

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

"Elaboración de una compota a partir de banano orgánico ecuatoriano"

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO DE ALIMENTOS

Presentado por:

Alex Fernando Delgado Parrales

Diana Gabriela Flor López

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2016

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Mater, que interceden en cada paso que doy, a mi madre, Kenith, que es mi ángel en la tierra y que su lucha y sacrificio se ven ahora reflejados. A ti, Maite, que indiscutiblemente has luchado incansablemente junto a mí y me has brindado tú apoyo. Y a mi querida amiga y compañera, Diana, que eres y serás una luz en mi camino, y hoy logramos esta meta juntos.

Alex Delgado

AGRADECIMIENTOS

A Dios por su infinita misericordia en regalarme padres tan maravillosos, Galo y Mercy, que me han apoyado, me han amado y se han sacrificado por mí para que salga adelante. A mi hermano, Fernando, por impulsarme a ser mejor. A mi esposo, Antonio, por creer en mí y estar siempre a mi lado. A mis amigos, Carla y Álvaro, por ser incondicionales. A Álex porque no sólo fuimos compañeros de este proyecto sino grandes amigos. Y en especial a mí Mater amada por siempre interceder por mí ante Jesús.

Diana Flor

AGRADECIMIENTOS ACADÉMICOS

A nuestra tutora M.Sc. Karin Coello por su abasto conocimiento, tiempo y dedicación. A todos los profesores que nos apoyaron en el desarrollo de este proyecto: Ing. Fernando Peñafiel, M.P.C. Kenny Escobar, M.Sc. Sofía López, M.Sc. Natasha Coello y M.Sc Haydeé Torres.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

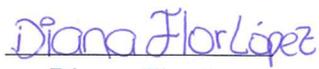
Alex Fernando Delgado Parrales

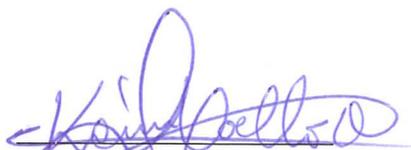
Diana Gabriela Flor López

MSc. Karín Elizabeth Coello Ojeda

y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.


Alex Delgado P.


Diana Flor L.


MSc. Karín Coello O.

RESUMEN

En el Ecuador existe diversidad de materias primas orgánicas como hortalizas, vegetales y frutas que son comercializadas como productos frescos en las grandes cadenas de supermercados o a su vez, son exportadas sin sufrir ningún proceso de industrialización. De estas materias primas orgánicas que son exportadas, existe un porcentaje que no alcanza los requerimientos exigidos por el mercado externo, entre éstas se encuentra el banano, el cual se utilizó en este proyecto que tiene como objetivo desarrollar una compota a partir de banano orgánico de la variedad *Cavendish Valery* cultivado en nuestro país.

El presente proyecto, en el cual finalmente se obtuvo un producto orgánico, aplica un proceso de diseño que consta de tres fases principales para su desarrollo: la primera fase tiene como finalidad la obtención de una fórmula optimizada en base a un diseño de experimentos 2^2 que consideró como factores los ácidos cítrico y ascórbico; éstos ácidos se adicionaron a una muestra de 400 g de pulpa de banano orgánico para medir su efecto individual e interacción sobre el pH, grados Brix y consistencia del producto final.

En la siguiente fase se identificaron las etapas del proceso y se seleccionaron los equipos requeridos en la línea de producción en base a la disponibilidad actual de banano, con esta información más los resultados del balance de materia se estimaron los costos directos e indirectos de producción y de fabricación para la elaboración de la compota de banano orgánico, obteniéndose un estudio del P.V.P.

En la etapa final del diseño, una vez que se obtuvo la fórmula óptima se realizó una prueba de preferencia pareada con 40 panelistas, teniendo como muestra par una compota importada que actualmente se comercializa en el mercado local.

Palabras Clave: compota orgánica, optimización, diseño.

ABSTRACT

In Ecuador there is a diversity of organic raw materials such as vegetables and fruits that are marketed as fresh produce in supermarkets or there are exported without a process of industrialization. Of these organic raw materials that are exported, there is a percentage that does not fulfill the requirements for the external market, for example the bananas, which were used in this project which aims to develop a compote from organic bananas required Cavendish Valery variety that are grown in our country.

This project, which an organic product was obtained, apply a design process that consists of three main phases for its development: the first phase is aimed at obtaining a formula based on an optimized design of experiments 2^2 factors considered as citric and ascorbic acids; These acids are added to a sample of 400 g pulp of organic bananas to measure their individual effects and interaction on pH, Brix and consistency of the final product.

In the next phase the process steps were identified and the equipment required in the production line based on the current availability of bananas, with this information and the results of the mass balance, the production and manufacturing costs (directs and indirects) were estimated for the production of organic banana compote.

In the final phase of the design, once the optimal formula is obtained a paired preference test with 40 panelists was realized, with the pair sample that was an imported compote currently marketed in Ecuador.

Keywords: *Organic compote, optimization, Design process*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo General.....	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Marco teórico.....	2
1.3.1 Materia prima (banano orgánico)	2
1.3.2 Producto	5
CAPÍTULO 2.....	6
2. METODOLOGÍA DE DISEÑO	6
2.1 Disponibilidad y caracterización de las materias primas	6
2.1.1 Características de las materias primas e insumos	6
2.2 Materiales y métodos	7
2.2.1 Métodos.....	7
2.2.2 Diseño de experimentos.....	9
2.2.3 Optimización.....	13
2.2.4 Análisis sensorial.....	14
2.3 Diseño inicial del proceso y línea de producción.....	14
2.3.1 Descripción del proceso de elaboración de compota de banano orgánico.....	15
2.4 Balance de materia.....	19
2.5 Selección de equipos	34
2.5.1 Descripción de equipos y maquinarias de línea de producción.....	34
CAPÍTULO 3.....	41
3. ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO.....	41
3.1 Inversiones	41
3.2 Gastos financieros.....	47

3.3 Estado de resultados.....	48
CAPÍTULO 4.....	50
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
4.1 Resultados del diseño de experimentos.....	50
4.1.1 Análisis de resultados para la variable grados Brix	52
4.1.2 Análisis de resultados de la variable pH.....	54
4.1.3 Análisis de resultados de la variable consistencia.....	56
4.2 Resultado de la optimización.....	58
4.3 Formulación.....	59
4.4 Resultados del análisis sensorial	59
4.5 Descripción técnica del producto.....	60
CAPÍTULO 5.....	61
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
5.1 Conclusiones.....	61
5.2 Recomendaciones.....	62
5.3 Bibliografía	62
APÉNDICE A.....	64
APÉNDICE B.....	66
APÉNDICE C.....	70

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIMCP	Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
M.P.C	Maestría profesional en ciencia
M.A.E	Maestría en Administración de empresas
M.Sc.	Master in Science
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
Mín	Mínimo
Máx	Máximo
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
ANOVA	Análisis de varianza
P.V.P.	Precio de venta al público

SIMBOLOGÍA

s	Segundo
mg	Miligramo
g	Gramo
kg	Kilogramo
l	Litro
pH	Potencial de Hidrógeno
°Brix	Grados Brix
°C	Grados Celsius
T	Temperatura
t	Tiempo
h	Hora
cm	Centímetro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
kwh	Kilowatt-hora
gal	Galón
ppm	Partes por millón
H ₂ O	Agua
BB _m	Peso promedio de bananos enteros
BC _m	Peso promedio de bananos que ingresan al proceso
SR _m	Peso promedio de bananos rechazados
VL _m	Volumen promedio de agua consumida en el lavado de la fruta
TL _m	Temperatura promedio de entrada del agua para el lavado de la fruta
B _m	Peso promedio del banano sin cáscara
CS _m	Peso promedio de cáscara
VE _m	Volumen promedio de agua consumida para el escaldado de la fruta
TA _m	Temperatura promedio de entrada del agua para el escaldado de la fruta
TEF _m	Temperatura promedio de escaldado (temperatura de la fruta)
tE _m	Tiempo promedio de escaldado a la temperatura de escaldado
TEA _m	Temperatura promedio del agua a la temperatura de escaldado
VEA _m	Volumen promedio de agua evaporada
DP _m	Peso promedio de pulpa obtenida
DS _m	Peso promedio de semillas del banano
TDP _m	Temperatura promedio de la pulpa obtenida
PMP _m	Peso promedio de pulpa mezclada
PMAA _m	Peso promedio del ácido ascórbico
PMAC _m	Peso promedio del ácido cítrico
PMA _m	Volumen promedio de agua para los ácidos
HE _m	Temperatura promedio de la pulpa (entrada)
HE _m	Temperatura promedio de la pulpa (salida)
PDA _m	Peso promedio de la pulpa desairada

PDP _m	Peso promedio de aire de la pulpa*
PPE _m	Peso promedio de la pulpa pasteurizada
VPE _m	Volumen promedio de agua evaporada
TPE _m	Temperatura promedio de pasteurización de la pulpa
tPE _m	Tiempo promedio de pasteurizado a la temperatura de pasteurizado
E _m	Peso promedio de la pulpa envasar
RS	Selección
RL	Lavado
RP	Pelado
RE	Escaldado
RD	Despulpado
RM	Mezclado
RH	Homogenizado
RO	Desairado
RT	Pasteurizado
RE	Envasado
BC	Cantidad de banano procesado diariamente en la planta
B	Flujo de materia prima que ingresa al proceso
Q	Flujo de banano escaldado
U	Cáscara de banano
P	Flujo de pulpa obtenida
R	Flujo de residuos de banano despulpado
S	Flujo de semillas de banano despulpado
PA	Flujo de puré
AA	Flujo de ácido ascórbico
AC	Flujo de ácido cítrico
PD	Flujo de puré desaireado
PP	Flujo de puré pasteurizado
V	Flujo de a envasar
VL	Flujo másico de agua requerido para lavar el banano
VE	Flujo másico de agua requerido para escaldar banano
VAA	Flujo másico de agua requerido para ácido ascórbico
VAC	Flujo másico de agua requerido para ácido cítrico
EV	Flujo másico de agua evaporada en la etapa de escaldado
EP	Flujo másico de agua evaporada en la etapa de pasteurizado
BC	Flujo de banano seleccionado
SR	Flujo de banano rechazado
B'	Flujo de banano lavado
ARL	Flujo másico de agua residual de lavado
U	Flujo de cáscaras
EV	Flujo másico de agua evaporada en el proceso de escaldado
ARE	Flujo másico de agua residual del proceso de escaldado
R'	Flujo de residuos de pulpa en el despulpado
H	Flujo de pulpa homogenizada

RA Flujo de aire
EP Flujo másico de agua evaporada del proceso de pasteurizado

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Fruto del banano	2
Ilustración 2: Estimación de la producción exportada de banano orgánico	5
Ilustración 3: Balance de masa para la selección de banano	27
Ilustración 4: Balance de masa para el lavado de banano	27
Ilustración 5: Balance de masa para el pelado de banano	28
Ilustración 6: Balance de masa para el banano escaldado	28
Ilustración 7: Balance de masa para el despulpado	29
Ilustración 8: Balance de masa para el mezclado	29
Ilustración 9: Balance de masa para el homogenizado	30
Ilustración 10: Balance de masa para el despulpado de la fruta escaldada	30
Ilustración 11: Balance de masa para el pasteurizado	31
Ilustración 12: Balance de masa para el envasado de puré	31
Ilustración 13: Lavadora de frutas por inmersión y aspersion.....	34
Ilustración 14; Marmita de vapor	34
Ilustración 15: Despulpadora de frutas	35
Ilustración 16: Tanque de mezcla	35
Ilustración 17: Desaireador.....	35
Ilustración 18: Tanque enchaquetado con agitación	36
Ilustración 19: Llenadora	36
Ilustración 20: Selladora	37
Ilustración 21: Etiquetadora	37
Ilustración 22: Mesa de trabajo.....	38
Ilustración 23: Báscula industrial	38
Ilustración 24: Balanza de 5 kg.....	38
Ilustración 25: Bomba de diafragma	39
Ilustración 26: Bomba de agua	39
Ilustración 27: Banda transportadora.....	40
Ilustración 28: Diagrama de residuos de la variable grados Brix	53
Ilustración 29: Gráfico de Pareto de efectos estandarizados para los grados	53
Ilustración 30: Diagrama de residuos de la variable pH	54
Ilustración 31: Gráfico de Pareto de los efectos estandarizados para el pH	55
Ilustración 32: Gráfico de los principales efectos de la variable pH.....	55
Ilustración 33: Gráfico de interacción de pH.....	56
Ilustración 34: Diagrama de residuos de la variable consistencia	56
Ilustración 35: Gráfico de Pareto de efectos estandarizados de la consistencia	57
Ilustración 36: Gráfico de efectos principales de la variable consistencia	57
Ilustración 37: Gráfico de la interacción para la consistencia	58
Ilustración 38: Gráfico de optimización de consistencia-pH	58
Ilustración 39: Resultado de la prueba de preferencia pareada	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición química del banano orgánico	3
Tabla 2: Características físico-químicas del banano	6
Tabla 3: Características físico-químicas del ácido ascórbico	7
Tabla 4: Características físico-químicas del ácido cítrico	7
Tabla 5: Ensayos físico-químicos	8
Tabla 6: Determinación del potencial de hidrogeno (pH).....	8
Tabla 7: Determinación de sólidos solubles (°Brix)	8
Tabla 8: Niveles de ácidos orgánicos	9
Tabla 9: Datos aleatorizados por Minitab17	9
Tabla 10: Parámetros del producto final	13
Tabla 11: Función multiobjetivo	13
Tabla 12: Restricciones de las fórmulas objetivas	13
Tabla 13: Datos experimentales promedio de los parámetros de cálculo para de la obtención de puré de banano en el laboratorio	19
Tabla 14: Relaciones de las diferentes etapas respecto a la materia prima que ingresa	22
Tabla 15: Cantidad de materia procesada en kg/día	23
Tabla 16: Densidad del agua a temperatura de proceso	24
Tabla 17: Escalamiento de agua y solución desinfectante requeridas para el proceso.24	
Tabla 18: Cantidad de agua evaporada en etapas de escaldado y pasteurizado	25
Tabla 19: Definición de variables para el balance de masa del proceso	26
Tabla 20: Balance general de masa para procesar un flujo de 1800 (kg/día) de banano	32
Tabla 21: Costos de maquinarias y equipos	41
Tabla 22: Inversión inicial estimada.....	42
Tabla 23: Costo de materia prima y materiales directos.....	42
Tabla 24: Costo de materiales indirectos	43
Tabla 25: Costo de mano de obra directa	43
Tabla 26: Costo de mano de obra indirecta.....	44
Tabla 27: Suministros y servicios	44
Tabla 28: Depreciación, seguros, reparación y mantenimiento.	45
Tabla 29: Costos de producción	46
Tabla 30: Gastos de administración y generales.....	47
Tabla 31: Gastos de distribución y ventas.....	48
Tabla 32: Estado de resultados.....	49
Tabla 33: Interacción de los factores y sus variables de respuesta.....	50
Tabla 34: Interacción de los niveles mínimos de los ácidos orgánicos.....	51
Tabla 35: Interacción del nivel mínimo de ácido ascórbico.....	51
Tabla 36: Interacción del nivel mínimo de ácido cítrico	51
Tabla 37: Interacción de los niveles máximos de los ácidos orgánicos	52
Tabla 38: Análisis de varianza (°Brix).....	54
Tabla 39: Análisis de varianza (pH).....	55
Tabla 40: Análisis de varianza (consistencia).....	57
Tabla 41: Formulación de la compota orgánica.....	59
Tabla 42: Resultados de la prueba de preferencia pareada	59
Tabla 43: Descripción técnica del producto	60

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha generado una tendencia mundial de consumir productos orgánicos frescos. En vista de que esta tendencia se va incrementando, existen empresarios interesados en crear nuevas alternativas alimenticias que emplean éstas materias primas.

A nivel local, el banano orgánico es comercializado únicamente como fruta fresca, lo cual abre un nicho de mercado para las industrias extranjeras. En este sentido, en el Ecuador la única compañía que comercializa compotas a partir de frutas orgánicas es de origen estadounidense con su marca comercial "Organic for Baby".

El banano es una fruta rica en fibra, potasio, magnesio y ácido fólico, también contiene hierro, beta caroteno y vitaminas del grupo E. Por su valor nutricional, disponibilidad y costo la puede consumir la mayor parte de la población.

Este proyecto describe el diseño para el desarrollo de una compota a partir de banano orgánico ecuatoriano, la cual podría llegar a ser un producto competitivo en aspectos sensoriales, nutricionales y costos en relación al producto actualmente establecido en el mercado que es de importación.

1.1 Descripción del problema

El problema en el Ecuador es el desaprovechamiento de las materias primas orgánicas rechazadas, que al momento de exportar no cumplen con los requerimientos del mercado internacional, éstas son destinadas para la venta en supermercados y dependiendo de su grado de madurez como alimento de consumo animal.

Una de las limitantes son los hábitos alimenticios de los ecuatorianos, que masivamente no tienen inclinación cultural por los productos orgánicos. Si bien es cierto, la tecnología no es una limitante al momento de procesar estas frutas, sin embargo, son los empresarios los que no desean invertir en la elaboración de subproductos a partir del banano orgánico, ya que ellos aseguran que los ecuatorianos no valoran los subproductos de esta fruta.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Desarrollar una compota a partir de banano orgánico ecuatoriano.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analizar la disponibilidad de la materia prima que cumplan con las necesidades para el desarrollo del prototipo alimenticio.
- Medir el efecto individual e interacción del ácido cítrico y el ácido ascórbico sobre el pH, grados Brix y consistencia del producto final.
- Optimizar las cantidades empleadas de ambos ácidos para que cumplan los niveles exigidos en la norma NTE INEN 2009:2013 y, a la vez, que el pH, grados Brix y consistencia sean característicos de este tipo de productos y agradables al consumidor.
- Estimar los costos directos e indirectos para la elaboración de una compota de banano orgánica.

1.3 Marco teórico

1.3.1 Materia prima (banano orgánico)

El banano es un fruto climatérico y continúa madurando después de la cosecha, su forma, color y tamaño es particular en la variedad Cavendish. El banano está constituido por almidones y taninos, cuando madura la pulpa contiene 70% de agua y es rica en carbohidratos fácilmente digeribles, contiene un bajo contenido de proteínas y grasas pero es fuente de vitaminas A, B1, B2 y C. Durante la madurez, la cáscara cambia de color verde a amarillo. (Guzmán, Silva, & Yarleque, 2012)



Ilustración 1: Fruto del banano

Composición química y Valor Nutricional

El banano orgánico tiene elevado el valor energético, siendo fuente de vitamina B y C, como el tomate o la naranja. Su contenido proteico es discreto y la presencia de grasas es casi nula. Son numerosas las sales minerales que contiene, entre ellas hierro, fósforo, potasio y calcio. Resulta de mucha ayuda para recuperar fuerzas. Por el potasio es efectivo disminuyendo la hipertensión arterial. Los plátanos verdes mejoran el tránsito intestinal por su contenido en almidón e hidratos de carbono no asimilables, calma los ardores de estómago, es efectivo en el tratamiento de procesos reumáticos, artritis y gota, previene la retención de líquidos y la formación de edemas. (ProEcuador, 2013)

En la siguiente tabla se mencionan los componentes químicos del banano orgánico y el porcentaje en que se encuentran en la fruta.

Tabla 1: Composición química del banano orgánico

Descripción	Parámetro
Humedad	73.7 %
Proteínas	1.2%
Grasa	0,1%
Carbohidratos	24.1%
Cenizas	0.9%
Fibra dietética%
Potasio	370 mg
Calcio	6 mg
Fósforo	25 mg
Hierro	1 mg
Vitamina A	220 ug
B caroteno	165 ug
Tiamina	0,04 mg
Riboflamina	0,03 mg
Niacina	0.7 mg
Vitamina C	10 mg

Fuente: Tabla de composición de alimentos. Uruguay. Banano orgánico (2002)

Certificación del banano orgánico

En los últimos tiempos se ha creado conciencia en la población mundial acerca del impacto que nuestros hábitos de vida tienen sobre los niveles de contaminación del planeta y sobre la salud de toda la población.

Debido a esto, se ha generado el desarrollo de un mercado preferencial para productos y servicios que puedan garantizar al consumidor que en su producción se protegió el ambiente y poder garantizar que hubo un grado de contaminación menor que en los productos convencionales. (Rosales, Tripon, & Cerna, 1998)

Los productos Orgánicos con certificaciones tienen la ventaja de facilitar la comercialización a través de un reconocimiento por los consumidores, ya sea a través de la preferencia por el producto en el mercado o por la disposición de pagar un sobreprecio por los mismos. (Rosales et al., 1998)

Exportaciones de banano orgánico

América Latina es el único exportador de banano orgánico, y las exportaciones totales para el año 2009, fueron de 24.2 millones, que representan un 3% de las exportaciones totales de banano convencional.

En la ilustración 2 se puede observar que el mayor exportador de banano orgánico es Ecuador, con 9.9 millones de cajas de 18.14 kg, que se producen en 10.500 hectáreas de cultivo. El segundo exportador es República Dominicana, con 5.5 millones de cajas, en 5.100 hectáreas. Perú, aunque recientemente ha entrado en el mercado, ya exporta 4,1 millones de cajas, en 5.250 hectáreas, ubicadas en la zona desértica de Piura, en su mayoría. Colombia, con 3.2 millones de cajas, requiere de 2250 hectáreas, pero problemas de calidad, han hecho reducir sus exportaciones recientemente

Para la producción de las 24.2 millones de cajas, se necesitan 23.750 hectáreas de cultivo, lo que muestra una productividad muy baja de 1019 cajas por hectárea por año, si se compara con las 2400 cajas que se producen en promedio, en Costa Rica de banano convencional.

Algunos proyectos de cultivo orgánico en Ecuador, con altas tecnologías de producción, alcanzan productividades de 2500 cajas por hectárea por año, de un producto de muy buena calidad.

Las exportaciones de banano orgánico, se iniciaron en Honduras en 1997, y el crecimiento ha sido exponencial, con la entrada en el mercado de República Dominicana, Ecuador, Perú y Colombia. Es importante tener en consideración, para cualquier crecimiento, que este mercado es del 3% del mercado mundial, 24 millones de cajas, y que con pequeñas cantidades de sobre oferta sobre la demanda, los precios se caen abruptamente, como sucedió en el año 2009, con la entrada de Colombia al mercado. (Soto, 2011)

Dole  **America Latina - Estimación de la Producción Exportada en el 2009** 
Banano Orgánico

Pais	PRODUCCIÓN (Millones)	AREA TOTAL (Has)
Ecuador	9.9	10.500
Dom Rep	5.5	5.100
Perú	4.1	5.250
Colombia	3.2	2.250
TOTAL	24.2	23.750

Promedio = 1019 Cajas / Ha / Año

Oficina y Departamento de Banano Orgánico en el mundo por Triana, Wikarachi. 2da. Congreso Internacional del Banano Orgánico, Puno, Peru.

Ilustración 2: Estimación de la producción exportada de banano orgánico

1.3.2 Producto

Compotas

"Compota" o "Conserva" es el producto preparado con un ingrediente de fruta apropiado:

- que puede ser fruta entera, trozos de fruta, pulpa o puré de fruta;
- con o sin zumo (jugo) de fruta o zumo (jugo) de fruta concentrado como ingrediente(s) facultativo(s);
- mezclado con un edulcorante carbohidrato, con o sin agua;
- elaborado para adquirir una consistencia adecuada.

("NORMA DEL CODEX PARA COMPOTAS (CONSERVAS DE FRUTAS) Y JALEAS. CODEX STAN," 1981)

Características de una compota

Las compotas son de consistencia semisólidas y sus características van a depender del tipo de fruta a utilizar y tendrán el color y sabor característico de la fruta. (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2009 : 2013 Primera revisión ALIMENTOS COLADOS Y PICADOS, ENVASADOS PARA, 2013)

Mercado de compotas orgánicas

En nuestro país no existe producción de compotas orgánicas. La única compota orgánica que se consume en el país es importada y es de la marca "Organics for baby".



Ilustración 2: Compota orgánica "Organics for baby"

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA DE DISEÑO

En el siguiente capítulo, se detallarán las características de las materias primas utilizadas para la elaboración de la compota de banano orgánico, el diagrama de flujo, balance de materia y así también la propuesta de equipos requeridos para la planta procesadora de compota orgánica. Asimismo, los métodos y materiales utilizados para la parte experimental y estadística del proyecto en estudio.

2.1 Disponibilidad y caracterización de las materias primas

Como materia prima principal está el banano orgánico de la marca “Banana Organic” cultivado y cosechado en Ecuador, en la provincia del Guayas en la ciudad de Bucay. Así también se presentan valores referenciales de los ácidos orgánicos a utilizarse en el proceso que permitirán obtener el parámetro de pH, grados Brix y consistencia deseado en el producto final.

2.1.1 Características de las materias primas e insumos

Características del banano orgánico

El banano orgánico seleccionado es de la variedad *Cavendish Valery*.

En la siguiente tabla se presentan las características con las que debe cumplir el banano como materia prima para la elaboración de las compotas.

Tabla 2: Características físico-químicas del banano

PARÁMETROS		CARACTERÍSTICAS
Peso (g)		215
°Brix		17
Ph		5.11
Componentes orgánicos	Ácido málico (mg)	500,00
	Ácido ascórbico (mg)	5.6-36.4
	Ácido cítrico (mg)	150.00
Consistencia en Puré (cm/30s)		4.8

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

En el siguiente punto, se presentarán las características de los ácidos orgánicos presentes en la compota como producto final.

Estos ácidos orgánicos se lo adquirió en “Laboratorio Cevallos” y los datos fueron tomados de la ficha técnica de los mismos

Característica del ácido ascórbico

Ácido ascórbico es un ácido orgánico que tiene como característica principal ser un agente antioxidante. Este compuesto no es posible sintetizarlo y es adquirido a través de la dieta. Su fórmula química es $C_6H_8O_6$.

Tabla 3: Características físico-químicas del ácido ascórbico

Parámetros	Características
Apariencia	Polvo blanco cristalino

Fuente: Laboratorio Cevallos (2016)

Revisar ficha técnica en Apéndice A

Característica del ácido cítrico

Este es un ácido orgánico de tricarboxílico, presente en muchas frutas ácidas. Su fórmula química es $C_6H_8O_7$.

Es buen conservante y actúa como un regulador del pH en la elaboración del producto. Éste forma parte de formulaciones en el procesamiento de vegetales destinados a conservas.

Tabla 4: Características físico-químicas del ácido cítrico

Parámetros	Características
Apariencia	Cristales sin color o granulado fino

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

Fuente: Laboratorio Cevallos (2016)

Revisar ficha técnica en Apéndice A

2.2 Materiales y métodos

En esta sección, se detallará el empleo de insumos necesarios que permitirán el cumplimiento de la metodología de ensayo evitando posibles incertidumbres en los resultados

2.2.1 Métodos

Los métodos empleados para la medición de consistencia, pH y sólidos solubles fueron obtenidos de las Normas INEN las cuales se menciona a continuación y su detalle se encuentra en el Apéndice B.

Tabla 5: Ensayos físico-químicos

Parámetros	Método
Determinación de la consistencia.	NTE INEN 1 899:98
Determinación de pH.	NTE INEN-ISO 1842:2013
Determinación de sólidos solubles.	NTE INEN-ISO 2173:2013

Elaborado por: Delgado, Flor, (2016)

Determinación de la consistencia

Para determinar este parámetro se utilizó el consistómetro de BOSTWICK. La consistencia fue calculada en función de su desplazamiento durante 30 segundos. Los materiales utilizados fueron: consistómetro de Bostwick, cronómetro, espátula y termómetro

Determinación del potencial de hidrógeno

Para la determinación del pH, se analizó a las muestras con un pH-metro, método electroquímico de una dilución, a una temperatura de 20°C.

Tabla 6: Determinación del potencial de hidrogeno (pH)

Materiales	Reactivos
Agitador	Agua destilada
Beaker de vidrio 250 ml	Solución Buffer de pH 4.00
Papel toalla	Solución Buffer de pH 7.00
pH-metro	

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

Determinación de sólidos solubles

Este análisis permite determinar la cantidad de sólidos solubles presentes durante el proceso de elaboración y en el producto final. Se empleó el método refractométrico para su determinación ya que éste permite una lectura directa. La muestra debe estar a una temperatura de 20°C.

Tabla 7: Determinación de sólidos solubles (°Brix)

Materiales	Reactivos
Espátula	
Papel Toalla	Agua destilada
Refractómetro	

Elaborado por: Delgado, Flor, (2016)

2.2.2 Diseño de experimentos

Para el desarrollo de este proyecto se realizó un diseño de experimentos que permitió alcanzar el pH y consistencia óptimos de la compota. .

Para este diseño se utilizó el modelo factorial 2^2 , combinando dos ácidos (cítrico y ascórbico) con dos niveles (máximos y mínimos) de cada uno, estos datos fueron referenciados de normas técnicas para la elaboración de compotas y el uso permitido de ácidos orgánicos en el producto. La norma de referencia fue NTE INEN 2009:2013 al no existir normas específicas para productos orgánicos.

En la tabla 8 se presentan los valores empleados en el experimento.

Tabla 8: Niveles de ácidos orgánicos

	Mín	Máx
Ácido ascórbico (g)	0.16	0.20
Ácido cítrico (g)	1.20	2.00

Elaborado por: Delgado, Flor, (2016)

Para la aleatorización de los datos de ácidos orgánicos, en sus respectivos niveles, se utilizó el programa Minitab17, donde se obtuvo 4 experimentos y por cada uno de ellos se realizaron 3 réplicas.

Tabla 9: Datos aleatorizados por Minitab17

Ácido ascórbico	Ácido cítrico
0.20	1.20
0.16	2.00
0.16	2.00
0.20	2.00
0.20	1.20
0.16	2.00
0.16	1.20
0.20	2.00
0.20	2.00
0.20	1.20
0.16	1.20
0.16	1.20

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

Análisis de Residuos

En cada variable de respuesta se utilizan los residuos para examinar la bondad de ajuste en el análisis de varianza (ANOVA) con la asunción de normalidad, en base a la cual se realizan los contrastes de hipótesis, y homocedasticidad.

Si satisfacen estos supuestos, entonces la regresión de cuadrados mínimos ordinarios producirá estimaciones de coeficientes no sesgadas con la varianza mínima.

Contraste de hipótesis para grados Brix al 95% de confianza

H_0 : Los residuos para la variable de respuesta grados Brix cumplen con el supuesto de normalidad.

Vs

H_1 : Los residuos para la variable de respuesta Grados Brix no cumplen con el supuesto de normalidad.

Contraste de hipótesis para pH al 95% de confianza

H_0 : Los residuos para la variable de respuesta pH cumplen con el supuesto de normalidad.

Vs

H_1 : Los residuos para la variable de respuesta pH no cumplen con el supuesto de normalidad

Contraste de hipótesis para consistencia al 95% de confianza

H_0 : Los residuos para la variable de respuesta consistencia cumplen con el supuesto de normalidad.

Vs

H_1 : Los residuos para la variable de respuesta consistencia no cumplen con el supuesto de normalidad

Análisis de varianza

La técnica del análisis de la varianza (ANOVA) es una de las técnicas más utilizadas en los análisis de datos de los diseños experimentales. ANOVA es un método muy flexible que permite construir modelos estadísticos para el análisis de los datos experimentales cuyo valor ha sido constatado en muy diversas circunstancias.(Llopis, 2013)

En un análisis de varianza factorial, existe una hipótesis nula por cada factor y por cada posible combinación de factores:

- La hipótesis nula referida a un factor, afirma que las medidas de las poblaciones definidas por los niveles del factor son iguales.

- La hipótesis referida al efecto de una interacción afirma que tal efecto es nulo.

Para contrastar estas hipótesis, el ANOVA factorial se sirve de estadísticos (F), así que, para cada efecto existe una hipótesis y para cada hipótesis un estadístico (F) que permite contrastarla. El nivel crítico asociado al estadístico (F), es quien nos permite decidir si podemos mantener o debemos rechazar una hipótesis. ("Análisis de varianza Factorial," 2014)

Para la variable en estudio se establecieron tres hipótesis con un nivel de confianza del 95% y se quiere probar la significancia, sobre las variables de respuesta grados Brix, pH y consistencia en función de los ácidos ascórbico y cítrico y la interacción entre los mismos.

Contraste de hipótesis para grados Brix al 95% de confianza

(a)

H_0 : El factor ácido ascórbico, no afecta significativamente a los grados Brix.

Vs

H_1 : El factor ácido ascórbico, afecta significativamente a los grados Brix.

(b)

H_0 : El factor ácido cítrico, no afecta significativamente a los grados Brix.

Vs

H_1 : El factor ácido cítrico, afecta significativamente a los grados Brix.

(c)

H_0 : La interacción entre los ácidos orgánicos no afecta significativamente a los grados Brix.

Vs

H_1 : La interacción entre los ácidos orgánicos afecta significativamente a los grados Brix.

Contraste de hipótesis para pH al 95% de confianza

(a)

H₀: El factor ácido ascórbico, no afecta significativamente al pH.

Vs

H₁: El factor ácido ascórbico, afecta significativamente al pH.

(b)

H₀: El factor ácido cítrico, no afecta significativamente al pH.

Vs

H₁: El factor ácido cítrico, afecta significativamente al pH.

(c)

H₀: La interacción entre los ácidos orgánicos no afecta significativamente al pH

Vs

H₁: La interacción entre los ácidos orgánicos afecta significativamente al pH.

Contraste de hipótesis para consistencia al 95% de confianza

(a)

H₀: El factor ácido ascórbico, no afecta significativamente a la consistencia.

Vs

H₁: El factor ácido ascórbico, afecta significativamente a la consistencia.

(b)

H₀: El factor ácido cítrico, no afecta significativamente a la consistencia.

Vs

H₁: El factor ácido cítrico, afecta significativamente a la consistencia.

(c)

H₀: La interacción entre los ácidos orgánicos no afecta significativamente a la consistencia.

Vs

H₁: La interacción entre los ácidos orgánicos afecta significativamente a la consistencia.

2.2.3 Optimización

Se optimizaron las cantidades requeridas de los ácidos orgánicos, que permitieron alcanzar los parámetros deseados en cada variable de respuesta como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 10: Parámetros del producto final

Variable	Meta	Valor objetivo
pH	Objetivo	4.20
Consistencia (cm/30 s)	Objetivo	5.00
Grados Brix (°Brix)	Maximizar	>15.00

Elaborado por: Delgado, Flor, (2016)

Para la optimización de los parámetros se tiene la siguiente función multiobjetivo que se muestran en la tabla 11.

Tabla 11: Función multiobjetivo

Función multiobjetivo	
$Z_n = \sum_{i=1}^2 X_i$ donde n=1 y 2	Donde Z ₁ es, pH
	Donde Z ₂ es, consistencia
$Max Z_n = \sum_{i=1}^2 X_i$ donde n=3	Donde Z ₃ es, grados Brix

Elaborado por: Delgado, Flor, (2016)

Siendo X₁ el ácido ascórbico y X₂ el ácido cítrico.

En la tabla 12 se muestran las respectivas restricciones a considerar.

Tabla 12: Restricciones de las fórmulas objetivas

Restricciones
$Z_3 > 15$
$X_1 + X_2 \geq 0$
$0.160 > X_1 \geq 0.200$
$1.200 > X_2 \geq 2.000$

Elaborado por: Delgado, Flor, (2016)

2.2.4 Análisis sensorial

Objetivo

Determinar la preferencia que tiene el consumidor sobre la compota orgánica actualmente comercializada en el mercado y la compota orgánica desarrollada a partir de banano orgánico ecuatoriano.

La prueba sensorial se encuentra en el Apéndice C.

Procedimiento

En la prueba de preferencia, a los panelistas se les presentó dos muestras y se les pidió indicar cuál es la muestra de su preferencia.

Para determinar las diferencias se aplica el análisis estadístico no paramétrico. (Ramírez, 2012)

Para evaluar a los panelistas se siguió el siguiente procedimiento.

1. El ambiente de prueba fue libre de malos olores y ruidos, bien iluminado y se libró a los panelistas de las distracciones potenciales.
2. Se identificó a las muestras por códigos de cuatro dígitos: 4863 (producto desarrollado) y 9168 (compota de banano orgánica importada)
3. Se sirvieron las muestras en orden aleatorio para cada panelista con un vaso con agua y galletas sin sal para que puedan limpiar el paladar.
4. Las instrucciones fueron explicadas correctamente para la prueba y para limpiar el paladar entre la degustación de cada muestra
5. Se les dio el tiempo necesario para que ellos pudiesen evaluar cada muestra.
6. Una vez culminado el tiempo de la prueba, se procedió a recogerlas.

Jueces

Se evaluaron las preferencias de 40 panelistas no entrenadas, mujeres, con un intervalo de edades de 20 a 30 años, que sean madres de niños o niñas entre 1 y 3 años, de distintas ocupaciones

Se optó por muestrear este sector de la población debido a que las mujeres jóvenes son aquellas que presentan la tendencia al consumo de productos orgánico y de igual manera son el potencial consumidor, al momento de la alimentación de sus hijos.

2.3 Diseño inicial del proceso y línea de producción

En la siguiente sección se describe el diagrama de flujo y el balance de materia requerida para el proceso.

Para el la etapa de recepción de materia prima, se tomó como punto de partida a la fruta sin efectuar ningún proceso.

2.3.1 Descripción del proceso de elaboración de compota de banano orgánico

Recepción de Materia Prima

Se receiptó el banano con un grado de madurez 3.

Selección

Después de la recepción de la materia prima, se procedió a seleccionar y a separar el banano que en mejor estado y el grado de madurez requerido.

Lavado

Se llevó a cabo el lavado del banano por medio de inmersión y aspersion de agua a una temperatura de 26°C sobre una banda transportadora con el fin de eliminar tierra y materia extraña correspondiente a un 2% del peso del plátano que entra.

Pelado

El pelado se llevó a cabo de forma manual con el fin de eliminar la cáscara. Con la cáscara que se obtiene de este proceso se la podrá vender como alimento de ganado o como mejorador de suelo.

Escaldado

El escaldado se realizó con una marmita a 100°C en la cual se colocaron los bananos durante 40 segundos para inhibir a la enzima más termorresistente y así evitar el pronto oscurecimiento.

Despulpado

Este proceso se hizo con el fin de obtener un puré libre de semillas. Se realizó con una despulpadora de acero inoxidable.

Homogenizado

El homogenizado, después del despulpado, permite integrar perfectamente todo el puré: elevando la temperatura a 40°C para facilitar el movimiento del flujo (bajando la densidad), dicha temperatura no afectará las otras propiedades del puré.

Desaireado

Desde el proceso de trituración por el que ha pasado el banano, se produce una oclusión de aire dentro de la misma que es necesario eliminar. Se realizó esta operación pasando al producto por un desaireador con bomba de vacío. De esta forma se evitaron riesgos en cuanto a la estabilidad final del producto.

Pasteurizado

Este proceso se realizó a 70°C durante 8 minutos en un Tanque enchaquetado con agitación, para evitar el crecimiento de microorganismos en el producto y la pérdida de nutrientes en el mismo.

Envasado

El tipo de material utilizado en el proceso envasado fue vidrio con una capacidad de 100 g por frasco. Para nuestro proceso se dispondrá de una llenadora que dosificara el volumen requerido en menor tiempo. El ingreso del puré pasteurizado en los envases, debe de tener una temperatura mínimo de 65°C.

Sellado

En esta etapa se aseguró la hermeticidad del producto frente a diversos factores ambientales. El sellado se realizó con tapas de aluminio a través de una máquina selladora asegurando un cierre seguro. Para el transporte de los envase, de la envasadora a la selladora, fueron ayudados por una banda transportadora.

Etiquetado

El producto sellado pasó a un proceso de etiquetado donde en donde se adhirieron etiquetas al envase.

Empacado

El producto terminado necesitó de un empaque secundario el cual fue cartón corrugado. La operación de empaque fue de tipo manual. Los cartones fueron apilados uno sobre otro tomando en consideración que las esquinas de cada y que mantengan la misma disposición, por columnas y filas.

Almacenamiento

El almacenamiento del producto final se lo realizó en una bodega de producto terminado a temperatura ambiente en un lugar seco, de preferencia ventilada evitando superar temperaturas mayores a las 30°C.

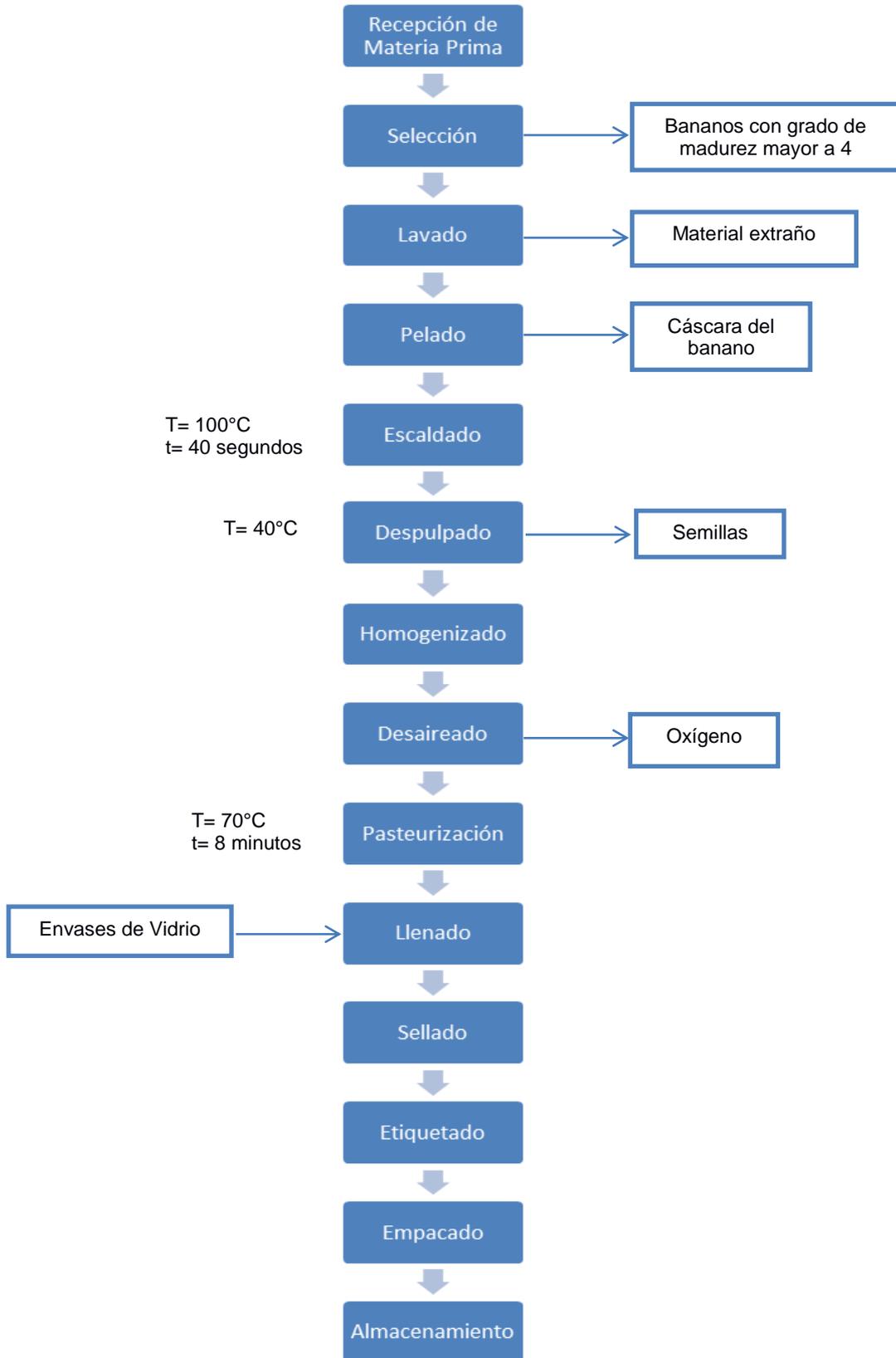


Diagrama de flujo: Puré de banano

2.4 Balance de materia

A continuación se muestra los valores promedio de cada parámetros de las operaciones del proceso y proceder a realizar el escalamiento para procesar 1800 (kg/día) de materia prima y el posterior balance de masa, de energía y selección de los equipos para el proceso de obtención de pulpa de frutas.

Tabla 13: Datos experimentales promedio de los parámetros de cálculo para de la obtención de puré de banano en el laboratorio

OPERACIÓN	PARÁMETROS	SIMBOLOGÍA	DATOS EXPERIMENTALES PROMEDIOS	UNIDAD
Pesaje de materia prima	Peso promedio de bananos enteros	BB_m	5,79	kg
Selección	Peso promedio de bananos que ingresan al proceso	BC_m	5,77	kg
	Peso promedio de bananos rechazados	SR_m	0,0289	kg
Lavado	Volumen promedio de agua consumida en el lavado de la fruta	VL_m	1	l
	Temperatura promedio de entrada del agua para el lavado de la fruta	TL_m	28	°C
Pelado	Peso promedio del banano sin cáscara	B_m	3,92	kg
	Peso promedio de cáscara	CS_m	1,85	kg
Escaldado	Volumen promedio de agua consumida para el	VE_m	2	l

	escaldado de la fruta			
	Temperatura promedio de entrada del agua para el escaldado de la fruta	TA_m	28	°C
	Temperatura promedio de escaldado (temperatura de la fruta)	TEF_m	70	°C
	Tiempo promedio de escaldado a la temperatura de escaldado	tE_m	8	min
	Temperatura promedio del agua a la temperatura de escaldado	TEA_m	100	°C
	Volumen promedio de agua evaporada	VEA_m	0,370	l
Despulpado	Peso promedio de pulpa obtenida	DP_m	3,18	kg
	Peso promedio de semillas del banano	DS_m	0,0392	kg
	Temperatura promedio de la pulpa obtenida	TDP_m	33	°C
Mezclado (a temperatura ambiente)	Peso promedio de pulpa mezclada	PMP_m	3,51	kg
	Peso promedio del ácido ascórbico	$PMAA_m$	0,0019	kg
	Peso promedio	$PMAC_m$	0,0197	kg

	del ácido cítrico			
	Volumen promedio de agua para los ácidos	PMA_m	0,3177	l
Homogenizado	Temperatura promedio de la pulpa (entrada)	HE_m	30	°C
	Temperatura promedio de la pulpa (salida)	HE_m	40	°C
Desairado	Peso promedio de la pulpa desairada	PDA_m	3,50	kg
	Peso promedio de aire de la pulpa*	PDP_m	0,0176	kg
Pasteurizado	Peso promedio de la pulpa pasteurizada	PPE_m	3,24	kg
	Volumen promedio de agua evaporada	VPE_m	0,2717	l
	Temperatura promedio de pasteurización de la pulpa	TPE_m	70	°C
	Tiempo promedio de pasteurizado a la temperatura de pasteurizado	tPE_m	8	Min
Envasado	Peso promedio de la pulpa envasar	E_m	0,1	kg

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

Fuente: (Guzmán et al., 2012)

A continuación, con la información presentada en la tabla 13, se estimó una relación entre peso promedio obtenido en cada etapa y el peso promedio del banano entero que ingresa durante la recepción. Por lo cual, se plantea la siguiente fórmula.

$$R = \frac{Q}{BBm} \quad (1)$$

Donde:

R, es la relación de flujo al ingreso de cada etapa, (adimensional)

Q, es el peso promedio de cualquier corriente que ingresa en cada etapa, (kg)

BBm, es el peso promedio del banano entero que ingresa al proceso, el valor se mantiene constante, 5.79 (kg)

Como ejemplo, se toman los valores descritos en la tabla 13 y se reemplazaran en la fórmula (1), donde:

RQ, es la relación del flujo del banano seleccionado (adimensional)

BBm, es el peso promedio de banano que ingresan al proceso, 5,77 (kg)

BCm, es el peso promedio del banano entero que ingresa al proceso, el valor se mantiene constante, 5.79 (kg)

$$RS = \frac{5,77 \text{ (kg de pulpa)}}{5,79 \text{ (kg de banano)}}$$

$$RQ = 0,9950$$

Reemplazando los valores de la tabla 13 en la ecuación (1), se tiene que:

Tabla 14: Relaciones de las diferentes etapas respecto a la materia prima que ingresa

ETAPA	SIMBOLOGÍA	RELACIÓN DE FLUJO DEL MATERIAL	RENDIMIENTO (%)
Selección	RS	0.9950	99,5
Lavado	RL	0.6766	99,5
Pelado	RP	0.3184	68
Escaldado	RE	0.5480	68
Despulpado	RD	0.1061	55
Mezclado	RM	0.0068	61
Homogenizado	RH	0.6058	61
Desairado	RO	0.6027	60
Pasteurizado	RT	0.5589	56
Envasado	RE	0.5589	56

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

A continuación se detallan los cálculos necesarios para el balance de masa en base a los datos experimentales promedio y a las relaciones de flujo por etapa de las tablas 13 y 14 respectivamente, para tratar 1800 kg/ día de banano (BC).

La producción diaria se basó en los datos del INEC 2014, donde estadísticamente se determinó que en promedio el número de nacidos anualmente en el Ecuador, en promedio es de 41,784 y la población de adultos mayores con edades superiores a los 65 años, con un aproximado de 1,076,667 habitantes. De tal manera al ser un producto nuevo se toma como referencia abarcar el 10% del mercado de dicha población y así cubrir la demanda.

Para obtener los flujos máxicos de en función de la producción diaria, se aplicará la siguiente ecuación:

$$F = BC * RB \quad (2)$$

Donde:

F, es el flujo que ingresa en cada etapa del proceso, (kg/día)

BC, es el flujo de materia prima que ingresa al proceso, el valor se mantiene constante, 1800 (kg/día)

R, es la relación de flujo al ingreso de cada etapa, (adimensional)

En la aplicación de la fórmula se reemplazan los valores de la tabla 14 en la ecuación (2), se tiene entonces:

B, es el flujo de banano que ingresa al proceso, en (kg/día)

BC, es el flujo de materia prima que ingresa al proceso, 1800 (kg/día)

RB, es la relación de flujo de la fruta que ingresa al proceso respecto al de materia prima receptada, 0.995 (adimensional)

$$B = 1800 \left(\frac{\text{kg de banano al proceso}}{\text{día}} \right) * 0,9950$$

$$B = 1224 \left(\frac{\text{kg de banano al proceso}}{\text{día}} \right)$$

Tabla 15: Cantidad de materia procesada en kg/día

PARÁMETRO	SIMBOLOGÍA	UNIDAD	VALOR
Cantidad de banano procesado diariamente en la planta	BC	kg/día	1,800.00
Flujo de materia prima que ingresa al	B	kg/día	1,217.88
Flujo de banano escaldado	Q	kg/día	1,217.88
Cáscara de banano	U	kg/día	573.12
Flujo de pulpa obtenida	P	kg/día	986.38
Flujo de residuos de banano	R	kg/día	219.22
Flujo de semillas de banano	S	kg/día	12.17
Flujo de puré	PA	kg/día	1,090.37
Flujo de ácido ascórbico	AA	kg/día	0.47
Flujo de ácido cítrico	AC	kg/día	4.88
Flujo de puré desaireado	PD	kg/día	1,084.92
Flujo de puré pasteurizado	PP	kg/día	1,006.05
Flujo de a envasar	V	kg/día	1,006.05

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

Durante el proceso de elaboración de la compota orgánica, existen etapas que requieren de un determinado volumen de agua en cada operación. Por lo cual se realizará el cálculo de flujo másico necesario que se describe con la siguiente fórmula:

$$\omega = \frac{\omega_m * \rho_{H_2O}}{1000 * BB_m} * B \quad (3)$$

Donde:

ω , es el flujo másico de cualquier corriente de agua requerida para el proceso, en (kg/día)

ω_m , es el volumen experimental promedio de cualquier corriente de agua del proceso, en (litros)

ρ_{H_2O} , es densidad del agua a la temperatura de entrada de cualquier corriente de ésta, en (kg/m³)

Tabla 16: Densidad del agua a temperatura de proceso

Temperatura, °C	Densidad, kg/m ³
28	996.233

Fuente: (PERRY, 1999)

Reemplazando valores de las tablas 13, 15 y 16 en la ecuación (3), se determina que:

Tabla 17: Escalamiento de agua y solución desinfectante requeridas para el proceso

DEFINICIÓN	VARIABLE	UNIDAD	VALOR
Flujo másico de agua requerido para lavar el banano	VL	kg/día	309.23
Flujo másico de agua requerido para escaldar banano	VE	kg/día	618.46
Flujo másico de agua requerido para ácido ascórbico	VAA	kg/día	49.31
Flujo másico de agua requerido para ácido cítrico	VAC	kg/día	49.31

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

Para las etapas que requieren el consumo de agua como medio de conducción térmico y la misma que se pierde durante el calentamiento de producto en proceso, se requiere realizar plantear la siguiente ecuación y cuantificar la perdida durante las etapas de escaldamiento y pasteurización:

$$E = \frac{\omega * e_m}{\omega_m} \quad (4)$$

Donde:

E , es el flujo másico de agua evaporada en el proceso, en (kg/ día)

ω , flujo másico de agua requerido, en (kg/día)

e_m , es el volumen promedio de agua evaporada, (l)

ω_m , es el volumen promedio de agua consumida para el escaldado de banano, (l)

Una vez planteada la ecuación (4) se procede a ejemplificar la etapa de escaldado reemplazando los siguientes valores tomados de las tablas 13, 15 y 17:

E_v , es el flujo másico de agua evaporada en el proceso de escaldado, en (kg/ día)

VE , Flujo másico de agua requerido para escaldar el banano, 616.46 (kg/día)

$(VEA)_m$, es el volumen promedio de agua evaporada, 0.370 (l)

VE_m , es el volumen promedio de agua consumida para el escaldado de banano, 2 (l)

$$E_v = \frac{618,46 \left(\frac{kg}{día}\right) * 0,370(l)}{2(l)}$$

$$E_v = 45,77 \left(\frac{kg}{día}\right)$$

Adicional al ejemplo planteado, de la misma manera se realizará el cálculo para la etapa de pasteurizado.

Tabla 18: Cantidad de agua evaporada en etapas de escaldado y pasteurizado

PARÁMETRO	SIMBOLOGÍA	UNIDAD	VALOR
Flujo másico de agua evaporada en la etapa de escaldado	E_v	kg/día	44.7
Flujo másico de agua evaporada en la etapa de pasteurizado	E_p	kg/día	84.32

[Elaborado por: Delgado, Flor (2016)]

A continuación con los datos obtenidos y la simbología definida en las tablas 15, 17 y 18, además las que se definen en la siguiente tabla, serán necesarias para realizar el balance de masa. El balance está elaborado en bloques acorde a cada etapa de proceso.

Tabla 19: Definición de variables para el balance de masa del proceso

SIMBOLOGÍA	PARÁMETRO	UNIDAD
BC	Flujo de banano seleccionado	kg/día
SR	Flujo de banano rechazado	kg/día
B'	Flujo de banano lavado	kg/día
ARL	Flujo másico de agua residual de lavado	kg/día
U	Flujo de cáscaras	kg/día
E_V	Flujo másico de agua evaporada en el proceso de escaldado	kg/día
AR_E	Flujo másico de agua residual del proceso de escaldado	kg/día
R'	Flujo de residuos de pulpa en el despulpado	kg/día
H	Flujo de pulpa homogenizada	kg/día
RA	Flujo de aire	kg/día
E_P	Flujo másico de agua evaporada del proceso de pasteurizado	kg/día

Elaborada por: Delgado, Flor (2016)

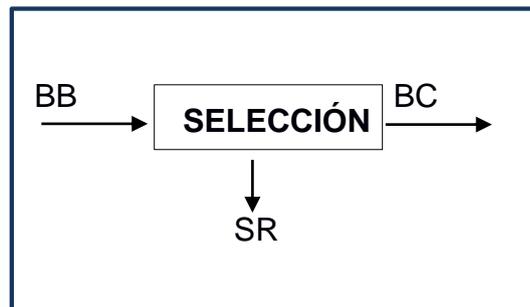
Balance de masa para la etapa de selección

Ilustración 3: Balance de masa para la selección de banana

Balance General: $BB = BC - SR$ (5)

Balance de masa para banana rechazado: $SR = BB - BC$ (6)

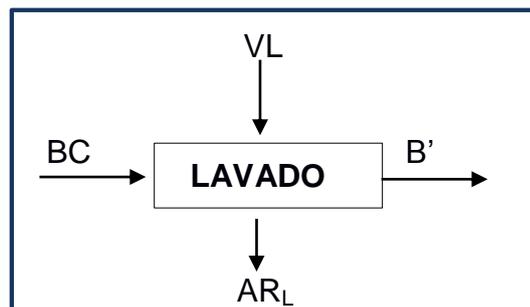
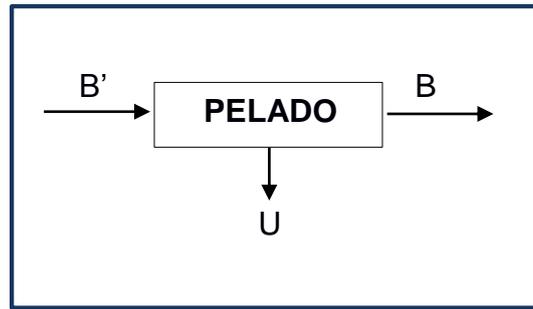
Balance de masa para la etapa de lavado

Ilustración 4: Balance de masa para el lavado de banana

Balance General: $BC + VL = B' - AR_L$ (7)

Balance de masa para agua residual de lavado: $AR_L = VL$ (8)

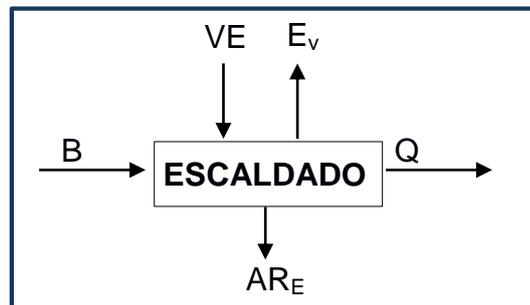
Se conoce: $BC = B'$ (9)

Balance de masa para la etapa de pelado**Ilustración 5: Balance de masa para el pelado de banana**

Balance General: $B' = B + U$ (10)

Despejando la ecuación (10), se obtendrá el cálculo de banana pelado, sin cáscara:

Se conoce: $B = B' - U$ (11)

Balance de masa para la etapa de escaldado**Ilustración 6: Balance de masa para el banana escaldado**

Balance General: $B + VE = E_v + Q + AR_E$ (12)

Balance de masa para banana rechazado: $AR_E = B - Q + VE - E_v$ (13)

Se conoce que el residual de pulpa, jugo y semilla: $B - Q$ (14)

Balance de masa para la etapa de despulpado

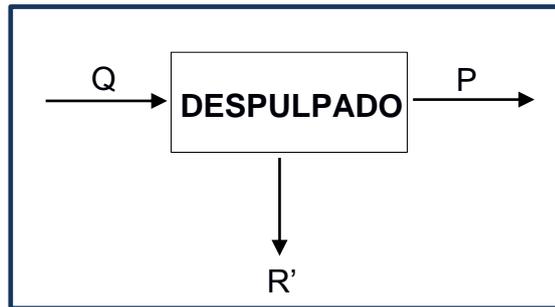


Ilustración 7: Balance de masa para el despulpado

Balance General: $Q = P + R'$ (15)

Balance de masa para fruta rechazada: $R' = Q - P$ (16)

Balance de masa para la etapa de mezclado

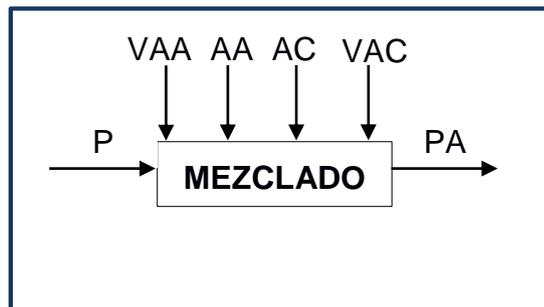


Ilustración 8: Balance de masa para el mezclado

Balance General: $P + VAA + VA + VAC + VC = PA$ (18)

Se conoce: $VAA = VAC$ (19)

Reemplazando (22) en (21) $P + VA + VC + 2VAA = PA$ (20)

$P + VA + VC + 2VAC = PA$ (21)

Balance de masa para la etapa de homogenizado



Ilustración 9: Balance de masa para el homogenizado

Balance General: $PA = H$ (22)

Balance de masa para la etapa de desairado

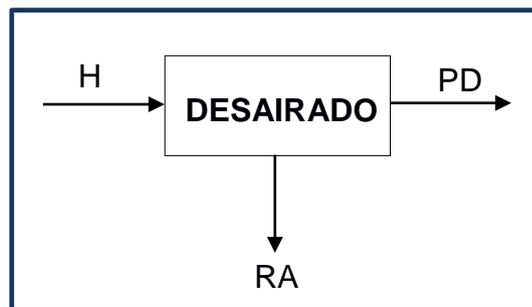


Ilustración 10: Balance de masa para el despulpado de la fruta escaldada

Balance General: $H = PD + RA$ (23)

Balance de masa para fruta rechazada: $RA = H - PD$ (24)

Balance de masa para la etapa de pasteurizado

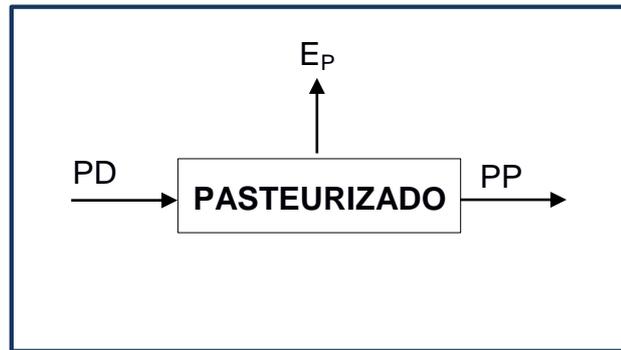


Ilustración 11: Balance de masa para el pasteurizado

Balance General: $PD = PP + E_p$ (25)

Balance de masa de agua evaporada del puré: $E_p = PD - PP$ (26)

Balance de masa para la etapa de envasado del puré

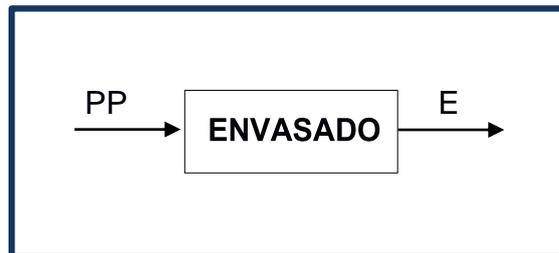


Ilustración 12: Balance de masa para el envasado de puré

Balance General: $PP = E$ (27)

Reemplazando valores de las tablas 15, 17 y 18 en cada una de las ecuaciones de balances de masa para cada operación del proceso, se obtiene entonces el siguiente cuadro de balance general de masa, presentado en la siguiente tabla.

Tabla 20: Balance general de masa para procesar un flujo de 1800 (kg/día) de banano

PROCESO	ENTRADAS		SALIDAS	
SELECCIÓN	Flujo de banano en recepción	1800,0 (kg/día)	Flujo de banano seleccionado	1791,0 (kg/día)
			Flujo de banano rechazado	8,9 (kg/día)
	TOTAL	1800,0 (kg/día)	TOTAL	1800 (kg/día)
LAVADO	Flujo de banano seleccionado	1791,0 (kg/día)	Flujo de banano lavado	1791,0 (kg/día)
	Flujo másico de agua para lavar el banano	309,23 (kg/día)	Flujo másico de agua residual de lavado	309,23 (kg/día)
	TOTAL	2100,23 (kg/día)	TOTAL	2100,23 (kg/día)
PELADO	Flujo de banano desinfectado	1791,0 (kg/día)	Flujo de banano pelado	1217,88 (kg/día)
			Flujo de cáscaras	573,12 (kg/día)
	TOTAL	1791,0 (kg/día)	TOTAL	1791,0 (kg/día)
ESCALDADO	Flujo de banano pelado	1217,88 (kg/día)	Flujo de banano escaldado	1217,88 (kg/día)
	Flujo másico de agua para escaldar banano	618,46 (kg/día)	Flujo másico de agua evaporada en la etapa de escaldado	44,7 (kg/día)
			Flujo másico de agua residual del escaldado de la fruta	571,74 (kg/día)
	TOTAL	1836,34 (kg/día)	TOTAL	1836,34 (kg/día)
DESPULPADO	Flujo de banano escaldado	1217,88 (kg/día)	Flujo de pulpa obtenida	986,38 (kg/día)
			Flujo de semillas de banano despulpado	12,17 (kg/día)

			Flujo de residuos de banano despulpado	219,22 (kg/día)
	TOTAL	1217,88 (kg/día)	TOTAL	1217,88 (kg/día)
MEZCLADO	Flujo de pulpa obtenida	986,38 (kg/día)	Flujo de puré	1090,37 (kg/día)
	Flujo de ácido ascórbico	0,47 (kg/día)		
	Flujo de ácido cítrico	4,88 (kg/día)		
	Flujo másico de agua requerido para ácido ascórbico	49,31 (kg/día)		
	Flujo másico de agua requerido para ácido cítrico	49,31 (kg/día)		
	TOTAL	1090,37 (kg/día)		
HOMOGENIZADO	Flujo de puré	1090,37 (kg/día)	Flujo de puré homogenizado	1090,37 (kg/día)
	TOTAL	1090,37 (kg/día)	TOTAL	1090,37 (kg/día)
DESAIRADO	Flujo de puré homogenizado	1090,37 (kg/día)	Flujo de puré desairado	1084,92 (kg/día)
			Flujo de aire	5,45 (kg/día)
	TOTAL	1090,37 (kg/día)	TOTAL	1090,37 (kg/día)
PASTEURIZADO	Flujo de puré desairado	1084,92 (kg/día)	Flujo de puré pasteurizado	1000,60 (kg/día)
			Flujo másico de agua evaporada en la etapa de pasteurizado	84,32 (kg/día)
	TOTAL	1084,92 (kg/día)	TOTAL	1084,92 (kg/día)

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

2.5 Selección de equipos

Las capacidades de los equipos seleccionados para poder industrializar el proceso de elaboración de compota orgánica, están en función de 1800 Kg por batch.

2.5.1 Descripción de equipos y maquinarias de línea de producción

Lavadora de frutas

Consiste en un lavado por inmersión, el cual se realiza en equipo que consta de un tanque donde se genera turbulencia, unas duchas de aspersión plana, una bomba que provee la recirculación del agua a presión y un elevador para retirar el producto que ya ha sido lavado, además posee un tanque de recepción de agua en el cual se filtra el agua y se decantan los sólidos como arena. (MIMSA, n.d.). La capacidad es 300 Kg.



Ilustración 13: Lavadora de frutas por inmersión y aspersión

Marmita

Para esta etapa del proceso utilizaremos la marmita para escaldar los bananos. Se coloca la fruta, sin cáscara, en este equipo para inactivar la enzima más termo resistente y así evitar su pronta oxidación. Tiene capacidad de 500 Kg/h



Ilustración 14; Marmita de vapor

Despulpadora de frutas

Esta despulpadora es de acero inoxidable en la cual se coloca el banano sin la cáscara y esta cumple la función de trocear, licuar y separar las semillas del banano. Tiene una capacidad de 500kg por hora.



Ilustración 15: Despulpadora de frutas

Tanque de mezcla

Es un equipo de acero inoxidable, esquinas cóncavas y posee un acabado interno sanitario pulido. Dentro de proceso realiza la actividad de mezclar los ácidos orgánicos y la pulpa de banano con ayuda de dos agitadores de alta rotación. Su capacidad es de 500 kg.



Ilustración 16: Tanque de mezcla

Desaireador

Para la operación de desaireado se utilizará un desaireador al vacío 25-1200 L VE Series, que impide la aparición de los efectos de la oxidación como coloreado, modificación del olor y del sabor, da un aspecto homogéneo y liso al producto e incrementa la estabilidad del producto a largo plazo mediante la eliminación del aire. (Guzmán et al., 2012). La capacidad requerida para el proceso es de dos toneladas.



Ilustración 17: Desaireador

Tanque enchaquetado con agitación

Este tanque enchaquetado está conformado por una estructura construida en su totalidad en acero inoxidable, en la parte inferior tiene una chaqueta que le permite realizar una transferencia térmica de forma indirecta. La chaqueta tiene una entrada de agua y una salida para realizar procesos de recirculación. Los diámetros totales son 1.58m de diámetro x 1.75m de alto (hasta el soporte para agitación). Los diámetros internos son 1.465m de diámetro x 1.235m de alto. Con una presión de trabajo de 75psi y una capacidad de 500 galones. (CITALSA, n.d.) Capacidad de 1892,5 kg.



Ilustración 18: Tanque enchaquetado con agitación

Llenadora

Máquina envasadora lineal. Altamente usada para llenar varios tipos de fluidos altamente viscosos. Posee dos cabezales de llenado sincronizado, rápido y preciso. Los pistones están hechos de acero inoxidable. La velocidad de llenado varía en consideración con la viscosidad del producto, en promedio tiene una capacidad de 600 envases por hora, y tiene un amplio rango de volumen de llenado.



Ilustración 19: Llenadora

Selladora

La tapadora lineal continua que coloca y asegura las tapas de los envases de vidrio. Elaborada en acero inoxidable. En el proceso se utilizará una selladora. La capacidad es de 3 a 4 envases de manera rotativa.



Ilustración 20: Selladora

Etiquetadora

La estructura es de acero inoxidable, con una velocidad variable, alta presión y de tipo lineal. Un equipo de etiquetado automático de autoadhesivo. La velocidad de etiquetado es hasta 200 CPM. Diseño de estructura abierto, fácil de ajustar y cambiar de etiqueta.



Ilustración 21: Etiquetadora

Mesa de trabajo de acero inoxidable

Mesas 100% acero inoxidable, soldadas con refuerzo en acero inoxidable tipo sandblasting. Lámina de la mesa calibre 16 con omegas del mismo calibre, pozuelo y entrepaño calibre 18, tubería cuadrada calibre 1 ½ con niveladores de ½" acero inoxidable, sin entrepaño se cierra con la misma tubería de las tapas. Altura de 900 mm con tienen tornillos graduables que permiten una altura mínima de 850 mm. Se utilizará para la selección de la materia prima entrante.



Ilustración 22: Mesa de trabajo

Báscula 5 kg y báscula industrial (300 Kg)

Las básculas industriales son parte fundamental de la producción. Su tamaño es considerablemente mayor ya que, se utiliza para pesar desde materia prima hasta elementos manufacturados.



Ilustración 23: Báscula industrial

Esta balanza de 5kg se utiliza para la medición de los ácidos orgánicos.



Ilustración 24: Balanza de 5 kg

Bomba de diafragma de desplazamiento positivo

Con la bomba de diafragma de desplazamiento positivo, se obtiene un aparato de dosificación fiable ya que se puede regular el caudal mediante un interruptor giratorio en la parte posterior de la bomba de diafragma. Gracias al recubrimiento de PTFE de diafragma, se pueden extraer materiales agresivos, sin que se dañe la bomba. El caudal máximo es 1000 l/h



Ilustración 25: Bomba de diafragma

Bomba de agua

Puede bombear agua a temperaturas de hasta 60°C, para aguas limpias. Protección IPX4. Está equipada con protección de sobrecarga térmica, bobina de cobre y trabaja a 60Hz/110v/220v. Su potencia es de 1HP



Ilustración 26: Bomba de agua

Banda transportadora

Se utiliza antes de la entrada en la línea para la selección de la fruta que se procesará. Se acciona mediante un variador de la velocidad del motor y su banda elaborada de poliéster. También se la utilizará en el área de desinfección en la cual una bomba de agua rociará el desinfectante y éste caerá sobre el producto.



Ilustración 27: Banda transportadora

CAPÍTULO 3

3. ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO

El siguiente capítulo se realizará la estimación de los costos y gastos requeridos que incurrirán en el proyecto, así como también las depreciaciones, las inversiones en activos fijos y las de capital de trabajo.

3.1 Inversiones

En esta sección se detallará la cantidad de dinero requerido como capital con el objetivo de obtener un rendimiento económico, y así mantener el funcionamiento de la empresa y del equipo productivo.

Maquinarias y equipos

En base al diagrama de flujo y al balance de materia se realizó una propuesta de equipos para la elaboración de la compota de banano orgánico en función a satisfacer la demanda diaria requerida para el mercado objetivo.

Tabla 21: Costos de maquinarias y equipos

Máquina/Equipo	Cantidad	Precio (\$)	Total (\$)
Báscula 5 Kg	2	95.00	190.00
Báscula industrial	1	230.00	230.00
Mesa de trabajo	2	450.00	900.00
Bombas de desplazamiento positivo	2	1000.00	2000.00
Bombas de agua	2	201.00	402.00
Banda transportadora	1	2,455.00	2,455.00
Lavadora de frutas	1	4,277.00	4,277.00
Escaldador de frutas	1	3,000.00	3,000.00
Despulpadora de frutas	1	1,500.00	1,500.00
Tanque de mezcla	1	1,200.00	1,200.00
Tanque enchaquetado con agitación	1	3,141.00	3,141.00
Desaireador	1	8,000.00	8,000.00
Envasadora	1	4,769.00	4,769.00
Selladora	1	2,300.00	2,300.00
		TOTAL	32064,00

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

A continuación se presenta un resumen de la inversión inicial requerida.

Tabla 22: Inversión inicial estimada

INVERSIÓN INICIAL				
INVERSIONES (AÑO 0)	MES 1	MES 2	MES 3	TOTAL
Terreno	\$100,000.00			\$100,000.00
Trabajos en terreno	\$50,000.00			\$50,000.00
Máquina y equipos		\$36,819.00		\$36,819.00
Gastos de instalación		\$400.00		\$400.00
Muebles y enseres		\$8,000.00		\$8,000.00
Gastos de organización		\$1,200.00		\$1,200.00
Capital de operación			\$1,848,313.00	\$1,848,313.00
TOTAL	\$150,000.00	\$46,419.00	\$1,848,313.00	\$2,044,732.00
VALOR A FINANCIAR CON PRÉSTAMO BANCARIO (60%)				\$1,226,839.20

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

Costos directos

Los costos directos comprende lo siguiente: la inversión sobre las materias primas que corresponden a los ingredientes que formaran parte de la compota de banano orgánico como el banano orgánico, ácido ascórbico, ácido cítrico y el agua requerida para diluir los ácidos orgánicos; así también, el material de empaque que estará en contacto con los alimentos.

En la tabla 23 se detalla el coste de las materias primas y materiales directos en la producción.

Tabla 23: Costo de materia prima y materiales directos

Producción 261,596.40 Kg (1 año) de compotas de banano orgánico				
COSTO DE MATERIA PRIMA y MATERIALES DIRECTOS				
Ingrediente	Cantidad	Unidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Banano orgánico	46,800.00	kg	0.70	32,760.00
Ácido ascórbico	2,704.55	kg	32.00	86,545.60
Ácido cítrico	3,005.05	kg	6.00	18,030.30
Agua	2,5642.80	l	0.50	12,821.40
Envases de vidrio	2,358,200.00	Unidades	1.35	3,183,570.00
TOTAL (\$)				3,333,727.30

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

Costos indirectos

Costos de materiales indirectos corresponden a los insumos que se utilizan para la limpieza y no interactúan directamente en la elaboración del producto.

En la tabla 24 se detalla el costo unitario de cada uno de los insumos y la cantidad requerida en un año.

Tabla 24: Costo de materiales indirectos

Planta procesadora de compotas de banano orgánico				
Producción 261596.4 Kg (1 año) de compotas de banano orgánico				
COSTO DE MATERIALES INDIRECTOS				
Ingrediente	Cantidad	Unidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Cajas	20034	Unidades	0.35	7,011.90
Sanitizante	200	gal	12.00	2,400.00
Desinfectantes	96	gal	5.00	480.00
Pallets	150	Unidades	8.00	1,200.00
TOTAL (\$)				11,091.90

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

Costos de mano de obra directa

En este rubro se encuentra el personal a cargo de operar directamente las maquinarias por las que pasa el producto.

Tabla 25: Costo de mano de obra directa

Planta procesadora de compotas de banano orgánico					
Producción 261596.4 Kg (1 año) de compotas de banano orgánico					
COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA					
Etapas de proceso/ Personal	Cantidad	Salario mensual (\$)	Cargas Sociales	Salario total empleados (\$)	Salario Anual incluido décimos (\$)
Recepción/Selección	2	354.00	20.50%	853.14	11,943.96
Lavado	1	354.00	20.50%	426.57	5,971.98
Pelado	4	354.00	20.50%	1706.28	23,887.92
Despulpado	1	354.00	20.50%	426.57	5,971.98
Limpieza	1	354.00	20.50%	426.57	5,971.98
Pasteurizado	2	354.00	20.50%	853.14	1,1943.96
Llenado/Sellado	1	354.00	20.50%	426.57	5,971.98
TOTAL(\$)					71,663.76

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

Costo de mano de obra indirecta

Es la mano de obra consumida en las áreas administrativas de la empresa que sirven de apoyo a la producción y al comercio.

Tabla 26: Costo de mano de obra indirecta

Planta procesadora de compotas de banano orgánico					
Producción 261596.4 Kg (1 año) de compotas de banano orgánico					
COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA					
Cargo/Puesto	Cantidad	Salario mensual (\$)	Cargas Sociales	Salario total empleados (\$)	Salario Anual incluido décimos (\$)
Jefe de producción	1	800.00	20.50%	964.00	13496.00
Supervisor de calidad	1	600.00	20.50%	723.00	10122.00
Operador de mantenimiento	1	354.00	20.50%	426.57	5971.98
Analista de Calidad	1	500.00	20.50%	602.50	8435.00
TOTAL(\$)					38024.98

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

Suministros y servicios

Consta del agua utilizada para la limpieza y baños de la empresa, lubricantes y combustibles de los equipos que lo requieren, energía eléctrica consumida en total y el teléfono.

Tabla 27: Suministros y servicios

Planta procesadora de compotas de banano orgánico				
Producción 261596.4 Kg (1 año) de compotas de banano orgánico				
SUMINISTROS Y SERVICIOS				
	Cantidad	Unidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Agua	280.80	m ³	0.80	224.64
Lubricantes y combustibles	2080.00	Gal	1.20	2496.00
Energía eléctrica	45000.00	Kwh	0.11	4950.00
Teléfono	7650.00	Min	0.03	229.50
Total (\$)				7900.14

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

Mantenimiento y depreciación

La depreciación se refiere al cargo contable periódico que es necesario realizar con el propósito de establecer una reserva que permita reponer el valor del equipo. Entonces, la reserva se constituye de conformidad con la pérdida del valor del activo fijo a consecuencia de su desgaste.

El mantenimiento preventivo consiste en programar para cada máquina una revisión y ajuste periódico de piezas. Se propone realizar un mantenimiento cada seis meses. El mantenimiento correctivo consiste en cambiar o ajustar piezas que han sido deterioradas o causadas por accidentes mecánicos y eléctricos.

Seguros

Este rubro consta de los seguros que deben tener tanto las instalaciones como las maquinarias y los equipos de laboratorio.

Tabla 28: Depreciación, seguros, reparación y mantenimiento.

EXPRESADO EN US\$	VALOR	VIDA ÚTIL (Años)	DEPRECIACIÓN	REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO	SEGUROS
			Cargo Anual	Cargo Anual	Cargo Anual
EDIFICIOS E INSTALACIONES	\$ 150,000.00	20	\$ 7,500.00	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
MAQUINARIA Y EQUIPOS					
Báscula 5 Kg	\$ 95.00	10	\$ 9.50	\$ 0.95	\$ 0.95
Báscula industrial	\$ 230.00	10	\$ 23.00	\$ 2.30	\$ 2.30
Bombas de desplazamiento positivo	\$ 1,000.00	10	\$ 100.00	\$ 10.00	\$ 10.00
Bombas de agua	\$ 201.00	10	\$ 20.10	\$ 2.01	\$ 2.01
Mesa de Trabajo	\$ 450.00	10	\$ 45.00	\$ 4.50	\$ 4.50
Banda Transportadora	\$ 2,455.00	10	\$ 245.50	\$ 24.55	\$ 24.55
Lavadora de Frutas	\$ 4,277.00	10	\$ 427.70	\$ 42.77	\$ 42.77
Marmita	\$ 3,000.00	10	\$ 300.00	\$ 30.00	\$ 30.00
Despulpadora de Frutas	\$ 1,500.00	10	\$ 120.00	\$ 12.00	\$ 12.00
Tanque de mezcla	\$ 1,200.00	10	\$ 314.10	\$ 31.41	\$ 31.41
Tanque encaquetado con agitación	\$ 3,141.00	10	\$ 800.00	\$ 80.00	\$ 80.00
Desaireador	\$ 8,000.00	10	\$ 476.90	\$ 47.69	\$ 47.69

Envasadora	\$ 4,769.00	10	\$ 230.00	\$ 23.00	\$ 23.00
Selladora	\$ 2,300.00	10	\$ 5,000.00	\$ 500.00	\$ 500.00
VEHICULOS	\$ 50,000.00	5	\$ 10,000.00	\$ 5000.00	\$ 2,500.00
TOTAL ANUAL POR ÍTEM			\$ 25,611.80	\$ 7,511.18	\$ 4,811.18

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

Costos de producción

Los costos de producción representan los desembolsos de pago a la mano de obra directa, materiales, seguros, depreciaciones, asistencias técnicas e imprevistas, comprendidos desde el inicio de operación de la planta.

En cuanto al detalle de la mano de obra, es el pago de los operadores de las maquinarias y diferentes labores que se desarrollan en la empresa. La planta tendrá un turno al día, de ocho horas.

En la tabla 29, no existe inventario inicial de producto en proceso ni inventario final de producto en proceso debido a que al ser una empresa nueva no consta con estos inventarios.

Tabla 29: Costos de producción

COSTOS DE PRODUCCIÓN	
PRODUCCION (KG)	261596.4
PRODUCCION (UNIDADES)	2615964
EXPRESADO EN \$	AÑO 1
COSTO DIRECTO	
Materia primas y materiales directos	\$ 3,333,727.30
Mano de obra directa	\$ 71,663.76
COSTO INDIRECTO	
Materiales indirectos	\$ 10,411.90
Mano de Obra Indirecta	\$ 38,024.98
Suministros	\$ 7,900.14
Depreciación	\$ 25,611.80
Reparación y mantenimiento	\$ 2,811.18
Seguros	\$ 4,811.18
Imprevistos	\$ 50,000.00
COSTOS DE FABRICACIÓN	\$ 3,544,962.24
+ Inventario inicial de producto en proceso	-
- Inventario final de producto en proceso	-
COSTO DE PRODUCCIÓN	\$ 3,544,962.24

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

3.2 Gastos financieros

A continuación se presentarán los valores a todas las contraprestaciones pagadas por la adquisición de un bien o servicio por el uso de capitales ajenos, es decir, la mano de obra de los trabajadores.

Gastos de administración y generales

Comprende gastos de oficina, remuneraciones al personal y mantenimiento.

Tabla 30: Gastos de administración y generales

Producción 261,596.4 kg (1 año) de computas de banano orgánico					
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y GENERALES					
EXPRESADO EN \$	CANTIDAD	SUELDO MENSUAL (\$)	FACTOR CARGAS SOCIALES	CANTIDAD	COSTO (\$)
Gerente general	1	1,300.00	1.40	1	17,420.00
Asesor de seguridad industrial	1	900.00	1.40	1	12,060.00
Gerente administrativo y financiero	1	1,000.00	1.40	1	13,400.00
Gerente de recursos humanos	1	1,000.00	1.40	1	13,400.00
Secretaria	1	354.00	1.40	1	4,743.60
Contador	1	700.00	1.40	1	9,380.00
Guardia	2	450.00	1.40	2	11,430.00
Personal de limpieza	1	354.00	1.40	1	4,743.60
Otros gastos					
Materiales y suministros					600.00
Servicios					230.00
Depreciación de equipos de computación (3 años)					1,600.00
Depreciación de muebles de oficina (5 años)					210.00
TOTAL GASTO DE ADMINISTRACIÓN Y GENERALES					89,217.20

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

Gastos de distribución y ventas

Existen otros costos que a pesar de no estar relacionados directamente a la producción, forman parte del proceso para la venta y comercialización del producto, tal como son los de distribución y ventas.

Tabla 31: Gastos de distribución y ventas

Planta procesadora de compotas de banano orgánico					
Producción 261,596.4 Kg (1 año) de compotas de banano orgánico					
GASTOS DE DISTRIBUCIÓN Y VENTAS					
EXPRESADO EN \$	CANTIDAD	SUELDO MENSUAL	FACTOR CARGAS SOCIALES	# DE TRABAJADORES	COSTO
GASTOS DE VENTAS					
Jefe de mercadeo	1	\$ 800.00	1.4	1	\$ 10,720.00
Jefe de logística	1	\$ 700.00	1.4	1	\$ 9,380.00
Vendedores	1	\$ 354.00	1.4	1	\$ 4,743.60
TOTAL					\$ 24,843.60
GASTOS DE PUBLICIDAD					
Jefe de marketing	1	\$ 650.00	1.4	1	\$ 8,710.00
GASTOS DE DISTRIBUCIÓN					
Choferes	1	\$ 450.00	1.4	1	\$ 6,030.00
					TOTAL DE GASTOS \$ 39,583.60

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

3.3 Estado de resultados

En la tabla 32 de estados de resultados se puede observar que tras las inversiones realizadas para la producción masiva de compotas orgánicas, el costo unitario de producción en una presentación de 100 g de producto neto es de 1.36 centavos, mientras que el costo por kilo asciende a un valor de 13.55 dólares.

Es importante mencionar que la utilidad neta considerada fue de 30% del costo unitario por lo cual el precio de venta al público es de 1.76 centavos.

Tabla 32: Estado de resultados

Planta procesadora de compotas de banano orgánico	
Producción 261,596.4 Kg (1 año) de compotas de banano orgánico	
ESTADO DE RESULTADOS	
COSTO DIRECTO	
Materia Primas	\$ 4,220,395.90
Mano de Obra Directa	\$ 83,607.72
COSTO INDIRECTO	
Materiales Indirectos	\$ 10,411.90
Mano de Obra Indirecta	\$ 38,024.98
Suministros	\$ 727,438.62
Depreciación	\$ 25,611.80
Reparación y mantenimiento	\$ 2,811.18
Seguros	\$ 4,811.18
Imprevistos	\$ 50,000.00
COSTOS DE FABRICACIÓN	\$ 5,163,113.28
+ Inventario inicial de producto en proceso	-
- Inventario final de producto en proceso	-
COSTO DE PRODUCCIÓN	\$ 5,163,113.28
Costo unitario de producción por Kg	\$ 13.55
Costo unitario de producción por 100 g	\$ 1.36
Utilidad neta	30%
PVP	\$ 1.76

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el siguiente capítulo se detallará y discutirá los resultados obtenidos en el diseño de experimentos planteado en el capítulo dos, la adecuación de la fórmula para alcanzar los niveles óptimos de pH (4.20), °Brix (mayor a 15) y consistencia (5 cm/30 s) y, los resultados obtenidos de la prueba sensorial.

4.1 Resultados del diseño de experimentos

El diseño 2^2 consistió en medir el efecto de los ácidos cítrico y ascórbico en dos niveles establecidos en base a la norma INEN NTE 2009:2013 sobre el pH, °Brix y consistencia del producto final.

En la tabla 33 se presentan los resultados de las interacciones de los ácidos orgánicos en sus niveles máximos y mínimos sobre las variables de respuesta (pH, °Brix y consistencia)

Tabla 33: Interacción de los factores y sus variables de respuesta

Ácido ascórbico	Ácido cítrico	pH	°Brix	Consistencia
0.200	1.200	4.416	15.900	5.200
0.160	2.000	4.266	16.200	4.900
0.160	2.000	4.269	16.500	5.000
0.200	2.000	4.176	16.800	4.900
0.200	1.200	4.424	16.200	5.200
0.160	2.000	4.267	16.800	5.000
0.160	1.200	4.481	16.400	5.500
0.200	2.000	4.172	17.000	5.000
0.200	2.000	4.180	16.200	5.100
0.200	1.200	4.425	16.000	5.100
0.160	1.200	4.474	16.500	5.500
0.160	1.200	4.476	16.600	5.500
	Media	4.335	16.425	5.158

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

En las cuatro tablas siguientes, se ha segmentado la información de la tabla 33 en función de sus niveles (máximos y mínimos) y factores interaccionados, y además se calcularon los estadísticos media y desviación estándar de cada uno lo cual

permitió determinar qué tan dispersos se encuentran los datos experimentales de los valores óptimos pre-establecidos.

Tabla 34: Interacción de los niveles mínimos de los ácidos orgánicos

Ácido ascórbico	Ácido cítrico	pH	°Brix	Consistencia
0.160	1.200	4.481	16.400	5.500
0.160	1.200	4.474	16.500	5.500
0.160	1.200	4.476	16.600	5.500
	<i>Media</i>	4.477	16.500	5.500
	<i>Desviación</i>	0.004	0.100	0.000

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

En la tabla 34 se aprecia que la desviación estándar en cada variable de respuesta presenta una variación mínima con respecto a la media promedio. Sin embargo el valor promedio de pH y la consistencia se encuentran ubicados por encima del valor óptimo. No se observó incidencia de estas interacciones sobre los valores de °Brix.

Tabla 35: Interacción del nivel mínimo de ácido ascórbico con el nivel máximo de ácido cítrico

Ácido ascórbico	Ácido cítrico	pH	°Brix	Consistencia
0.160	2.000	4.267	16.800	5.000
0.160	2.000	4.269	16.500	5.000
0.160	2.000	4.266	16.200	4.900
	<i>Media</i>	4.267	16.500	5.000
	<i>Desviación</i>	0.002	0.300	0.058

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

Durante el segundo experimento, tal como se muestra en la tabla 35, la desviación estándar no presenta valores atípicos con respecto al valor promedio. En cuanto a los parámetros del producto, el valor de pH se encontró por encima del óptimo con una diferencia de 0.067 y la consistencia obtuvo el valor deseado. Así como en el experimento anterior no se observa incidencia de los factores sobre los valores de grados Brix.

Tabla 36: Interacción del nivel mínimo de ácido cítrico con el nivel máximo de ácido ascórbico

Ácido ascórbico	Ácido cítrico	pH	°Brix	Consistencia
0.200	1.200	4.424	16.200	5.200
0.200	1.200	4.416	15.900	5.200
0.200	1.200	4.425	16.000	5.100
	<i>Media</i>	4.422	16.000	5.200
	<i>Desviación</i>	0.005	0.153	0.058

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

Para el experimento que se detalla en la tabla 36, se empleó 0.2 g de ácido ascórbico y 1.2 g de ácido cítrico, la media y desviación estándar de las variables de respuesta en cuanto al valor promedio de pH se encuentra por encima del valor óptimo y para el de la consistencia está 0.02 por encima de lo requerido. Los factores en esta interacción tampoco presentan incidencia sobre los grados Brix.

Tabla 37: Interacción de los niveles máximos de los ácidos orgánicos

Ácido ascórbico	Ácido cítrico	pH	°Brix	Consistencia
0.200	2.000	4.176	16.800	4.900
0.200	2.000	4.180	16.200	5.100
0.200	2.000	4.172	17.000	5.000
	<i>Media</i>	4.176	16.700	5.000
	<i>Desviación</i>	0.004	0.416	0.100

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

Finalmente, tal como se observa en la tabla 37, se emplearon los niveles máximos de los ácidos orgánicos y como resultado de las medias y desviaciones estándar en las variables de respuesta, no presentaron valores lejanos con respecto a su valor central. Asimismo el aumento, en gramos, de los ácidos influyó en el valor de pH, siendo inferior al deseado, y la consistencia del producto estuvo dentro del valor objetivo y, como se ha mencionado en los experimentos previos, tampoco existe incidencia en los valores de grados Brix.

En las siguientes secciones 4.1.1, 4.1.2 y 4.1.3, se analizarán los datos estadísticos con el fin de identificar su comportamiento normal y su efecto directo por los factores en estudio.

4.1.1 Análisis de resultados para la variable grados Brix

En la Ilustración 28, se presenta el diagrama de residuos que consta de 4 gráficos: en la esquina superior izquierda se encuentra la gráfica normal de residuos, en la cual los errores se encontraron distribuidos aproximadamente sobre la media. En el Histograma, ubicado en la esquina inferior izquierda se determinaron que los datos son asimétricos formando una campana Gaussiana con media 0 y varianza σ^2 .

En la gráfica de Residuos Vs Ajustes, que se encuentra en la esquina superior derecha, se observó que el supuesto tiene varianzas constantes e independientes al no presentar un patrón que pueda identificar el error. Mientras que en la gráfica de Residuos Vs Orden, ubicado en la esquina inferior derecha, se verificó que al fluctuar en un patrón aleatorio estos no están correlacionados entre sí.

Por lo tanto, los errores de la variable “grados Brix” cumple con los supuestos de normalidad e independencia.

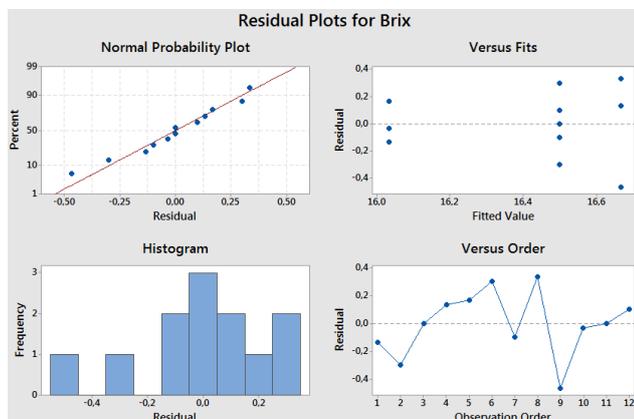


Ilustración 28: Diagrama de residuos de la variable grados Brix

Mediante el gráfico de Pareto, ilustración 29, se pudo determinar que el ácido ascórbico y el ácido 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.

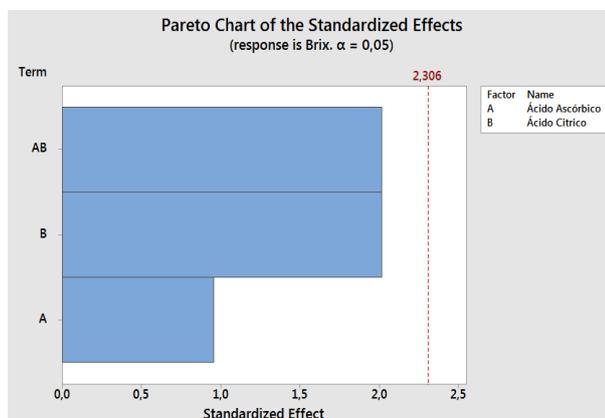


Ilustración 29: Gráfico de Pareto de efectos estandarizados para los grados

En la tabla 38 se detalla el análisis de varianza, en la cual los factores (ácidos cítrico y ascórbico) y su interacción presentan un valor p mayor a $\alpha=0.05$, por ende existe suficiente evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula, es decir, tanto el ácido cítrico como el ascórbico y la interacción entre ellos no afecta significativamente a los grados Brix en ninguno de los dos niveles estudiados.

Tabla 38: Análisis de varianza (°Brix)

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ácido ascórbico	1	0.06750	0.0675	0.91	0.368
Ácido cítrico	1	0.30083	0.30083	4.06	0.079
Ácido ascórbico * ácido cítrico	1	0.30083	0.30083	4.06	0.079
Error	8	0.59333	0.07417		
Total	11	1.26250			

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

4.1.2 Análisis de resultados de la variable pH

En el diagrama de residuos, de la ilustración 30, se evidencia una distribución asimétrica de los datos que se ajustan razonablemente a una distribución normal con media 0 y varianza σ^2 para los gráficos de normalidad de residuos e histograma, ubicados en el lado izquierdo del diagrama.

En los gráficos de residuos vs ajustes y residuos vs orden, ubicados en el lado derecho del diagrama, los residuos no presentan un patrón y se puede decir que son independientes unas de otras.

Por lo tanto los errores de la variable “pH” cumplen con los supuestos de normalidad e independencia.

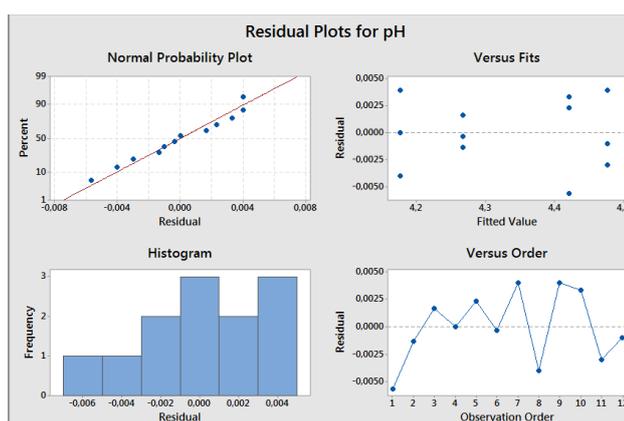


Ilustración 30: Diagrama de residuos de la variable pH

En el gráfico de Pareto, de la ilustración 31, se pudo determinar que el ácido ascórbico y el ácido cítrico, presentan efecto sobre el pH, de manera individual y también en la interacción entre ellos. Estos efectos son potencialmente importantes ya que sobrepasa la línea de referencia que representa el pseudo-error estándar de Lenth.

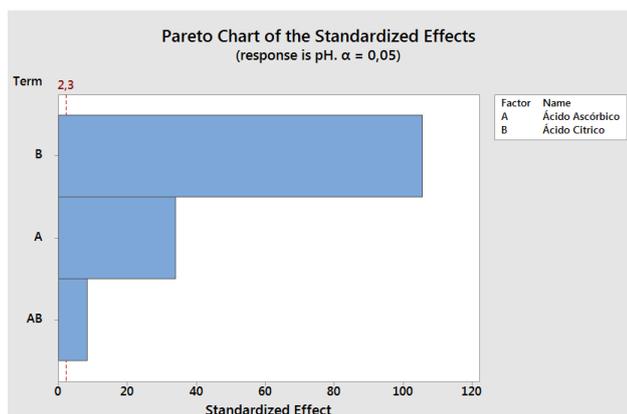


Ilustración 31: Gráfico de Pareto de los efectos estandarizados para el pH

El valor p , como se muestra en la tabla 39, es menor a $\alpha=0.05$ y por lo tanto existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, es decir, el ácido cítrico, el ácido ascórbico y la interacción entre ellos afecta significativamente el pH.

Tabla 39: Análisis de varianza (pH)

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ácido ascórbico	1	0.016133	0.016133	1159.28	0.000
Ácido cítrico	1	0.155496	0.155496	11173.39	0.000
Ácido ascórbico * ácido cítrico	1	0.000972	0.000972	69.84	0.000
Error	8	0.000111	0.000014		
Total	11	1.26250			

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

En la ilustración 32, cada punto representa el valor de pH para un nivel de un factor, a medida que la dosificación de los ácidos orgánicos aumenta, el pH tiende a descender mientras que la línea central horizontal muestra el valor de 4.33 que es el valor promedio de todos los ensayos.

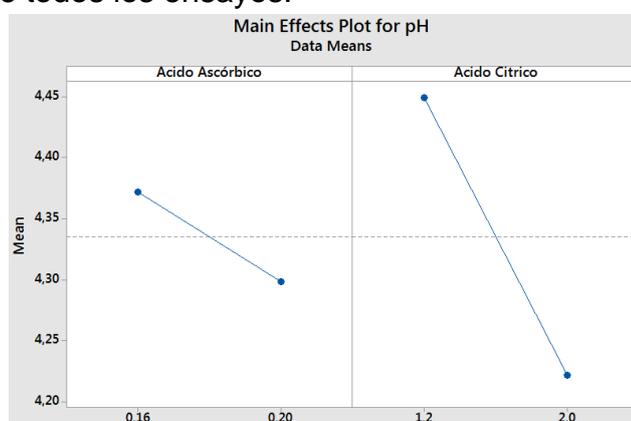


Ilustración 32: Gráfico de los principales efectos de la variable pH

Así también en la ilustración 33, cada punto del gráfico de interacciones muestra las distintas combinaciones de niveles entre los dos factores. El nivel máximo de ácido ascórbico tiene un mayor efecto en el pH cuando se utiliza 2 g de ácido cítrico en comparación al otro nivel.

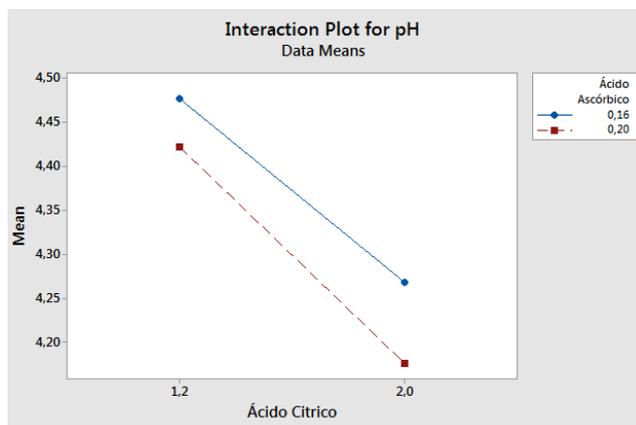


Ilustración 33: Gráfico de interacción de pH

4.1.3 Análisis de resultados de la variable consistencia

En la ilustración 34, se cumple con el supuesto de normalidad de los errores para la gráfica Normal de Residuos y el Histograma puesto que los datos reflejan una distribución normal con media 0 y varianza σ^2 correspondiente a la parte izquierda del diagrama. Del mismo modo, en los gráficos restantes no existe dependencia de las varianzas ni tendencia a formar patrones.

Por esta razón los errores de la variable "consistencia" cumplen con los supuestos de normalidad e independencia.

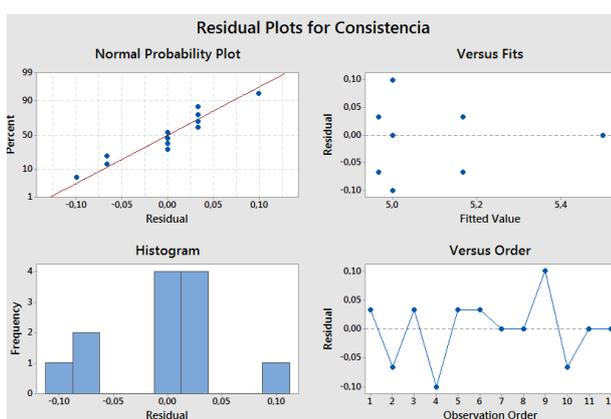


Ilustración 34: Diagrama de residuos de la variable consistencia

En el diagrama de Pareto, de la ilustración 35, se pudo determinar que son potencialmente importantes ya que éstos se extienden más allá de la línea de referencia, por lo cual, son significativos para la variable de respuesta.

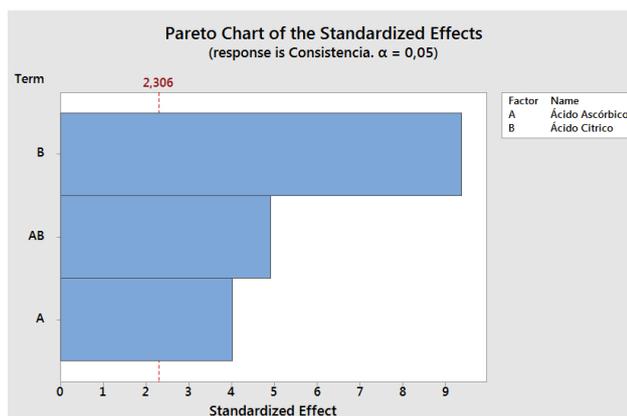


Ilustración 35: Gráfico de Pareto de efectos estandarizados de la consistencia

El valor p , como se muestra en la tabla 40, es menor a $\alpha=0.05$ y por lo tanto existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, es decir, el ácido cítrico, el ácido ascórbico y la interacción entre ellos afecta significativamente la consistencia.

Tabla 40: Análisis de varianza (consistencia)

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ácido ascórbico	1	0.06750	0.06750	16.2	0.004
Ácido cítrico	1	0.36750	0.36750	88.20	0.000
Ácido ascórbico * ácido cítrico	1	0.10083	0.10083	24.2	0.001
Error	8	0.03333	0.004167		
Total	11	0.56917			

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

En la ilustración 36 se puede observar que a medida que se incrementa la dosificación de ácidos orgánicos, las gráficas presentan una mayor pendiente negativa, lo cual indica que mayor concentración de ácido cítrico y ácido ascórbico la consistencia de la compota orgánica disminuye.

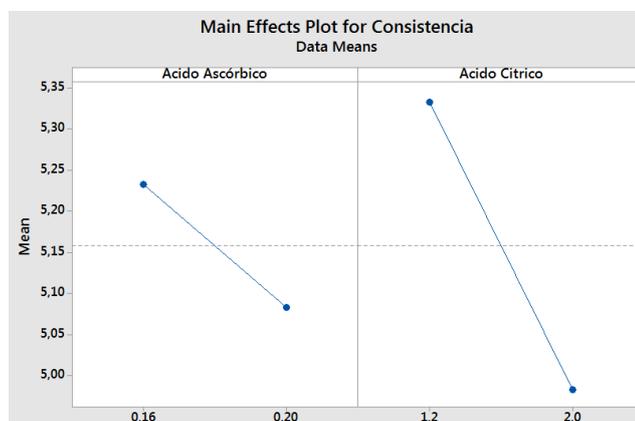


Ilustración 36: Gráfico de efectos principales de la variable consistencia

En el gráfico de interacción para la consistencia, de la ilustración 37, se puede determinar que el ácido ascórbico presenta pendientes negativas en sus dos niveles en interacción con el ácido cítrico. Además se puede interpretar que para obtener una consistencia con un valor de 5.017 cm/30s se debe adicionar 1.903 g de ácido cítrico sin importar con qué nivel de ácido ascórbico se trabaje debido a que sus pendientes presentan una intersección.

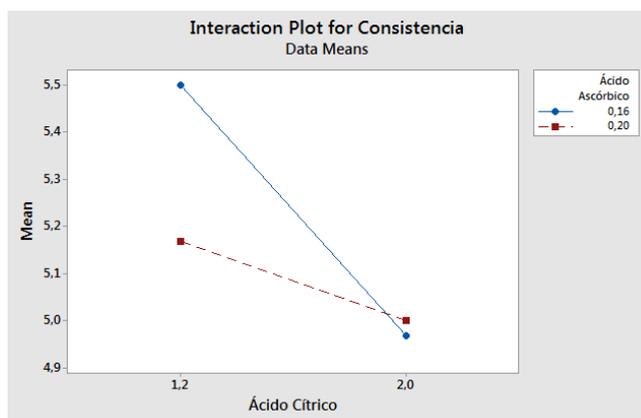


Ilustración 37: Gráfico de la interacción para la consistencia

4.2 Resultado de la optimización

A continuación, en la ilustración 38, se presenta el gráfico de optimización con la interacción de ambos ácidos sobre el pH y la consistencia. Los grados Brix no son considerados, puesto que los niveles de los ácidos estudiados no tienen efecto significativo sobre esta variable.

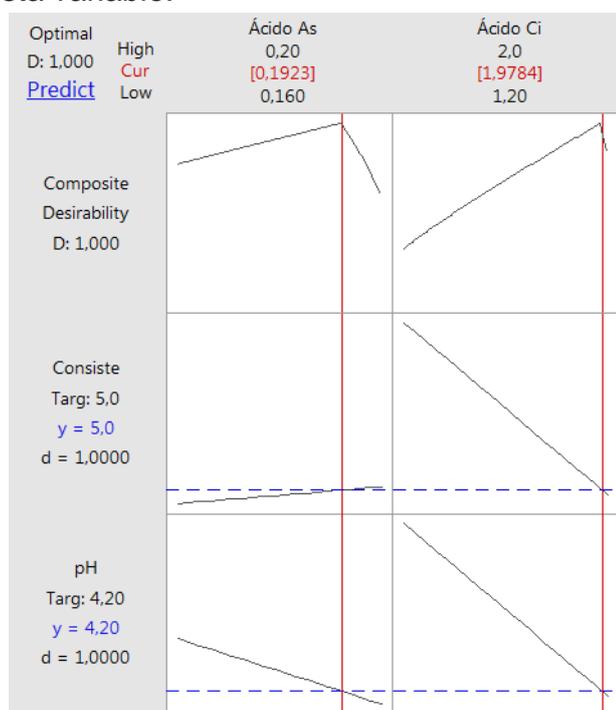


Ilustración 38: Gráfico de optimización de consistencia-pH

Como resultado de la optimización se obtuvieron los valores requeridos de ácidos cítrico y ascórbico fueron de 1.978 y 0.192 respectivamente, asegurando la deseabilidad individual y compuesta. Entonces, es posible optimizar estos parámetros bajo las restricciones pre-establecidas.

4.3 Formulación

En la tabla 41, se muestra la fórmula final del producto en la cual se tomaron los valores obtenidos en el diseño de experimentos y de la optimización. Las cantidades requeridas están presentadas en función de la pulpa de banano orgánico de una producción diaria de 1800 kg de bananos enteros.

Tabla 41: Formulación de la compota orgánica

INGREDIENTES	PORCENTAJE DE FÓRMULA
Pulpa de banano orgánico	90.46%
Ácido cítrico	0.45%
Ácido ascórbico	0.05%
Agua	9.04%

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

4.4 Resultados del análisis sensorial

Se realizó la prueba de preferencia pareada ya descrita en el capítulo dos, para poder determinar si los consumidores potenciales preferirían el nuevo producto en lugar de la compota orgánica ya establecida en el mercado. La prueba se llevó a cabo con 40 personas.

En la siguiente tabla, se presenta el número de personas que prefirieron cada una de las compotas orgánicas.

Tabla 42: Resultados de la prueba de preferencia pareada

Muestra 9168 compota orgánica desarrollada	Muestra 4863 compota "Organic for babys"
31 panelistas	9 panelistas

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

Se determinó por medio de la tabla 13.2 de Lawless (Apéndice C), que para 40 panelistas con $\alpha=0.05$ al menos 27 panelistas debieron escoger la muestra 9168 para que exista preferencia significativa.

Al presentar que 31 panelistas optaron la muestra 9168, mayor que el número presentado en la tabla de referencia, se puede concluir que existe preferencia significativa de la muestra 9168 (producto desarrollado) frente a la muestra 4863 (compota importada).

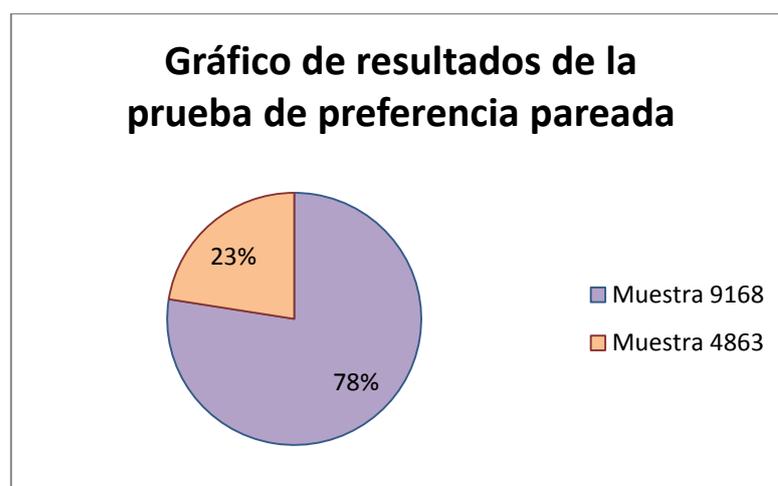


Ilustración 39: Resultado de la prueba de preferencia pareada

Adicionalmente, como parte de este estudio sensorial, los panelistas indicaron el motivo por el cual eligieron la compota desarrollada, resultando que un 64% destacó el color, 52% el sabor y 14% el olor característico a banano.

4.5 Descripción técnica del producto

Finalmente la compota de banano orgánico obtuvo las siguientes características fisicoquímicas y sensoriales.

Tabla 43: Descripción técnica del producto

Características fisicoquímicas	
Grados Brix (°Brix)	16.29
Consistencia (cm / 30 s)	5.00
pH	4.21
Características sensoriales	
Olor	Característico a banano
Sabor	Característico a banano
Color	Característico a banano

Elaborado por: Delgado, Flor (2016)

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Para la elaboración de la compota orgánica se contemplaron equipos que permitieron transformar la materia prima fresca en una conserva y a su vez, están diseñados para evitar los indeseables cambios físico-químicos y ataques microbiológicos por la susceptibilidad de la misma. También se definieron los tiempos y temperaturas de proceso para mantener las características nutricionales en el producto final.

Dentro de la provincia de Guayas, existe un único proveedor, a nivel local, de banano orgánico ecuatoriano de la marca comercial "Banana Organic", y es exportador hacia los Estados Unidos y Europa. Este productor dispone de cuatro toneladas semanales de materia prima que no cumple con las exigencias del mercado externo, por lo tanto, se tiene la disponibilidad de cubrir la demanda de banano orgánico requerido para abastecer el proceso.

Se determinó la significancia de los ácidos orgánicos sobre las variables de respuesta; dando como resultado que el uso de los ácidos ascórbico y cítrico influyen de manera directa, tanto individual y conjuntamente sobre la consistencia y pH, mientras que para la variable de grados Brix no existe efecto significativo.

Con el diseño de experimentos realizado, en función de 400 g de producto, se optimizó las cantidades necesarias de ácido cítrico (1.9784 g) y ascórbico (0.1923 g) alcanzando los valores objetivos para las variables de pH de 4.2 y consistencia de 5 cm/30s, y además, durante el estudio de preferencia pareada a 40 panelistas no entrenados resultó 77% la preferencia significativa a favor de la compota desarrollada debido a sus características organolépticas de color, sabor y olor.

Para la producción diaria de la compota desarrollada, en presentación de 100 gramos en envase de vidrio con tapa twist off, se tiene un rendimiento de 54,8% de pulpa de banano y el 55,6% de puré listo para el envasado. Estos datos permitieron estimar los costos de producción para cada unidad obteniendo como resultado \$1.79 en comparación con el P.V.P de la compota orgánica existente que es \$3.40.

5.2 Recomendaciones

Es recomendable realizar un análisis de tiempo de vida útil al producto en percha, controlando las temperaturas de almacenamiento del producto, para tener un dato acertado sobre su deterioro.

Se debería establecer una normativa nacional para los productos orgánicos, ya que con el auge que existe en el mundo de consumir estos productos, no existe la normativa pertinente para poder evaluarlos.

Con los datos obtenidos en este proyecto, se recomienda realizar el diseño de la planta al igual que los cálculos requeridos para la obtención de un proceso automatizado.

5.3 Bibliografía

- Análisis de varianza Factorial. (2014). Retrieved from http://pendientedemigracion.ucm.es/info/socivmyt/paginas/D_departamento/material/es/analisis_datosyMultivariable/15anova2_SPSS.pdf
- CITALSA. (n.d.). TANQUE ENCHAQUETADO CON AGITACIÓN. Retrieved from <http://www.iferrara.net/tanque-de-acero-inoxidable-enchaquetado-de-500-gal-1900/>
- Guzmán, P., Silva, M., & Yarleque, I. (2012). *DISEÑO DE LA LINEA PRODUCCIÓN HARINA , PURÉ Y DESHIDRATADO A BASE DE BANANO ORGÁNICO Dante Guerrero ; Alfredo Chong Shing ;*
- Llopis, J. (2013). La Estadística: Una Orquesta hecha instrumento. Retrieved from <https://estadisticaorquestainstrumento.wordpress.com/2013/01/28/test-hsd-de-tukey/>
- MIMSA, M. (n.d.). Lavadora por inmersión y aspersion. Retrieved from <http://maquinariamimsa.mx/Productos/ProcesoAlimentos/LavadoraInmersion/LavadoraPorInmersion.pdf>
- NORMA DEL CODEX PARA COMPOTAS (CONSERVAS DE FRUTAS) Y JALEAS. CODEX STAN. (1981).
- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2009 : 2013 Primera revisión ALIMENTOS COLADOS Y PICADOS , ENVASADOS PARA (2013).
- PERRY, R. (1999). *PERRY'S CHEMICAL ENGINEERS HANBOOK*. Retrieved from <http://files.rushim.ru/books/spravochniki/Perrys-Chemical-Engineers->

handbook-1999.pdf

- ProEcuador. (2013). Análisis del sector banano 2013. *Revista Latinoamericana Ecuador*, 1–30. Retrieved from <http://www.proecuador.gob.ec/pubs/analisis-sector-banano-2013/>
- Ramírez, J. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor.
- Rosales, F. ., Tripon, S., & Cerna, J. (1998). Producción de banano orgánico y / o ambientalmente amigable. *Producción de Banano Orgánico Y / O Ambientalmente amigable. Taller Internacional de Producción de Banano Orgánico Y / O Ambientalmente Amigable*, 40–55.
- Soto, M. (2011). Situación y avances tecnologicos en la producción bananera mundial. Retrieved from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452011000500004

APÉNDICE A

CERTIFICADO DE ANÁLISIS ÁCIDO ASCORBICO

 SHANDONG TIANLI PHARMACEUTICAL CO., LTD. Chenming Industrial Park, Shouguang, Shandong Province, China Tel: 0086-536-2238606 Fax: 0086-536-2238639 http://www.tianlipharma.com		
CERTIFICATE OF ANALYSIS Acido Ascorbico		
Product Name: Ascorbic Acid	Quantity: 10MT	
Batch No.: 11504001	Date of Certificate: Apr.1, 2015	
Date of Manufacture: Apr.1, 2015	Date of Expiry: Mar.31, 2018	
Items	Standard	Results
Appearance	White crystalline powder	White crystalline powder
Identification	Positive	Positive
Clarity of solution	Clear	Clear
Color of solution	≤BY ₇	<BY ₇
Assay	99.0~100.5%	99.8%
Loss on Drying	≤0.1%	0.05%
Residue on ignition	≤0.1%	0.04%
Sulphate Ash	≤0.1%	0.04%
Specific rotation	+20.5°~ +21.5°	+20.82°
pH(with 2% water solution)	2.4-2.8	2.59
PH(with 5% water solution)	2.1-2.6	2.30
Melting range	About 190℃	191℃
Heavy metals	≤3ppm	<3ppm
Iron	≤2ppm	<2ppm
Copper	≤2ppm	<2ppm
Impurity E	<0.2%	<0.2%
Arsenic	≤1ppm	<1ppm
Lead	≤2ppm	<2ppm
Cadmium	≤1ppm	<1ppm
Mercury	≤1ppm	<1ppm
Organic volatile impurities	Meets the requirements	conform
Related Substances	Impurity C<0.15%	Complies
	Impurity D≤0.15%	
	Any Other Unspecific Impurities	
	Impurity≤0.10%	QA
	Total Impurity<0.2%	PASS
Total Plate Count	<1,000cfu/g	<1,000cfu/g
According to BP2014, E300, USP37, FCC 9, IP 8.		
Tester: Li Jianting	Checked by: Mu Yonghua	Approved by: Luan Shaohua

CERTIFICADO DE ANÁLISIS ÁCIDO CÍTRICO



JEBSEN & JESSEN

Jebesen & Jessen (GmbH & Co.) KG • Lohrweider 11 • D-20457 Hamburg • Teléfono +49(0)40/ 30 14 01 • Telefax +49(0)40/ 32 70 91 • www.jebesen-jessen.de

Dirección postal: Jebesen & Jessen (GmbH & Co.) KG - P.O. Box 11 13 13 - 20413 Hamburg

Certificado del análisis

Factura no.: 91010172 Fecha: 06.02.2015
No. de contrato: 300007769
Referencia del representante: GJJ 3215.01.15
No. de cliente: 403479
Contacto / Dpto.: Jan Döring / 542
Tel. / Fax: +49(0)40 3014 - 272 / 3272
E-Mail: jan.doering@jebesen-jessen.de

POS	No.	Descripción de la mercancía	Cantidad
1	10	Ácido Cítrico anhidro malla 30-100 Nuestro nº de art.: 10001611 Marca: J&J-54/300007769 ACIDO CITRICO ANHIDRO MALLA 30-100 PESO NETO...KGS / PESO BRUTO...KGS GUAYAQUIL/ECUADOR FECHA DE FABRICACION... / FECHA DE CADUCIDAD... NO, 1-UP / BATCH NO. Código SA: 29181400000	25 TM
		Batch No.: 50120026 Production Date: 07/01/2015 Expiry Date: 06/01/2017	
		Characteristic: colorless crystals or fine granular Identification & Solubility: pass test Water Content: 0,1 % Oxalic Acid: pass test Readily Carbonisable Substances - Abs: 0.13 - T: 78 % Sulphated Ash: 0.01 % Tridodecylamine: < 0.1 ppm Lead: 0.04 ppm Purity: 100.1 % Mesh: 30-100	
		Conclusion: The quality of this batch conforms with the standard FCCVIII	

- Analysis as received from our supplier -

JEBSEN & JESSEN (GmbH & Co.) KG

(A. G. B. 11)

Todos los suministros se efectúan de acuerdo a nuestras condiciones generales de venta. La mercancía permanece propiedad nuestra hasta efectuado el pago total de la factura. El lugar de cumplimiento y jurisdicción es Hamburgo, Alemania. Estructura legal: GmbH & Co. KG, domicilio social: Hamburgo, registro mercantil de Hamburgo número HRA 55283, Única socio general: Jebesen & Jessen Verwaltungsgesellschaft mbH, domicilio social: Hamburgo, registro mercantil de Hamburgo número HRB 31881, Socios gestores: Wulfhart Putzier, Michael Goldmann, Michael B. Schwoegge, Axel Titz.

Datos bancarios: Deutsche Bank, 20079 Hamburg, Código bancario 25070000, No. de cta. 40120800, SWIFT-Code: DEUTDE33XXX, IBAN: DE57200700000040120800

APÉNDICE B

DETERMINACIÓN DE pH

CDU 664.8



AL 02. 01 - 314

Norma Ecuatoriana	CONSERVAS VEGETALES DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACION DEL ION HIDRÓGENO (pH)	INEN 389 Primera Revisión 1985-12
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método potenciométrico para determinar la concentración del ion hidrógeno (pH) en conservas vegetales.</p> <p style="text-align: center;">2. INSTRUMENTAL</p> <p>2.1 Potenciómetro, con electrodos de vidrio.</p> <p>2.2 Vaso de precipitación de 250 cm³.</p> <p>2.3 Agitador.</p> <p style="text-align: center;">3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</p> <p>3.1 Si la muestra es líquida, homogeneizarla convenientemente mediante agitación.</p> <p>3.2 Si la muestra corresponde a productos densos o heterogéneos, homogeneizarla con ayuda de una pequeña cantidad de agua (recientemente hervida y enfriada) y mediante agitación.</p> <p style="text-align: center;">4. PROCEDIMIENTO</p> <p>4.1 Efectuar la determinación por duplicado sobre la misma muestra preparada.</p> <p>4.2 Comprobar el correcto funcionamiento del potenciómetro.</p> <p>4.3 Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 10 g ó 10 cm³ de la muestra preparada, añadir 100 cm³ de agua destilada (recientemente hervida y enfriada) y agitar suavemente,</p> <p>4.4 Si existen partículas en suspensión, dejar en reposo el recipiente para que el líquido se decante.</p> <p>4.5 Determinar el pH introduciendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que éstos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas, en caso de que existan.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, Casilla 3989 - Baquerizo 454 - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA

CDU: 664.8:543
ICS: 67.080.20



CIU: 3113
AL 02.01-330

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	SALSA DE TOMATE. DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA.	NTE INEN 1 899:98 1998-07
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método para determinar la consistencia de la salsa de tomate.</p> <p style="text-align: center;">2. DEFINICIONES</p> <p>2.1 Consistencia. Es la capacidad que tiene la salsa de tomate (material viscoso) de fluir libremente bajo su propio peso en una superficie plana en un período de tiempo dado.</p> <p style="text-align: center;">3. EQUIPO</p> <p>3.1 Consistómetro de Bostwick (figura 1). Es un instrumento usado para determinar la consistencia de materiales viscosos (salsa de tomate).</p> <p>3.1.1 <i>Descripción.</i> El consistómetro de Bostwick consta de un canal de acero inoxidable bien limpio, pulido y libre de ondulaciones, provisto de una escala graduada en centímetros y cerrado en los extremos. Uno de los extremos dispone de una cámara (reservorio) cerrada por una puerta la cual puede abrirse casi instantáneamente. Las paredes del extremo cerrado por la puerta (cámara) deben ser cuidadosamente medidas y niveladas a lo largo de la cubierta de la cámara. El extremo más largo del instrumento es graduado en una escala de 1/2 cm de paso, empezando a 1 cm de la puerta; las graduaciones son numeradas en centímetros.</p> <p>El instrumento dispone de dos burbujas de nivel y dos tornillos para ajustar el nivel en el extremo de la cámara; la puerta se desliza verticalmente entre los dos soportes acanalados.</p> <p>3.2 Cronómetro</p> <p>3.3 Espátula</p> <p>3.4 Termómetro</p> <p style="text-align: center;">4. PROCEDIMIENTO</p> <p>4.1 Nivelar el consistómetro con ayuda de los tornillos niveladores, asegurar que éste no se mueva y se encuentre a la temperatura especificada por el ensayo.</p> <p>4.2 Ajustar la temperatura de la muestra a $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$, mezclar cuidadosamente con ayuda de una espátula, procurando no incorporar burbujas de aire; manteniendo cerrada la puerta de la cámara, llenar completamente ésta con el producto.</p> <p>4.3 Con ayuda de la espátula enrasar la parte superior de la masa del producto a ensayar, removiendo el exceso de éste.</p> <p>4.4 Soltar súbitamente la puerta de la cámara, a la vez que se empieza a tomar el tiempo y se deja que el producto fluya libremente por el canal.</p> <p>4.5 Treinta segundos después de abierta la puerta se lee en la escala marcada en el fondo del instrumento la distancia máxima en centímetros que alcanzó el producto.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Productos agroindustriales, conservas vegetales, análisis físico, determinación de la consistencia.</p>		

4.6 Limpiar y secar el instrumento antes de repetir, con otra porción de muestra, el procedimiento descrito. No debe lavarse con agua caliente, cuando el instrumento va a ser usado inmediatamente, ya que esto modificaría la temperatura especificada por el ensayo.

4.7 Si las lecturas varían en más de 0,2 cm, se repite la determinación una tercera vez o hasta que se obtenga un resultado satisfactorio.

5. INFORME DE RESULTADOS

5.1 En el informe de resultados se debe indicar el promedio de dos o más determinaciones sin tomar en cuenta aquellas que hubieran dado un resultado anormal.

5.2 Expresar el resultado en centímetros con una cifra decimal

(Continúa)

DETERMINACIÓN SÓLIDOS SOLUBLES

ICS: 67.080.01



Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	PRODUCTOS VEGETALES Y DE FRUTAS – DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES– MÉTODO REFRACTOMÉTRICO (IDT)	NTE INEN-ISO 2173:2013 2013-09
<p>1 Alcance</p> <p>Esta Norma Nacional especifica un método refractométrico para la determinación de los sólidos solubles en productos a base de frutas y vegetales.</p> <p>Este método es particularmente aplicable a productos espesos, a productos que contienen materias suspendidas, y a los productos ricos en azúcar. Si los productos contienen otras sustancias disueltas, los resultados serán solamente aproximados, sin embargo, para la comodidad del resultado obtenido por este método puede ser considerado convencionalmente como el contenido de sólidos solubles.</p> <p>NOTA Para la determinación de los sólidos solubles en jugos de frutas (que no contienen materias suspendidas) y en zumos concentrados (clarificados), el método picnométrico especificado en la norma ISO 2172 es aplicable.</p> <p>2 Términos y definiciones</p> <p>Para los efectos de este documento, se aplican los siguientes términos y definiciones</p> <p>2.1 determinación de sólidos solubles por el método refractométrico concentración de sacarosa en una solución acuosa que tiene el mismo índice de refracción que el producto analizado, en condiciones específicas de preparación y temperatura.</p> <p>NOTA Esta concentración se expresa como una fracción de masa en porcentaje.</p> <p>3 Principio</p> <p>El índice de refracción de una solución de ensayo se mide a $20\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$, usando un refractómetro. El índice de refracción se correlaciona con la cantidad de sólidos solubles (expresado como la concentración de sacarosa) usando tablas, o por lectura directa en el refractómetro de la fracción de masa de sólidos solubles.</p> <p>4 Reactivos</p> <p>Usar solo reactivos de grado analítico reconocido.</p> <p>4.1 Agua</p> <p>El agua utilizada deberá ser destilada dos veces en un aparato de vidrio borosilicato, o su pureza deberá ser al menos equivalente.</p> <p>5 Aparatos</p> <p>Aparatos de laboratorio habituales y, en particular, lo siguiente.</p> <p>5.1 Refractómetro Utilice uno de las siguientes.</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: productos agrícolas, productos alimenticios, productos vegetales y de frutas, ensayos, determinación del contenido, sólidos solubles</p>		

APÉNDICE C

PRUEBA PREFERENCIA PAREADA

NOMBRE: _____ FECHA: _____

COMPOTA DE BANANO ORGÁNICO

Frente a usted hay dos muestras de compota de banano orgánico, usted debe probar primero la muestra _____ y luego la muestra _____

¿Cuál de las dos muestras prefiere? Marque con una X la muestra elegida.

MUESTRAS

4863

9168

¿Por qué la eligió? _____

Comentarios: _____

MUCHAS GRACIAS!

TABLA LAWLESS 13.2

Table 13.2 Minimum value (*X*) required for a significant preference

<i>N</i>	<i>X</i>	<i>N</i>	<i>X</i>	<i>N</i>	<i>X</i>
20	15	60	39	100	61
21	16	61	39	105	64
22	17	62	40	110	66
23	17	63	40	115	69
24	18	64	41	120	72
25	18	65	41	125	74
26	19	66	42	130	77
27	20	67	43	135	80
28	20	68	43	140	83
29	21	69	44	145	85
30	21	70	44	150	88
31	22	71	45	155	91
32	23	72	45	160	93
33	23	73	46	165	96
34	24	74	46	170	99
35	24	75	47	175	101
36	25	76	48	180	104
37	25	77	48	185	107
38	26	78	49	190	110
39	27	79	49	195	112
40	27	80	50	200	115
41	28	81	50	225	128
42	28	82	51	250	142
43	29	83	51	275	155
44	29	84	52	300	168
45	30	85	53	325	181
46	31	86	53	350	194
48	32	88	54	400	221
49	32	89	55	425	234
50	33	90	55	450	247
51	34	91	56	475	260
52	34	92	56	500	273
53	35	93	57	550	299
54	35	94	57	600	325
55	36	95	58	650	351
56	36	96	59	700	377
57	37	97	59	800	429
58	37	98	60	900	480
59	38	99	60	1000	532

Notes: *N* is the total number of consumers

X is the minimum required in the larger of the two segments

Choice is forced

Values of *X* were calculated in Excel from the z-score approximation to the binomial distribution

Values of *N* and *X* not shown can be calculated from $X = 0.98\sqrt{N} + N/2 + 0.5$

Calculated values of *X* must be rounded up to the nearest whole integer

Tests with *N* < 20 are not recommended but critical values can be found by reference to the exact binomial (cumulative) probabilities in Table I

Values are based on the two-tailed Z-score of 1.96 for $\alpha = 0.05$

Critical minimum values for $\alpha = 0.01$ can be found in Table M