



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y VIDA ÚTIL DE LAS PAPAYAS NATIVAS (*Carica pubescens*) PAPAYITA DE MONTE Y (*Carica pentagona heilb*) BABACO DESHIDRATAS MEDIANTE LIOFILIZACIÓN

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

AUTOR:

MSC. ING. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA

ASESORA:

DRA. LUZ MARÍA PAUCAR MENACHO

CHIMBOTE-PERÚ

2019



CONSTANCIA DE ASESORAMIENTO DE LA TESIS DOCTORAL

YO, Dra. Luz María Paucar Menacho, mediante la presente certifico mi asesoramiento de la Tesis Doctoral: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS Y VIDA ÚTIL DE LAS PAPAYAS NATIVAS (*Carica pubescens*) PAPAYITA DE MONTE Y (*Carica pentagona heilb*) BABACO DESHIDRATAS MEDIANTE LIOFILIZACIÓN, elaborada por el Msc. Ing. Erick Aldo Auquiñivin Silva, para obtener el Grado de Doctor en Ingeniería Agroindustrial en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa.

Revisado y Aprobado por el Asesor

Dra. Luz María Paucar Menacho
Asesora



CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS Y VIDA ÚTIL DE LAS PAPAYAS NATIVAS (*Carica pubescens*) PAPAYITA DE MONTE Y (*Carica pentagona heilb*) BABACO DESHIDRATAS MEDIANTE LIOFILIZACIÓN.

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador

Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
PRESIDENTA

Dr. Daniel Angel Sanchez Vaca
SECRETARIO

Dra. Luz María Paucar Menacho
VOCAL

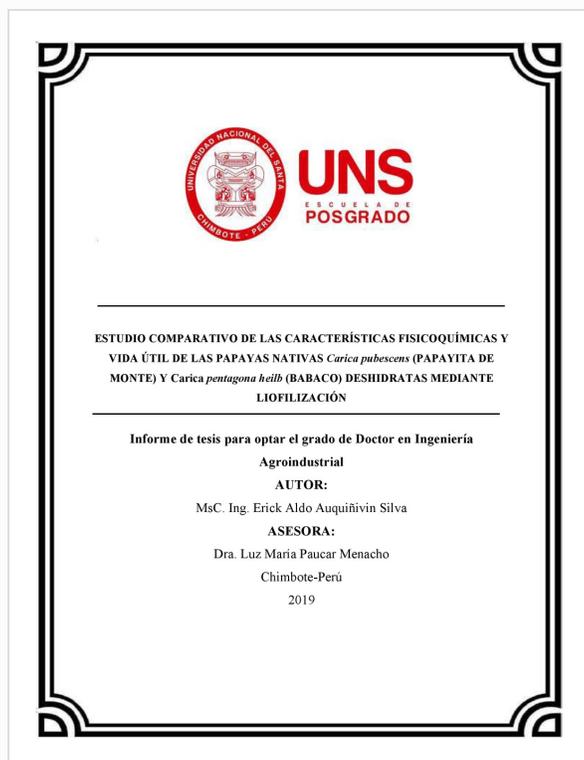


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Erick Aldo Auquiñivin Silva
Título del ejercicio: DOCTORADO EN INGENIERÍA AGR.
Título de la entrega: STUDIO COMPARATIVO DE LAS C..
Nombre del archivo: INFORME_FINAL_DE_DOCTORAD..
Tamaño del archivo: 3.68M
Total páginas: 53
Total de palabras: 10,649
Total de caracteres: 58,309
Fecha de entrega: 18-oct-2019 10:16a.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1195533986



DEDICATORIA

A mi esposa e hijos, quienes siempre me brindaron su apoyo incondicional en todos los proyectos y metas que he emprendido en la vida.

Un agradecimiento a mis padres Estela Silva Ortiz y Teobaldo Auquiñivin Montero, por la educación que me inculcaron, por haberme hecho de mí una buena persona, lo que soy se lo debo a ustedes. Gracias.

AGRADECIMIENTOS

A cada uno de los docentes de la Escuela de Postgrado, Programa Doctoral en Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa, por los conocimientos compartidos y por su contribución al proceso enseñanza – aprendizaje desarrollado a lo largo del proceso de formación académica doctoral.

A la Dra. Luz María Paucar Menacho, por su apoyo como asesor de la presente Investigación.

A mis colegas Guillermo Idrogo Vásquez, Armstrong Fernández Jeri y Efraím Castro Alayo, por coadyuvar la ejecución de la presente investigación, tanto en los ensayos de laboratorio como en el trabajo de campo.

A todos aquellos que de manera directa o indirecta contribuyeron a que tanto la planificación, como la ejecución de la presente investigación, pudiera ser culminada con éxito.

MSC. Erick Aldo Auquiñivin Silva

INDICE GENERAL

	Pag
HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR.....	v
HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTOS.....	viii
INDICE GENERAL.....	ix
INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE GRÁFICAS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	2
PROBLEMA DE INVESTIGACION	2
1.1. Planteamiento y fundamentación del problema de investigación	2
1.2. Antecedentes de la investigación	2
1.3. Formulación del problema de investigación	4
1.4. Delimitación de Estudio.....	4
1.5. Justificación e importancia de la investigación.....	5
1.6. Objetivos de la investigación: General y específicos.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. Fundamentos Teórico de la investigación.....	6
2.2. Marco conceptual.....	6
CAPITULO III.....	16
MARCO METODOLOGICO	16
3.1. Hipótesis central de la investigación.....	16
3.2. Variables e indicadores de la investigación	16
3.3. Métodos de la investigación.....	17
3.4. Diseño o esquema de la investigación.....	17
3.5. Población y muestra	18
3.6. Actividades del proceso de investigación:	19
3.7. Técnicas e instrumentos de la investigación	19
3.8. Procedimiento para la recolección de datos	21

3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos.....	31
CAPÍTULO IV	33
RESULTADOS Y DISCUSION	33
CAPITULO V.	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXO-1	51
ANEXO 2	57
ANEXO 3	67

INDICE DE TABLAS

	Pag
Tabla 1. Clasificación taxonómica se presenta a continuación:	7
Tabla 2. Características fisicoquímicas de la pulpa de papayita de monte.....	7
Tabla 3. Contenido de minerales de Papayita de monte.....	7
Tabla 4. Clasificación taxonómica se presenta a continuación	8
Tabla 5. Composición fisicoquímica de babaco.....	9
Tabla 6. Operacionalización de variables.....	16
Tabla 7. Preparación de la curva patrón de ácido gálico a partir de una disolución concentrada de 1000 mg/L.	27
Tabla 8. Representaciones simbólicas de los datos del diseño Completo al azar (DCA). ...	32
Tabla 9. Características Biométricas del babaco y papayita	33
Tabla 10. Rendimiento de cascara, pulpa y semilla respecto al babaco y papayita	33
Tabla 11. Características fisicoquímicas de las unidades experimentales.....	34
Tabla 12. Características fisicoquímicas en frutas liofilizadas / 100g en base seco	36
Tabla 13. Rendimiento de la pulpa liofilizada.....	38
Tabla 14. Contenido de compuestos fenólicos totales de pulpa fresca y liofilizada	39
Tabla 15. Capacidad antioxidante de pulpa fresca y liofilizada.....	41
Tabla 16. Resultados de la evaluación sensorial de las dos muestras liofilizadas.....	43
Tabla 17. Resultados de humedad inicial y actividad de agua inicial	44
Tabla 18. Resultados de la evaluación sensorial en condiciones de humedad y actividad de agua crítica de las dos muestras liofilizadas de la papayita y babaco (n=15*)	44
Tabla 19. Resultados del contenido de humedad crítico y actividad de agua crítica de las muestras liofilizadas de papayita y babaco.....	45
Tabla 20. Tiempo de vida útil de las muestras liofilizadas de las frutas nativas de papayita y babaco.....	45

INDICE DE GRÁFICAS

	Pag
Gráfica 1. Diagrama de fases de agua y sistemas de secado	10
Gráfica 2. Diagrama de fases del agua en el que se muestra.....	11
Gráfica 3. Etapas de la Liofilización	12
Gráfica 4. Linealización de la isoterma de sorción entre el estado inicial y el estado crítico de un producto deshidratado con una humedad relativa de 70%.	14
Gráfica 5. Diagrama de flujo para la obtención de pulpa liofilizada.....	21
Gráfica 6. Diagrama experimental.....	31
Gráfica 7. Comparación en el rendimiento de cascara, pulpa y semilla en relación al babaco y papayita.....	34
Gráfica 8. Comparación entre las características fisicoquímica de Humedad, Acidez, Ceniza y °Brix de las pulpas del babaco y papayita	35
Gráfica 9. Comparación entre las características fisicoquímica de pH, Densidad y IM de las pulpas del babaco y papayita	36
Gráfica 10. Curva de calibración del ácido gálico.....	39
Gráfica 11. Comparación del Contenido de compuestos fenólicos totales de las pulpas frescas y liofilizadas	40
Gráfica 12. Comparaciones de Capacidad antioxidante de pulpa fresca y liofilizada	43

RESUMEN

El objetivo de investigación fue el estudio comparativo de las características fisicoquímicas y vida útil de las papayas nativas *Carica pubescens* y *Carica pentagona* heilb deshidratadas mediante liofilización. El cual se realizó en los laboratorios de Ingeniería Agroindustrial de la UNTRM y de la Universidad Nacional del Santa. Se determinó el análisis biométricos, se caracterizó las propiedades físicos químicos, se cuantifico la cantidad de fenoles totales, capacidad antioxidante usando el reactivo DPPH y tiempo de vida útil de las pulpas liofilizadas de babaco y papayita. Con respecto al análisis biométricos ambas frutas según anova existió estadísticamente diferencia significativa p-valor 0.0001. El rendimiento de las frutas nativas respecto al contenido de cascara, pulpa y semilla fueron: 24%, 67 % y 9 del babaco y 32.8 %,54.45 % y 12.75% la papayita respectivamente. La comparación de las características fisicoquímicas entre las pulpas de babaco y papayita, estadísticamente existió diferencia significativa: humedad (94.05 ± 0.86 ; 87.79 ± 0.78); Acides (0.60 ± 0.03 ; 0.22 ± 0.01); Ceniza (1.00; 0.57); °Brix (5.75 ± 0.18 ; 6.63 ± 0.66); pH (3.82 ± 0.08 ; 4.00 ± 0.21); Densidad (0.971 ± 0.11 ; 1.09 ± 0.16); IM (9.54 ± 0.78 30.80 ± 3.73), entre ellas respectivamente. La comparación entre los rendimientos de las pulpas liofilizadas del babaco y papayita se determinó una diferencia de 0.12 %, donde la pulpa liofilizado del babaco fue mayor que la pulpa liofilizada de papayita. En la comparación del contenido de fenoles totales entre las pulpas fresca (0.46 ± 0.02 mgAGE/g; 1.43 ± 0.02 mgAGE/g) y pulpas liofilizadas (349.30 ± 27.79 mgAGE/g; 59.67 ± 19.28 mgAGE/g) si existió una diferencia significativas, entre la papayita y el babaco respectivamente, donde se determinó que los productos liofilizados tienen mayor contenido de fenoles totales, que los productos de pulpa fresca. Asimismo, la capacidad antioxidante según Anova y el método Tukey reporto que si existen diferencias significativas entre las pulpas liofilizadas (81.59 ± 0.52 ; 64.6 ± 0.16) y entre pulpas frescas (45.92 ± 0.29 ; 25.41 ± 5.2) entre la papayita y el babaco respectivamente. Se determinó que los productos liofilizados tienen mayor capacidad antioxidante, que los productos de pulpa fresca. Se determinó también que la pulpa liofilizada de papayita tiene mayor capacidad antioxidante que la pulpa liofilizada del babaco: 81.58% y 64.6% respectivamente. En el tiempo de vida útil se determinó que con una permeabilidad al vapor de agua (WVTR) de 0.06 g.m2.dia, en empaque de Aluminio, se puede obtener hasta 22.60 y 18.36 meses para las muestra liofilizadas de papayita y babaco respectivamente, a una temperatura de 20 °C, 70% HR.

Palabras Clave: Frutas nativas, Características fisicoquímicas, Compuestos fenólicos, actividad antioxidante, vida útil.

ABSTRACT

The research objective was the comparative study of the physicochemical characteristics and shelf life of native papayas *Carica pubescens* and *Carica pentagona* heilb dehydrated by lyophilization. Which was carried out in the laboratories of Agroindustrial Engineering of the UNTRM and the National University of Santa. The biometric analysis was determined, the physical physical properties were characterized, the amount of total phenols, antioxidant capacity was quantified using the DPPH reagent and the shelf life of the lyophilized pulps of babaco and papayite. With respect to the biometric analysis, both fruits according to anova, there was statistically significant difference p-value 0.0001. The yield of native fruits with respect to the content of peel, pulp and seed were: 24%, 67% and 9 of the babaco and 32.8%, 54.45% and 12.75% the papayita respectively. The comparison of the physicochemical characteristics between the pulps of babaco and papayita, statistically there was a significant difference: humidity (94.05 ± 0.86 ; 87.79 ± 0.78); Acides (0.60 ± 0.03 ; 0.22 ± 0.01); Ash (1.00 ; 0.57); ° Brix (5.75 ± 0.18 ; 6.63 ± 0.66); pH (3.82 ± 0.08 ; 4.00 ± 0.21); Density (0.971 ± 0.11 ; 1.09 ± 0.16); IM (9.54 ± 0.78 30.80 ± 3.73), including respectively. The comparison between the yields of the lyophilized pulps of the babaco and papayita was determined a difference of 0.12%, where the lyophilized pulp of the babaco was greater than the lyophilized pulp of papayita. In the comparison of the total phenolic content between fresh pulps (0.46 ± 0.02 mgAGE / g; 1.43 ± 0.02 mgAGE / g) and lyophilized pulps (349.30 ± 27.79 mgAGE / g; 59.67 ± 19.28 mgAGE / g) if there was a significant difference, between papayita and babaco respectively, where it was determined that lyophilized products have a higher total phenolic content, than fresh pulp products. Likewise, the antioxidant capacity according to Anova and the Tukey method reported that if there are significant differences between lyophilized pulps (81.59 ± 0.52 ; 64.6 ± 0.16) and between fresh pulps (45.92 ± 0.29 ; 25.41 ± 5.2) if there was a significant difference, between the papayita and the babaco respectively, where it was determined that the lyophilized products have greater antioxidant capacity, than the products of fresh pulp. It was also determined that the lyophilized papayite pulp has a higher antioxidant capacity than the lyophilized pulp of the tobacco: 81.58% and 64.6% respectively. It was determined that with a water vapor permeability (WVTR) of 0.06 g.m².dia, in Aluminum packaging, up to 22.60 and 18.36 months can be obtained for freeze-dried papayite and tobacco samples, respectively, at a temperature of 20 ° C, 70% RH.

Keywords: Native fruits, physicochemical characteristics, Phenolic compounds, antioxidant activity, useful life.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, El desarrollo de las investigaciones referidas a la Ciencia y Tecnología ha traído consigo el interés de aplicar los mejores métodos de conservación y/o transformación con el objeto de preservar las bondades del alimento, para lograr que la calidad inicial no se vea mayormente afectada. La papayita de monte y el babaco son frutas de consumo popular es un alimento de importancia, no sólo por sus características sensoriales sino también por las bondades nutricionales que posee, como son los minerales y las vitaminas. Los frutos obtenidos de este grupo de plantas se consumen en fresco y por lo general localmente o dentro del grupo familiar. A excepción de la papayita y el babaco con los cuales en los países Andinos no se ha profundizado en la investigación para el aprovechamiento agroindustrial de la gran diversidad de especies con las que cuenta la familia, algunas de ellas probablemente con igual o mayor potencial agroindustria.

En este sentido la deshidratación por liofilización representa una alternativa viable para conseguir productos de alto valor comercial, debido a: reducción del peso, facilidad de conservación, calidad del producto en general y por la diversidad en su uso, gracias a que la liofilización está conociéndose día a día más como el mejor método de estabilización de productos perecederos nos acercamos a lograr mitigar el hambre en algunas regiones pobres apartadas brindando alimentos secos, limpios, nutritivos e imputrescibles, alimentos de emergencia para la situaciones de desastres quienes se elaboran mediante la utilización de esta técnica (Rivera, 2013). Los productos liofilizados rehidratan rápidamente y pueden llegar a alcanzar contenido de humedad y propiedades organolépticas similares a las del alimento original, asimismo los alimentos deshidratados son muy útiles cuando no es posible conseguir alimentos frescos a la mano como es el caso de los astronautas, o cuando se desean conservar por un considerable período de tiempo (Santillán, 2013).

CAPITULO I.

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento y fundamentación del problema de investigación

En la región Amazonas existen muchas frutas nativas entre ellas están: Papayita de monte y el Babaco, con gran importancia nutricionales y organolépticas, esta técnica lograra obtener a partir de ellas materia primas secas; como ingredientes en la industrialización de bebidas saludables, compotas, salsas, papillas, gelatinas con pulpa, buscando permanecer su composición nutricional, su altísima hidratación y la tipicidad de sus sabores o aromas (Santillán, 2013)

El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de la liofilización en la comparación de las características fisicoquímicas y vida útil de las papayas nativas (carica pubescens) papayita de monte y (carica pentagona heilb) babaco.

1.2. Antecedentes de la investigación

Al respecto, Vargas (2015), menciona que la Cocona es una fruta de la Amazonía que al ser liofilizada se retiene su valor nutritivo, disminuye costos de almacenamiento y aumenta tiempo de vida útil del producto, lo cual puede garantizar que la cocona en polvo sea un producto de exportación. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del proceso de liofilización sobre propiedades fisicoquímicas y vida útil de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) en polvo. La fruta tiene potasio en pulpa (5,35mg/100g de fruta entera) y fibra dietaria (50.15g/100g de epidermis b.s y 68.12g/100g de semilla b.s.). Con la liofilización se obtuvieron polvos con actividad de agua por debajo de 0,2, retención de ácido ascórbico en 87% e incremento de luminosidad. La vida útil de los polvos de cocona fueron de 61 días empacada en BOPP almacenados a 25°C determinados por método integral y fueron limitados por la cinética de actividad de agua que mostró orden de reacción 0 (R^2 cercano a 1 y RMSD más bajo). Se concluye que cocona en polvo tiene un gran potencial agroindustrial.

Según Castañeda, Arteaga, Siche y Rodríguez (2010), después de aplicar cuatro métodos de deshidratación: Deshidratación osmótica a vacío combinada con secado convectivo, secado convectivo, deshidratación osmótica a vacío combinada con liofilización, y liofilización. La chalarina fresca fue acondicionada en forma de cubos de 1 cm de arista; se determinó de los polvos su caracterización: contenido de vitamina C, contenido de humedad, aw, densidad. La

pulpa de chalarina fresca presentó un contenido de vitamina C de 29.75 mg/100g. de las cuatro metodologías la que más se acercó a esta cantidad fue la aplicando de la liofilización que obtuvo 23.63 mg/100g.

Según Cortés, Prieto y Rozo (2015), el contenido de fenoles totales en la uchuva liofilizada obtuvo mayor contenido que el de fruta fresca: liofilizado fue de 0,1381 mg/L, y del fruto fresco, de 0,1301 mg/L. Asimismo obtuvo mayor capacidad antioxidante en muestras liofilizadas que deshidratadas por calor, como también alcanzó mayor valor con el atrapamiento del radical DPPH+ (concentraciones de 393,69 mg/100 g de muestra liofilizada y 391,39 mg/100 g de muestra deshidratada por calor), que del atrapamiento del catión radical ABTS+ (concentraciones de 186,242 mg/100 g de muestra seca, y para la uchuva liofilizada, de 211,64 mg/100 g de muestra seca).

Según Franco, Rojano, Alzate, Restrepo, Rivero y Maldonado (2016), al analizar el tiempo de almacenamiento de pulpa de agraz congelada (PAC) y pulpa de agraz liofilizada (PAL) durante 60 días donde se evaluaron: pH, °Brix, acidez titulable, % humedad, cenizas, grasa, proteína, carbohidratos, calorías totales y actividad acuosa a intervalos de 15 días durante el almacenamiento. En las mismas condiciones se determinó el contenido de fenoles y antocianinas totales, se concluyó que las variables fisicoquímicas analizadas en la PAL fueron estables y se conservó el contenido de compuestos polifenólicos por mayor tiempo comparado con la PAC. Considerando que el agraz tiene dos temporadas de cosecha al año en Colombia (mayo y diciembre), la liofilización es una estrategia que permitirá al productor abastecimiento constante de la fruta para el mercado.

Según Sandoval y Quezada (2011), cuando evaluaron el método de liofilización convencional y el rápido en las frutas de mango, plátano y lúcuma se logró determinar que en el métodos rápido con respecto al convencional disminuyó significativamente en un 71.92% del tiempo, y cuando se compara solo entre la pérdida de vitamina C entre ambas técnicas de liofilización, las pérdidas son insignificantes. La misma tendencia se encuentra al liofilizar rodajas de plátano y lúcuma.

1.3. Formulación del problema de investigación

La región Amazonas es una de las regiones con mayor potencial en la producción de recursos naturales del país, la cual, tiene una gran diversidad de flora y fauna producto de la diversidad de ecosistemas existentes dentro de su territorio. Sin embargo, a la falta de investigaciones sobre conservación de las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de los frutales nativos. No genera interés en las áreas de procesamientos e industrialización de helados, bebidas, panificación, medicina alternativa y farmacéuticas debido a la falta de conocimiento de las propiedades benéficas y nutricionales que presentan estas frutas nativas, salvo el consumo local de las mismas. En tal sentido, es necesario investigar sus características cualitativas y cuantitativas de estos recursos naturales.

Dentro de la diversidad de ecosistemas que hay en el país, existen muchas plantas nativas que podrían aprovecharse en el marco de una agroindustria rural, con la finalidad de generar ingresos económicos a los productores de la región, los cuales básicamente tienen una economía de subsistencia basada en estos recursos. Por lo tanto, es necesario afirmar las bases de la agroindustria en nuestra región y la mejora a través de esta investigación generando conocimiento para su impulso de cultivos promisorios nativos de tipo orgánico como: Babaco y la papayita de monte.

*¿Cuál es el efecto de la Liofilización sobre características fisicoquímicas y vida útil de las papayas nativas (*Carica pubescens*) Papayita de monte y (*Carica pentagona heilb*) Babaco?*

1.4. Delimitación de Estudio

Delimitación espacial.- Esta investigación se desarrolló en el laboratorio de Biotecnología agroindustrial de la Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agraria. Chachapoyas – Departamento de Amazonas.

Delimitación temporal.- El desarrollo de esta propuesta investigativa se llevó a cabo en los meses de enero a diciembre del 2019.

Delimitación de la Materia Prima.- En este caso está conformado por las frutas nativas: la papayitas y el babaco de la provincia de Chachapoyas, departamento de Amazonas.

1.5. Justificación e importancia de la investigación

La importancia está en el aprovechamiento de las frutas nativas existentes en la región de Amazonas, este estudio permitirá incentivar a los empresarios y campesinos de esta región a ver una oportunidad económica tanto en su transformación como en su producción respectivamente.

Antes de mencionar la justificación del presente estudio, dirán porque Liofilizar y no Deshidratar, las frutas antes mencionadas tienen un alto contenido de Humedad, si hubiera elegido el proceso de deshidratación habríamos perdido gran magnitud de su composición nutricional por lo que existen componentes expuestos a entre 50 o 60 ° C a un tiempo de 6 horas son eliminados, en cambio el proceso de liofilización no afecta al alimento preservando sus características físico-químicas y organolépticas con más tiempo de duración, el cual justifica porque permitirá enviar estos alimentos liofilizados a otros lugares, viendo mercados exigentes donde se requiera esta característica de productos orgánicos (harina de frutas).

1.6. Objetivos de la investigación: General y específicos

Objetivo general

Comparar las características físico-químicas y vida útil de las papayas nativas *Carica pubescens* (papayita de monte) y *Carica pentagona heilb* (Babaco) deshidratadas mediante liofilización

Objetivo Específico

- Determinar las características físico-químicas en la pulpa fresca y liofilizada de las papayas nativas (*Carica pubescens*) papayita de monte y (*Carica pentagona heilb*) babaco.
- Determinar la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos totales en la pulpa fresca y liofilizada de las papayas nativas (*Carica pubescens*) papayita de monte y (*Carica pentagona heilb*) babaco.
- Determinar el tiempo de vida útil de la pulpa de las papayas nativas liofilizadas.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentos Teórico de la investigación

El siguiente proyecto de investigación se nutrirá del desarrollo hecho por Augusto Comte, Positivismo, quien dice que “el investigador observa, mide y manipula variables, además de que se desprende de sus propias tendencias. Es objeto de estudio solo aquello que puede medirse u observarse con precisión”. En este sentido, citamos a Augusto Comte (1798-1857), pero algunos de los conceptos positivistas se remontan al filósofo británico David Hume (1711-1775), al filósofo francés Saint-Simon (1760-1825), y al filósofo alemán Immanuel Kant (1724-1804).

Fundamentos filosóficos de la investigación científica. (Quezada, 2013). En el positivismo hay determinados temas fundamentales que proceden de la tradición ilustrada, como es el caso de la tendencia a considerar que los hechos empíricos son la única base del verdadero conocimiento, la fe en la racionalidad científica como solucionadora de los problemas de la humanidad, o incluso la concepción laica de la cultura, entendida como construcción puramente humana, sin ninguna dependencia de teorías y supuestos teológicos (Geymonat, 2006)

2.2. Marco conceptual

A continuación, se presenta una definición de términos básicos, abordada por varios autores sobre el problema de investigación planteada, las ideas y criterios de la realidad nacional y mundial y los fundamentos del objeto de la investigación.

2.2.1. Papayita de monte (*Carica pubescens*)

Características:

Arbusto de 1-2 m, tallo principal poco ramificado, base ancha con cicatrices foliares conspicuas; apariencia de una pequeña palmera. Frutos pequeños, de 10-15 cm, de color amarillo, con cinco lados. La mayoría de las plantas son dioicas. Este frutal crece en climas templados. En general, las Caricáceas de altura habitan la zona de bosque seco. En los Andes, estas zonas se ubican entre los 2 000-3 100 msnm en el Perú, con precipitaciones anuales entre 500-1 000 mm. Las temperaturas promedio oscilan entre 12 y 18 °C (22 °C.) (Agroinformación, 2010)

Tabla 1. Clasificación taxonómica se presenta a continuación:

Reino	Plantae
División	Angiospermae
Clase	Eudicots
Sub clase	Rosids
Orden	Brassicales
Familia	Caricaceae
Genero	Carica
Especie	Carica pubeescens

Fuente: Muñoz, 2006

Tabla 2. Características fisicoquímicas de la pulpa de papayita de monte

Contenido	Pulpa fresca (g/100g)
Humedad	90.70
Proteína	1.32
Grasa	0.14
Ceniza	2.15
Fibra	4.93
Carbohidratos	5.69
Vitamina C	0.053
Papaína	0.353
Kilocalorías (Kcal)	29.30

Fuente: Muñoz, 2006.

Tabla 3. Contenido de minerales de Papayita de monte

Contenido	(mg)
Fosforo	600.0
Calcio	14.6
Hierro	0.4
Zinc	0.1
Potasio	242.0

Fuente: Repo de Carrasco, 2008.

2.2.2. Babaco (*Carica pentagona heilb*),

Características:

Su producción formal empezó hace unos 30 años, en sus inicios los cultivos se concentraron en la provincia de Loja. A nivel mundial se industrializa y comercializa en Brasil, Perú, Nueva Zelanda, Italia, Israel, Grecia y España. En la actualidad se produce prácticamente en todas las provincias de la Sierra, a unos 2.000 msnm en la cumbre de las cordilleras. Nombre común o

vulgar: Babaco, chamburo, papaya de montaña y papayuela. Nombre científico o latino: *Carica x heilbornii* = *Carica pentagona* Familia: *Caricaceae*. Es una planta arbustiva de más de 2m de alto, el tronco es recto, cilíndrico, no leñoso, verde cuando joven para tornarse de tono castaño grisáceo en edad adulta, hojas insertadas al tronco alternadamente, limbo lobulado en un número de cinco a siete; nervadura marcada, pecíolo largo. Su color verde cambia de tonalidades según la fase de desarrollo. Las flores aparecen de manera continua en las axilas de las hojas femeninas de forma acampanada, solitarias, de pétalos blanco-amarillento-verdoso y sépalos verde-oscuros. Zambrano, 2013. El fruto es una baya sin semilla, no necesita polinización para desarrollarse, fruto de forma alargada de unos 20 centímetros por 5 o 6 centímetros de ancho. En una misma planta pueden encontrarse frutos de diferentes tamaños. Zambrano, 2013. Cada planta puede producir anualmente entre 25 y 30 frutos. Su sabor es similar al de la piña, la fresa y la naranja. La pulpa, carente de semillas, es de color blanquecino-amarillento cuando el fruto está verde, y rosáceo-anaranjado cuando está maduro. Las plantas comienzan a producir a los 10 o 12 meses y continúa hasta los 36 o más meses. Puede consumirse en fresco, solo o combinado en ensaladas, su sabor tan especial convierte al Babaco en deliciosos helados, yogurt, mermeladas y jaleas; además de ser un excelente complemento en platos muy variados, combina muy bien con los preparados de carnes, puede procesarse para obtener concentrados, pulpas y conservas. (Zambrano, 2013)

Tabla 4. Clasificación taxonómica se presenta a continuación

Clasificación Taxonómica
Reino: Plantea
Clase: Dicotiledóneas
Subclase: Archiclamidae
Orden: Parietales
Familia: Caricácea
Género: Carica
Especie: pentagona
Fuente: Suarez, 2015

Tabla 5. Composición fisicoquímica de babaco

Componentes	Contenido de 100g de parte comestible	Valores diarios
		recomendados (basado en una dieta de 2000 calorías)
Agua	95 g	
Fibra alimentaria	1.10 g	25 g
Lípidos	0.10 - 0.20 g	
Potasio	165mg	3 500 mg
Proteínas	0.74-0.95 g	
Sales minerales	0.50 - 0.70 g	
Calcio	13mg	162 mg
Calorías	8 mg	
Caroteno	0.09 mg	
Fósforo	7 mg	125 mg
Hierro	3.40 mg	18 mg
Hierro	0.30 mg	
Niacina	0.50 mg	20 mg
Riboflavina	0.02 mg	1.7 mg
Sodio	1 mg	2.4 mg
Tiamina	0.03 mg	
Vitamina A	27 mg	5000 IU
Vitamina B1	0.02 mg	
Vitamina B2	0.02 mg	
Vitamina B6	0.03 mg	2 mg
Vitamina C	31 mg	60 mg
Vitamina E	0.47 mg	

Fuente: Villagómez, 2011, p. 18

2.2.3. Liofilización

Los alimentos deshidratados son muy útiles cuando se desean conservar por largo tiempo o cuando no se consigue alimentos frescos a la mano (Grajales, 2005). El proceso de liofilización en alimentos se ha considerado como el mejor método de deshidratación que además de conservar las características organolépticas y nutritivas del alimento, le otorga un valor agregado aproximado del 120% (Ramírez, 2011). Esta técnica es utilizada con el objetivo de

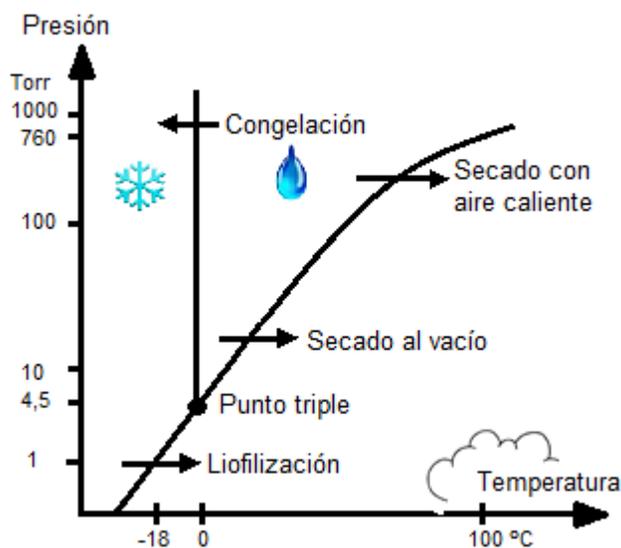
reducir las pérdidas de los componentes responsables del aroma y sabor, los cuales se ven afectados en los procesos convencionales de secado (Grajales, 2005), además de preservar algunos componentes como minerales y vitaminas (Marques, 2007).

Este proceso de deshidratación está basado en la sublimación del contenido de hielo en el alimento (Marques & Freire, 2005; Grajales et al., 2005). El estado sólido del agua, que se logra con la congelación rápida, protege la estructura primaria, cambios, forma y volumen de la fruta (Marques, 2007). El proceso de sublimación es mucho más eficiente a bajas presiones (vacío), ya que el agua se extrae bajo el impulso gradiente de presión total (Orrego, 2008)

El cambio de fases del agua puede ser explicado con el diagrama de fases del agua (Figura 1), dando importancia a la sublimación, que se cumple cuando el agua se encuentra en fase sólida y con aplicación de baja presión pasa a fase gaseosa.

Las condiciones de operación como la velocidad de congelación, presión de la cámara y la velocidad de calentamiento son factores fundamentales en la calidad de los productos liofilizados, donde también intervienen las características de la materia prima como el grado de madurez (Hammami y René 1997 citados por Grajales et al., 2005)

Gráfica 1. Diagrama de fases de agua y sistemas de secado



Fuente: Ramírez, 2011.

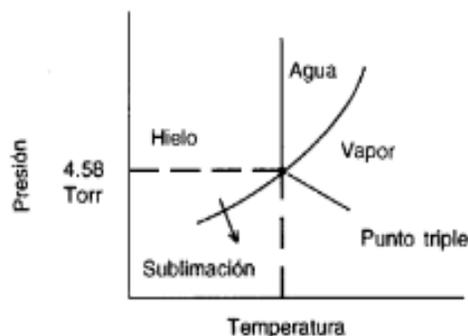
Etapas de la Liofilización

a. Congelación.- Es una operación previa a la sublimación que registra la separación intersticial del agua libre del soluto realizándose la primera deshidratación. Es conveniente aplicar temperaturas suficientemente bajas para que la red intersticial se congele produciendo una mezcla rígida llamada eutéctica (punto eutéctico) y eliminar todo riesgo de descongelamiento prematuro. El agua mantiene una estrecha e importante relación en la congelación y en general en todo el proceso de liofilización, por lo que se tiene dos formas de unión: Agua ligada. Las moléculas están fuertemente unidas, manteniendo un estado rígido y ordenado, es agua difícil de extraer y de congelar. Agua libre. En este caso el agua es el solvente de la solución; durante el proceso de congelación cristaliza en forma de hielo puro que da lugar a la formación de unos canales por los que el vapor de agua puede escapar. Se puede esperar que el agua libre congela entre -20 y -40°C y el agua ligada entre -45 y -70°C . La temperatura final de congelación de un producto se determina por medidas calorimétricas ó eléctricas, (Cinzano, 2010).

b. Sublimación o Desecación Primaria.-

En el secado primario, el producto congelado se calienta bajo condiciones de vacío para retirar el agua por sublimación mientras la fruta se mantiene por debajo del punto eutéctico (Ayala, 2010). Durante esta etapa se remueve aproximadamente el 90% del agua total de la fruta, principalmente el agua libre y alguna parte de agua ligada (Welti, 2005). La variable de operación más importante en esta etapa es la presión en la cámara, la disminución de la presión en el secado, reduce la presión de vapor en la superficie externa del producto y se reduce el tiempo de secado (Evránuz, 2011). La permeabilidad a la difusión de vapor aumenta con la porosidad y tamaño de poro, lo que se traduce en un aumento de la velocidad de sublimación (Khalloufi, 2004)

Gráfica 2. Diagrama de fases del agua en el que se muestra el fenómeno de la sublimación del hielo.

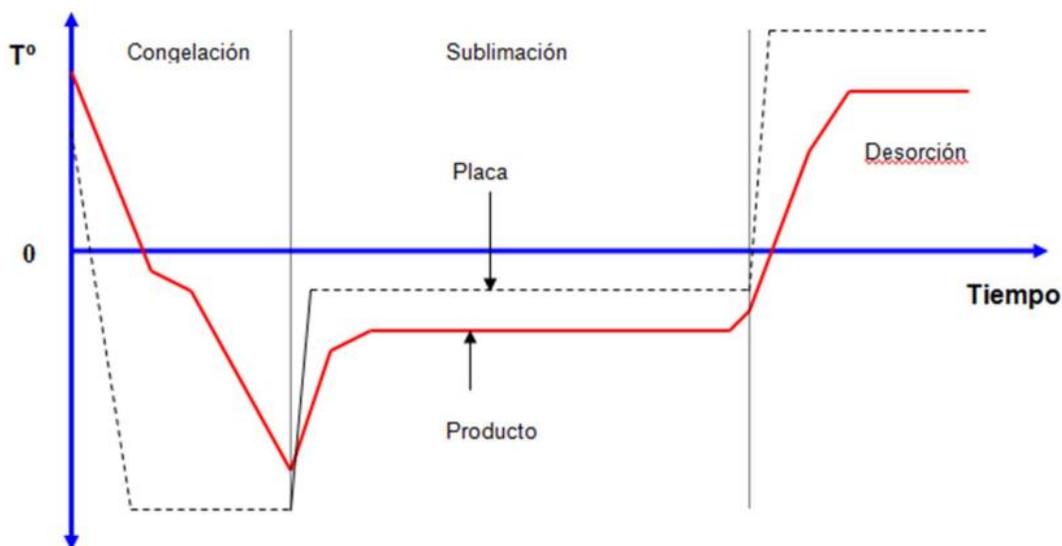


Fuente: Ramírez, 2011.

c. Desorción ó Deseccación Secundaria

El secado secundario se realiza por evaporación del agua que no se sublima en la etapa de secado primario, donde se eleva la temperatura de la matriz de alimento, para el inicio de esta etapa el producto debe contener menos del 3% del contenido de agua inicial (Welti, 2005). Las partes secas de la muestra que se liofiliza pueden comenzar su secado secundario aunque haya presencia en el alimento de hielo que sublima en fase primaria; mientras estas dos fases coexistan, y debido que el hielo que sublima enfría la estructura, permanece controlada la temperatura del alimento (Orrego, 2008).

Gráfica 3. Etapas de la Liofilización



2.2.4. Tiempo de vida

Existen varias definiciones sobre lo que significa tiempo de vida útil. Según el *Institute of Food Science & Technology* (IFST) de los Estados Unidos es el tiempo durante el cual un alimento se mantiene seguro, se asegura se mantiene las características sensoriales, químicas, físicas y microbiológicas deseadas y cumple con toda la data nutricional indicada en la etiqueta, cuando se almacena bajo condiciones recomendadas (IFST, 1993)

a. Predicción Del Tiempo De Vida

Según (Fennema, 2008), si el efecto de la actividad de agua es conocido, la vida útil en condiciones normales puede predecirse exactamente a partir de los datos obtenidos en condiciones de alta temperatura y humedad relativa. Además, la modelación matemática para

predecir la ganancia de humedad en el tiempo se puede realizar usando un número adimensional, L. Si se conoce la velocidad de pérdida de calidad en función de la temperatura y la actividad de agua, así como las propiedades de barrera del envoltorio, puede predecirse para cualesquiera condiciones de temperatura- humedad la pérdida de la vida útil con el tiempo.

b. Pruebas aceleradas de tiempo de vida

Requiere el modelaje matemático de la cinética de pérdida de calidad. Emplea condiciones extremas, examinando el producto periódicamente hasta el final de su vida útil. Los resultados permiten proyectar la vida útil bajo condiciones verdaderas de distribución. (Labuza y Schmidt 1995).

En las pruebas aceleradas de alimentos sensibles a la humedad, se ha empleado condiciones de temperatura y humedad relativa como factores de aceleración (Labuza et al. 1985).

c. Cinética de pérdida

Labuza, 1982, presenta un modelo basado en la Ley de Fick y de Henry para estudiar la cinética de cambio de humedad de alimentos empacados a temperatura constante:

$$\frac{dw}{d\theta} = \frac{Kw}{x} A(P_{ext} - P_{int})$$

Donde:

$dW/d\theta$: Velocidad de transferencia de agua, en gramos de agua ganada o perdida por día.

Kw/x : Permeabilidad del empaque al vapor de agua, en gramos de agua/día.m²

A : Área de exposición del empaque, en m²

P_{ext} : Presión de vapor de agua del medio ambiente, en mm Hg.

P_{int} : Presión de vapor de agua del alimento, en mm Hg.

El agua transferido a través del empaque es absorbido por el alimento, considerando que el aire saturado a temperatura ambiente contiene 0.0002 gramos de agua/cm³; en tanto que 1 gramo de producto seco puede retener 0.1 gramos de agua (Condezo L. , 2002)

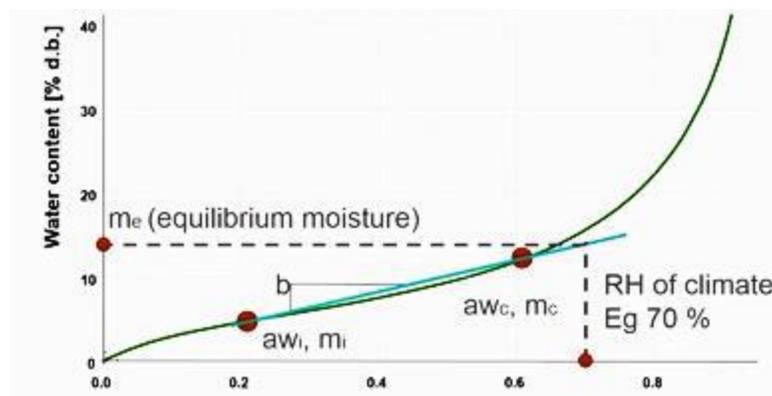
Es posible determinar la vida útil de un alimento empacado en función a la ganancia o a la pérdida de la humedad, sin considerar reacciones bioquímicas secundarias. Para ello, se resuelve la ecuación diferencial de la forma de $dt = K(Aw)dAw$, mediante métodos numéricos (Condezo L. , 2002)

La pérdida o ganancia de humedad a través de un empaque depende de la isoterma de sorción del alimento, las condiciones de temperatura y humedad relativa de almacenamiento y la permeabilidad al vapor de agua del empaque (Labuza 1982).

Por otro lado, Wyser y Lanctuit (2015), indican que la predicción del tiempo de vida se puede estimar con una relación lineal entre el estado inicial y el estado crítico en la isoterma de sorción y se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo vida útil} = \ln\left(\frac{m_e - m_i}{m_e - m_c}\right) * \left(\frac{RH * W * b}{WVTR * A * 10000}\right)$$

A continuación, se puede ver la gráfica sobre el cual se basa esta fórmula:



Gráfica 4. Linealización de la isoterma de sorción entre el estado inicial y el estado crítico de un producto deshidratado con una humedad relativa de 70%.

FUENTE: Wyser y Lanctuit (2015).

Donde:

aw_i = actividad de agua inicial

aw_c = actividad de agua crítica

m_e = contenido de humedad en equilibrio teórico con la humedad relativa

m_i = contenido de humedad inicial

m_c = contenido de humedad crítico

RH = humedad relativa del ambiente

b = pendiente que relaciona la actividad de agua y el contenido de humedad

Labuza y Schmidt (1985), indican que la vida en anaquel depende de cuatro factores principales: formulación, procesamiento, empaque y condiciones de almacenamiento. La formulación involucra la selección de materia prima más apropiada e ingredientes funcionales

que permiten la incrementar la aceptación y lograr la seguridad e integridad del producto. El procesamiento somete las materias primas e ingredientes a condiciones que son favorables o inhibitorias para las reacciones de deterioro y promueven cambios físicos y químicos favorables que dan al alimento su forma y características finales.

CAPITULO III.

MARCO METODOLOGICO

3.1. Hipótesis central de la investigación

La liofilización tiene efecto significativo sobre las características fisicoquímicas y vida útil de las papayas nativas (*Carica pubescens*) Papayita de monte y (*Carica pentagona heilb*) Babaco.

3.2. Variables e indicadores de la investigación

Tabla 6. Operacionalización de variables.

Variables	Descripción conceptual	Descripción Operacional	Dimensiones	Indicadores
Determinación del Análisis fisicoquímica de dos frutas nativas (Papayita y Babaco): en pulpa y liofilizado.	El análisis fisicoquímicas de los alimentos, es uno de los aspectos principales en el aseguramiento de su calidad.	El análisis fisicoquímicas se determinara mediante la técnica de: <ul style="list-style-type: none"> • AOAC.1980, Método 981.05 • AOAC - 2005. Método 932.12 para sólidos solubles. • A.O.A.C, 2005 Método 981.12, pH, • AOAC -2005. Método 942.15 para Acidez titulable. • AOAC, 1990, Método 923.03 • Hidrolab 	%H °Brix Adimensional % %	Humedad -Solido soluble pH %Acidez Ceniza Actividad de agua (Aw)
	El análisis de compuestos Fenólicos totales y capacidad antioxidante son importante en el aseguramiento de la calidad nutricional	Determinación de Antioxidante (método DPPH desarrollado por Brand-Willams y	%	Inhibición DPPH
		Determinación de polifenoles (método espectrofotométrico de Folin-Ciucalteu)	mgAG/100g PL	Ac, Gálico
Determinación de Vida Útil	Tiempo de vida útil	Estado inicial y el estado crítico	Hi-Hc y Awi-Awc	meses

3.3. Métodos de la investigación.

3.1.1. Tipo de investigación

A. De acuerdo al fin que se persigue

Aplicada: Porque los conocimientos que se generaron mediante la investigación ayudaran a solucionar problemas prácticos en la utilización adecuada de frutas nativa liofilizadas y su tiempo de vida útil de las mismas.

B. De acuerdo a la técnica de contrastación

Investigación experimental

Los datos fueron obtenidos por observación de fenómenos que son condicionados por el investigador, mediante la manipulación de variables, siendo la variable independiente (características fisicoquímicas y vida útil de las frutas nativas liofilizadas) las que fueron modificadas en el trabajo de investigación.

C. De acuerdo con la evolución del fenómeno estudiado

Longitudinal:

Estudio en que se mide en dos o más ocasiones la o las variables involucradas (características fisicoquímicas y vida útil de las frutas nativas liofilizadas).

3.4. Diseño o esquema de la investigación

La investigación realizada fue experimental con la manipulación de las dos variables en estudio: dependiente e independiente.

a. Variables:

Variable Dependiente:

- %Humedad,
- %Cenizas,
- °Brix
- pH
- % acidez
- AW
- Fenoles totales
- Capacidad Antioxidante
- Humedad inicial y Critica
- Aw inicial y Aw Critica

Variable Independiente:

- Características fisicoquímicas de pulpa fresca y liofilizada de la papayita y babaco
- Tiempo de vida Útil

3.5. Población y muestra

Población: Todas las frutas nativas disponibles en el mercado central de la ciudad de Chachapoyas, de fecha 22 de junio del 2019: donde se encontró 18 papayitas disponibles, con un peso promedio de 178.58 c/u y 15 Babaco, con un peso promedio de 261.84 c/u; ambos pintones. Se encontraron a una altitud de 2483 m.s.n.m a una temperatura aproximadamente 13 a 22 °C, del Distrito de Chachapoyas, provincia de Chachapoyas de la región Amazonas.

Muestra: Se tomó las muestras de acuerdo a la siguiente formula:

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

En donde, N = tamaño de la población, Z = nivel de confianza (Z= 95%=1.96) P= probabilidad de éxito (p= 0.050), Q = probabilidad de fracaso (q=0.50), d= error de estimación (e=5% 0 10%), n= tamaño de la muestra (Hernández, Fernández y Baptista, 2006)

De cuales resulto el número de muestras de 17.28 u para papayita y 14.47 u para babaco, donde se redondeó a 17 y 14 respectivamente.

Se tomó dichas unidades de frutas nativas para realizar el pulpeado en una licuadora industrial, donde se obtuvo pulpa fresca, se cuantificaron las características fisicoquímicas, los compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y del mismo modo se sometió a la liofilización y se obtuvo pulpa liofilizada, donde a esta se realizaron los mismos análisis y su determinación de tiempo de vida útil.

3.6. Actividades del proceso de investigación:

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Instrumento
¿Cuál es el efecto de la Liofilización sobre características fisicoquímicas y vida útil de las papayas nativas (Carica pubescens) Papayita de monte y (Carica pentagona heilb) Babaco?	<p>Objetivo general Comparar las características fisicoquímicas y vida útil de las papayas nativas carica pubescens (papayita de monte) y carica pentagona heilb (Babaco) deshidratadas mediante liofilización</p> <p>Objetivo Especifico</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar las características fisicoquímicas en la pulpa fresca y liofilizada de las papayas nativas (<i>Carica pubescens</i>) papayita de monte y (<i>Carica pentagona heilb</i>) babaco. Determinar la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos totales en la pulpa fresca y liofilizada de las papayas nativas (<i>Carica pubescens</i>) papayita de monte y (<i>Carica pentagona heilb</i>) babaco. Determinar el tiempo de vida útil de la pulpa de las papayas nativas liofilizadas. 	La liofilización tiene efecto significativo sobre las características fisicoquímicas y vida útil de las papayas nativas (<i>Carica pubescens</i>) Papayita de monte y (<i>Carica pentagona heilb</i>) Babaco	<ul style="list-style-type: none"> Determinación del Análisis fisicoquímica de dos frutas nativas (Papayita y Babaco): en pulpa y liofilizado. Determinación de Vida Útil 	<ul style="list-style-type: none"> Liofilizador Estufa Por titulación Refractómetro pH- metro Equipo Analizador Hidrolab Espectrofotometría

3.7. Técnicas e instrumentos de la investigación

3.7.1. Técnicas

%Humedad: AOAC International “Official Methods of Analysis”. 1980. Método 981.05

Sólidos solubles: El contenido de sólidos solubles se determinó mediante lectura directa en un refractómetro (grados °Brix) según el método (932.12-A.O.A.C, 2005).

Acidez total titulable: Se determinó según el método (942.15- A.O.A.C, 2005).

pH. Se determinó por lectura directa en el pH-metro según el método (981.12. A.O.A.C, 2005).

Determinación de Ceniza: Official Methods of Analysis of the AOAC, 1990, Método 923.03

Determinación de actividad de agua (AW): Equipo HYDROLAB, de la marca OTRONIC.

Determinación de Antioxidante: Método DPPH desarrollado por Brand-Willams.

Determinación de polifenoles: Método espectrofotométrico de Folin-Ciucaltea.

Determinación de vida útil: Existen varias definiciones sobre lo que significa tiempo de vida útil. Según el Institute of Food Science & Technology (IFST) de los Estados Unidos es el tiempo durante el cual un alimento se mantiene seguro, se asegura se mantiene las características sensoriales, químicas, físicas y microbiológicas deseadas y cumple con toda la data nutricional indicada en la etiqueta, cuando se almacena bajo condiciones recomendadas (IFST 1993).

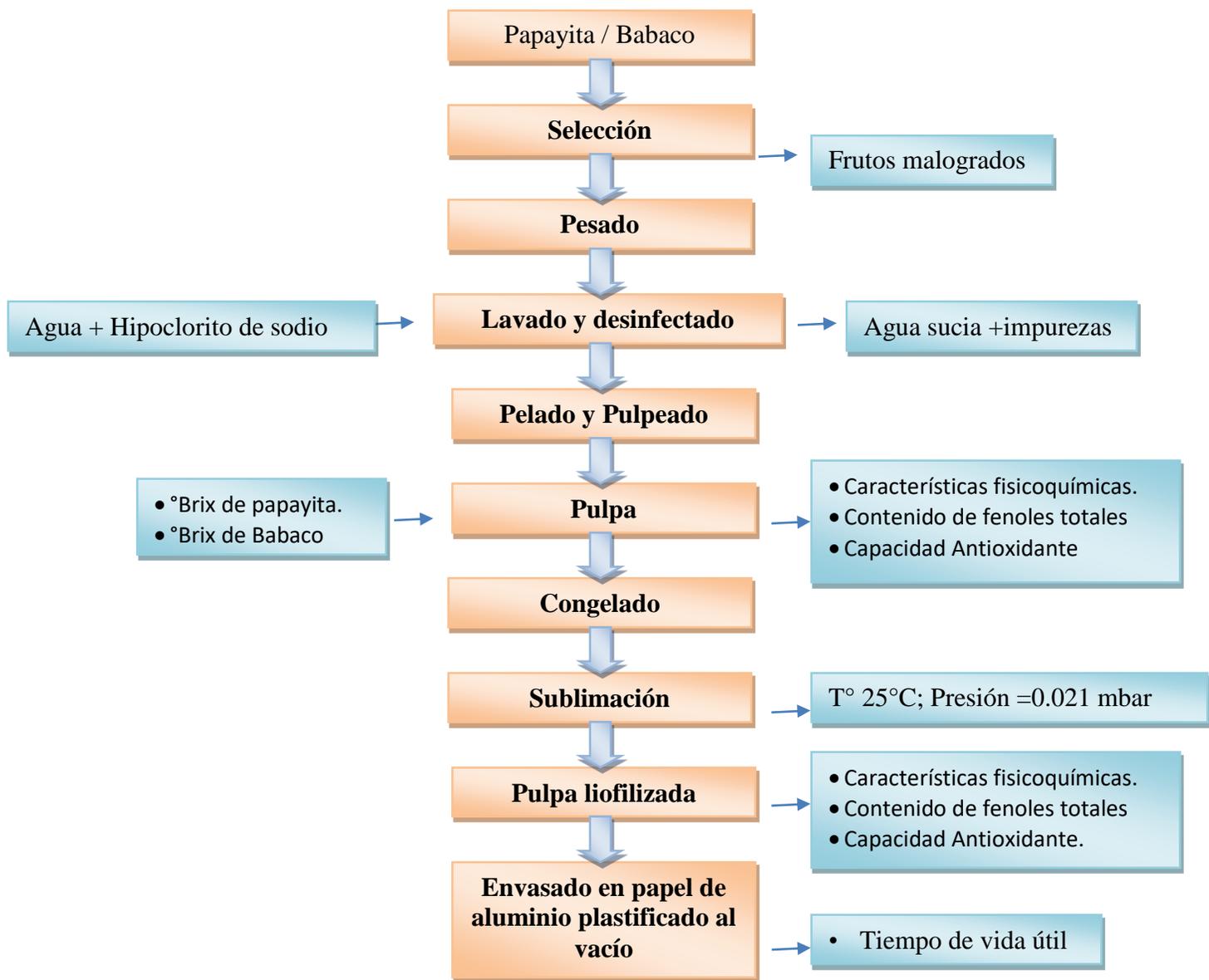
3.7.2. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron para obtener los datos de las variables dependientes fueron:

- Refractómetro ABBE, marca Rudolph Research, modelo J157
- Balanza analítica marca ADAM, modelo PW-254.
- Liofilizador marca LABCONCO MODELO 7754040 con sistema de congelación (refrigerante R-134a)
- Estufa, marca BLUE-M.M, modelo SW-17TC-1
- Balanza analítica Precisa Gravimetrics AG 0.01 g
- Mufla THERMOLUNE SYBRONTYPE 1300 FURNACE
- pH-metro microprocesador Q400MT
- Espectrofotómetro ÚNICO® 2800 UV/VIS espetrophotometer
- Analizador de actividad de agua (Aw) HYDROLAB Ro-tronic
- Licuadora industrial BERKEL LB 004 L 057164

3.8. Procedimiento para la recolección de datos

3.8.1. Metodología para la obtención de pulpa fresca y pulpa liofilizada.



Gráfica 5. Diagrama de flujo para la obtención de pulpa liofilizada

3.8.2. Descripción de la elaboración de la pulpa liofilizada

- **Selección de materia prima:** Los frutos de papayita y babaco fueron seleccionados y clasificados.
- **Pesado:** Luego de seleccionar los frutos de papayita y babaco se procedió a pesarlos.
- **Lavado:** Se realizó con abundante agua potable por inmersión y frotamiento suave de los frutos de la papayita y babaco, de manera que se puedan eliminar sustancias y partículas extrañas.
- **Desinfección:** Se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm por 5 minutos, a fin de reducir la carga microbiana.
- **Pelado:** Se realizó de forma manual en ambas frutas, se utilizó un cuchillo para la realización del pelado.
- **Extracción de pulpa:** Esta operación se realizó en una licuadora industrial, para separar las semillas en el fruto. Con la finalidad de obtener la pulpa.
- **Pulpa Fresca:** Una vez obtenida la pulpa se procedió a verterlo una parte en un envase forrado con aluminio para que las condiciones ambientales, tales como la luz o el calor, no degraden el contenido de los compuestos bioactivos y evitar la fermentación del mismo, se procedió a refrigerarlo. La pulpa fresca se sometió a la cuantificación de sus características fisicoquímicas, contenido fenoles totales y capacidad antioxidante.
- **Congelación:** La segunda parte de la pulpa se empleó para la congelación de 504.20g de pulpa de papayita y 569.63 g de pulpa de babaco con temperatura inicial 19.6° C llegando a -35 °C de congelación manteniéndose esta constante. La congelación se realizó en el congelador del Liofilizador.
- **La sublimación:** La etapa de sublimación y desorción alcanzó a una temperatura de 25 °C con un vacío 0.021 mbar. En la bandeja de Liofilizador, se colocaron sensores alámbricos de temperatura “DATA TRECE” con el propósito de conocer el perfil de temperatura en las pulpas de papayita y babaco.
- **Pulpa Liofilizada:** Esta pulpa liofilizada, se determinó las características fisicoquímicas, contenido fenoles totales capacidad antioxidante.
- **Envasado:** La pulpa liofilizada se envaso al vacío, en una bolsa de aluminio

plastificado, con un peso de 10 g cada una, y coloco en refrigeración. Cada bolsita tiene un área de 0.016402 m² y una permeabilidad al vapor de agua (WVTR)= 0.06 g. m² día.

3.8.3. Metodología para determinar las características fisicoquímicas, contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante en la pulpa fresca y liofilizada de papayita y babaco.

A. Determinación de Humedad.

Fundamentado en el método A.O.A.C.1980. 981.05. Esta técnica se basa en el principio de desecado del alimento en estufa a 105 °C hasta peso constante con intervalos de medida de cada dos horas, y quince minutos en campana de desecación luego de retirado de la estufa. Dependiendo de la humedad del alimento esta técnica puede tardar entre 4 y 5 horas para alcanzar el peso constante del producto.

La humedad de cada muestra se expresó en porcentaje:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Pérdida de peso en (g)}}{\text{Peso de muestra en (g)}} \times 100$$

P1 = Peso de cápsula vacía

P2 = Peso de cápsula más muestra

P3 = Peso de cápsula más muestra seca

P2- P3 = Pérdida de peso

P2- P1 = Peso de muestra

B. Sólidos solubles.

Para la determinación de sólidos solubles se utilizó el método refractométrico, Refractómetro tipo Abbe (0 – 90 °Brix). Alimentos, frutas y derivados. Determinación de Grados °Brix. AOAC.2005, Método. 932.12

- Se preparó la muestra, eliminado excedentes de materiales extraños (hollejos, polvo, etc.).
- Luego se colocó unas gotas de la muestra en el prisma.

- Dirigimos el refractómetro a una fuente de luz.
- Graduamos la entrada de luz, mediante el regulador del ocular, de acuerdo a la necesidad.
- Se observó la lectura donde el valor, esta ubicado en la escala graduada, que se encuentra entre el área clara y el área oscura.

C. Determinación de %Acidez

Método 942.15 del AOAC (2005), se determinara por neutralización con NaOH 0.1 N y fenolftaleína como indicador utilizando como apoyo el potenciómetro considerando el viraje a un pH de 8.3.

a. Preparación de la muestra.

- En primer lugar se tomó 20 ml de pulpa y se aforó a 200 ml con agua destilada.
- De la solución aforada se tomó una alícuota de 20 ml y se adicionó 2 o 3 gotas de fenolftaleína.
- Luego se tituló con la solución de NaOH a 0.1N agitándolo cuidadosamente hasta a un punto final de pH = 8.2 (momento en que ocurre el cambio de color del indicador). Donde se vio el color rosado grosella y se anotó el gasto.
- La acidez se expresó como porcentaje de ácido cítrico (ácido con mayor presencia en los cítricos o en las pulpas de papayita y babaco).
- En la pulpa liofilizada se rehidrató de acuerdo a la perdida de agua durante la liofilización. Los análisis se realizaron por triplicado.
- Se siguió los mismos procedimientos.

$$\% \text{ácido } X = 100 \left[\frac{N.V.peX}{W} \right]$$

N = normalidad de la solución de NaOH (0.1N)

V = ml de NaOH gastados en la titulación

peX = peso mili equivalente del ácido orgánico X (ácido cítrico = 0.064)

W = peso de la muestra con 4 cifras decimales

D. Determinación de pH en materiales líquidos:

Uso de pH-metro. AOAC 2005. Método 981.12

- Realizo la calibración del pH-metro microprocesador Q400MT.
- Preparo la muestra y se colocó en un vaso de precipitación.

- Lavar el electrodo y sensor de temperatura del pH-metro con agua destilada y secarlos.
- Colocamos el electrodo y sensor de temperatura en la muestra.
- Elegimos la opción “pH” que aparece en la pantalla del pH metro y presionar el botón “ENTER”.
- Dejar estabilizarse el valor del pH y temperatura en la pantalla hasta que aparezca la palabra “OK”.

E. Determinación de Ceniza

- Se pesó por diferencia en la balanza analítica y en el crisol a peso constante, de un gramo de muestra.
- Se pasó el crisol ala mufla y se sometió a una temperatura a calcinación durante el tiempo necesario a temperatura de 600-800°C.
- Se apagó la mufla y cuando llega la temperatura a un máximo de 200°C, se pasa el crisol al desecador
- Se pesó en la balanza analítica cuando este a temperatura ambiente.
- Se calculó el % de cenizas utilizando la siguiente formula:

$$\% \text{ Ceniza} = 100 \left[\frac{\text{g.residuo.fijo}}{\text{gr.muestra}} \right]$$

- ✓ Gramos de residuo fijo = (crisol residuo)-(peso constante del crisol)
- ✓ Gramos de residuo fijo = g de crisol.

F. Determinación de Actividad de agua

- En primer lugar se obtuvo las muestras de papayita y babaco hasta obtener las pulpas de cada una.
- Una vez obtenida la pulpa se vertió en la cubeta del equipo HYDROLAB hasta que se llene.
- Posteriormente se esperó el tiempo necesario 1 hora, donde llegó en el estado equilibrio.
- Luego se dio la lectura correspondiente.
- Para la pulpa liofilizada se prosiguió el mismo procedimiento.

G. Determinación del análisis de compuestos fenólicos

1. Formulación de la curva patrón estándar de Ácido Gálico

Parte 1. De acuerdo con (Singleton, Orthofer, & Lamuela-Raventos, 1999)

- Se preparó 100 ml de solución metanol (70% de metanol y 30 de agua ultra pura) y se le agregó 0.25g de ácido gálico, lo que fue la solución madre.
- Se rotuló 11 viales de 0, 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2250, 2500.
- Para crear la curva de calibración de agregó solución madre y agua ultra de la siguiente manera.

Para 0 se le agregó 10 ml de agua.

Para 250 se le agregó 1ml de solución madre y 9 ml de agua.

Para 500 se le agregó 2 ml de solución madre y 8 ml de agua.

Para 750 se le agregó 3 ml de solución madre y 7 ml de agua.

Para 1000 se le agregó 4 ml de solución madre y 6 ml de agua.

Para 1250 se le agregó 5 ml de solución madre y 5ml de agua.

Para 1500 se le agregó 6 ml de solución madre y 4ml de agua.

Para 1750 se le agregó 7 ml de solución madre y 3 ml de agua.

Para 2000 se le agregó 8 ml de solución madre y 2 ml de agua.

Para 2250 se le agregó 9 ml de solución madre y 1 ml de agua.

2500 se le agregó 10 ml de solución madre.

Parte 2

- Se preparó 100 ml de solución follin 1 en 10 (10 ml de follin y 90 ml de agua ultra pura).
- Se pesó 7.5
- g de sodio carbonado y se diluyó en 100 ml de agua ultra pura, se agitó y se filtró.

Parte 3

- rotulamos 11 tubos de ensayo de la misma manera como se encuentran los viales 0, 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2250, 2500, pero por triplicado.
- Se agregó 50 microlitros de solución madre de los viales, según la forma de rotulación.
- Se agregó 450 microlitros de agua ultra pura, 2.5 ml de follin y 2 ml de solución carbonada a cada tubo de ensayo rotulado.

- Se colocó a la estufa por 5 minutos.
- Finalmente, se determinó los fenoles totales con una absorbancia de 517 nm usando un Espectrómetro UV / Visible

Para medir los fenoles totales de nuestra muestra, se realizó el mismo procedimiento, simplemente reemplazamos la solución madre por nuestra muestra.

Tabla 7. Preparación de la curva patrón de ácido gálico a partir de una disolución concentrada de 1000 mg/L.

Reactivos	Concentración (mg/L) de la curva patrón de ácido gálico										
	0	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500
Ácido Gálico (mL)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Agua ultra pura (mL)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

H. Determinación de las capacidades antioxidantes de los extractos de pulpa liofilizada de papayita y babaco.

De acuerdo con (Singleton, Orthofer, & Lamuela-Raventos, 1999)

Preparación del extracto

- Se pesó 1g de muestra y pasta de chocolate
- Preparamos la solución metanol 80% y 20% de agua ultrapura.
- En un vial se agrega la muestra pesada (1g) y 10 ml de la solución metanol ya preparada (80-20).
- Se agitó con la ayuda de un bortex por 1 minuto aproximadamente.
- Llevamos a un baño de ultrasonido por 10 minutos a 30°C.
- Por último, se llevó a la centrifuga a 3000 rpm por 10 minutos.
- Agregamos en sobrenadante en nuevos viales, los forramos con papel aluminio y refrigeramos.

Método DPPH

Parte 1

- Se preparó 100 ml de una solución metanólica (80% metanol y 20% agua ultrapura), que será la solución “C”.
- Se pesó 0.005g de DPPH, para luego agregar en 100 ml de una solución de una solución metanólica (80-20), se agitó en un matraz para homogenizar la mezcla y

cubrimos todo el matraz con papel aluminio, se llevó a refrigerar. Esta solución se denominó como “B”.

- En un vaso vicker agregamos agua ultra pura, que será denominada como “D”.
- Rotulamos 5 viales: A1:1, A1:2, A1:5, A1:10, A1:20 y se agregó 500 micro litros del sobrenadante anteriormente extraído a cada vial.
- Para A1:1 se le agregó 0.5 ml de “C”, A1:2 se le agregó 1 ml de “C”, A1:5 se le agregó 2.5 ml de “C”, A1:10 se le agregó 5 ml de “C”, A1:20 se le agregó 10 ml de “C”, estos viales serán denominados como “A”

Parte 2

- Rotulamos 7 tubos de ensayo: A1:1, A1:2, A1:5, A1:10, A1:20, blanco y control.
- Agregamos 100 microlitos de muestra “A” para cada tubo de ensayo según como indica las rotulaciones en los viales y se agregó 3.9 ml de “B”. Para el blanco se agregará 100 microlitos de “D” con 3.9 de “C” y para el control se agregó 100 microlitos de “C” con 3.9 de “B”. Se dejó reposar por 30 minutos en una caja totalmente cerrada.
- Se Realizó la lectura a 517 nm en un espectrofotómetro y se midió la observancia.
- Se midió la absorbancia del patrón de referencia y del blanco de la muestra, todas las muestras se hicieron por triplicado.
- Para medir la absorbancia del patrón de referencia y del blanco de la muestra, esta observación se procederá por triplicado.
- Posteriormente, con los valores de las absorbancias obtenidas se calculó en % de captación de radicales libres (DPPH) mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad Antioxidante (\%)} = \left[1 - \frac{A_2 - A_3}{A_1} \right] * 100$$

Donde:

A1: Absorbancia del patrón de referencia

A2: Absorbancia de la muestra

A3: Absorbancia del blanco de muestra

I. Determinación de vida útil

- Se determinó la humedad inicial del producto, colocándolo en desecación hasta peso constante. La humedad hallada por diferencia de peso se expresa en base seca (AOAC 1990).
- Se determinó la actividad de agua inicial del producto con el equipo AQUALAB model 3TE a 25 °C empleando la técnica del punto de rocío. Este fue calibrado con una solución sobresaturada de cloruro de litio 8.57 M y cloruro de sodio 6 M (AOAC 2005).
- Se determinó la humedad crítica, colocando la bebida deshidratada expuesta en placas petri a altas concentraciones de humedad y se realizó evaluaciones sensoriales con cierta frecuencia tanto directamente como en preparación, con cinco panelistas y cuando tres de ellos coincidieron en que el producto está fuera de especificación, se procedió a medir la humedad crítica (AOAC 1990) y actividad de agua crítica (AOAC 2005) como descrito anteriormente.
- Se realizó la medición del tamaño del empaque y del espacio de sellado usando una regla y se calculó la superficie de intercambio de gases descontando el área de sellado.
- Con los valores de humedad inicial, actividad de agua inicial, humedad crítica y actividad de agua crítica se calculó la pendiente (b) de la ecuación lineal.
- Se reemplazó el valor de humedad inicial y se calculó la constante (c) de la ecuación lineal.
- Se calculó la actividad de agua de equilibrio utilizando la fórmula: $\%HR/100=aw$ para ambas condiciones (Fennema 2008).
- Se reemplazó el valor de aw en la ecuación lineal y se obtuvo el resultado de humedad de equilibrio.
- Por otro lado, se determinó la permeabilidad del empaque al vapor de agua en las condiciones ambientales en estudio sellando con hojas y películas la boca de una vasija que contiene un peso determinado de material desecante. La vasija se colocó en una atmósfera con temperatura y humedad reguladas simulando las condiciones de Iquitos y Lima. Se pesó el desecante periódicamente para determinar la cantidad de humedad asimilada, se obtuvo una medida de la transmisión de vapor de agua en términos de gramos por 625 cm² de película por 24 horas bajo las condiciones definidas de humedad y temperatura, el resultado se expresó en las unidades g/m² /día (Magret 2002).

- Finalmente se determinó el cálculo del tiempo de vida útil para cada ambiente y tipo de empaque con el siguiente el modelo (Wyser y Lanctuit 2015).

$$\text{Tiempo vida útil} = \ln\left(\frac{m_e - m_i}{m_e - m_c}\right) * \left(\frac{RH * W * b}{WVTR * A * 10000}\right)$$

Donde:

m_e = contenido de humedad en equilibrio teórico con la humedad relativa

m_i = contenido de humedad inicial

m_c = contenido de humedad crítico

RH = humedad relativa de las condiciones climáticas

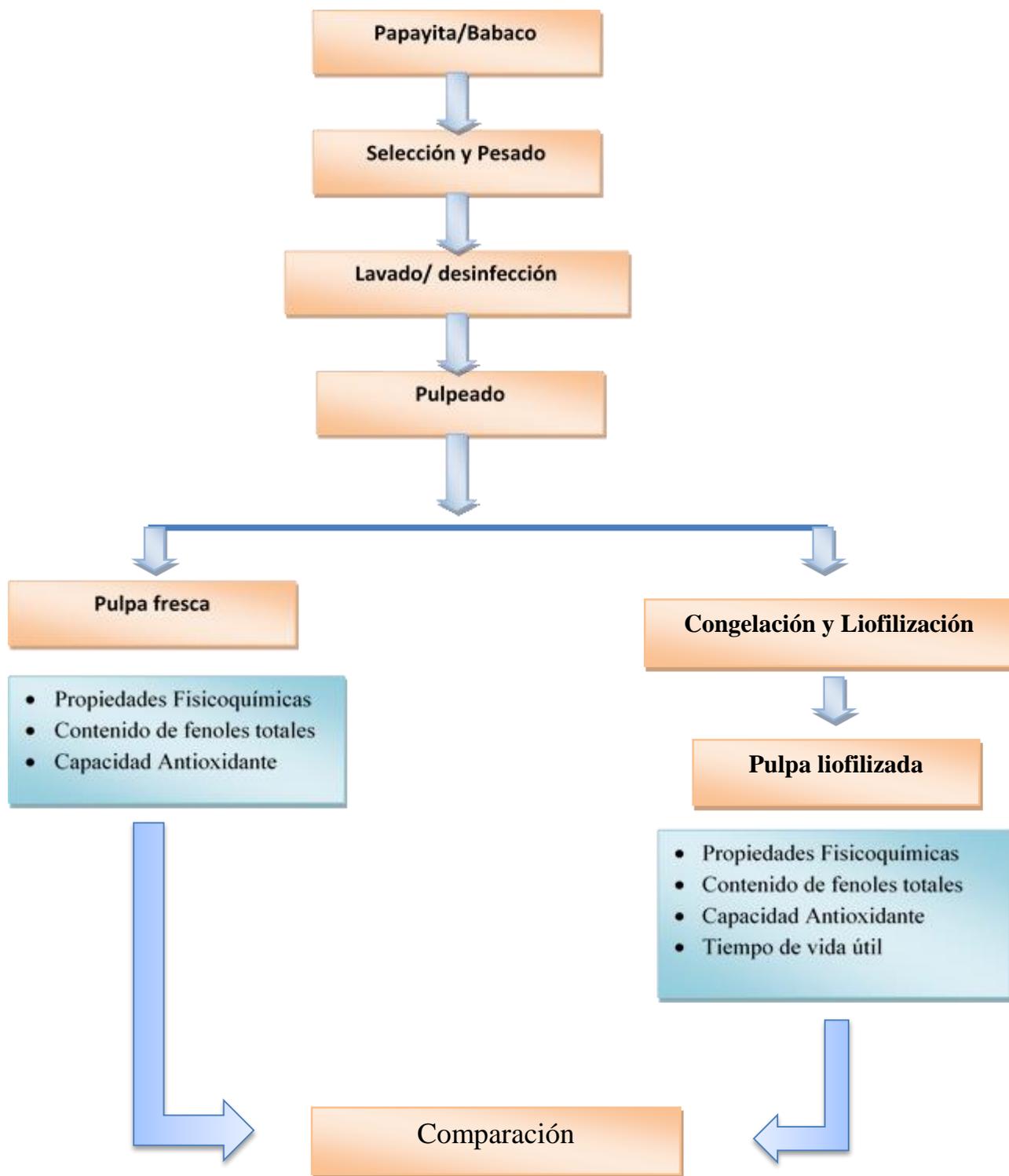
W = peso del producto

b = pendiente que relaciona la actividad de agua y el contenido de humedad

$WVTR$ = tasa de transmisión al vapor de agua del empaque

A = Superficie del empaque donde se da la transmisión de vapor de agua.

3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos



Gráfica 6. Diagrama experimental

3.9.1. Análisis estadísticos de los resultados

En esta investigación se utilizó un DCA. Donde se realizó comparaciones; además es el más simple de todos los diseños que se utilizan para comprar las medias de dos poblaciones, dado que solo consideran dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio (Gutiérrez, 2008). Se tuvo como variables de entrada o dependientes los compuestos en la pulpa de papayita y babaco; y como variables de salida % de humedad, % de acidez, %Ceniza, °Brix, pH, densidad, Índice de madures, Aw, contenido de compuestos fenólicos y % de inhibición DPPH ((2,2- Difenil-1-picrilhidrazilo. D-9132). Los resultados de las compuestos bioactivos se analizaron mediante ANOVA. Los tratamientos se realizaron por triplicado. Para establecer diferencias significativas entre medias se aplicó la prueba Tukey con una probabilidad de $P < 0.05$ un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$). Los datos se analizaron a través del software Infostat 2017. Los resultados se expresaron como la media \pm error estándar de los análisis de propiedades físico-químicos. Los resultados en la pulpa liofilizada se compararon entre sí y con respecto a la pulpa fresca.

Tabla 8. Representaciones simbólicas de los datos del diseño Completo al azar (DCA).

1: pulpa fresca de papayita										2: pulpa liofilizada de papayita									
%H	%Ac	%C	°Br	pH	ρ	IM	Aw	FT	CA	%H	%Ac	%C	°Br	pH	ρ	IM	Aw	FT	CA
Y11	Y11	Y11	Y11	Y11	Y11	Y11	Y11	Y11	Y11	Y21	Y21	Y21	Y21	Y21	Y21	Y21	Y21	Y21	Y21
Y12	Y12	Y12	Y12	Y12	Y12	Y12	Y12	Y12	Y12	Y22	Y22	Y22	Y22	Y22	Y22	Y22	Y22	Y22	Y22
Y13	Y13	Y13	Y13	Y13	Y13	Y13	Y13	Y13	Y13	Y23	Y23	Y23	Y23	Y23	Y23	Y23	Y23	Y23	Y23

3: pulpa liofilizada de papayita								4: pulpa liofilizada de babaco							
%H	%Ac	%C	°Br	pH	Aw	FT	CA	%H	%Ac	%C	°Br	pH	Aw	FT	CA
Y31	Y31	Y31	Y31	Y31	Y31	Y31	Y31	Y41	Y41	Y41	Y41	Y41	Y41	Y41	Y41
Y32	Y32	Y32	Y32	Y32	Y32	Y32	Y32	Y42	Y42	Y42	Y42	Y42	Y42	Y42	Y42
Y33	Y33	Y33	Y33	Y33	Y33	Y33	Y33	Y43	Y43	Y43	Y43	Y43	Y43	Y43	Y43

Leyenda:

Pulpa fresca

1: pulpa fresca de papayita; 2: pulpa fresca de babaco; 3: pulpa liofilizada de papayita y 4 pulpa liofilizada de babaco

Y11: Número de repeticiones de los compuestos en estudio de las pulpas frescas de papayita

Y21: Número de repeticiones de los compuestos en estudio de las pulpas frescas de babaco.

Pulpa liofilizada

Y31: Número de repeticiones de los compuestos en estudio de las pulpas liofilizadas de papayita

Y41: Número de repeticiones de los compuestos en estudio de las pulpas liofilizadas de babaco

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultado y discusión

Para la cuantificación de las características biométricas, fisicoquímicas, compuestos fenólico, capacidad antioxidante en las pulpas frescas y pulpas liofilizadas de papayita y babaco, así como la vida útil de las pulpas liofilizadas.

4.1.1. Análisis Biométrico,

Todos los datos obtenidos son el promedio de 3 unidades experimentales al azar tanto para la papayita y el babaco.

Tabla 9. Características Biométricas del babaco y papayita

Medidas Biométricas	Babaco	Papayita
Peso de la fruta (g)	261.84 ±1.04	178.58 ±0.763
Longitud (cm)	25.50±0.50	10.55±0.50
Diámetro (cm)	10.00 ±0.10	7.13±0.54

De la tabla 9 se realizó su ANOVA, reporta diferencias significativas con un p-valor 0.0001 entre las medidas de peso, longitud y diámetro, entre las frutas entera del babaco y papayita. Así mismo, la comparación de pares de medias, método TUKEY reporta diferencias significativas (anexo 2).

4.1.2. Rendimiento de las partes de las frutas nativas: Cascara, Pulpa y Semilla.

Todos los datos obtenidos son a partir de 3 unidades experimentales de cada una de las frutas nativas, de los cuales se consideró el 100%

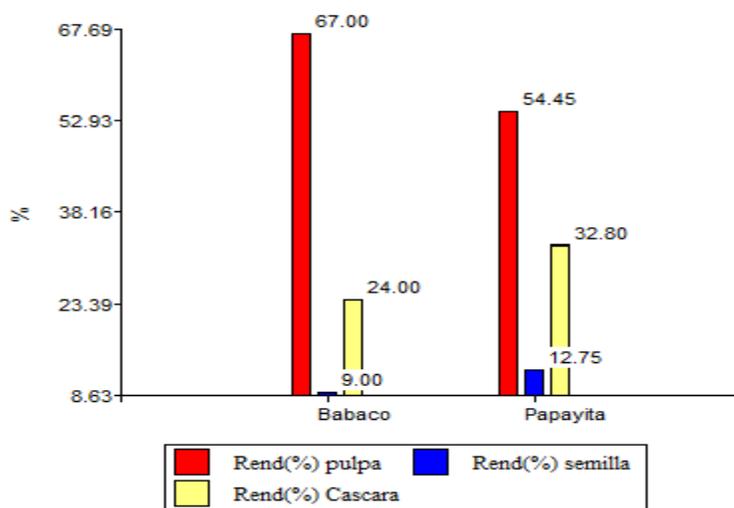
Tabla 10. Rendimiento de cascara, pulpa y semilla respecto al babaco y papayita

Rendimiento	Babaco	Papayita
Peso de la Fruta (%)	100	100
Cascara (%)	24±0.10	32.80 ±0.207
Pulpa (%)	67±0.45	54.45±1.51
Semilla	9.00±0.20	12.75±0.93

De la tabla 10 se realizó su ANOVA, reportando diferencias significativas con un p-valor 0.0001 entre los % Rendimiento de cascara, % Rendimiento de pulpa y % Rendimiento de semilla, entre las frutas entera del babaco y papayita. Así mismo, la comparación de pares de

medias, método TUKEY reporta diferencias significativas (anexo 2).

Gráfica 7. Comparación en el rendimiento de cascara, pulpa y semilla en relación al babaco y papayita



4.1.3. Análisis Físicoquímico de la pulpa de babaco y papayita

Todos los datos obtenidos son el promedio de 10 unidades experimentales tanto para el babaco y la papayita

Tabla 11. Características físicoquímicas de las unidades experimentales

Análisis Físicoquímicas	Babaco	Papayita
Humedad (%)	94.05±0.86	87.79±0.78
Acidez (%)	0.60±0.03	0.22±0.01
Ceniza (%)	1.00	0.57
°Brix (%)	5.75±0.18	6.63±0.66
pH	3.82±0.08	4.00±0.21
Densidad g/ml	0.971±0.11	1.09±0.16
IM	9.54±0.78	30.80±3.73

De la tabla 11 se realizó su ANOVA, reportando diferencias significativas con un p-valor 0.0001 en **el contenido de % humedad** entre las pulpas del babaco y la papayita. Así mismo, la comparación de pares de medias, método TUKEY reporta diferencias significativas (anexo 2).

Respecto al **% de Acidez** se realizó su ANOVA, reportando diferencias significativas con un p-valor 0.0001 entre las pulpas del babaco y la papayita. Así mismo, la comparación de pares de medias, método TUKEY reporta diferencias significativas (anexo 2).

Respecto al **% de Ceniza** se realizó su ANOVA, reportando diferencias significativas con un

p-valor 0.0001 entre las pulpas del babaco y la papayita. Así mismo, la comparación de pares de medias, método TUKEY reporta diferencias significativas (anexo 2).

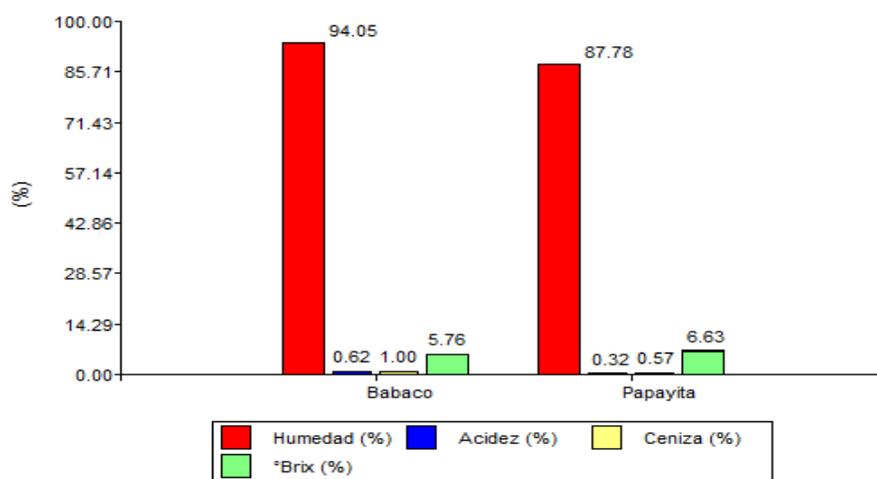
Respecto al °Brix se realizó su ANOVA, reportando diferencias significativas con un p-valor 0.0006 entre las pulpas del babaco y la papayita. Así mismo, la comparación de pares de medias, método TUKEY reporta diferencias significativas (anexo 2).

Respecto al pH se realizó su ANOVA, reportando diferencias significativas con un p-valor 0.0158 entre las pulpas del babaco y la papayita. Así mismo, la comparación de pares de medias, método TUKEY reporta diferencias significativas (anexo 2).

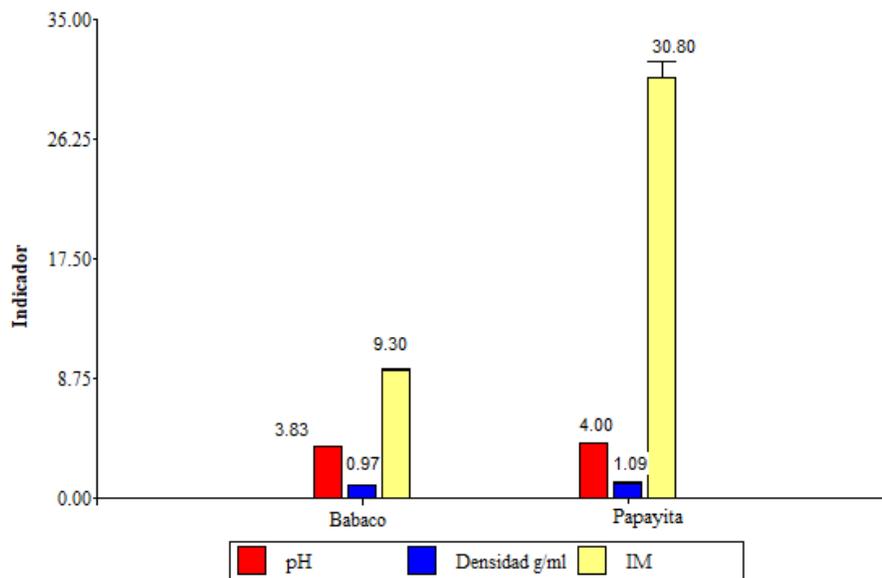
Respecto a la Densidad se realizó su ANOVA, reportando diferencias significativas con un p-valor 0.0303 entre las pulpas del babaco y la papayita. Así mismo, la comparación de pares de medias, método TUKEY reporta diferencias significativas (anexo 2).

Respecto al IM se realizó su ANOVA, reportando diferencias significativas con un p-valor 0.0001 entre las pulpas del babaco y la papayita. Así mismo, la comparación de pares de medias, método TUKEY reporta diferencias significativas (anexo 2).

Gráfica 8. Comparación entre las características fisicoquímica de Humedad, Acidez, Ceniza y °Brix de las pulpas del babaco y papayita



Gráfica 9. Comparación entre las características fisicoquímica de pH, Densidad y IM de las pulpas del babaco y papayita



4.1.4. Análisis Fisicoquímico de pulpa liofilizada del babaco y papayita

Todos los datos obtenidos son el promedio de 3 repeticiones, tanto para el babaco y la papayita

Tabla 12. Características fisicoquímicas en frutas liofilizadas / 100g en base seco

Análisis Fisicoquímicas	Babaco	Papayita
Humedad (%)	0.61±0.1	0.46±0.12
Acidez (%)	4.95±0.61	6.49±0.59
Ceniza (%)	3.4±0.65	5.00±0.35
°Brix (%)	5.6±0.41	5.75±0.45
pH	4.49±0.51	4.15±0.49
Aw	0.292±0.11	0.315±0.13

De la tabla 12 se realizó su ANOVA, reportando diferencias significativas con un p-valor 0.0001 en **el contenido de % humedad** entre las pulpas liofilizadas del babaco y la papayita. Así mismo, la comparación de pares de medias, método TUKEY reporta diferencias significativas (anexo 2).

Podemos mencionar que las programaciones de calentamiento durante la sublimación si afecto significativamente las características fisicoquímicas del % de Humedad, esta disminución se

debió a la pérdida de agua libre en la deshidratación por liofilización, la explicación también es compartida con los siguientes autores ; Málaga (2013) y Huachuhuilca (2017).

Respecto al **% de Acidez** se realizó su ANOVA, reportando diferencias significativas con un p-valor 0.0001 entre las pulpas liofilizadas del babaco y la papayita. Así mismo, la comparación de pares de medias, método TUKEY reporta diferencias significativas (anexo 2).

Para el caso del contenido de acidez se observa que en las muestras liofilizadas si existe un aumento considerados, esto se presume que se deba al estado de madurez es decir, que exista menos agua que extraer y más solutos a obtener, esto es compartidos con los autores Amores (2011) y Huachuhuilca (2017).

Respecto al % de Ceniza se realizó su ANOVA, reportando diferencias significativas con un p-valor 0.0001 entre las pulpas liofilizadas del babaco y la papayita. Así mismo, la comparación de pares de medias, método TUKEY reporta diferencias significativas, por lo tanto se puede afirmar que el % de ceniza en la pulpa liofilizada aumenta significativamente. (anexo 2).

Respecto al °Brix se realizó su ANOVA, reportando que no existe diferencias significativas con un p-valor 0.0610 entre las pulpas liofilizadas del babaco y la papayita. Así mismo, la comparación de pares de medias, método TUKEY reportando que no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). (Anexo 2).

En el contenido de sólidos solubles (°Brix), también es compartido que la baja diferencia se deba al estado de madurez de la fruta, y que también el proceso de liofilización hace que la concentración de azúcar aumente, siempre en cuando la fruta antes de ser liofilizado este al límite de su madurez. Amores (2011) y Huachuhuilca (2017).

Respecto al pH se realizó su ANOVA, reportando diferencias significativas con un p-valor 0.0001 entre las pulpas liofilizadas del babaco y la papayita. Así mismo, la comparación de pares de medias, método TUKEY reporta diferencias significativas (anexo 2).

Con respecto al pH Se debe tener en cuenta que las frutas contienen ácidos orgánicos de forma libre o combinada que están disueltos en las vacuolas de las células que al eliminar el agua se concentrarían, esto es la razón por la cual la diferencia que existe entre los pH no sea mayor. Lo comparten los autores Málaga (2013) y Huachuhuilca (2017).

Respecto a la **aw** se realizó su ANOVA, reportando diferencias significativas con un p-valor 0.0001 entre las pulpas liofilizadas del babaco y la papayita. Así mismo, la comparación de pares de medias, método TUKEY reporta diferencias significativas (anexo 2).

De la tabla 11 se reportan los resultados de actividad de agua de las pulpas liofilizadas de babaco y papayita 0.292 y 0.315 respectivamente, la diferencia es concordante con las actividades de agua de las frutas frescas, por ende presenta mayor actividad de agua, de allí es su susceptibilidad al deterioro, mientras las otras fueron sometidas a la liofilización por tanto ya no cuenta con agua libre.

Huachuillca (2017) menciona, en general, actividades de agua por debajo de 0.8 hacen al alimento muy seguro de un posible problema microbiológico pero no se inhiben las reacciones químicas y bioquímicas, en tanto que con actividades de agua por debajo de 0.3 los alimentos serán muy seguros en todos los aspectos, salvo a las reacciones de oxidación.

Martínez et al., (1998) menciona, La estabilidad de un producto se puede alcanzar cuando la AW se encuentra entre 0.2 y 0.4, que corresponde a la humedad de la monocapa y se logra la conservación en condiciones ambientales, Las pulpas liofilizadas de babaco y papayita presentan una actividad de agua de 0.292 y 0.315 respectivamente , que se ubican en el rango indicado por Martínez et al., (1998), que corresponde a la humedad de la mono capa y se logra la conservación en condiciones ambientales.

4.1.5. Rendimiento de la pulpa liofilizada respecto a la pulpa liofilizada b.s.

Tabla 13. Rendimiento de la pulpa liofilizada

Pulpa liofilizada	Rendimiento (%)
Papayita	6.10±0.15
Babaco	6.22±0.10

Como se puede apreciar en la tabla 13, el rendimiento de la pulpa liofilizada con respecto a las pulpas frescas, podemos decir que la pulpa liofilizado del babaco tiene un 0.12 % más que la pulpa liofilizada de la papayita. El rendimiento depende del tipo de fruta y el proceso aplicado, en esto concordamos con los autores Surco, Tipiana y torres (2017).

4.1.6. Determinación del contenido de compuestos fenólicos

Se realizó una curva de calibración (grafica 10), para determinar la ecuación de la recta ($Y = 0.0009x+0.1073$) preparada a partir de concentraciones de ácido gálico y expresada en

miligramos de ácido gálico (GAE). La cantidad de compuestos fenólicos en los extractos se determinó a partir de la ecuación de regresión y los valores se expresaron en equivalencias de ácido gálico (GAE).

El contenido de compuestos fenólicos totales se muestra en la tabla 5; donde, se observa que el extracto de papayita liofilizado presentó menor cantidad de fenoles totales (mgAG/g) con respecto al extracto de Babaco liofilizada. También presenta que el contenido de fenoles totales del extracto puro de papayita es mayor que extracto puro del Babaco. Así mismo, se observa que el coeficiente de determinación (R²), presentó un valor próximo a 1, lo que indica que la curva de calibración posee un buen ajuste; de este modo, fue utilizada la ecuación de la recta proporcionada por la curva de calibración para determinar el contenido de compuestos fenólicos totales de las muestras (tabla 7).

Gráfica 10. Curva de calibración del ácido gálico

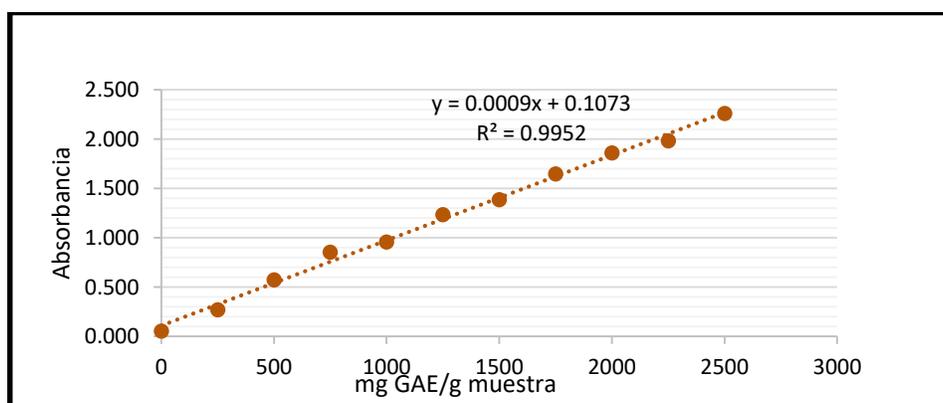


Tabla 14. Contenido de compuestos fenólicos totales de pulpa fresca y liofilizada

Condición	Liofilizado		Pulpa Fresca (B.H)	
	papayita	babaco	papayita	babaco
Frutas Nativas	361.89	55.22	1.43	0.46
mgAG/g Muestra	317.44	43.00	1.44	0.47
	368.56	80.78	1.41	0.44
Media	349.30	59.67	1.43	0.46
Desviación Estándar	27.79	19.28	0.02	0.02

La tabla 14 reporta los resultados en pulpa liofilizado; asimismo, la media y desviación estándar de los compuestos fenólicos los cuales son valores próximos a 223.03 ± 3.02 en liofilizado. (mg de AGE/ g), reportados por Huachuquilla (2017).

Se observa una diferencia significativa de contenido de compuestos fenólicos entre las frutas antes y después de ser liofilizadas, para los dos casos existió un aumento en las pulpas liofilizadas.

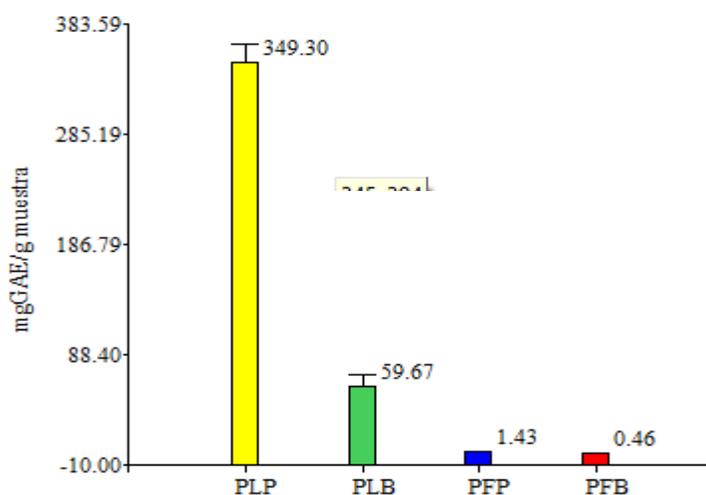
También observamos que en las frutas frescas la papayita obtuvo mayor contenido de compuesto fenoles totales, asimismo en la pulpa liofilizada la papayita obtuvo mayor contenido de este componente en el babaco.

Fennema et al., (2000), manifiestan las diferencias encontradas son debido al estado de madurez, el tipo de solvente usado durante el análisis y el lugar de donde proviene. Los compuestos fenólicos disminuyen con el grado de madurez en las frutas, pero aumentan como respuesta al estrés producido por magulladuras y por infecciones fúngicas.

Tarín *et al.* (2015), Las diferencias encontradas es debido a la extracción de los compuestos fenólicos con diferentes solventes. Además el tipo de equipo utilizado para liofilizar. Y otros factores tales como velocidad de congelación, presión y la temperatura de liofilización.

De la tabla 14 ANOVA reporta que si existen diferencias significativas entre el contenido de compuestos fenólicos en las pulpas liofilizada y pulpas fresca a un p-valor 0.0001 menor al nivel de significancia. La liofilización si afectó en el contenido de compuestos fenólicos, como se aprecia las diferencias entre las pulpas liofilizadas y entre las pulpas frescas. Así mismo, la comparación de pares de medias, método TUKEY reporta que si existe diferencias significativas entre ellas. (anexo 2).

Gráfica 11. Comparación del Contenido de compuestos fenólicos totales de las pulpas frescas y liofilizadas



Leyenda: PLP: pulpa liofilizada de papayita, PLB: pulpa liofilizada de babaco, PFP: pulpa fresca de papayita, PFB: pulpa fresca de babaco.

De la gráfica podemos observar que las pulpas liofilizadas con respecto a las pulpas frescas presentan mayor contenido fenólico totales , asimismo el contenido fenólico total de la pulpa liofilizada de papayita es mayor que la pulpa liofilizada del babaco.

4.1.7. Determinación de la actividad antioxidante de papayita y babaco por el método de secuestro de radical libre DPPH.

En el siguiente tabla 15 se muestran los resultados de determinación de capacidad antioxidante en la pulpa liofilizada y fresca de la papayita y babaco en base liofilizada y en base humedad.

Tabla 15. Capacidad antioxidante de pulpa fresca y liofilizada

condición	liofilizado		pulpa fresca b.h	
	papayita	babaco	papayita	babaco
frutas nativas				
Capacidad Antioxidante DPPH	81.88	64.49	46.25	22.92
	81.89	64.53	45.72	21.92
	80.99	64.79	45.78	31.39
Media	81.59	64.6	45.92	25.41
Desviación estándar	0.52	0.16	0.29	5.2

Repo et al., (2012), reportaron con el reactivo DPPH 249.23 ± 8.01 y con el reactivo ABTS Hidrofílica 288.95 ± 3.62 y Lipofílica 297.51 ± 4.23 estos valores son mayores a 37.67 ± 1.54 y 12.61 ± 0.61 del valor encontrado (tabla 13) en la presente investigación; Málaga (2013) refiere la capacidad antioxidante por ABTS Hidrofílica 3.65 ± 0.20 b.h (25.73 ± 1.40 liofilizado) y Lipofílica 0.30 ± 0.6 b.h (2.20 ± 0.35 liofilizado), respectivamente. Huachuillca, (2017), reporto con el reactivo DPPH una media de 5581.81 en base liofilizado, este valor bien alto respecto a la tabla n° 15. Estas diferencias encontradas son debido al índice de madurez de la fruta, el uso del reactivo para la extracción y el tiempo de análisis.

Repo y Encina (2008), mencionan que la capacidad antioxidante está directamente relacionada con el contenido de pigmentos de la fruta además la capacidad antioxidante de un alimento depende de la naturaleza y concentración de los antioxidantes naturales presentes en él. Las variaciones son atribuidas al estado de madurez, lugar de procedencia del fruto.

También observamos que la pulpa liofilizada de la papayita es mayor en su % de inhibición DPPH con respecto a la pulpa liofilizado de babaco, así como también la pulpa fresca de la papayita presenta un % de inhibición DPPH mayor que la pulpa fresca del babaco.

Moure y otros (2001) mencionan que los factores que afectan la actividad antioxidante de los compuestos bioactivos en alimentos de origen vegetal dependen de su concentración y su estructura, la cantidad de estas sustancias en vegetales es ampliamente influenciada por factores genéticos y condiciones ambientales, sin mencionar el estado de madurez o la variedad de la planta.

Repo et al., (2012), Estas diferencias encontradas son debido al índice de madurez de la fruta, el uso del reactivo para la extracción y el tiempo de análisis.

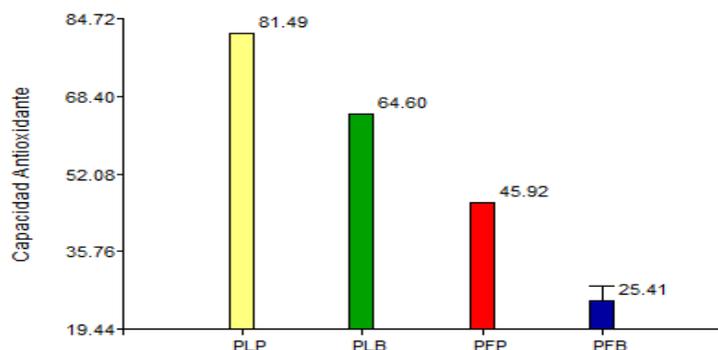
Repo y Encina (2008), señalan cuando el estado de madurez de aguaymanto aumenta, sus compuestos bioactivos (contenido de ácido ascórbico, compuestos fenólicos y carotenos totales) aumentan, obteniéndose una mayor capacidad antioxidante.

Huachuillca (2017), Las diferencias se deben a los factores tales como los parámetros de concentración de la pulpa, velocidad de congelación y la temperatura de liofilización

La pérdida de la actividad antioxidante en las distintas variedades de pulpa de mango, podemos atribuirle principalmente a la pérdida de carotenoides totales que son sustancias con reconocida actividad antioxidante (Salamanca, Forero, García y Díaz, 2007).

De la tabla 15 ANOVA reporta que si existen diferencias significativas en contenido de la capacidad de antioxidante de las pulpas liofilizada y pulpas fresca a un p-valor 0.0001 menor al nivel de significancia. La liofilización si afectó en la capacidad antioxidante, como se aprecia las diferencias entre las pulpas liofilizadas y entre las pulpas frescas. Así mismo, la comparación de pares de medias, método TUKEY reporta que si existe diferencias significativas entre ellas. (Anexo 2).

Gráfica 12. Comparaciones de Capacidad antioxidante de pulpa fresca y liofilizada



Leyenda: PLP: pulpa liofilizada de papayita, PLB: pulpa liofilizada de babaco, PFP: pulpa fresca de papayita, PFB: pulpa fresca de babaco.

De la gráfica podemos observar que las pulpas liofilizadas con respecto a las pulpas frescas presentan mayor capacidad antioxidante, asimismo la capacidad antioxidante de la pulpa liofilizada de papayita es mayor que la pulpa liofilizada del babaco.

4.1.8. Determinación de la vida útil de los extractos liofilizados de babaco y papayita aplicando la fórmula de Wyser y Lanctuit (2015).

A. Análisis sensorial

Antes de determinar la vida útil de las muestras liofilizadas, se realizó un análisis sensorial, que permitió tener una idea clara de sus propiedades organolépticas, como se puede observar en el siguiente cuadro.

Tabla 16. Resultados de la evaluación sensorial de las dos muestras liofilizadas de la papayita y babaco (n=15*)

Propiedad Organoléptica	Observación	Resultados
Sabor	Sabor típico	Aceptable
Color	Crema	Aceptable
Olor	Aroma agradable	Aceptable
Apariencia	Bueno	Aceptable

***Panelistas semi entrenados**

Como se puede observar, los panelistas que participaron en la evaluación determinaron que las dos muestras liofilizadas se encuentra con calificación de aceptable para las propiedades organolépticas clave tales como: sabor, color, olor y apariencia. Esto es importante ya que indica que el producto se encuentra apto para poder iniciar las pruebas de determinación de

humedad inicial y crítica y también nos permite contar con muestras aprobadas como referencia sensorial.

B. Determinación de la humedad inicial y actividad de agua inicial del producto

En la tabla 17 se muestran los valores de humedad inicial y actividad de agua, esto se tomó de las muestras liofilizadas recién envasado.

Tabla 17. Resultados de humedad inicial y actividad de agua inicial

Muestras liofilizadas	Humedad en b. s (mi) %	Actividad de Agua (awi)
Papayita	0.46	0.315
Babaco	0.61	0.292

El resultado de humedad en los productos es conforme, lo cual indica que el producto a granel ha sido mantenido en condiciones óptimas desde su liofilización hasta el envasado, esto se explica por en la ciudad universitaria –Ciudad de Chachapoyas se encuentra en un promedio de 20°C y 70 de HR.

C. Determinación de la humedad crítica y actividad de agua crítica

Según Fennema (1993), se puede deducir que en la isoterma de sorción tenemos un estado inicial de aw y contenido de humedad, que es el que usualmente se tiene cuando el producto deshidratado ha sido recién empacada; luego conforme pasa el tiempo, el producto gana temperatura o humedad, con ello llegaremos al estado crítico.

Wyser y Lanctuit (2015) coinciden con Fennema (1993) indicando que si empacas al alimento en un empaque que es permeable, habrá cierta ganancia de humedad y el producto puede llegar a cruzar la temperatura de transición vítrea donde el producto pasa de ser un sólido amorfo y se vuelve elástico “rubbery” y se comprime.

Tabla 18. Resultados de la evaluación sensorial en condiciones de humedad y actividad de agua crítica de las dos muestras liofilizadas de la papayita y babaco (n=15*)

Propiedad	Observación	Resultados
Organoléptica		
Sabor	con menor fuerza de sabor	Casi Aceptable
Color	crema	Casi aceptable
Olor	Baja Perdida de aroma	Menos Aceptable
Apariencia	Presencia de grumos	Casi no aceptable

*panelistas

En consecuencia se determinó el contenido de humedad crítica y actividad de agua crítica en el punto donde se produce el cambio de estado de cristalino a elástico “espeso” desviación de calidad, (cuadro 19), asimismo en las observaciones sensoriales como el sabor, color y olor indicaron una disminución de sus atributo, esto se debe al incremento de humedad causando propiedades elásticas.

Tabla 19. Resultados del contenido de humedad crítico y actividad de agua crítica de las muestras liofilizadas de papayita y babaco.

Muestras liofilizadas	Contenido de humedad en b.s (mc)%	Actividad de Agua (awc)
Papayita	3.2	0.50
Babaco	2.9	0.50

Se observó en las muestras presencia de grumos, compactación y además dejó de ser soluble de ser soluble en agua caliente a 60 °C, los factores de degradación principales se debe el vapor de agua y el oxígeno (Condezo 2002).

Con la fórmula que indicó Wyser y Lanctuit (2015), se predijo el tiempo de vida útil de las muestras liofilizadas de las pulpas de papayita y babaco: Anexo 3

$$\text{Tiempo vida útil} = \ln\left(\frac{m_e - m_i}{m_e - m_c}\right) * \left(\frac{RH * W * b}{WVTR * A * 10000}\right)$$

Tabla 20. Tiempo de vida útil de las muestras liofilizadas de las frutas nativas de papayita y babaco

Muestras liofilizadas	Tiempo de vida útil
Papayita	22.60 meses
Babaco	18.36 meses

Se determinó que con una permeabilidad al vapor de agua (WVTR) de 0.06 g.m2.dia, en empaque de Aluminio, se puede obtener hasta 22.60 y 18.36 meses para las muestra liofilizadas de papayita y babaco respectivamente, a una temperatura de 20 °C, 70% HR.

En las características sensoriales, existió un cambio respecto al sabor, olor y color, los cuales fueron determinantes para definir la humedad crítica y la actividad de agua crítica.

CAPITULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En el proceso de la liofilización toleraron cambios significativos la humedad, acidez, solidos solubles y el pH respecto a la pulpa fresca.

El contenido de compuestos fenólicos totales del extracto de papayita liofilizada es mayor (39.25 mg GAE / 100g PL) que el extracto de papayita fresca (1.43 mg GAE / 100g PL), Asimismo la cantidad de fenoles totales de extracto liofilizado del babaco es mayor (83.76 mg GAE / 100g PL) que el extracto puro de babaco (0.46 mg GAE / 100g PL).

En las muestras liofilizadas el contenido de compuestos fenólicos totales, se observa que el extracto del babaco (83.76 mg GAE / 100g PL) es mayor que el extracto de la papayita (39.25 mg GAE / 100g PL). Asimismo en las muestras puras el contenido de compuestos fenólicos totales, se observa que el extracto puro de la papayita (1.43 mg GAE / 100g PL) es mayor que el extracto puro del babaco (0.46 mg GAE / 100g PL).

Los resultados de esta investigación demostraron que los frutos de papayita y babaco en el extracto puro y extracto liofilizados respecto al porcentaje de inhibición DPPH son altos.

Los resultados demostraron que el contenido de compuestos fenólicos es directamente proporcional con la capacidad antioxidante.

A los compuestos fenólicos y antioxidante, se observa una correlación directa entre sus valores, Kuskoski (2015) menciona que dicha correlación no solo depende de la concentración y la calidad antioxidante, sino también de su interacción con otros componentes y la metodología aplicada.

Comparando los resultados de las muestras obtenidas en la ciudad de Chachapoyas, se observó una diferencia significativa en las características fisicoquímicas, cantidad de compuestos fenólicos y en la actividad antioxidante desarrollada por los métodos de DPPH en la papayita y babaco.

Se determinó que con una permeabilidad al vapor de agua (WVTR) de 0.06 g.m².dia, en empaque de Aluminio, se puede obtener hasta 9.06 y 12.25 meses para las muestra liofilizadas de papayita y babaco respectivamente, a una temperatura de 20 °C, 70% HR.

5.2. Recomendaciones

Efectuar investigación sobre la influencia de la velocidad de congelación y sublimación en las propiedades fisicoquímicas en las frutas y hortalizas.

Realizar trabajos de investigación en actividad de agua y tiempo de vida útil en diferentes concentraciones de humedad.

Complementar la investigación tomando en cuenta los factores como la temperatura y presión de vacío que afectan en el proceso de liofilización de pulpa de frutas frente a sus compuestos bioactivos y su actividad antioxidante.

Desarrollar tecnología que protejan las propiedades organolépticas y fisicoquímicas durante el desarrollo de la liofilización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agroinformación. (8 de setiembre de 2010). Propagación de papayita andina. *Panorama Agrario*.
- Aguilar JM, S. D. (1999). *Microestructural nd principles of food processing and engineering*. "2ed : Maryland. Aspen Publisher.
- Amores, V. D. (2011). *Evaluación Nutritiva y Nutracéutica de la Mora de castilla (Rubus glaucus) deshidratada por el método de liofilización y comparación con la obtenida por la deshidratación en microondas y secador en bandejas*. *Bioquímica y Farmacia*.
- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis Gaithersburg*,. USA: Association of Official Analytical Chemist.
- Ayala, A. S. (2010). Liofilización de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). *Revista de la facultad farmacéutica*, pp 121-127.
- Casp, A. &. (2003). *Procesos de conservación de alimentos:En Tecnología de Alimentos* . Madrid, España: Aedos S.A.
- Castañeda, J. A. (2010). Estudio comparativo de la pérdida de vitamina C en chalarina (*Casimiroa edulis*) por cuatro métodos de deshidratación. *Revista Scientia Agropecuaria, I*, pp 75 – 80.
- Cinzano, L. &. (2010). *Bebidas. En Nuevo Manual de Industrias Alimentarias*. España: AMV.
- Condezo, L. (2002). *Predicción de la vida útil de las galletas de soda mediante modelos matematicos determinista*. Lima,Peru: UNALM.
- Condezo, L. (2002). *Predicción de la vida útil de las galletas de soda mediante modelos matematicos deterministas*. Lima, Perú: Tesis Mg. Sc. UNALM.
- Cortés, G. P. (2015). Caracterización bromatológica y fisicoquímica de la uchuva (*Physalis peruviana L.*) y su posible aplicación como alimento nutraceutico. *Revista Ciencia en Desarrollo, Vol. 6 enero-junio*, pp. 87-97.
- Evranuz, E. S. (2011). Drying vegetables: new technology, equipment and examples. *In Handbook of vegetables and vegetable processing*, pp 299-315.
- Fennema. (7 de setiembre de 2008). *Química de los alimentos*. Obtenido de <https://sceqa.files.wordpress.com/2014/05/quc3admica-de-los-alimentos-fennema.pdf>
- Fennema, O. D. (2000). *Química de los Alimentos*. Zaragoza- España: Lengua Española.: ACRIBIA S.A.
- Franco, Y. R. (2016). Efecto del tiempo de almacenamiento sobre las propiedades fisicoquímicas y antioxidantes de pulpa congelada y liofilizada del fruto de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*). *Vitae*, 23(3).
- García, R. &. (2008). Liofilización de *Myrciaria dubia* HBK McVaugh (camu camu). *Conocimiento Amazónico, I*(1).
- Geymonat, L. (2006). *Historia de la filosofía y la ciencia* . Barcelona. España.: 2da edición. Editorial Crítica.
- Grajales, L. C. (2005). Liofilización de carambola (*averrhoa carambola L.*) osmodeshidratada. *Ingeniería y competitividad*, 7(2), pp 19-26.
- Hernandez, F. y. (2006). *Metodología de la Investigacion*. Mexico , DF: Metodologia Mc GRawHill.
- IFST. (1993). <https://www.ifst.org>. Recuperado el 14 de noviembre de 2019, de <https://www.ifst.org>

- IFST.(Institute of Food Science & Technology, U. (7 de setiembre de 1993). *Tiempo de vida útil definición (en línea)*. Obtenido de <https://www.ifst.org>
- Khalloufi, S. R. (2004). Simulation mathématique de la cinétique de la lyophilisation. Quebec, Canadá: Département des Sols et Génie Alimentaire, Université Laval.
- Kuskoski, E. A.-F. (2005). Aplicação de diversos métodos químicos para determinar atividade antioxidante em pulpa de frutos . *Ciencia, Tecnologia y Alimentos*, 25(4), pp 726-732.
- Labuza, T. (1982). Moisture gain and loss in packaged foods. *J. Food Technology*.
- Labuza, TP; Schmidt, MK. (1985). *Accelerated shelf-life dating of foods*.
- M.Lamuela-Raventós, V. L. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology - ELSEVIER*, 299, 152-178.
- Magret, R. (2002). *Evaluación y selección de empaques para productos aromáticos*. Lima, Perú: UNALM.
- Málaga, B. (2013). *Efecto de procesamiento de puré de aguaymanto (Physalis peruviana L.) sobre las vitaminas C, compuestos fenólicos totales, carotenoides totales y Capacidad Antioxidante*. Lima -Perú: Tesis para optar grado de Magister Scientiae en tecnología de los alimentos -UNALM.
- Marques, L. F. (2007). Freeze-drying of acerola (Malpighia glabra L.). *Chemical engineering and processing*, 46(5), pp 451-57.
- Monteagudo, G. B. (2013). *Aplicación de métodos combinados para la obtención de kiwi en polvo de alta calidad*. España.: Universitat Politècnica de Valencia.
- Moure, A. C. (2001). Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry*, 72(1), pp 145-171.
- Muñoz, A. (2006). Estudio químico-bromatológico del fruto de Carica monoica Desf. “chamburú” y los efectos de su ingesta en el crecimiento y el perfil bioquímico de las ratas . Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Orrego, C. (2008). *Congelación y liofilización de alimentos* . Colombia: Universidad Nacional de Colombia:Artes gráficas Tizan Ltda.
- Quezada. (2013). *Fundamentos filosóficos de la investigación científica*. Obtenido de <https://prezi.com/gdfni0mp9uuv/fundamentos-filosofico-de-la-investigacion-cientifica/>
- Quezada, S. &. (2011). *Efecto de las metodologías de liofilización en la calidad de frutas deshidratadas*. Perú: UNS.
- Ramírez, J. (2011). Liofilización de alimentos. *Universidad del Valle*, 6(2).
- Repo de Carrasco, R. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Revista Sociedad Química del Perú*, 2, p 74.
- Repo, C. R. (2012). Repo, C. R., Encina, Z. C., Determinación de los Compuestos Bioactivos y Capacidad Antioxidante del Aguaymanto (Physalis peruviana 1753) y de su conserva en almíbar maximizando la retención de Ácido ascórbico. *Sociedad Química de Perú*(72), 108-124.
- Rivera, J. (2013). *Consultor experto en liofilización* . Obtenido de <https://sites.google.com/site/liofilizaciondrjorgerivera/>: jrivera@uniandino.com.co
- Rojas, J. E. (2013). *Liofilización Dr Jorge Rivera*. Obtenido de [jrivera@uniandino.com.co](https://sites.google.com/site/liofilizaciondrjorgerivera/)
- Salamanca, F. . (2007). Avances en la Caracterización, Conservación y procesamiento del Mango (Mangifera indica L). *Revista Tumbaga*, 2, 57-64.
- Santillán, F. (2013). Plan de Negocio Producción y comercialización de papa (semilla y consumo) de la zona de luya en la región nororiental del Perú. Luya, Peru.

- Singleton, O. L. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymologia- ELSEVIER*, 299, 152-178.
- Soria, I. N. (1999). *Guía para el cultivo de Babaco*. Ecuador: Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Fruticultura, 1999.
- Tarín, F. M. (2015). *Evaluación Funcional de Extractos de Mora y Fresa Liofilizada*. Valencia-España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Vargas, E. (2015). *Efecto de la liofilización sobre propiedades fisicoquímicas y vida útil de cocona (Solanum sessiliflorum Dunal) en polvo*. Colombia: UNC.
- Vásquez, A. (1990). Deshidratado por Liofilización y secado al vacío. Limon sutil. Lima: UNA. La Molina.
- Villagómez, A. (2011). *Estudio del efecto del glicerol y del aceite esencial de anís en un recubrimiento comestible, sobre el tiempo de vida útil del babaco (carica pentagona) (Bachelor's thesis)*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/12>
- Welti, J. V. (2005). Fundamentals and new tendencies of freeze-drying of foods. Segundo Simposio Internacional de Innovación y Desarrollo de Alimentos. Puebla, Mexico: Universidad de las Américas.
- Wyser, Y., & Lanctuit, H. (2015). *Shelf life prediction barrier technologies*. Vevey, Suiza: NESTLÉ.
- Zambrano, P. &. (2013). *Diseño de un proyecto para la Agroindustrialización del Babaco, como: conservas, mermelada, yogurt y helados, en la comunidad "Eloy Alfaro", Cantón Cotacachi provincia de Imbabura*. Ecuador: Universidad Central de Ecuador.

ANEXO-1



Foto 1. Medidas biométricas



Foto 2. Medidas físico-químicas



Foto 3.Preparacion de muestras



Foto 4. Muestras para liofilizar de babaco y papayita



Foto 5. Equipos liofilizadores que ayudaron en mi trabajo experimental



Ensayos en el espectrofotómetro



Foto 6. Obtención de muestras liofilizadas

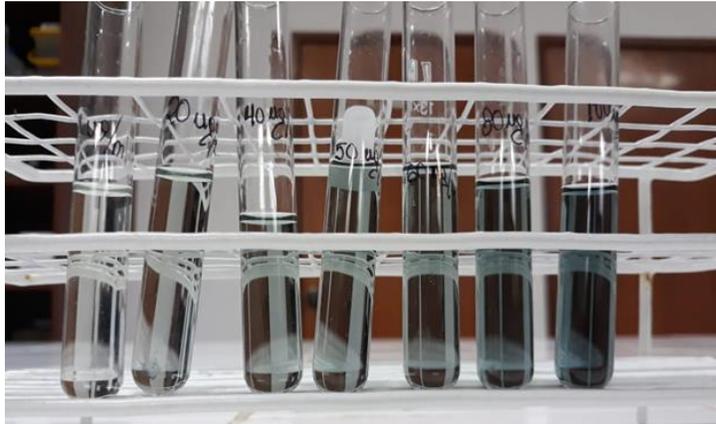


Foto 7. Tubos de ensayos que ayudaron a determinar la Curva de calibración del ácido gálico

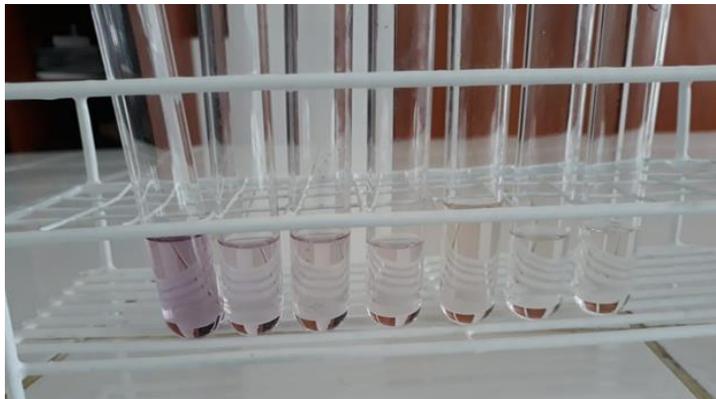


Foto 8. Concentración de DPPH para determinar el porcentaje de antioxidante



Foto 9. Muestras frescas para la determinación de polifenoles y antioxidante



Foto 10. Muestras liofilizadas para la determinación de polifenoles y antioxidante



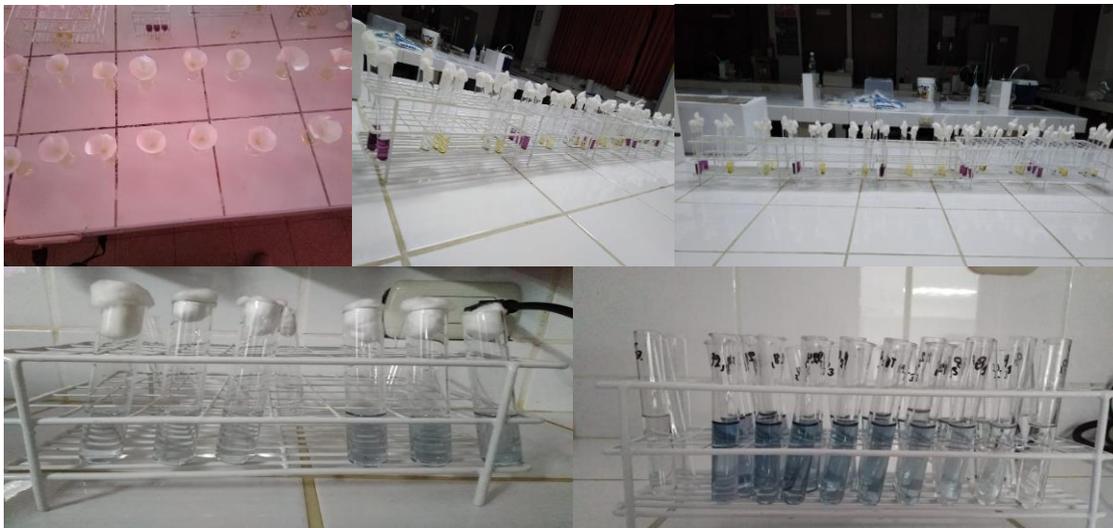


Foto 11. Preparación de la muestra para evaluar en el espectrofotómetro



Foto 12. El espectrofotómetro para evaluar la absorbancia en las muestras a una determinada medida de nanómetro (nm) en función del procedimiento establecido.

ANEXO 2

FRUSTAS ENTERAS ANÁLISIS BIOMÉTRICO

Peso

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso	6	1.00	1.00	0.13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10361.74	1	10361.74	122238.37	<0.0001
Fruta	10361.74	1	10361.74	122238.37	<0.0001
Error	0.34	4	0.08		
Total	10362.08	5			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.66002

Longitud

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud	6	1.00	1.00	0.62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	336.75	1	336.75	27012.07	<0.0001
Fruta	336.75	1	336.75	27012.07	<0.0001
Error	0.05	4	0.01		
Total	336.80	5			

Diametro

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diametro	6	0.99	0.99	1.79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12.94	1	12.94	551.25	<0.0001
Fruta	12.94	1	12.94	551.25	<0.0001
Error	0.09	4	0.02		
Total	13.03	5			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.34727

Error: 0.0235 gl: 4

Fruta	Medias	n	E.E.	
F2	7.08	3	0.09	A
F1	10.02	3	0.09	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

RENDIMIENTOS

Rend(%) pulpa

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rend(%) pulpa	6	1.00	1.00	0.19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	236.25	1	236.25	17182.09	<0.0001
Fruta	236.25	1	236.25	17182.09	<0.0001
Error	0.05	4	0.01		
Total	236.31	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.26583

Error: 0.0137 gl: 4

Fruta Medias n E.E.

F2 54.45 3 0.07 A

F1 67.00 3 0.07 B

Rend(%) semilla

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rend(%) semilla	6	0.99	0.99	2.13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21.09	1	21.09	392.44	<0.0001
Fruta	21.09	1	21.09	392.44	<0.0001
Error	0.22	4	0.05		
Total	21.31	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.52557

Error: 0.0537 gl: 4

Fruta Medias n E.E.

F1 9.00 3 0.13 A

F2 12.75 3 0.13 B

Rend(%) Cascara

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rend(%) Cascara	6	1.00	1.00	0.83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	116.16	1	116.16	2112.00	<0.0001
Fruta	116.16	1	116.16	2112.00	<0.0001
Error	0.22	4	0.06		
Total	116.38	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.53165

Error: 0.0550 gl: 4

Fruta Medias n E.E.

F1 24.00 3 0.14 A

F2 32.80 3 0.14 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

PULPAS DE FRUTAS
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS
Análisis de la varianza

Humedad (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad (%)	20	0.97	0.97	0.61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	196.25	1	196.25	637.04	<0.0001
Fruta	196.25	1	196.25	637.04	<0.0001
Error	5.55	18	0.31		
Total	201.80	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.52149

Error: 0.3081 gl: 18

Fruta Medias n E.E.

F2 87.79 10 0.18 A

F1 94.05 10 0.18 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Acidez (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez (%)	20	0.96	0.96	6.58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.47	1	0.47	491.04	<0.0001
Fruta	0.47	1	0.47	491.04	<0.0001
Error	0.02	18	9.5E-04		
Total	0.48	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02892

Error: 0.0009 gl: 18

Fruta Medias n E.E.

F2 0.32 10 0.01 A

F1 0.62 10 0.01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	20	0.28	0.24	3.73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.15	1	0.15	7.11	0.0158
Fruta	0.15	1	0.15	7.11	0.0158
Error	0.38	18	0.02		
Total	0.53	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.13713

Error: 0.0213 gl: 18

Fruta Medias n E.E.

F1	3.83	10	0.05	A
F2	4.00	10	0.05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Ceniza (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza (%)	20	1.00	1.00	0.43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.91	1	0.91	78141.00	<0.0001
Fruta	0.91	1	0.91	78141.00	<0.0001
Error	2.1E-04	18	1.2E-05		
Total	0.91	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00321

Error: 0.0000 gl: 18

Fruta Medias n E.E.

F2	0.57	10	1.1E-03	A
F1	1.00	10	1.1E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

°Brix (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
°Brix (%)	20	0.49	0.46	7.54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.80	1	3.80	17.41	0.0006
Fruta	3.80	1	3.80	17.41	0.0006
Error	3.93	18	0.22		
Total	7.73	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.43905

Error: 0.2184 gl: 18

Fruta Medias n E.E.

F1	5.76	10	0.15	A
F2	6.63	10	0.15	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

PULPAS LIOFILIZADAS DE FRUTAS
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

Densidad g/ml

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Densidad g/ml	20	0.24	0.19	10.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.07	1	0.07	5.53	0.0303
Fruta	0.07	1	0.07	5.53	0.0303
Error	0.23	18	0.01		
Total	0.29	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.10516

Error: 0.0125 gl: 18

Fruta	Medias	n	E.E.	
F1	0.97	10	0.04	A
F2	1.09	10	0.04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

IM

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IM	20	0.95	0.95	13.24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2310.18	1	2310.18	327.88	<0.0001
Fruta	2310.18	1	2310.18	327.88	<0.0001
Error	126.82	18	7.05		
Total	2437.00	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.49395

Error: 7.0457 gl: 18

Fruta	Medias	n	E.E.	
F1	9.30	10	0.84	A
F2	30.80	10	0.84	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Análisis de la varianza

Humedad(%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad(%)	6	0.99	0.99	1.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	1	0.03	337.50	0.0001
Fruta	0.03	1	0.03	337.50	0.0001
Error	4.0E-04	4	1.0E-04		
Total	0.03	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02267

Error: 0.0001 gl: 4

Fruta Medias n E.E.

F2 0.46 3 0.01 A

F1 0.61 3 0.01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Acidez (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez (%)	6	1.00	1.00	0.31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.54	1	3.54	11185.32	<0.0001
Fruta	3.54	1	3.54	11185.32	<0.0001
Error	1.3E-03	4	3.2E-04		
Total	3.54	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04034

Error: 0.0003 gl: 4

Fruta Medias n E.E.

F1 4.95 3 0.01 A

F2 6.49 3 0.01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Ceniza (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza (%)	6	0.99	0.99	1.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.29	1	3.29	614.13	<0.0001
Fruta	3.29	1	3.29	614.13	<0.0001
Error	0.02	4	0.01		
Total	3.31	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.16581

Error: 0.0054 gl: 4

Fruta Medias n E.E.

F1 3.42 3 0.04 A

F2 4.90 3 0.04 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

°Brix

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
°Brix	6	0.63	0.53	1.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	1	0.03	6.68	0.0610
Fruta	0.03	1	0.03	6.68	0.0610
Error	0.02	4	0.01		
Total	0.05	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.16110

Error: 0.0051 gl: 4

Fruta	Medias	n	E.E.	
F1	5.60	3	0.04	A
F2	5.75	3	0.04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	6	0.99	0.98	0.59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.17	1	0.17	266.77	0.0001
Fruta	0.17	1	0.17	266.77	0.0001
Error	2.6E-03	4	6.5E-04		
Total	0.18	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05780

Error: 0.0006 gl: 4

Fruta	Medias	n	E.E.	
F2	4.15	3	0.01	A
F1	4.49	3	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

aw

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
aw	6	0.99	0.99	0.33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.9E-04	1	7.9E-04	793.50	<0.0001
Fruta	7.9E-04	1	7.9E-04	793.50	<0.0001
Error	4.0E-06	4	1.0E-06		
Total	8.0E-04	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00227

Error: 0.0000 gl: 4

Fruta	Medias	n	E.E.	
F1	0.29	3	5.8E-04	A
F2	0.32	3	5.8E-04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Contenido de fenoles totales

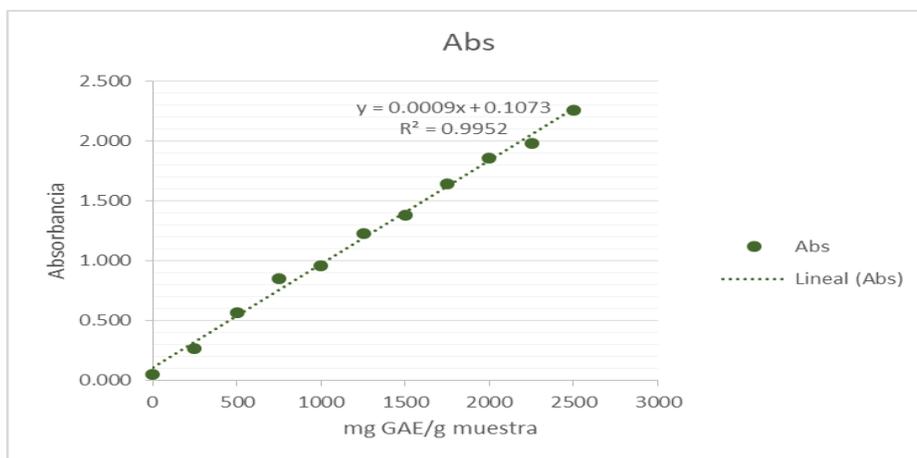
Calculo para el contenido de fenoles totales en pulpa fresca y liofilizada

Concentración	R1	R2	R3	ABS
0	0.093	0.059	0.0055	0.053
250	0.246	0.285	0.277	0.269
500	0.563	0.575	0.572	0.570
750	0.795	0.797	0.964	0.852
1000	0.95	0.972	0.948	0.957
1250	1.228	1.24	1.229	1.232
1500	1.383	1.431	1.343	1.386
1750	1.632	1.603	1.704	1.646
2000	1.962	1.903	1.712	1.859
2250	1.984	1.96	2	1.981
2500	2.317	2.197	2.265	2.260

Muestras	Abs	mgGAE/g muestra
papayita1	0.433	361.89
papayita 2	0.393	317.44
papayita3	0.439	368.56
babaco 1	0.157	55.22
babao2	0.146	43.00
babaco 3	0.180	80.78

Determinación de la curva

Reactivos	Concentración (mg/L) de la curva patrón de ácido gálico										
	0	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500
Ácido Gálico (mL)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Agua ultra pura (mL)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0



Anova entre las pulpas liofilizadas y frescas

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
mgGAE/g muestra	12	0.99	0.99	16.46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	250115.31	3	83371.77	291.53	<0.0001
frutas	250115.31	3	83371.77	291.53	<0.0001
Error	2287.84	8	285.98		
Total	252403.15	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=44.21720

Error: 285.9800 gl: 8

frutas	Medias	n	E.E.	
F4	0.46	3	9.76	A
F3	1.43	3	9.76	A
F2	59.67	3	9.76	B
F1	349.30	3	9.76	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Leyenda:

F1: pulpa liofilizada de papayita, F2: pulpa liofilizada de babaco, F3: pulpa fresca de papayita
F4: pulpa fresca de babaco

Anova entre pulpas liofilizadas

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
mgGAE/g muestra	6	0.98	0.98	11.70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	125828.31	1	125828.31	220.00	0.0001
frutas	125828.31	1	125828.31	220.00	0.0001
Error	2287.84	4	571.96		
Total	128116.14	5			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=54.21607

Error: 571.9597 gl: 4

frutas	Medias	n	E.E.	
F2	59.67	3	13.81	A
F1	349.30	3	13.81	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anova entre pulpas frescas

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
mgGAE/g muestra	6	1.00	1.00	1.62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.41	1	1.41	6048.64	<0.0001
Frutas	1.41	1	1.41	6048.64	<0.0001
Error	9.3E-04	4	2.3E-04		
Total	1.41	5			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03463

Error: 0.0002 gl: 4

Frutas	Medias	n	E.E.
F4	0.46	3	0.01 A
F3	1.43	3	0.01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Medias y Desviación Estándar. Las pulpas liofilizadas y frescas en fenoles totales

Variable	n	Media	DE	LI(95)	LS(95)	T	p(Bilateral)
papayita	3	349.30	27.79	280.26	418.33	21.77	0.0021
babaco	3	59.67	19.28	11.78	107.56	5.36	0.0331
papayital	3	1.43	0.02	1.39	1.46	161.77	<0.0001
babacol	3	0.46	0.02	0.42	0.49	51.78	0.0004

Medias y Desviación Estándar. Las pulpas liofilizadas y frescas en capacidad antioxidante

Valor de la media bajo la hipótesis nula: 0

Variable	n	Media	DE	LI(95)	LS(95)	T	p(Bilateral)
Papayita L	3	81.49	0.45	80.36	82.61	310.94	<0.0001
Babaco L	3	64.60	0.16	64.20	65.01	686.94	<0.0001
Papayita PF	3	45.92	0.29	45.20	46.64	274.02	<0.0001
Babaco PF	3	25.41	5.20	12.49	38.33	8.46	0.0137

Capacidad antioxidante de las pulpas liofilizadas y pulpas frescas de la papayita y babaco.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Capacidad Antioxidante	12	0.99	0.99	4.81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5250.52	3	1750.17	255.62	<0.0001
Frutas	5250.52	3	1750.17	255.62	<0.0001
Error	54.77	8	6.85		
Total	5305.30	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=6.84174

Error: 6.8468 gl: 8

Frutas	Medias	n	E.E.
F4	25.41	3	1.51 A
F3	45.92	3	1.51 B
F2	64.60	3	1.51 C
F1	81.49	3	1.51 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ANEXO 3

CÁLCULOS PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE VIDA EN IQUITOS (T=20°C
Y HR=70%) EN EMPAQUE DE ALUMINIO)

T.V.U. de Muestra liofilizada de papayita

Tenemos: $m_i = 0.46\%$, $m_c = 3.2\%$, $aw_i = 0.315$, $aw_c = 0.5$, $RH = 70\%$, $W = 10.0g$,
 $WVTR = 0.06 \text{ g. m}^2 \text{ día}$, $A = 0.016402 \text{ m}^2$

Se calcula la pendiente con la siguiente fórmula:

$$b = ((m_c - m_i) / 100) / (aw_c - aw_i)$$

$$b = ((3.2 - 0.46) / 100) / (0.5 - 0.315)$$

$$b = 0.148$$

A continuación se calcula c:

$$c = (m_i / 100) - b * (aw_i)$$

$$c = (0.46 / 100) - 0.148 * (0.315)$$

$$c = -0.04202$$

Luego se calcula me:

$$me = (b * (RH / 100) + c) * 100$$

$$me = (0.148 * (70 / 100) - 0.04202) * 100$$

$$me = 6.158 \%$$

Finalmente se calcula el tiempo de vida:

$$T.V.U = \ln((me - m_i) / (me - m_c)) * ((RH * W * b) / (WVTR * A * 10\ 000))$$

$$T.V.U = \ln((6.158 - 0.46) / (6.158 - 3.2)) * ((0.7 * 10.0 * 0.148) / (0.06 * 0.016\ 402 * (365 / 12)))$$

$$T.V.U = \ln(5.698 / 2.958) * ((1.036) / (0.029\ 933\ 65))$$

$$T.V.U = \ln(1.926) * (34.61)$$

$$T.V.U = 22.6 \text{ meses}$$

T.V.U. de Muestra liofilizada del Babaco

Tenemos: $m_i = 0.61\%$, $m_c = 2.9\%$, $aw_i = 0.292$, $aw_c = 0.50$, $RH = 70\%$, $W = 10.0g$,
 $WVTR = 0.06 \text{ g. m}^2 \text{ día}$, $A = 0.016402 \text{ m}^2$

Se calcula la pendiente con la siguiente fórmula:

$$b = ((m_c - m_i) / 100) / (aw_c - aw_i)$$

$$b = ((2.9 - 0.61) / 100) / (0.50 - 0.292)$$

$$b = 0.110$$

A continuación se calcula c:

$$c = (m_i / 100) - b * (aw_i)$$

$$c = (0.61 / 100) - 0.110 * (0.292)$$

$$c = -0.02602$$

Luego se calcula me:

$$me = (b * (RH / 100) + c) * 100$$

$$me = (0.110 * (70 / 100) - 0.02602) * 100$$

$$me = 5.098\%$$

Finalmente se calcula el tiempo de vida:

$$T.V.U = \ln((me - m_i) / (me - m_c)) * ((RH * W * b) / (WVTR * A * 10\ 000))$$

$$T.V.U = \ln((5.098 - 0.61) / (5.098 - 2.9)) * ((0.7 * 10.0 * 0.110) / (0.06 * 0.016\ 402 * (365 / 12)))$$

$$T.V.U = \ln(4.488 / 2.198) * ((0.77) / (0.029\ 933\ 65))$$

$$T.V.U = \ln(2.0418) * (25.72)$$

$$T.V.U = 18.36 \text{ meses}$$

Fuente: Labuza *et al* (1985), citado por Pedroso (1991).

aw	HR	me
0.117622723	11.7622723	0.667569354
0.249049803	24.9049803	2.451034831
0.334648093	33.4648093	3.612603622
0.447034523	44.7034523	5.137687482
0.547203151	54.7203151	6.496975764
0.675648768	67.5648768	8.239982788
0.772052233	77.2052233	9.548177804
0.873313439	87.3313439	10.92229237

Elaboración propia: Actividad de agua (aw), Humedad Relativa (HR) y me: contenido de humedad en equilibrio

STUDIO COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y VIDA ÚTIL DE LAS PAPAYAS NATIVAS *Carica pubescens* (PAPAYITA DE MONTE) Y *Carica pentagona heilb* (BABACO) DESHIDRATAS MEDIANTE LIOFILIZACIÓN

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

16%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

revistas.pucp.edu.pe

Fuente de Internet

2%

2

www.timbrado.com

Fuente de Internet

2%

3

Submitted to Universidad Nacional del Santa

Trabajo del estudiante

1%

4

dspace.utpl.edu.ec

Fuente de Internet

1%

5

www.medicina.usmp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

www.scribd.com

Fuente de Internet

1%

7

www.tdx.cat

Fuente de Internet

1%

8

revistaeciperu.com

	Fuente de Internet	1%
9	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	1%
10	www.scielo.cl Fuente de Internet	1%
11	Submitted to Consorcio CIXUG Trabajo del estudiante	1%
12	Submitted to Universidad del Norte, Colombia Trabajo del estudiante	<1%
13	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1%
14	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1%
15	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1%
16	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1%
17	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1%
18	dspace.unach.edu.ec Fuente de Internet	<1%

19	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
20	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1%
21	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1%
22	www.buenastareas.com Fuente de Internet	<1%
23	dspace.uazuay.edu.ec Fuente de Internet	<1%
24	Paola Jorge, Luzmila Troncoso. "Capacidad antioxidante del fruto de la Opuntia apurimacensis (ayrampo) y de la Opuntia ficus-indica (tuna)", Anales de la Facultad de Medicina, 2016 Publicación	<1%
25	Submitted to Colegio Champagnat Trabajo del estudiante	<1%
26	Submitted to CONACYT Trabajo del estudiante	<1%
27	sedici.unlp.edu.ar Fuente de Internet	<1%
28	academicjournals.org Fuente de Internet	<1%

29 dspace.unitru.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

30 www.intechopen.com <1 %
Fuente de Internet

31 Submitted to Universidad de San Martín de Porres <1 %
Trabajo del estudiante

32 dspace.pucesi.edu.ec <1 %
Fuente de Internet

33 Submitted to Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios <1 %
Trabajo del estudiante

34 repositorio.udh.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

35 cybertesis.unmsm.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

36 Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru <1 %
Trabajo del estudiante

37 repositorio.unicordoba.edu.co <1 %
Fuente de Internet

38 Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS <1 %
Trabajo del estudiante

39 repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

40

www.rte.espol.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

41

Boxin Ou, Maureen Hampsch-Woodill, Ronald L. Prior. "Development and Validation of an Improved Oxygen Radical Absorbance Capacity Assay Using Fluorescein as the Fluorescent Probe", Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001

Publicación

<1%

42

Vega-Gálvez, Antonio, Jéssica López, Maria José Torres-Ossandón, María José Galotto, Luis Puente-Díaz, Issis Quispe-Fuentes, and Karina Di Scala. "High hydrostatic pressure effect on chemical composition, color, phenolic acids and antioxidant capacity of Cape gooseberry pulp (*Physalis peruviana* L.)", LWT - Food Science and Technology, 2014.

Publicación

<1%

43

es.slideshare.net

Fuente de Internet

<1%

44

corpoamazonia.gov.co

Fuente de Internet

<1%

45

www.alanrevista.org

Fuente de Internet

<1%

46	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	<1%
47	spip.cm.refer.org Fuente de Internet	<1%
48	www.revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1%
49	angelaverdugo-lorenavargas.blogspot.com Fuente de Internet	<1%
50	www.fao.org Fuente de Internet	<1%
51	Submitted to Fundacion Universitaria Juan de Castellanos Trabajo del estudiante	<1%
52	Zeen Huang, Koh Hashida, Rei Makino, Fumio Kawamura, Kuniyoshi Shimizu, Ryuichiro Kondo, Seiji Ohara. "Evaluation of biological activities of extracts from 22 African tropical wood species", Journal of Wood Science, 2009 Publicación	<1%
53	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
54	issuu.com Fuente de Internet	<1%
55	documents.mx	

Fuente de Internet

<1%

56

www.repositorio.ufrn.br:8080

Fuente de Internet

<1%

57

Schmidt, Michele M., Rosa C. Prestes, Ernesto H. Kubota, Gabrielle Scapin, and Marcio A. Mazutti. "Evaluation of antioxidant activity of extracts of banana inflorescences (*Musa cavendishii*)", *CyTA - Journal of Food*, 2015.

Publicación

<1%

58

revistalenguaje.univalle.edu.co

Fuente de Internet

<1%

59

Submitted to Monash University Sunway
Campus Malaysia Sdn Bhd

Trabajo del estudiante

<1%

60

prezi.com

Fuente de Internet

<1%

61

Submitted to Universidad de Antioquía

Trabajo del estudiante

<1%

62

Submitted to Escuela Superior Politécnica del
Litoral

Trabajo del estudiante

<1%

63

www.icta.unal.edu.co

Fuente de Internet

<1%

repositorio.uss.edu.pe

64

Fuente de Internet

<1%

65

carcobo.blogspot.com

Fuente de Internet

<1%

66

cybertesis.urp.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 15 words

Excluir bibliografía

Activo