



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE POSGRADO Y FORMACIÓN CONTINUA

INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER EN AGROINDUSTRIA DE CUARTO
NIVEL**

MODALIDAD:

TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA:

**OPTIMIZACIÓN DE LA CALIDAD DE UN PURÉ DE BANANO
CON JUGO DE NARANJA Y LIMÓN MEDIANTE DISEÑO DE
SUPERFICIE DE RESPUESTA**

AUTORA:

MARÍA DOLORES MURILLO LOOR

TUTOR:

ING. FRANCISCO DEMERA LUCAS, Mg,

CALCETA, AGOSTO 2019

DERECHOS DE AUTORÍA

MARÍA DOLORES MURILLO LOOR, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

MARÍA DOLORES MURILLO LOOR

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

ING. FRANCISCO MANUEL DEMERA LUCAS, certifica haber tutelado el trabajo de titulación: **OPTIMIZACIÓN DE LA CALIDAD DE UN PURÉ DE BANANO CON JUGO DE NARANJA Y LIMÓN MEDIANTE DISEÑO DE SUPERFICIE DE RESPUESTA**, que ha sido desarrollado por **MARÍA DOLORES MURILLO LOOR**, previa la obtención del título de Magister en Agroindustria, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. FRANCISCO MANUEL DEMERA LUCAS, Mg,

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **OPTIMIZACIÓN DE LA CALIDAD DE UN PURÉ DE BANANO CON JUGO DE NARANJA Y LIMÓN MEDIANTE DISEÑO DE SUPERFICIE DE RESPUESTA**, que ha sido propuesto, desarrollado y sustentado por **MARÍA DOLORES MURILLO LOOR**, previa la obtención del título de Magister en Agroindustrias, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. SOFÍA VELÁSQUEZ CEDEÑO, M.Sc

MIEMBRO

ING. EDUARDO VALAREZO VALDEZ, Ph.D

MIEMBRO

ING. ELY SACÓN VERA, Ph.D

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A Dios infinitamente por darme la existencia y guiarme en cada minuto de mi vida fortaleciendo cada decisión tomada haciéndome crecer como ser humano y profesional.

A mi familia, mi tesoro más valioso, la razón primordial de vivir cada instante con alma y corazón sin desmayar a pesar de las adversidades que se presentan en el camino gracias por el apoyo incondicional.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de prepararme como magister a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos académicos e intelectuales.

A la coordinación y docentes que formaron parte de este gran equipo de trabajo por haber compartido lo esencial de cada módulo, impartiendo conocimiento y experiencia.

Y a mis compañeras de maestría por la paciencia que me tuvieron y la enseñanza adquirida de cada una de ellas, cada una es un mundo y me encantó conocerlas.

MARÍA DOLORES MURILLO LOOR

DEDICATORIA

A mi querida familia: hijos, esposo, padres, hermanos y sobrinos que han sido la razón principal de querer prepararme cada día, especialmente a mis hijos dándoles ejemplo de sacrificio y voluntad para conseguir lo que se desea.

MARÍA DOLORES MURILLO LOOR

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO GENERAL.....	vii
CONTENIDO DE CUADROS.....	viii
CONTENIDO DE FIGURAS.....	ix
CONTENIDO DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
PALABRAS CLAVE.....	x
ABSTRACT	xi
KEY WORDS.....	xi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Hipótesis.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Producción y exportación de banano	5
2.1.1. Criterios de rechazo de banano para exportación	5
2.1.2. Usos del banano de rechazo.....	6
2.2. Industrialización del banano de rechazo.....	6
2.2.1. Puré de banano	7
2.2.2. Conservantes utilizados en el puré de frutas	7
2.2.3. Métodos de elaboración de puré de banano.....	9
2.3. Calidad en el puré de frutas	10
2.3.1 calidad en el puré de banano	10
2.3.2. Métodos para determinar parámetros de calidad	11
2.4. Insumos que se utilizaron en la investigación.....	15
2.4.1. Banano	15
2.4.2. Naranja blanca valencia	16
2.4.3. Limón criollo (sutil)	16

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	18
3.1. Ubicación.....	18
3.2. Duración	18
3.3. Métodos y técnicas de la investigación.....	18
3.4. Factores en estudio.....	18
3.5. Diseño experimental.....	19
3.6. Unidad experimental	20
3.7. Variables evaluadas	20
3.8. Manejo del experimento	21
3.9. Análisis estadístico.....	24
3.10. Tratamiento de datos	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1. Análisis físicos-químicos	25
4.2. Análisis microbiológicos	31
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
5.1. Conclusiones	34
5.2. Recomendaciones.....	34
BIBLIOGRAFÍA.....	35
ANEXOS.....	40

CONTENIDO DE TABLAS

2.1. Resultados físico-químicos de frutas cítricas.....	9
2.2. Especificaciones técnicas del puré de banano	10
2.3. Consolidado de métodos para determinar los parámetros de calidad	11
3.1. Detalle de los tratamientos.....	19
3.2. Metodología de superficie de respuesta	20
4.1. Valores promedios de los parámetros físicos-químicos del puré 24 horas de elaborado ...	26
4.2. Optimizar respuesta para minimizar sólidos solubles	26
4.3. Optimizar respuesta para maximizar pH.....	27
4.4. Optimizar respuesta para maximizar acidez	29
4.5. Valores del parámetro color del puré de banano a las 24 horas de elaboración	31
4.6. Requisitos microbiológicos para los productos pasteurizados	32
4.7. Valores microbiológicos del puré de banano en tres tiempos de análisis	33

CONTENIDO DE FIGURAS

3.1. Diagrama del proceso de elaboración del puré de banano	23
4.1. Superficie de respuesta estimada	27
4.2. Superficie de respuesta estimada	28
4.3. Superficie de respuesta estimada	29

CONTENIDO DE ANEXOS

1. Componentes ácidos (cítrico y ascórbico) de la materia prima naranja y limón.....	41
2. Almacenamiento a 4°C del puré de banano	41
3. Norma INEN 2337:2008 para jugos, pulpas, concentrados, néctares.....	42
4. Valores de parámetros físicos-químicos y microbiológicos del puré	51
5. Salida de los análisis estadísticos del programa SPSS.....	63

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la relación óptima de los jugos de frutas cítricas que contribuyan a la calidad del puré de banano. Se empleó un diseño completamente al azar para la interacción de los factores: A, jugo de naranja (7.5, 8.75 y 10%) y B, jugo de limón (5, 7.5 y 10%) con 2 repeticiones, dando nueve tratamientos. El valor medio, considerado óptimo, se determinó mediante superficie de respuesta. La unidad experimental consistió en 1000 g de puré, dividido en 4 envases de vidrio de 250 g. Se elaboró el puré utilizando las relaciones cítricas definidas y complementadas hasta el 100% con pulpa de banano; estos ingredientes se mezclaron y llevaron a cocción a temperatura de 65°C por 30 minutos para obtener el producto. Se evaluaron variables: Fisicoquímicas y microbiológicas. La calidad del puré de banano se optimizó mediante diseño de superficie de respuesta con 23,42 ° Brix, pH 4,03 y 0,50 de acidez. También el ANOVA detectó significancia para la variable colorimétrica y mediante la prueba de Tukey en el criterio luminosidad ubicó en primera categoría estadística el T₄; mientras que en el eje de coordenadas a, el T₂ sobrepasó los valores investigados. Microbiológicamente el T₁ reportó valores que superaron a los establecidos por la norma INEN 2337:2008 a los 15 y 30 días. De esta forma se concluye que las relaciones óptimas para sólidos y pH fueron 7,5 y 5% de jugo de naranja y limón respectivamente y para acidez 10% de naranja y 10% de limón.

PALABRAS CLAVE

Banana, puré, cítricos, óptimo.

ABSTRACT

The goal was to evaluate the optimum ratio of citrus fruit juices that contribute to the quality of banana puree. A completely random design was used for the interaction of the factors: A, orange juice (7.5, 8.75 and 10%) and B, lemon juice (5, 7.5 and 10%) with 2 repetitions, giving nine treatments. The mean value, considered optimal, was determined by response surface. The experimental unit consisted of 1000 g of mash, divided into 4 glass containers of 250 g. The puree was elaborated using the defined citric relations and complemented up to 100% with banana pulp; these ingredients were mixed and cooked at a temperature of 65°C for 30 minutes to obtain the product. Variables evaluated were: Physico-chemical and microbiological. The quality of the banana puree was optimized by response surface design with 23.42 ° Brix, pH 4.03 and 0.50 acidity. The ANOVA also detected significance for the colorimetric variable and, using the Tukey test, the A₂B₁ treatment in the luminosity criterion was found in the first statistical category; while the coordinate axis a, to the A₁B₂ treatment surpassed investigated values. Microbiologically the A₁B₁ reported values that exceeded those established by the norm INEN 2337: 2008 at 15 and 30 days. In this way it is concluded that the optimal ratios for solids and pH were 7.5 and 5% of orange and lemon juice respectively and for acidity 10% of orange and 10% of lemon.

KEY WORDS

Banana, puree, citrus, optimum.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En Ecuador la mayoría de materia prima se la exporta sin ningún proceso de industrialización, las cuales deben cumplir con parámetros de calidad definidos según el país al que se exporta. Uno de estos productos es el banano que tiene gran acogida en Estados Unidos y países Europeos por lo que sigue representando un rubro no petrolero de importancia en el país; sin embargo no todo el producto cosechado logra exportarse debido al incumplimiento de requisitos (tamaño, presencia de manchas, etc.), considerándose producto de rechazo; no obstante, en algunos sectores se han aplicado procesos semi-elaborados (purés), como producto intermedio para las industrias procesadoras de frutas en el exterior (Navas, 2009).

Las bananeras entregan sus excedentes o fruta de rechazo a las comunidades para la alimentación humana y animal, también es desechado al aire libre presentando problemas ambientales y económicos para los bananeros. El porcentaje de banano rechazado que se genera en relación a la producción total del banano en el Ecuador representa el 25%, que no son utilizados óptimamente y un porcentaje no tan elevado de este se destina a la comercialización nacional (Martínez, Lapo, Pérez, Zambrano, y Maza, 2015; Sartori y Menegalli, 2016).

Los bananos al pertenecer al grupo de frutos climatéricos, tienen la característica de seguir madurando después de la cosecha debido al incremento de la actividad respiratoria, lo que conlleva la pérdida de la calidad sensorial (ablandamiento y oscurecimiento) del fruto, debido a la alteración de la estructura de la pared celular y por el metabolismo; la modificación de azúcares, ácidos orgánicos y compuestos volátiles (Dos Santos *et al.*, 2015).

La facilidad de descomposición del fruto una vez maduro (ablandamiento y la oxidación) producida por posibles causas físicas como la temperatura inadecuada, la pérdida o ganancia de humedad y radiaciones, también las reacciones con el oxígeno, sin descartar las causas biológicas hacen que el

banano se desperdicie (Universidad Nacional Abierta y Distancia [UNAD], 2013).

Consecuentemente el tiempo de disponibilidad del fruto maduro para su consumo es máximo de 6 a 7 días, no se aplican tecnologías de aprovechamiento industrial que permitan alargar el tiempo de vida de este alimento y disponer de sus nutrientes, los cuales pueden conservarse mediante la elaboración de un puré de frutas a partir del banano con cítricos, este último con la finalidad de reducir el uso de aditivos artificiales.

Con el fin de una alternativa de producción tomando en consideración las relaciones de frutas se plantea: ¿Será posible establecer la relación óptima de banano-cítrico para la obtención de un puré de frutas de calidad?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación tiene como finalidad establecer el desarrollo técnico y procedimental en la elaboración de productos con escasa innovación como lo es el banano, aprovechando el avance tecnológico y el conocimiento que día a día crece, fortaleciendo la industrialización de materias primas olvidadas y desperdiciadas cuya transformación o valor agregado se basa en metodologías alcanzables.

En la producción de las bananeras del entorno hay materia prima que no cumple con los requerimientos de exportación, considerándose banano de rechazo del cual no se realiza ningún procesamiento. Razón por lo cual, se considera que existe la oportunidad de crear valor al banano rechazado mediante la elaboración de productos de bajo costo, a través de la optimización de la materia prima mediante el empleo de métodos técnicos y científicos.

El banano presenta una alternativa para hacer frente al problema que afecta primordialmente a los países en vías de desarrollo, como es la deficiente alimentación ocasionada por los altos costos de un producto o por el consumo de alimentos con propiedades poco recomendadas en la ingesta balanceada de un individuo.

El banano aporta vitaminas A, C, B1, B2, B6, B9 -ácido fólico- y E. Por otra parte, en cuanto a los minerales, se encuentran el potasio, magnesio, hierro, selenio, zinc y calcio. La lista de beneficios incluye el contenido de triptófano, el cual se presenta como un aminoácido esencial (Mallada, 2016).

Por otra parte las frutas cítricas poseen excelentes propiedades además entre sus componentes están el ácido cítrico y ascórbico ideales para ser utilizadas en el puré de frutas como conservantes naturales que proporcionen un producto más saludable, criterio fundamental en la combinación del banano con frutas cítricas.

El puré con jugo de frutas cítricas es una alternativa ideal para la conservación del banano maduro que proporciona excelentes características nutricionales, generando una opción más de consumo que comúnmente se utiliza en bebidas, cremas, coladas entre otras, considerando la necesidad del consumidor actual que tiene solo minutos para alimentarse, este requerimiento se satisface proporcionándoles alimentos de consumo rápido; además un producto con excelentes propiedades para compensar el desgaste en el trabajo y ciclo estudiantil.

Cabe mencionar que el puré elaborado se utilizará principalmente en la alimentación de niños, mujeres embarazadas, mujeres en periodo de lactancia, ancianos y deportistas debido a las características alimenticias de esta fruta es un alimento completo. También se podrá consumir adicionándolo en otros alimentos de rápida preparación como jugos, batidos, coladas, postres, entre otros, facilitando el trabajo a la hora de alimentarse. Además existen otros usos en la industria de jugos de frutas, repostería y panadería.

Por otro lado, el sector bananero por su influencia en el entorno y al ofertar materia prima que permita elaborar el puré contribuye a la mejora del nivel socioeconómico de los productores y la matriz productiva del país.

En el presente trabajo de investigación se contribuye al factor primordial del ser humano siendo una necesidad básica de vida, priorizando el bienestar del individuo aportando en los objetivos 2. Hambre cero, 3. Salud y bienestar

también el 12. Producción y consumo responsable, pertenecientes a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la relación óptima de los jugos de frutas cítricas que contribuyan a la calidad del puré de banano mediante diseño de superficie de respuesta.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la relación óptima de jugos de frutas cítricas para la elaboración de puré de banano.
- Evaluar el comportamiento fisicoquímicos del puré de banano para el cumplimiento de la normativa vigente.
- Efectuar análisis microbiológico del puré para la determinación de su inocuidad.

1.4. HIPÓTESIS

Los porcentajes de jugos de naranja y limón influyen en la calidad del puré de banano.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN DE BANANO

La actividad del banano en el Ecuador desde hace sesenta años ha tenido y tiene un peso importante en el desarrollo del país, tanto desde el punto de vista económico como social. En lo económico por su participación en el PIB (Producto Interno Bruto) y en la generación de divisas y en lo social por las fuentes de empleo que genera y más aún por su peso importante en determinadas regiones de la costa ecuatoriana (Salazar y Del Ciopo, 2015).

El banano (género Musa) pertenece a la familia de las musáceas, es una de las frutas más consumidas en el mundo (Rayo, 2013), además es la base de la economía de algunos países como: India, Brasil, Costa Rica, Ecuador, China. El cuarto cultivo alimenticio más importante después del arroz, el trigo y el maíz (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2014). En el año 2012 el volumen bruto de las exportaciones mundiales de banano alcanzó un récord de 16,5 millones de toneladas. En ese año Ecuador, uno de los principales exportadores del cultivo Cavendish, suministró 5,3 millones de toneladas de banano a los mercados mundiales lo que representó el 32% del comercio mundial.

2.1.1. CRITERIOS DE RECHAZO DE BANANO PARA EXPORTACIÓN

La exportación de banano en el Ecuador, se realiza enviando banano con altos estándares de calidad de acuerdo con CODEX ALIMENTARIUS establecida por la FAO y la OMS (Food and Agriculture Organization of the United Nations), ofreciendo por ende productos de excelente calidad a nivel nacional e internacional, cumpliendo las exigencias del mercado más competitivo, y estableciendo una relación de beneficio mutuo entre productores, exportadores y clientes internacionales, respetando la normativa bananera, ambiental, laboral y tributaria vigente (Salazar y Del Ciopo, 2015).

Pese a la inversión de las grandes multinacionales en nuevas y mejoradas instalaciones para optimizar la producción, post-producción y transporte del banano, alrededor del 25% de la producción total es rechazado debido básicamente a que no cumple con los requerimientos de primera calidad

(variedad, clase "A" premium, número de dedos por mano, color, apariencia, tamaño de los dedos, calibre, empaque, condiciones fitosanitarias etc.). Si el motivo del rechazo está relacionado con un manejo inadecuado en postcosecha, el banano se convierte en un desecho (Martínez, *et al.*, 2015; Sartori y Menegalli, 2016).

De acuerdo con Ramírez y Solórzano (2012) el banano rechazado para exportación en Ecuador se produce en el proceso de corte y fruta procesada por: defectos por el manejo del racimo una vez cortado (daño de pulpa, mutilado, estropeo o maltrato, etc.), defectos de insectos y otros animales (mancha roja y rasguños de animales), por microorganismos (pudrición, mancha negra, etc.), defectos ocasionados por el medio ambiente y genético (dedos mellizos o más, punta amarilla y quema de sol, etc.) y defectos por productos químicos (quemadura y residuos químicos). También hay rechazo en el proceso de control de calidad en el puerto: por los defectos por selección (flores, dedo corto, etc.) y empaque (estropeo, daño de pulpa, sucio, etc.).

2.1.2. USOS DEL BANANO DE RECHAZO

En Ecuador, parte del banano de rechazo se destina al consumo interno, piensos para alimentación animal, descomposición en aire libre (Sucunta y Pluas, 2012). El procesamiento del banano rechazado no se realiza debido a la escasa innovación de productos en el mercado, otra limitante es la facilidad de descomposición del fruto.

2.2. INDUSTRIALIZACIÓN DEL BANANO DE RECHAZO

El banano de rechazo es materia prima para varios productos elaborados: como banano en almíbar, en rodajas deshidratadas, congelado, deshidratado en hojuelas, fermentado para bebidas alcohólicas, etanol y vinagre, harina y polvo de banano, jaleas, mermeladas, compotas y bocadillos, jugos, néctares, y bebidas no alcohólicas (Aguilar y Silva, 2016).

En el aprovechamiento de los bananos que no son aptos para la exportación, con la finalidad de generar un producto con valor agregado y de esta manera evitar que se rechacen, se realizan también procesos de deshidratación osmótica. En este estudio los experimentos efectuados sirvieron para

establecer los parámetros de la cinética de deshidratación osmótica, en la cual se realizó un diseño de experimento con concentraciones de sacarosa (55 y 65°Brix), temperatura (50 y 70°C) tomando en cuenta la pérdida de agua, para descifrar la mejor combinación (Caicedo, 2017).

2.2.1. PURÉ DE BANANO

El puré de banano se produce a partir de frutas frescas, con una maduración óptima y sin inicio de fermentación. Su tiempo de vida útil es extenso debido al tratamiento térmico que se somete como es la esterilización que se encarga de destruir microorganismos patógenos y poder obtener un producto inocuo de calidad que no ocasione problemas a futuro (Yapangui, 2016).

En las industrias alimenticias producen diferentes tipos de puré de banano de acuerdo a los requerimientos de los diferentes países, entre estos: Puré de Banano Natural, 100% Banano sin Semilla (NS), puré de banano de baja acidez con ácido ascórbico y cítrico sin semillas (p-as), puré de banano acidificado y ácido ascórbico sin semillas(as), puré de banano "baby food"(pbbf), puré de banano acidificado con ácido ascórbico, sin semillas. Orgánico (ase), etc., (Industrias Borja, 2016).

Según la Norma Ecuatoriano de Normalización [INEN] (2008) pulpa (puré) de frutas es el producto carnosos y comestible de la fruta sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procesos tecnológicos adecuados; por ejemplo, entre otros: tamizando, triturando o desmenuzando, conforme a buenas prácticas de manufactura; a partir de la parte comestible y sin eliminar el jugo, de frutas enteras o peladas en buen estado, debidamente maduras, o a partir de frutas conservadas por medios físicos, requisitos especificados en la Norma mencionada (Anexo 3).

2.2.2. CONSERVANTES UTILIZADOS EN EL PURÉ DE FRUTAS

En la elaboración de puré de frutas se utilizan conservantes como el ácido ascórbico para preservar el color y el ácido cítrico para regular el pH. El puré de banano acidificado: Se elabora a partir del banano maduro, ácido ascórbico y ácido cítrico. Presenta un color típico, olor y sabor de la banana madura con

cierto toque ácido, que es la característica que lo hace diferente del puré de banano no acidificado (Navas, 2009).

- **ÁCIDO ASCÓRBICO**

La vitamina C o ácido ascórbico es una vitamina hidrosoluble también denominada antiescorbútica. Es la mejor conocida de todas las vitaminas. La vitamina C es especialmente rica en vegetales de consumo en crudo y de manera inmediata: frutas y ensaladas.

Entre las fuentes alimentarias de vitamina C se tiene: Cítricos y sus zumos, naranja, limón, pomelo, fresa, fresón, kiwi, albaricoque, melocotón, pera, manzana, melón, tomate; también vegetales foliáceos (de hoja verde), brócoli, espárrago, col, pimiento y la patata. El ácido ascórbico participa en reacciones de oxidación celular, por eso, es un componente antioxidante de la alimentación (Ruiz, 2018).

- **ÁCIDO CÍTRICO**

Para su producción a gran escala se utiliza la fermentación del hongo *Aspergillus niger* entre otros métodos de obtención. Por su sabor agradable, baja toxicidad y otras propiedades fisicoquímicas, el ácido cítrico es uno de los principales aditivos alimentarios, usado como conservador, antioxidante, acidulante y saborizante de alimentos, además es ampliamente usado en medicamentos. Las aplicaciones del ácido cítrico en la vida cotidiana son amplias y variadas (Muñoz, 2014).

El ácido cítrico es un compuesto orgánico intermedio en el ciclo del ácido tricarbóxico, presente en todos los seres vivos. Se puede encontrar de forma natural en las frutas cítricas como limón, naranja, mandarina, toronja, piñas, melocotones, etc. Es ampliamente utilizado en alimentación, bebidas, fármacos, cosméticos y textil. Otros usos menos frecuentes son tratamientos de aguas y recubrimientos metálicos. Se emplea como saborizante, conservante, prevención y eliminación de turbidez, antioxidante, mejorador de color, regulador de pH, secuestrante de metales, emulsionante, etc (Rivada, 2008).

Los cítricos pertenecen a un grupo de frutos denominados citrus. Hay diferentes tipos de árboles citrus y tienen una gran posibilidad de hibridación, lo que da lugar a un amplio abanico de variedades de cítricos. Estos son los tipos de cítricos más habituales: cidra, limón, mandarina, naranja, pomelo y clementina (Aguirre, 2017).

A continuación en la tabla 2.1 se muestran resultados químicos; entre ellos, el de acidez total de otros tipos de frutas predominando en estos el ácido cítrico (Guillén, 2008).

Tabla 2.1. Características físico-químicos de frutas cítricas

	NARANJA	LIMÓN	POMELO	MANDARINA
Zumo (%)	47,1	54,7	51,1	41,6
Pulpa (%)	5,9	4,7	4,4	18,3
Densidad (g/cm ³)	1,05	1,03	1,05	1,09
Ph	3,6	2,5	3,0	4,0
Acidez (%)	1,9	6,3	2,7	1,6
Vit C (mg/100 mL)	50,2	37,6	38,9	43,9
Azuc Red (%)	2,2	1,5	1,6	2,4
I.F (mLNaOH) 0.1N/10 mL zumo	0,9	2,3	1,5	2,0

2.2.3. MÉTODOS DE ELABORACIÓN DE PURÉ DE BANANO

El procedimiento de elaboración es el siguiente: Seleccionar el banano maduro, se lava. La fruta se pela, tomando las precauciones sanitarias del caso. Se pulpea la fruta (puede realizarse en licuadora o pulpeadora). Se agrega una solución de ácido cítrico o ascórbico para evitar el pardeamiento enzimático. Se homogeniza y luego se pasteuriza a 128°C. Por último, se envasa asépticamente (Guzmán, 2014).

En la elaboración de puré de banano se utilizarán sólo frutas frescas, maduras, sin inicios de fermentación. La cáscara de las frutas maduras, que se podrá separar fácilmente de la pulpa, será de color amarillo parejo. Después de su cosecha los plátanos se seleccionarán, lavarán, pelarán a mano y se colocarán directamente en una solución de ácido cítrico al 4% y de ácido ascórbico al 1% para evitar su coloración (Naturland, 2002).

2.3. CALIDAD EN EL PURÉ DE FRUTAS

La calidad se relaciona con las exigencias de los consumidores con respecto a la satisfacción de sus necesidades. Las necesidades son el conjunto de todas las características de un producto o servicio que tengan importancia para el cliente ya sea por bienestar o facilidad que contribuya a mejorar su nivel vida (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2013).

En base al análisis físico químico, microbiológico y evaluación sensorial se selecciona la fórmula más apropiada para determinar la calidad del puré de frutas.

2.3.1 CALIDAD EN EL PURÉ DE BANANO

Es producido a partir de la pulpa de banano, es libre de semillas el cual contiene ácido cítrico para ajustar el pH y el ácido ascórbico para estabilizar el color. Además este adquiere una alta calidad aséptica al ser sometido a un proceso térmico. Se presentan las características que debe tener el puré de banano en la tabla 2.2, como materia prima para la elaboración de las compotas (Navas, 2009).

Tabla 2.2. Especificaciones técnicas del puré de banano

PARÁMETROS	CARACTERÍSTICAS
Apariencia	Natural cremosa
Color (Hunter-Lab)	L= 58 - 69 a= - 2 + 4 b= 13 - 27
Brix	22 - 24
pH	4,70 -5
Consistencia (Bostwick) (cm/30 s)	3 - 8 (cm/30 s)
Semillas	No aplica
Microbiología	Comercialmente estéril
Almacenamiento °C	Óptima 5 - 15 Aceptable 16 - 30 Evitar exposición al sol
Tiempo de vida	12 meses

Consistencia: se determina con la longitud que recorre el puré en un plano inclinado en un tiempo determinado a temperatura ambiente (cm/s a 25°C). El

equipo que determina este parámetro en los alimentos es el consistómetro de Bostwick. El puré de banano recorre entre 3 a 8 cm en 30 s a 25°C (Robalino, 2009).

Cantidad de semillas: este parámetro indica la cantidad de puntos negros y semillas que tiene el puré. La medición se hace por cada 100 gramos de muestra de puré, tomada aleatoriamente del lote del producto tratado (Norma Técnica Colombiana 440 [NTC 440], 1971).

2.3.2. MÉTODOS PARA DETERMINAR PARÁMETROS DE CALIDAD

Se explica la metodología que emplean diversas empresas procesadoras para determinar parámetros de calidad del puré de banano. En la tabla 2.3, se aprecia el consolidado de los métodos que se realizan para determinar los parámetros de calidad al puré de banano, muy importantes para la aceptación por parte del consumidor (Guzmán, 2014).

Tabla 2.3. Consolidado de métodos para determinar los parámetros de calidad

Características físico-químicas	Especificación	Método de ensayo
Brix a 20°C	22-24	ISO 2173-2003
Acidez cítrica (%)	0,25-0,4	ISO 750-1998
pH a 20°C	4,7-5	ISO 1842-1991
Cantidad de semillas en 100 g de pulpa	0 a 10	NTC 440
Consistencia en cm/30 s a 25°C	3 a 8	

- **ISO 2173-2003: Frutas y hortalizas – Determinación de sólidos solubles, método refractométrico**

Principio:

Esta norma internacional determina el índice de refracción de una solución de ensayo midiéndola a 20°C ± 0,5°C, usando un refractómetro. El índice de refracción se correlaciona con la cantidad de sólidos solubles (expresado como la concentración de sacarosa) utilizando tablas, o por lectura directa en el refractómetro de la fracción de masa de sólidos solubles.

Preparación previa de la materia prima:

Para productos intermedios gruesos (purés, etc.), se debe mezclar bien la muestra de laboratorio. Posteriormente, se tamiza una parte de la

muestra, a través de una gasa doblada en cuatro, rechazando las primeras gotas del líquido, y reservando el resto del líquido para la determinación.

Condiciones especiales en las que se efectúa la medida:

- a) Ajuste la circulación de agua con el fin de operar a la temperatura deseada (entre 15 y 25°C) y permitir que fluya a través de los prismas del refractómetro a la misma temperatura, la cual permanecerá constante dentro de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante la determinación.
- b) Poner la solución de prueba para la medición de temperatura. Ponga una pequeña cantidad de la solución de ensayo (2 o 3 gotas son suficientes) en el prisma fijo del refractómetro y ajustar inmediatamente el prisma móvil.
- c) Iluminar el campo de visión. El uso de una lámpara de vapor de sodio permite que los resultados sean más precisos (especialmente en el caso de productos coloreados y oscuros).
- d) Llevar la línea que divide la parte clara y oscura de la superficie en el campo de visión hasta el cruce de los hilos.
- e) Finalmente, leer el valor del índice de refracción o la fracción de masa de sacarosa, de acuerdo con el instrumento utilizado (Organización internacional de normalización [ISO], 2003).

ISO 750-1998: Frutas y hortalizas – Determinación de la acidez titulable

Principio:

Esta norma internacional especifica dos métodos para la determinación de la acidez en productos elaborados a base de frutas y hortalizas.

✓ **Método potenciométrico**

Consiste en una valoración potenciométrica con una solución volumétrica patrón de hidróxido de sodio.

✓ **Método de rutina**

Consiste en una valoración con una solución volumétrica estándar de hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína como indicador.

Preparación previa de la materia prima:

- ✓ Para productos que incluyen líquido que es fácilmente separable (por ejemplo, jugos, jarabes de frutas en conserva, entre otros), se debe trabajar una muestra previamente filtrándola, a través de algodón, papel de filtro o tela.
- ✓ Luego, realizar una transferencia, por medio de la pipeta de 25 mL del filtrado al matraz volumétrico de 100 mL. Diluir hasta la marca con agua y mezclar bien.

Para eliminar el dióxido de carbono de los productos líquidos carbonatados se debe agitar a presión reducida durante 3 a 4 min. También es posible tomar una muestra de la masa, pesar con precisión de 0,01 g, por lo menos 25 g de la muestra de laboratorio.

Para productos congelados o ultracongelados dejar que estos se descongelen en recipientes cerrados, luego mezclar o combinarlos con el líquido producto de este proceso. Posteriormente, se retira los tallos, piedras, semillas o pepitas.

En caso de productos deshidratados o secos, cortar en trozos una parte de la muestra, homogeneizar o triturar en el mortero. Luego, se pesa con precisión de 0,01 g por lo menos 25 g de la muestra de laboratorio. Posteriormente, se transfiere al matraz Erlenmeyer con 50 mL de agua caliente y se mezcla hasta alcanzar homogeneidad. Después de acoplar el refrigerante de reflujo al matraz Erlenmeyer y calentar el contenido en un baño maría de agua hirviendo durante 30 minutos. Por último, enfriar y trasvasar el contenido del Erlenmeyer a un matraz aforado y enrasar con agua para finalmente mezclar y filtrar.

Soluciones para la titulación:

Se emplea únicamente reactivos de grado analítico reconocido y agua destilada o desmineralizada o agua de pureza equivalente.

- ✓ El hidróxido de sodio, solución volumétrica patrón, (NaOH) = 0,1 mol/L.
- ✓ Soluciones tampón de pH conocido, para calibración del equipo.
- ✓ Solución de fenolftaleína (10 g/L) etanol de 95% v/v.

Condiciones especiales en las que se efectúa la medida:

Se debe comprobar que el pH-metro funcione correctamente con las soluciones tampón.

✓ Para el caso del método potenciométrico, transferir 25, 50 o 100 mL de la muestra de ensayo diluida a un vaso de precipitados con agitador. Luego, agitar la muestra y rápidamente con la bureta solución de hidróxido de sodio hasta que el pH sea de $7 \pm 0,2$. Posteriormente, agregue lentamente más hidróxido de sodio hasta que el pH sea de $8,1 \pm 0,2$.

✓ Para el caso del método de rutina, transferir 25, 50 o 100 mL de la muestra de ensayo diluida a un vaso de precipitados con agitador. Añadir 0,25 a 0,5 mL de la solución de fenolftaleína. Luego, agitar la muestra y añadir rápidamente con la bureta solución de hidróxido de sodio hasta alcanzar un color rosa que persista durante 30 segundos (ISO, 1998).

ISO 1842-1991: Determinación del pH

Principio:

Esta norma internacional trabaja la medición del potencial diferente entre dos electrodos sumergidos en el líquido a ensayar.

Preparación previa de la materia prima:

Para el caso de productos gruesos o semi-gruesos, es difícil separar los líquidos (por ejemplo, jarabes, mermeladas, purés, jaleas, etc.). Se debe mezclar una parte la muestra y molerla, si es necesario, en una licuadora o mortero; si el producto obtenido todavía es demasiado grueso, añadir una pequeña cantidad de agua destilada y, si es necesario, mezclar bien con una licuadora o mortero.

Condiciones especiales en las que se efectúa la medida:

Se utiliza una porción de volumen de ensayo preparada suficientemente para la inmersión de los electrodos, conforme al aparato utilizado.

Luego, se debe calibrar el pH-metro con la solución tampón. Seguidamente se introducen los electrodos a la porción de muestra, se debe tener en cuenta la temperatura para la corrección correspondiente. Dejar que el pH-metro se estabilice. Efectuar dos veces la determinante para tomar un valor.

Cálculo:

Se toma como resultado la media aritmética de las dos determinaciones. Reporte el resultado de al menos 0,05 pH unidad (ISO, 1991).

NTC 440: Determinación de puntos negros

Esta norma consiste en la determinación de puntos negros en una cantidad de puré, en este caso, de banano orgánico. El ensayo se va desarrollando de la siguiente manera:

- ✓ Se coloca un vidrio transparente de 40 x 40 cm de lado, sobre este se colocan 10 g del producto (puré de banano) y luego, se procede a colocar el otro vidrio del mismo tamaño, de manera que el producto se extiende por toda el área y se hace fácil la visualización de los puntos negros.
- ✓ Luego, se realiza el conteo de estos puntos negros de manera que al concluir toda el área se pueda saber cuántos puntos negros hay por cada 10 g de producto.

2.4. INSUMOS QUE SE UTILIZARON EN LA INVESTIGACIÓN**2.4.1. BANANO**

El banano es una fruta tropical de piel gruesa y pulpa carnosa de tonalidad blanca o ligeramente amarillenta y cuando está maduro tiene un sabor y un olor suave y delicado. El Ecuador es el primer exportador de banano a nivel mundial y el tercer productor mundial de la fruta. El país goza de condiciones climáticas excepcionales (Asencio, 2013).

El banano (género *Musa*) pertenece a la familia de las musáceas, es una de las frutas más consumidas en el mundo, originario de Asia meridional y el cultivo más importante en las zonas tropicales y subtropicales. El más común, y del que depende la industria comercial bananera, es el banano Cavendish, dulce y sin semillas. La variedad de banano *Cavendish* representa el 95 por ciento de todos los bananos comercializados, no tiene semillas, por lo que resulta muy apropiada para el consumo (FAO, 2016).

2.4.2. NARANJA BLANCA VALENCIA

Fruto de consumo de forma globosa y de pulpa dividida en gajos es considerada un fruto ácido cítrico proveniente del árbol de naranjo. Su principal característica es el aporte de vitamina C y se distingue de los demás cítricos por tener la pulpa de color amarilla (Aguirre, 2017).

El grupo de las blancas o lisas se distinguen de las navel porque no presentan el ombligo y porque su piel es más lisa y no tan gruesa. Además suelen tener más pepitas en los gajos, aunque no todas las variedades. Respecto al color, pueden ir desde el amarillo pálido de alguna variedad hasta el naranja intenso de variedades como la valencia o la valencia late. Se pueden utilizar tanto para comer como para zumos, pero destacan las variedades pensadas para zumo, como la valencia, que tiene la piel muy fina, mucho jugo, poca carne y apenas semillas. Además es muy ácida ideal para zumos (Sabaté, 2018).

2.4.3. LIMÓN CRIOLLO (SUTIL)

El limón sutil se cultiva en los valles cálidos de la sierra y valles secos de la costa, entre ellos están Portoviejo, Santa Elena, Santa Isabel, Puerto Quito, Chota y Guayllabamba. En las zonas del valle de Portoviejo, como Riochico, Rocafuerte, La Balsita, Bijagual, Playa Prieta, La Encantada, Arreaga, San Vicente y Chacras.

El limón sutil *Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle es una de las principales especies del género Citrus, los cítricos son sensibles a las heladas de invierno, se adapta con mayor facilidad en las zonas donde la temperatura promedio oscilan entre 18°C como temperatura mínima y 28°C como máxima y con un suelo franco arenoso con buen drenaje (Sánchez, 2005).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La investigación se realizó en la ESPAM “MFL” ubicada en el sitio “El Limón”, en la ciudad de Calceta perteneciente al cantón Bolívar, la elaboración del puré de frutas en el taller Agroindustrial en el área de frutas y vegetales de la entidad antes mencionada. Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la ULEAM (Anexo 4).

3.2. DURACIÓN

La investigación se desarrolló durante 6 meses desde diciembre de 2018 hasta junio de 2019. En este tiempo se realizó el levantamiento de la información y posteriormente se pasó al plano operacional, el cual consistió en la elaboración del puré de frutas y los posteriores análisis.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1. MÉTODO EXPERIMENTAL

Se empleó en el desarrollo procedimental de la elaboración del puré de frutas y en la realización de los análisis fisicoquímicos; también en la evaluación del comportamiento microbiológico del producto durante 15 y 30 días, criterios planteados en la investigación.

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores que se manejaron para determinar la calidad del puré de frutas fueron:

FACTOR A: Porcentaje de jugo de naranja

FACTOR B: Porcentaje de jugo de limón

NIVELES DE A

a₁: 7,5%

a₂: 8,75%

a₃: 10%

NIVELES DE B

b₁: 5%

b₂: 7,5 %

b₃: 10%

TRATAMIENTOS

Los tratamientos de la interacción de AxB se detallan en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Detalle de los tratamientos

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	
		% jugo de naranja	% jugo de limón
T ₁	a ₁ b ₁	7,5	5
T ₂	a ₁ b ₂	7,5	7,5
T ₃	a ₁ b ₃	7,5	10
T ₄	a ₂ b ₁	8,75	5
T ₅	a ₂ b ₂	8,75	7,5
T ₆	a ₂ b ₃	8,75	10
T ₇	a ₃ b ₁	10	5
T ₈	a ₃ b ₂	10	7,5
T ₉	a ₃ b ₃	10	10

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el Diseño Completamente al Azar en arreglo factorial AXB (3^2) dando un total de nueve tratamientos con dos repeticiones, el total de unidades experimentales fue de 18. Al diseño antes indicado se le aplicó RMS (metodología de superficie de respuesta) como se evidencia en la tabla 3.2 para encontrar el nivel óptimo (medio) de los factores en estudio.

Atributos de la Superficie de Respuesta

Clase de diseño: Superficie de Respuesta

Nombre del Diseño: Factorial de 3 niveles: 3^2

Diseño Base

Número de factores experimentales: 2

Número de bloques: 2

Número de respuestas: 1

Número de corridas: 18

Grados de libertad para el error: 11

Aleatorizar: No

Tabla 3.2. Metodología de superficie de respuesta

Factores	Bajo	Alto	Unidades	Continuo
Factor_a	7.5	10	%	Sí
Factor_b	5	10	%	Sí

Este modelo de segundo orden contiene términos que representan efectos principales, interacciones de segundo orden, y efectos cuadráticos.

$$Y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_{12}X_1X_2 + \beta_{13}X_1X_3 + \beta_{23}X_2X_3 + \beta_{11}X_1^2 + \beta_{22}X_2^2 + \beta_{33}X_3^2 + \varepsilon \quad [3.1]$$

3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental consistió en 1000 g de puré, compartido en 4 envases de vidrio de 250 g. Se elaboró el puré utilizando las relaciones cítricas definidas y complementadas hasta el 100% con pulpa de banano *cavendish* (teniendo un total de material experimental de 18 Kg).

3.7. VARIABLES EVALUADAS

En esta investigación se realizaron los siguientes análisis:

3.7.1. Indicadores fisicoquímicos

- Sólidos solubles (°Brix): Utilizando el brixómetro
- Acidez (%): Método por acidez titulable
- pH: Manipulando el pHmetro
- Color (Coordenadas L*a*b*): Haciendo uso del colorímetro Konica Minolta R400

3.7.2. Indicadores microbiológicos

- Coliformes NMP/ml: Determinación de microorganismos coliformes por la técnica del número más probable. Método NTE INEN 1529-6
- Coliformes Fecales NMP/ml: Determinación de microorganismos fecales y *E. coli*. Método NTE INEN 1529-8
- Recuento estándar en placa REP UFC/ml: Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. REP. Método NTE INEN 1529-5
- Recuento de mohos y levaduras UP/ ml: Recuentos en placa por siembra en profundidad. Método NTE INEN 1529-10 (Anexo 3)

Los resultados de los análisis microbiológicos fueron comparados de forma directa con la norma INEN 2337:2008.

3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO

En la figura 3.1 se presentan las operaciones que se describen a continuación:

3.8.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

RECEPCIÓN DE LA FRUTA: El banano Cavendish se recibió de la finca Nueva Esperanza, bananera ubicada en la parroquia Ángel Pedro Giler (La Estancilla). Para facilitar el trabajo en la extracción al pelar el banano, se lo recibió en dedos, al recibir la fruta se lavó, seleccionó y desinfectó. Las frutas cítricas limón criollo (sutil) y naranja blanca valencia se recibieron días posteriores de fincas y haciendas aledañas.

MADURACIÓN: Se realizó una maduración natural, hasta que la madurez de consumo sea la adecuada con 22 °Brix.

LAVADO: Se procedió a lavar el banano con hipoclorito de sodio y agua para eliminar impurezas no deseables.

EXTRACCIÓN: Se despulpó extrayéndolo de la cáscara de forma manual, una vez pelado se lleva al triturado.

TRITURADO: Se utilizó una licuadora industrial con velocidad de 22000 RPM que recibió todo el banano y en un tiempo de 2 a 3 minutos lo convirtió en puré.

FILTRADO: Está compuesto por una malla de acero inoxidable de 0,4 mm de tamaño de luz; su función primordial es retener desperdicios ya sea impurezas, semilla y cicatrices de la fruta de mayor magnitud.

PESADO: Se procedió a pesar la pulpa del banano y a medir el jugo de las frutas cítricas considerando las relaciones establecidas en la variable independiente.

ACIDIFICACIÓN: Una vez pesado, se añadió el jugo de las frutas cítricas naranja y limón en la pulpa de banano.

HOMOGENIZADO: Por este proceso se redujeron las fibras del puré, es aquí donde se reguló la consistencia del producto esta operación se realizó durante 10 minutos.

PASTEURIZADO: Se pasteurizó el producto a temperaturas de cocción de 65°C por 30 minutos, para obtener un producto sin microorganismos y no causar daño al consumidor final.

LLENADO: Se llenó el puré en envases de vidrio de 250 g previamente esterilizados

ESTERILIZADO: Una vez que se llenó el puré de frutas, se lo selló de forma manual para luego ser esterilizado a una temperatura de 121°C en un lapso de 20 minutos .

ALMACENADO: Se almacenó el producto terminado en refrigeración a temperatura de 4°C (Anexo 2). Trascorridas 24 horas se tomaron las muestras físico-químicas. Para evaluar el comportamiento del producto se tomó una muestra al azar por tratamiento a los 15 y 30 días, para los análisis microbiológicos.

En un proceso aparte se receptaron las frutas cítricas naranja y limón para ser utilizados como acidificantes naturales:

- **LAVADO:** Se lavaron las frutas cítricas (naranja y limón) con hipoclorito de sodio y agua para desinfectar y eliminar residuos.
- **EXTRACCIÓN:** Se procedió a extraer el jugo de las frutas cítricas con un exprimidor manual, para ser añadidos a la pulpa de banano en las medidas correspondientes.

En la etapa del llenado los envases fueron previamente lavados para eliminar residuos y esterilizados a una temperatura de 85°C durante 10 minutos.

3.8.2. DIAGRAMA DE PROCESO

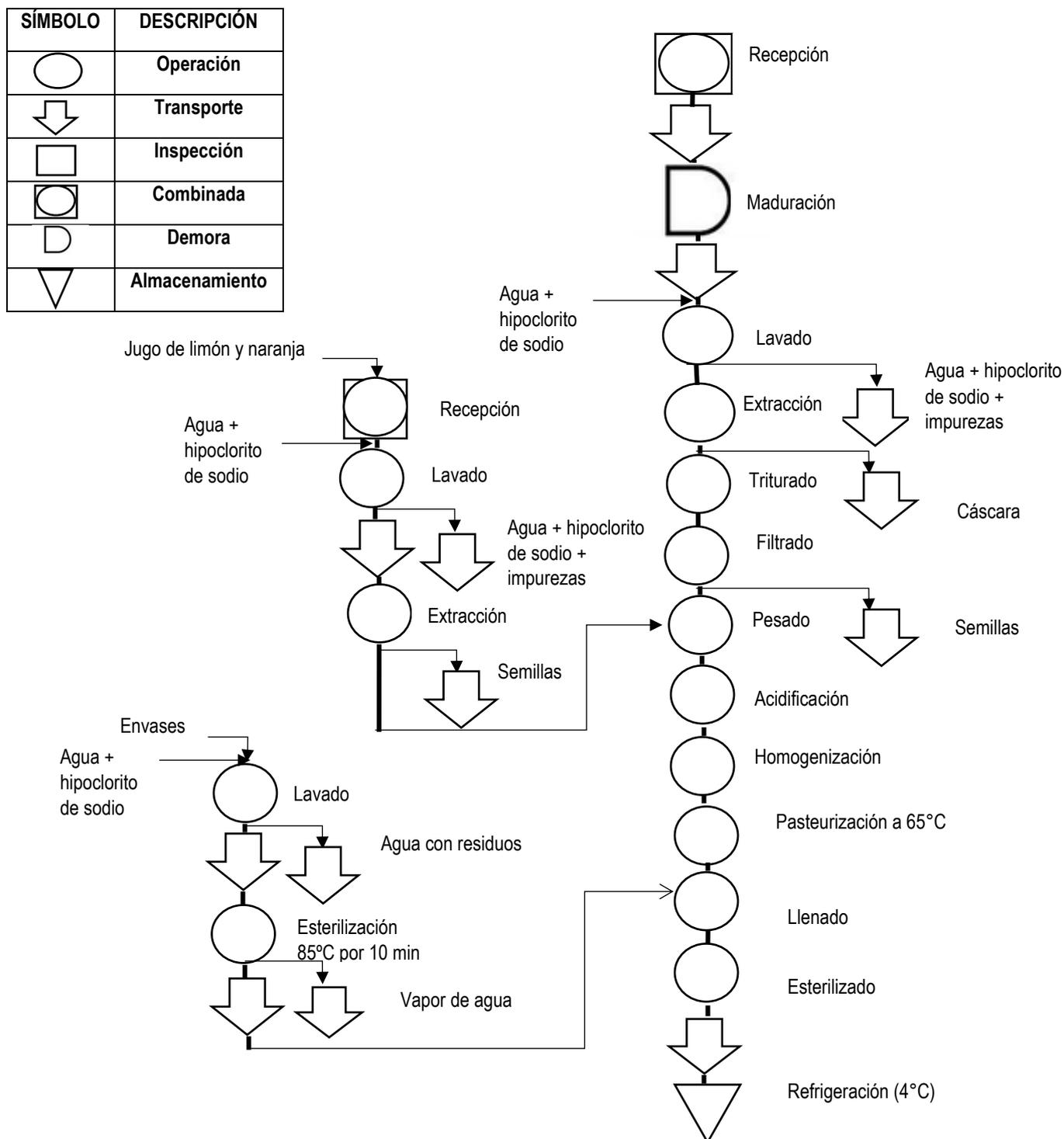


Figura 3.1. Diagrama del proceso de elaboración del puré de banano

3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de las variables fisicoquímicas (24 horas) se utilizaron las siguientes pruebas:

- a) RMS (metodología de superficie de respuesta) para encontrar el nivel óptimo (medio) de los factores en estudio.
- b) Prueba de normalidad (Shapiro will) y homogeneidad de las variables-Levene.
- c) Análisis de varianza (ANOVA): Permitió determinar las diferencias estadísticas entre las fuentes de variación de interés.
- d) Prueba de Tukey: con la cual se determinó la magnitud de las diferencias entre tratamientos. Se analizó al 5% de probabilidad de error.
- e) Se realizó el análisis de superficie de respuesta.

3.10. TRATAMIENTO DE DATOS

Para el tratamiento de los datos se utilizaron los programas statgraphics centurión (libre acceso), SPSS statistics versión 21 (libre acceso) y Microsoft Excel.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS AL PURÉ DE BANANO

En la exploración de datos de estas variables respuestas se evidenció el cumplimiento de los supuestos, encontrándose normalidad y homogeneidad en los mismos, debido a lo anterior se procedió a efectuar pruebas paramétricas.

4.1.1. SÓLIDOS SOLUBLES (°Brix)

En la tabla 4.1 se muestran los resultados del análisis de varianza para las variables respuestas: sólidos solubles, pH y acidez, tanto para los factores A (porcentaje de naranja) y B (porcentaje de limón) como su interacción (Anexo 5-A, B y C).

Para la variable sólidos solubles se evidenció diferencias estadística significativa para los factores y su interacción. Sobre este parámetro, Delgado y Flor (2016) manifiestan que los ácidos ascórbico y cítrico, de manera individual, no tienen efecto alguno sobre los grados Brix y tampoco la interacción entre ellos, debido a que el valor absoluto de los efectos no se extiende más allá de la línea de referencia, por ende, no es potencialmente importante. Esto no se cumplió en el presente estudio, debido a que en la mencionada investigación usaron ácidos sintéticos y aquí correspondió a jugos naturales de naranja y limón, donde la concentración de ácidos es fuerte.

Al realizar la categorización de los promedios de sólidos solubles, se evidencia en los niveles bajos de los factores la primera categoría estadística; lo cual se ratifica en la interacción. Esto guarda coherencia con lo indicado por Navas, (2009) al resaltar en las especificaciones técnicas del puré de banano valores óptimos de consumo de 22 a 24 °Brix; bajo este criterio, se podría incluir todos los tratamientos con el nivel bajo de naranja combinado con los niveles de limón, e inclusive el nivel de naranja optimizado combinado con el nivel bajo de limón.

Tabla 4.1. Valores promedios de los parámetros físicoquímicos del puré 24 horas de elaborado

FV	Sólidos Solubles °Brix	pH	Acidez %
% Jugo de naranja			
a ₁ (7,5)	23,717 a	3,923 a	0,270 c
a ₂ (8,75)	24,150 b	3,775 b	0,326 b
a ₃ (10)	24,700 c	3,780 b	0,370 a
p	0,000	0,000	0,000
% Jugo de limón			
b ₁ (5)	24,000 a	3,9317 a	0,256 c
b ₂ (7,5)	24,183 b	3,8350 b	0,295 b
b ₃ (10)	24,383 c	3,7117 c	0,415 a
p	0,000	0,000	0,000
Interacción			
a ₁ b ₁ (7,5 y 5)	23,400 a	3,970 b	0,235 e
a ₁ b ₂ (7,5 y 7,5)	23,800 b	4,040 a	0,250 e
a ₁ b ₃ (7,5 y 10)	23,950 bc	3,760 d	0,325 c
a ₂ b ₁ (8,75 y 5)	23,900 b	3,940 bc	0,260 e
a ₂ b ₂ (8,75 y 7,5)	24,150 c	3,705 de	0,320 c
a ₂ b ₃ (8,75 y 10)	24,400 d	3,680 e	0,400 b
a ₃ b ₁ (10 y 5)	24,700 e	3,885 c	0,275 de
a ₃ b ₂ (10 y 7,5)	24,600 de	3,760 d	0,315 cd
a ₃ b ₃ (10 y 10)	24,800 e	3,695 e	0,520 a
p (probabilidad)	0,001	0,000	0,000
SD (desviación estándar)	0,457	0,131	0,087
Letras iguales en columna no difieren estadísticamente según Tukey al 0,05 de error			

Sin embargo, al revisar la norma INEN 2337:2008, se indica que el valor mínimo requerido en sólidos solubles es de 21 °Brix, por lo tanto todos los tratamientos cumplen con este requerimiento. Debido a esto, se aplicó la opción minimizar como se muestra en la tabla 4.2, con ello se obtuvo el valor óptimo de 23,415, considerando niveles bajos de 7,5 y 5% de naranja y limón, respectivamente.

Tabla 4.2. Optimizar respuesta para minimizar sólidos solubles

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
% JUGO DE NARANJA	7,5	10,0	7,5
% JUGO DE LIMÓN	5,0	10,0	5,0

Valor óptimo = 23,4153

Se debe resaltar que en la elaboración del puré de banano no se adicionó agua, lo cual contribuyó a la concentración de sólidos solubles. Al respecto Mora (2012) señala que a mayor cantidad de agua en el puré los sólidos se

disuelven, mientras que al haber una cantidad de agua menor con la misma cantidad de sólidos, estos se concentran. Esta dinámica de optimización se puede apreciar en la figura 4.1.

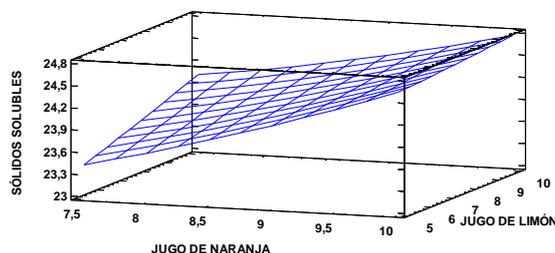


Figura 4.1. Superficie de respuesta estimada

4.1.2. pH

En el cuadro 4.1 se observa diferencia estadística significativa tanto en los factores como en su interacción para la variable pH. En lo referente a este parámetro Aguilar *et al.* (2014) reportan valores estadísticos significativos, presentando un cremogenado óptimo de 4,11. Esto se cumplió en el presente estudio tomando en cuenta que el puré de banano se elaboró añadiendo jugo de naranja y limón, reportando valores de pH bastante ácidos. Por consiguiente se registra en primera categoría estadística para los factores los niveles bajos y en la interacción al nivel más bajo de naranja combinado con el nivel optimizado de limón.

Sin embargo, este es un producto que será consumido por un sector de mercado selectivo (niños) especialmente bebés por lo que el puré no debe presentar sabores muy ácidos, debido a esto se procedió a escoger la opción maximizar para obtener el valor óptimo, como se observa en la tabla 4.3, esto reportó un valor óptimo de 4,033, tomando los niveles bajos de 7,5% de naranja y 5% de limón.

Tabla 4.3. Optimizar respuesta para maximizar pH

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
% JUGO DE NARANJA	7,5	10,0	7,5
% JUGO DE LIMÓN	5,0	10,0	5,0

Valor óptimo = 4,03389

Se debe considerar que este producto de consumo infantil (niños de 1 a 3 años) debe ser totalmente inocuo, confirmado por Clayton, Bush y Keener (2012) quienes afirman que un alimento puede ser envasado, garantizando que

no exista crecimiento microbiano especialmente de *Clostridium botulinum*, con un pH menor a 4,6. La optimización se puede observar en la figura 4.2.

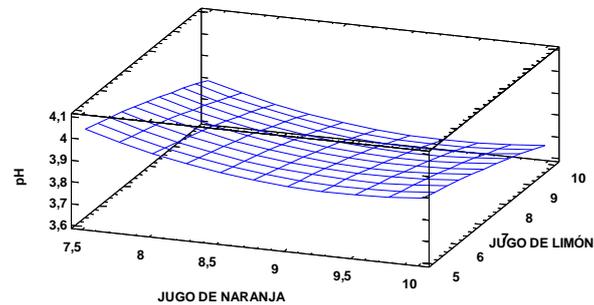


Figura 4.2. Superfície de resposta estimada

4.1.3. ACIDEZ (%)

En lo que se refiere a la variable acidez se encontró diferencias estadísticas significativas para cada uno de los factores y su interacción. Sobre este parámetro Reyes (2015) manifiesta efecto en los tratamientos, señalando un valor optimizado de acidez en puré de 0,699. Esto se cumplió en la interacción aunque en el presente estudio también se observó significancia en los factores. Los valores obtenidos en este trabajo están alejados al valor indicado por el autor antes mencionado quien utilizó en su investigación ácidos sintéticos, en cambio en esta investigación se usaron jugos de frutas cítricas en el puré de banano, obteniendo un valor mínimo de 0,235 de acidez en el tratamiento que se utilizó una formulación con menor porcentaje de naranja y limón, y un valor máximo de 0,530 de acidez en el tratamiento que se formuló con un porcentaje mayor de naranja y limón.

Al categorizar los promedios de acidez, se evidencia en los niveles más altos de los factores la primera categoría estadísticas; lo cual se corrobora en la interacción. Reyes (2015) reporta en acidez un cremogenado óptimo de 0,437, este valor se acerca a los obtenidos en esta investigación. Por otra parte este puré de banano es un alimento de consumo infantil, razón pertinente para que un producto tenga poca acidez. Debido a esto se aplicó la opción maximizar como se muestra en la tabla 4.4, con ello se obtuvo el valor óptimo de 0,501 considerando niveles altos de 10 y 10% de naranja y limón, respectivamente.

Tabla 4.4. Optimizar respuesta para maximizar acidez

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
% JUGO DE NARANJA	7,5	10,0	10,0
% JUGO DE LIMÓN	5,0	10,0	10,0

Valor óptimo = 0,501528

En esta investigación se registran valores ácidos en el puré de banano debido a la adición de jugo de naranja y limón. Existen dos clasificaciones de alimentos dependiendo de su acidez, los de baja acidez y los acidificados (Clayton *et al.*, 2012), este alimento en relación con su punto óptimo se encuentra dentro de los productos acidificados. La optimización del proceso se muestra en la figura 4.3.

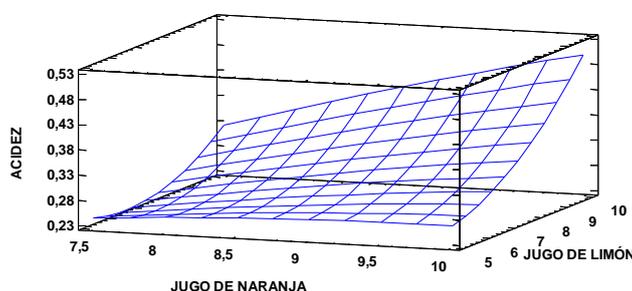


Figura 4.3. Superficie de respuesta estimada

4.1.4. COLORIMETRÍA

La variable colorimetría está constituida por los siguientes criterios: Luminosidad (L), eje de coordenada a y b (Anexo 5-D, E y F respectivamente).

LUMINOSIDAD

En la tabla 4.5 se observa que existe diferencia estadística significativa para el criterio luminosidad (L) en cada uno de los factores y su interacción debido a que el valor presentado para cada uno de ellos es menor que el p valor 0.05, se procede a realizar la prueba honestamente significativa de Tukey (HSD).

Los resultados de este estudio se aproximan a los reportados por López, Agudelo y Martino (2014) quienes encontraron valores en L de 55,3, 64,4 y 55,9 mientras que Jacho y Vásquez (2011) expresan que al adicionar hidróxido de calcio en jugos se tiene una relación directa sobre la luminosidad del producto. Navas (2009) señala en las especificaciones técnicas del puré de banano un nivel L entre 58 a 69.

Al categorizar la luminosidad se ubica en la primera categoría estadística en el factor A el nivel alto, en el factor B el nivel bajo y en la interacción el nivel optimizado de naranja y el nivel bajo de limón. Espím (2015) expresa que un color al 100% de saturación tendrá su máxima pureza con un 100% de luminosidad, y 0% será negro absoluto, el mayor valor de luminosidad para este alimento se dio en el T₄ (8,75% de naranja y 5% de limón), esto se produjo debido a que la temperatura suministrada al puré en la cocción fue de 65°C, al aplicar temperaturas superiores se producen reacciones de oscurecimiento no enzimático conocida también como reacción de Maillard (Hough, Langohr, Gómez y Curia, 2003). El incremento en el valor de L puede estar relacionado con la formación de compuestos translucido debido a la degradación térmica (Reyes y Cisneros, 2005).

EJE DE COORDENADA a

En este criterio no se encontró diferencia estadística significativa en el factor B. De acuerdo con Navas (2009) el puré de banano debe tener un nivel a entre -2 a +4. De los valores obtenidos en esta investigación estadísticamente solo se presenta al tratamiento con la menor concentración de jugo de naranja y el valor medio de jugo de limón (T₂) que no cumplen el rango señalado, pero según con el autor antes mencionado los tratamientos fuera del límite son el menor porcentaje de jugo de naranja con los dos primeros niveles de limón (T₁ y T₂).

EJE DE COORDENADA b

Con respecto a la variable colorimétrica en el criterio eje de coordenada b se observa diferencia estadística significativa en todas las fuentes de variación. Navas (2009) indica que las especificaciones técnicas del puré de banano para el eje de coordenadas b debe tener un valor entre 13 y 27. En el grado jerárquico se ubicó en la primera categoría en el factor A el nivel optimizado de naranja y en el factor B el nivel alto de limón, y en la interacción el nivel optimizado tanto de naranja y limón. De acuerdo a los valores indicados por el autor antes mencionado todos los tratamientos de este estudio están dentro del rango, esto se debe a la aplicación de temperaturas de 65°C en la etapa de cocción.

Tabla 4.5. Valores del parámetro color del puré de banano a las 24 horas de elaboración

FV	Luminosidad	Eje de coordenada a	Eje de coordenada b
% Jugo de naranja			
a ₁ (7,5)	52,393 c	-2,353 b	15,453 c
a ₂ (8,75)	53,151 b	-1,315 a	19,556 a
a ₃ (10)	53,203 a	-1,590 a	19,926 b
p	0,000	0,000	0,000
% Jugo de limón			
b ₁ (5)	53,153 a	-----	17,038 c
b ₂ (7,5)	52,700 c	-----	18,645 b
b ₃ (10)	52,895 b	-----	19,253 a
p	0,000	0,126	0,000
Interacción			
a ₁ b ₁ (7,5 y 5)	52,740 d	-2,120 b	15,175 g
a ₁ b ₂ (7,5 y 7,5)	52,070 f	-3,115 c	15,135 g
a ₁ b ₃ (7,5 y 10)	52,370 e	-1,825 ab	16,050 f
a ₂ b ₁ (8,75 y 5)	53,555 a	-1,205 ab	16,905 e
a ₂ b ₂ (8,75 y 7,5)	52,815 d	-1,025 a	21,320 a
a ₂ b ₃ (8,75 y 10)	53,085 c	-1,715 ab	20,445 b
a ₃ b ₁ (10 y 5)	53,165 bc	-1,400 ab	19,035 d
a ₃ b ₂ (10 y 7,5)	53,215 b	-1,435 ab	19,480 c
a ₃ b ₃ (10 y 10)	53,230 b	-1,935 ab	21,265 a
p (probabilidad)	0,000	0,002	0,000
SD (desviación estándar)	0,452	0,626	2,455
Letras iguales en columna no difieren estadísticamente según Tukey al 0,05 de error			

4.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2337:2008 el T₁ (7,5% de naranja y 5% de limón) a los 15 y 30 días superaron el valor permitido por la norma antes mencionada para el recuento estándar en placa REP, mohos y levaduras, como se visualiza en la tabla 4.6.

Tabla 4.6. Requisitos microbiológicos para los productos pasteurizados

	n	m	M	C	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm ³	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes Fecales NMP/cm ³	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-8
Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/cm ³	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-10

n = número de unidades

m = nivel de aceptación

M = nivel de rechazo

c = número de unidades permitidas entre m y M

De acuerdo con Mercado (2018) el ácido ascórbico como el ácido cítrico, son fácilmente encontrados en diversas frutas cítricas. Se los consideran como conservantes naturales y antioxidantes (González s.f.) evitando que las frutas y productos elaborados se descompongan.

Cabe mencionar que el tratamiento que presentó dificultades fue la formulación de los porcentajes bajos de jugo de naranja y limón (T₁); cuyo contenido de ácido ascórbico (antioxidante) y ácido cítrico no cumplen la función de conservar. Por otra parte, se observa que a medida que transcurre el tiempo aumentan los valores en el recuento estándar en placa REP, mohos y levaduras.

El T₃ (10% de naranja y 10% de limón) es el único que no presentó crecimiento de microorganismos en comparación a los demás que cumplen la norma INEN 2337:2008, Debido a que en su formulación tiene mayor porcentaje de frutas cítricas, Chavarrías (2014) indica que los cítricos son alimentos ácidos que actúan como protectores y que ayudan en la conservación inhibiendo el crecimiento microbiano, todos los tratamientos evaluados en la elaboración del puré de banano presentan valores dentro del rango permitido por la norma para su producción, cabe recalcar que no se le adicionó aditivos artificiales, pero debido a sus propiedades se pudo prolongar su tiempo de vida útil (Guato, 2006).

En la tabla 4.7 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos de los nueve tratamientos en estudio, en los tiempos de 24 horas, 15 y 30 días de elaborado el producto. En los valores obtenidos para coliformes y coliformes

fecales no se observaron microorganismos de estos grupos en los tres tiempos de análisis.

Tabla 4.7. Valores microbiológicos del puré de banano en tres tiempos de análisis

TRATAMIENTOS	Recuento estándar en placa REP UFC/mL			Mohos y levaduras UP/MI		
	24 horas	15 días	30 días	24 horas	15 días	30 días
a ₁ b ₁ (7,5 y 5)	3,00	16,00	25,00	9,00	15,00	19,00
a ₁ b ₂ (7,5 y 7,5)	2,00	3,00	5,00	3,00	5,00	8,00
a ₁ b ₃ (7,5 y 10)	1,00	2,00	5,00	1,00	2,00	5,00
a ₂ b ₁ (8,75 y 5)	2,00	3,00	4,00	4,00	6,00	8,00
a ₂ b ₂ (8,75 y 7,5)	3,00	3,00	5,00	4,00	6,00	7,00
a ₂ b ₃ (8,75 y 10)	2,00	2,00	4,00	5,00	6,00	9,00
a ₃ b ₁ (10 y 5)	SD	2,00	3,00	SD	SD	1,00
a ₃ b ₂ (10 y 7,5)	SD	1,00	2,00	SD	SD	1,00
a ₃ b ₃ (10 y 10)	SD	SD	SD	SD	SD	SD

SD: sin datos (ausencia)

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La relación que permitió obtener la optimización del proceso para sólidos solubles y pH fueron 7,5 y 5% de jugo de naranja y limón respectivamente y en la variable acidez 10% de jugo de naranja y 10% de jugo de limón.
- Todas las combinaciones posibles de jugo de naranja y limón en estudio a excepción del porcentaje 7,5 y 5 respectivamente en los 15 y 30 días de almacenamiento, permiten tener un puré de banana cumpliendo las normas de inocuidad INEN 2337:2008.
- Todos los tratamientos a excepción del T1 cumplieron con la variable sólidos solubles según la norma INEN 2337:2008; mientras que las variables pH, acidez y colorimetría están dentro de los rangos reportados en estudios similares.

5.2. RECOMENDACIONES

- Como la norma INEN no contempla muchos aspectos, esta investigación puede servir como base para el sustento de otros trabajos donde se tomen en cuenta parámetros como pH, acidez, color, etc.
- Realizar análisis nutricionales al puré elaborado y comparar con los requerimientos que necesitan los niños en edades de 1 a 3 años.
- En futuros trabajos realizar evaluación sensorial y análisis económico al producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J., Espinoza, M., Cabanillas, J., Gómez, E., Valverde, L. & Benavides, D. (2014). Efecto de la concentración de albedo y sacarosa sobre las características fisicoquímicas, reológicas y aceptabilidad general en cremogenado de granadilla (*Passiflora ligularis*). *Agroindustrial Science*. Disponible 20/04/2019 de revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/download/692/702.
- Aguilar, H. & Silva, Y. (2016). Proyecto de inversión para una productora y comercializadora de harina de banano. Universidad de Guayaquil.
- Aguirre, M. (2017). Frutas cítricas. Recuperado el 28 de octubre de 2018 de <https://www.bmsupermercados.es/frutas-citricas-cuales-son.htm>.
- Asencio, K. (2013). Aprovechamiento de los excedentes de banano. Recuperado el 28 de octubre de 2018 de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2213/1/CD00021-TESIS.pdf>.
- Caicedo, L. (2017). Desarrollo agroindustrial del banano de rechazo. *Revista Pertinencia Académica*. Recuperado el 27 de octubre de 2018 de revista-academica.utb.edu.ec/index.php/pertacade/article/view/49/24.
- Clayton, K., Bush, D. & Keener, K. (2012). Métodos para la conservación de alimentos. *Emprendimientos alimentarios*. West Lafayette. Estados Unidos. 6 p.
- Chavarrías, M. (2014). La mejor manera de conservar cítricos. Disponible 22/04/2019 en <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2014/05/01/219811.php>.
- Delgado, A. & Flor, D. (2016). Elaboración de una compota a partir de banano orgánico ecuatoriano. Formato PDF. Disponible 20/04/2019 de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/91694/D-CD88249.pdf>.
- Dos Santos, S., Arge, W., Costa, I., Machado, D., Mello C., Rombaldi, V. & Oliveira, C. (2015). Genetic regulation and the impact of omics in fruit ripening. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8(2): 78-88.
- Espím, B. (2015). Estudio comparativo de las patologías de la visión cromática, en hombres y mujeres de raza mestiza e indígena, en la ciudad de Salcedo, cantón, provincia de Cotopaxi, periodo 2014-2015. Disponible 22/04/2019 en <http://www.dspace.cordillera.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/138/9-OPT-14-15-1721997730.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Gonzales, E. (s.f.). Diferencia entre el ácido cítrico y ácido ascórbico. Disponible 22/04/2019 en <https://es.scribd.com/document/315447426/Diferencia-Entre-El-Acido-Citrico-y-El-Acido-Ascorbico>.
- Guato, E. (2006). Utilización de la cáscara de cítricos en la elaboración de mermelada de guayaba (*Psidium guayaba L.*). Disponible 22/04/2019 en <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3367/1/P101%20Ref.3030.pdf>.
- Guillén, C. (2008). Experimento de química para el estudio de reacciones ácido-base. Recuperado el 28 de octubre de 2018 de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2714947.pdf>.
- Guzmán, P. (2014). Estudio experimental de la elaboración de puré de banano. Recuperado el 28 de octubre de 2018 de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2044/ING_546.pdf?sequenc=1.
- Hough, G., Langohr, K., Gómez, G. & Curia, A. (2003). Survival analysis applied to sensory shelf life of foods, *J. Food Sci.* 68 p.359.
- Industrias Borja. (2016). Tipos de purés. Barbones, El Oro, Ecuador.
- Jacho, A. & Vásquez, C. (2011). Efecto de una pectinasa e hidróxido de calcio en las características físico-químicas y sensoriales de jugo de sábila con naranja. Trabajo de grado (Ingeniería en agroindustria alimentaria), Universidad de Zamorano, Honduras.
- López, A., Agudelo, D. & Martino, M. (2014). Yerba mate antioxidant powders obtained by co-crystallization: Stability during storage. *Journal of Food Engineering*, 124, 158-165.
- Mallada, M. (2016). Características nutricionales de la banana. Recuperado el 26 de octubre de 2018 de <https://www.suat.com.uy/consejo-medico/269-caracteristicas-nutricionales-de-la-banana/>
- Martínez, O., Lapo, B., Pérez, J., Zambrano, C., & Maza, F. (2015). Mecanismo de gelatinización del almidón nativo de banano exportable del Ecuador, 44(2), 16–21
- Mercado, P. (2018). Diferencias entre el ácido cítrico y ascórbico. Disponible 20/04/2019 de <http://www.patriciamercado.org.mx/diferencias-entre-el-acido-ascorbico-y-acido-citrico/>
- Mora, A. (2012). Evaluación de la calidad de cocción y calidad sensorial de pasta elaborada a partir de mezclas de sémola de trigo y harina de quinua. Master en ciencia y tecnología de alimentos. Medellín. Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 83 p.

- Muñoz, S. (2014). Ácido cítrico. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila. Recuperado el 28 de octubre de 2018 de <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%2012/4.pdf>.
- Naturland, A. (2002). Banano. Recuperado el 26 de octubre de 2018 de <https://www.naturland.de/images/SP/Productores/banano.pdf>.
- Navas, C. (2009). Diseño de una línea de producción de compota. Recuperado el 23 de octubre de 2018 de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10328/1/D-42235.pdf>.
- Norma Ecuatoriana de Normalización [INEN]. (2008). NTE INEN 2337: 2008. Recuperado el 23 de octubre de 2018 de <https://archive.org/stream/ec.nte.2337.2008#page/n9/mode/2up>.
- Norma Técnica Colombiana 440 [NTC 440]. (1971). Productos alimenticios, métodos de ensayo. Sección: Determinación de puntos negros. Recuperado el 28 de octubre de 2018 de <http://es.scribd.com/doc/50087704/NTC440>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2014). Banana market 2013-2014. CIRAD, 218, 1–8.-42235.pdf.
- Organización de las Naciones Unidad para la alimentación y la agricultura [FAO]. (2016). Banano cavendish. Recuperado el 16 de noviembre de 2018 de: <http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/447827/>
- Organización internacional de normalización [ISO]. (1991). Catálogo de normas: Frutas, hortalizas y productos derivados en general, ISO 1842-1991: Determinación de pH. Recuperado el 16 de octubre de 2018 de http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?ics1=67&ics2=80&ics3=1&csnumber=6500.
- Organización internacional de normalización [ISO]. (1998). Catálogo de normas: Frutas, hortalizas y productos derivados en general, ISO 750-1998: Determinación de la acidez_tituable. Recuperado el 28 de octubre de 2018 de http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?ics1=67&ics2=80&ics3=1&csnumber=22569.
- Organización internacional de normalización [ISO]. (2003). Catálogo de normas: Frutas, hortalizas y productos derivados en general, ISO 2173-2003: Determinación de sólidos solubles, Método refractométrico. Recuperado el 28 de octubre de 2018 de http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?ics1=67&ics2=80&ics3=1&csnumber=35851.

- Organización internacional de normalización [ISO]. (2003). Calidad del puré de frutas. ISO 9001. Recuperado el 28 de octubre de 2018 de: <http://iso9001calidad.com/que-significa-iso-11.html>.
- Ramírez, C. & Solórzano, S. (2012). Perdidas en bananeras de fruto por no cumplir requisitos de exportación. Recuperado el 23 de octubre de 2018 de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2840/1/UPS-GT000315.pdf>.
- Rayo, L. (2013). Processo de aglomeração de farinha de banana verde com alto conteúdo de amido resistente em leite fluidizado pulsado.
- Reyes, J. (2015). Aprovechamiento de cultivos andinos camote (*Ipomoea batata*) y oca (*Oxalis tuberosa*) en el mejoramiento de la textura de una compota a base de manzana variedad emilia (*Malus communis* – *Reineta amarilla de blenheim*). Disponible el 21 de abril de 2019 de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/15888/1/AL%20595.pdf>.
- Reyes, F. & Cisneros (2005). Degradation kinetics and colours of anthocyanin's in aqueous extracts of purple and red-flesh potatoes (*Solanum tuberosum* L.) Food Chemistry.
- Rivada, F. (2008). Ácido cítrico natural. Recuperado el 28 de octubre de 2018, de <https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/6411/34254675.pdf>
- Robalino, P. (2009). Medición de la consistencia de productos elaborados. Recuperado el 28 de octubre de 2018 de <http://inesitacordova.wikispaces.com/file/view/2+Medici%C3%B3n+de+la+consist>.
- Ruiz, A. (2018). Ácido ascórbico. Recuperado el 28 de octubre de 2018 de <https://www.webconsultas.com/dieta-y-nutricion/dietaequilibrada/micronutrientes/vitaminas/vitamina-c-1819>.
- Sabaté, J. (2018). Naranja blanca valencia. Recuperado el 28 de octubre de 2018 de https://www.eldiario.es/consumoclaro/comer/tipos-naranja-habituales-mercado_0_772023296.html.
- Salazar, R. & Del Ciopo, F. (2015). Ecuador: Exportación de banano. Recuperado el 27 de octubre de 2018 de https://www.researchgate.net/publication/309395087_ECUADOR_EXPORTACION_DE_BANANO_Musa_sp_ESTUDIO_SECTORIAL_DEL_BANANO_ECUATORIANO_DE_EXPORTACION.
- Sánchez, C. (2005). Producción y comercialización de cítricos. Ediciones Ripalme Lima. Pags. 25 a 29; 110, 111.
- Sartori, T., & Menegalli, F. C. (2016). Food Hydrocolloids Development and characterization of unripe banana starch fi lms incorporated with solid

lipid microparticles containing ascorbic acid. *Food Hydrocolloids*, 55, 210–219.

Sucunta, A., & Pluas, N. (2012). Diseño de una Planta Deshidratadora de Banano Usando Secador de Gabinetes para la Producción de Harina Resumen. Universidad de Guayaquil.

Universidad Nacional Abierta y Distancia [UNAD]. (2013). Tecnología de frutas y hortalizas. Formato PDF. Recuperado el 26 de octubre de 2018 de http://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/9075/1/301107_Tecnolog%C3%ADa%20de%20frutas%20y%20hortalizas_Modulo.pdf.

Yapangui, M. (2016). Métodos utilizados para evitar el pardeamiento y no enzimático en el puré. Formato PDF. Recuperado el 28 de octubre de 2018 de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7588/1/yupangui.pdf>.

ANEXOS

Anexo 1. Componentes ácidos (citríco y ascórbico) de la materia prima naranja y limón



Anexo 2. Almacenamiento a 4°C del puré de banano



Anexo 3. Norma INEN 2337:2008 para jugos, pulpas, concentrados, néctares.



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 337:2008

JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS

Primera Edición

FRUIT JUICE, PUREES, CONCENTRATES, NECTAR AND BEVERAGE. SPECIFICATIONS.

First Edition

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, bebidas no alcohólicas, jugos, pulpas, concentrados, néctares, requisitos.
AJ 02.03-465
CDU: 663.8

CDU: 663.8
ICB: 67.080.20



CIU: 3113
AL 02.03-465

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS.	NTE INEN 2 337:2008 2008-12
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a los productos procesados que se expenden para consumo directo; no se aplica a los concentrados que son utilizados como materia prima en las industrias.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Jugo (zumo) de fruta.- Es el producto líquido sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procedimientos tecnológicos adecuados, conforme a prácticas correctas de fabricación; procedente de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o, a partir de frutas conservadas por medios físicos.</p> <p>3.2 Pulpa (purè) de fruta.- Es el producto carnoso y comestible de la fruta sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procesos tecnológicos adecuados por ejemplo, entre otros: tamizando, triturando o desmenuzando, conforme a buenas prácticas de manufactura; a partir de la parte comestible y sin eliminar el jugo, de frutas enteras o peladas en buen estado, debidamente maduras o, a partir de frutas conservadas por medios físicos.</p> <p>3.3 Jugo (zumo) concentrado de fruta.- Es el producto obtenido a partir de jugo de fruta (definido en 3.1), al que se le ha eliminado físicamente una parte del agua en una cantidad suficiente para elevar los sólidos solubles (° Brix) en, al menos, un 50% más que el valor Brix establecido para el jugo de la fruta.</p> <p>3.4 Pulpa (purè) concentrada de fruta.- Es el producto (definido en 3.2) obtenido mediante la eliminación física de parte del agua contenida en la pulpa.</p> <p>3.5 Jugo y pulpa concentrado edulcorado.- Es el producto definido en 3.3 y 3.4 al que se le ha adicionado edulcorantes para ser reconstituido a un néctar o bebida, el grado de concentración dependerá de los volúmenes de agua a ser adicionados para su reconstitución y que cumpla con los requisitos de la tabla 1, ó el numeral 5.4.1</p> <p>3.6 Néctar de fruta.- Es el producto pulposo o no pulposo sin fermentar, pero susceptible de fermentación, obtenido de la mezcla del jugo de fruta o pulpa, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua e ingredientes endulzantes o no.</p> <p>3.7 Bebida de fruta.- Es el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido de la dilución del jugo o pulpa de fruta, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua, ingredientes endulzantes y otros aditivos permitidos.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS</p> <p>4.1 El jugo y la pulpa debe ser extraído bajo condiciones sanitarias apropiadas, de frutas maduras, sanas, lavadas y sanitizadas, aplicando los Principios de Buenas Prácticas de Manufactura.</p> <p>4.2 La concentración de plaguicidas no deben superar los límites máximos establecidos en el Codex Alimentario (Volumen 2) y el FDA (Part. 193).</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, bebidas no alcohólicas, jugos, pulpas, concentrados, néctares, requisitos.</p>		

- 4.3 Los principios de buenas prácticas de manufactura deben propender reducir al mínimo la presencia de fragmentos de cáscara, de semillas, de partículas gruesas o duras propias de la fruta.
- 4.4 Los productos deben estar libres de insectos o sus restos, larvas o huevos de los mismos.
- 4.5 Los productos pueden llevar en suspensión parte de la pulpa del fruto finamente dividida.
- 4.6 No se permite la adición de colorantes artificiales y aromatizantes (con excepción de lo indicado en 4.7 y 4.9), ni de otras sustancias que disminuyan la calidad del producto, modifiquen su naturaleza o den mayor valor que el real.
- 4.7 Únicamente a las bebidas de fruta se pueden adicionar colorantes, aromatizantes, saborizantes y otros aditivos tecnológicamente necesarios para su elaboración establecidos en la NTE INEN 2 074.
- 4.8 Como acidificante podrá adicionarse jugo de limón o de lima o ambos hasta un equivalente de 3 g/l como ácido cítrico anhidro.
- 4.9 Se permite la restitución de los componentes volátiles naturales, perdidos durante los procesos de extracción, concentración y tratamientos térmicos de conservación, con aromas naturales.
- 4.10 Se permite utilizar ácido ascórbico como antioxidante en límites máximos de 400 mg/kg.
- 4.11 Se puede adicionar enzimas y otros aditivos tecnológicamente necesarios para el procesamiento de los productos, aprobados en la NTE INEN 2 074, Codex Alimentario, o FDA o en otras disposiciones legales vigentes.
- 4.12 Se permite la adición de los edulcorantes aprobados por la NTE INEN 2 074, Codex Alimentario, y FDA o en otras disposiciones legales vigentes.
- 4.13 Sólo a los néctares de fruta pueden añadirse miel de abeja y/o azúcares derivados de frutas.
- 4.14 Se pueden adicionar vitaminas y minerales de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1 334-2 y en las otras disposiciones legales vigentes.
- 4.15 La conservación del producto por medios físicos puede realizarse por procesos térmicos: pasteurización, esterilización, refrigeración, congelación y otros métodos adecuados para ese fin; se excluye la radiación ionizante.
- 4.16 La conservación de los productos por medios químicos puede realizarse mediante la adición de las sustancias indicadas en la tabla 15 de la NTE INEN 2 074.
- 4.17 Los productos conservados por medios químicos deben ser sometidos a procesos térmicos.
- 4.18 Se permite la mezcla de una o más variedades de frutas, para elaborar estos productos y el contenido de sólidos solubles (*Brix), será ponderado al aporte de cada fruta presente.
- 4.19 Puede añadirse jugo obtenido de la mandarina *Citrus reticulata* y/o híbridos al jugo de naranja en una cantidad que no exceda del 10% de sólidos solubles respecto del total de sólidos solubles del jugo de naranja.
- 4.20 Puede añadirse jugo de limón (*Citrus limon* (L.) Burm. f. *Citrus limonum* Rissa) o jugo de lima (*Citrus aurantifolia* (Christm.), o ambos, al jugo de fruta hasta 3 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro para fines de acidificación a jugos no endulzados.
- 4.21 Puede añadirse jugo de limón o jugo de lima, o ambos, hasta 5 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro a néctares de frutas.
- 4.22 Puede añadirse al jugo de tomate (*Lycopersicon esculentum* L) sal y especias así como hierbas aromáticas (y sus extractos naturales).

(Continúa)

4.23 Se permite la adición de dióxido de carbono, mayor a 2 g/kg, para que al producto se lo considere como gasificado.

4.24 A las bebidas de frutas cuando se les adicione gas carbónico se las considerará bebidas gaseosas y deberán cumplir los requisitos de la NTE INEN 1 101.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos para los jugos y pulpas de frutas

5.1.1 El jugo puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.1.2 La pulpa debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.1.3 El jugo y la pulpa debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.1.4 Requisitos físico-químico

5.1.4.1 Los jugos y las pulpas ensayados de acuerdo a las normas técnicas ecuatorianas correspondientes, deben cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla 1.

5.2 Requisitos específicos para los néctares de frutas

5.2.1 El néctar puede ser turbio o claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta o frutas de las que procede.

5.2.2 El néctar debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.2.3 Requisitos físico-químicos

5.2.3.1 El néctar de fruta debe tener un pH menor a 4,5 (determinado según NTE INEN 389).

5.2.3.2 El contenido mínimo de sólidos solubles (°Brix) presentes en el néctar debe corresponder al mínimo de aporte de jugo o pulpa, referido en la tabla 2 de la presente norma.

(Continúa)

TABLA 1. Especificaciones para los jugos o pulpas de fruta

FRUTA	Nombre Botánico	Sólidos Solubles ^{a1} Mínimo NTE INEN 380
Acerola	<i>Malpighia sp</i>	6,0
Albaricoque (Damasco)	<i>Prunus armeniaca</i> L.	11,5
Arándano (mirtillo)	<i>Vaccinium myrtillus</i> L. <i>Vaccinium corymbosum</i> L. <i>Vaccinium angustifolium</i>	10,0
Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>	4,8
Babaco	<i>Carica pentagona</i> Hellb	5,0
Banano	<i>Musa, spp</i>	21,0
Borojo	<i>Borujata spp</i>	7,0
Carambola (Grosella china)	<i>Averrhoa carambola</i>	5,0
Claudia ciruela	<i>Prunus domestica</i> L.	12,0
Coco (1)	<i>Cocos nucifera</i> L.	5,0
Coco (2)	<i>Cocos nucifera</i> L.	4,0
Durazno (Melocotón)	<i>Prunus persica</i> L.	9,0
Frutilla	<i>Fragaria spp</i>	6,0
Frambuesa roja	<i>Rubus idaeus</i> L.	7,0
Frambuesa negra	<i>Rubus occidentalis</i> L.	11,0
Guanábana	<i>Annona muricata</i> L.	11,0
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	5,0
Kiwi	<i>Actinidia deliciosa</i>	8,0
Litchi	<i>Litchi chinensis</i>	11,0
Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>	4,5
Limón	<i>Citrus limon</i> L.	4,5
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	10,0
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	11,0
Manzana	<i>Malus domestica</i> Borkh	6,0
Maracuyá (Parchita)	<i>Passiflora edulis</i> Sims	12,0
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i> L.	11,5
Melón	<i>Cucumis melo</i> L.	5,0
Mora	<i>Rubus spp.</i>	6,0
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	9,0
Naranjilla (Lulo)	<i>Solanum quitoense</i>	6,0
Papaya (Lechosa)	<i>Carica papaya</i>	8,0
Pera	<i>Pyrus communis</i> L.	10,0
Piña	<i>Ananas comosus</i> L.	10,0
Sandía	<i>Citrullus lanatus</i> Thunb	6,0
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	18,0*
Tomate de árbol	<i>Cyphomandra balsaena</i>	8,0
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> L.	4,5
Toronja (Pomelo)	<i>Citrus paradisi</i>	8,0
Uva	<i>Vitis spp</i>	11,0

^{a1} En grados Brix a 20 °C (con exclusión de azúcar)

(1) Este producto se conoce como "agua de coco" el cual se extrae directamente del fruto sin exprimir la pulpa.

(2) Es la emulsión extraída del endosperma (almendra) maduro del coco, con o sin adición de agua de coco

* Para extraer el jugo del tamarindo debe hacerse en extracción acuosa, lo cual baja el contenido de sólidos solubles desde 60 °Brix, que es su Brix natural, hasta los 18 °Brix en el extracto.

NOTA 1. Para las frutas que no se encuentran en la tabla el mínimo de grados Brix será el Brix del jugo o pulpa obtenido directamente de la fruta

(Continúa)

TABLA 2. Especificaciones para el néctar de fruta

FRUTA	Nombre Botánico	% Aporte de jugo de fruta	Sólidos Solubles ⁴¹ Mínimo NTE INEN 380
Acerola	<i>Malpighia sp</i>	25	1,5
Albaricoque (Damasco)	<i>Prunus armeniaca</i> L.	40	4,6
Arándano (mirtilo,)	<i>Vaccinium myrtillus</i> L. <i>Vaccinium corymbosum</i> L. <i>Vaccinium angustifolium</i>	40	4,0
Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>	*	*
Babaco	<i>Carica pentagona</i> Heilb	25	1,25
Banano	<i>Musa, spp</i>	25	5,25
Borojo	<i>Borojia spp</i>	25	1,75
Carambola (Grosella china)	<i>Averrhoa carambola</i>	25	1,25
Claudia ciruela	<i>Prunus domestica</i> L.	50	6,0
Coco (1)	<i>Cocos nucifera</i> L.	25	1,25
Coco (2)	<i>Cocos nucifera</i> L.	25	1,0
Durazno (Melocotón)	<i>Prunus pérsica</i> L.	40	3,6
Frutilla	<i>Fragaria spp</i>	40	2,4
Frambuesa roja	<i>Rubus idaeus</i> L.	40	2,8
Frambuesa negra	<i>Rubus occidentalis</i> L.	25	2,75
Guanábana	<i>Anona muricata</i> L.	25	2,75
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	25	1,25
Kiwi	<i>Actinidia deliciosa</i>	*	*
Litchi	<i>Litchi chinensis</i>	20	2,24
Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>	25	1,13
Limón	<i>Citrus limon</i> L.	25	1,13
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	50	5,0
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	25	2,75
Manzana	<i>Malus domestica</i> Borkh	50	3,0
Maracuyá (Parchita)	<i>Passiflora edulis</i> Sims	*	*
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i> L.	25	2,88
Melón	<i>Cucumis melo</i> L.	35	1,75
Mora	<i>Rubus spp</i>	30	1,8
Naranja	<i>Citrus sinnensis</i>	50	4,5
Naranjilla (Lulo)	<i>Solanum quitoense</i>	*	*
Papaya (Lechosa)	<i>Carica papaya</i>	25	2,0
Pera	<i>Pyrus communis</i> L.	40	4,0
Piña	<i>Ananas comosus</i> L.	40	4,0
Sandia	<i>Citrullus lanatus</i> Thunb	40	2,4
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	*	*
Tomate de árbol	<i>Cyphomandra betacea</i>	25	2,0
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> L.	50	2,25
Toronja (Pomelo)	<i>Citrus paradisi</i>	50	4,0
Uva	<i>Vitis spp</i>	50	5,5
Otros:			
- Alto contenido de pulpa o aroma fuerte		25	--
- Baja acidez , bajo contenido de pulpa o aroma bajo a medio		50	--
* Elevada acidez , la cantidad suficiente para lograr una acidez mínima de 0,5 % (como ácido cítrico)			
⁴¹ En grados Brix a 20°C (con exclusión de azúcar)			

(Continúa)

5.3 Requisitos específicos para los jugos y pulpas concentradas.

5.3.1 El jugo concentrado puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.3.2 La pulpa concentrada debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.3.3 El jugo y pulpa concentrado, con azúcar o no, debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.3.4 El contenido de sólidos solubles (°Brix a 20 °C con exclusión de azúcar) en el jugo concentrado será por lo menos, un 50% más que el contenido de sólidos solubles en el jugo original (Ver tabla 1 de esta norma).

5.4 Requisitos específicos para las bebidas de frutas

5.4.1 En las bebidas el aporte de fruta no podrá ser inferior al 10 % m/m, con excepción del aporte de las frutas de alta acidez (acidez superior al 1,00 mg/100 cm³ expresado como ácido cítrico anhidro) que tendrán un aporte mínimo del 5% m/m

5.4.2 El pH será inferior a 4,5 (determinado según NTE INEN 389)

5.4.3 Los grados brix de la bebida serán proporcionales al aporte de fruta, con exclusión del azúcar añadida.

5.5 Requisitos microbiológicos

5.5.1 El producto debe estar exento de bacterias patógenas, toxinas y de cualquier otro microorganismo causante de la descomposición del producto.

5.5.2 El producto debe estar exento de toda sustancia originada por microorganismos y que representen un riesgo para la salud.

5.5.3 El producto debe cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 3, tabla 4, o con el numeral 5.5.4

TABLA 3. Requisitos microbiológicos para productos congelados

	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm ³	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm ³	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de esporas clostridium sulfito reductoras UFC/cm ³ ¹⁾	3	< 10	--	0	NTE INEN 1529-18
Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³	3	1,0x10 ²	1,0x10 ³	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/ cm ³	3	1,0x10 ⁴	1,0x10 ⁵	1	NTE INEN 1529-10

¹⁾ Para productos enlatados.

(Continúa)

TABLA 4. Requisitos microbiológicos para los productos pasteurizados

	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm ³	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-8
Coliformes fecales NMP/cm ³	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-8
Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/ cm ³	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-10

En donde:

- NMP = número más probable
 UFC = unidades formadoras de colonias
 UP = unidades propagadoras
 n = número de unidades
 m = nivel de aceptación
 M = nivel de rechazo
 c = número de unidades permitidas entre m y M

5.5.4 Los productos envasados asépticamente deben cumplir con esterilidad comercial de acuerdo a la NTE INEN 2 335

5.6 Contaminantes

5.6.1 Los límites máximos de contaminantes no deben superar lo establecido en la tabla 5

TABLA 5. Límites máximos de contaminantes

	Límite máximo	Método de ensayo
Arsénico, As mg/kg	0,2	NTE INEN 269
Cobre, Cu mg/kg	5,0	NTE INEN 270
Estaño, Sn mg/kg *	200	NTE INEN 385
Zinc, Zn mg/kg	5,0	NTE INEN 389
Hierro, Fe mg/kg	15,0	NTE INEN 400
Plomo, Pb mg/kg	0,05	NTE INEN 271
Patulina (en jugo de manzana)**, mg/kg	50	AOAC 49.7.01
Suma de Cu, Zn, Fe mg/kg	20	
* En el producto envasado en recipientes estañados		
** La patulina es una micotoxina formada por una lactona hemiacetalica, producida por especies del género <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> y <i>Byssoclamys</i> .		

5.7 Requisitos Complementarios

5.7.1 El espacio libre tendrá como valor máximo el 10 % del volumen total del envase (ver NTE INEN 394).

5.7.2 El vacío referido a la presión atmosférica normal, medido a 20 °C, no debe ser menor de 320 hPa (250 mm Hg) en los envases de vidrio, ni menor de 160 hPa (125 mm Hg) en los envases metálicos. (ver NTE INEN 392).

(Continúa)

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo. El muestreo debe realizarse de acuerdo a la NTE INEN 378.

6.2 Aceptación o Rechazo. Se aceptan los productos si cumplen con los requisitos establecidos en esta norma, caso contrario se rechaza.

7. ENVASADO Y EMBALADO

7.1 El material de envase debe ser resistente a la acción del producto y no debe alterar las características del mismo.

7.2 Los productos se deben envasar en recipientes que aseguren su integridad e higiene durante el almacenamiento, transporte y expendio.

7.3 Los envases metálicos deben cumplir con la NTE INEN 190, Codex Alimentario y FDA.

8. ROTULADO

8.1 El rotulado debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 1 334-1 y 1 334-2, y en otras disposiciones legales vigentes.

8.2 En el rotulado debe estar claramente indicada la forma de reconstituir el producto.

8.3 No debe tener leyendas de significado ambiguo, ni descripción de características del producto que no puedan ser comprobadas.

(Continúa)

Anexo 4. Valores de parámetros físicos-químicos y microbiológicos del puré

Anexo 4-A. Valores de parámetros físicos-químicos del puré de banano a las 24 horas

Lab. De Investigación de Alimentos

Facultad Ciencias Agropecuarias



Marta 12 de abril de 2019

A Quien Corresponda

Ciudad -

CERTIFICO: Que los análisis presentados en este informe corresponden a la estudiante **Marilín Loor María Dolores C.I. 1312403882**, Estudiante de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM MFL). Los análisis Físico-Químicos fueron realizados en el Lab. De Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la (ULEAM), siendo estos los siguientes: (Acidez, pH, **Brix, color**), dichos análisis corresponden al trabajo de titulación **"Optimización de la calidad de un puré de banana con jugo de naranja y limón mediante diseño de superficie de respuesta"**.

Tratamiento	Brix B1	Brix B2	Método de ensayo
T1	23,40	23,40	AOAC (1990)
T2	23,80	23,80	AOAC (1990)
T3	23,90	24,00	AOAC (1990)
T4	23,90	23,90	AOAC (1990)
T5	24,10	24,20	AOAC (1990)
T6	24,40	24,40	AOAC (1990)
T7	24,70	24,70	AOAC (1990)
T8	24,50	24,70	AOAC (1990)
T9	24,80	24,80	AOAC (1990)

24 horas de almacenamiento

www.uleam.edu.ec



Tratamientos	pH R1	pH R2	Método de ensayo
T1	3,95	3,99	AOAC (1982)
T2	4,03	4,05	AOAC (1982)
T3	3,75	3,77	AOAC (1982)
T4	3,93	3,95	AOAC (1982)
T5	3,69	3,72	AOAC (1982)
T6	3,67	3,69	AOAC (1982)
T7	3,88	3,89	AOAC (1982)
T8	3,76	3,76	AOAC (1982)
T9	3,69	3,70	AOAC (1982)

24 horas de almacenamiento

Tratamientos	Acidos titulable (%) R1	Acidos titulable (%) R2	Método de ensayo
T1	0,24	0,23	AOAC (1996)
T2	0,26	0,24	AOAC (1996)
T3	0,32	0,33	AOAC (1996)
T4	0,25	0,27	AOAC (1996)
T5	0,33	0,31	AOAC (1996)
T6	0,4	0,4	AOAC (1996)
T7	0,27	0,28	AOAC (1996)
T8	0,31	0,32	AOAC (1996)
T9	0,51	0,53	AOAC (1996)

24 horas de almacenamiento



Lab. De Investigación de Alimentos

Facultad Ciencias Agropecuarias

Tratamientos	(Coordenadas L*a*b*) R1	(Coordenadas L*a*b*) R2	Método de ensayo
T1	52,73/-2,13/15,17	52,75/-2,11/15,18	Castro, Ewaldness & Sotomayor (2018)
T2	52,07/-3,13/15,17	52,07/-3,10/15,10	Castro, Ewaldness & Sotomayor (2018)
T3	52,36/-1,82/16,04	52,38/-1,83/16,06	Castro, Ewaldness & Sotomayor (2018)
T4	53,56/-1,21/16,90	53,55/-1,20/16,91	Castro, Ewaldness & Sotomayor (2018)
T5	52,83/-1,01/21,33	52,80/-1,03/21,31	Castro, Ewaldness & Sotomayor (2018)
T6	53,05/-1,72/20,45	53,12/-1,71/20,44	Castro, Ewaldness & Sotomayor (2018)
T7	53,16/-1,40/19,02	53,17/-1,44/19,05	Castro, Ewaldness & Sotomayor (2018)
T8	53,20/-1,41/19,47	53,23/-1,46/19,49	Castro, Ewaldness & Sotomayor (2018)
T9	53,21/-1,44/21,26	53,25/-2,43/21,27	Castro, Ewaldness & Sotomayor (2018)

24 horas de almacenamiento

Atentamente,

Ing. Marlon Castro
 Téc. Responsable de Lab. De Tecnología de Lácteos
 Téc. Responsable de Lab. De Tecnología de Frutas y Hortalizas
 Téc. Responsable de Lab. De Investigación de Alimentos



www.uleam.edu.ec



Anexo 4-B. Valores de parámetros microbiológicos del puré de banano a las 24 horas



Uleam
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ

Lab. De Investigación de Alimentos

Facultad Ciencias Agropecuarias

Manta 12 de abril de 2019

A Quien Corresponda

Ciudad. -

CERTIFICO: Que los análisis presentados en este informe corresponden a la estudiante **Marlín Loor María Dolores C.I. 1312403882**, Estudiante de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM MFL.). Los análisis Microbiológicos fueron realizados en el Lab. De Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la (ULEAM), siendo estos los siguientes: (Coliformes, Coliformes Fecales, Aerobios Mesófilos, Mohos y Levaduras), dichos análisis corresponden al trabajo de titulación "Optimización de la calidad de un puré de banano con jugo de naranja y limón mediante diseño de superficie de respuesta".

Tratamientos	Coliformes NMP/cm ² R1	Coliformes NMP/cm ² R2	Método de ensayo
T1	SD	SD	NTE INEN 1329-6
T2	SD	SD	NTE INEN 1329-6
T3	SD	SD	NTE INEN 1329-6
T4	SD	SD	NTE INEN 1329-6
T5	SD	SD	NTE INEN 1329-6
T6	SD	SD	NTE INEN 1329-6
T7	SD	SD	NTE INEN 1329-6
T8	SD	SD	NTE INEN 1329-6
T9	SD	SD	NTE INEN 1329-6

24 horas de almacenamiento

www.uleam.edu.ec





Uleam
UNIVERSIDAD
BLOY ALFARO DE MANABÍ

Lab. De Investigación de Alimentos

Facultad Ciencias Agropecuarias

Tratamientos	Coliformes Totales NMP/col ² R1	Coliformes Totales NMP/col ² R2	Método de ensayo
T1	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T2	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T3	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T4	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T5	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T6	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T7	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T8	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T9	SD	SD	NTE INEN 1529-4

24 horas de almacenamiento

Tratamientos	Aerobios mesófilos REP EFC/col ² R1	Aerobios mesófilos REP EFC/col ² R2	Método de ensayo
T1	3,00	3,00	NTE INEN 1529-5
T2	2,00	2,00	NTE INEN 1529-5
T3	1,00	1,00	NTE INEN 1529-5
T4	2,00	2,00	NTE INEN 1529-5
T5	3,00	3,00	NTE INEN 1529-5
T6	2,00	2,00	NTE INEN 1529-5
T7	SD	SD	NTE INEN 1529-5
T8	SD	SD	NTE INEN 1529-5
T9	SD	SD	NTE INEN 1529-5

24 horas de almacenamiento

www.uleam.edu.ec

Uleam



Lab. De Investigación de Alimentos

Facultad Ciencias Agropecuarias

Tratamientos	Moltes y Levaduras UPC/cm ² R1	Moltes y Levaduras UPC/cm ² R2	Método de ensayo
T1	9,00	8,00	NTE INEN 1529-10
T2	3,00	3,00	NTE INEN 1529-10
T3	1,00	1,00	NTE INEN 1529-10
T4	4,00	3,00	NTE INEN 1529-10
T5	4,00	4,00	NTE INEN 1529-10
T6	5,00	3,00	NTE INEN 1529-10
T7	SD	SD	NTE INEN 1529-10
T8	SD	SD	NTE INEN 1529-10
T9	SD	SD	NTE INEN 1529-10

24 horas de almacenamiento

Aceptación:

Dr. Marco Castro
 Téc. Responsable de Lab. De Tecnología de Alimentos
 Téc. Responsable de Lab. De Tecnología de Alimentos y Hortalizas
 Téc. Responsable de Lab. De Investigación de Alimentos



www.uleam.edu.ec

Anexo 4-C. Valores de parámetros microbiológicos del puré de banano a los 15 días

Lab. De Investigación de Alimentos

Facultad Ciencias Agropecuarias



Manta 12 de abril de 2019

A Quien Corresponda

Ciudad. -

CERTIFICADO: Que los análisis presentados en este informe corresponden a la estudiante **Marilyn Loor María Dolores C.I. 1312403882**, Estudiante de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM MFL.). Los análisis Microbiológicos fueron realizados en el Lab. De Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la (ULEAM), siendo estos los siguientes: (Coliformes, Coliformes Fecales, Aarobios Mesófilos, Mohos y Levaduras), dichos análisis corresponden al trabajo de titulación "Optimización de la calidad de un puré de banano con jugo de naranja y limón mediante diseño de superficie de respuesta".

Tratamientos	Coliformes NMP/cm ² R1	Coliformes NMP/cm ² R2	Método de ensayo
T1	SD	SD	NTE INEN 1529-6
T2	SD	SD	NTE INEN 1529-6
T3	SD	SD	NTE INEN 1529-6
T4	SD	SD	NTE INEN 1529-6
T5	SD	SD	NTE INEN 1529-6
T6	SD	SD	NTE INEN 1529-6
T7	SD	SD	NTE INEN 1529-6
T8	SD	SD	NTE INEN 1529-6
T9	SD	SD	NTE INEN 1529-6

15 días de almacenamiento

www.uleam.edu.ec





Uleam
UNIVERSIDAD
BLOY ALFARO DE MANABI

Lab. De Investigación de Alimentos

Facultad Ciencias Agropecuarias

Tratamientos	Coliformes Fecales NMP/cm ² R1	Coliformes Fecales NMP/cm ² R2	Método de ensayo
T1	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T2	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T3	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T4	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T5	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T6	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T7	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T8	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T9	SD	SD	NTE INEN 1529-4

15 días de almacenamiento

Tratamientos	Aerobios mesófilos REP UFC/cm ² R1	Aerobios mesófilos REP UFC/cm ² R2	Método de ensayo
T1	16,00	14,00	NTE INEN 1529-5
T2	3,00	3,00	NTE INEN 1529-5
T3	2,00	3,00	NTE INEN 1529-5
T4	3,00	3,00	NTE INEN 1529-5
T5	3,00	2,00	NTE INEN 1529-5
T6	2,00	3,00	NTE INEN 1529-5
T7	2,00	2,00	NTE INEN 1529-5
T8	1,00	1,00	NTE INEN 1529-5
T9	SD	SD	NTE INEN 1529-5

15 días de almacenamiento

www.uleam.edu.ec

Uleam



Uleam
UNIVERSIDAD VIAL
BLAY ALFARO DE MARIÁ

Lab. De Investigación de Alimentos

Facultad Ciencias Agropecuarias

Tratamientos	Mebos y Levaduras EPC/cm ² R1	Mebos y Levaduras EPC/cm ² R2	Método de ensayo
T1	15,00	12,00	NTE INEN 1529-10
T2	5,00	5,00	NTE INEN 1529-10
T3	2,00	1,00	NTE INEN 1529-10
T4	6,00	5,00	NTE INEN 1529-10
T5	6,00	5,00	NTE INEN 1529-10
T6	6,00	4,00	NTE INEN 1529-10
T7	SD	SD	NTE INEN 1529-10
T8	SD	SD	NTE INEN 1529-10
T9	SD	SD	NTE INEN 1529-10

15 días de almacenamiento

Atentamente,

Ing. Marlon Castro
Téc. Responsable de Lab. De Tecnología de Alimentos
Téc. Responsable de Lab. De Tecnología de Alimentos
Téc. Responsable de Lab. De Investigación de Alimentos



www.uleam.edu.ec

Uleam

Anexo 4-D. Valores de los parámetros microbiológicos del puré de banana a los 30 días

Lab. De Investigación de Alimentos

Facultad Ciencias Agropecuarias



Manta 12 de abril de 2019

A Quien Corresponda

Ciudad -

CERTIFICO: Que los análisis presentados en este informe corresponden a la estudiante **Marilla Lour María Dolores C.I. 1312403882**, Estudiante de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manta (ESPAM MFL.). Los análisis Microbiológicos fueron realizados en el Lab. De Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la (ULEAM), siendo estos los siguientes: (Coliformes, Coliformes Focales, Aerobios Mesófilos, Mohos y Levaduras), dichos análisis corresponden al trabajo de titulación "Optimización de la calidad de un puré de banana con jugo de naranja y limón mediante diseño de superficie de respuesta".

Tratamientos	Coliformes NMP/cm ² R1	Coliformes NMP/cm ² R2	Método de ensayo
T1	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T2	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T3	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T4	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T5	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T6	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T7	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T8	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T9	SD	SD	NTE INEN 1529-4

30 días de almacenamiento

www.uleam.edu.ec





Uleam
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MARIATE

Lab. De Investigación de Alimentos

Facultad Ciencias Agropecuarias

Tratamientos	Coliformes Fecales NMP/cm ² R1	Coliformes Fecales NMP/cm ² R2	Método de ensayo
T1	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T2	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T3	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T4	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T5	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T6	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T7	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T8	SD	SD	NTE INEN 1529-4
T9	SD	SD	NTE INEN 1529-4

30 días de almacenamiento

Tratamientos	Aerobios mesófilos REP UFC/cm ² R1	Aerobios mesófilos REP UFC/cm ² R2	Método de ensayo
T1	25,00	24,00	NTE INEN 1529-5
T2	5,00	5,00	NTE INEN 1529-5
T3	5,00	4,00	NTE INEN 1529-5
T4	4,00	4,00	NTE INEN 1529-5
T5	5,00	4,00	NTE INEN 1529-5
T6	4,00	4,00	NTE INEN 1529-5
T7	3,00	2,00	NTE INEN 1529-5
T8	2,00	2,00	NTE INEN 1529-5
T9	SD	SD	NTE INEN 1529-5

30 días de almacenamiento

www.uleam.edu.ec

Uleam



Uleam
UNIVERSIDAD LUIS
BLOY ALFARO DE MANABI

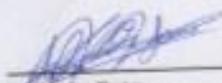
Lab. De Investigación de Alimentos

Facultad Ciencias Agropecuarias

Tratamiento	Mélen y Levaduras UPC/cm ² R1	Mélen y Levaduras UPC/cm ² R2	Méleno de ensayo
T1	19,00	20,00	NTE INEN 1529-10
T2	8,00	8,00	NTE INEN 1529-10
T3	5,00	5,00	NTE INEN 1529-10
T4	8,00	7,00	NTE INEN 1529-10
T5	7,00	8,00	NTE INEN 1529-10
T6	9,00	8,00	NTE INEN 1529-10
T7	1,00	2,00	NTE INEN 1529-10
T8	1,00	20,00	NTE INEN 1529-10
T9	SD	8,00	NTE INEN 1529-10

30 días de almacenamiento

Atestamento.


Ing. Marlon Castro

Téc. Responsable de Lab. De Tecnología de Alimentos
Téc. Responsable de Lab. De Tecnología de Alimentos y Hortalizas
Téc. Responsable de Lab. De Investigación de Alimentos



www.uleam.edu.ec

Uleam

Anexo 5. Salida de los análisis estadísticos del programa SPSS

Anexo 5-A. Datos estadísticos de la variable sólidos solubles

Variable dependiente: Sólidos_solubles

Origen	gl	Tipo III de suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Total corregido	17	3,558			
Factor_A	2	2,914	1,457	437,167**	0,000
Factor_B	2	0,441	0,221	66,167**	0,000
Factor_A * Factor_B	4	0,172	0,043	12,917**	0,001
Error	9	0,030	0,003		

NS: No significativo
 *Significativo al 5%
 **Altamente significativo al 1%

Anexo 5-B. Datos estadísticos de la variable pH

Variable dependiente: pH

Origen	gl	Tipo III de suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Total corregido	17	0,292			
Factor_A	2	0,085	0,043	178,209**	0,000
Factor_B	2	0,146	0,073	305,395**	0,000
Factor_A * Factor_B	4	0,059	0,015	61,349**	0,000
Error	9	0,002	0,000		

NS: No significativo
 *Significativo al 5%
 **Altamente significativo al 1%

Anexo 5-C. Datos estadísticos de la variable acidez

Variable dependiente: Acidez

Origen	gl	Tipo III de suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Total corregido	17	0,129			
Factor_A	2	0,030	0,015	135,800**	0,000
Factor_B	2	0,082	0,041	368,450**	0,000
Factor_A * Factor_B	4	0,016	0,004	36,575**	0,000
Error	9	0,001	0,000		

NS: No significativo
 *Significativo al 5%
 **Altamente significativo al 1%

Anexo 5-D. Datos estadísticos de la variable color (criterio luminosidad)

Origen	gl	Suma de cuadrados tipo III	Media cuadrática	F	Sig.
Total corregida	17	3,488			
Factor_A	2	2,468	1,234	2388,075**	0,000
Factor_B	2	0,621	0,310	600,527**	0,000
Factor_A * Factor_B	4	0,396	0,099	191,398**	0,000
Error	9	0,005	0,001		

NS: No significativo

*Significativo al 5%

**Altamente significativo al 1%

Anexo 5-E. Datos estadísticos de la variable color (criterio eje de coordenada a)

Origen	gl	Suma de cuadrados tipo III	Media cuadrática	F	Sig.
Total corregida	17	6,663			
Factor_A	2	3,473	1,736	31,754**	0,000
Factor_B	2	0,288	0,144	2,631 ^{NS}	0,126
Factor_A * Factor_B	4	2,410	0,603	11,020**	0,002
Error	9	0,492	0,055		

NS: No significativo

*Significativo al 5%

**Altamente significativo al 1%

Anexo 5-F. Datos estadísticos de la variable color (criterio eje de coordenada b)

Origen	gl	Suma de cuadrados tipo III	Media cuadrática	F	Sig.
Total corregida	17	102,474			
Factor_A	2	73,970	36,985	89963,405**	0,000
Factor_B	2	15,715	7,858	19113,257**	0,000
Factor_A * Factor_B	4	12,785	3,196	7774,878**	0,000
Error	9	0,004	0,000		

NS: No significativo

*Significativo al 5%

**Altamente significativo al 1%