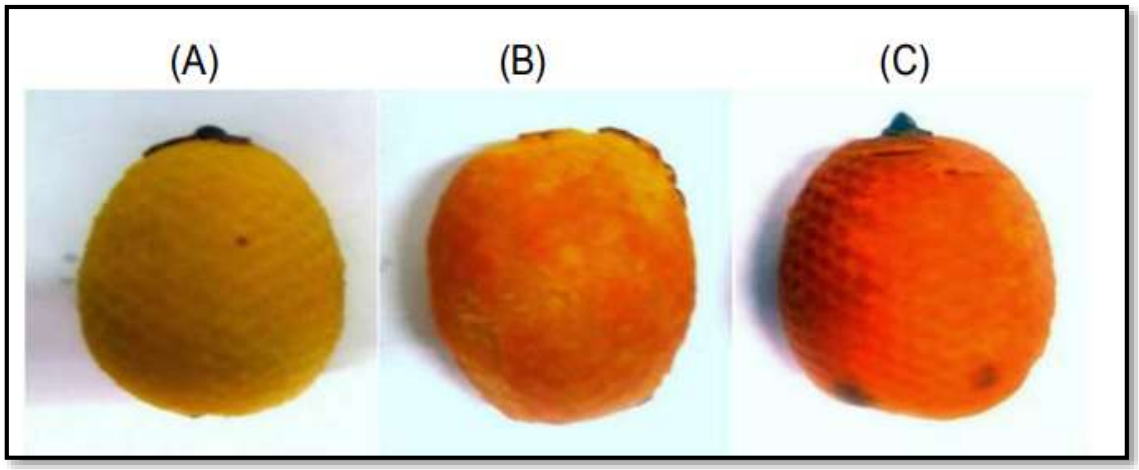
Shambo. Es un aguaje que tiene la pulpa de coloración rojiza anaranjada, y su consumo es directo como fruta. Debido a su coloración tiene mayor aceptación para su consumo. Este ecotipo no se recomienda para preparar refrescos, chupetes, etc., debido a que toma una coloración negruzca, (CODESU 2001a).

El aguaje shambo tiene un mejor precio en el mercado por las características organolépticas que presenta, las cuales se mencionan a continuación:

- Color de pulpa rojiza
- Anaranjada más dulce y sabrosa
- La pulpa tiene menos fibra y es más aceitoso
- Generalmente el fruto es alargado
- El tamaño del fruto es variables (grandes y pequeñas)

Amarillo. Es un aguaje que tiene la pulpa de color amarillo. Este aguaje tiene de regular a buena aceptación en el consumo directo, debido a su peculiar color y sabor ácido en algunos casos, pero es preferido en la elaboración de la “masa de aguaje” para la preparación de refresco, chupetes, helados, etc. El fruto tiene diferentes tamaños y formas (CODESU 2001b).

Ponguete. Este aguaje es sinónimo de amarillo pálido. Tiene una pulpa delgada, de sabor ácido; generalmente es arenosa. Es utilizado para chupetes, “masa de aguaje”; no es muy apetecible para el consumo humano directo (CODESU 2001c).



Fuente: Lujan (2010a).

Figura 2. Color de pulpa del fruto maduro de aguaje de los morfotipos amarillo (A), color (B) y shambo (C).

- **El rendimiento por hectárea.**

En promedio en el departamento de Ucayali el rendimiento por Kg/ha es de 6,599.905, estas palmeras se las encuentra en los llamados aguajales.

- **Conservación y valor nutritivo del fruto.**

Los frutos del aguaje son perecibles, cuando están maduros, después de la cosecha pueden conservarse sin deterioro hasta 7 días; el mesocarpio preparado en pasta puede conservarse por refrigeración o congelación (Navarro 2006b).

Para la pulpa de aguaje la eliminación de agua alcanza 53.6% de agua de muestra fresca, conservando mayor cantidad de β-caroteno 1.062 mg/100g vitamina A natural cinco veces más que la zanahoria, siendo el cuadro 2, la que presenta la composición de carotenos y tocoferoles de los morfotipos de aguaje color, amarillo y shambo (Vásquez 2008a).

Cuadro 2. Concentración de β- caroteno y α- tocoferol de los morfotipos color, amarillo y shambo.

Morfotipo	β-caroteno (mg/100g)	α-tocoferol (mg/L)
Color	26.4	685.81
Amarillo	34.2	677.58
Shambo	28.4	683.35

- **Minerales y micronutrientes que se encuentran presentes en el fruto.**

Los nutrientes, son compuestos que forman parte de los alimentos, los obtenemos por medio del proceso de la digestión y son importantes para un correcto funcionamiento de nuestro metabolismo. Los nutrientes se clasifican en: "macronutrientes" (proteínas, lípidos, hidratos de carbono), aquellos que se encuentran en mayor proporción en los alimentos y que además nuestro organismo necesita en cantidades mayores, y "micronutrientes" (vitaminas y minerales), que se encuentran en concentraciones mucho menores en los alimentos y de los que también el organismo necesita cantidades menores para su funcionamiento.

Los minerales, son micronutrientes inorgánicos que el cuerpo necesita en cantidades o dosis muy pequeñas; entre todos los minerales suman unos pocos gramos, pero, son tan importantes como las vitaminas, y sin ellos nuestro organismo no podría realizar las amplias funciones metabólicas que realizamos a diario, la síntesis de hormonas o elaboración de los tejidos. Constituyen sólo el cinco por ciento de la masa corporal y de los 28 existentes sólo una docena es considerada esencial (Vásquez 2008b).

Cuadro 3. Valor nutricional de minerales encontrados en tres morfotipos de la pulpa fresca de aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f*).*

Minerales	Amarillo	Color	Shambo
		Mg/100g	
Zinc	0.58	0.70	0.90
Calcio	137.79	89.14	132.49
Cobre	0.28	0.69	0.43
Sodio	8.18	0.69	20.78
Magnesio	44.12	44.08	98.61
Manganesio	10.96	7.72	6.62
Potasio	390.36	312.31	660.81
Hierro	1.18	0.56	0.83

Fuente: Vásquez (2008c).

- **Conservación y utilización.**

El principal uso es en alimentación humana consumida como fruto, del mesocarpio se elaboran chupetes, helados, mermeladas y yogures. Las bebidas de aguaje se preparan diluyendo el mesocarpio, en agua con azúcar o sometiendo a fermentación; el mesocarpio también puede deshidratarse y reconstituirse para bebidas. Otros son harinas y aceite (Lujan 2010b).

Las semillas inmaduras son comestibles. De los peciolos se fabrican esteras. Asimismo, dentro de la médula del tallo se desarrollan los "suris". Los suris se comen fritos o guisados y es una fuente alta de proteínas y muy agradable al paladar. La semilla se utiliza en una serie de artesanías como pipas, botones, figuras, dados, perinolas, trompos, etc (Avalos 2006).

2.2.3. Características fisicoquímicos del fruto de aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.).

En el siguiente cuadro se muestran los análisis porcentuales del aguaje referente a dos autores.

Cuadro 4. Análisis Porcentual del Aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f).

Fracción	G. Ingunza (2009)	Rojas Ruiz (2009)
Cáscara (%)	19.7782	18.29
Pulpa (%)	19.7313	33.67
Endocarpio (%)	7.78	-
Semilla (%)	52.7105	48.08

Fuente: Gerardo (2009) *y* Rojas (2000).

Cuadro 5. Composición fisicoquímico de las fracciones del fruto aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.).

Componentes	Cáscara	Pulpa	Semilla
Humedad (%)	52.12	52.12	49.60
Proteínas (%)	7.10	8.20	7.75
Grasa (%)	7.96	32.60	5.30
B- caroteno (mg/100)	265.33	429.01	
Ca (mg/100)		8.83	
Fe (mg/100)		58.86	

Fuente: Rojas *et al.,* (2001).

2.2.4. Composición Proximal del Aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f).

En el siguiente cuadro se puede observar los análisis proximales del fruto del aguaje.

Cuadro 6. Composición proximal del aguaje (cáscara + pulpa).

Composición proximal	Aguaje (cáscara + pulpa)	
	Verde	Madura
Humedad %	48.46 ± 1.051	54.38 ± 0.937
Fibra %	12.30 ± 0.016	10.12 ± 0.488
Grasa %	15.56 ± 0.190	18.10 ± 0.930
Ceniza %	1.26 ±0.013	1.18 ± 0.024
Proteína %	2.96 ± 0.085	2.32 ± 0.052
Carbohidratos %	19.46 ± 1.28	13.90 ± 0.973

Fuente: Pascual (2009).

2.3. CAROTENOIDES.

Los carotenoides, son los pigmentos responsables de la mayoría de los colores amarillos, anaranjados y rojos de frutos y verduras, debido a la presencia en su molécula de un cromóforo consistente, total o principalmente en una cadena de dobles enlaces conjugados. Están presentes en todos los tejidos fotosintéticos, junto con las clorofilas, así como, en tejidos vegetales no fotosintéticos, como componentes de cromoplastos, que pueden ser considerados cloroplastos degenerados (Murray *et al.,* 2007).

Desempeñan una gran diversidad de funciones biológicas en las plantas también son importantes para los animales y los seres humanos (Esteban *et al.,* 2015). Pero el papel más importante en la dieta humana es su capacidad como provitamina A, sin embargo para obtener beneficios de los carotenoides, estos deben absorberse, transportarse y ser depositados en ciertos tejidos (Dutta *et al.,* 2005).

- Provitamina A.

La provitamina A más importante es el β-caroteno tanto en términos de bioactividad como de abundancia. Virtualmente todas las muestras de alimentos carotenogénicos de plantas analizados hasta la fecha contienen β-caroteno como constituyente principal o menor. Estructuralmente, la vitamina A es esencialmente la mitad de la molécula de β-caroteno con una molécula adicional de agua en el extremo de la cadena lateral. Así, el β-caroteno es una potente provitamina A, a la cual se le asigna un 100% de actividad. El γ-caroteno y el α-caroteno también tienen actividad de vitamina A, y poseen aproximadamente la mitad de la bioactividad del β-caroteno (Urra 2008a).

Los efectos beneficiosos de los carotenoides se han relacionado con la disminución del riesgo de enfermedades degenerativas tales como cáncer, enfermedad cardiovascular, bajo riesgo de defectos al nacer y un aumento del sistema inmune donde participan principalmente el licopeno, β-caroteno, luteína y α-caroteno. Además la luteína y zeaxantina participan en la prevención de daño ocular, como la formación de cataratas y degeneración macular relacionada a la edad (Urra 2008b).

2.3.1. Estructura de los carotenoides.

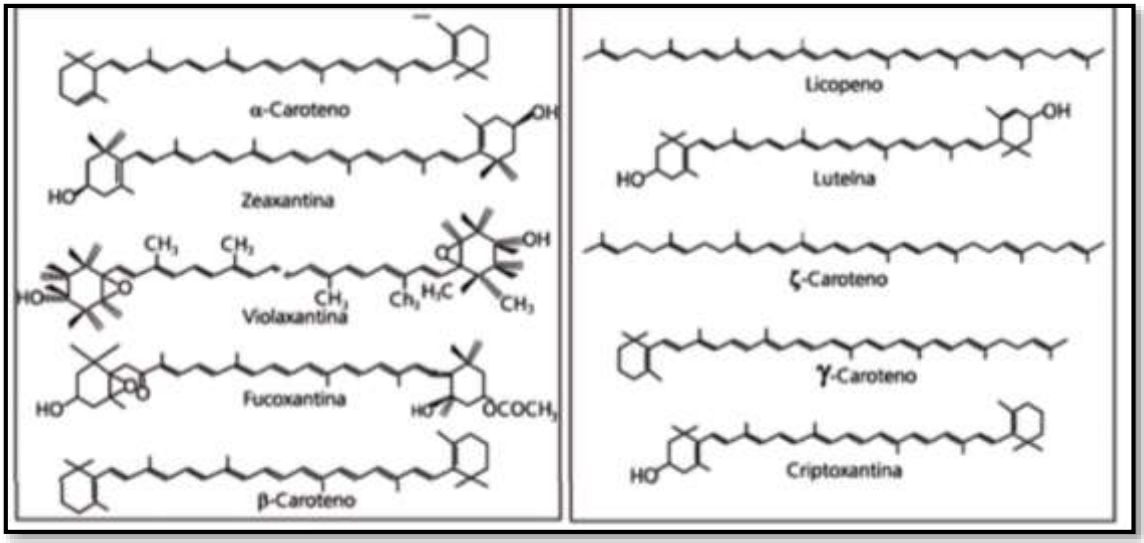
Estructuralmente hablando los carotenoides son los únicos tetraterpenos naturales, derivados de la unión de 8 unidades de isopreno que origina un esqueleto de 40 átomos de carbono, con dobles enlaces conjugados formados por hidrogenación, deshidrogenación, ciclización, oxidación o alguna combinación de estos procesos (Burgos *et al.,* 2009a).

Los carotenoides pueden presentar una estructura acíclica como licopeno, o poseer distintas estructuras cíclicas de cinco o seis carbonos en uno o ambos extremos, como β-caroteno. Dado el gran número de dobles enlaces de la cadena polienoica central, los carotenoides pueden existir en diversas conformaciones cis/trans, aunque la más estable y por tanto presente en la naturaleza es la conformación trans (Minguez *et al.,* 2010a).

Los carotenoides de clasifican en:

a) Carotenos: Son estrictamente hidrocarburos, pueden ser ácidos o poseer un anillo de 5 a 6 carbonos unido a uno o ambos extremos de la molecular.

b) Xantofilas: Son oxigenados, forman un grupo de derivados que contienen grupos hidroxilo, epóxido, aldehído o cetona.



Fuente: Minguez *et al.,* (2010b).

Figura 3. Estructura química de carotenoides encontrados comúnmente en alimentos.

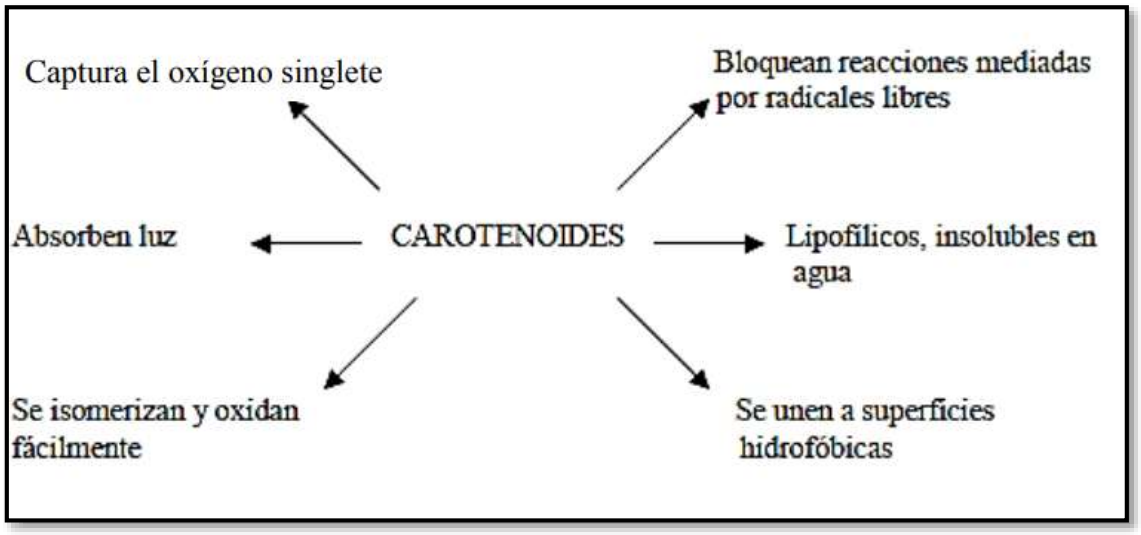
2.3.2. Propiedades generales.

- **Propiedades fisicoquímicos.**

Son solubles en solventes apolares y su grado se solubilidad dependerá de los sustituyentes de la molecular del carotenoide, los carotenos son más solubles en éter de petróleo y hexano, mientras que las xantofilas se solubilizan en etanol o metanol. La mayoría de los carotenoides son sensibles a la luz, oxigeno, calor, ácidos y peróxidos (Burgos *et al.,* 2009b).

Estos pigmentos se oxidan fácilmente debido a sus numerosos dobles enlaces conjugados; en presencia de oxígeno, se produce una degradación oxidativa. Estas reacciones hacen que los alimentos pierdan el color de los carotenoides. La tasa de oxidación depende de la presión parcial de oxígeno, actividad del agua y temperatura. La lesión física de los tejidos o la extracción de los carotenoides aumenta la susceptibilidad a su oxidación, y mantenerlos en solventes orgánicos suele acelerar su descomposición.

Los enlaces dobles conjugados de los carotenoides existen en configuración cis – trans. Las reacciones de isomerización se inducen con facilidad por tratamientos térmicos, exposición a disolventes orgánicos, contacto con algunas superficies activas por un tiempo prolongado, tratamientos con ácidos, someter a iluminación sus disoluciones (Burgos *et al.,* 2009c).



Fuente: Rodríguez – Amaya (1999).

Figura 4. Propiedades físicas y químicas importantes de los carotenoides.

- **Propiedades espectroscópicas.**

La presencia del extenso sistema de dobles enlaces conjugados de la cadena polienoica de los carotenoides conforma un cromóforo (parte de la molécula responsable de la absorción de luz visible y por tanto del color del compuesto) cuya capacidad de absorción de luz da lugar a los llamativos y característicos colores de estos pigmentos (Mínguez *et al.,* 2010c).

El número de dobles enlaces conjugados y la presencia de diferentes grupos funcionales determinarán las características espectroscópicas propias de cada pigmento. Así los de menor cantidad de dobles enlaces son de tono amarillo y los de mayor son de tono rojo. El color del alimento dependerá del tipo de carotenoide que predomine en concentración y estado físico.

El espectro visible de los carotenoides es bastante característico en el rango de 400 a 500 nm. Se observa un máximo alrededor de 450 nm y generalmente se aprecian dos máximos u hombros a cada lado. Para un carotenoide específico dado, las posiciones de las bandas de máxima absorción están en función del número de dobles enlaces conjugados presentes en la molécula. En la figura 5 se representa un espectro de absorción ultravioleta/visible general para carotenoides (Burgos *et al.,* 2009d).

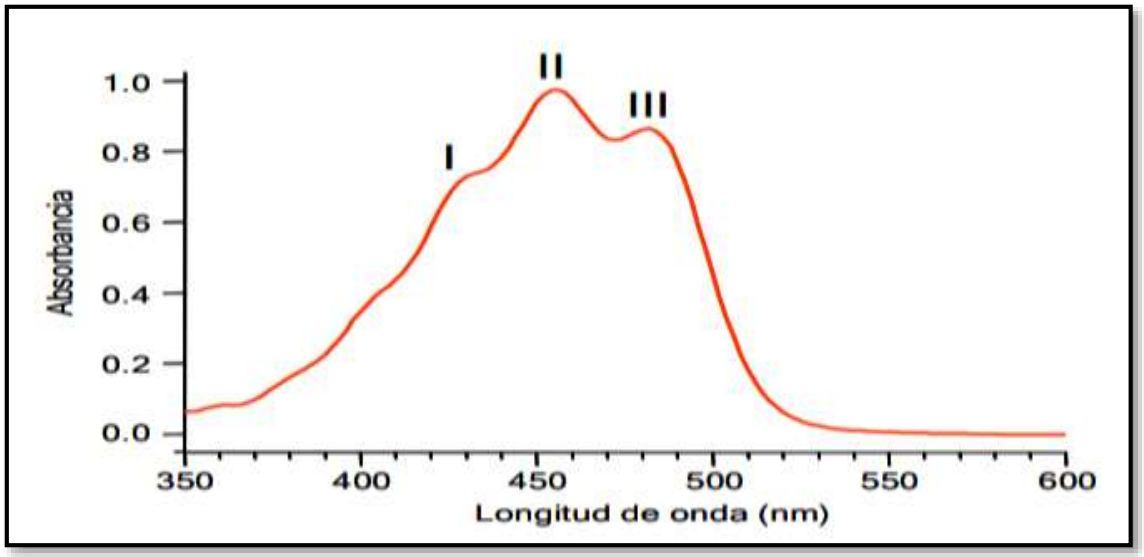


Figura 5. Espectro de absorción de luz ultravioleta-visible (UV-visible) típico de pigmentos.

***I, II y III** representan los picos de absorción de la región visible.

La imagen del espectro de absorción de los carotenoides, su posición de máxima absorción, puede variar dependiendo de la interacción de estas moléculas con el solvente o el medio lipídico en el cual ha sido disuelto. En general, los solventes de baja polaridad poseen poco efecto sobre la posición de máxima absorción, por ello para un determinado carotenoide, los valores de longitud máxima son casi idénticos en el hexano, petrolato líquido, dietil éter, metanol y etanol.

2.3.3. Estabilidad de los carotenoides.

Los carotenoides son pigmentos estables en su ambiente natural, pero cuando los alimentos se calientan, o cuando son extraídos en disolución en aceites o en disolventes orgánicos, se vuelven mucho más lábiles (Meléndez *et al.,* 2004a).

Los carotenoides, son insolubles en agua y por lo tanto las pérdidas por lixiviación durante el lavado y procesamiento de frutos son mínimas. Otros tratamientos empleados en las industrias alimentarias, como por ejemplo el tratamiento a alta presión, parecen no afectar significativamente a los niveles de carotenoides en diversos productos vegetales (Meléndez *et al.,* 2004b).

- **Efecto de la oxidación.**

La degradación de los carotenoides se debe fundamentalmente a reacciones de oxidación, ya sean no enzimáticas o debidas a enzimas como las lipoxigenasas, y se presenta generalmente durante el secado. La interacción de los carotenoides con algunos constituyentes de los alimentos ejerce un efecto protector contra dichas reacciones, de tal forma que se oxidan más rápidamente cuando se extraen del fruto o se purifican, es decir la intensidad de la oxidación de los carotenoides depende si el pigmento se encuentra en el laboratorio y de las condiciones ambientales (Díaz 2008a).

En presencia de oxigeno se produce una degradación oxidativa, a menudo paralela a la oxidación de lípidos. La tasa de oxidación depende de la presión parcial de oxígeno, actividad del agua y temperatura. Los carotenoides, en general son más estables en sistemas con elevado grado de instauración, ya

que el propio sistema acepta más fácilmente oxígeno y radicales libres, antes que el carotenoide. Inversamente, en sistemas con lípidos saturados los carotenoides presentan mayor inestabilidad (Begoña *et al.,* 2001).

- **Efecto de la temperatura.**

La influencia de la temperatura en la inestabilidad de los pigmentos es clara tanto para reacciones anhidras como hidratadas, siempre actúa como acelerador de la reacción de degradación. Por lo general, los carotenos con mayor actividad biológica son aquellos que tienen todos sus dobles enlaces en forma de isómero trans, que se transforman parcialmente en la forma cis durante tratamientos térmicos en ausencia de oxígeno, esta reacción de isomerización se puede efectuar durante el proceso de esterilización de productos enlatados, con lo que se pierde parte del poder vitamínico de los carotenos (Díaz 2008b).

El β-caroteno pierde levemente sus propiedades a temperaturas entre 50 °C y 100 °C y se destruye a 150 °C (Zaccari 2010).

- **Efecto de la luz.**

La acción intensa de la luz sobre los carotenos induce su ruptura con la formación de compuestos incoloros de bajo peso molecular. Estas reacciones tienen mucha importancia en la industria alimentaria ya que los carotenos pierden, además de su función biológica de provitamina A, su color característico. La relación existente entre la pérdida de pigmentos, la exposición a la luz y la presencia de ácidos grasos encontrándose que la instauración de los ácidos grasos protege en estas condiciones a los pigmentos (Díaz 2008c; Meléndez *et al.,* 2004b).

La degradación del β-caroteno debida a la iluminación con luz fluorescente sigue un modelo de primer orden, favoreciendo dicha iluminación la formación de 13,15-di-cis- β -caroteno. En cuanto a α-caroteno, la reacción también sigue una cinética de primer orden, siendo la fotoisomerización mayor que en el caso del β-caroteno. El principal isómero que aparece como consecuencia de la iluminación con luz fluorescente es el 13-cis-α-caroteno (Meléndez *et al.,* 2004c).

- **Efecto del pH.**

Aunque los carotenoides extraídos o no, son relativamente resistentes a valores de pH extremos, los ácidos y álcalis pueden provocar isomerizaciones cis/trans de ciertos dobles enlaces, reagrupamientos y desenterificaciones, lo cual se debe tener en cuenta a la hora de manipularlos en laboratorios con fines analíticos (Meléndez *et al.,* 2004d).

Los carotenos y la vitamina A en medios neutros y básicos son más estables mientras que en pH ácido son altamente inestables (Zaccari 2010b).

De otro lado, la estabilidad de los carotenoides se ve afectada por diferentes tratamientos de secado (Chen *et al.,* 2007). Tai y Chen (2000) encontraron que sólo el 10 por ciento de pérdida de carotenoides se produjo cuando se sumergen en una solución de sulfito de sodio antes del secado con aire caliente. Sin embargo, una pérdida del 50 por ciento de los carotenoides se muestra para el tratamiento sin remojo. La estabilidad de carotenoides varia también con el procesamiento, el cocinado y esterilizado, y el tiempo de almacenamiento (Provesi *et al.,* 2011).

Existen evidencias de que la homogenización y el tratamiento térmico tienen efectos positivos en la bioaccesibilidad de estos compuestos, mientras que la presencia de fibra en la dieta tiene un efecto negativo (Fernández-García *et al.,* 2012).

2.3.4. Cuantificación de carotenoides.

Los métodos clásicos para cuantificación de carotenoides son espectrofotométricos; por lo que en un extracto vegetal generalmente los carotenoides serán determinados en conjunto con clorofilas debido a que absorben la luz UV en similares longitudes de onda; de ahí la importancia de escoger un sistema de análisis adecuado para su determinación que a su vez dicho sistema dependerá de la muestra, la polaridad del solvente y el espectrómetro usado (Biehler *et al.,* 2010a).

Entonces la máxima absorción de la luz en el espectro de los pigmentos dependerá del sistema escogido; por ejemplo, los carotenoides amarillos aislados en dietil éter presentan su máxima absorción a tres longitudes de onda que comprenden en el rango espectral azul entre 400 y 500 nm. Por tanto, para el cálculo y cuantificación de carotenoides debe considerarse los coeficientes de absorción del solvente que producen cambios en los máximos de absorción de pigmentos en el espectro UV-visible y por tanto afectando las lecturas de absorbancia de la muestra (Biehler *et al*., 2010b).

Cuadro 7. Colores de carotenoides comunes en alimentos color amarillo, rojo y anaranjado.

Carotenoide	**Color**
ζ –caroteno α-caroteno ß-caroteno violaxantina bislaurato ß-criptoxantina ß-criptoxantina 5,6-epóxido Zeaxantina	Anaranjado
Zeaxantina ξ-caroteno Luteína Violaxantina α-caroteno	Amarillo
Licopeno γ-caroteno Astaxantina Capsantina	Rojo

Fuente: Khachik *et al.,* (1991).

2.3.5. Importancia de los carotenos en la alimentación humana.

La importancia de los carotenoides en los alimentos va más allá de su rol como pigmentos naturales, de los más de 600 carotenoides conocidos actualmente, aproximadamente 50 de ellos serían precursores de vitamina A (Rodríguez – Amaya 1999b). Que están disponibles en la alimentación para ser absorbidos, metabolizados o utilizados por el organismo humano, una cantidad apreciable puede absorberse mediante difusión pasiva por la mucosa intestinal

(Begoña *et al.,* 2001b) y son convertidos en vitamina A por medio de una o dos reacciones oxidativas (Goodman 2004).

El papel protector para las células humanas frente a la radiación ultravioleta de diversos antioxidantes como (ß-caroteno, α-tocoferol y ácido ascórbico ha sido evaluado, llegándose a la conclusión de que el primero es el más eficiente, probablemente debido a su localización en la membrana celular (Carranco *et al.,* 2011).

2.4. DESHIDRATACIÓN.

La deshidratación o secado puede describirse como un método de conservación industrial que se utiliza para reducir el contenido o actividad de agua de los alimentos por contacto con aire caliente, con la finalidad de minimizar su deterioro bioquímico, químico o microbiológico. Aunque el principal objetivo de la deshidratación o secado de los productos alimenticios es la reducción de su contenido de humedad a un nivel que permita su conservación segura durante largos periodos de almacenamiento (Ulloa 2012).

La mayoría de productos agroalimentarios son sólidos por lo que se define mejor la deshidratación como la operación básica por la que el agua que contiene un sólido o una disolución (generalmente concentrada) se transfiere a la fase fluida que lo rodea debido a los gradientes de actividad de agua (aw) entre ambas fases (Fito *et al.,* 2001).

En todos los métodos de deshidratación, el alimento a secar se debe poner en contacto con un medio, que con frecuencia es el aire, para eliminar la humedad del producto y sus alrededores (Cañizares *et al.,* citado por Gómez 2009).

2.4.1. Factores de secado.

- **Temperatura del aire caliente.**

En la práctica del secado, la elección de la temperatura se lleva a cabo tomando en consideración la especie que se vaya a someter al proceso. Existen diversos niveles de temperatura que se mantienen durante el proceso técnico de

secado. Durante el proceso de secado, se origina una gradiente de temperatura con respecto al espesor del material, mismo que tiende a disminuir conforme se reduce el contenido de humedad (Aucancela y Chávez 2009a).

- **Humedad relativa del aire.**

La humedad del aire se define como la razón presente en ese momento, con respecto a la presión de saturación de vapor de agua a la misma temperatura. Generalmente, se expresa en porcentaje (%), a medida que se incrementa la temperatura del aire aumenta su capacidad de absorción de humedad y viceversa (Aucancela y Chávez 2009b).

- **Presión estática y flujo de aire.**

La pérdida de carga de un flujo de aire a través de una capa de granos, conocida generalmente como resistencia al flujo de aire y denominada presión estática, influye en este flujo y, en consecuencia, en la tasa de secado. Para determinado tamaño de ventilador, cuanto mayor sea el espesor de la capa de granos y menor la cantidad de impurezas en ella, mayor será el flujo de aire y también mayor la tasa de secado. Esto, porque el menor espesor de la capa y la menor cantidad de impurezas significan menos resistencia al paso del aire a través de los granos (Dalpasquale *et al.,* 1991).

- **Velocidad del aire.**

La velocidad del aire dentro del secador tiene como funciones principales, en primer lugar transmitir la energía requerida para calentar el agua contenida en el material facilitando su evaporación, y en segundo lugar, transportar la humedad saliente del material (Aucancela y Chávez 2009c).

Sin embargo, no podemos excedernos con la velocidad del aire porque se reflejaría en la calidad del producto final. Cada tipo de grano (maíz, soya, arroz, etc.) tiene una velocidad de extracción de agua por hora para no sufrir deterioro. Si nosotros sobrepasamos ese valor cuando lo secamos artificialmente, no podremos mantener su calidad (Rodríguez *et al.,* 2006).

2.4.2. Curva de secado.

La cinética de secado de un material no es más que la dependencia de la humedad del material y de la intensidad de evaporación con el tiempo o variables relacionadas con este, con la propia humedad o las dimensiones del equipo.

La intensidad de evaporación se determina a través de la velocidad de secado, que es el cambio de humedad (base seca) en el tiempo.

A partir de las curvas de cinética de secado (x vs t, dx/ dt vs x) que deben ser obtenidas a través de laboratorio, pueden tenerse una idea del tiempo de secado, del consumo de energía, del mecanismo de migración de humedad, de las condiciones predominantes en la transferencia de la calor y masa y de la influencia que tienen en la velocidad de secado las variables del proceso tales como: Temperatura, humedad de entrada, velocidad de aire entre otros.

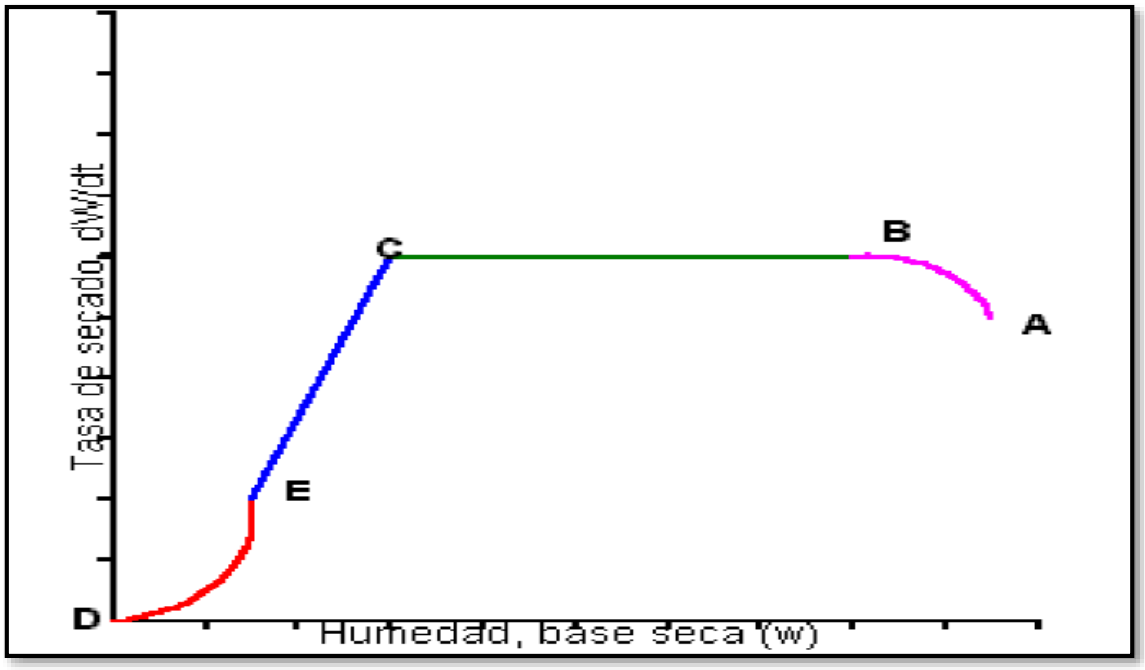


Figura 6. Curva de secado: Humedad vs tasa de secado.

En la figura 6 observamos que al inicio (AB) el producto experimenta un pequeño aumento de temperatura. Luego la tasa de remoción de agua de agua se vuelve constante (BC), con el producto a la temperatura del bulbo

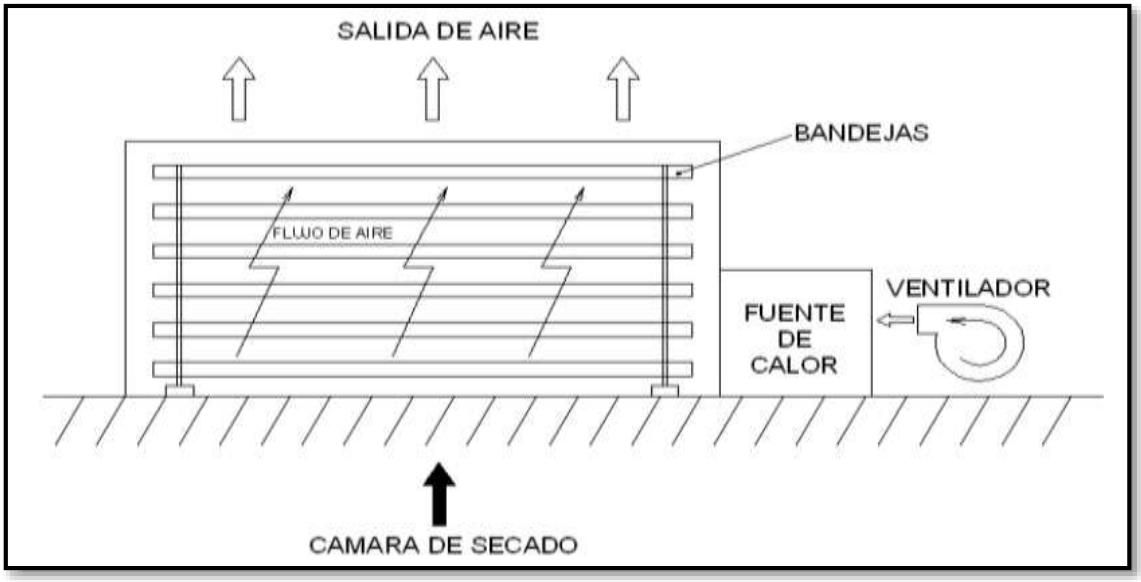
húmedo del aire. En esta etapa, la velocidad de secado está limitada por la tasa de transferencia de calor desde el aire a la superficie líquida. Cuando se alcanza el contenido de humedad crítico (C) la velocidad de secado es decreciente (CE). Puede existir un segundo periodo de velocidad decreciente (ED) en donde la humedad relativa de equilibrio para el material es menor del 100% ($a_w < 1$). La velocidad de secado decreciente es controlada por la difusión de humedad hacia la superficie. En el punto D se alcanza el contenido de humedad de equilibrio y el producto deja de perder humedad.

Con los datos obtenidos durante la prueba de secado o sea de la variación de humedad con el tiempo, puede hacerse un gráfico de contenido de humedad en función del tiempo, este será útil para la determinación directa del tiempo necesario en el secado discontinuo de grandes partidas las mismas condiciones de secado (Tripla 2000).

Con los datos obtenidos durante la prueba de secado o sea de la variación de humedad con el tiempo, puede hacerse un gráfico de contenido de humedad en función del tiempo, este será útil para la determinación directa del tiempo necesario en el secado discontinuo de grandes partidas bajo las mismas condiciones de secado (Barbosa – Cánovas 2003).

2.4.3. Secador de bandejas.

Son los más antiguos y aún los más utilizados. Consisten de una cabina en el que el material a secar se esparce en bandejas (4 – 20). Cada bandeja puede ser de forma cuadrada o rectangular con un área que en promedio es de 1.25 m^2; se recomienda esparcir el material hasta una altura máxima de 1.5 cm. El secado puede durar hasta dos días dependiendo del tipo de material y su contenido de humedad (Gomez y León 2004).



Fuente: Calle y Aparicio (2011).

Figura 7. Esquema del secador de bandejas.

Las dimensiones normales de las bandejas son de 75 cm de largo por 10 a 15 cm de profundidad. El aire circula entre 2 y 5 m/seg. El secado se prolonga de 4 a 48 horas y se emplean para secar productos valiosos.

Estos equipos tienen dos variaciones, una de secado directo en el cual el aire caliente es forzado a circular por las bandejas. La otra de secado indirecto, donde se utiliza el aire caliente proveniente de una fuente de calor radiante dentro de la cámara de secado y una fuente de vacío o un gas circulante para que elimine la humedad del secador (Macas 2007a).

La fuente energética de estos secadores ser vapor, electricidad, o hidrocarburos como carbón, petróleo, aceite y gas. Estos dos últimos calientan mucho más y son de bajo costo de funcionamiento, pero tienen el inconveniente de contaminar el producto y producir explosiones. Los secadores que funcionan con vapor son más baratos que los eléctricos y se aconsejan para equipos grandes (Braverman 1980).

Según Macas (2007b), menciona las siguientes ventajas.

- Cada lote del material se seca separadamente.

- Se pueden tratar lotes de tamaños desde 10 hasta 250 kg.
- Para el secado de materiales no se necesita aditamentos especiales.
- Los granulados obtenidos en este secador son más densos, duros e irregulares que los obtenidos en por lecho fluidizado, ya que éstos tienden a ser más porosos, menos densos y más esféricos.

2.5. ESPECTROFOTOMETRÍA.

2.5.1. Generalidades del espectrofotómetro.

Los espectrofotómetros UV – VIS son instrumentos de laboratorio utilizados para análisis cualitativos y cuantitativos de compuestos químicos, estas técnicas de análisis tienen gran importancia para los diferentes sectores de la industria, estas industrias son: Química, petroquímica, farmacéutica, entre muchas otras (González 2004).

Una de las principales utilidades del espectrofotómetro es que tiene la capacidad de proyectar un haz de luz monocromática (de una longitud de onda particular) a través de una muestra y medir la cantidad de luz que es absorbida por dicha muestra. Como también la relación de la intensidad del color en una muestra y su relación a la cantidad de soluto dentro de la misma.

2.5.2. Fundamento de la espectrofotometría.

La espectrofotometría UV – Visible es una técnica de medición de concentración de masa de elementos y compuestos químicos, como principio es la interacción entre la energía electromagnética con la materia.

La espectrofotometría se fundamenta en medir la radiación monocromática absorbida por un elemento o molécula causante de desplazamientos electrónicos a capa superiores, estas transiciones determinan la región del espectro en la que tiene lugar la absorción.

La ley fundamental en que se basa los métodos espectrofotométricos es la ley de Lambert – Beer en el cual establece que existe una relación lineal entre la absorbancia y la concentración y el camino óptico. La cual se puede expresar en la siguiente formula:

$$A = \varepsilon lC$$

Dónde:

A: absorbancia.

l: camino óptico

ε: Coeficiente de absortividad molar.

C: concentración.

Esta ley es de mucha utilidad para la cuantificación de determinado analito en una muestra. En el grafico se puede observar la relación lineal de la absorbancia y de la concentración a un camino óptico constante (Harris 2003a).

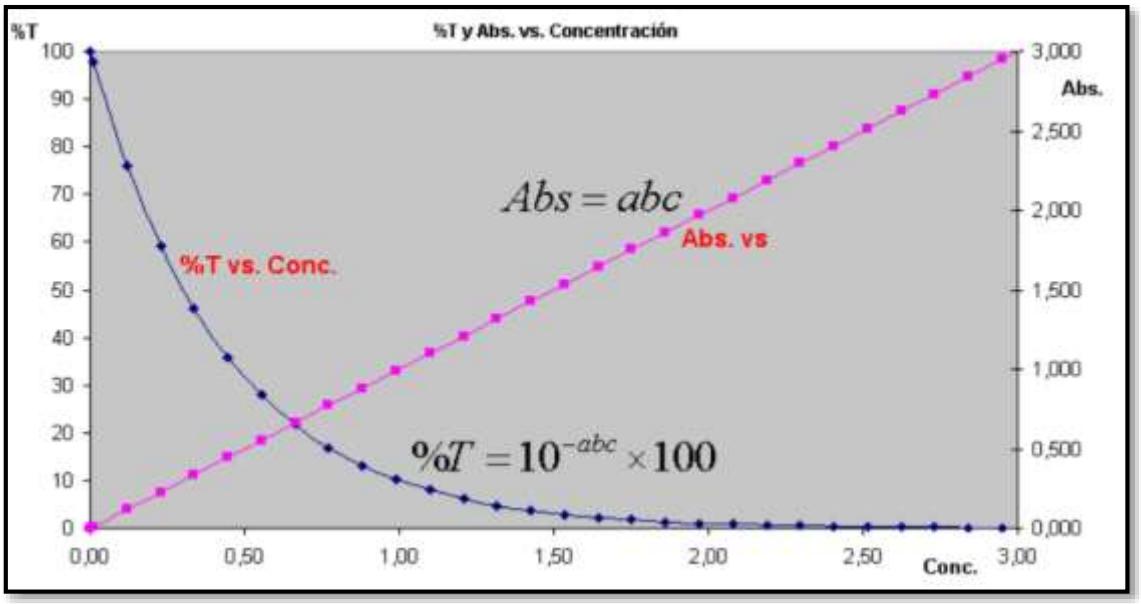


Figura 8. Porcentaje de trasmitancía y absorbancia vs concentración.

Esta ley se ve alterada cuando ocurren algunos errores en el análisis al utilizar esta técnica las cuales se conocen como desviaciones de la ley de Lambert – Beer y estas desviaciones pueden ocurrir debido a:

- Limitaciones fundamentales
- Interferencias químicas
- Interferencias espectrales
- Interferencias instrumentales

2.5.3. Componentes de un espectrofotómetro.

Harris (2003b), menciona que los componentes principales de un espectrómetro son:

- Fuente de radiación (Fuente de luz)
- Selector de longitud de onda (Monocromador)
- Recipiente de la muestra (Cubeta de muestra)
- Detector (Foto multiplicador)
- Amplificador de la señal
- Dispositivo de lectura (Ordenador)

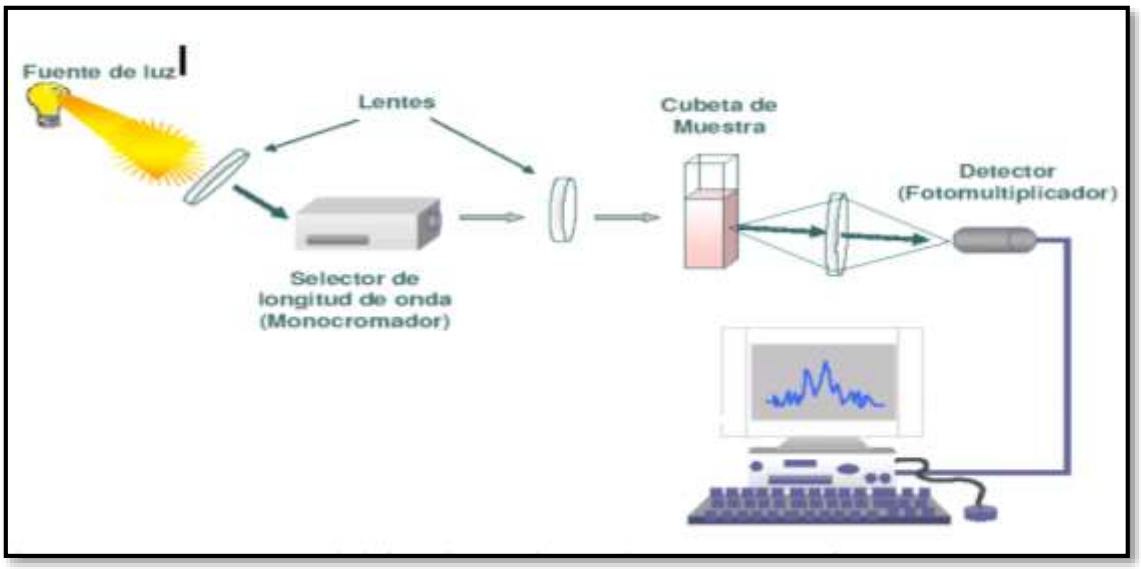


Figura 9. Esquema del funcionamiento de un espectrofotómetro UV-VIS.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.

El presente trabajo se realizó en los siguientes lugares:

El fruto del aguaje se recolectó en el Instituto de Investigaciones de la Amazonia peruana (IIAP) ubicada en la C.F.B. KM 12.400 marguen derecho en el distrito de Yarinacocha departamento de Ucayali.

La maduración, obtención de la cáscara de aguaje, secado, molienda, tamizado y envasado se realizó en la planta del centro de capacitación de plantas medicinales y alimenticias de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU), ubicado en la Carretera Federico Basadre Km 6.2 distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali con coordenadas: latitud de 8.396699° y longitud de 74.586368° (Google Maps 2017).



Fuente: Google Earth (2018).

Figura 10. Ubicación geográfica de la Universidad Nacional de Ucayali.

La determinación del contenido de carotenos fue realizada en el Centro de Investigación para el Desarrollo Biotecnológico de la Amazonia (CIDBAM), de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), ubicada en el distrito de Rupa

Rupa, CAR. CENTRAL KM. 1.21, Tingo María provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco; cuyas coordenadas son:

Este: 390368, Norte: 8971142 y a una altitud de 660 msnm con clima tropical húmedo y con una HR de 84% y temperatura media de 25 ºC (Google Maps 2017).



Fuente: Google Earth (2018).

Figura 11. Ubicación geográfica de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Los análisis proximales se realizaron en los laboratorios de Industria Alimentaria de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), ubicado en la Av. La Molina s/n distrito de la Molina, provincia de Lima, Perú. Geográficamente está a 12º 05' 06'' latitud sur y 76º 57' 00'' longitud oeste, a 238 m.s.n.m. El clima presenta temperaturas mínimas mensuales promedio de 16.2 ºC y máximas de 22.5 ºC, una humedad relativa promedio anual de 81% y una precipitación total anual de 10 mm.



Fuente: Google Earth (2018).

Figura 12. Ubicación geográfica de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

3.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA CIUDAD DE PUCALLPA.

La ciudad de Pucallpa se ubica en el departamento de Ucayali en el centro oriente del Perú a orillas del río Ucayali. Está en plena selva amazónica a 154 msnm (INIA 2018). Presentando los siguientes parámetros climáticos:

- Zona ecológica: Bosque Tropical Semisiempreverde Estacional
- Franja latitudinal: Tropical
- Precipitación: 2000 a 2700 mm
- Temperatura máxima: 36 °C
- Temperatura mínima: 22 °C
- Humedad relativa: 60 a 80%

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS.

3.3.1. Materia prima.

Cáscara de aguaje de variedad shambo (*Mauritia flexuosa* L.f).

3.3.2. Insumos.

Agua, agua tratada, agua destilada.

3.3.3. Reactivos.

Éter de petróleo, hidróxido de sodio 0.1 N, fenolftaleína, ácido sulfúrico, éter etílico, ácido bórico, ácido clorhídrico 0.1 N, ácido oxálico al 1.6%, hexano, sulfato de cobre, sulfato de potasio, soda cáustica al 50%, indicador rojo de metilo, NaCLO.

3.3.4. Materiales.

Balde de plástico, tinas de plástico, cuchara, vaso de precipitado de 250 mL, cubetas de poliestireno (1 cm x 1 cm x 4.5 cm), tips descartables para pipetas, tubos de ensayo con tapa, papel filtro, pinza de metal, balón de fondo plano de 250 mL, balón de digestión, bureta, beaker, erlenmeyer, campana de vidrio, bolsa plástica con cierre hermético (ziploc), frascos de 240 mL color ámbar y accesorios de laboratorio (mandil, cofia, mascarilla y guantes).

3.3.5. Equipos.

Secador de bandejas en aire caliente con un controlador de temperatura XMTG-608 y un flujo de aire provisto de un motor KAILI de 220 V de 0.5 HP y 3450 r.p.m., molino de mesa tipo helicoidal (corona), tamiz de 600 µm (N°30), espectrofotómetro (thermo scientific – GENESYS 10S UV – VIS), balanza gramera (GUERSA 30 Kg), balanza digital (ohaus, scout pro 2000 g), balanza digital (sartorius 3100 g), pipeta de 1000 – 5000 µL (Dragon LAB), homogenizador (Maxi Mix II), estufa, mufla, equipo soxhet, equipo kjeldhal.

3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS.

3.4.1. Análisis fisicoquímicos.

- Humedad, método 20.013 (AOAC, 1990). Se determinó el porcentaje de humedad de la cáscara de aguaje hasta obtener peso constante.

$$Hbh = \frac{\mathbf{mH2O(Kg)}}{\mathbf{mSS(Kg)} + mH2O(Kg)} \mathbf{*100}$$

Dónde:

Hbh: Humedad en base húmeda (%)

mH_2O*:* Masa de agua (kgH_2O)

mSS**:** Masa de sólidos secos (kgss)

3.5. METODOLOGIA EXPERIMENTAL.

3.5.1. Obtención de la harina de cáscara de aguaje.

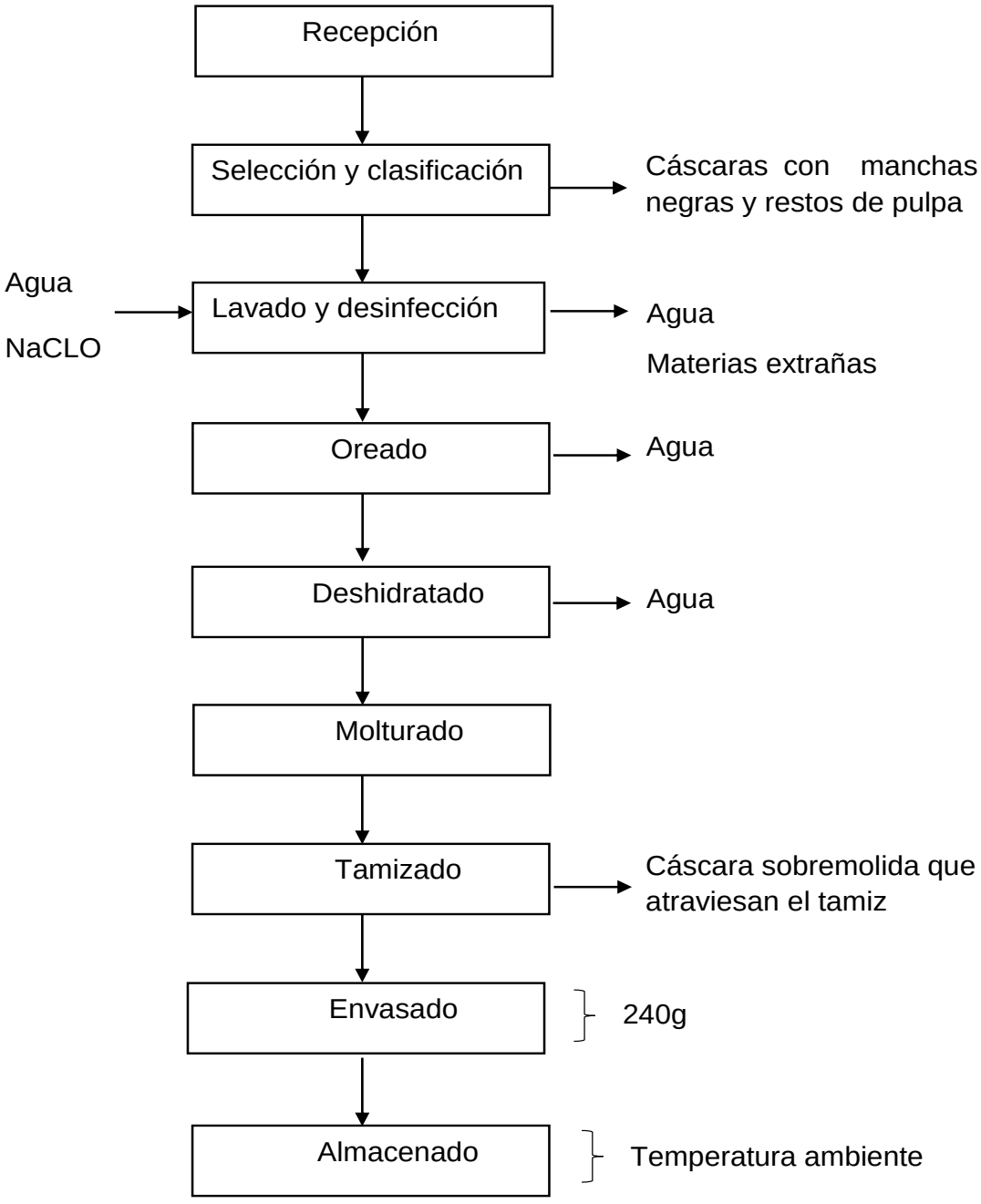


Figura 13. Diagrama del proceso de obtención de la harina de cáscara de aguaje.

- Recepción de la materia prima.

Se evaluaron aspectos como: Estado fresco de la cáscara, quién se encontró libre de partículas extrañas, suciedad y tierra de la superficie que afecten la calidad del producto.

- Pesado.

Con la finalidad de obtener el rendimiento de la materia prima.

- Selección y clasificación.

Se realizó con la finalidad de separar las cáscaras deterioradas de aquellas que se encuentran en buen estado sanitario y restos de pulpa, se utilizó solo aquellas que se encontraban en buen estado, es decir libre de daños causados por insectos y animales, pudrición, ataques de hongos entre otros.

Esta operación se realizó manualmente sobre una mesa amplia de acero inoxidable.

- Lavado y desinfección.

Las cáscaras seleccionadas se lavaron con agua potable, primero mediante circulación continua removiendo suavemente, después se sumergieron en tinas de 10 litros de capacidad con agua potable, por un periodo de 5 minutos, hasta eliminar todas las partículas extrañas, se repitió tres veces esta operación hasta obtener agua clara y limpia seguidamente se desinfectaron las cáscaras lavadas, sumergiéndolas en una tina que contenía hipoclorito de sodio al 10% con una concentración de 50 ppm o 50 mg por litro de agua por 5 min.

En general se utiliza en concentraciones entre 50 y 200 ppm durante 1 o 2 minutos (FDA, 2001).

- Oreado.

Esto se realizó previa a la deshidratación con el propósito de eliminar la cantidad de agua ganada durante el lavado, buscando así uniformizar la humedad de la superficie. Esta operación se llevó a cabo sobre la mesa de acero inoxidable en las cuales se mantuvo extendida el producto durante 1 hora a temperatura y humedad relativa ambiental (Follegatti 2002).

- Deshidratado.

En esta etapa del proceso se colocaron las cáscaras de aguaje en bandejas de malla metálica, de tal forma que mantengan más superficie de contacto para una mejor deshidratación, el proceso se realizó en un secador de bandejas; el espacio de trabajo que sirve para el secado esto es calentado por una resistencia eléctrica mientras un motor ayuda a la circulación de la corriente de aire. La temperatura deseada la asegura un regulador de temperatura.

Esta operación se realizó con los siguientes parámetros, siendo en ambos casos la velocidad de flujo de aire constante:

- Tamaño de la muestra apróx. 0.1 cm para todos los tratamientos.

- Temperatura de secado entre 30 °C, 40 °C y 50 °C respectivamente por tratamiento, hasta obtener peso constante, se logró medir la reducción de agua y las curvas de secado para conocer más detalladamente los parámetros tecnológicos a seguir en otras actividades similares.

- Curva de secado.

En el ensayo de curvas de secado, el material se distribuyó uniformemente en muestras de 200 g y a intervalos regulares de tiempo (1 hora), se tomaron pesos de las muestras, de ahí se deducen curvas de humedad-tiempo y pérdida de peso – tiempo.

Se mostró gráficamente las curvas de secado, a las diferentes condiciones estudiadas para determinar las etapas y los tiempos de secado para cada tratamiento.

- Molienda o molturado.

Se hizo con la finalidad de ampliar el área superficial y facilitar la extracción de compuestos hidrosolubles durante la determinación del contenido de carotenos y análisis proximales. Para ello se utilizó un molino de mesa tipo helicoidal (corona).

Se sometió la cáscara de aguaje a una reducción de tamaño teniendo cuidado de no molerlas tanto, ya que el molino no nos permite tener una regulación exacta del tamaño. A fin de maximizar el rendimiento se consideró máximo 2 reciclajes para la molienda.

- Tamizado.

El objetivo del tamizado consistió en clasificar el producto molido entre el sobre molido (casi pulverizado), para esto se utilizó un tamiz circular con aberturas de malla de 600 µ N° 30.

- Envasado.

Las cáscaras secas se colocaron en bolsas herméticas para evitar la humedad del medio, el producto (harina) se colocó en envases de vidrio color ámbar esto con el objetivo de mantener la cantidad de carotenos ya que estos son muy sensibles a la luz.

- Almacenado.

El producto se guardó a temperatura ambiente en un lugar oscuro para conservar su calidad.

3.5.2. Cuantificación de carotenos.

Para la determinación del contenido de carotenos se utilizó el método por espectrofotometría citado por Rodríguez (1993), lo cual fue acondicionado para este objetivo, lo que se describe a continuación:

Se determinó el mejor solvente para su extracción y la longitud de onda de máxima absorbancia.

Se pesó 0.05 g de muestra, la extracción de los carotenos se realizó por lixiviación con 4 mL de éter de petróleo por 5 minutos, se filtró, luego se hizo una segunda extracción, finalmente el filtrado se enraso a 8 mL. A una longitud de onda de 445.0 nm se realizó las lecturas. Para el cálculo de contenido de carotenos se usó la Ley de Lambert-Beer.

A = abc, despejando: c = A/ ab

Dónde:

A = Absorbancia

b = 1.00 cm (longitud de la celda)

c = Concentración de carotenoides

a = Absortividad específica, a = $A^{1\%}_{1\ cm}$ = 2500 para carotenoides totales (para la concentración de 1% en una celda de 1 cm).

c = $\frac{A}{2500x1}$ g de carotenos / 100 mL (Concentración en la alícuota analizada)

3.5.3. Análisis químico proximal.

Para la determinación de los análisis químicos proximales se utilizó el método A.O.A.C. (2008), esto se realizó al mejor tratamiento en función a la mayor obtención del contenido de carotenos totales (T^3 = 50 °C), se realizaron los análisis de:

- Proteína Bruta: Método. A.O.A.C. 920.53.
- Cenizas: Método. A.O.A.C. 938.08.
- Humedad: Método. A.O.A.C.945.15.
- Carbohidratos totales por diferencia de 100.
- Fibra bruta según el Método: A.OA.C. 962.09.
- Grasa bruta: Método. A.O.A.C. 920.39 (a).

3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN.

3.6.1. Evaluación paramétrica.

- **Modelo matemático.**

$$Yij=\mu+\tau i+\varepsilon ij$$

Dónde:

Yij: Resultado del “i” sujeto bajo el “i” tratamiento.

μ: Media común de todos los datos del experimento.

τi: Efecto del “i” tratamiento.

εij: Error experimental o efecto aleatorio de muestreo.

- **Análisis de varianza DCA.**

Se realizó de manera aleatoria la designación y el orden de los tratamientos.

Cuadro 8. Tratamiento en estudios.

Tratamientos	**Temperatura**
T1	30 °C
T2	40 °C
T3	50 °C

Se realizó de manera aleatoria la designación de tres tratamientos y tres repeticiones.

Cuadro 9. Análisis de varianza.

Fuentes de Variable	**GL**
Tratamiento	2
Error	6
Total	**8**

- **Análisis de datos.**

Se realizaron las pruebas estadísticas: Prueba de DCA y prueba de comparación múltiple de medidas de Tukey a un nivel de significancia de 5%, para determinar el grado de variabilidad entre los tratamientos en estudio.

Para el tratamiento de los datos se empleó el programa SPSS versión 22, la presentación y gráfico de los datos se realizó mediante Microsoft Excel.

3.6.2. Tipo de Investigación.

Investigación experimental cuantitativa.

3.6.3. Población y muestra.

La cáscara de aguaje en la presente investigación corresponde a la disponibilidad del Instituto de Investigaciones de la Amazonia peruana (IIAP), C.F.B. KM 12, de esta muestra se tomó un total de 6000 g para los tres tratamientos.

3.7. MEDICIÓN DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES.

3.7.1. Variable independiente.

- Las temperaturas de secado:

T^1 = 30 °C

T^2 = 40 °C

T^3 = 50 °C

3.7.2. Variable dependiente.

- Determinación del contenido de carotenos totales de la harina de la cáscara de aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.).

- Análisis químicos proximales al mejor tratamiento: Humedad, proteína, grasa, fibra cruda, carbohidratos y ceniza.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. DATOS EXPERIMENTALES DEL SECADO DE LA CÁSCARA DE AGUAJE.

El secado de la cáscara de aguaje se realizó a tres temperaturas (30 °C, 40 °C y 50 °C) con tres repeticiones cada una, hasta obtener peso constante.

El cuadro 10 nos muestra la variación del contenido de humedad en función de las tres temperaturas de secado utilizado. La cual fue calculada a partir de la humedad en base húmeda, obteniéndose una media de 63.58%, también se puede observar el tiempo y pesos de secado respectivamente.

Cuadro 10. Datos obtenidos del secado de la cáscara de aguaje.

Temperatura (°C)	Humedad (%)	Tiempo (H)	Peso inicial (Kg)	Peso final (Kg)
30	59.50	18	0.200	0.081
40	63.30	10	0.200	0.073
50	67.95	7	0.200	0.064
Media	**63.58**	**11.7**	**0.200**	**0.073**

En el cuadro 10 se observa que a mayor temperatura de secado se obtiene menos sólidos secos ya que se eliminan mayor cantidad de agua. Al respecto Verhey (1972), citado por Finney *et al.,* (2002) señalan que un incremento en la temperatura de ingreso eleva la capacidad evaporativa del secador a niveles constantes del aire, promueve la formación de partículas ligeramente más grandes, que secando a temperaturas bajas, debido a que el secado rápido promueve el endurecimiento de la capa exterior de la partícula y un subsiguiente atrapamiento de la humedad residual, causando expansión y los productos secan a una estructura más porosa, y con ello promueven una reducción en la densidad aparente.

Este comportamiento fue observado también por Portocarrero (2018), en su trabajo de investigación, efectos de la temperatura sobre el polvo de *Mauritia flexuosa* (aguaje) obtenido en secador spray.

4.1.1. Comparativo de las curvas de secado.

En el cuadro 11 se muestran los datos obtenidos del secado de la cáscara de aguaje en base húmeda.

Cuadro 11. Datos del secado de la cáscara a diferentes temperaturas.

Hora	KgH_2O/Producto		
	30°C	**40°C**	**50°C**
0	0.595	0.633	0.680
1	0.574	0.598	0.662
2	0.555	0.566	0.554
3	0.540	0.519	0.233
4	0.521	0.433	0.075
5	0.487	0.239	0.026
6	0.456	0.063	0.002
7	0.409	0.001	0.002
8	0.391	0.001	
9	0.372	0.000	
10	0.357	0.000	
11	0.336		
12	0.296		
13	0.243		
14	0.138		
15	0.069		
16	0.047		
17	0.012		
18	0.000		

En el cuadro 11 y figura 14 se observa la conducta de la pérdida de agua en función del tiempo de secado, aplicados a la cáscara fresca del aguaje.

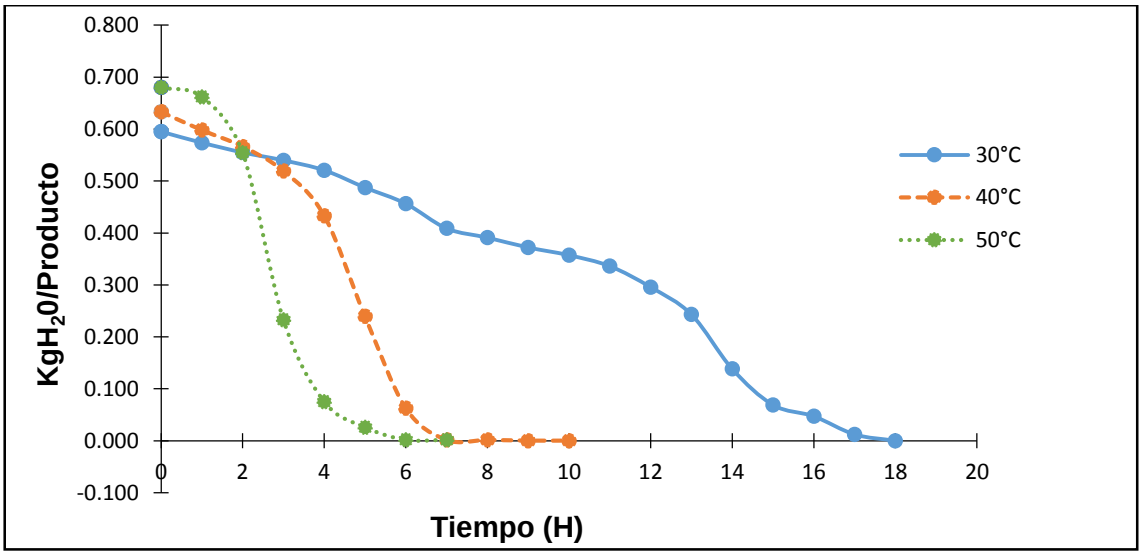


Figura 14. Curva de secado en base húmeda para las temperaturas de 30 °C, 40 °C y 50 °C.

Se distinguió el periodo de secado constante para 30 °C las 12 primeras horas, para 40 °C las 6 primeras horas y 50 °C las 4 primeras horas, se observa una disminución del tiempo de secado conforme aumenta la temperatura de secado, en esta etapa se evapora la humedad libre o no ligada de la cáscara de aguaje, presentando un comportamiento no higroscópico (Heldman y Lund 2007). A partir de las horas mencionadas para las tres temperaturas de secado se encuentra la humedad crítica condición en el que comienza a reducir la pérdida de humedad y aumenta el tiempo de secado.

Se notó que existe mayor eliminación de agua en la cáscara de aguaje a medida que aumenta la temperatura, lo cual conlleva a una disminución en el tiempo de secado, esto ocurre por una combinación de dos factores: Un aumento en la temperatura del producto y del coeficiente de difusión del agua (Geankoplis 1998), logrando que el tiempo de secado sea considerablemente menor. A esto se suma que a mayor temperatura la humedad relativa del aire es menor, lo que aumenta su capacidad para absorber agua, favoreciendo la remoción de humedad (Bimbenet *et al*., 1985).

Cuadro 12. Datos del secado de la cáscara de aguaje en base seca.

Hora	Hbs ($KgH_2O/KgSS$)		
	30 °C	**40 °C**	**50 °C**
0	1.469	1.725	2.125
1	1.346	1.488	1.958
2	1.247	1.305	1.244
3	1.173	1.080	0.303
4	1.086	0.764	0.081
5	0.951	0.315	0.027
6	0.840	0.067	0.002
7	0.691	0.001	0.002
8	0.642	0.001	
9	0.593	0.000	
10	0.556	0.000	
11	0.506		
12	0.420		
13	0.321		
14	0.160		
15	0.074		
16	0.049		
17	0.012		
18	0.000		

En el cuadro 12 y figura 15 se observa la conducta de pérdida de agua respecto al tiempo y temperatura de secado, en la cáscara fresca del aguaje.

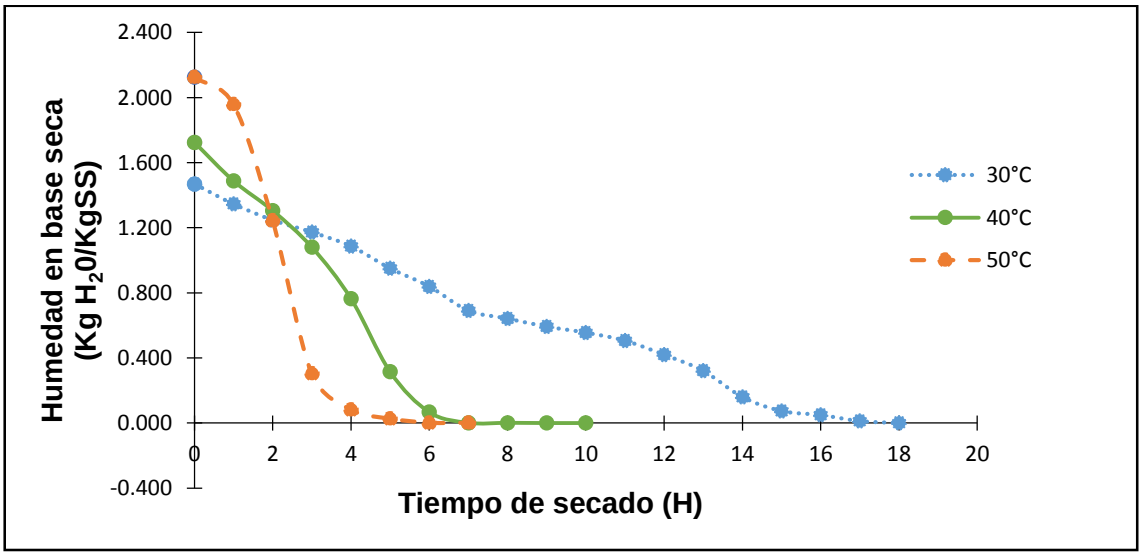


Figura 15. Curva de secado en base seca para 30 °C, 40 °C y 50 °C.

En la figura 15 se observó que para obtener un peso constante a las diferentes temperaturas de secado de la cáscara de aguaje, fueron necesarias 18 horas (30 °C), 10 horas (40 °C) y 7 horas (50 °C). Analizando las curvas de secado, se observa que la cinética fue fuertemente influenciada por la temperatura, cuanto más elevadas son estas reduce significativamente el tiempo de secado, esto quiere decir que para un mismo tiempo de proceso, cuanto mayor sea la temperatura del aire, mayor es la velocidad del secado. Este acontecimiento ocurre debido a que las temperaturas elevadas del aire producen mayores flujos de secado (Holdsworth 1986), por causa del correspondiente aumento del coeficiente de convección de transferencia de calor.

La pérdida de agua es más rápida al inicio del proceso de secado, ya que a las 6 horas se logra observar que el contenido de agua fue muy diferente para las tres temperaturas. Este comportamiento fue observado por Prado *et al.,* (2000) e Almeida *et al.,* (2002), secando tamaras (*Phoenix dactylifera* L.) y vainas de algarroba *(Ceratonia siliqua),* respectivamente.

4.1.2. Tratamiento estadístico de los resultados.

En el siguiente cuadro se muestran los datos obtenidos del sistema estadístico referente al tiempo y temperatura.

Cuadro 13. Análisis de varianza (ANOVA) para tiempo por temperatura.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	159.976	2	79.988	711.002	0.000
Dentro de grupos	0.675	6	0.113		
Total	160.651	8			

Fuente: Software estadístico SPSS versión 22.

*; Significativo (0.01<P<0.05).

En el cuadro 13 se muestran los resultados derivados del ANOVA, realizado al promedio de las temperaturas de secado respecto al tiempo.

Ya que el valor – P de la prueba – F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de tiempo entre un nivel

de temperatura y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, se usó la prueba de tukey al 95.0% de confianza (Cuadro 21A), la cual nos muestra que hay diferencia significativa entre las tres temperaturas.

Así se puede afirmar que la pérdida de humedad en la cáscara de aguaje depende de la temperatura del aire. Confirmando por Brooker *et al*., (1992). El tiempo de secado depende de la temperatura y de la humedad relativa de aire. Cuanto mayor es la temperatura, más rápido es el secado. Para el desarrollo de estas pruebas la velocidad del aire fue constante en el equipo secador de bandejas para las tres temperaturas, por lo tanto el factor variable "temperatura" influyo en el tiempo de reducción de humedad, aplicándose que a mayor temperatura menor tiempo de secado.

4.2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CAROTENOS TOTALES.

En el cuadro 14 se muestra el contenido de carotenos totales de la harina de cáscara de aguaje para las tres temperaturas de secado.

Cuadro 14. Contenido de carotenos en la harina de cáscara de aguaje.

Temperatura	g carotenos/100 g
30 °C	0.103 ± 0.007
40 °C	0.121 ± 0.009
50 °C	0.156 ± 0.004

En el cuadro 14 se observó que a 50 °C, se obtuvo mayor cantidad de carotenos, reportándose un valor de 0.156 g /100 g, se demuestra que a esta temperatura hay mayor captación de carotenos, ya que es la temperatura más alta dentro del trabajo de investigación, seguido de las temperaturas de secado a 40 °C (0.121 g/100 g) y 30 °C (0.103 g/100 g).

Piga *et al.,* (2003) explican que el aumento de la actividad antioxidante podría ser el resultado de dos factores: a) la oxidación parcial de los compuestos fenólicos aumenta el poder antioxidante presentes en la muestra (pero es temporal), b) alta temperatura permite la formación de nuevos compuestos con

mayor capacidad antioxidante, tales como los que se forman en la reacción de Maillar. Al respecto Stewart *et al.,* (2000) citado por Giovanelli *et al.,* (2001) mencionan que el tratamiento térmico incrementa el nivel de flavonoles libres que tiene considerable actividad antioxidante. Confirmado por Anese *et al.,* (1999), Nicoli *et al.,* (1997), citado por Toor y Savage (2006).

Comparando con uno de los productos banderas de nuestra región Garay *et al.,* (2015), menciona que obtuvo los mejores resultados en cuanto a la actividad antioxidante en la bebida funcional de la cáscara de camu camu, secando a 50 °C (IC50 de 1.39 mg/mL).

Belén *et al.,* (2004b) obtuvo la mayor cantidad de carotenoides totales en los frutos de coroba (*Jessenia polycarpa* Karst), a 40 ºC observó que retuvo el 95,09% de los carotenoides iniciales pero desde los 50 ºC la disminución en el contenido fue significativa ($P<0.05$).

Referente a lo descrito en los párrafos anteriores, se puede decir que los resultados obtenidos en la presente investigación están cercanos al rango establecido por algunos autores y varían significativamente con otros, esta diferencia encontrada podría deberse entre otras causas, a las condiciones del ambiente, al estado de maduración en que fue cosechada la fruta, las condiciones de cosecha, traslado y almacenamiento, así como también al proceso de preparación de la muestra sin dejar de mencionar el método utilizado.

4.2.1. Tratamiento estadístico de los resultados.

En el cuadro 15 se muestran los datos estadísticos obtenidos del contenido de carotenos totales, siguiendo el proceso de secado en bandejas con tres temperaturas de trabajo.

Cuadro 15. Análisis de varianza del contenido de carotenos totales a diferentes temperaturas de secado.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.004	2	0.002	43.502	0.000
Dentro de grupos	0.000	6	0.000		
Total	0.005	8			

Fuente: Software estadístico SPSS versión 22.

*; Significativo (P<0.05).

De acuerdo con los métodos estadísticos aplicados a los resultados obtenidos en esta investigación, el análisis de varianza, con un nivel de significación de p<0.05; indica que existe significancia entre los tres niveles de temperatura sobre el contenido de carotenos totales.

El análisis de comparaciones múltiples de medias, prueba de Tukey (Cuadro 22A), con un nivel de significancia de p<0.05; confirma dicha significación resultando la mayor retención de carotenos totales de la harina de cáscara de aguaje, correspondiente al T^3 = 50 °C.

Se pudo determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Estamos hablando de los tratamientos T^1 = 30 °C y el T^3 = 50 °C estos exhiben una diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95.0%.Esto quiere decir que la temperatura utilizada influye en el resultado del contenido de carotenos totales ya que existe diferencia estadísticamente significativa entre 30 °C y 50 °C, el mismo resultado se obtiene al comparar las temperaturas de 40 °C con 50 °C, sin embargo entre estos dos grupos se pueden identificar que la mayor diferencia existe entre la temperatura de 50 °C y 30 °C.

La comparación múltiple de tukey también nos dice que entre la temperatura de 30 °C y 40 °C no hay ninguna diferencia estadísticamente significativa, lo cual nos indica que al usar la temperatura de 30 °C o 40 °C no habrá mucha relevancia con respecto al contenido de carotenos totales.

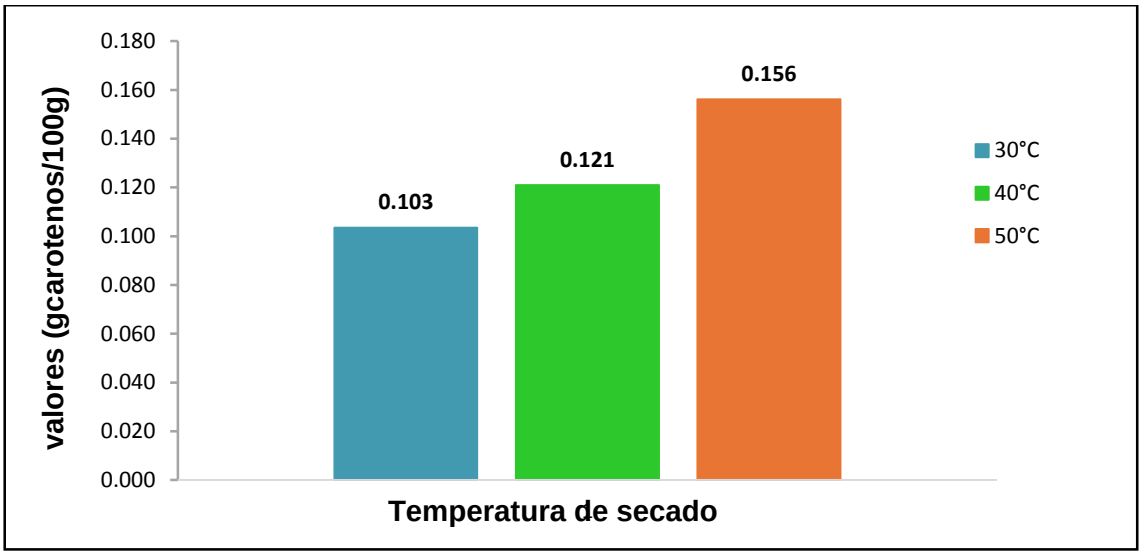


Figura 16. Representación gráfica del contenido de carotenos totales.

En la figura 16 se puede ver claramente lo confirmado en la prueba estadística de tukey al 95.0%, se puede ver la diferencia significativa que existe al comparar los valores de la temperatura 30 °C con la de 50 °C.

Cuadro 16. Resultado de la determinación del contenido de carotenos totales de la harina de cáscara de aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.).

Temperatura de secado (°C)	Absorbancias			g carotenos/100g			Promedio
30	0.173	0.160	0.152	0.111	0.102	0.097	0.103
40	0.204	0.186	0.177	0.131	0.119	0.113	0.121
50	0.250	0.237	0.245	0.160	0.152	0.157	0.156

En el cuadro 16 se muestran las absorbancias obtenidas, así como también la concentración y el promedio a una longitud de onda de 445 nm. Burgos *et al.,* (2009e) menciona que el espectro visible de los carotenoides son bastante característico en el rango de 400 a 500 nm, por lo cual suelen ser sustancias coloreadas.

En el presente estudió se trabajó con muestras que en su mayor parte presentaron color anaranjado (Fig.37). Según el estudio realizado por Khachik, (1991). Las frutas y verduras pueden ser clasificadas en dos grandes grupos a partir del color que presentan, amarillas, rojas y anaranjadas, los carotenoides

asociados a estos colores se muestran en el cuadro 7, por lo que se presume una mayor concentración de carotenos totales como ξ-caroteno, α-caroteno y β-caroteno en estas muestras y espectros de absorción similares, sin embargo, no se descarta la presencia de los demás carotenoides reportados.

Por otro lado, se realizó una estimación lineal de las curvas obtenidas a partir de los promedios de las medidas espectrofotométricas (absorbancias) vs la media de la concentración tanto para la temperatura de 30 °C, 40 °C y 50 °C; con el objeto de determinar la relación existente entre la disminución de la coloración de la emulsión con respecto a la concentración del extracto.

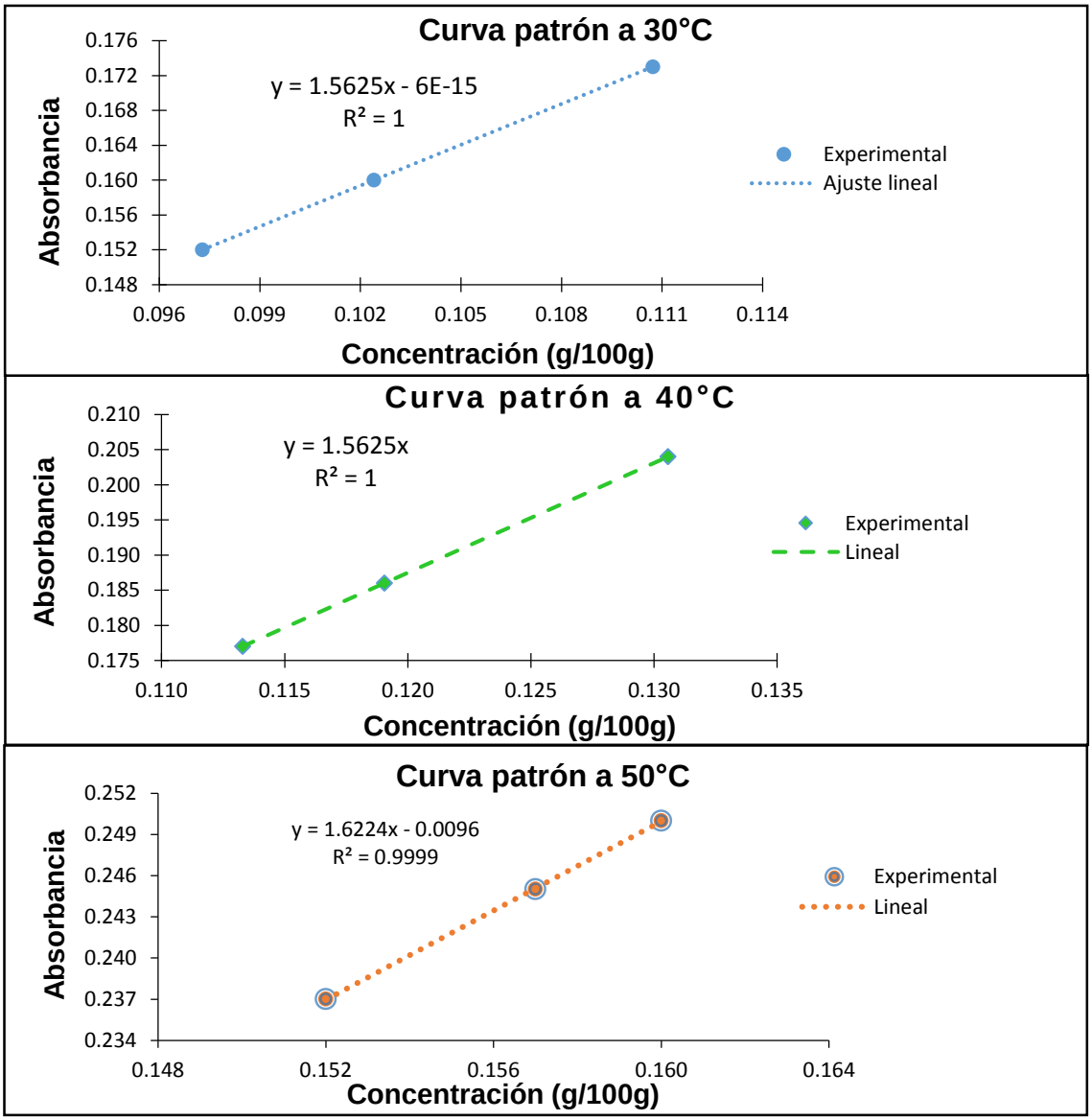


Figura 17. Curvas de absorbancias vs concentración (30 °C, 40 °C y 50 °C).

Tal como se muestran en la figura 17 existe una relación lineal entre la absorbancia y la concentración de los extractos tanto para 30 °C, 40 °C y 50 °C, evidenciando en cada curva que el coeficiente de correlación lineal R^2 fue >0.9; por lo tanto, las medidas espectrofotométricas después de un determinado tiempo fue directamente proporcional a la concentración del antioxidante o extracto.

Así, Lai y Lim (2011), en su estudio titulado “Evaluation of Antioxidant Activities of the Methanolic Extracts of Selected Ferns in Malaysia” indican que en el ensayo de BBC la absorbancia de la emulsión decrece rápidamente en muestras sin antioxidantes, mientras que, ante la presencia de antioxidantes, ellos retienen el color del ß-caroteno ante la incubación; y que la absorbancia final es proporcional a la concentración del extracto usado.

4.3. COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL.

Los resultados promedios del análisis fisicoquímico efectuado a la harina de cáscara de aguaje por 100 g de porción comestible, expresada base seca (bs), se muestra en el cuadro 17.

Cuadro 17. Composición químico proximal de la harina de cáscara de aguaje (En 100 g de parte comestible).

Muestra	Análisis	Porcentaje
Harina de la cáscara de aguaje	Humedad	4.68 ± 0.16
	Ceniza	2.31 ± 0.04
	Proteína bruta	4.99 ± 0.05
	Grasa bruta	5.76 ± 0.23
	Fibra bruta	32.55 ± 0.62
	Carbohidratos totales	82.26 ± 0.06

En el cuadro 17 se muestran los resultados del análisis químico proximal de la harina de cáscara de aguaje, los valores determinados en cuanto a la cantidad de proteínas, fibra cruda y ceniza; se asemejan a los valores reportados para la cáscara y pulpa en base seca del fruto del aguaje por Schomberg (1997). En cuanto a la humedad, grasa y carbohidratos totales, Guerra *et al.,* (2011)

obtuvo en el deshidratado del epicarpio de aguaje 1.5%, 1.8% y 88.3% respectivamente, lo cual en cuanto al contenido de carbohidratos totales los datos obtenidos en la presente investigación se asemejan a lo mencionado por dicho autor. García y Espinoza (2018), en su investigación denominada "Aprovechamiento de los residuos de *Mauritia flexuosa* L.f*"*, encontraron también datos similares a lo obtenido en la presente investigación.

En consecuencia, la harina de cáscara de aguaje puede representar una fuente de energía apreciable. El estudio realizado con frutos provenientes de la Amazonia fronteriza entre Brasil y Colombia (Escriche y col 1999) muestra un contenido de humedad similar, entre 3 y 8% aproximadamente para las diferentes partes del fruto.

V. CONCLUSIONES.

De acuerdo con la investigación sobre “Determinación del contenido de carotenos de la harina de cáscara de aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f) obtenida por secado”, se concluye que:

1. Las variables temperaturas del proceso y tiempo de deshidratación en bandeja presentaron un efecto significativo sobre el contenido de carotenos totales en la harina de cáscara de aguje, el cual aumenta a medida que el tiempo disminuye simultáneamente. Las condiciones óptimas fueron de 7 horas de proceso y temperatura del medio a 50 ºC.

2. Se obtuvo la mayor cantidad de carotenos en la harina de cáscara de aguaje, en el tratamiento 3 (50 °C).

3. Se obtuvo los análisis químicos proximales del mejor tratamiento en función al contenido de carotenos totales, obteniéndose al tratamiento 3 (50 °C) que es la temperatura más alta dentro del trabajo de investigación, los cuales reportan lo siguiente: Humedad (%): 4.68, ceniza (%): 2.31, proteína bruta (%): 4.99, grasa bruta (%): 5.76, fibra bruta (%): 32.55, carbohidratos totales (%): 82.26.

VI. RECOMENDACIONES.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación sobre la influencia que tienen las temperaturas sobre el contenido de carotenos totales en la cáscara de aguje, se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Realizar otros estudios complementarios y referentes a otros componentes de frutos amazónicos.

2. Aprovechar las características nutricionales de la harina de cáscara de aguaje como sustitución en alimentos balanceados u elaborar diversos productos industrializados fortificados.

3. Realizar pruebas de secado de la cáscara de aguaje con otros métodos y diferentes temperaturas de secado, considerando otras variables como la velocidad de aire.

VII. LITERATURA CITADA.

Avalos, C. sd. 2006. Aguaje Árbol de salud y misticismo (en línea, blog). Iquitos, Perú. Consutado 01 nov. 2018. Disponible en dokumen.tips/documents /aguaje.html.

Aucancela, C; Chávez, E. 2009. Diseño y construcción de un secador de túnel para la deshidratación del maíz. Tesis para optar título de Ingeniero Químico. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 130p.

Barbosa-Cánovas G. 2003. Deshidratación de Alimentos. Edición 2000. Zaragoza, España. Editorial Acribia S.A. 314p.

Braverman, JBS. 1980. Introducción a la bioquímica de los alimentos. 3° Edición. México, Editorial El Manual Moderno s.a.

Begoña, A; Granado, F; Navarro, B. 2001. Carotenoides y salud humana. Unidad de vitaminas, Fundación Española de la Nutrición (F.E.N.).Madrid, España. Consultado el 1 de nov. 2018. Disponible en www.fen.org.es/storage /app/media/imgPublicaciones/1522007542.pdf

Belén, D.R; Moreno, M.J; Alemán, R; Álvarez, F. (2004). Efecto de la temperatura de secado sobre la degradación de carotenoides en frutos de coroba *(Jessenia polycarpa Karst).* Ciencia y Tecnología Alimentaria. Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos Reynosa, México. 4(3):206-210p.

Biehler, E; Mayer, F; Hoffman, L; Krause, E; Bohn, T. 2010. Comparison of Spectrophotometric Methods for Carotenoid Determination in Frequently Consumed Fruits and Vegetables. Journal of Food Science. 75(1):55p. Noviembre 18, 2016, De Institute of Food Technologists Base de datos.

Burgos, J; Calderon, F. 2009. Determinación del contenido de carotenoides totales en ocho especies de frutas y verduras comercializadas en la zona

metropolitana de San Salvador. Tesis para optar el título de Licenciado en Química y Farmacia. El Salvador, Universidad de el Salvador. 143p.

Brooker, DB; Bakker-Arkema, FW; Hall. 1992. Drying and Storage of Grains and Oilseeds. New York: AVI Publishing Company, Inc.

Castillo, D. 2006. Aguaje, La Maravillosa Palmera de la Amazonia peruana. Wust Ediciones. Iquitos, Perú. 52 p.

Calle Benites, RE; Aparicio Baidal, JJ. 2011. Diseño de una Planta de Deshidratación de Hierbas Aromáticas. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico, Guayaquil, Ecuador. Escuela Superior Politécnica Del Litoral. 93p.

Carranco, J; Maria E; Calvo C, M; Fernando P, G. 2011. Carotenoides y su función antioxidante. Salvador Zubiran, México; Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición. 61(3).

CODESU. 2001. (Consorcio para el Desarrollo Sostenible de Ucayali). Proyecto de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Racional del Aguaje en Parcelas Familiares en el Ucayali Medio. Pucallpa: Boletín N° 2.

Chen, J; Tai, C; Chen, B. 2007. Efectos de diferentes tratamientos de secado en la estabilidad de los carotenoides en el mango taiwanés (Mangifera indica L.). Química de Alimentos. 100:1005-1010p.

Dalpasquale, VA; De Queiroz, D; Marques, JA; Sinicio, Roberto. 1991. Secado de granos: natural, solar y a bajas temperaturas. Santiago, Chile. Editorial FAO, Viale delle Terme di Caracalla. 90p.

Delgado, VC. 2004. El Aguaje: Pura Selva. 231 ed. Iquitos, Perú. 32-34p.

Dutta, D; Chaudhuri, U; Chakraborty, R. 2005. Estructura, beneficios para la salud, Propiedad antioxidante, procesamiento y almacenamiento de carotenoides. Departamento de tecnología alimentaria e Ingeniería

Bioquímica. Universidad de Calcuta. India. Revista Africana de Biotecnología Vol.4 (13).

Díaz, M. 2008. Obtención de un colorante natural para alimentos a partir de la zanahoria. Tesis para optar el título de Ingeniero Químico. Maracaibo, Venezuela. Universidad Rafael Urdaneta. 113p.

Esteban, R; Moran, J; Becerril, J; Garcia-Plazaola, J. 2015. Versatilidad de los carotenoides: una visión integrada sobre la diversidad, los roles funcionales de la evolución y las interacciones ambientales. Pamplona, España. Universidad Púbica de Navarra - Instituto de Agrobiotecnología. 119:63-75p.

Escriche, I., Restrepo, J., Serra, J. y Herrera, L. 1999. Composition and nutritive value of amazonian palm fruits. Food and Nutrition Bulletin. 20 (3):361-365p.

FDA, 2001. Métodos para reducir / eliminar patógenos de los productos frescos y recién cortados en: Análisis y evaluación de medidas de control preventivo para el control y la reducción / eliminación de peligros microbianos en productos frescos y frescos. Obtenido de: http://www.horticom.com/ pd/imagenes/65/406/65406.pdf

Fernández-García, E; Carvajal-Lérida, I; Jarén-Galán, M; Garrido-Fernández, J; Pérez-Gálvez, A; Hornero-Méndez, D. 2012. Biodisponibilidad de carotenoides de Alimentos: Desde pigmentos vegetales hasta actividades biológicas eficientes. Investigación de alimentos Internacional.46:438-450p.

Fito Maupoey, P; Ándres Grau, AM; Barat Baviera, JM; Albors Sorolla, AM. 2001. Introducción al secado de alimentos por aire caliente. Primera Edición. España, Editorial Universidad Politécnica de Valencia. 211p.

Finney, J; Buffo, R; Reineccius. 2002. Effects of type of atomization and processing temperatures on the physical properties and stability of spray-dried flavours. Journal of food science. 67(3): 1108-1113p.

Follegatti, R. L. 2002. Formulación y evaluación sensorial de mezclas de manzanilla (Matricaria chamomilla L.) y hierba Luisa (Cymbopogon citratus) Stapf.) Conteniendo corteza de uña de gato (Uncaria tomentosa) para su uso en infusiones. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. 107 p.

García Pezo, D; Espinoza Solano, O. (2018). Aprovechamiento de los residuos de *Mauritia flexuosa.* Dirección de Investigación, Innovación, Desarrollo y Transferencia Tecnológica. Boletín de vigilancia tecnológica agroindustria Nº001-2018. Loreto, Perú. Consultado 12 nov. 2018. Disponible en https://www.itp.gob.pe/archivos/vtic/AGROINDUSTRIA_001-2018.pd

Garay, N; Villafuerte, E. (2015). Evaluación de diferentes temperaturas de secado en la concentración de antioxidantes y las características organolépticas de la bebida funcional elaborado a partir de la cáscara de camu camu *(Myrciaria dubia). Tesis para optar* título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Pucallpa, Perú. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, Facultad de ingeniería y ciencias ambientales. 108p.

Garcia, J. (2014). Evaluación de los efectos del proceso de secado sobre la calidad de la Stevia *(Stevia rebaudiana Bertoni)* y la Hierbabuena *(Mentha spicata).* Tesis para optar el grado de Magister en Ingeniería Agrícola. Bogota, Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ingeniería, Departamento de ingeniería Civil y Agrícola. 126p.

Giovanelli, G; Zanoni, B; Lavelli, V; Nani, R. (2001). Water sorsión, drying and antioxidant properties of dried tomato products. Journal of food engineering. 52: 135 – 141p.

Goodman, G. 2004. The beta-carotene and retinol efficacy trial; incidence of lung cáncer and cardiovascular disease mortality during 6-year follow-up after stopping ß-carotene and retinol supplements, Journal of the National Cancer Institute (JNCI): 1743 – 1750.

Gomez, J; León, D. 2004. Diseño y Construcción de un Secador de Bandejas para Germen de Trigo. Tesis para optar en título de Ingeniero Químico. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 25-50p.

Gómez, S. 2009. Deshidratado de tomates en un secador de Charolas. Tesis Ingeniero de Alimentos. Universidad Tecnológica de la Mixteca. México. 76p.

González, R. 2004. Curso: Calibración de Espectrofotómetros Ultravioleta Visible CASMET. Querétaro, Qro.México.

Guerra, M; Díaz, X; Madrigal, L; Hidalgo, G. 2011. Caracterización físico-química del fruto de la palma de moriche (Mauritia flexuosa) y de harina del tronco. Caracas, Venezuela, Universidad Simón Bolivar. 12p.

Harris, DC. 2003. Análisis Químico Cuantitativo. 3 ed. <<s.l.>>. Editorial Reverte. 924p.

Holdsworth, SD. 1986. Avances en la deshidratación de frutas y hortalizas. En: MACCARTHY, D. (ed.) Concentración y secado de alimentos. Londres: Elsevier Applied Science Publisher. 293-303p.

IIAP. 2006. (Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana). La Maravillosa Palmera de la Amazonia. Loreto, Yurimaguas.

lngunza Reyes, G. 2009. Extracción, caracterización y refinación de aceite de pulpa y cascara del Aguaje (Mauritia flexuosa), Tesis de ingeniero de industrias alimentarias. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 172p.

INFOAGRO (Sistema de Información del Sector Agropecuario Costarricense). 2002. Gestión y Tratamiento de Residuos Sólidos orgánicos de la Industria de Transformados Vegetales (en línea, sitio web). Consultado 06 nov. 2018. Disponible en www.infoagro.com/conservas/residuos_conservas_vegetales 2.htm.

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA (09 de enero de 2018). Instituto Nacional de Innovación Agraria. Obtenido de http://www.inia.gob.pe/pucallpa/ubicacionpucallpa

Khachik, F. 1991. Separation, identification, and quantification of carotenoids in fruits, vegetables and human plasma by high performance liquid chromatography. Pure&App/. Chem. 63(1): 71-80p.

Lai, H; Lim, Y. (2011). Evaluation of Antioxidant Activities of the Methanolic Extracts os Selected Ferns in Malaysia. Internacional Journal of Enviroment Science and Development. 2(6):442-445p. Noviembre 18, 2016, De Monash University Sunway Campus Base de datos.

Macas, M. 2007. Evaluación Nutricional del Tomate (Lycopersicum sculentum L.) deshidratado. Tesis para el título de Bioquímico Farmacéutico. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Meléndez, A; Martínez, I; Vicario, F; Heredia, J. 2004. Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. Sevilla, España. Archivos Latinoamericanos de nutrición. Art. 11. Consultado el 1 de nov. 2018. Disponible en: idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/26409/Estabilidad%20de%20los%20pigmentos%20carotenoides%20en%20los%20alimentos.pdf?sequence=1.

Minguez, M; Perez, A; Hornero, D. 2010. Grupo de química y bioquímica de pigmentos. Departamento de biotecnología de alimentos. Sevilla, España. Instituto de la grasa (CSIC).

Ministerio de Ambiente (MINAM), Ministerio de Agricultura (MINAG). 2011. El Perú de los Bosques. Lima, Perú. Ministerio del Ambiente.73p.

Ministerio de Agricultura (MINAG). 1974. Mauritia flexuosa L. f.: Simposio sobre plantas de interés económico en la flora amazónica; Lima, Perú.

Murray, R; Granner, D; Rodwell, W. 2007. Harper bioquímica ilustrada. México DF. Ed.17a. Edit. Manual moderno. 700p.

Navarro, B. 2006. Estudio de las cadenas productivas de Aguaje y Tagua. Técnico, Reserva Nacional Pacaya Samiria. Perú, San Martin, Tarapoto.103p.

National Institutes of Health (NIH). 2016. Strengthening Knowledge and Understanding of Dietary Supplements. Vitamina A.

Oré, I; lP, Kvist, S; Gram Cáceres, A. 1997. Proyecto Inventarios Forestales y Socioeconomía en la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Iquitos, Perú. Reporte Zona Samiria. Convenio PPS-WWF/DK-RVAU. Informe Técnico.

Pascual Chagman, GJ. 2009. Caracterización de aceites especiales extraídos de frutos de ungurahui (Jessenia polycarpa) y aguaje (Mauritia flexuosa) de la Comunidad Nativa de Nuevo Canan del Distrito de Balsapuerto – Loreto. Lima, Facultad de Industria Alimentaria, Universidad Nacional Agraria la Malina.

Piga, A; Del Caro, A; Corda, G. 2003.From Plums to Prunes: Influence of Drying Parameters on Polyphenols And Antioxidant Activity. Agriculture an food Chemistry. 51:3675-3681p.

Pineda-Castro, M. L; Chacón, A; Cordero, G. 2009. Efecto de las condiciones de secado sobre la cinética de deshidratación de las hojas de morera (Morus alba). Rev. Agronomía Mesoamericana. 20(2).

Portocarrero, M.F. (2018). Efectos de la temperatura sobre el polvo de Mauritia flexuosa (aguaje) obtenido en secador spray. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Iquitos, Perú. 85p.

Prado, ME; Park, KJ; Alonso, LF. 2000. Shrinkage of dates (Phoenix dactilyfera). Drying Technology. 18(1-2): 295-310p.

Provesi, J; Odebrecht-Dias, C; Amante, E. 2011. Cambios en los carotenoides durante Procesamiento y almacenamiento de puré de calabaza. Química de los alimentos.128:195-202p.

Rodríguez-Amaya, DB. 1999. Carotenoides y preparación de alimentos: La retención de los carotenoides provitamina A en alimentos preparados, procesados y almacenados. São Paulo, Brasil. Universidad Estatal de Campiñas, Facultad de Ingeniería de Alimentos. 99p.

Rodríguez – Amaya, A. D. 1993 Curso latinoamericano de carotenoides en alimentos. UNICAMP – CAMPINAS. Brasil.

Rodríguez, JC; Bartosik, R. 2006. Secado de granos. Proyecto eficiencia de cosecha y poscosecha. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Actualización Técnica PRECOP, (16), 4 p.

Rojas Ruiz, R. 2000. Estado del Conocimiento sobre el “aguaje” Mauritia flexuosa L.f. Iquitos, Perú. 62p.

Rojas, R; Salazar, J; Llerena, CH; Rengifo, S; Ojanama, J; Muñóz, V. 2001. Industrialización primaria del Aguaje (Mauritia Flexuosa L.f.) lquitos, Perú. Vol. 12 (1-2).

Schomberg, J. (1997). -- Análisis químico. s.n.t.

Tripla, M. 2000. Estadística elemental. México: Pearson. Education. 573-583p.

Ulloa, JA. 2012. Área de Ciencias Biológico Agropecuarias y Pesqueras: Programa Académico del Doctorado en Ciencias Biológico Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. 5p. Consultado el 2 de Noviembre del 2018. Disponible en studylib.es/doc/8097547/deshidratación-de-alimentos---universidad-autónoma-de-nay...

Urra, C. 2008. “Vitamina A y su vital importancia en la salud”. Indualimentos, 11(53): 40-44p.

Vásquez, PG. 2008. Caracterización de ácidos graso β-caroteno, α-tocoferol y estabilidad oxidativa de los aceites de tres morfotipos de Mauritia flexuosa L. f. mediante Cromatografía de Gases, HPLC y Rancimal, Tesis para obtener el grado de químico farmacéutico. Iquitos, Perú, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Zaccari, F. 2010. Caracterización de seis cultivares de zanahorias (Daucus carota, L), crudas y cocidas al vapor, por color y contenido y bioaccesibilidad in vitro de ß- carotenos y minerales. Tesis para optar el grado de Magister en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la Republica.117p.

VIII. ANEXO.

Cuadro 18A. Datos experimentales del secado de la cáscara de aguaje a 30 °C.

Hora	Peso (Kg)	KgH20/KgSS	KgH2O/Producto	N
0	0.200	1.469	0.595	0.022
1	0.190	1.346	0.574	0.020
2	0.182	1.247	0.555	0.015
3	0.176	1.173	0.540	0.014
4	0.169	1.086	0.521	0.020
5	0.158	0.951	0.487	0.022
6	0.149	0.840	0.456	0.023
7	0.137	0.691	0.409	0.018
8	0.133	0.642	0.391	0.009
9	0.129	0.593	0.372	0.008
10	0.126	0.556	0.357	0.008
11	0.122	0.506	0.336	0.012
12	0.115	0.420	0.296	0.016
13	0.107	0.321	0.243	0.023
14	0.094	0.160	0.138	0.022
15	0.087	0.074	0.069	0.010
16	0.085	0.049	0.047	0.005
17	0.082	0.012	0.012	0.004
18	0.081	0.000	0.000	0.000

- Curva de secado

En la figura 18A, se observa la curva completa de secado de la cáscara de aguaje en un secador convectivo con aire caliente (secador de bandejas) a la temperatura de 30 °C.

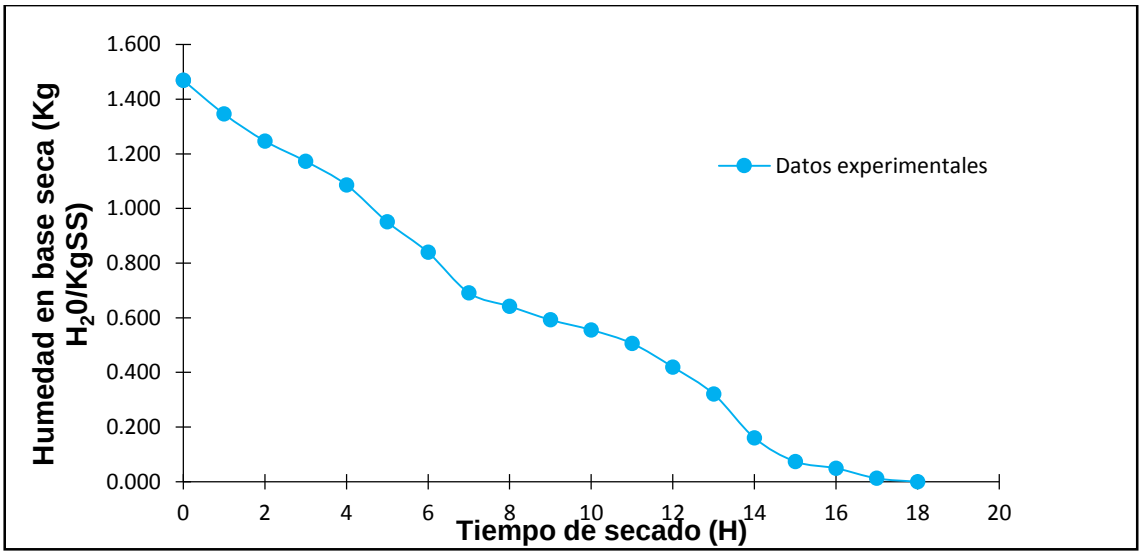


Figura 18A. Curva de secado de la cáscara de aguaje a 30 °C vs tiempo.

La curva presenta una rápida caída de la humedad durante las 12 primeras horas del proceso de secado, presentando una caída típica de velocidad de secado en estado decreciente.

La etapa donde el secado decrece en función del tiempo se encuentra desde las 13 horas hasta las 18 horas el cual es el tiempo límite del experimento. En la curva, esta etapa se identifica en la parte donde la pérdida de humedad en función del tiempo es baja de hora en hora, con poca variación conforme pasa el tiempo haciendo una curva casi constante.

- Velocidad de secado

En la figura 19A, se presenta el comportamiento de la velocidad de secado en relación con la humedad en base seca de la cáscara de aguaje. Se observa que al inicio de la operación la velocidad de secado es decreciente hasta llegar a un valor aproximado de 1.17 $KgH_2O/KgSS$ que se presenta a 3 horas de secado, para luego ser creciente hasta llegar a un valor aproximado de 0.84 $KgH_2O/KgSS$ respectivamente, finalmente cae en forma decreciente.

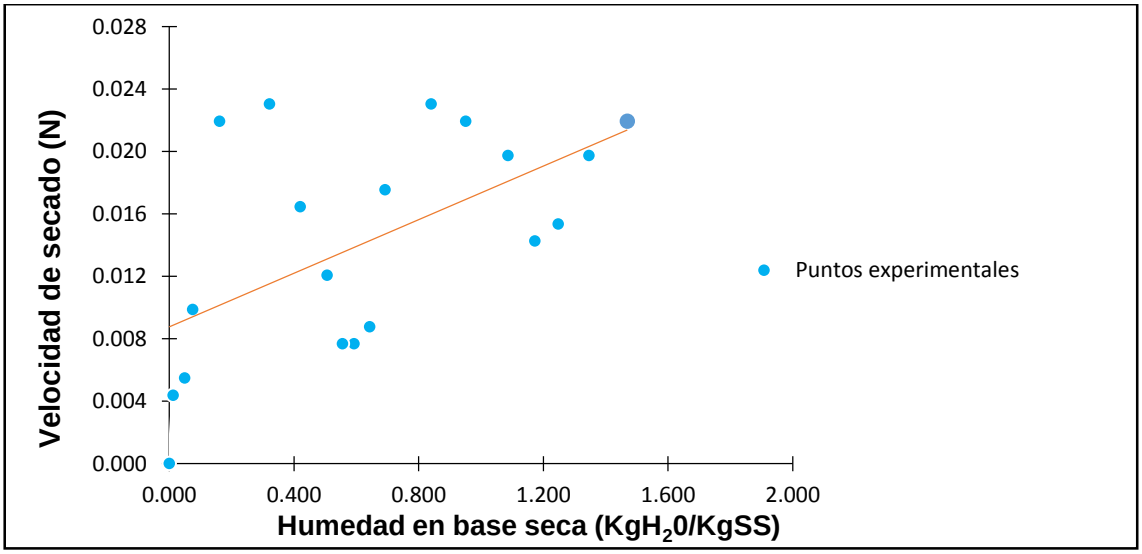


Figura 19A. Curva de velocidad de secado de la cáscara a 30°C.

En la figura 20A se presenta la curva de velocidad de secado versus el tiempo, tal como se indico, a las 13 horas, se observa la tasa más alta de velocidad de secado de 0.32 KgH2O/KgSS.H.

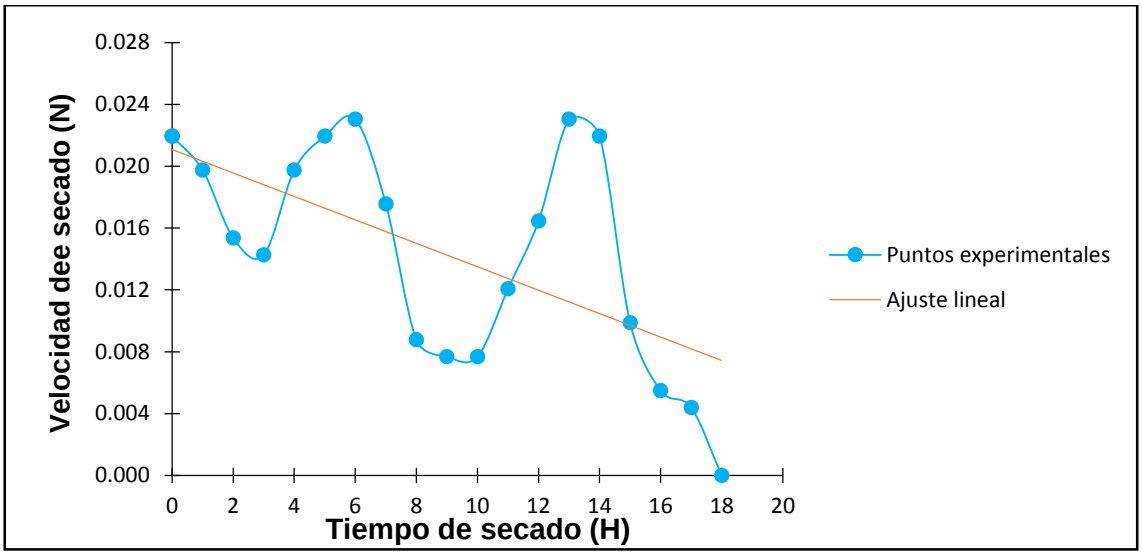


Figura 20A. Curva de velocidad de secado de la cáscara de aguaje a 30 °C vs el tiempo de secado.

El cuadro 19A se puede observar el tiempo de secado de la cáscara de aguaje a una temperatura de 40 °C con un tiempo máximo de 10 horas.

Cuadro 19A. Datos experimentales del secado de la cáscara de aguaje a 40 °C.

Hora	Peso (Kg)	KgH2O/KgSS	KgH2O/Producto	N
0	0.2000	1.7248	0.6330	0.0382
1	0.1826	1.4877	0.5980	0.0338
2	0.1692	1.3052	0.5662	0.0328
3	0.1527	1.0804	0.5193	0.0435
4	0.1295	0.7643	0.4332	0.0616
5	0.0965	0.3147	0.2394	0.0562
6	0.0783	0.0668	0.0626	0.0252
7	0.0735	0.0014	0.0014	0.0053
8	0.0735	0.0014	0.0014	0.0001
9	0.0734	0.0000	0.0000	0.0000
10	0.0734	0.0000	0.0000	0.0000

- Curva de secado

En la figura 21A se muestra la variación del contenido de humedad de la cáscara de aguaje en función del tiempo de secado a 40 °C, hasta obtener una humedad de equilibrio aproximadamente en base seca de 0.0014 KgH20/KgSS. Empleándose un tiempo medio de 6 horas para llegar a la humedad en base húmeda de 6.25%

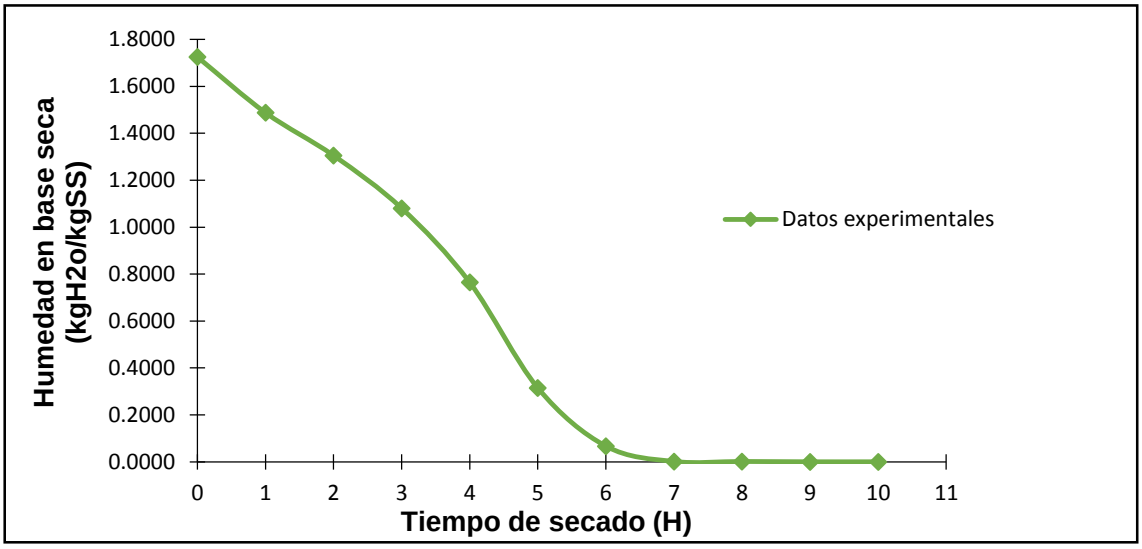


Figura 21A. Curva de secado de la cáscara a 40 °C, en base seca.

- Velocidad de secado

En la figura 22A, se presenta el comportamiento de la velocidad de secado vs la humedad en base seca a 40 °C, se observa al inicio de la operación que la velocidad de secado es decreciente hasta llegar a un valor de 1.305 KgH20/KgSS), para luego ser creciente hasta llegar a un valor aproximado de 0.764 KgH2O/KgSS que se presenta a las 4 horas de secado, finalmente decrece hasta un valor aproximado de 0.001 KgH2O/KgSS.

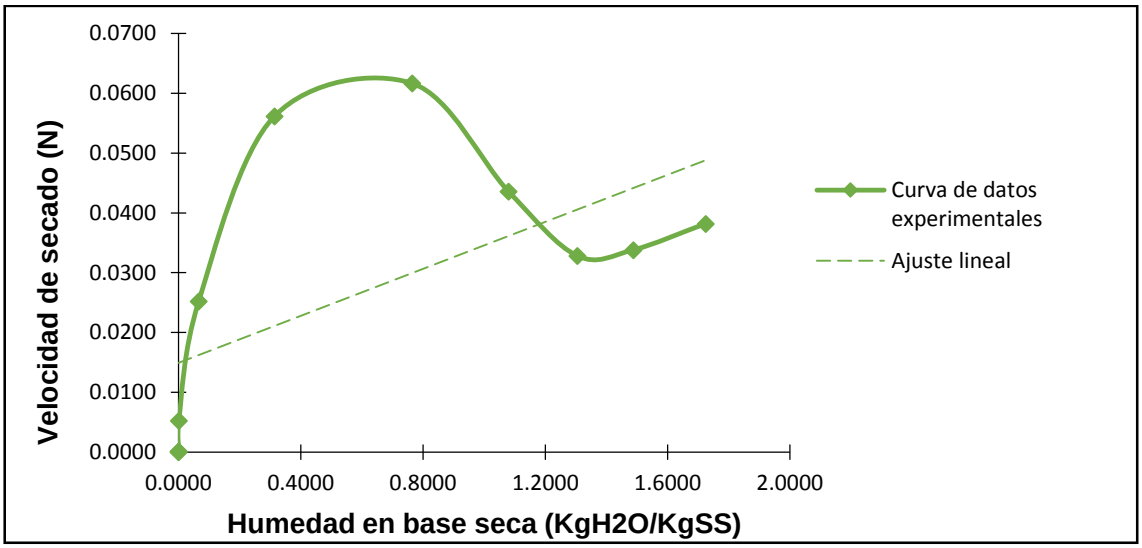


Figura 22A. Curva de velocidad de secado de la cáscara de a 40 °C versus humedad en base seca.

En la figura 23A, se presenta la curva de velocidad de secado con respecto al tiempo, tal como se mencionó a las 4 horas, se observa la tasa más alta de velocidad de secado de 0.061 KgH2O/KgSS.H, para luego decrecer hasta obtener una curva casi constante.

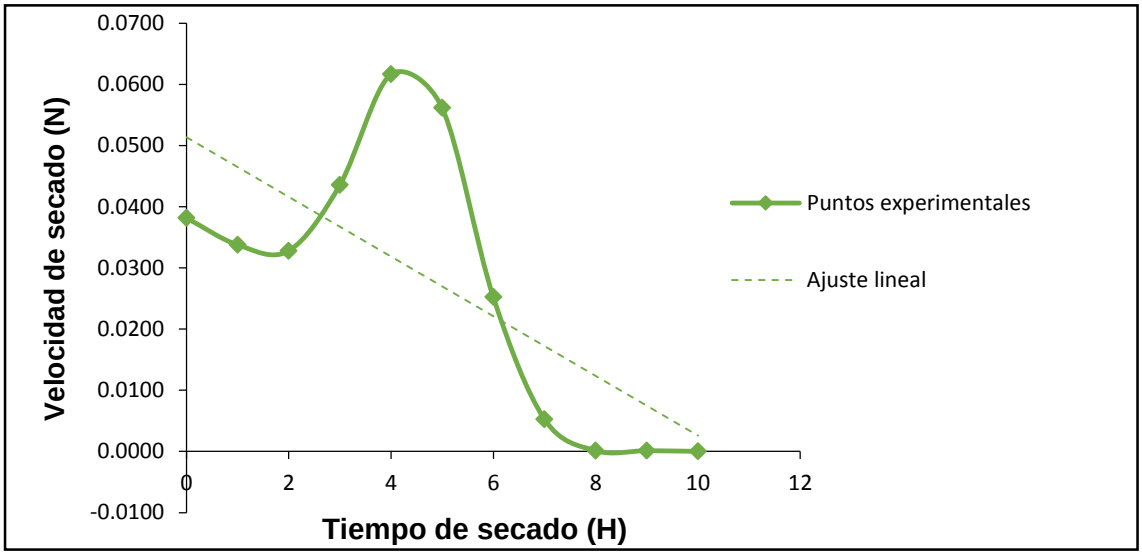


Figura 23A. Curva de velocidad de secado de la cáscara de aguaje a 40 °C versus el tiempo de secado.

En el cuadro 20A se muestran los datos obtenidos del secado de la cáscara de aguaje a una temperatura de 50 °C con un peso inicial de 0.200 Kg.

Cuadro 20A. Datos experimentales del secado de la cáscara de aguaje a 50 °C.

Hora	Peso (Kg)	KgH20/KgSS	KgH20/Kg producto	N
0	0.2000	2.1250	0.6800	0.0235
1	0.1893	1.9578	0.6619	0.0620
2	0.1436	1.2438	0.5543	0.1164
3	0.0834	0.3031	0.2326	0.0817
4	0.0692	0.0812	0.0751	0.0194
5	0.0657	0.0266	0.0259	0.0056
6	0.0641	0.0016	0.0016	0.0000
7	0.0641	0.0016	0.0016	0.0000

- Curva de secado

En la figura 24A se observa la curva de secado de la cáscara de aguaje a 50 °C hasta obtener un peso constante, empleándose un tiempo de secado de 7 horas.

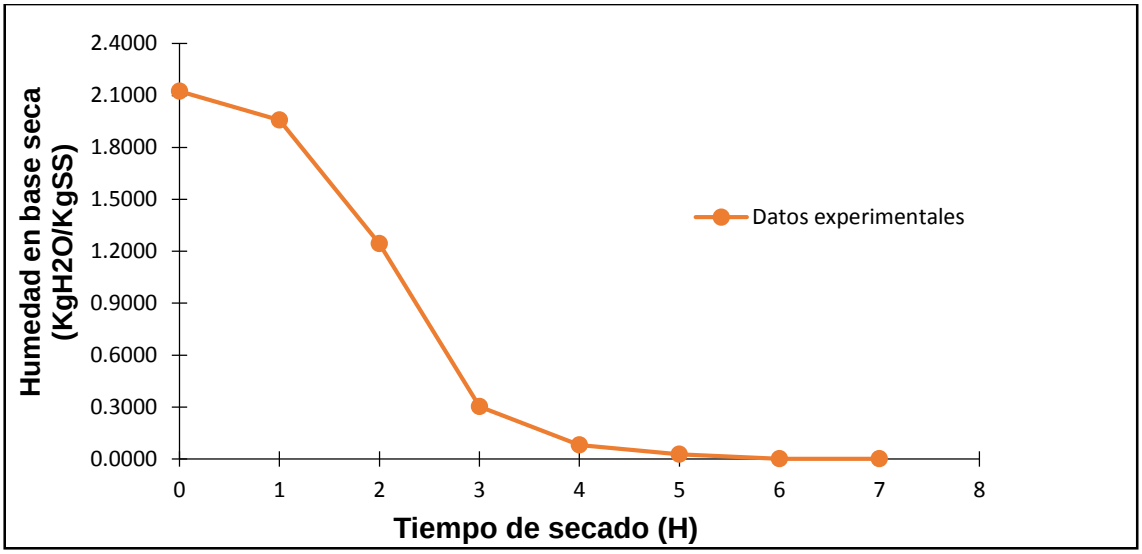


Figura 24A. Curva de secado de la cáscara de aguaje a 50 °C.

En la figura 24 se observa la curva de pérdida de peso en base seca vs el tiempo, para el secado a 50 °C. En las 3 primeras horas la pérdida de peso es decreciente. Ya a partir de las 4 horas las pérdidas de peso son mínimas de hora en hora y la curva se hace constante.

- Velocidad de secado

En la figura 25A, se presenta el comportamiento de la velocidad de secado vs la variación de la humedad en base seca. Se observa al inicio de la operación de secado que la velocidad es creciente hasta llegar a un valor aproximado de 1.2438 kgH_2O/KgSS que se presenta a las 2 horas, para luego caer en forma decreciente hasta el valor de 0.0016 KgH2O/KgSS.

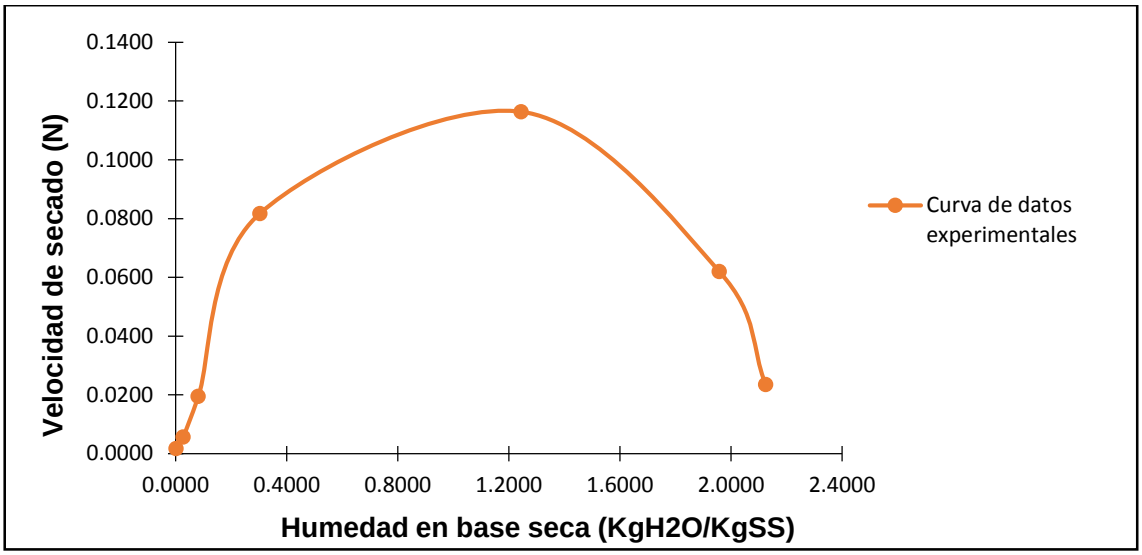


Figura 25A. Curva de velocidad de secado vs la humedad en base seca a 50 °C de la cáscara de aguaje aplicado el secado en un secador de bandejas.

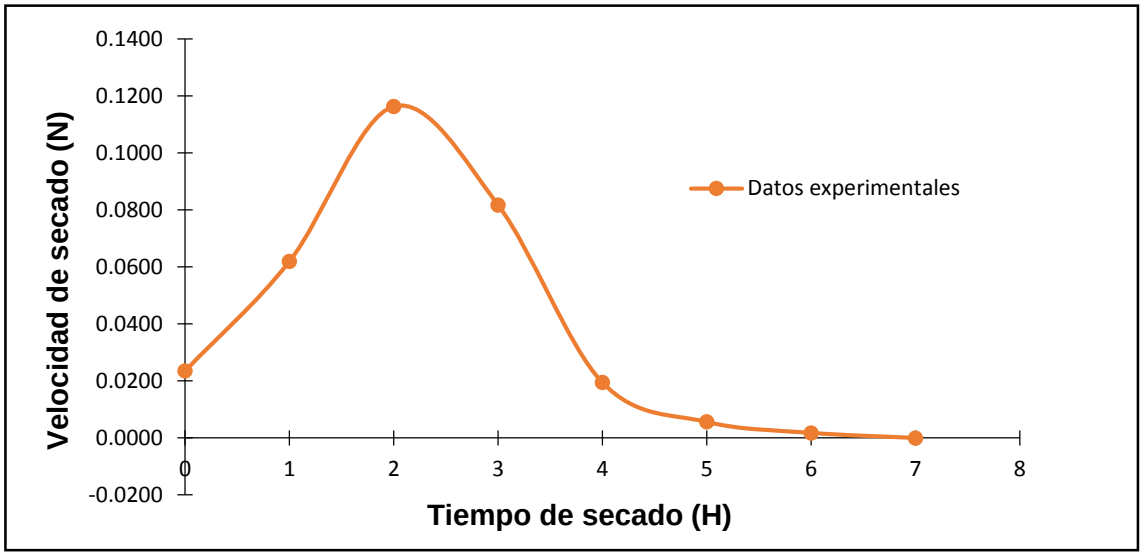


Figura 26A. Curva de la velocidad de secado vs tiempo a 50 °C de la cáscara de aguaje.

En la figura 26A se presenta la curva de la velocidad de secado vs el tiempo, tal como se indicó, a las 2 horas se observa la tasa más alta de velocidad de secado de 0.1164 KgH2O/kgSS.H.

Cuadro 21A. Prueba de promedios de Tukey.

Temperatura	N	Tiempo requerido de secado (H)
30 °C	3	16.8167 ± 0.3175 a
40 °C	3	9.5833 ± 0.3686 b
50 °C	3	6.8167 ± 0.3175 c
Total	9	11.0722 ± 4.4812

Letras iguales no presentan diferencias significativas Tukey (P≤0.05)

Cuadro 22A. Prueba de promedios de Tukey para los valores de carotenos totales.

Temperatura	N	Media	Desviación Estándar	Error estándar
30 °C	3	0.10333	0.007095 a	0.005786
40 °C	3	0.12100	0.009165 a	0.005786
50 °C	3	0.15633	0.004041 b	0.005786
Total	9	0.12689	0.024163	0.005786

Letras iguales no presentan diferencias significativas Tukey (P≤0.05)

Recuadro 1A. Determinación de humedad.

Método. A.O.A.C.945.15.

Se realizó el pesado de la materia prima en una capsula de porcelana limpia y seca, luego se añade de 2 a 5 g de muestra bien esparcida. Se coloca la capsula con la muestra en la estufa a una temperatura de 100 – 105 °C, por un espacio de 5 horas, al cabo de este tiempo se retira las capsulas de la estufa y colocarlas en el desecador y enfriar por lo menos 45 minutos y pesar.

El resultado se expresa en porcentaje, calculado por la ecuación:

$$\%H: a – b/p \times 100$$

Dónde:

a: Peso del recipiente con la muestra húmeda (g).

b: Peso del recipiente con la muestra seca (g).

p: Peso de la muestra tomada fresca.

Recuadro 2A. Determinación de cenizas.

Método. A.O.A.C. 938.08.

Se pesa un crisol de porcelana y se agrega de 2 a 5 g, de muestra y se somete a incineración en la mufla a una temperatura de 550 a 600 °C, por un espacio de 6 horas (la ceniza debe ser de un color blanco/crema). Luego se retira el crisol de la mufla y se coloca en una desecadora campana, para enfriarlo por un espacio de 60 minutos, seguidamente se pesa.

La fórmula es la siguiente:

$$\%C: W – Wo/P \times 100$$

Dónde:

W: Peso del crisol con ceniza.

Wo: Peso del crisol vacío.

P: Peso de la muestra.

Recuadro 3A. **Determinación de grasa bruta.**

Método. A.O.A.C. 920.39 (a).

Es el método Soxhlet, que consiste en la extracción de los lípidos de la muestra utilizando como solvente hexano.Se preparó la muestra problema y se pesa de 2 a 5 g de muestra seca, la cual se hace en un papel filtro, de tal forma que la muestra quede segura, luego se colocó el paquete en la cámara central del aparato Soxhlet. Se pesó el balón vacío, el cual se adapta a la parte inferior del soxhlet, posteriormente se depositara la grasa. La grasa bruta de la muestra se extrae aplicando calor durante 5 horas, se colocó el balón en la estufa con la finalidad de evaporar el hexano, se enfrió y se pesó. El resultado se expresa en porcentaje (%), calculando según la ecuación:

%G: Pb – B/W x 100

Dónde:

Pb: Peso del balón más la grasa.

B: Peso del balón vacío.

W: Peso de la muestra seca.

Recuadro 4A. Determinación de carbohidratos totales.

Por diferencia de 100.

El contenido de carbohidratos se obtuvo por diferencia, es decir sustrayendo de 100, la suma de humedad, proteína, grasa, y cenizas. El resultado se expresa en porcentaje (%), calculando según formula:

CHO: 100% -%H+ %G+%C +%P)

Dónde:

%H: Porcentaje de humedad en base húmeda.

%G: Porcentaje de grasa en base húmeda.

%C: Porcentaje de cenizas en base húmeda.

%P: Porcentaje de proteínas en base húmeda.

Recuadro 5A. Determinación de proteína bruta.

Método. A.O.A.C. 920.53.

Se utilizó el Método Kjeldhal, que consiste en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico, en caliente y titulación del nitrógeno resultante (amoniaco), el proceso comprende tres fases:

Digestión: Se dirige la muestra con H_2SO_4, concentrado usando $CuSO_4$, como catalizador de igual forma K_2SO_4, para convertir el N_2 en NH_4.

Destilación: Consiste en adicionar NaOH, al 8%, para liberar el amoniaco que es recogido en solución de Ácido bórico al 4%.

Titulación: Se titula con H_2SO_4, al 0.025 N, para determinar el amoniaco retenido por el ácido bórico, se calcula el contenido de Nitrógeno de la muestra a partir de la cantidad de amoniaco producido. El resultado se expresa en porcentaje (%), según la fórmula:

%N: 0.014 xVx n/M x100

%Proteína: % N x F

Dónde:

V: mL, de solución 0,025 N de H_2SO_4

n: Normalidad del ácido sulfúrico.

M: Peso de la muestra.

0.014 mili equivalente de N_2.

%Proteína = F: 6.25 (factor general).

Recuadro 6A. Determinación de fibra bruta.

Método. A.OA.C. 962.09.

Este método permite determinar el contenido de fibra en la muestra, después de ser digerida con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y calcinado el residuo. La diferencia de pesos después de la calcinación nos indica la cantidad de fibra presente.

Se pesa 1 g de muestra seca, se adiciona 100 mL de H_2SO_4 al 1.25% se lleva la muestra al equipo por 30 min, terminada la digestión ácida se activa la bomba de filtración, se lava con un total de 100 mL de agua destilada caliente para luego verificar fin de la reacción ácida, se adiciona 100 mL de NaOH caliente al 1.25% para hervir nuevamente agitando de vez en cuando como en el primer tratamiento, filtrar y lavar hasta que el líquido de los lavados no presente reacción alcalina comprobando con papel indicador, secar en la estufa a 105 °C hasta peso constante, calcinar a 550 °C hasta obtener cenizas claras y pesarlas.

$$\%\ \text{Fibra}_{BS} = \frac{(Pf+Pc)-Pc}{Pm} \times 100 \times \frac{(100 - \%\ G)}{100}$$

$$\%\ \text{Fibra}_{BH} = \%\ \text{Fibra BS} \times \frac{(100 - \%H)}{100}$$

Dónde:

Pf + Pc = Peso en g de la fibra + cenizas

Pc = Peso en g de las cenizas

Pm = Peso en g de la muestra.

% G = Porcentaje de grasa



Figura 27A. Recojo y recepción del fruto aguaje.



Figura 28A. Lavado, desinfección y maduración del aguaje variedad shambo.



Figura 29A. Pelado y recepción de la materia prima (cáscara).



Figura 30A. Selección, clasificación y lavado de la cáscara de aguaje.



Figura 31A. Pesado y oreado de las cáscaras de aguaje ya lavadas y desinfectadas.



Figura 32A. Se colocaron las cáscaras en el deshidratador a 30 °C, 40 °C y 50 °C.



Figura 33A. Cáscara al termino del secado y guardadas en bolsas herméticas.



Figura 34A. Molienda y Tamizado de la cáscara de aguaje.



Figura 35A. Obtención de la harina y almacenamiento de la muestra para su posterior análisis.



Figura 36A. Pesado de la muestra (harina de la cáscara de aguaje).



Figura 37A. Rótulo de la muestra y adición del solvente (éter de petróleo).



Figura 38A. Homogenizado de la muestra y obtención de los extractos.



Figura 39A. Se realizó las lecturas a una longitud de onda de 445.0 nm, para el cálculo del contenido de carotenos totales.

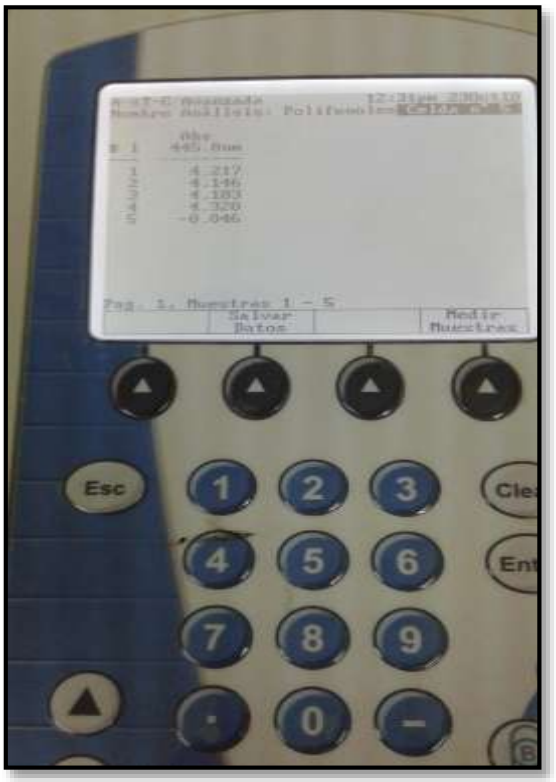


Figura 40A. Obtención de las lecturas por espectrofotometría.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Laboratorio de Análisis de Fisico Químico de Alimentos

INFORME DE ENSAYOS N° 49 LAFQA-119-28-11-2018

Producto : Harina de cáscara de aguaje
Marca : s/m
Identificación de muestra : s/l
Número de muestras : 01
Cantidad recibida : 400g
Forma de presentación : 2 envases de vidrio
Fecha de recepción : 14/11/2018
Ensayo solicitado : Determinación de Análisis Químico Proximal

Resultados:

Muestra	Análisis	Porcentaje
Harina de la cáscara de aguaje	Determinación de humedad	4.68 ± 0.16
	Determinación de ceniza	2.31 ± 0.04
	Determinación de proteína bruta	4.99 ± 0.05
	Determinación de grasa bruta	5.76 ± 0.23
	Determinación de fibra bruta	32.55 ± 0.62
	Determinación de carbohidratos totales	82.26 ± 0.06

Métodos utilizados en el laboratorio:

- Determinación de humedad según el método AOAC 945.15
- Determinación de ceniza según el método AOAC 938.08
- Determinación de proteína bruta según el método AOAC 920.53
- Determinación de grasa bruta según el método AOAC 920.39 (a)
- Determinación de fibra bruta según el método AOAC 962.09
- Determinación de carbohidratos totales por diferencia de 100

Conclusiones:
Considerando las condiciones de muestreo hasta su ingreso a los Laboratorios de Análisis físico-químico de la universidad FIAL-UNALM, son de responsabilidad del solicitante.
Los análisis son válidas solo para la cantidad recibida.

Lima, 28 de noviembre del 2018.

Figura 41A. Determinación de los análisis químicos proximales al mejor tratamiento (T^3=50 °C).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Constancia

N° 034

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

La Dirección General de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el PROYECTO DE INVESTIGACION titulado:

"DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CAROTENOS DE LA HARINA DE CASCARA DE AGUAJE (Mauritia Flexuosa L.F.) OBTENIDA POR SECADO".

Cuyo autor es:

Kaila Dalila, Povis Antara

Asesora: **Ing. Cristina Elena, Quiñones Ruiz**

Escuela: **Ingeniería Agroindustrial**

Facultad: **Ciencias Agropecuarias**

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio, dicho documento presenta un porcentaje de similitud de **3%.**

El tal que de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en la DIRECTIVA DE USO

DEL SISTEMA ANTIPLAGIO (10%), en el artículo 9: "Criterios de porcentaje de similitud". Se declara, que dicho trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de plagio, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
DIRECCION GENERAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL
DRA. DINA PARI QUISPE
Direc. Gral Prod. Intel

Firma: _____

Fecha: 05/02/2019