



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

ESTUDIO COMPARATIVO DE UN EXTRACTO ACUOSO DE BANANO A
PARTIR DE TRES VARIEDADES

HUARQUILA HENRIQUEZ ADRIANA JAZMIN
INGENIERA EN ALIMENTOS

ORELLANA JARAMILLO EMELYN THAIRY
INGENIERA EN ALIMENTOS

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

ESTUDIO COMPARATIVO DE UN EXTRACTO ACUOSO DE
BANANO A PARTIR DE TRES VARIEDADES

HUARQUILA HENRIQUEZ ADRIANA JAZMIN
INGENIERA EN ALIMENTOS

ORELLANA JARAMILLO EMELYN THAIRY
INGENIERA EN ALIMENTOS

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

ESTUDIO COMPARATIVO DE UN EXTRACTO ACUOSO DE BANANO A PARTIR
DE TRES VARIEDADES

HUARQUILA HENRIQUEZ ADRIANA JAZMIN
INGENIERA EN ALIMENTOS

ORELLANA JARAMILLO EMELYN THAIRY
INGENIERA EN ALIMENTOS

SIGUENZA TOLEDO JOAQUIN DARWIN

MACHALA, 31 DE AGOSTO DE 2022

MACHALA
2022

ESTUDIO COMPARATIVO DE UN EXTRACTO ACUOSO DE BANANO A PARTIR DE TRES VARIEDADES

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080

Fuente de Internet

<1%

2

Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD

Trabajo del estudiante

<1%

3

repositorio.unprg.edu.pe:8080

Fuente de Internet

<1%

4

1library.co

Fuente de Internet

<1%

5

repositorio.utmachala.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

6

cdn.atenaeditora.com.br

Fuente de Internet

<1%

7

rus.ucf.edu.cu

Fuente de Internet

<1%

8

www.aroec.org

Fuente de Internet

<1%

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, HUARQUILA HENRIQUEZ ADRIANA JAZMIN y ORELLANA JARAMILLO EMELYN THAIRY, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado ESTUDIO COMPARATIVO DE UN EXTRACTO ACUOSO DE BANANO A PARTIR DE TRES VARIEDADES, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicara es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la auditoria de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad de frente a cualquier tipo de reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 31 de agosto de 2022

HUARQUILA HENRIQUEZ ADRIANA JAZMIN

0750467482

ORELLANA JARAMILLO EMELYN THAIRY

0750950636

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por guiarme y darme fuerzas, a mis padres Fanny y Luis por ser mi pilar fundamental en mi vida, a mis hermanos Nelly, William y Clara por apoyarme y ser mi ejemplo a seguir, a mis amadas sobrinas Amaia, Alaia y Keilany por ser mi felicidad.

También agradezco a mi guía y tutor Ingeniero Joaquín Sigüenza por enseñarme todo el conocimiento que he adquirido a lo largo de estos cinco años en la carrera de ingeniería en Alimentos, ya que con el apoyo del hemos realizado este trabajo de titulación para obtener nuestro título.

Adriana Jazmín Huarquila Henríquez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: Serafín y Rosa, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco al docente Ing. Darwin Joaquín Sigüenza de la carrera de ingeniería en Alimentos en la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud, de la Universidad Técnica de Machala, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de la carrera de Ingeniería en Alimentos, asimismo por haber colaborado con la realización de este documento cumpliendo su función de tutor de proyecto de investigación bibliográfica quien me ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente

Emelyn Thairy Orellana Jaramillo

DEDICATORIA

Dedico principalmente a Dios por darme las fuerzas de seguir a delante y cuidarme en cada paso de mi vida.

A mi familia que estuvieron ahí alentándome día, tarde y noche y que gracias a su amor, compromiso y fuerza durante todos estos años de estudio me permitieron llegar hasta donde estoy ahora, a punto de cumplir una de mis grandes metas que es el de convertirme en una gran profesional.

A mis amigos más cercanos, compañeros de curso que también estuvieron ahí y que nos apoyamos mutuamente gracias al intercambio de conocimientos que logramos tener para bien de nuestro porvenir.

Adriana Jazmín Huarquila Henríquez

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para avanzar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí, y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hija, son los mejores padres.

A mis hermanas por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Emelyn Thairy Orellana Jaramillo

RESUMEN

A nivel mundial el Ecuador es uno de los principales países productores y exportadores de banano, el cual se consume principalmente al natural, esta es una fruta muy versátil con la que se puede obtener diferentes derivados como mermeladas, jaleas, compotas, etc. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo comparar las propiedades fisicoquímicas de un extracto acuoso de banano obtenido a partir de tres variedades producidas en la parte baja de la provincia de El Oro.

Para la elaboración del extracto acuoso, se seleccionaron tres variedades de banano, con iguales índice de madurez, a las cuales se les realizaron los análisis fisicoquímicos, obteniendo los siguientes valores, filipino: pH (4.74), brix (19.5), acidez titulable (0.127%). Cavendish: pH (4.48), brix (20.1), acidez titulable (0.167%). Gross Mishell: pH (4.19) brix (20.6) y acidez titulable (0.235%). Para la obtención de el extracto acuoso se aplicaron los mismos tiempos y temperaturas en los tratamientos térmicos para las tres variedades de banano, se diseñó una sola formulación la cual constaba de tres ingredientes: agua, pulpa de maracuyá y pulpa de banano; donde la única condición que se modificaba era la variedad de banano, una vez elaborada el extracto acuoso de banano se le realizaron los respectivos análisis físico químicos correspondientes, como extracto acuoso de filipino: pH (3,262), brix (65,54) acidez (1,322 %), azúcares reductores (16303,74), viscosidad (378.944 cps), humedad (16.5%). Extracto acuoso de Cavendish: pH (3,771), brix (68,86) acidez (0,991%), azúcares reductores (14182,75) viscosidad (55184 cps), humedad (16,62%). extracto acuoso de Groskishell: pH (3,366), brix (72,1) acidez (1,301%), azúcares reductores (18145,15) viscosidad (265.765 cps) humedad (13,76%), posterior a estos análisis fisicoquímicos se realizó análisis estadísticos referente a los tres extractos de cada variedad, por medio del programa estadístico Statistical Analysis System (SAS), y tabulando los resultados obtenidos en los análisis de cinco muestras para cada variedad, en el cual se procede a calcular un valor medio para cada variedad en donde se determina que la variedad cavendish es la más diferente significativamente entre las tres el cual es el mejor producto respecto a las variables analizadas, además de determinar la correlación que existe entre las variables analizadas enfocadas a las tres variedades y los resultados para la variable pH y brix de -0,596 significativamente negativas al igual que el pH y acidez -0,546. Para los azúcares reductores y brix diferencias significativas positivas de 0,785, mientras que para los análisis fisicoquímicos del producto final obteniendo la media de cada variedad siendo la

variable humedad la que no muestra diferencias significativas con valores semejantes que son para cavendish 16.62, gross mishell 13.76 y filipino 16.5, diferenciándose de las otras variables analizadas que si muestran una diferencia en al menos una de dos variedades tabuladas

Por último, se realizó la evaluación sensorial a 20 panelistas semientrenados con el fin de determinar el grado de aceptación de las tres variedades de extracto acuoso, para lo cual se hizo uso de una escala hedónica, entre los atributos evaluados fueron: sabor, color, olor y textura. Obteniendo como resultado a la formulación (359) de la variedad elaborada a partir de pulpa de banano cavendish con mayor aceptación en sabor, color, textura y aroma respectivamente dando así respuesta del por qué esta variedad es la más consumida, la más exportada ya que es una variedad que más se cultiva en comparación con las de gross mishell y en muy poca cantidad la variedad filipino, es por ello que se genera más ingresos económicos a los fondos monetarios del país y dejando afuera a las variedades gross mishell y filipino.

Palabras clave: Banano, extracto acuoso, filipino, Cavendish, grosmisell

ABSTRACT

Ecuador is one of the world's main producers and exporters of bananas, which are mainly consumed in their natural state. This is a very versatile fruit that can be used to obtain different derivatives such as jams, jellies, compotes, etc. The objective of this research was to compare the physicochemical properties of an aqueous banana extract obtained from three varieties produced in the lower part of the province of El Oro.

For the elaboration of the aqueous extract, three banana varieties were selected, with equal maturity index, to which the physicochemical analyses were carried out, obtaining the following values: Filipino: pH (4.74), brix (19.5), titratable acidity (0.127%). Cavendish: pH (4.48), brix (20.1), titratable acidity (0.167%). Gross Mishell: pH (4.19), brix (20.6) and titratable acidity (0.235%). To obtain the aqueous extract, the same times and temperatures were applied in the thermal treatments for the three banana varieties; a single formulation was designed consisting of three ingredients: water, passion fruit pulp and banana pulp; where the only condition that was modified was the variety of banana, once the aqueous extract of banana was elaborated, the respective corresponding physical-chemical analyses were carried out, as aqueous extract of Filipino: pH (3.262), brix (65.54) acidity (1.322 %), reducing sugars (16303.74), viscosity (378. 944 cps), moisture (16.5%). Cavendish aqueous extract: pH (3.771), brix (68.86) acidity (0.991%), reducing sugars (14182.75) viscosity (55184 cps), moisture (16.62%). Grosnishell aqueous extract: pH (3.366), brix (72.1) acidity (1.301%), reducing sugars (18145.15) viscosity (265. 765 cps) humidity (13.76%), after these physicochemical analyses, statistical analysis was carried out for the three extracts of each variety, using the Statistical Analysis System (SAS) statistical program, and tabulating the results obtained in the analysis of five samples for each variety, The average value for each variety was calculated and it was determined that the Cavendish variety is the most significantly different among the three, which is the best product with respect to the variables analyzed, in addition to determining the correlation that exists between the variables analyzed focused on the three varieties and the results for the variable pH and brix of -0.596 significantly negative, as well as the pH and acidity -0.546. For the reducing sugars and brix there were significant positive differences of 0.785, while for the physicochemical analysis of the final product, obtaining the average for each variety, the moisture variable did not show significant differences with similar values for cavendish 16.62, gross mishell 13.76 and

filipino 16.5, differing from the other variables analyzed, which did show a difference in at least one of the two varieties tabulated.

Finally, the sensory evaluation was carried out with 20 semi-trained panelists in order to determine the degree of acceptance of the three varieties of aqueous extract, for which a hedonic scale was used, among the attributes evaluated were: flavor, color, odor and texture. The result was the formulation (359) of the variety elaborated from cavendish banana pulp with the highest acceptance in flavor, color, texture and aroma respectively, thus giving an answer as to why this variety is the most consumed, the most exported since it is a variety that is most cultivated in comparison with the gross mishell and in very little quantity the filipino variety, which is why it generates more economic income to the country's monetary funds, leaving out the gross mishell and filipino varieties.

Key words: banana, aqueous extract, Filipino, Cavendish, grosmisell, bananas

INDICE DE CONTENIDO

Contenido

AGRADECIMIENTO	2
DEDICATORIA	3
DEDICATORIA	4
RESUMEN	1
ABSTRACT.....	3
INTRODUCCIÓN.....	8
TEMA	10
PROBLEMÁTICA	10
JUSTIFICACIÓN	12
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
CAPÍTULO I	14
1. MARCO TEÓRICO	14
1.1 Antecedentes históricos	14
1.2 Producción y exportación de banano	14
1.3 Fruto de rechazo	15
1.4 Banano (Taxonomía)	16
1.5 Clima y suelo	16
1.6 Cosecha	17
1.7 Variedades de banano	17
1.8 Composición química	19
1.9 Valor nutricional	19
1.10 Extracto acuoso	20
1.11 Pardeamiento enzimático	21
1.12 Caramelización	22
1.13 Factores que influyen en la caramelización	22
CAPÍTULO II	23
2. MATERIALES Y METODOS	23
2.1 Lugar de investigación	23
2.2 Tipo de investigación	23
2.3 Diagrama de flujo del proceso de elaboración	24
2.4 Descripción del proceso de elaboración	25
2.5 Materiales	26

2.6	Métodos	26
2.6.1	Caracterización fisicoquímica de las variedades de banano	26
2.6.2	Determinación de ph	27
2.6.3	Determinación de acidez	28
2.6.4	Determinación de Brix	29
2.6.5	Determinación de humedad	29
2.6.6	Programa estadístico SAS.....	30
CAPITULO III		31
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1	Formulación.....	33
3.2	Rendimiento.....	34
3.3	Evaluación de aceptabilidad	34
CAPÍTULO IV		39
4	CONCLUSIONES	39
CAPITULO V		40
5	RECOMENDACIONES	40
BIBLIOGRAFIAS		41

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía del banano	16
Tabla 2 Valor nutricional del banano (85 g).....	20
Tabla 3 Análisis fisicoquímicos del banano	31
Tabla 4 Análisis fisicoquímicos de la maracuyá.....	32
Tabla 5 Análisis fisicoquímicos del producto final	32
Tabla 6 Correlación de Pearson entre variables cavendish, gross mishell y filipino.....	33
Tabla 7 Materia prima utilizada en %.....	33
Tabla 8 Escala de aceptabilidad	34
Gráfico 1 Resultados: Olor.....	35
Gráfico 2 Resultados: Color	36
Gráfico 3 Resultados: Sabor.....	37
Gráfico 4 Resultados: Textura.....	38
Imagen 1 Calibración de banano (Musa paradisiaca)	17
Imagen 2 Análisis de pH a las tres variedades de banano.....	27
Imagen 3 Análisis de acidez a las tres variedades de banano	28
Imagen 4 Análisis de grados brix a las tres variedades de banano.....	29

INTRODUCCIÓN

La producción de banano es una de las actividades agrícolas, económicas más importantes del Ecuador, representa el 2% del PIB general del país y aproximadamente el 35% del PIB agrícola nacional. Las estadísticas indican que en el año 2018 la producción en Ecuador alcanzó los 6,5 millones de t en un área neta de cultivo de 158.057 ha. (FAO, 2004).

El banano se cultiva en todas las regiones tropicales y tiene una importancia fundamental para las economías de muchos países en desarrollo. En términos de valor bruto de producción, el banano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz, es un alimento básico y un producto de exportación (FAO, 2004).

El control del pardeamiento es un reto en la industria de frutas y vegetales. Actualmente, los productores de alimentos prefieren aditivos naturales especialmente agentes antioxidantes libres de sulfitos, debido al peligro que representan para la salud humana, Existen altas expectativas por el uso de los residuos generados del sector bananero, ya que al ser ricos en carbohidratos y fibra es una opción viable para su utilización en la elaboración de productos con un valor agregado (Garzón et al., 2012).

El banano de rechazo o no exportable es aquel que no cumple con las exigencias de calidad de los mercados internacionales. En cuanto a las pérdidas postcosecha de banano, estas van del 10 % al 80 %. todo esto causado por las plagas, deformidades, maduración prematura, mala manipulación del fruto, etc (Vásquez et al., 2019).

Estos rechazos en el Ecuador son destinados como alimento para animales y otra parte para alimentación humana teniendo en cuenta que no todo el banano llega a ese destino si no que son dejados como desecho.

La Polifenol oxidasa, PPO, es una de las enzimas más estudiadas en la industria de los alimentos ya que es la responsable de las reacciones de pardeamiento enzimático en frutas y verduras. Una de las razones por las cuales es importante su estudio es porque comercialmente es indeseable, ya que modifica las propiedades sensoriales, nutricionales y en general de calidad que perjudica la comercialización de un producto. El banano que pertenece al género Musa, con sus innumerables variedades, es una fruta tropical de importancia comercial que sufre cambios en su textura, color a través del proceso de maduración. Los cambios asociados a la maduración como bioquímicas, fisiológicos y de

composición y el ablandamiento de los plátanos se han estudiado y reportado ampliamente durante las distintas fases de desarrollo en las cuales la polifenol oxidasa cumple un papel importante (Eraso, 2009).

TEMA

“ESTUDIO COMPARATIVO DE UN EXTRACTO ACUOSO DE BANANO A PARTIR DE TRES VARIEDADES PRODUCIDAS EN LA PARTE BAJA DE LA PROVINCIA DE EL ORO”

PROBLEMÁTICA

A nivel mundial la industria de alimentos representa a un importante sector económico, en donde el Ecuador es uno de los principales países productores y exportadores de banano del mundo, esta es una de las frutas más cultivadas en el país, además es una de las materias primas ideales para la elaboración de diversos productos. Pero su papel principal es la exportación para su consumo al natural.

La producción de banano está en un aproximado de 79 millones de toneladas a nivel mundial y el cual solo el 16% se lo exporta y el sobrante se lo destina para el consumo local (citar INEC 2011). En el Ecuador la variedad que más se ha posicionado para la exportación por el cumplimiento de todos los requisitos es la “Cavendish”. Teniendo en cuenta que la producción y venta a nivel nacional de banano es de 6.250.900 Tm y 6.200.049 Tm respectivamente, siendo la región costa la que más produce y vende con un total de 6.008.889 Tm y 5.960.954 TM (Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, 2019).

En la actualidad el Ecuador está pasando por una crisis en el sector bananero ante la declaración de la pandemia a causa del COVID 19, las generalidades en el comportamiento de la economía reflejan una perspectiva global muy compleja en el sector bananero del país, por cuanto desde el pequeño productor independiente hasta las grandes empresas nacionales y transnacionales dedicadas a la producción y comercialización de la fruta se ven seriamente afectados en toda su cadena logística (Burgos et al., 2021).

Además, las operaciones de comercio internacional, así como el consecuente impacto al medio ambiente se ha reducido significativamente en todos sus indicadores, afectando el ingreso de divisas, liquidez del sistema financiero, estabilidad de personal, pago de proveedores y otros (Burgos et al., 2021). El cual no necesariamente se enfoca en el no cumplimiento de los requisitos que aseguren la calidad de la fruta si no que va mucho más por el alza del precio de este y es por esto por lo que se ha tomado en cuenta estos hechos en la realización de este trabajo experimental, con el que se pretende brindar una

propuesta alimenticia, a través del agregado de valor a esta fruta tan versátil y de consumo mundial.

JUSTIFICACIÓN

El banano es un recurso natural muy importante y abundante en el Ecuador, que ha sido subutilizado, a pesar de que tiene muchas posibilidades para su aprovechamiento ya que, con esta fruta como materia prima, se podría elaborar una gran variedad de productos que ayudarían a dar un valor agregado, como lo podría ser el extracto acuoso.

En donde al realizar este proyecto se desarrolla la investigación poniendo en práctica todos los conocimientos que se fueron adquiriendo a lo largo de la carrera de Ingeniería en Alimentos.

Por esta razón en el presente estudio, se realizará una comparación entre tres variedades de banano con iguales índices de madurez, con el propósito de identificar la variedad que nos permita obtener un extracto con los mayores rendimientos y con las mejores características organolépticas, las cuales responderían a características físicas y químicas propias de esta fruta.

OBJETIVO GENERAL

Comparar las propiedades fisicoquímicas de un extracto acuoso de banano obtenido a partir de tres variedades producidas en la parte baja de la provincia de El Oro.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar análisis fisicoquímicos de las tres variedades de banano (Cavendish, filipino y Grosmisell) utilizadas como materia prima.
- Caracterización fisicoquímica y análisis estadístico del producto terminado.
- Llevar a cabo una evaluación sensorial del producto terminado, a fin de determinar la variedad más aceptada sensorialmente.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes históricos

El banano (*Musa acuminata*) es una planta perenne perteneciente a la familia de la *Musáceae*, produce racimos o también llamadas espigas las cuales pueden llegar a pesar los 50 kg. Las actividades tanto de siembra como de cosecha de banano desde hace muchos años han logrado aumentar en lo económico y social al país.

El aporte del Ecuador en la generación de divisas, incremento en las fuentes de trabajos en ciertas regiones de la costa del país. Es por ello por lo que la actividad de producción y exportación se ha incrementado, logrando posicionar al país como el primer exportador de banano en todo el mundo con un 30%, mientras que en segundo lugar a los países de Costa Rica, Filipinas y Colombia que en conjunto suman un 50% del banano que se consume a nivel mundial. (Araujo & Malan, 2019)

1.2 Producción y exportación de banano

La exportación de banano representa un 2% general del PIB y de un 35% del PIB agrícola. Lo que realza las inversiones del sector bananero dando un beneficio de trabajo a más de 2,5 familias, es decir a un 6% de la población ecuatoriana generando mayores ingresos (Ministerio de Comercio Exterior del Ecuador, 2017).

El ministerio de agricultura y ganadería cuenta en sus registros un total de 162.236 hectáreas de banano sembradas en el Ecuador, con un total de 4.473 productores entre pequeñas, medianas y grandes empresas a nivel nacional (Acaro et al., 2021).

La producción de banano se centra principalmente en las provincias de El Oro, Guayas y Los Ríos con una representación del 41%, 34% y 16% respectivamente. El oro con un porcentaje mayor en producción cuenta con la mayor representación en los pequeños productores mientras que los grandes productores se encuentran en las provincias de Guayas y Los Ríos (Ministerio de Comercio Exterior del Ecuador, 2017).

Para el año 2019 existieron 495 empresas dedicadas a actividades de cultivo de bananos y plátanos, y 246 empresas a la venta al por mayor de banano y plátano. En ambas actividades la mayoría de las empresas radican en la provincia de Guayas. En general, el

sector generó 43,286 plazas de empleos siendo la actividad de cultivo de bananos y plátanos la que proveyó el 88% del total (Corporación Financiera Nacional (CFN), 2020).

La fertilización juega un papel muy importante en la productividad del banano y su aplicación es directamente al suelo teniendo como desventaja, la pérdida de nutrientes y minerales por lixiviación y por la volatilización, además de ocasionar degradación del suelo (Niola et al., 2021).

El banano se posiciona en el Ecuador como el primer producto de exportación no petrolero, en donde la provincia de El Oro dado por sus condiciones climáticas y ecológicas adecuadas para el cultivo de banano es una de las que más produce y en el cual se destacan los cantones Machala, Pasaje, Santa Rosa, Arenillas y El Guabo Yáñez et al., (2020). Este cultivo dentro de la provincia ha logrado aumentar sus extensiones, y que más del 45% de las fincas de banano de todo el país se encuentren aquí (Zhiminaicela et al., 2020).

1.3 Fruto de rechazo

Como citó Vásquez et al., (2019), según la Organización para la alimentación y la agricultura, 2005 la fruta se pierde entre 10 - 80% debido a daños mecánicos, plagas, maduración prematura, deformidades, manipuleo, entre otros. Así también el mismo autor cita a lo publicado en la revista digital Fontagro, 2006, quien menciona que la fruta de rechazo que no es apta para la exportación, debido a los estándares de alta calidad exigidos por los importadores, es utilizada en la agroindustria, para alimentos de animales o fruta fresca para el mercado nacional.

Estos rechazos en el Ecuador son destinados como alimento para animales y otra parte para alimentación humana teniendo en cuenta que no todo el banano llega a ese destino si no que son dejados como desecho (Martínez et al., 2015).

Entre los insectos plagas, los picudos (*Cosmopolites sordidus*, *Metamasius hemipterus*, *Metamasius hebetatus*) perjudican a la planta, puesto que tienen hábitos nocturnos; se alimentan del seudotallo, lo que afecta el rendimiento (60 %) y causa el volcamiento de la planta (Vásquez et al., 2019).

1.4 Banano (Taxonomía)

Las plantas de banano se reproducen asexualmente brotando vástagos desde un tallo subterráneo. Los brotes tienen un crecimiento enérgico y pueden producir un racimo maduro en menos de un año. Los vástagos siguen brotando de una única mata año tras año, lo que hace de los bananos un cultivo perenne.(FAO, 2004).

Según Villaseñor et al., (2020) el cultivo de banano tiene una gran demanda nutricional en donde el poder contar con dosis óptimas de fertilización es un factor esencial para obtener un fruto que cumpla con los requisitos de calidad y rendimiento. Una de las características nutricionales del banano se enfoca al contenido en potasio (K) siendo este mayor en comparación con el calcio (Ca), nitrógeno (N), fósforo (P) y magnesio (Mg) (Nyombi, 2019).

Tabla 1

Taxonomía del banano

TAXONOMÍA	
Reino	Plantae
División	Magnolophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musáceas
Género	Musa
Especie	Acuminata

1.5 Clima y suelo

Puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 2000 metros de altura sobre el nivel del mar, con temperatura promedio para clima medio entre 22°C y de 29°C. Requiere de 2000 horas luz promedio y una precipitación anual promedio de 2000 mm. Los suelos más aptos para su siembra y explotación son los de reacción neutra (pH 6.5 – 7), aunque también tolera los ligeramente ácidos y alcalinos, considerándose por lo tanto apropiado para su siembra, todos aquellos suelos que presentan un pH comprendido entre 5.5 y 7.2 (Raymundo, 2019).

1.6 Cosecha

Los frutos deben cosecharse verdes con un grado óptimo de madurez fisiológica, para esto se utiliza un calibre de medida. La calibración se realiza un día antes de la cosecha en el dedo central de la fila externa, el más utilizado es de 39 en la segunda y 46 en la penúltima mano de abajo hacia arriba del racimo. La cosecha puede realizarse a las 12 semanas después de la emergencia de la inflorescencia o bellota, este periodo puede variar dependiendo de la temperatura ambiente, en verano puede darse entre las 10 a 11 semanas y en el invierno puede llegar a las 14 semanas. Luego de la cosecha la fruta es conducida al área de empaque, donde a partir de parámetros y normas establecidas se procederá a empacar la fruta seleccionada en cajas ya sean de madera, cartón o plástico (Raymundo, 2019).

El banano es una planta herbácea climatérica que se cosecha por una sola ocasión y, el cual refleja la demanda de una gran cantidad de nutrientes por hectárea, lo cual se refleja en la extracción de compuestos en la fruta de 400, 125 y 15 kg/ha/año de potasio (K), nitrógeno (N) y fósforo (P) respectivamente (Barrezueta *et al.*, 2022).

Imagen 1 Calibración de banano (*Musa paradisiaca*)



1.7 Variedades de banano

El Ecuador tiene una gran variedad de bananos de los cuales son: Cavendish (gigante y enano), gros mishell, filipino, morado, valery, dominico, manzana y dedo de dama (Araujo & Malan, 2019).

Cavendish

Porte medio, hojas capaces de tolerar vientos fuertes, sequía y anchas, además sus frutos son medianos susceptibles a golpes causados al momento de su transporte ya que carece de cascara gruesa (Araujo & Malan, 2019).

Cavendish Gigante

Tamaño grande, su pseudotallo es de color pardo, sus frutos son mucho más grandes que el enano y su cascara es mucho más gruesa con un sabor poco intenso (Araujo & Malan, 2019).

Gross mishell

Tiene unas extraordinarias cualidades en cuanto a manejo y a conservación. Es una variedad grande y robusta cuyo pseudotallo tiene una longitud de 6-8 m de coloración verde claro con tonos rosas en algunas partes. Su peciolo posee en la base manchas de color marrón oscuro y los limbos son verdes de 4 m de largo por 1 m de ancho. Los racimos son alargados de forma cilíndrica con 10 a 14 manos promedio. Los frutos de la fila interna se muestran erectos pues su curva se encuentra en el pedúnculo y en la parte basal del fruto. El ápice tiene forma de cuello de botella y el pedúnculo es más corto y robusto. La maduración es regular y homogénea y es muy susceptible a enfermedades como el mal de Panamá, por lo que hoy casi ha desaparecido (Araujo & Malan, 2019).

Filipino o Lacatan

Esta variedad de banano se caracteriza por un crecimiento muy rápido, ya que fructifica en menos de 10 meses. Alcanza alturas de 4-6 metros con racimos largos de forma cilíndrica y frutos curvados en su parte apical. Los pedúnculos son largos y frágiles, el fruto es muy sensible a parasitosis post cosecha y la maduración es delicada, siendo su fruto menos atractivo (Arteaga Alcivar, 2015).

Morado

Es resistente a las enfermedades, pero tarda más de 18 meses en fructificar. Es un banano de gran porte, con hojas y tallos de color morado intenso. Produce racimos compactos de unos 100 frutos de sabor intenso, tamaño medio y cuya coloración vira a naranja a medida que madura (Arteaga Alcivar, 2015).

Valery

Variante de Robusta más resistente a Sigatoka, pero cuyo fruto es menos firme y ligeramente cerúleo en textura (Arteaga Alcivar, 2015).

Dominico

Es una variedad híbrida caracterizado por su dulce sabor, son pequeños, delgados y rectos, el racimo tiene una presencia de la inflorescencia masculina (Arteaga Alcivar, 2015).

Manzana

Fruto grande en donde sus racimos contienen de 16 a 18 frutos por mano, es ligeramente astringente antes de su maduración y es susceptible al mal de Panamá, pero es resistente a la Sigatoka (Arteaga Alcivar, 2015).

Dedo de Dama

Su tronco es fuerte y delgado, capaz de producir en sus racimos alrededor de 10 a 14 manos de 12 a 20 frutos. Su principal característica es ser resistente a las sequias y al mal de Panamá, pero vulnerable a la sigatoka (Arteaga Alcivar, 2015).

1.8 Composición química

El banano tiene un alto contenido en almidón este constituido de polisacáridos como la amilosa y la amilopectina. La amilosa al ser un polímero lineal de glucosa está unida por los enlaces $\alpha[1-4]$ y enlaces $\alpha[1-6]$, no es soluble en agua pero logra formar micelas hidratadas ya que tiene la capacidad mediante puentes de hidrógenos enlazar moléculas vecinas obteniendo una estructura helicoidal causante de otorgar el color azul cuando está en contacto con el yodo (Martínez Mora, 2015)

1.9 Valor nutricional

El banano es una de las frutas más consumidas y nutritivas ya que por su composición es un alimento completo y fácil de digerir, contiene varios tipos de vitaminas como A, B, C, calcio, magnesio, silicio, hierro, fósforo, azufre y sodio (Raymundo, 2019).

Esta fruta resalta como un alimento ideal para personas que realizan deporte y para niños gracias a que contiene una abundante cantidad de vitaminas B6, ácido fólico y potasio. Contiene además ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, niacina e hidratos de

carbono. En sí una banana contiene un alto valor nutritivo y energía además de que solo posee 110 calorías es bajo en grasas y unos de sus principales beneficios es que es 100% libre de colesterol (Raymundo, 2019).

Tabla 2

Valor nutricional del banano (85 g)

	% Valor Diario
Total de grasa: 0g.	0%
Grasa Saturada: 0g.	0%
Colesterol: 0mg.	0%
Sodio: 0mg.	0%
Total de Carbohidratos: 20g.	7%
Fibra Dietética: 1g.	4%
Azúcar: 13g.	
Proteínas: 1g.	
Vitamina C	15%
Vitamina A	0%
Calcio	0%
Hierro	0%

1.10 Extracto acuoso

Un extracto es una sustancia obtenida por medio de extracción de un porcentaje de una materia prima, en este proceso tradicionalmente suele utilizarse un solvente que en la gran mayoría de veces es el agua el cual facilita este procedimiento

Este proceso se puede llevar a cabo utilizando frutas frescas, secas, semi secas o fermentadas, este proceso se basa en separar dos sustancias de una misma materia prima en el cual se obtiene el extracto en sí y el residuo o también llamado bagazo

En esta obtención se puede aplicar tres métodos que son:

- extracción por incisiones, la cual se usa para la elaboración de gomas, resinas y mieles.
- extracción por destilación, con este método se logra obtener aceites esenciales y productos grasos.
- La extracción más común es a través de la utilización de solventes como alcoholes o agua

1.11 Pardeamiento enzimático

Este proceso, relacionado con la actividad de la enzima PPO, no ocurre en células de la planta intacta debido a que los sustratos (compuestos fenólicos) están contenidos en vacuolas celulares citoplasmáticas, separadas de la enzima. Una vez que el tejido celular es dañado, ya sea por la propia manipulación o por el corte de la fruta, se pierde la compartimentalización, se pone en contacto la enzima y el sustrato, y se desencadenan las reacciones de pardeamiento (Denoya et al., 2012).

El pardeamiento enzimático, catalizado principalmente por la Enzima Polifenol Oxidasa (PPO), es uno de los principales problemas que afectan la calidad y limitan la vida útil de frutas y hortalizas mínimamente procesadas. Los compuestos tradicionalmente utilizados para inhibir la PPO, son los sulfitos. Sin embargo, se ha desalentado su utilización en la industria alimentaria debido a que se han registrado casos de reacciones alérgicas, especialmente en individuos asmáticos. Como consecuencia, en la actualidad, se evalúa la utilización de otros compuestos como potenciales inhibidores de la enzima, para garantizar productos frescos y naturales (Denoya et al., 2012).

El color, se debe a los pigmentos naturales, como las clorofilas, los carotenoides y las antocianinas, o a los pigmentos que resultan de las reacciones de pardeamiento enzimático. Este proceso, relacionado con la actividad de la enzima PPO, no ocurre en células de la planta intacta debido a que los sustratos (compuestos fenólicos) están contenidos en vacuolas celulares citoplasmáticas, separadas de la enzima. Una vez que el tejido celular es dañado, ya sea por la propia manipulación o por el corte de la fruta, se pierde la compartimentalización, se pone en contacto la enzima y el sustrato, y se desencadenan las reacciones de pardeamiento. Además Piedra (2017) recomienda que al ser la PPO capaz de catalizar reacciones de oxidación de compuestos polifenólicos en presencia de oxígeno molecular, se debe tratar de controlar dicha oxidación para evitar la acción de estos precursores en las reacciones de pardeamiento que ocurren en los procesos de post recolección y manipulación, por lo cual se ha estudiado la posibilidad de incorporar dos antioxidantes en diferentes concentraciones y combinaciones como agentes de control efectivo en la oxidación polifenólica (Denoya et al., 2012).

La reacción de Maillard se asocia con una alta capacidad antioxidante dada por la formación de las melanoidinas, que actúan básicamente como quelantes y eliminadoras

de radicales peróxidos e hidroxilos, y que confieren además tonalidades cafés en productos como pasta y puré de tomate, pan y vino blanco (Arias G & López V, 2019).

1.12 Caramelización

La caramelización, también llamada pirólisis, ocurre cuando se alcanza y sobrepasa el punto de fusión de un carbohidrato sencillo (mono o disacárido) o cuando se calienta un jarabe de azúcar en presencia de catalizadores ácidos o básicos, siempre en ausencia de grupos amino. A lo largo de este proceso, se conduce a la formación de compuestos de color pardo con aroma típico a caramelo (Arias G & López V, 2019).

El pardeamiento no enzimático se atribuye a una serie de reacciones químicas, importantes en el procesamiento y almacenamiento de alimentos. En esta categoría se incluyen la reacción de Maillard, la pirólisis de azúcar (caramelización), la degradación del ácido ascórbico, la oxidación y la condensación de compuestos fenólicos (Arias G & López V, 2019).

1.13 Factores que influyen en la caramelización

El oscurecimiento, encafecimiento o pardeamiento es un fenómeno que promueve la aparición de colores entre amarillo y café oscuro, y que ocurre tradicionalmente durante el procesamiento y almacenamiento de alimentos, representa un área de gran interés en la investigación básica y aplicada; considerando la evaluación de sus implicaciones sobre la estabilidad, calidad sensorial, valor nutritivo y funcionalidad de los productos alimenticios (Arias G & López V, 2019)

En el caso del pardeamiento enzimático, la acción sobre el color del alimento se debe a la presencia de la polifenoloxidasas, mientras que durante el proceso de naturaleza no enzimática se destacan las reacciones de caramelización de Maillard y de oxidación del ácido ascórbico. La reacción de Maillard se asocia con una alta capacidad antioxidante dada por la formación de las melanoidinas, que actúan básicamente como quelantes y eliminadoras de radicales peróxidos e hidroxilos, y que confieren además tonalidades cafés (Arias G & López V, 2019).

La cocción de los alimentos a altas temperaturas en calor seco produce ciertas modificaciones organolépticas que los hace especialmente apetecibles y objetos de adicción. Esto es resultado de la reacción de Maillard, o glicación, que se produce por unión no enzimática del grupo carbonilo, de azúcares reductores como glucosa y fructosa, con el grupo amino de proteínas y ácidos nucleicos (Voyer & Alvarado, 2019).

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y METODOS

En este estudio se utilizará banano de desecho de tres variedades (Cavendish, Gross Mishell, filipino) en un estado maduro para posterior realizar el análisis. Las caracterizaciones fisicoquímicas se efectuaron con la aplicación de metodologías estandarizadas. Para los grados Brix (sólidos solubles) mediante refractometría, en la medición del pH se realizó por potenciometría con un pH-metro (Starter ST5000-B), espectrofotometría en el análisis de azúcares reductores y para el análisis de viscosidad se lo realizo con un viscosímetro (VISCOLEAD ADV).

Posterior a los análisis y mediante el programa estadístico Statiscal Analysis Sistem (SAS), y tabulando los resultados obtenidos en los análisis de cinco muestras para cada variedad, en el cual se procede a calcular un valor medio para cada variedad en donde se determinará cual es el mejor producto respecto a las variables analizadas.

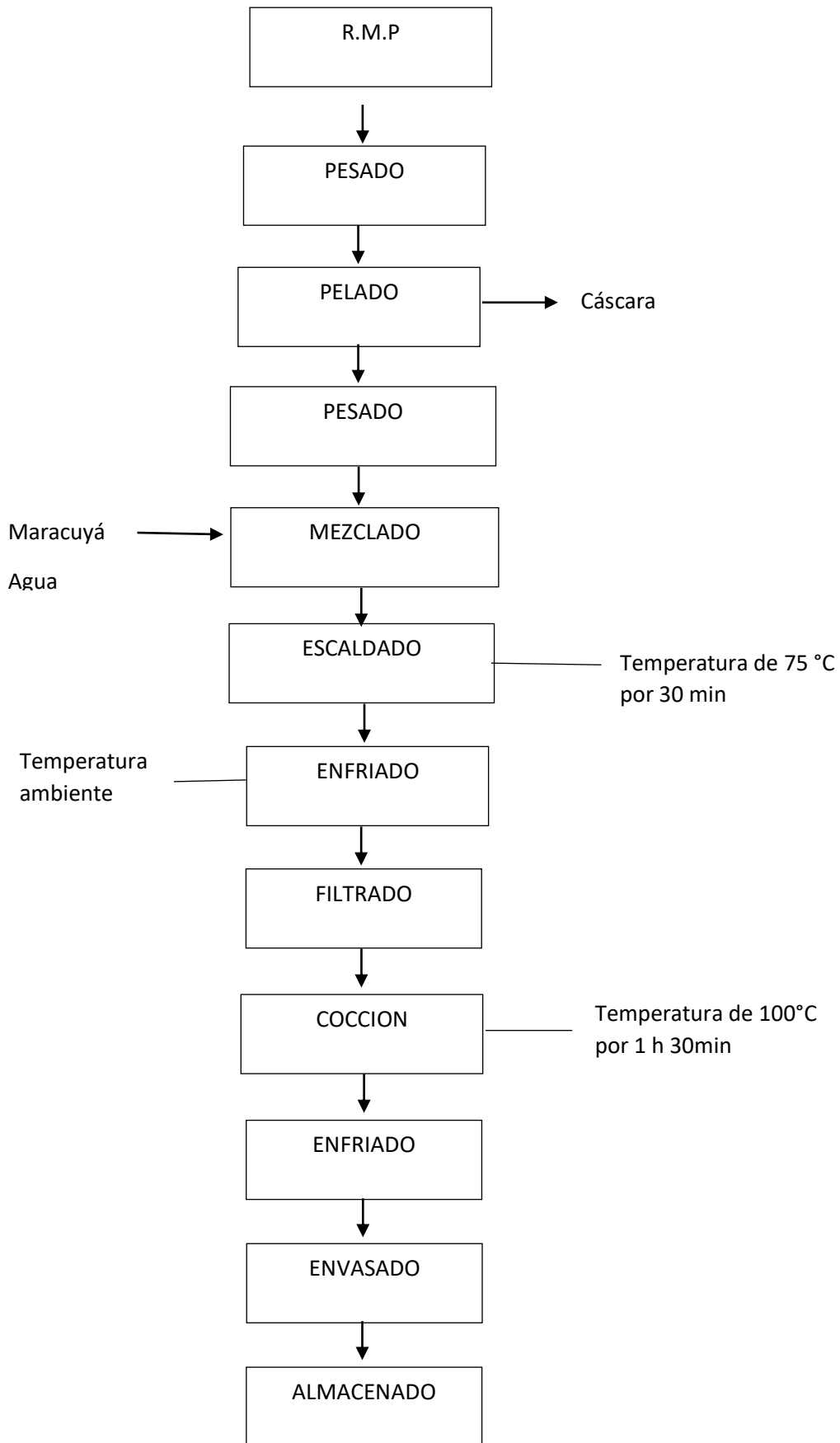
2.1 Lugar de investigación

El lugar seleccionado para la investigación es en la ciudad de Machala, provincia de el oro. En los laboratorios de biotecnología, y bromatología de la unidad académica de ciencias químicas y de la salud pertenecientes a la universidad técnica de Machala. La muestra objeto de estudio son 3 variedades de banano (Cavendish, Gross Mishel y filipino) a un mismo nivel de maduración, las mismas que fueron recolectadas de la parte baja de la provincia de el Oro.

2.2 Tipo de investigación

Es una investigación experimental, la cual consiste en obtener un extracto acuoso de banano mediante la adición de agua para posteriormente eliminarla mediante un tratamiento térmico a una temperatura de 100 °C durante 1h 30min para obtener un extracto a 75 grados Brix.

2.3 Diagrama de flujo del proceso de elaboración



2.4 Descripción del proceso de elaboración

R.M.P: La recepción de la materia prima es la primera etapa del proceso de elaboración. Para que el producto final llegue al consumidor en buen estado, es fundamental hacer una buena recepción y comprobación del estado de las materias primas.

Pesado: Este se realiza en una balanza analítica para obtener datos y lograr calcular los rendimientos posteriores.

Pelado: El pelado se realizó de forma manual y se rebano en dos partes el banano para facilitar su escaldado.

Mezclado: Se procedió a realizar una mezcla de agua y maracuyá en un porcentaje de 90% de agua y 10% de pulpa de maracuyá, y posteriormente se mezcló con la pulpa de banano.

Escaldado: La mezcla de agua pulpa de maracuyá y pulpa de banano se le realizo un escaldado a una temperatura de 75°C por un tiempo de 30 minutos.

Enfriado: Se deja enfriar hasta que alcance una temperatura ambiente para facilitar el siguiente proceso.

Filtrado: Se realiza un filtrado con tela liencillo procedido de un cedazo para evitar que pase residuos de fruta, se debe extraer toda la parte acuosa de la futa y desechar el mosto del banano.

Cocción: Se debe llevar el extracto acuoso a cocción a una temperatura de 100°C por un tiempo estimado de 1 hora y 30 minutos durante este proceso se debe medir en intervalos de 20 min los grados brix del extracto acuoso hasta que este alcance entre los 70 a 75°brix.

Enfriado: Luego de la cocción se debe dejar en reposo hasta que alcance una temperatura de 50°C.

Envasado: Se realiza el envasado en envases de vidrio correctamente esterilizados para evitar posibles contaminaciones y realizar un correcto vacío.

Almacenado: Se debe realizar el almacenado a temperatura ambiente o en refrigeración.

2.5 Materiales

- **Materia Prima**

Banano, tres variedades (Cavendish, gross mishell, filipino)

- **Insumos**

Agua destilada

Agua

- **Reactivos**

Fenolftaleína (C₂₀H₁₄O₄)

Hidróxido de sodio (NaOH) 0.1N.

DNS

- **Materiales**

Ollas de acero inoxidable

Envases de vidrio

Liencillo

Cedazo

Embudo de vidrio

Matraz Erlenmeyer

Bureta de 25mL

Vaso de precipitación de 250mL

Papel filtro

- **Equipos**

Balanza analítica (SKY-600T)

Potenciómetro (Starter ST5000-B)

Refractómetro (Milwaukee MA871) rango de 0 - 80 °Brix

Viscosímetro (VISCOLED ADV)

2.6 Métodos

2.6.1 Caracterización fisicoquímica de las variedades de banano

El análisis fisicoquímico de las variedades de banano (Cavendish, Gros Mishel y Filipino) de la parte alta y baja de la Provincia de El Oro se la efectuó aplicando la metodología descrita por Dadzie & Orchard, (1997). Se evaluó primeramente las características físicas del banano como el peso, diámetro y longitud. Posteriormente se evaluaron las propiedades químicas de la materia prima como el pH, acidez titulable,

sólidos solubles (°Brix) y viscosidad. Para finalizar se evaluó las propiedades fisicoquímicas del producto final.

Físico

Peso: Se peso las diferentes variedades de banano por medio de una balanza, registrándose el peso de cada una de ellas.

Longitud: Con una cinta métrica se registró las medidas del banano de un extremo a otro.

Diámetro: Utilizando un calibrador de Vernier se determinó el diámetro de las diferentes variedades.

Químico

2.6.2 Determinación de pH

Método de potenciómetro

Procedimiento

Para el análisis de pH se pesa 50 g de la muestra y se lo coloca en un mortero, moler hasta obtener una mezcla homogénea. Después colocar la muestra en un vaso de precipitación, con la ayuda de Ph-metro con una inmersión directa del bulbo de pH-metro (ST5000-B) se obtuvo el valor.

Imagen 2

Análisis de pH a las tres variedades de banano



2.6.3 Determinación de acidez

Método volumétrico

La determinación de acidez del banano se realizó bajo el procedimiento establecido en la normativa AOAC Official Method 942.15. (37.1.37). Acidez titulable (AOAC, 2019).

Procedimiento:

Para determinar la acidez se colocó en un mortero, se molió hasta obtener una mezcla homogénea, luego se toma 10 ml de muestra y se disuelve con 50 mL de agua destilada, homogenizar por dos minutos y luego filtrar, colocar la muestra en un matraz adicionándole 3 gotas del indicador fenolftaleína, Con la ayuda de un equipo de titulación se debe llenar la bureta con 25 ml de capacidad, posteriormente se llevó a cabo la titulación con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) al (0,1 N) Se debe agitar la disolución mientras se agregan gotas de NaOH hasta observar una coloración rosa pálido lo que significa que el pH es neutro y se toma nota de la lectura obtenida. El porcentaje de ácido málico predominante en el banano es el resultado expresado.

$$\text{Acidez (\%)} = \frac{\text{mL NaOH} * N(\text{NaOH}) * \text{mq ácido} * FD * 100}{\text{mL de muestra titulada}}$$

Donde:

V_{NaOH} = volumen de NaOH usado para la titulación

N_{NaOH} = normalidad del NaOH

$\text{meq}_{\text{ácido X}}$ = volumen de NaOH usado para la titulación

Los valores equivalen de base a ácido para el ácido málico es: 0,067

Imagen 3

Análisis de acidez a las tres variedades de banano



2.6.4 Determinación de Brix **Método de Refractometría**

Procedimiento:

En la determinación de ° Brix se utilizó el refractómetro digital modelo MA871, se debe colocar 50 g de muestra en un mortero y moler hasta obtener una mezcla. Finalmente colocar 0.2 ml del producto resultante en el prisma y registrar la lectura de los ° Brix.

Materiales:

- Materia prima
- Mortero

Equipos:

- Refractómetro modelo MA871

Imagen 4

Análisis de grados brix a las tres variedades de banano



2.6.5 Determinación de humedad

Determinar la humedad es importante ya que esta nos otorga información respecto a la estabilidad de los alimentos, así mismo las condiciones en las que deben ser almacenados, esto se debe a que ciertos alimentos son propensos a actividad microbiana la cual afectaría su calidad y vida útil del producto.

Materiales

- Materia prima
- Capsula de porcelana
- Mortero

- Cuchillo
- Pinzas

Equipos

- Balanza analítica
- Estufa
- Desecadores con silica gel

Método de pérdida por secado

Procedimiento:

Se pesa 10 g de cada muestra rotulando la capsula que se va a utilizar para evitar confusiones, Luego con la ayuda de una estufa se deja secar por 4 horas a temperatura de 70°C, finalmente se traslada la cápsula al desecador y se deja enfriar a temperatura ambiente. El método de pérdida por secado consiste en el registro de los siguientes datos:

1. Registro de la cápsula de porcelana vacía (M).
2. Registro de la cápsula de porcelana + muestra (M1)
3. Repetición del proceso por duplicado hasta que la diferencia entre ambos secados sea inferior a 0,5 mg. Registrar (M2)

$$\% \text{ humedad} = \frac{M1-M2}{M1-M} \times 100$$

Donde:

M= masa en g de la cápsula con tapa

M1= masa en g de la cápsula con tapa y la muestra

M2= masa en g de la c cápsula con tapa y la muestra seca

2.6.6 Programa estadístico SAS

El programa logra el enfoque máximo en los temas tanto matemáticos como estadísticos en el cual da resultados a través de la implementación de procedimientos en sus diversos módulos y se orienta a diversas tareas específicas.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 3

Análisis físicoquímicos del banano

Variedad	pH	Brix	acidez
Cavendish	4,48	20,1	0,167
gross mishell	4,19	20,6	0,235
filipino	4,74	19,5	0,127

Los análisis de pH, brix y acidez en las diferentes variedades pueden ser tomados en cuenta como indicadores del nivel de madurez del banano, podemos observar en la tabla 3 los valores de las variedades cavendish, gross mishell y filipino son: pH (4,48) (4,19) (4,74), brix (20,1) (20,6) (19,5) y acidez titulable (0,167) (0,235) (0,127) respectivamente, estos valores concuerdan con lo expuesto por (Llanos & Bedoya, 2019).

La diferencia que existen entre las tres variedades son mínimas, esto se debe a que en el banano el pH disminuye con el aumento del estado de madurez y la acidez titulable aumenta. Esto ocurre como resultado de la degradación de almidones en azúcares reductores y su conversión en ácido pirúvico.(Torres et al., 2013)

Además, los sólidos solubles y acidez son atributos importantes en la evaluación el índice de madurez.

(Llanos T & Bedoya P, 2019) expone que los ácidos presentes en el banano son grandes percusores de la calidad en el mismo, en donde la acidez y el azúcar presentes logran dar un balance de sabor y en los análisis realizados estos dos van con forme una de la otra por lo tanto el resultado es de un fruto con aroma y sabor aceptables y agradables.

Tabla 4*Análisis fisicoquímicos de la maracuyá*

	pH	Acidez	Brix	Cáscara	Zumo	Semilla
Maracuyá	2,33	4,98	13,6	46,35	23,91	29,74

En la tabla 4, los resultados obtenidos para el fruto del maracuyá de un peso de 94.53 g, en comparación a los 96.83 g reportados por Padilla (2019), obteniendo una diferencia baja de 2.3 g. Las variaciones también se presentaron en la composición del fruto los cuales fueron para cáscara, zumo y semilla de 46.35%, 23,91 y 27.91 en relación a los 47.95%, 24.14 y 27.91 reportados por el mismo autor.

En los resultados de brix, acidez titulable y pH, los valores son de 13.6, 4.98 y 2.33 respectivamente, siendo cercanos a los obtenidos para el índice de maduración de (Padilla, 2019).

SISTEMA SAS**Tabla 5***Análisis fisicoquímicos del producto final*

Variedad	Brix	pH	Acidez Titulable	Azúcares Reduc.	Humedad	Viscosidad
Cavendish	70	3.771	0.991	14182.747	16.62	55184
Gross Mishell	70	3.366	1.301	18145.154	13.76	265765
Filipino	70	3.262	1.322	16303.737	16.5	378944

abc Valores en las columnas con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

La mayoría de las variables fisicoquímicas brix, pH, acidez titulable, azúcares reductores y viscosidad tuvieron diferencia significativa excepto la variable humedad.

En la variable brix la variedad gross mishell fue superior. Para el pH la variedad cavendish fue superior y estadísticamente diferente a gross mishell y filipino, teniendo una relación a los valores reportados por (Castro, 2016). En la acidez titulable la variedad cavendish es menor y diferente a las variedades gross mishell y filipino que tienen valores iguales estadísticamente y por lo tanto estos valores se encuentran dentro de los rangos reportados (Alvarez & Cueva, 2019). En la variable de viscosidad y azúcares reductores se obtuvo diferencias en las tres variedades siendo la variedad cavendish la inferior a todas.

Tabla 6*Correlación de Pearson entre variables cavendish, gross mishell y filipino*

Variable	Brix	pH	Acidez %	Azucres Reductores (cp)	Humedad
BRIX					
PH	-0,596*				
ACIDEZ %	0,305	-0,546*	---		
Az. REDUC. (cp)	0,785***	-0,344	0,156	---	
HUMEDAD	-0,185	0,137	0,191	-0,324	---

Note. Conditioned on variables: VAR.

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Los resultados generales para las tres variedades presentó correlaciones significativa negativa entre el pH y brix de -0,596 (<0.05) y entre pH y acidez -0546* (<0.05), azucres reductores y brix diferencias significativas positivas de 0.785 (<0.001) y el cual presenta un valor cercano a lo que reporta (Castro, 2016).

3.1 Formulación

La formulación descrita a continuación fue la utilizada para la elaboración de tres extractos acuosos con diferentes variedades de pulpa de banano a un mismo nivel de maduración.

Tabla 7*Materia prima utilizada en %*

INGREDIENTES	PORCENTAJE
PULPA	58.16%
AGUA	39.23%
MARACUYA	2.61%

3.2 Rendimiento

$$\%R = \frac{P}{F} * 100$$

$$\%R = \frac{g \text{ de extracto}}{g \text{ de fruta pelada}} * 100$$

$$\%R = \frac{262,34 \text{ g}}{1230 \text{ g}} * 100.$$

$$\%R = \frac{259,95 \text{ g}}{1259 \text{ g}} * 100$$

$$\%R = \frac{285,64 \text{ g}}{1250 \text{ g}} * 100$$

$$\%R = 21.328$$

$$\%R = 20.647$$

$$\%R = 22.851$$

VARIEDAD	RENDIMIENTO (%)
Filipino	21.328
Cavendish	20.647
grosmishell	22,851

3.3 Evaluación de aceptabilidad

Escala hedónica

Tabla 8

Escala de aceptabilidad

Escala de aceptabilidad	
Me gusta mucho	1
Me gusta	2
Ni me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	4
Me disgusta mucho	5

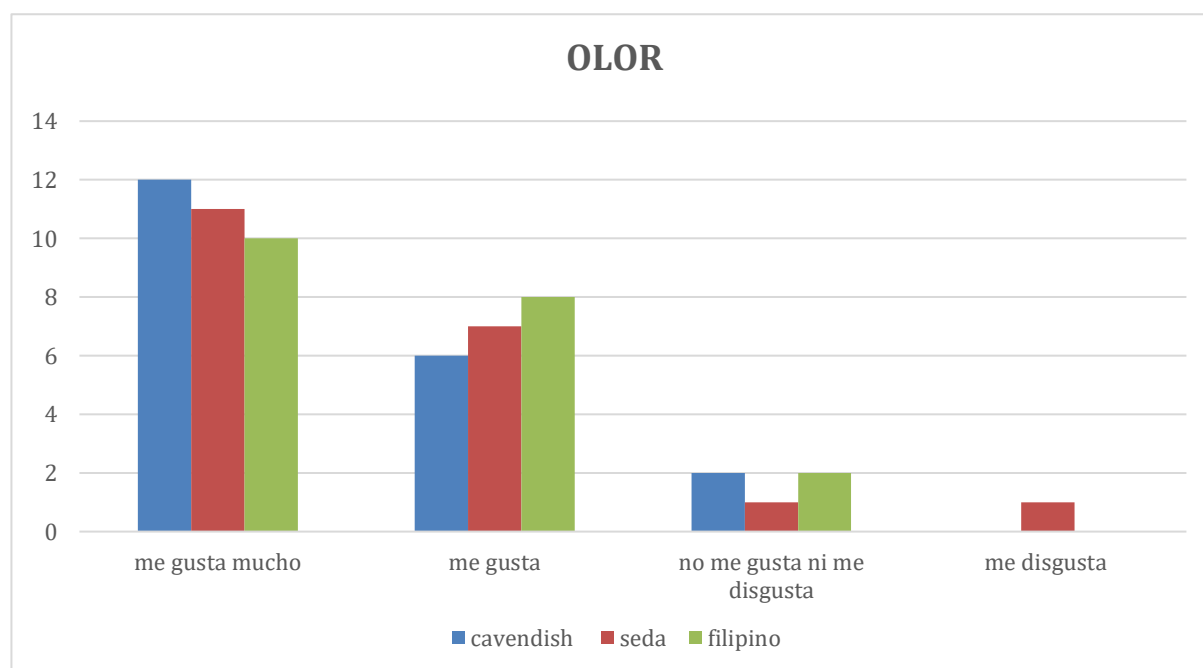
El análisis sensorial de esta investigación se llevó a cabo en el laboratorio de bromatología y contó con la asistencia de un panel de 20 personas. Este análisis sensorial se ejecutó con el objetivo de determinar qué formulación presenta una mayor aceptación sensorial, para la formulación de esta evaluación se utilizó una prueba de escala hedónica.

Esta escala consiste en una puntuación del 1 al 5 siendo 1 me gusta mucho y 5 me disgusta mucho, evaluando atributos sensoriales como color, olor, sabor y textura. Esta escala proporciona una selección de alternativas graduadas continuamente brindando así a los catadores una gama más amplia de opciones y para los investigadores más información necesaria para conocer la aceptación sensorial del producto.

CODIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
Cavendish (359)				
seda (453)				
Filipino (527)				

Gráfico 1

Resultados: Olor



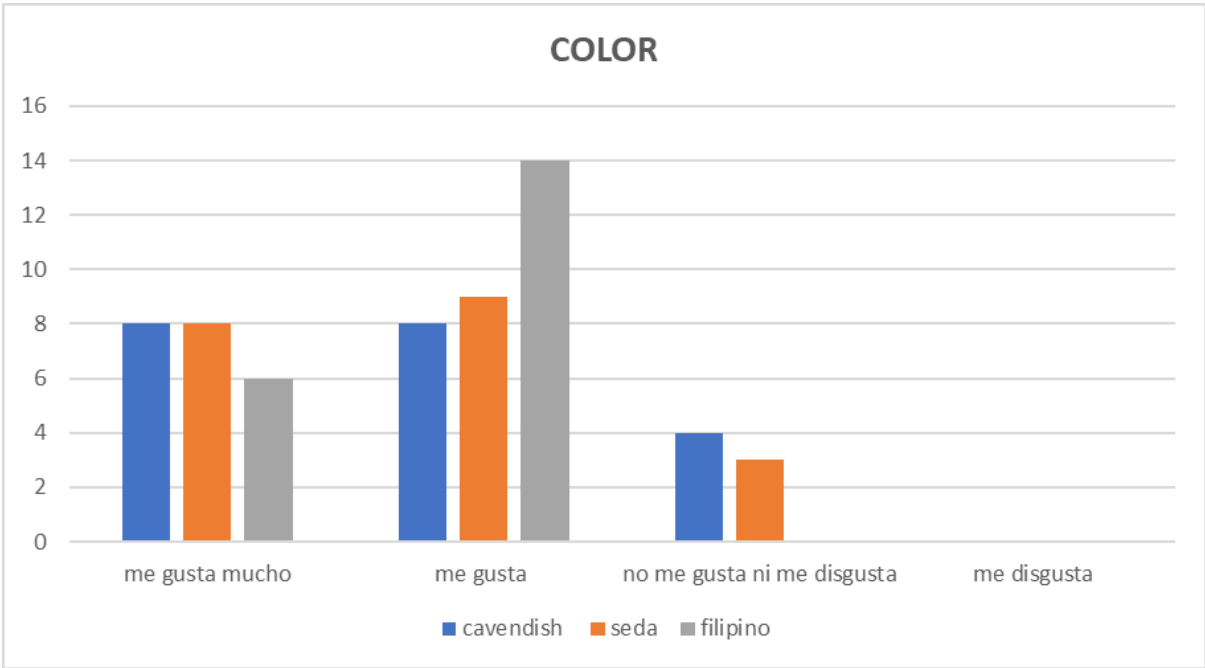
De las 20 personas encuestadas que corresponde al 100%, 12 que representa el 60% dijeron que la muestra de la variedad Cavendish (359) en lo que concierne al olor, les gustaba mucho, 6 que corresponde al 30% dijeron que les gustaba y 2 que son el 10% dijeron que no les gustaba ni les disgustaba el olor de la muestra.

Mientras que 11 que representa el 55% dijeron que la muestra de la variedad seda (453) en lo que concierne al olor, les gustaba mucho, 7 que corresponde al 35% dijeron que les gustaba, 2 que son el 10% dijeron que no les gustaba ni les disgustaba y 1 dijo que le disgustaba el olor de la muestra.

En esta muestra 10 personas que representan el 50% dijeron que la variedad filipina (527) en lo que concierne al olor, les gustaba mucho, 8 que corresponde al 40% dijeron que les gustaba, 2 que son el 10% dijeron que no les gustaba ni les disgustaba el olor de la muestra.

Gráfico 2

Resultados: Color



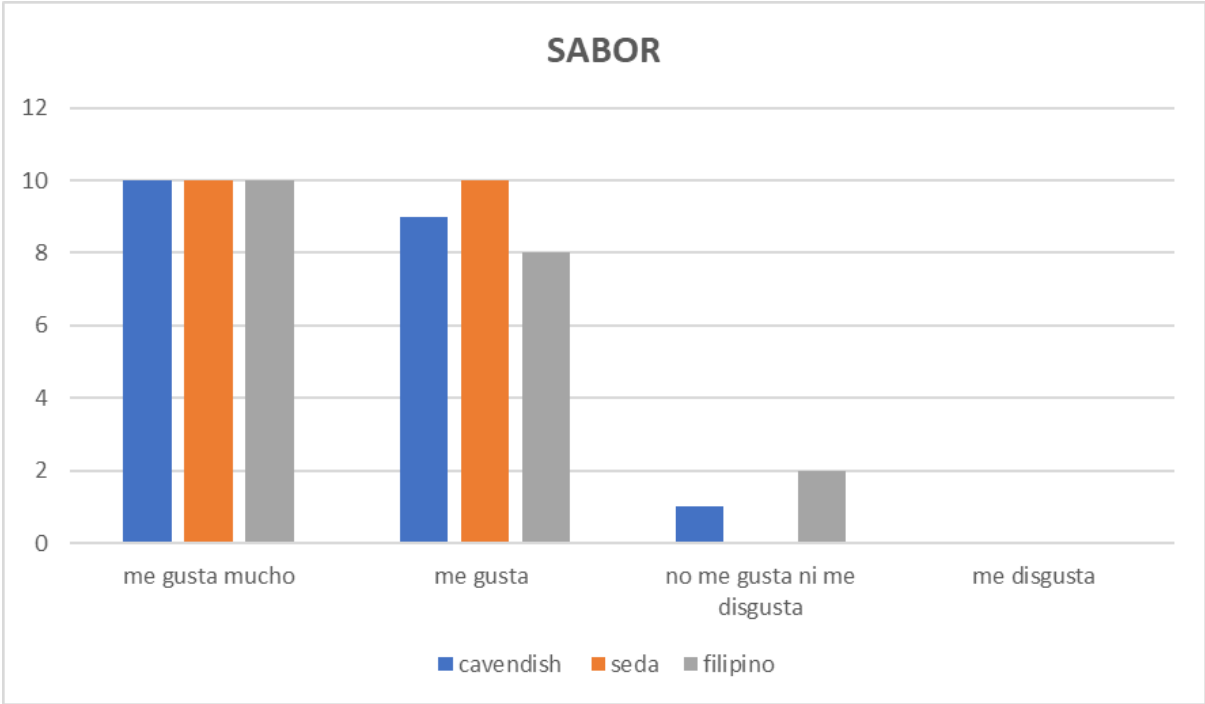
De las 20 personas encuestadas que corresponde al 100%, 8 que representa el 40% dijeron que la muestra de la variedad Cavendish (359) en lo que concierne al color, les gustaba mucho, 8 que corresponde al 40% dijeron que les gustaba y 4 que son el 20% dijeron que no les gustaba ni les disgustaba el color de la muestra.

Mientras que 9 que representa el 45% dijeron que la muestra de la variedad seda (453) en lo que concierne al color, les gustaba mucho, 8 que corresponde al 40% dijeron que les gustaba, 3 que son el 15% dijeron que no les gustaba ni le disgustaba el color de la muestra.

En esta muestra 14 personas que representan el 70% dijeron que la variedad filipina (527) en lo que concierne al color, les gustaba mucho, 6 que corresponde al 30% dijeron que les gustaba el color de la muestra.

Gráfico 3

Resultados: Sabor



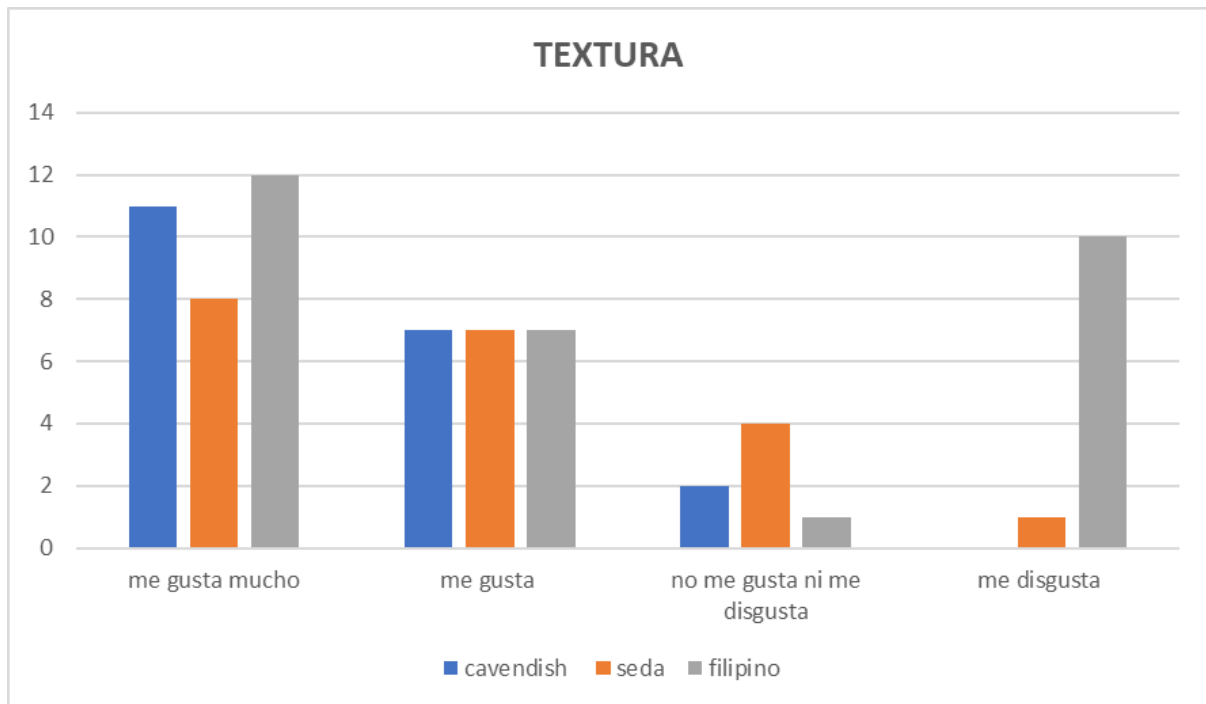
De las 20 personas encuestadas que corresponde al 100%, 10 que representa el 50% dijeron que la muestra de la variedad Cavendish (359) en lo que concierne al sabor, les gustaba mucho, 9 que corresponde al 45% dijeron que les gustaba y 1 que son el 5% dijeron que no les gustaba ni les disgustaba el sabor de la muestra.

Mientras que 10 que representa el 50% dijeron que la muestra de la variedad seda (453) en lo que concierne al sabor, les gustaba mucho y 10 que corresponde al 50% dijeron que les gustaba el sabor de la muestra.

En esta muestra 10 personas que representan el 50% dijeron que la variedad filipino (527) en lo que concierne al sabor, les gustaba mucho, 8 que corresponde al 40% dijeron que les gustaba, 2 que son el 10% dijeron que no les gustaba ni les disgustaba el sabor de la muestra.

Gráfico 4

Resultados: Textura



De las 20 personas encuestadas que corresponde al 100%, 11 que representa el 55% dijeron que la muestra de la variedad Cavendish (359) en lo que concierne a la textura, les gustaba mucho, 7 que corresponde al 35% dijeron que les gustaba y 2 que son el 10% dijeron que no les gustaba ni les disgustaba la textura de la muestra.

Mientras que 8 que representa el 40% dijeron que la muestra de la variedad seda (453) en lo que concierne a la textura, les gustaba mucho, 7 que corresponde al 35% dijeron que les gustaba, 4 que son el 20% dijeron que no les gustaba ni les disgustaba y 1 su corresponde al 5% dijo que le disgustaba la textura de la muestra.

En esta muestra 12 personas que representan el 60% dijeron que la variedad filipino (527) en lo que concierne a la textura, les gustaba mucho, 7 que corresponde al 35% dijeron que les gustaba, 1 que son el 5% dijeron que no les gustaba ni les disgustaba la textura de la muestra

CAPÍTULO IV

4 CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en los análisis realizados a las tres variedades de banano en su estado maduro y puro indican cierta diferencia en pH, Brix y acidez titulable en donde se deja en claro que mientras el pH sea menor para cada variedad su contenido de sólidos solubles aumenta todo esto a la disminución de ácidos orgánicos presentes en el fruto.
- En los resultados obtenidos del producto final mediante el programa estadístico SAS, logramos obtener diferencias entre las variables analizadas como los son el pH, brix, acidez total, azúcares reductores, humedad y viscosidad resaltando a la variedad cavendish con los valores más diferenciales entre las tres variedades, y que a su vez se encuentran dentro de los rangos que algunos autores reportan en sus estudios.
- Según los resultados obtenidos del análisis sensorial realizado a 20 panelistas seminternados, la variedad más aceptada tanto en olor, color, sabor y textura es la Cavendish, con un porcentaje de me gusta mucho de 60%, 40%, 50%, 55% respectivamente. Siguiendo la variedad seda con un porcentaje de me gusta mucho de 55%, 45% , 50%, 40% correspondientes al olor, color, sabor y textura respectivamente.

CAPITULO V

5 RECOMENDACIONES

- Tener un mejor control de la temperatura al momento de realizar la cocción del extracto acuoso del banano ya que esto influye en las propiedades fisicoquímicas del producto terminado.

- Realizar análisis microbiológicos al producto terminado con la finalidad de evaluar la presencia de colonias formadoras de mohos y levaduras que puedan llegar a dañar la estabilidad del producto.

- Efectuar un estudio del tiempo de vida útil en función del color del producto ya que este es el atributo que más varía con el pasar del tiempo.

- Se recomienda utilizar una marmita de doble camisa para realizar la cocción del extracto acuoso de banano con la intención de que la temperatura se mantenga constante.

- Se recomienda calcular costos de producción

BIBLIOGRAFÍAS

- Acaro C, L. M., CAcaro C, L. M., Cordova M, A. N., Vega G, A. del C., & Sánchez Q, T. X. (2021). *Evolución en las exportaciones de banano e impacto del desarrollo económico*. 6(8), 257–277. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i8>
- Alvarez, G., & Cueva, J. (2019). Optimización de la calidad de un pure de banano con jugo de naranja y limón mediante diseño de superficie de respuesta. *Espam MFL*, 100.
- Araujo, J., & Malan, N. (2019). Análisis de la Situación Económica de los Pequeños Productores de Banano de la Parroquia Jesús María del Cantón Naranjal, Provincia del Guayas Durante el Periodo 2015 - 2017. *Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil*, 110. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3231/1/T-ULVR-2828.pdf>
- Arias G, S., & López V, D. M. (2019). Reacciones químicas de los azúcares simples empleados en la industria alimentaria. *Lámpsakos*, 22, 123–136. <https://doi.org/10.21501/21454086.3252>
- Arteaga Alcivar, F. J. (2015). *2015-I Universidad Nacional De Colombia Origen Y Evolución Del Banano*. 1–11.
- Burgos, G. H. P., Jara, C. A. C., López, J. S. C., & García, B. de L. S. (2021). Afectación a las exportaciones de banano ecuatoriano a causa de la pandemia por el covid 19. *South Florida Journal of Development*, 2(2), 3200–3212. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n2-158>
- Castro G, S. S. (2016). *Evaluación de las características físico químicas de mermeladas elaboradas a partir de vino de uva (Vitis vinifera), de banano (Musa acuminata) y de maracuyá (Passiflora edulis)*. <http://201.159.223.180/bitstream/3317/6956/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-12.pdf>
- Denoya, G. I., Ardanaz, M., Sancho, a. M., Benítez, C. E., González, C., & Guidi, S. (2012). Efecto de la aplicación de tratamientos combinados de aditivos sobre la inhibición del pardeamiento enzimático en manzanas cv . Granny Smith mínimamente procesadas. *Revista de Investigación Agropecuaria*, 134, 3–7.
- Eraso, C. A. G. (2009). *INHIBICION DE LA ACTIVIDAD ENZIMATICA DE LA POLIFENOL OXIDASA EXTRAÍDA DEL BANANO (Cavendish valery) MEDIANTE*

SISTEMAS BIFÁSICOS ACUOSOS CON ISOESPINTANOL Y ÁCIDO ASCÓRBICO. 91.

- Garzón, M. A. G., Rojano, B. A., & Guerrero, C. A. (2012). Inhibición de la polifenoloxidasas extraída del banano (cavendish) por medio de algunos derivados del isoespintanol. *Corporación Universitaria Lasallista*, 193–248.
- Martínez Mora, E. O. (2015). Caracterización morfológica y contenido de almidón resistente y disponible en bananos (*Musa sapientum*) exportables del Ecuador. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 19(3), 153–159. <https://doi.org/10.14306/renhyd.19.3.161>
- Torres, R., Montes, E. J., Pérez, O. A., & Andrade, R. D. (2013). Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales. *Información Tecnológica*, 24(3), 51–56. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000300007>
- Vásquez-Castillo, W., Racines-Oliva, M., Moncayo, P., Viera, W., & Seraquive, M. (2019). Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de banano orgánico (*Musa acuminata*) en el Ecuador. In *Enfoque UTE* (Vol. 10, Issue 4, pp. 57–66). <https://doi.org/10.29019/enfoque.v10n4.545>
- Voyer, L., & Alvarado, C. (2019). Reacción de Maillard . Efectos patogénicos. *Medicina (Buenos Aires)*, 2(79), 137–143.
- Cordova M, A. N., Vega G, A. del C., & Sánchez Q, T. X. (2021). *Evolución en las exportaciones de banano e impacto del desarrollo económico*. 6(8), 257–277. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i8>
- Araujo, J., & Malan, N. (2019). Análisis de la Situación Económica de los Pequeños Productores de Banano de la Parroquia Jesús María del Cantón Naranjal, Provincia del Guayas Durante el Periodo 2015 - 2017. *Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil*, 110. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3231/1/T-ULVR-2828.pdf>
- Arias G, S., & López V, D. M. (2019). Reacciones químicas de los azúcares simples empleados en la industria alimentaria. *Lámpsakos*, 22, 123–136. <https://doi.org/10.21501/21454086.3252>
- Barrezueta Unda, S., Condoy-Gorotiza, A., & Sánchez-Pilcorema, S. (2022). Efecto del biocarbón en el desarrollo de las plantas de banano (*Musa AAA*) en fincas a partir de un manejo orgánico y convencional. *Enfoque UTE*, 29–44.

<https://doi.org/10.29019/enfoqueute.815>

Bautista, C., Ivette, J., Plasencia, S., & Karin, L. (2014). El Banano Orgánico Como Potencial Producto De Mayor Consumo Y Venta En Cajamarca. *Negocios Globales, 1*, 48–52.

Burgos, G. H. P., Jara, C. A. C., López, J. S. C., & García, B. de L. S. (2021). Afectación a las exportaciones de banano ecuatoriano a causa de la pandemia por el covid 19. *South Florida Journal of Development, 2*(2), 3200–3212. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n2-158>

Coklar, H., & Akbulut, M. (2020). The control of maillard reaction in white grape molasses by the method of reduci-reactant concentration. *Food Science and Technology (Brazil), 40*(June), 179–189. <https://doi.org/10.1590/fst.07119>

Corporación Financiera Nacional (CFN). (2020). *Ficha sectorial: Banano Y Plátano*. <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2020/ficha-sectorial-4-trimestre-2020/FS-Banano-4T2020.pdf>

Dadzie, B. K., & Orchard, E. (1997). Evaluación rutinaria postcosecha de híbridos de bananos y plátanos : criterios y métodos. *International Network for the Improvement of Banana and Plantain, 1–75*.

Llanos T, J. D., & Bedoya P, D. M. (2019). CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICAS Y MORFOLÓGICAS DEL PILDORO (Musa acuminata) PRODUCIDO EN ZONA DE VEGA Y LOMERÍO EN EL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ, CON EL FIN DE PROPONER PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN. *ALIMENTECH CIENCIA Y TECNOLOGÍA ALIMENTARIA, 17*(2), 85–100. <https://doi.org/https://doi.org/10.24054/16927125.v2.n2.2019.3943>

Martínez-Mora, E. O. (2015). Caracterización morfológica y contenido de almidón resistente y disponible en bananos (Musa sapientum) exportables del Ecuador. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica, 19*(3), 153–159. <https://doi.org/10.14306/renhyd.19.3.161>

Martínez, O., Lapo-Calderón, B., Pérez-Rodríguez, J., Zambrano-Cabrera, C., & Maza-Valle, F. (2015). Mecanismo de gelatinizaçã do amido nativo de banana exportável do Equador. *Revista Colombiana de Química, 44*(2), 16–21. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v44n2.55215>

Ministerio de Comercio Exterior del Ecuador. (2017). Informe Sector Bananero Ecuatoriano.

- Ministerio de Comercio Exterior*, 53(9), 1689–1699. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-español-04dic17.pdf>
- Niola, J. C., Quevedo G, J. N., Garcia B, R. M., & Noles L, M. J. (2021). Efectos de dos enmiendas edáficas sobre parámetros agronómicos de producción en banano (*Musa X paradisiaca* l.). *Revista Científica Agriecosistemas*, 9(3), 104–118. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/499/475>
- Piedra, F. J. (2017). Control del pardeamiento enzimático en manzanas cortadas (Red delicious) mediante un sistema de envasado activo (Enzymatic browning control in cut apples (Red delicious) through a system of active packaging). *Enfoque UTE*, 66–77. <https://doi.org/https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v8n2.158>
- Piña, G., Laborem Escalona, G., Surga, J., Marín, C., Rangel, L., Espinoza, M., & Delgado, A. (2006). Atributos de calidad en frutos de híbridos FHIA (*Musa*) para tres ciclos de cosecha. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 23(4), 429–447. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182006000400006&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Raymundo, Y. C. (2019). “*Obtención Y Caracterización De Vinagre a Partir De Banano De Descarte De La Cooperativa Agraria De Bananeros Organicos Huayquiquira Ubicada En El Valle Del Chira-Sullana.*” 1–135.
- Vargas G, Y. E. (2018). Obtención de producto con valor agregado a partir de banano de rechazo en el contexto ecuatoriano. *World Development*, 1(1), 1–36. [https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/2807/Tesis Yadira Vargas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/2807/Tesis%20Yadira%20Vargas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Vásquez, W., Racines O, M., Moncayo, P., & Viera, W. (2019). Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de banano orgánico (*Musa acuminata*) en el Ecuador (Fruit Quality and Post-Harvest Losses of Organic Bananas (*Musa acuminata*) in Ecuador). *Scielo*, 57–66. <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/>
- Villaseñor, D., Noblecilla-Romero, Y., Luna-Romero, E., Molero-Naveda, R., Barrezueta-Unda, S., Huarquilla-Henriquez, W., González-Porras, C., & Garzón-Montealegre, J. (2020). Optimal economic response of potassic fertilization on productive variables of banana (*Musa spp.*). *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences*, 36(2), 161–170. <https://doi.org/10.29393/CHJAAS36-14RODV80014>

Yáñez B, W. D., Quevedo G, J. N., García B, R. M., Herrera R, S. N., & Luna R, Á. E. (2020). Determinación de la relación carga química grados Brix en hojas y frutos de banano clon Williams (*Musa x paradisiaca*). *Revista Universidad y Sociedad*, 12(5), 421–430. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000500421

Zhiminaicela, B., Guerrero, N., & Batista, M. (2020). La Producción De Banano En La Provincial De El Oro Y Su Impacto En La Agrobiodiversidad. *Revista Metropolitana*, 189–195. <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/327/350>

ANEXO 1

Prueba de análisis sensorial



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD
INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Frente a usted se presentan tres muestras de extracto de banano. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra

Nivel de agrado	Puntaje
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

CODIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
359				
453				
527				



1. banano Variedad Cavendish



2. homogenización de la muestra



3. Medición de °brix



4. obtención de la pulpa de banano



5. medición de pH de materia prima.



6. cocción de la mezcla de pulpa de banano, agua y pulpa de maracuyá



7 Extracto acuoso de banano terminado



8. Medición de viscosidad del producto



9. Extracto de banano filipino, Cavendish y seda