



CARRERA: PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS

TEMA:

**“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE PULPA DE
PLÁTANO MORADO POR HARINA DE CÁSCARA DE PLÁTANO
MORADO (*Musa Acuminata* AAA) PARA LA ELABORACION DE UNA
BEBIDA LÁCTEA”**

Proyecto Integrador de grado previo a la obtención del título de
Tecnólogo Superior en Procesamiento de Alimentos

AUTORA Stephanie Xiomara Cuadrado Chávez

DIRECTORA: Ing. Grace Elizabeth Manobanda Jiménez

D.M. Quito, 13 de diciembre 2022

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado con todo mi corazón a Dios y a mis padres, quienes gracias a su apoyo, consejos, amor, sacrificio y palabras de aliento en todos estos años que me han formado con sentimientos sinceros, valores y hábitos, esto me ha ayudado a salir adelante por el mejor camino y poco a poco cumplir mis sueños y anhelos; su diaria compañía y sus bendiciones me protegen y me llevan por buenos senderos.

A mis hermanos Brigitte y Emilio, por su cariño, su amor, su paciencia y todo su apoyo moral e incondicional durante todo este proceso. Ellos al igual que mis padres han sido un pilar fundamental para culminar mi carrera.

A mis tutores, que me han impartido sus conocimientos y con su paciencia me ayudaron en cada paso que di, han sido la base para la elaboración del trabajo y sus enseñanzas han sido de gran valor.

Stephanie Cuadrado

AGRADECIMIENTO

Para empezar, doy infinitamente gracias a Dios, porque en todo momento me ha dado fuerza, valor y confianza en mí misma para lograr mis metas y objetivos y culminar con éxito y bendiciones mis estudios.

Gracias a mis padres por su apoyo y confianza, por estar pendiente en todo momento, cuidarme mucho para llegar a cumplir mi meta que me propuse, obtener mi título profesional; quiero dar las gracias a mis hermanos por acompañare en los momentos difíciles ya darme fuerza para salir adelante.

Agradezco a mi tutora de tesis Ing. Grace Manobanda y al Ing. Wladimir Tierra por todo su tiempo dedicado, paciencia, perseverancia, valiosas aportaciones y rigurosos conocimientos compartidos que me han permitido para crecer en lo personal. Donde quiera que vaya, los llevaré conmigo en mi vida profesional.

Gracias por ser quienes son y creer en mí.

Stephanie Cuadrado

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Stephanie Xiomara Cuadrado Chávez, autor del presente informe, me responsabilizo por los conceptos, opiniones y propuestas contenidos en el mismo.

Atentamente

Stephanie Xiomara Cuadrado Chávez

Quito, 13 de diciembre del 2022

ING. GRACE MANOBANDA

DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICA

Haber revisado el presente informe de investigación, que se ajusta a las normas institucionales y académicas establecidas por el Instituto Tecnológico Superior Internacional ITI, de Quito, por tanto, se autoriza su presentación final para los fines legales pertinentes.

Ing. Grace Manobanda

Quito, 13 de diciembre de 2022

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TRABAJO FIN DE CARRERA

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de **Quito**, a los **dos días del mes de diciembre del 2022**, firmo conforme: conste por el presente documento la cesión de derechos de trabajo de fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas:

PRIMERA: Yo, **Stephanie Xiomara Cuadrado Chávez**, bajo la dirección de la Ing. Grace Elizabeth Manobanda Jiménez, declaro ser el autor del trabajo de fin de carrera con el tema **“Efecto de la sustitución parcial de harina de pulpa de plátano morado por harina de cáscara de plátano morado (*Musa acuminata* AAA) para la elaboración de una bebida láctea”**, como requisito fundamental para optar por el título de **Tecnóloga Superior en Procesamiento de alimentos**, a su vez autorizo a la biblioteca del Tecnológico Superior Universitario Internacional ITI, para que pueda registrar en el repositorio digital y difunda esta investigación con fines netamente académicos, pues como política del Tecnológico Universitario Internacional ITI, los trabajos de fin de carrera se aplican, materializan y difunden en beneficio de la comunidad.

SEGUNDA: Los comparecientes **Ing. Grace Elizabeth Manobanda Jiménez**, en calidad de directora del trabajo de fin de carrera y la Srta. Stephanie Xiomara Cuadrado Chávez, como autora de este, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos del trabajo de fin de carrera y conceden la autorización para que el ITI pueda utilizar este trabajo en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna. El Tecnológico Superior Universitario Internacional ITI no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

TERCERA: Las partes declaradas aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derechos.

Ing. Grace Elizabeth Manobanda Jiménez

Stephanie Xiomara Cuadrado Chávez

D.M. Quito, 13 de diciembre del 2022

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	3
CERTIFICA	4
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TRABAJO FIN DE CARRERA.....	5
ÍNDICE DE CONTENIDOS	6
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	13
INDICE DE ANEXOS.....	17
RESUMEN.....	19
INTRODUCCIÓN	20
Idea a defender	23
 CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	 26
1.1 Análisis de campo de investigación	26
1.1.1 Antecedentes del producto	26
1.2.1 Zona de investigación.....	27
1.1.3 Situación del entorno en el que se produce la materia prima	29
1.2 Marco Conceptual	31
1.2.1 Plátano morado:.....	31
1.2.2 Harina:	32
1.2.3 Inmersión.....	32
1.2.4 Precocción	32
1.2.5 Ácido ascórbico.....	32
1.2.6 Grados Brix	33
1.2.7 pH.....	33
1.3 Bases teórico- científicas.....	33
1.4 Marco legal (normativas)	42

1.4.1. Constitución de la República del Ecuador	42
1.4.2. Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA)	42
1.4.3 Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).....	43
 CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	47
2.1 Caracterización fisicoquímica del plátano morado (pulpa y cáscara).....	47
2.1.1 Determinación de las características físicas del plátano morado	47
2.1.2 Determinación de las características químicas del plátano morado	48
2.2 Evaluación de los tratamientos para la obtención de la harina de plátano morado (pulpa y cáscara).	49
2.1.1 Obtención de la harina de la cáscara de plátano morado.	49
2.1.2 Obtención de la harina de la pulpa de plátano morado	51
2.1.4 Elaboración de mezclas.....	55
2.1.5 Diseño experimental.....	56
2.3 Elaboración de la bebida láctea a partir de la harina de plátano morado (pulpa y cáscara).....	59
2.3.1 Formulación de la bebida láctea.....	59
2.3.2 Proceso de elaboración.....	60
2.3.3 Diseño experimental.....	62
2.4 Evaluación de atributos de la bebida láctea a partir de la harina de plátano morado (pulpa y cáscara)	63
2.4.2 Caracterización química de las muestras de bebida	63
2.4.2 Evaluación sensorial de las muestras de bebida.....	64
2.5 Determinación de costo de producción de la bebida láctea a partir de la harina de plátano morado (pulpa y cáscara).....	65
2.5.1 Costo de producción de la harina	65
2.5.2 Costo de producción de la bebida	65
2.6 Síntesis del capítulo	66
 CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	67
3.1 Caracterización fisicoquímica del plátano morado (pulpa y cáscara).....	67
3.1.1 Determinación de las características físicas del plátano morado	67
3.1.2 Determinación de las características químicas del plátano morado	71

3.2 Evaluación de los tratamientos térmico y enzimático para la obtención de la harina de plátano morado (pulpa y cáscara).....	74
3.2.1 Obtención de la harina de la pulpa de plátano morado	75
3.1.4 Obtención de mezclas.....	82
2.1.5 Diseño experimental.....	85
3.3 Elaboración de la bebida láctea a partir de la harina de plátano morado (pulpa y cáscara).....	92
3.3.1 Formulación de la bebida láctea.....	92
3.3.2 Proceso de elaboración.....	92
3.3.3 Diseño experimental.....	94
3.4 Evaluación de atributos de la bebida láctea a partir de la harina de plátano morado (pulpa y cáscara)	94
3.4.2 Caracterización química de las muestras de bebida	96
3.4.2 Evaluación sensorial de las muestras de bebida.....	99
3.5 Determinación de costo de producción de la bebida láctea a partir de la harina de plátano morado (pulpa y cáscara).....	103
3.5.1 Costo de producción de la harina	103
3.5.2 Costo de producción de la bebida	106
3.5.3 Costo final de producción de la harina de plátano morado y bebida láctea.....	108
3.6 Síntesis del capítulo	108
CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES	111
APÉNDICE	112
REFERENCIAS.....	114
ANEXOS	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	27
Competencia en el mercado ecuatoriano de harina de plátano ensus variedades.....	27
Tabla 2.	30
Exportaciones del género Musa acuminata de agosto a diciembre de 2020	30
Tabla 3.	43
Tipo y variedad de plátano de la categoría AAA	43
Tabla 4.	43
Parámetros físicos del plátano o banano	43
Tabla 5.	44
Parámetros físicos y químicos de harina de quinua.	44
Tabla 6.	44
Parámetros físicos y químicos de la harina de trigo.....	44
Tabla 7.	45
Aditivos alimentarios utilizados.....	45
Tabla 8.	45
Parámetros químicos de las bebidas lácteas.	45
Tabla 9.	57
Parámetros químicos de las bebidas lácteas.	57
Tabla 14.	67
Características físicas del plátano morado	67
Tabla 15.	69
Características físicas del plátano morado.	69
Tabla 16.	72
Características químicas del plátano morado	72
Tabla 17.	76
Valores de pH de la harina de pulpa de plátano morado por precocción.	76
Tabla 18.	77
Valores de pH de la harina de cáscara de plátano morado por precocción.	77
Tabla 19.	77
Valores de humedad de la harina de pulpa de plátano morado por precocción.	77
Tabla 20.	78
Valores de humedad de la harina de cáscara de plátano morado por precocción. ...	78
Tabla 21.	80
Valores de pH de la harina de cáscara de plátano morado por inmersión.....	80

Tabla 22.....	81
Valores de pH de la harina de cáscara de plátano morado por inmersión.....	81
Tabla 23.....	81
Valores de humedad de la harina de pulpa de plátano morado por inmersión.....	81
Tabla 24.....	82
Valores de humedad de la harina de cáscara de plátano morado por inmersión.....	82
Tabla 25.....	86
Valores de pH de la mezcla de harina de pulpa y cáscara de plátano morado por precocción e inmersión.....	86
Tabla 26.....	89
Valores de humedad de la mezcla de harina de pulpa y cáscara de plátano morado por precocción e inmersión.....	89
Tabla 27.....	92
Características físicas de la bebida láctea de plátano morado.....	92
Tabla 28.....	95
Características físicas des formulaciones de la bebida láctea de plátano morado....	95
Tabla 29.....	96
Características físicas de la bebida láctea de plátano morado.....	96
Tabla 30.....	97
Valores de los °Brix de la mezcla de harina de pulpa y cáscara de plátano morado por precocción e inmersión.....	97
Tabla 31.....	100
Resultado total de la prueba de preferencia.....	100
Tabla 32.....	100
Estadística de valor de significancia para pruebas de dos colas.....	100
Tabla 33.....	101
Datos totales recolectados de pruebas descriptivas de la muestra dos.....	101
Tabla 34.....	102
Datos totales recolectados de pruebas descriptivas de la muestra uno.....	102
Tabla 35.....	104
Equipos disponibles para elaboración de harina de plátano morado.....	104
Tabla 36.....	104
Materiales disponibles para elaboración de harina de plátano morado.....	104
Tabla 37.....	105
Equipos adquiridos para elaboración de harina de plátano morado.....	105

Tabla 38.	105
Materia prima para la elaboración de harina de plátano morado.	105
Tabla 39.	105
Gastos fijos para elaboración de harina de plátano morado	105
Tabla 40.	106
Inversión y fijación final del precio para elaboración de harina de plátano morado	106
Tabla 41.	106
Materia prima para la elaboración de la bebida láctea.	106
Tabla 42.	107
Aditivos para la elaboración de la bebida láctea.	107
Tabla 43.	107
Envases para presentación final de la bebida láctea de plátano morado.	107
Tabla 44.	108
Precio final de los productos obtenidos.....	108
Tabla 45.	112
Involucrados en la elaboración de harina de plátano.....	112
Tabla 46.	113
Definición del problema.....	113
Tabla 47.	127
Datos de entrada y salida de plátano morado sin tratamiento de harina precocida	127
Tabla 47.	128
Datos de entrada y salida de pulpa de plátano morado para harina precocida	128
Tabla 48.	129
Datos de entrada y salida de cáscara de plátano morado para harina precocida	129
Tabla 49.	130
Datos de entrada y salida de mezcla total de harina precocida de plátano morado.	130
Tabla 51.	131
Datos de entrada y salida de plátano morado para harina por inmersión	131
Tabla 52.	132
Datos de entrada y salida pulpa de plátano morado para harina por inmersión	132
Tabla 53.	133
Datos de entrada y salida cáscara de plátano morado para harina por inmersión ..	133
Tabla 54.	134
Datos de entrada y salida de harina por inmersión plátano morado.....	134

Tabla 55	135
Datos de entrada y salida de bebida láctea de harina de plátano morado.....	135
Tabla 56	147
Porcentajes de rendimientos en los procesos de molienda.....	147
Tabla 57	148
Porcentajes de humedad en los procesos de secado	148
Tabla 59	150
ANOVA de humedad	150
Tabla 61	159
Resultados de las pruebas de preferencia de las muestras de bebida láctea.	159
Tabla 62	161
Datos recolectados de prueba descriptivas del olor de la bebida de la muestra 1. .	161
Tabla 63	162
Datos recolectados de prueba descriptivas de sabores extraños de la muestra 1. ..	162
Tabla 64	163
Datos recolectados de prueba descriptivas del color de la bebida de la muestra 1	163
Tabla 65	164
Datos recolectados de prueba descriptivas del dulzor de la bebida de muestra 1 ..	164
Tabla 66	165
Datos recolectados de prueba descriptivas del olor de la bebida de la muestra 2. .	165
Tabla 67	166
Datos recolectados de descriptivas de sabor extraño de la bebida de muestra 2....	166
Tabla 68	167
Datos recolectados dedescriptivas del color de la bebida de la muestra 2.	167
Tabla 69	168
Datos recolectados de descriptivas del dulzor de la bebida de la muestra 2.	168

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	35
Diagrama de flujo 1- Obtención de harina fortificada	35
Figura 2.	36
Diagrama de flujo 2- Obtención de harina fortificada	36
Figura 3.	38
Flujograma de la elaboración de la harina de Orito	38
Figura 4.	40
Elaboración de harina de plátano “Cuerno”	40
Figura 5.	50
Elaboración de harina de cáscara de plátano morado	50
Figura 6.	52
Elaboración de harina de pulpa de plátano morado	52
Figura 7.	53
Elaboración de harina de pulpa de plátano morado	53
Figura 8.	54
Elaboración de harina de pulpa de plátano morado	54
Figura 9.	55
Elaboración de mezcla de harina de pulpa y cáscara de plátano morado	55
Figura 10.	56
Variables de entrada y salida del proceso de elaboración de la harina de plátano morado.....	56
Figura 11.	61
Proceso de elaboración de la bebida láctea de harina de plátano morado	61
Figura 12.	68
Características físicas del plátano morado	68

Figura 13..	75
Tratamiento de precoccion para harina de plátano morado	75
Figura 14..	79
Tratamiento de inmersión para harina de plátano morado.....	79
Figura 15.	83
Mezclado de harina de pulpa y cáscara de plátano morado por precocción	83
Figura 16.	84
Mezclado de harina de pulpa y cáscara de plátano morado por inmersión.....	84
Figura 17.	88
Superficie de respuesta del pH de las harinas mezcladas obtenidas por el método de precoccion e inmersión	88
Figura 18.	91
Superficie de respuesta del porcentaje de humedad de las harinas mezcladas obtenidas por el método de precoccion e inmersión.	91
Figura 19.	93
Proceso de elaboración de la bebida láctea de harina de plátano morado	93
Figura 20.	99
Superficie de respuesta del pH de las harinas mezcladas obtenidas por el método de precoccion e inmersión	99
Figura 21.	103
Análisis estadístico gráfico de pruebas descriptivas	103
Figura 22.	127
Balance de masa preparación de plátano morado	127
Figura 23.	128
Balance de masa de la pulpa precocida de plátano morado	128
Figura 24.	129
Balance de masa de cáscara de plátano morado (precocción)	129

Figura 25.	130
Balance de masa de la mezcla de harina precocida de plátano morado	130
Figura 26.	131
Balance de plátano morado por inmersión.....	131
Figura 27.	132
Balance de pulpa de plátano morado con inmersión.....	132
Figura 28.	133
Balance de cáscara de plátano morado (inmersión).....	133
Figura 29.	134
Balance de masa de la mezcla de harina por inmersión de plátano morado	134
Figura 30.	135
Balance de masa de bebida láctea	135
Figura 31.	136
Proceso de molienda de pulpa precocida de plátano morado	136
.....	136
Figura 32.	137
Proceso de molienda de pulpa precocida de plátano morado	137
Figura 33.	138
Proceso de molienda de cáscara de plátano morado (precocción).....	138
Figura 34.	139
Proceso de molienda de cáscara de plátano morado (precocción).....	139
Figura 35.	140
Proceso de molienda de pulpa por inmersión de plátano morado.....	140
Figura 36.	141
Proceso de molienda de pulpa por inmersión de plátano morado.....	141
Figura 37.	142

Proceso de molienda de cáscara de plátano morado (precocción).....	142
Figura 38.	143
Proceso de secado de pulpa precocida de plátano morado	143
Figura 39.	144
Proceso de secado de cáscara de plátano morado (Precocción).....	144
Figura 40.	145
Proceso de secado de pulpa por inmersión de plátano morado.....	145
.....	145
Figura 41.	146
Proceso de secado de pulpa por inmersión de plátano morado.....	146
.....	146

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A.	
Carta de colores para índice de maduración del plátano.....	121
ANEXO B.	
Norma INEN 273: Determinación de Grados Brix.....	122
ANEXO C.	
Cantidades establecidas y permitidas de aditivos	123
ANEXO D.	
Prueba de preferencia de las bebidas lácteas.....	124
ANEXO E.	
Prueba descriptiva de la bebida láctea	125
ANEXO F.	
Norma INEN 273: Determinación de Grados Brix.....	126
ANEXO G.	
Balance de masa de la harina de plátano morado por precocción.....	127
ANEXO H.	
Balance de masa de la harina de plátano morada por inmersión	131
ANEXO I.	
Balance de masa de la bebida láctea de plátano morado por inmersión	135
ANEXO J.	
Cálculos de rendimientos y pérdida de agua de los procesos de elaboración de la harina.....	136
ANEXO K.	
Rendimientos	147
ANEXO L.	
Pérdida de agua	148
ANEXO M.	
Tabla ANOVA de humedad de harina de plátano morado	149

ANEXO N.	
Tabla ANOVA de humedad de harina de plátano morado	150
ANEXO O.	
Tabla ANOVA de humedad de harina de plátano morado	151
ANEXO P.	
Cuadro de muestreo de cantidades pequeñas	152
ANEXO Q.	
Proceso de elaboración de la harina de plátano morado	153
ANEXO R.	
Harinas listas de pulpa y cáscara de plátano morado	156
ANEXO S.	
Análisis de pH de la harina de plátano morado.....	157
ANEXO T.	
Análisis de grados Brix de la bebida láctea de harina de plátano morado	158
ANEXO U.	
Resultados de las pruebas sensoriales de preferencia	159
ANEXO V.	
Resultados de las pruebas sensoriales descriptivas	161

RESUMEN

Se obtuvo harina de cáscara (C) y pulpa (P) de plátano morado (*Musa acuminata* AAA) para sustituirla parcialmente en varios porcentajes (78% P - 22% C; 85% P - 15% C; 65% P - 35% C) para elaborar una bebida láctea. Se aplicaron dos tratamientos para evitar el empardecimiento enzimático de la fruta antes de su procesamiento, durante la elaboración de la harina y después su obtención: precocción a 60° C por 30 minutos e inmersión química en disolución de ácido ascórbico (1% v/v) durante 5 minutos.

Se analizó el pH y porcentaje de humedad para la harina y para la bebida láctea fueron pH y grados Brix. De la harina analizada se determinó el mejor tratamiento para elaborarla (inmersión al 85% P -15% C). Se elaboró una bebida láctea por cada formulación de harina y leche (40% H- 60% L; 30% H- 70% L; 20% H-80% L). Se aplicó pruebas sensoriales afectivas y discriminativa que determinó que un 75% de los panelistas muestran aceptabilidad por la muestra 1 (20% H – 80% L) con un 95% de nivel de confianza.

Palabras claves: harina, plátano morado, inmersión, precocción, bebida láctea

INTRODUCCIÓN

Nombre del proyecto

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE PULPA DE PLÁTANO MORADO POR HARINA DE CÁSCARA DE PLÁTANO MORADO (*Musa Acuminata* AA) PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA.

Marco contextual

Análisis Macro

La corteza de plátano morado contiene cantidades considerables de glucosa que pueden transformarse en azúcares a través de la fermentación y con esto dar un valor agregado a un producto nuevo. A partir del plátano se obtienen subproductos tales como el almidón, muy útil en la industria por sus diversas bondades en la industria alimentaria se utiliza como estabilizador, espesante, recubrimiento comestible o gelificante. (Alduvín, 2006, p. 14). En la actualidad la harina de plátano es un producto atractivo en el mercado doméstico e industrial, gracias a su gran aporte nutricional (Chanin, 2016, p. 45).

Análisis Meso

El plátano morado (*Musa acuminata* AAA) es poco conocido debido a que su calidad es insuficiente para su venta en fresco, poco explotada y consumida en el país, motivo por el cual dentro del mercado ecuatoriano no existe gran variedad de productos procesados de esta materia prima. La falta de productos procesados ha provocado que la misma sea desperdiciada, despreciada y desechadas. En el país el consumo per cápita según la FAO (2011) es de 170 g/día/persona. El plátano morado es exportado en un 94,7% a países norteamericanos y europeo, en Ecuador

es consumida como rechazo o alimento animal en un 5,3% restante, de este porcentaje el 70% es para alimento animal, 20% para consumo humano y 10% como abono. (AEBE, 2010).

Análisis micro

En el cantón Bucay, la producción de plátano morado es de aproximadamente un 35% de la producción total de banano (AEBE, 2010). Es importante conocer mercado y las exigencias para elaborar una harina de banano morado u otro derivado de este a cierto nivel de competitividad frente a otros productos alimenticios en la industria ecuatoriana (Flores, 2018, p. 34).

Este proyecto pretende adaptar distintas metodologías industriales y artesanales para aprovechar al máximo las variedades del plátano ecuatoriano, al utilizar porcentajes de pulpa de plátano morado y la cáscara de este. Al ser un producto beneficioso e innovador lo pueden consumir niños, adultos y deportista pues permite regular los niveles de colesterol, mejorar el ánimo y acelera la función del metabolismo; debido a la tendencia de daños en la salud por la ingesta de gluten lo pueden consumir personas celiacas.

Formulación del problema

¿Cómo influye la escasez de productos elaborados a partir de plátano morado (*Musa acuminata* AAA) en el mercado ecuatoriano?

Definición del problema

Ecuador es considerado uno de los primeros exportadores de banano, pues el plátano es un producto muy codiciado y aceptado en los países extranjeros gracias a su sabor y beneficios. El banano ocupa el cuarto lugar en los productos agrícolas más importantes a nivel mundial, es cultivado en gran cantidad en el país porque contiene vitaminas, minerales, ácido fólico y un elevado contenido de potasio. Por ser producto aceptado en el mercado internacional, se lo considera como una gran fuente de ingresos nacionales, fiscales y de organizaciones privadas (Guilcapi, 2018, p. 5).

El plátano morado es exportado en su mayoría como materia prima y aleja posibilidades y oportunidades de elaborar productos procesados a partir de esta fruta, que contengan los mismos beneficios. Los países vecinos usan hasta el rechazo de la fruta para obtener gran variedad de productos y estos son importados al país. Según Carro (2017), p. 34: las empresas bananeras desperdician gran cantidad de materia prima que no cumplen las condiciones para la exportación debido a normas de calidad. La baja explotación a nivel nacional del banano rojo o plátano morado afecta de forma directa al sector bananero y como consecuencia se presentan pérdidas económicas.

Es necesario innovar y desarrollar productos que brinden salud y alarguen la vida del ser humano, razón por la cual, se habla sobre la poca variedad de alimentos procesados con plátano morado.

Idea a defender

Al utilizar la pulpa y cáscara se aprovecha a la fruta al máximo y así se evita que esta sea catalogada como rechazo en el país. El objetivo es incrementar la demanda de la materia prima como tal e introducir productos elaborados de la misma en el mercado ecuatoriano.

Objeto de estudio y campo de acción

En Ecuador se conoce muy poco acerca del plátano morado y por ende su consumo como alimento humano es mínimo, (pero como alimento animal es considerable) sin embargo, a nivel internacional es una fruta muy apetecida por sus bondades como fuente de energía para deportistas, defensa natural contra bacterias y aliado para adelgazar.

Para elaborar la harina de plátano morado se adquirió la fruta de la parroquia Ventura en la provincia de Cañar y del cantón Bucay en la provincia de Guayas, cabe recalcar que la fruta no tiene temporalidad, sin embargo, es recomendable la cosecha de la fruta sea de 13 semanas de edad o entre 11 y 12 semanas ya sea en temporada de invierno o verano (Ecuaquímica, 2010, p. 23.)

Justificación

En Ecuador la explotación y producción de plátano morado (*Musa acuminata* AAA) permite generar ingresos y empleo. Ecuador posee un clima cálido y húmedo con temperaturas entre los 23 a 27°C, condiciones específicas para que esta fruta se coseche a lo largo del año (AEBE, 2010).

En la industria bananera y mercado ecuatoriano no se aprovecha ni el 20% de los desperdicios tanto del plátano como del banano, debido a eso, se emplearán esos subproductos y la pulpa de la fruta del plátano morado para elaborar harina; puesto que es un producto fácil de procesar y muy útil para la salud (Aguilar, 2012, p.26)

La harina de plátano morado se la puede usar para preparar coladas, batidos o bebidas lácteas y también dentro de la pastelería y panadería; va dirigido a todo público, en especial a deportistas y personas con enfermedades celiacas. Es un producto mucho más sano, útil y equilibrado que la harina de trigo porque contiene grasas y gluten en un 97% menos. Esta disminución es importante para los consumidores celiacos, pues pueden gustar muchos productos libres de gluten y bajos niveles de grasa (Mendoza, 2015, p.34).

En el proyecto se trabaja con una fruta con alto contenido nutritivo, elevado porcentaje de carbohidratos lo que aporta energía a nuestro organismo por su rápida digestión. Es rica en potasio lo que permite la eliminación de líquidos, contiene magnesio, ácido fólico, ácido ascórbico, fósforo y calcio, debido a la cantidad de taninos presenta sustancias de acción astringente, otro factor importante es la cantidad de fibra que esta fruta contiene (Soto, 2010, p.25).

Objetivos

Objetivo General

Elaborar harina de pulpa y cáscara de plátano morado (*Musa acuminata* AAA) para bebidas frías o calientes con el fin promover el consumo de la fruta y productos elaborados de la misma en el mercado ecuatoriano.

Objetivos Específicos

- Definir características y parámetros de la materia prima y sus posibles subproductos.
- Establecer una metodología que permita obtener una harina de plátano morado que cumpla con la normativa establecida.
- Analizar los resultados obtenidos de la muestra y su aceptabilidad tiene en el mercado ecuatoriano.

Síntesis de la introducción.

La falta de conocimiento acerca del plátano morado (*Musa acuminata* AAA) no permite su consumo dentro del país, lo que ocasiona pérdidas económicas en el sector bananero y mercado ecuatoriano. Al elaborar la harina de plátano morado se saca el mayor provecho posible porque se utiliza cáscara y pulpa y se promueve el consumo de la materia prima y de productos elaborados.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Análisis de campo de investigación

1.1.1 Antecedentes del producto

La planta de plátano no se usaba como una fruta fresca porque no se la consideraba comestible. Con la evolución de la especie, se originaron frutos aptos para el consumo humano ya sea por que atravesó un proceso de cocción o se lo consumió crudo. Gracias al desarrollo del fruto sin previa fecundación el consumo de esta fruta fresca fue creciendo notablemente y los tipos primitivos de *Musa acuminata* fueron mejorando y variando en color, sabor y tamaño (Solís, 2007, p.27).

La harina de plátano morado es un polvo suave y fino resultado de la molienda de dicha fruta una vez que ha pasado por un proceso de secado, o en algunas ocasiones ha sido tratada como pulpa fresca (Flores, 2018, p. 36). Sus propiedades permiten que sea un alimento con una amplia línea de procesos y obtención de varios productos; es una fuente rica en proteína, muy baja en gluten y contiene almidón que actúa en el cuerpo como fibra que ayuda a la regeneración de músculos (Rodríguez, 2020, p.41).

Al ser un producto innovador lo puede consumir cualquier persona pues mejora el ánimo y controla la saciedad, de la misma manera lo pueden consumir las personas con tendencia a consumir harina de plátano común para evitar la ingesta de gluten (Robles, 2007, p.3). La cáscara de plátano es un subproducto barato y disponible, compuesto de hidroxilo y carboxilo de pectina, elementos que permiten absorber metales pesados y compuestos orgánicos.

1.2.1 Zona de investigación

A continuación, se muestra marcas de productos similares a la harina de plátano morado pero que han sido obtenidos del plátano en todas sus variedades:

Tabla 1.

Competencia en el mercado ecuatoriano de harina de plátano en todas sus variedades

Nombre	Imagen comercial	Marca	Presentación	Precio
Harina orgánica de plátano		YUNIQ	250 g	\$ 1,80
Banavit		Incremar	400 g	\$ 2,18
Harina de plátano		Oriental	400 g	\$1,85
Banarica		Incremar	400 g	\$2,16

Harina de plátano		RETRACOM	20 kg	\$38
Mulaló (Flour Plantain)		Incremar	7,05 oz	\$3,50
Banafit		Platanal	50 kg	\$40
Harina de plátano		La Pradera	500 g	\$3,00
Banana Flour		Livekuna	907 g	\$13

Nota: Las marcas citadas se dedican a elaborar harina de banano verde común, pero hace referencia en contenido de proteína y fibra a la harina de plátano morado.

1.1.3 Situación del entorno en el que se produce la materia prima

Cardelñosa (1954), p. 45 menciona que el plátano del género Musa, entre ellos el “morado”, es uno de los tantos frutos tropicales que se han presentado en distintas culturas a través de la historia; de hecho, el plátano común es una de las primeras frutas que se cultivó. Plinio, fue uno de los primeros escritores que escribió acerca de la especie, pues la mayoría de las veces no consumían otra cosa más que el fruto de la planta de banano (Galván, 1992, p. 132).

El nombre común del plátano se ha generalizado en la población, sin embargo, la mayor parte de las variedades que se expenden son bananos, a excepción del plátano morado. Así, las diferentes especies y variedades de plátano se distinguen por la disposición, tamaño y dimensiones de las hojas, el tamaño y la forma de dichos frutos, más por la conformación del racimo (Galván, 1992, p. 135).

Entre los países que mayor cantidad de banano y plátano exportan se encuentran: Costa Rica, Panamá, Colombia, México, Honduras, Guatemala, Filipinas y Ecuador. El plátano morado se distribuye en Norteamérica, América del centro y Suramérica, donde las condiciones climáticas permiten su crecimiento (Ortega, 2010, p.54). Para Raster (2014), p. 62 los países con mayor exportación de esta fruta en América del Sur son: Ecuador, Costa Rica y Colombia. Y la misma fruta es exportada en gran cantidad de Usa, Japón y Francia.

En Ecuador, provincia del Guayas, cantón Bucay, Naranjito y Milagro se cultivan algunas variedades como: Cavendish, orito y banano rojo o plátano

morado, en unas 214.000 hectáreas de superficie con certificación ISO 14001, HACCP (Análisis de peligro y puntos críticos de control), FAO, Agripac y BPA. La oferta del banano que viene de Ecuador es de un 30%, la fruta representa el 11% de las exportaciones totales y ocupa el segundo lugar en productos de mayor exportación del país (Pro Ecuador, 2017).

Según la FAO, 2015, en el capítulo 2 habla sobre los países exportadores de banano y menciona que el banano orito (*Musa acuminata* AA) y el morado (*Musa acuminata* AAA) son producto que necesitan un cuidado y preparado para la exportación. En Bucay, cada semana se exportan un total 19 000 cajas de frutas en proceso de maduración, la mayoría de las cajas tienen como destino Norteamérica donde esta fruta tiene un gran porcentaje de aceptación por su tamaño y sabor. En la tabla 4 se puede observar la cantidad de cajas de plátano morado y orito que se exportan anualmente hacia América del norte y Europa.

Tabla 2.

Exportaciones del género Musa acuminata de agosto a diciembre de 2020

Productos	Cantidad	USD	%
Bocadillo (Manzanito, orito) (<i>Musa acuminata</i>)	67 721	488 285 987	53%
Solamente para exportación de bananas frescas, cajas 208 (31 lb)	67 721	366 580 597	40%
Orgánico certificado, solamente para exportación de bananas frescas, cajas 208 (31 lb)	4659	33 126 179	4%
Frescos	232 500	463 32	5%

Nota: Las cifras fueron obtenidas de los análisis de producción anual según UBESA (Dole) del año 2021.

En el 2014, la “ASEMOL” (Asociación Ecuatoriana de Molinero), recibió una propuesta del gobierno para incluir la harina de plátano verde (dominico) para elaborar pan, tomando en cuenta costos de producción y elaboración de la harina, comportamiento en la producción de pan y sus valores nutricionales, para reducir las importaciones de trigo que ese año fue de 15 000 000 USD (Paz, 1984, p. 145).

La producción de plátano morado y otras variedades en el Ecuador generan ingresos que representan el 51 % del PIB agrario, el 3,83 % del PIB en general; y el 19,9 % de las exportaciones individuales del país (AEBE, 2010).

1.2 Marco Conceptual

1.2.1 Plátano morado:

Pertenece a la familia de las musáceas, se desarrolla en áreas húmedas. Es una planta de 6 a 7 m de altura, su fruto es una baya falsa que crece de en dirección vertical o levemente inclinada, curvada, con dedos que van desde los 8 a los 13 cm de largo y diámetro de 1,5 a 3 cm; forma subcilíndrica que está cubierta por un pericardio verde al estar en fase de maduración y presenta un anaranjado rojizo intenso al estar completamente maduro (Cheesman, 1948, p.132).

El primer fruto madura a las 12-14 semanas de su cultivo. La pulpa es blanca cuando está inmaduro y crema al madurar (Cheesman, 1948, p.133).

1.2.2 Harina:

La harina es un producto básico que se obtiene de la molienda de granos de cereales, frutas, raíces, leguminosas secas, maíz, cebada y hasta del lúpulo, el cual sirve para elaborar cerveza (INEN 616, 2015, p. 1)

Según la Real Academia española, (2020): la harina es un fino polvo resultado de la molturación del trigo, otras semillas o frutas, que son ricos en fibra o almidón.

1.2.3 Inmersión

La inmersión es la acción de sumergir un cuerpo entero en un líquido o un fluido para evitar que el objeto sumergido cambie de color debido a la oxidación y esto altere al producto final (Guilcapi, 2018, p. 67).

1.2.4 Precocción

El INEN define a la precocción de una harina vegetal como aquel proceso donde se gelatinizan los almidones de la materia prima y de esta manera se permite la absorción del agua y por ende la formación de la masa (INEN 1737, 1990, p. 1).

1.2.5 Ácido ascórbico

Es un cristal sólido de color blanco soluble en agua, sin color, sin sabor, con propiedades antioxidantes que disminuye o previene el daño a los tejidos que son causados por sustancias químicas reactivas conocidos como radicales libres (Partridge, 1991, p. 80).

1.2.6 Grados Brix

“Es una unidad de cantidad que proporciona medidas objetivas de la cantidad de sólidos solubles o la concentración de azúcares disuelta en un producto e indica el rango de dulzor de este” (Rolle, 2007, p.9).

1.2.7 pH

“Es una medida adimensional que indica la acidez de un cuerpo o producto, se mide en la escala de 0 a 14, donde 7 es un valor neutro, menos de 7 valores ácidos y más de 7 valores básicos” (Rolle, 2007, p 9).

1.3 Bases teórico- científicas

1) Obtención de harina de plátano verde tipo HARTÓN (*Musa AAB*) precocida y fortificada.

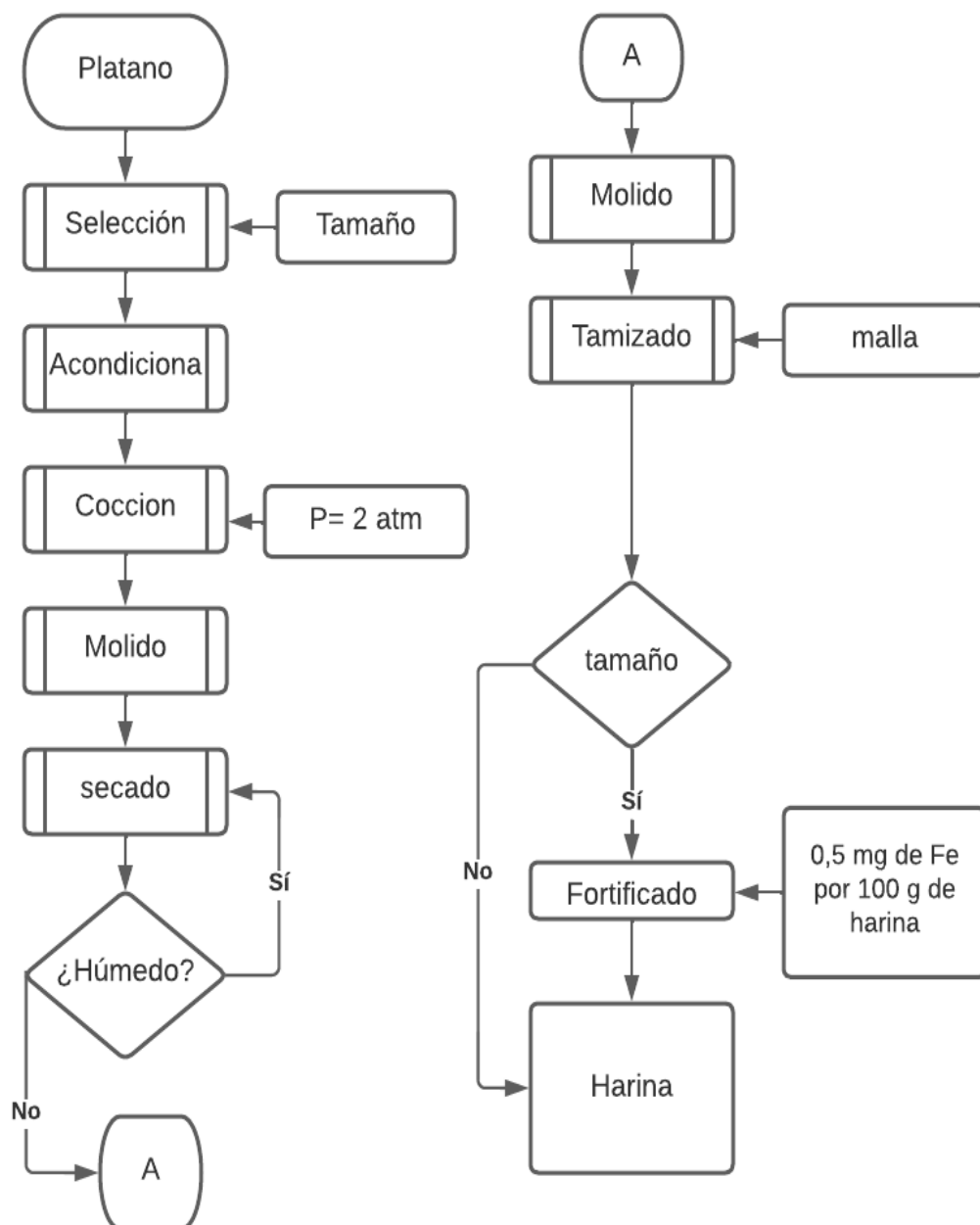
En un estudio realizado por Flores (2018), en el cual se obtuvo harina de plátano tipo hartón fortificada y precocida con fumarato ferroso ($C_4H_2FeO_4$) y pirofosfato férrico ($Fe_4(P_2O_7)_3$), con la metodología que se indica en el diagrama de flujo de la Figura 1 y 2 para generar una harina que mejore su valor nutricional (p. 13).

Se seleccionó plátanos inmaduros en condiciones óptimas de consumo, luego se desinfectó, coció, deshidrató, molió y tamizó la harina de plátano verde tipo HARTÓN, luego se mezcló y fortificó con fumarato ferroso ($C_4H_2FeO_4$) y pirofosfato férrico ($Fe_4(P_2O_7)_3$), al 20%, 40% y 50%, alcanzando el valor diario de 14 mg de VDR (receptor de vitamina D), (Flores, 2018, p. 7).

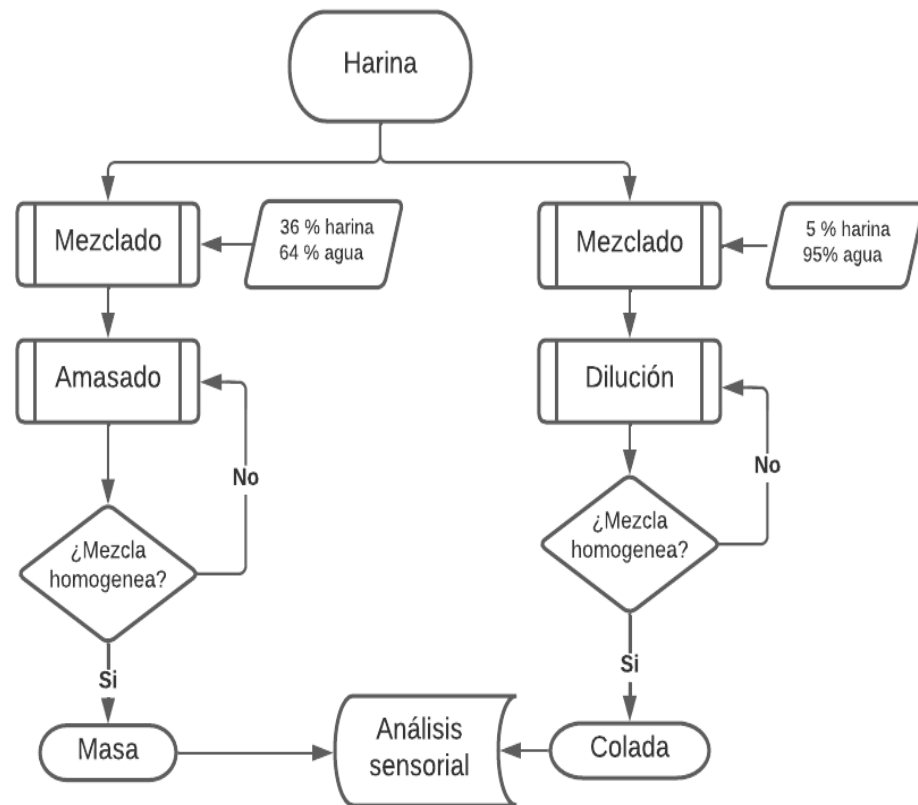
Los datos obtenidos arrojaron resultados donde indican que las concentraciones de hierro no afectan al sabor al producto final, pero si incide en la coloración de los productos procesados a partir de harina de plátano, el fumarato férrico presenta un color más oscuro según su concentración, el pirofosfato ferroso mantuvo su color a la harina original.

A los productos finales de las harinas sometidas a distintas concentraciones se les realizaron análisis microbiológicos, fisicoquímicos donde la cantidad de hierro presente en cada harina es de 29,05 a 30 mg/kg (miligramo de hierro por cada kilogramo de harina).

Se analizó sensorialmente el producto obtenido en una colada caliente a un panel de 15 personas, se aplicó la prueba estadística ANOVA. Las pruebas aplicadas fueron afectivas, prueba de aceptación y discriminativa, donde los resultados indican que la harina de preferencia por sabor, olor y color fue harina fortificada con 20% de pirofosfato férrico ($Fe_4(P_2O_7)_3$) (Flores, 2018, p 58)

Figura 1.*Diagrama de flujo 1- Obtención de harina fortificada*

Nota: Proceso de obtención de la harina. Tomado de Obtención de harina de plátano verde tipo HARTÓN (*Musa AAB*) precocida y fortificada (p. 72) por Flores, 2018

Figura 2..*Diagrama de flujo 2- Obtención de harina fortificada*

Nota: Proceso de obtención de la harina. Tomado de Obtención de harina de plátano verde tipo HARTÓN (*Musa AAB*) precocida y fortificada (p. 73) por Flores, 2018.

2) Desarrollo de una tecnología de harina de orito (*Musa acuminata* AA) en el túnel de secado de adecuadas características sensoriales y nutricionales.

El proceso de obtención de harina de orito se da a través de un proceso de secado por un túnel, cuya metodología se indica en la Figura 3, donde se evaluaron las características sensoriales y nutricionales, la variedad de formulaciones permite obtener distintos resultados (Valencia, 2012, p. 16)

Los inactivadores y enzimas a distintas temperaturas, permitieron que las propiedades nutricionales no se vean afectadas. El mejor tratamiento aplicado 0,25 % de ácido cítrico y 60 °C, permiten conservar características propias del orito, esto se ve reflejado en el análisis sensorial realizado y el diseño experimental 3 x 2, tres por duplicado. Para el Factor A el proceso aplicado fue la temperatura a 40° C, 50° C y 60° C y para el factor B fue el ácido cítrico. (Valencia, 2012, p. 40)

Luego de los estudios realizados se determinó que a mayor temperatura existe un mayor secado y conserva las características propias el orito. Los resultados finales del análisis fisicoquímico de la harina terminada indica que esta contiene un 12,5% de humedad, 75° brix, 1,8% de cenizas y finalmente un pH de 5,52. La harina arrojó un valor de rendimiento de 20,5% lo que permite que la harina sea expandida en el mercado a un costo de producción 0,70 USD (Valencia, 2012, p. 56)

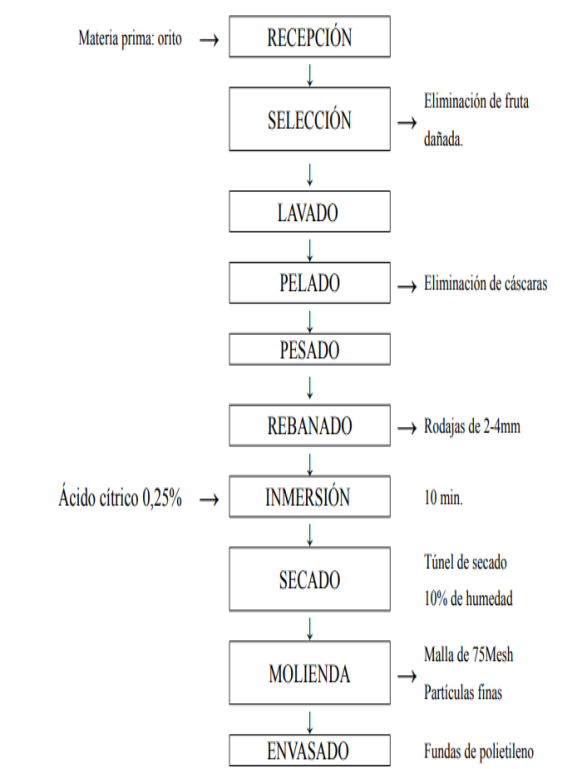
El análisis sensorial se llevó a cabo mediante la elaboración de una colada con la harina de banano orito (30% de harina, 60% de agua a

temperatura ambiente y 10 % de azúcar), la colada no superó los 12° brix, mantuvo el dulzor y sabor original del orito; se realizó un análisis sensorial para determinar el mejor tratamiento. Las pruebas utilizadas fueron afectivas y discriminativas para definir el olor, color, sabor y consistencia de cada muestra sometida a diferentes tratamientos (Valencia, 2012, p. 57).

Los resultados de la prueba de aceptabilidad arrojaron que la harina de preferencia es la que fue sometida a tratamientos de 60° C y 0,25 % de ácido cítrico, y se concluyó que es el mejor tratamiento para evitar el pardeamiento de la fruta antes de ser procesada. (Valencia, 2012, p. 62)

Figura 3..

Flujograma de la elaboración de la harina de Orito



Nota: Proceso de obtención de la harina. Tomado Desarrollo de una tecnología de harina de orito (*Musa acuminata* AA) en el túnel de secado de adecuadas características sensoriales y nutricionales (p. 38) por Valencia, 2012.

3) Elaboración de harina de plátano de la variedad Cuerno

Alduvín (2006) realizó 20 ensayos experimentales para obtener resultados de la determinación de humedad en la materia prima, obtuvo un promedio de 63,5%; las características organolépticas de la materia prima fueron determinadas a través de la observación, el olor y sabor característico a plátano fresco (p. 15).

La materia prima atravesó por cinco operaciones de acondicionamiento (recepción, lavado, pelado, inmersión ácida y Escaldado), dos operaciones unitarias de transformación (secado solar y molienda) y por último operaciones de empaque y almacenamiento, en la figura 4 se puede observar el proceso de elaboración mencionada y los parámetros que debe cumplir cada proceso (Valencia, 2012, p. 18).

Para la inmersión de la materia prima se sumergió el producto en una disolución ácida (1% de ácido ascórbico) por 15 minutos, para evitar el pardeamiento enzimático que se da al realizar un corte en los tejidos. El trabajo citado busca alternativas que mejoren la tecnología de industrialización para garantizar el tiempo de vida útil y los costos de producción (Valencia, 2012, p. 19).

Figura 4..

Elaboración de harina de plátano “Cuerno”



Nota: Proceso de obtención de la harina. Tomado Elaboración de harina de plátano de la variedad Cuerno (p. 37) por Alduvín, 2016.

4) Valoración de la harina de banano (*Musa sapientum*) según sus grados de cosecha en las variedades Valery, Cavendish gigante y filipino.

La harina de banano (*Musa sapientum*) tiene cambios luego de la cosecha, se realizó estudios bromatológicos: análisis de carbono e hidrógeno, proteínas: para Cavendish es $3,87 \text{ g}/100 \text{ g}$; pH: 6; cenizas, grasas, humedad de las muestras de harina es de 13%; minerales y vitaminas (Carbay, 2014, pp. 22,23,25).

Entre las harinas obtenidas de las tres variedades no existen diferencias significativas en las pruebas bromatológicas, al comparar estas tres muestras con la harina de trigo la diferencia en los valores analizados es considerable, la proteína es la más notable, ya que en la harina de los tres tipos de banano contiene en su mayoría proteína la variedad Cavendish Gigante, la harina común de trigo que tiene un porcentaje menor de proteína (Carbay, 2014, p. 65).

Entre los niveles de grasa hay una diferencia notoria, con un 3% menos que la harina de banano, obteniendo el color verde del semáforo de alimentos. En los análisis nutricionales son diferentes debido a la cantidad de potasio (67%) que la harina de banano presenta en comparación a la harina común de trigo (38%) (Carbay, 2014, p. 76).

1.4 Marco legal (normativas)

1.4.1. Constitución de la República del Ecuador

En la Constitución de la República Del Ecuador (2008) en el tercer capítulo de la soberanía alimentaria, para que se expendan la harina de plátano se determina en el:

Art. 281.- La soberanía alimentaria tiene como objetivo estratégico y un deber para el Estado de garantizar que las comunidades, pueblos, nacionalidades y personas alcancen la satisfacción de consumir alimentos sanos y apropiados de forma segura y permanente. Es, responsabilidad del y para el Estado:

1. “Impulsar la elaboración, transformación agropecuaria y producción de las pequeñas y medianas unidades de producción, individuales, comunitarias y de la economía solidaria y social”.

10. “Fortificar el desarrollo de redes y organizaciones de consumidores y productores, así como la de distribución y comercialización de alimentos para promover la equidad entre espacios urbanos y rurales”.

Art. 336.- “El Estado velará e impulsará por el justo comercio como medida de acceso a servicios de calidad y bienes, que minimice las distorsiones de la intermediación y promueva la sustentabilidad” (Constitución del Ecuador, 2008, pp. 53, 61).

1.4.2. Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA)

En el ARCSA, en el capítulo tres, para expendir un alimento procesado o semiprocado, debe cumplir las siguientes normas:

Art. 4.- Notificación Sanitaria. - Los aditivos alimenticios, antes de su importación, elaboración, almacenamiento, comercialización y distribución, deberán obtener la

notificación sanitaria otorgada por la ARCSA, previo cumplimiento de los determinados requisitos en la presente normativa sanitaria (ARCSA, 2016, p 10).

Art. 192.- De la Limpieza. Los utensilios, equipos y superficies que mantienen contacto con alimentos y los medios de transporte sean sometidos a procesos de desinfección y limpieza con frecuencia conforme al procedimiento con sus respectivos registros (ARCSA, 2016, p. 51).

1.4.3 Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN)

Para elaborar la harina de plátano morado se tomó como referencias las siguientes normativas:

1) NTE INEN 2801: Norma para el banano (plátano)

En la tabla 3 se indica la clasificación del banano para ser utilizado como fruta fresca. La tabla 4 establece los requisitos básicos de la fruta.

Tabla 3.

Tipo y variedad de plátano de la categoría AAA

Grupos	Subgrupos	Cultivares Principales
AAA	Pink Fig	Pink Fig Green Pink Fig

Nota: Datos obtenidos de la norma INEN 2801, 2013, p.5

Tabla 4.

Parámetros físicos del plátano o banano

Atributo	Características
Calibre	40 mm – 46 mm
Longitud	9” – 11”
Corona	2 cm del pedúnculo
Rango de peso	160 g – 200 g (con corteza)

Nota: Datos obtenidos de la norma INEN 2801, 2013, p.4

2) NTE INEN 3042: Harina de Quinua.

Los parámetros que se muestran en la tala 5 determinan las características químicas y físicas que debe presentar una harina vegetal de quinua para el consumo animal y humano, el tamaño de la partícula varía según el porcentaje de humedad presente.

Tabla 5.

Parámetros físicos y químicos de harina de quinua.

Atributos	Valores		Norma aplicada
	Min (%)	Max (%)	
Humedad	-	13,5	INEN-ISO 712
Fibra	1,70	-	INEN 522
Proteína	10	-	INEN-ISO 20483
Grasa	4,0	-	INEN-ISO 11085
Tamaño de partícula (212 µm)	95		INEN 517

Nota: Datos obtenidos de la norma INEN 3042, 2015, p.4

3) NTE INEN 616: Harina de Trigo

Los requisitos físicos y químicos que debe cumplir la harina común de trigo para ser consumida se indican en la tabla 8.

Tabla 6.

Parámetros físicos y químicos de la harina de trigo

Atributos	Valores		Norma aplicada
	Min (%)	Max (%)	
Humedad	-	14,5	INEN 518
Acidez	-	0,1	INEN 521
Proteína	9	-	INEN 519
Ceniza	-	0,85	INEN 520

Nota: Si la harina va a ser utilizada para panificación el porcentaje de ceniza puede ser máximo de 1,6%. Datos obtenidos de la NTE INEN 616, 2009, p. 4.

4) NTE INEN- CODEX 192: Aditivos alimentarios

Un aditivo alimentario es cualquier sustancia que no es consumido normalmente como alimento común (INEN, 2013, p. 3).

En la tabla 9, se indican la dosis que se debe utilizar para que el producto procesado que apto para el consumo.

Tabla 7.

Aditivos alimentarios utilizados.

Aditivo	Clase funcional	Código	Dosis (% / 1000 g)
Sorbato de Potasio	Conservante	202	0,1 – 0,2
Ácido ascórbico	Antioxidante	200	300
	Emulsionante		
Pectina	Estabilizador	440	0,5 – 1,5
	Espesante		

Nota: Sacarosa: edulcorante no tiene rango ya que va al gusto del consumidor.

Datos obtenidos de INEN 192, 2013, ps. 79, 219 y 251.

5) NTE INEN 2564: Bebidas lácteas

Según INEN 2564 (2011) indica que el color, olor, sabor es característico de los ingredientes agregados (p. 10).

En la tabla 10, se establecen valores de características químicas esenciales que deben cumplir las bebidas lácteas:

Tabla 8.

Parámetros químicos de las bebidas lácteas.

Requisitos	Valores		Norma
	Min. (%)	Máx. (%)	
Grasa		-	INEN 12
Proteína	1,5	-	INEN 16
Lactosa	-	0,85	AOAC 984.15

Nota: Datos obtenidos de INEN 2564, 2011, p. 4.

1.5. Síntesis del capítulo

En el capítulo I se explicó acerca del origen del plátano y como se conoció el plátano morado, la cantidad de cajas exportadas del mismo y su presencia en la economía del país. La normativa INEN indica las características específicas que debe presentar la harina para que sea apto para el consumo, a través de los estudios previos citados se define características y metodologías que se utilizara a lo largo del proceso de elaboración de la harina de plátano morado y como producto final la bebida láctea.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Caracterización fisicoquímica del plátano morado (pulpa y cáscara)

2.1.1 Determinación de las características físicas del plátano morado

2.1.1.1 Determinación del grado de madurez

Se determinó el grado de madurez del plátano morado mediante la cartilla de color que se indica el ANEXO A. Donde se compara el color de la fruta recogida (color de la epidermis) con los colores de la cartilla de maduración, de esta manera se determina el grado de madurez de la fruta (Flores, 2011, p. 37).

Se clasificaron los frutos según el índice de madurez en frutos con grado de color 4, 5 y 6 de verde inicial a amarillo, a través de apreciación visual del color de la corteza.

2.1.1.2 Determinación del calibre

El calibre del plátano morado se determinó tomando las medidas del diámetro máximo de la sección media del dedo con cobertura o corteza, el calibre permitido para esta fruta es de 5 - 9 mm (Paredes, 2015).

2.1.1.3 Determinación de la longitud

La longitud del plátano morado se obtuvo tomando las medidas de los dedos de plátano morado desde la curvatura exterior desde la punta hasta la base que se apega al tallo, con una regla apta para bananos, se tomó las

medidas desde la punta hasta la mitad de la curvatura y desde la mitad de la curvatura hasta la base del tallo (Ciro H. , 2005).

2.1.2 Determinación de las características químicas del plátano morado

2.1.2.1 Determinación de los grados Brix

Se preparó la muestra, para lo cual se licuaron 50 g de la pulpa en 150 ml con agua destilada por dos minutos y luego se filtró la mezcla licuada a través de papel filtro.

Para la determinación de °Brix de la fruta cruda se utilizó el proceso establecido en la norma INEN 273, para lo cual se utilizó un refractómetro digital 0 – 85% Brix Milwaukee MA871, previamente limpio y calibrado con agua destilada. Seguido, se colocó 1 gramo de la muestra y se toma los datos. En el ANEXO B se establece el valor de grados brix máximo permitido en la pulpa de la fruta. La prueba se la realizó por triplicado (INEN 273, 1990, p. 2).

2.1.2.2 Determinación del pH

Se preparó la muestra, para lo cual se licuaron 50 g de la pulpa en 150 ml con agua destilada por dos minutos y luego se filtró la mezcla licuada a través de papel filtro.

Para la determinación de pH de la fruta sin procesamiento se utilizó la metodología de la norma INEN 1842, 2013 para realizar este proceso se utilizó un potenciómetro marca Yieryi, calibrado con dos soluciones buffer de pH 4,0 y 7,0., Se lo limpió con agua destilada, se sumergió hasta la

mitad los electrodos en la muestra evitando tocar las paredes del vaso de precipitación y se tomó los datos. El análisis se lo realizó por duplicado (p. 1).

2.2 Evaluación de los tratamientos para la obtención de la harina de plátano morado (pulpa y cáscara).

2.1.1 Obtención de la harina de la cáscara de plátano morado.

Se receptó el plátano en racima completa y se separó por porciones para permitir que se sequen. Se seleccionó aquellos plátanos morados que presentaron una coloración profunda (morado-rosado), con un grado de madurez fisiológica seis, su corteza no debe presentar abolladuras, manchas o imperfecciones.

Se lavó con agua fría y peló de forma manual con un cuchillo de acero inoxidable, evitando pérdidas al momento del pelado. Con un cuchillo de acero inoxidable se troceó la cáscara de plátano (pedazos de tres cm de ancho) y se colocó en una plancha de acero inoxidable para ser secadas en un horno casero. En una toalla absorbente se colocó las cáscaras para retirar en exceso de humedad por cinco minutos a una temperatura de 18° C.

En una plancha de acero inoxidable se secó los trozos de cáscara de plátano morado por tres horas a 60° C. Se realizó por duplicado esta operación unitaria. La operación de molienda se realizó por duplicado la operación unitaria a temperatura ambiente hasta obtener partículas del menor tamaño posible.

En la figura 5 se describe el proceso de elaboración de la harina de cáscara de plátano morado ante de ser mezclada con la harina de pulpa.

Figura 5..

Elaboración de harina de cáscara de plátano morado



Nota: diagrama de flujo elaborado por el autor

2.1.2 Obtención de la harina de la pulpa de plátano morado

Se receiptó el plátano en racima completa y se separó por porciones para permitir que se sequen.

Se seleccionó aquellos plátanos morados con un grado de madurez seis, su corteza no debe presentar abolladuras, manchas o imperfecciones, máximo dos días de cosecha. Se lavó con agua fría y peló de forma manual. Con un cuchillo de acero inoxidable se troceó la pulpa de plátano (pedazos de 2,5 a 3 cm). En una tolla absorbente se colocó los pedazos para retirar el exceso de humedad por cinco minutos a una temperatura de 18° C. Se molió los pedazos cocidos a temperatura ambiente hasta obtener una pasta sin grumos.

En una plancha de acero inoxidable se extendió la pasta de plátano morado y se secó en un horno a gas de una cocina de gas marca Indurama Murcia Spazio Plus C₃₂ por cinco horas a 60° C. Se realizó por duplicado esta operación unitaria. A temperatura ambiente se molió la mezcla seca hasta obtener partículas del menor tamaño posible.

A través de la figura 6 se puede observar las operaciones unitarias desarrolladas en el proceso de elaboración de la harina de pulpa de plátano morado en general, es decir, proceso para los dos tratamientos aplicados.

Figura 6.

Elaboración de harina de pulpa de plátano morado



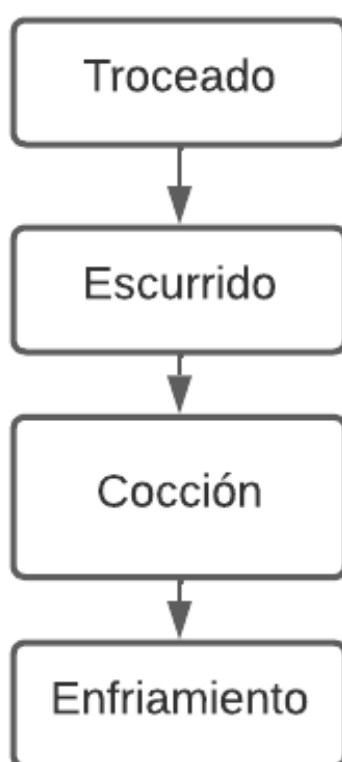
Nota: diagrama de flujo elaborado por el autor

2.1.2.1 Tratamiento Térmico - Método de Precocción

En una olla de acero inoxidable se coció los pedazos de pulpa de plátano morado durante 20 minutos a 90° C. Se secó a 60° C por cinco horas en una cocina de gas marca Indurama Murcia Spazio Plus C₃₂ y se dejó enfriar por una hora a temperatura ambiente. En la figura 7 se detalla brevemente las operaciones unitarias llevadas a cabo para aplicar el tratamiento de precocción

Figura 7..

Elaboración de harina de pulpa de plátano morado



Nota: diagrama de flujo elaborado por el autor

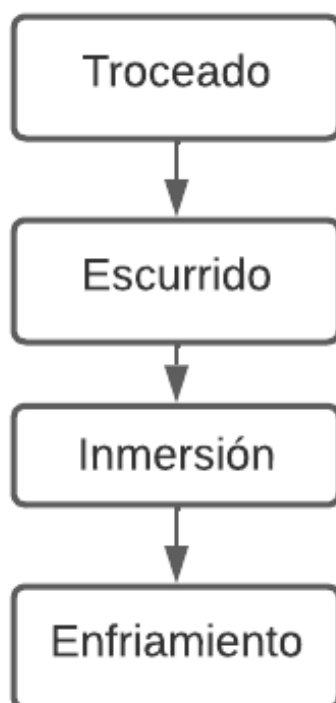
2.1.2.2 Tratamiento Enzimático - Método de Inmersión

Los trozos de plátano fueron sumergidos en una solución de ácido ascórbico al 1% a temperatura ambiente (25 °C) durante cinco minutos para evitar el pardeamiento enzimático. En la figura 8 se aprecia las operaciones unitarias desarrolladas para aplicar el tratamiento de inmersión.

Preparación de solución de ácido ascórbico al 1%: Para preparar dos litros de solución al 1% es decir cinco ml de ácido Ascórbico. Se secó a 65° C por seis horas y se dejó enfriar por una hora a temperatura ambiente.

Figura 8.

Elaboración de harina de pulpa de plátano morado



Nota: diagrama de flujo elaborado por el autor

2.1.4 Elaboración de mezclas

Se mezcló las harinas de cáscara y de la pulpa secas en un recipiente de gaveta de polietileno con tapa durante 10 minutos, agitando constantemente. La mezcla se pulverizó en un pulverizador marca Miobio 510 durante cinco minutos a temperatura ambiente.

Se tamizó la mezcla en una malla de acero inoxidable para quitar partículas de mayor tamaño. La mezcla tamizada se dejó madurar a temperatura ambiente por siete días en un lugar cerrado libre de aire y de poca luz, se lo maduró en fundas de polietileno cerradas herméticamente en una caja de madera para evitar se absorba humedad.

Figura 9.

Elaboración de mezcla de harina de pulpa y cáscara de plátano morado



Nota: diagrama de flujo elaborado por el autor

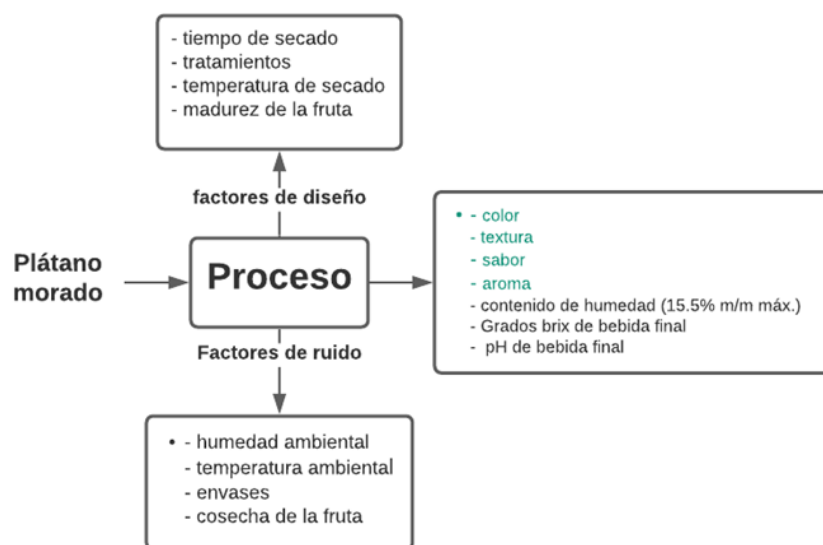
2.1.5 Diseño experimental

Para el planteamiento del diseño experimental de la presente investigación se tomó como punto de partida las operaciones unitarias básicas que intervienen en el proceso de elaboración de la harina de plátano morado, como se indica en las Figuras 5 y 6.

Sobre esta base se seleccionó las operaciones unitarias más críticas en el proceso de elaboración y se analizaron los siguientes elementos para el proceso de tratamiento para evitar el pardeamiento, tal como se indica en la Figuras 7 y 8.

Figura 10.

Variables de entrada y salida del proceso de elaboración de la harina de plátano morado



Nota: diagrama de flujo elaborado por el autor

Se desarrolló un diseño factorial de 3 x 2. Los factores con los que se trabajó son los que se indica en la Figura 10. En la tabla 9 se establecen los factores AxB del diseño experimental.

Tabla 9.

Parámetros químicos de las bebidas lácteas.

FACTOR A	FACTOR B
Mezcla de Harinas	Tratamiento
% PB - % CB	
65% PB - 35% CB	PC: Precocción
75% PB - 25% CB	
85% PB - 15% CB	
	INM: Inmersión

Nota: Datos establecidos por el autor

Del diseño experimental se obtuvieron seis tratamientos los mismos que se detallan en la Tabla 10.

Tabla 10.

Tratamientos para el diseño factorial 3 x 2

Tratamiento	FACTOR A		FACTOR B	
	Mezcla de Harinas		Tratamiento	
		% PB - % CB		
T1	A1	65% PB - 35% CB	B1	PC: Precocción
T2	A2	75% PB - 25% CB	B1	PC: Precocción
T3	A3	85% PB - 15% CB	B1	PC: Precocción
T4	A1	65% PB - 35% CB	B2	INM: Inmersión
T5	A2	75% PB - 25% CB	B2	INM: Inmersión
T6	A3	85% PB - 15% CB	B2	INM: Inmersión

Nota: PB: Pulpa del plátano morado, CB: Cáscara del plátano morado

Las variables de salida fueron: pH y humedad de las mezclas de harina.

2.1.5.1 Determinación del pH de las mezclas

Para determinar el valor de pH de la harina de plátano morado se siguió el procedimiento establecido en la norma INEN 526, 2012.

Para preparar la muestra se mezcló dos gramos de harina en 25 ml de agua destilada que fue previamente hervida y enfriada. La muestra se calentó por 20 minutos y en un agitador mecánico en una plancha calefactora se agito constantemente y se la dejó enfriar por 10 minutos al ambiente.

Para realizar este proceso se utilizó un pH metro de mesa marca MP512 SAN-XIN - Benchtop, se lo calibró con dos disoluciones buffer de pH 4.0 y 7.0, se sumergió los electrodos sin tocar las paredes del vaso de precipitación. El análisis se lo realizó por duplicado (p. 3).

2.1.5.2 Determinación de la humedad de las mezclas

Se mantuvo la harina almacenada por siete días en envases plásticos herméticos a temperatura ambiente a 37 °C. Para determinar el porcentaje de humedad de la harina de plátano morado se realizó el proceso establecido por la norma INEN 518, 1980:

Se utilizó crisoles libres de grasa, se los colocó en la estufa y se los calentó por 30 minutos a 90°C hasta lograr una masa estable, se los enfrió en un desecador. Seguido, se pesó los crisoles vacíos y se tomó los datos, a continuación, se pesó la muestra en los crisoles, se los llevó a la estufa por una hora a 130 °C, luego se los dejó enfriar en el desecador y se tomó

datos de su peso. El rango de humedad aceptable va desde el 1% hasta el 15,5 %. La prueba se lo realizó por duplicado (p. 4).

2.3 Elaboración de la bebida láctea a partir de la harina de plátano morado (pulpa y cáscara).

2.3.1 Formulación de la bebida láctea

Para la elaboración de la bebida se formularon tres porcentajes de pulpa de harina de plátano morado con una sustitución parcial de harina de cascara de plátano morado y leche (Tabla 14), que cumpla con los parámetros fisicoquímicos establecidos en la norma INEN 2564: bebidas lácteas e INEN 708: Bebidas de leche fluida con ingredientes.

Las formulaciones de los ingredientes de la bebida fueron adecuadas según los requerimientos de la presente investigación, en la tabla 13 se aprecia los rangos permitidos para que la bebida láctea sea apta para el consumo humano (Anexo C). Para obtener una bebida de mejor calidad se adiciono dos aditivos manteniendo los porcentajes de formulación inicial.

Tabla 11.

Porcentaje de ingredientes para elaborar la bebida láctea.

Ingredientes	Porcentaje (%)
Harina de pulpa y cáscara de plátano morado	20 - 40
Leche entera	60 - 80
Sacarosa (C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁)	5
Especies dulces	1
Sorbato de Potasio (E ₂₀₂)	0,5
Pectina (E ₄₄₀)	0,5

Nota: Parámetros y formulaciones modificados para fines de la investigación. Datos establecidos por la autora.

2.3.2 Proceso de elaboración

Se receptó la harina de pulpa y cáscara de plátano morado elegida (85% PB y 15% CB) que paso por el tratamiento de inmersión, en condiciones óptimas para ser consumida. Se receptó leche entera fría de la marca Vita Leche.

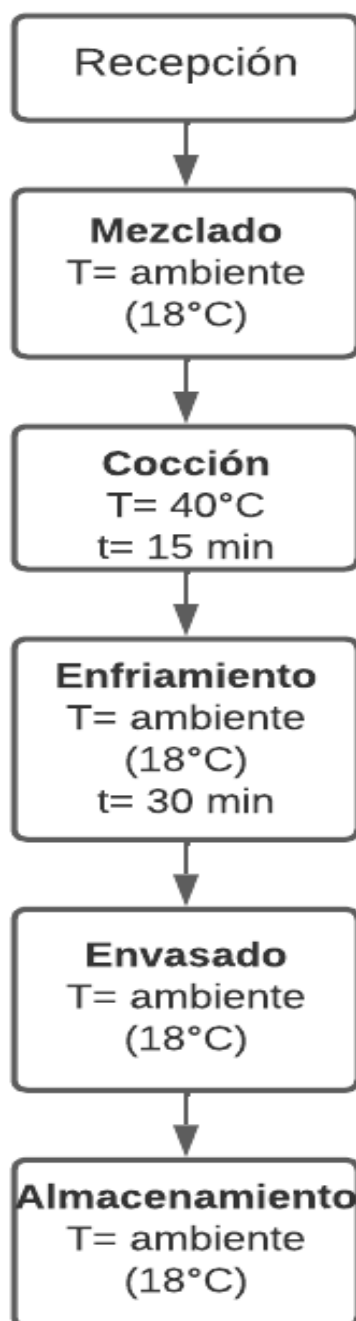
Se pesó los sólidos secos (harina de pulpa y cáscara de plátano morado) y se midió el volumen de la leche para cada formulación establecidas en la tabla 12 y estas fueron establecidas según el análisis de previas investigaciones. En diferentes recipientes de acero inoxidable se preparó cada una de las formulaciones (Avella, Gutiérrez & Palacio, 2021, p. 7).

Se cocinó por separado las formulaciones a fuego lento a una temperatura de 60°C durante 15 minutos cada una de estas en una cocina Indurama Murcia Spazio Plus C₃₂. Se dejó enfriar en recientes hondos de polietileno sin tapa todas las formulaciones a temperatura ambiente (18° C) durante 20 minutos (Avella, Gutiérrez & Palacio, 2021, p. 8).

Se lo almacena a temperaturas de 4 a 7° C en una refrigeradora marca Samsung, es recomendable mantener a esta temperatura para que el sabor sea de más agrado para el consumidor. En la figura 14 se observa el proceso de elaboración de la bebida láctea.

Figura 11.

Proceso de elaboración de la bebida láctea de harina de plátano morado



Nota: diagrama de flujo elaborado por el autor

2.3.3 Diseño experimental

Se desarrolló un diseño factorial de 3 x 3. Los factores con los que se trabajó son los que se indica en la tabla 12.

Tabla 12.

Tratamientos para el diseño factorial 3 x 3

FACTOR A	FACTOR B
Mezcla de Harinas	Leche
85% PB - 15% CB	
40%	60%
30%	70%
20%	80%

Nota: Porcentajes establecidos por el autor del proyecto tomando como referencia la norme INEN 616. Establecidos por la autora.

Del diseño experimental se obtuvieron nueve tratamientos los mismos que se detallan en la Tabla 13.

Tabla 13.

Tratamientos para el diseño factorial 3 x 3

Muestra	FACTOR A		FACTOR B	
	Mezcla de Harinas		Leche entera	
	85% PB - 15% CB			
M1	A1	40%	B1	60%
M2	A2	30%	B1	70%
M3	A3	20%	B1	80%
M4	A1	40%	B2	60%
M5	A2	30%	B2	70%
M6	A3	20%	B2	80%
M7	A1	40%	B3	60%
M8	A2	30%	B3	70%
M9	A3	20%	B3	80%

Nota: PB: Pulpa del plátano morado, CB: Cáscara del plátano morado. Datos obtenidos por el autor. Datos obtenidos por la autora.

Las variables de salida fueron: pH y °Brix de la bebida láctea.

2.4 Evaluación de atributos de la bebida láctea a partir de la harina de plátano morado (pulpa y cáscara)

2.4.1 Caracterización química de las muestras de bebida

Para la caracterización física de la bebida, se consideró los siguientes atributos: color y aroma.

2.4.1.1 Color

Para la determinación del color de la bebida láctea se utilizó el programa CIElab y aplicación digital Color análisis, para lo cual se fotografió las harinas y se analizó un descifro el color en la aplicación, para luego compararla con una bebida ya realizada que presente las mismas características.

2.4.1.2 Aroma

Para la determinación del aroma de la bebida láctea se utilizó únicamente el sentido del olfato, en un lugar donde no existe entrada de otro olor se apreció y determino el aroma.

2.4.2 Caracterización química de las muestras de bebida

Para la caracterización química de la bebida se consideró los siguientes atributos: °Brix.

2.4.1.1 Determinación de los grados Brix de la bebida

La cantidad de grados Brix de la bebida láctea de harina de plátano morado se lo consiguió al seguir el proceso establecido en la norma INEN 2337, 2012, p.3:

Para la preparación de la muestra se coloca 10 ml de cada una de las formulaciones en un vaso de precipitación de 15 a 25 ml.

En un brixómetro o refractómetro digital 0-85 marca Milwaukee se limpió con agua destilada y papel absorbente su zona de análisis y se lo calibro con agua destilada, con una pipeta se tomó una gota de cada una de las formulaciones y se las colocó sobre el brixómetro en la pantalla y finalmente se leyó los datos reflejados en la pantalla. Se compara con los valores establecidos (ANEXO B).

2.4.2 Evaluación sensorial de las muestras de bebida

La evaluación sensorial de la bebida láctea se realizó a través de dos tipos de pruebas descriptivas y de preferencia.

2.4.2.1 Test de evaluación de preferencia

Las pruebas sensoriales para determinar la aceptabilidad del consumidor, esta se lleva a cabo por panelistas no son entrenados. Este tipo de pruebas permiten identificar si el producto analizado es aceptado o rechazado por el consumidor (Ramírez, 2012, p. 87).

2.4.2.2 Test de evaluación descriptiva

Son aquellas donde el panelista o juez indica los atributos que definen características específicas de la muestra analizada y así cuantifica las diferencias presentes entre varias muestras. Generalmente se distingue el color, sabor y aroma, así como atributos extras. Este tipo de prueba se define el orden de cada producto, la categoría de cada atributo o grado de intensidad de estos (Cárdenas, 2018, p. 258).

2.5 Determinación de costo de producción de la bebida láctea a partir de la harina de plátano morado (pulpa y cáscara)

2.5.1 Costo de producción de la harina

Se determinaron costos de producción de a harina de plátano morado entre ellos: mano de obra, materia prima, equipos y mano de obra indirecta de la fabricación.

Los gastos de energía, gas, agua potable y otros, fueron basados en función de la necesidad de a presente investigación.

2.5.2 Costo de producción de la bebida

Se determinaron costos de producción de a harina de plátano morado entre ellos: mano de obra, ingredientes y materia prima, costos variables, mano de obra indirecta.

2.6 Síntesis del capítulo

En el presente capítulo los atributos y parámetros mencionados son esenciales para que tanto el producto final sea apto para el consumo humano. El proceso de elaboración de harina debe ser minucioso para obtener sabores, colores y aromas deseados, novedosos y llamativos. Todo el proceso se basó en las normativas INEN y CODEX. Para el análisis sensorial se utiliza pruebas afectivas que indican preferencia por el producto, y descriptivas que indican cualidades específicas del producto. Se planteo costos de producción del proceso en general.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Caracterización fisicoquímica del plátano morado (pulpa y cáscara)

3.1.1 Determinación de las características físicas del plátano morado

En la Tabla 14 se aprecia los datos obtenidos de las características físicas de la pulpa de plátano morado luego de aplicar cada uno de los procesos de análisis físicos.

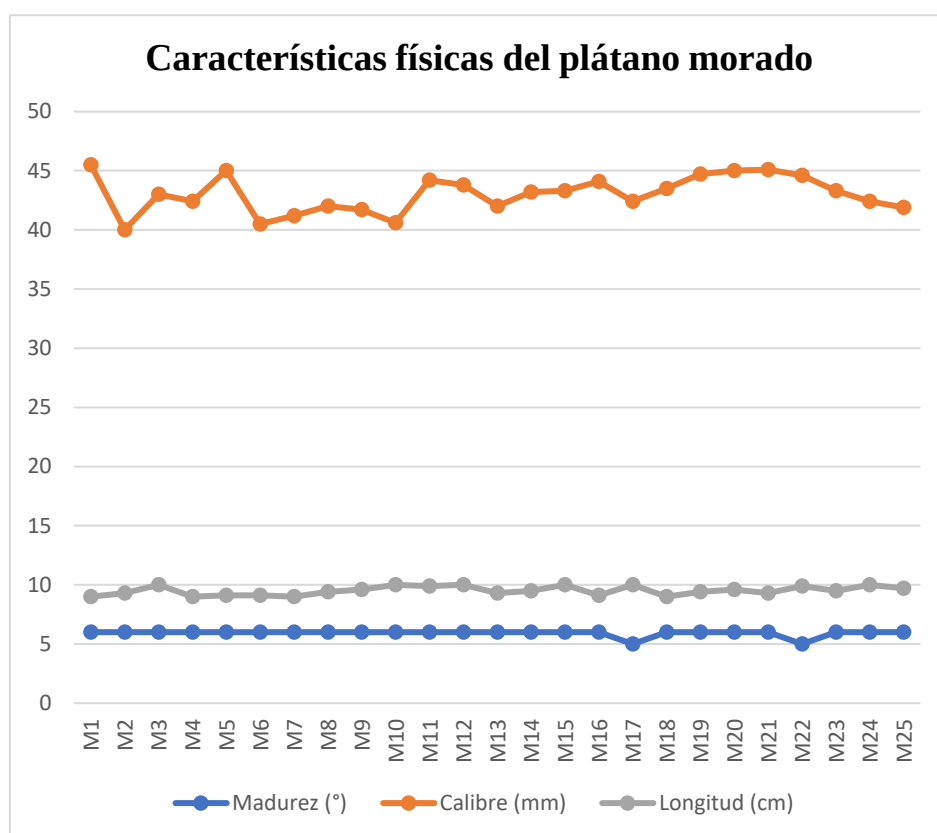
Tabla 14.

Características físicas del plátano morado

Atributo	Descripción
Calibre	40 mm- 45 mm
Grado de maduración	Grado 6
Longitud	9-10 cm
Peso	180 g- 230 g

Nota: Datos obtenidos por el autor luego de realizar pruebas físicas establecidas en capítulo 2 apartado 2.1

La relación entre el grado de madurez, el calibre y la longitud, los valores se mantienen constante, no hay diferencia significativa, En la Figura 12 se puede observar que el grado de madurez es directamente proporcional al calibre y longitud de la fruta, es decir, mientras el grado de madurez se mantiene en seis, la longitud y calibre también se mantienen. La madurez es un indicativo de calidad y vida útil del plátano morado, la longitud y calibre son afectados por la cantidad de dedos del racimo o el crecimiento y edad de la planta (Carbay, 2014, p. 89).

Figura 12..*Características físicas del plátano morado*

Nota: Diagrama realizado por la autora donde indica como incide el grado de madurez en la longitud y calibre..

Los valores obtenidos coinciden con los valores por la normativa. Estas características del plátano morado se presentan cuando el plátano ha sido cosechado al año de ser plantado, según Solís, 2007, p. 32: el enfunde y cuidado de la fruta mejora características físicas y químicas del banano, el control escrito de cada racimo o fruta seleccionada permitirá que el consumo de la fruta sea accesible. En la tabla 15 se reflejan las características físicas y reglas que debe cumplir la fruta para ser usada como materia prima y como consumo de preescolares, dichos parámetros son establecidos por la

SERCOP. El peso de cada dedo de plátano morado no debe sobrepasar los 250 gramos, y los valores obtenidos se mantienen entre 180 g a 230 g.

Tabla 15.

Características físicas del plátano morado.

Atributo	Descripción
Requisitos mínimos	- Fruta entera - Deterioro mínimo que evite el consumo humano - Sin curvaturas anormales - Exento de olor y sabor desagradable. - Estar libres de humedad en la fruta fresca. (moho) - Evitar fruta cremosa, dedos cortados y dedos gemelos.
Categoría	Categoría II - Pequeños defectos de color - Pequeños defectos en cáscara debido a raspaduras, cortadas, rozaduras, manchas que no superen los 3 cm² de superficie total.
Calibre	40 mm- 50 mm
° de maduración	Grado 5-6
Longitud	9-12 cm
Color	Rosa-morado o violeta rosáceo
Aroma	Característico del maqueño
Corona	Dejar 2 cm de pedúnculo son daños de cuchillo
Rango de peso	170-2010 gramos (con corteza)
Calidad	Cumplimiento de la norma técnica ecuatoriana NTE-INEN 2801 "Norma para el banano"

Nota: Datos obtenidos de SERCOPR, 2015, donde establece parámetros básicos para el plátano morado.

3.1.1.1 Determinación del grado de madurez

El grado de madurez obtenido fue seis, es decir el plátano morado presentó un buen estado de consumo y uso de materia prima ya que su pulpa tiene mayor concentración de azúcares en la pulpa lo que permite que la harina a obtener tenga mayor dulzor y olor, el olor que presento la harina fue suave y delicado, característico del banano. Este grado también permite que la cáscara presente una coloración rosa- morada intensa y firmeza en su corteza.

La madurez de la fruta está definida por el calibre de los dedos centrales del racimo escogido. Para Ciro, 2005, p. 57 indica que si la fruta madura naturalmente, los parámetros o características químicas no se alteran de forma significativa. Sin embargo, al ser madurada en cámaras, el pH aumenta considerablemente, pero la longitud se mantiene.

Este factor físico se evidencia en la firmeza de carne o pulpa, en el cambio de coloración de la cáscara, este estado de maduración no permite que la fruta tenga un marchitamiento temprano (Valencia, 2012, p. 45). El índice de madurez aseguró la calidad mínima del producto. Los resultados obtenidos fueron comparados con la tabla de coloración del plátano o banano común (ANEXO A).

3.1.1.2 Determinación del calibre

El calibre del plátano morado utilizado osciló entre los 40 a 45 mm por cada dedo de plátano morado, para obtener un aproximado se utilizó 25 dedos de una racima entera. Estas medidas son adecuadas para su uso ya que, junto al grado de maduración, el sabor de la pulpa es intenso y agradable para el paladar.

El diámetro establecido por la SERCOP indica que el rango debe mantenerse entre 40-50 mm, correspondiente a los datos obtenidos, caso contrario no es considerada una fruta de consumo adecuado, a medida que el fruto va aumentando en tiempo de maduración, las aristas del diámetro van desapareciendo. Según la estación del año este rasgo físico varía. (Valencia, 2021, p. 47).

El calibre está regido por el tiempo de maduración del fruto y la longitud de este, estos valores se mantienen entre 38 a 46 mm, los resultados obtenidos están cercanos a los requisitos solicitados (Alduvín, 2006, p. 85).

3.1.1.3 Determinación de la longitud

La longitud de la fruta se lo obtuvo a través de una regleta curva que sirve específicamente para medir el plátano, los mismos 25 dedos de plátano morado que fueron analizados para su calibre, también fueron analizados para su longitud dando como resultado un rango de entre 9 a 10 cm. Esto quiere decir que el plátano morado presenta un buen estado de maduración y crecimiento natural.

El tamaño de la fruta depende del tiempo de cosecha y del estado de maduración, la fruta utilizada como materia prima está en un perfecto estado de consumo. La SERCOP indica que los valores permitidos están entre 9-12 cm. Para Cachay, 2017, p. 8: los cambios de longitud y calibre ocurren simultáneamente con el tiempo de maduración donde si el grado es de 4 el tamaño es de 33 m.m.

Pérez & Pargas (2009), p. 98: indican que el tamaño de los dedos de banano y del racimo están relacionados con la fertilización del suelo y la densidad de la plantación.

3.1.2 Determinación de las características químicas del plátano morado

El plátano morado contiene, niveles elevados de proteína, altos contenidos de azúcares, potasio (K), Hierro (Fe), Magnesio (Mg), y sodio (Na) (Abasto, 2021, p.7).

Las características químicas del plátano morado fueron obtenidas a través de los procesos establecidos en la normativa INEN 273 e INEN 1842, en la tabla 16 se puede observar los resultados obtenidos.

Tabla 16.

Características químicas del plátano morado

Atributo	Descripción
pH	$5.07 \pm 0,004$
Grados Brix	$16,0^{\circ} \pm 0.004$

Nota: Datos obtenidos por el autor luego de realizar pruebas químicas.

Los datos que se presentan en la tabla indican que el tiempo de cosecha no afecta directamente a los sólidos solubles, pero si al pH. La calidad de la fruta depende tanto de las características físicas como de las químicas. La fruta asegura un 90 % de calidad del producto final porque según Moncayo, Viera, Vásquez & Seraquive, 2019, p. 7: los meses de mayo a junio presentan un buen contenido de azúcares y acidez.

3.1.2.1 Determinación de los grados Brix

Los °Brix son uno de los atributos que reflejan el estado de madurez del fruto, estos indicaron que el contenido de sólidos solubles presentes en el fruto se encuentra entre un 70 a 80% aproximadamente.

Según Fischer y Martínez (1999) afirman que si un fruto tiene un alto contenido de sólidos solubles este ha llegado a su grado máximo de madurez fisiológica, lo que coincide con lo establecido para el estado seis del plátano morado (p. 123).

Los sólidos solubles presentes o grados Brix de la fruta cruda sin proceso fueron de 16,2° Brix, este valor se encuentra dentro de los requisitos establecidos para que la fruta sea apta para el consumo humano, la fruta fue analizada en un grado seis, cinco días después de su cosecha.

Según Ramírez, Tapia & Brenes (2010): los grados Brix varían dependiendo de los días de maduración luego de la cosecha y la altitud a la que se realizó. La fruta fue cosechada en la zona cálida de la provincia del Cañar, en la parroquia Ventura a 25 °C y una altura promedio entre 566 a 588 m.s.n.m, presenta un clima tropical húmedo, gracias a estos factores, la fruta presenta valores de grados Brix de zona baja entre los 15 a los 17.

3.1.2.2 Determinación del pH

Según la figura 13 el pH es inversamente proporcional al grado o índice de madurez, ya que, a mayor grado de madurez, el pH va disminuyendo. Esto ocurre debido a que los almidones se degradan en azúcares y durante su proceso de desarrollo la respiración reduce azúcares. (Abasto, 2021, p. 35).

El pH del plátano morado tiene un valor de 5,07. Según Martínez & Bermúdez, 2016, p. 34, señalan que el pH debe mantener valores entre 4,5 a 5,5 para considerarse una fruta apta para el consumo.

El pH se mantiene dentro del rango especificado, al analizar una fruta de madurez tres el pH fue más alto que los plátanos utilizados con un grado de madurez seis, esto sucede porque según Ciro & Millán (2012) en el banano el pH disminuye mientras madura, pero el cultivo, los nutrientes adquiridos y el tiempo de cosecha influyen directamente en este aspecto

fisicoquímico, más si la fruta fue recogida en estado inmaduro. Los ácidos presentes le atribuyen calidad a la fruta luego de la cosecha, principalmente en su sabor porque se modifica su acidez y cantidad de azúcar.

La época de cosecha del fruto permite que los valores de pH se mantengan bajos. Para Moncayo, Viera, Vásquez & Seraquive, 2019, p. 5: los frutos cosechados a partir del mes de marzo hasta el mes de julio deben presentar valores de acidez titulable de 0,53 (un pH de 4,5 a 5,2) para que la calidad del producto final sea mayor.

3.2 Evaluación de los tratamientos térmico y enzimático para la obtención de la harina de plátano morado (pulpa y cáscara).

Para obtener la harina de pulpa de plátano morado y de cáscara de plátano morado, se utilizó procesos establecidos en la normativa INEN. En la figura 13 y figura 14 se observan las operaciones unitarias básicas y principales para obtener la harina de pulpa y cáscara de plátano morado.

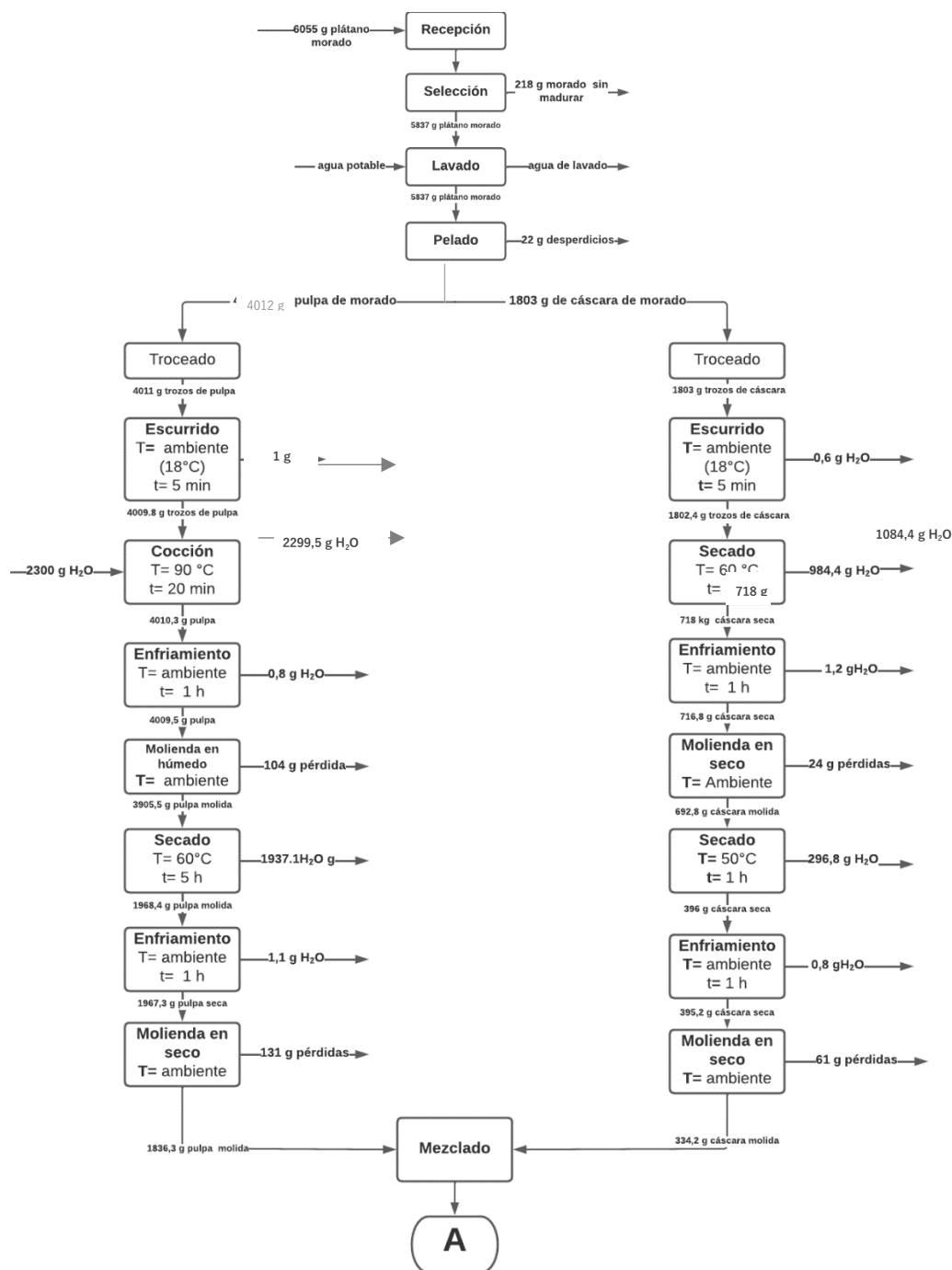
Los parámetros fueron modificados y adaptados según las necesidades de la presente investigación. En los ANEXOS G y H. se encuentran los balances de masa para cada tratamiento aplicado y en el ANEXO I se evidencia el rendimiento del proceso de elaboración.

3.2.1 Obtención de la harina de la pulpa de plátano morado

3.1.2.1 Tratamiento Térmico - Método de Precocción

Figura 13..

Tratamiento de precocción para harina de plátano morado



Nota: Diagrama de flujo realizado por autora.

El tratamiento de precocción permite obtener una masa más húmeda y compacta, los trozos precocidos presentan una consistencia suave y blanda, un olor menos pronunciado, el color de la pulpa cocida se oscureció. Para Neira, 2018 la consistencia de la fruta cambia por la presencia de almidones en la pulpa, estos están presentes en un 62% por lo que la pulpa es húmeda y a la vez compacta (p. 62).

3.1.2.1.1 pH de la harina de plátano morado por precocción

En la tabla 19, se observa los resultados de pH obtenidos, la prueba se hizo por duplicado.

Tabla 17.

Valores de pH de la harina de pulpa de plátano morado por precocción.

Muestra	Pulpa pura
Muestra 1	4,96 ± 0,03
Muestra 2	5,03 ± 0,01
Promedio	4,995 ± 0,02

Nota: Datos obtenidos por el autor.

El pH de la harina de pulpa plátano morado mantiene valores permitidos, debido al grado de madurez. Esto sucede porque la planta, específicamente el pseudotallo mantuvo un pH óptimo durante el desarrollo y crecimiento del fruto (Valencia, 2012, p.87).

A diferencia de la harina de pulpa, la cáscara no atravesó ningún tratamiento térmico. En la tabla 18, se observa los resultados de pH obtenidos, la prueba se hizo por duplicado.

Los valores obtenidos se mantienen en rangos de establecidos por la normativa INEN, entre 4,8 a 5,5.

Tabla 18.

Valores de pH de la harina de cáscara de plátano morado por precocción.

Muestra	valores
Muestra 1	5,44 ± 0,04
Muestra 2	5,42 ± 0,08
Promedio	5,43 ± 0,04

Nota: Datos obtenidos por el autor

Los rangos de pH que se observan en la tabla llegan casi al límite permitido ya que, el grado de maduración fue de seis.

Según Monsalve, Medina & Ruiz, 2006, p. 34, explican que el pH se mantiene porque logra una completa conversión de azúcares reductores, gracias a que los cultivos y los tratamientos postcosechas tienen compuestos capaces de hidrolizar y formar celulosa.

3.1.2.1.2 Humedad de la harina de plátano morado por precocción

La humedad de la harina de pulpa se ve reflejada en la tabla 19, mantiene rangos entre 4,0 a 4,2 %, con un promedio de 4,19 %.

Tabla 19.

Valores de humedad de la harina de pulpa de plátano morado por precocción.

Muestra	Valores (%)
Muestra 1	4,32 ± 0,05
Muestra 2	4,07 ± 0,02
Promedio	4,19 ± 0,04

Nota: Datos obtenidos por el autor

Los valores indicados se comparan con los valores de Soto, 2010, p. 34: donde mencionan que los valores de humedad no deben sobrepasar el 4,1 %

para que esta tenga un tiempo de vida útil, por tanto, la harina obtenida de plátano morado se mantiene el rango establecido.

En la tabla 20 se identifica los valores de la harina de la cáscara de plátano morado. Estos se mantienen en un rango entre 5,2 a 5,5%.

Tabla 20

Valores de humedad de la harina de cáscara de plátano morado por precocción.

Muestra	Valores (%)
Muestra 1	5,44 ± 0,05
Muestra 2	5,42 ± 0,02
Promedio	5,43 ± 0,04

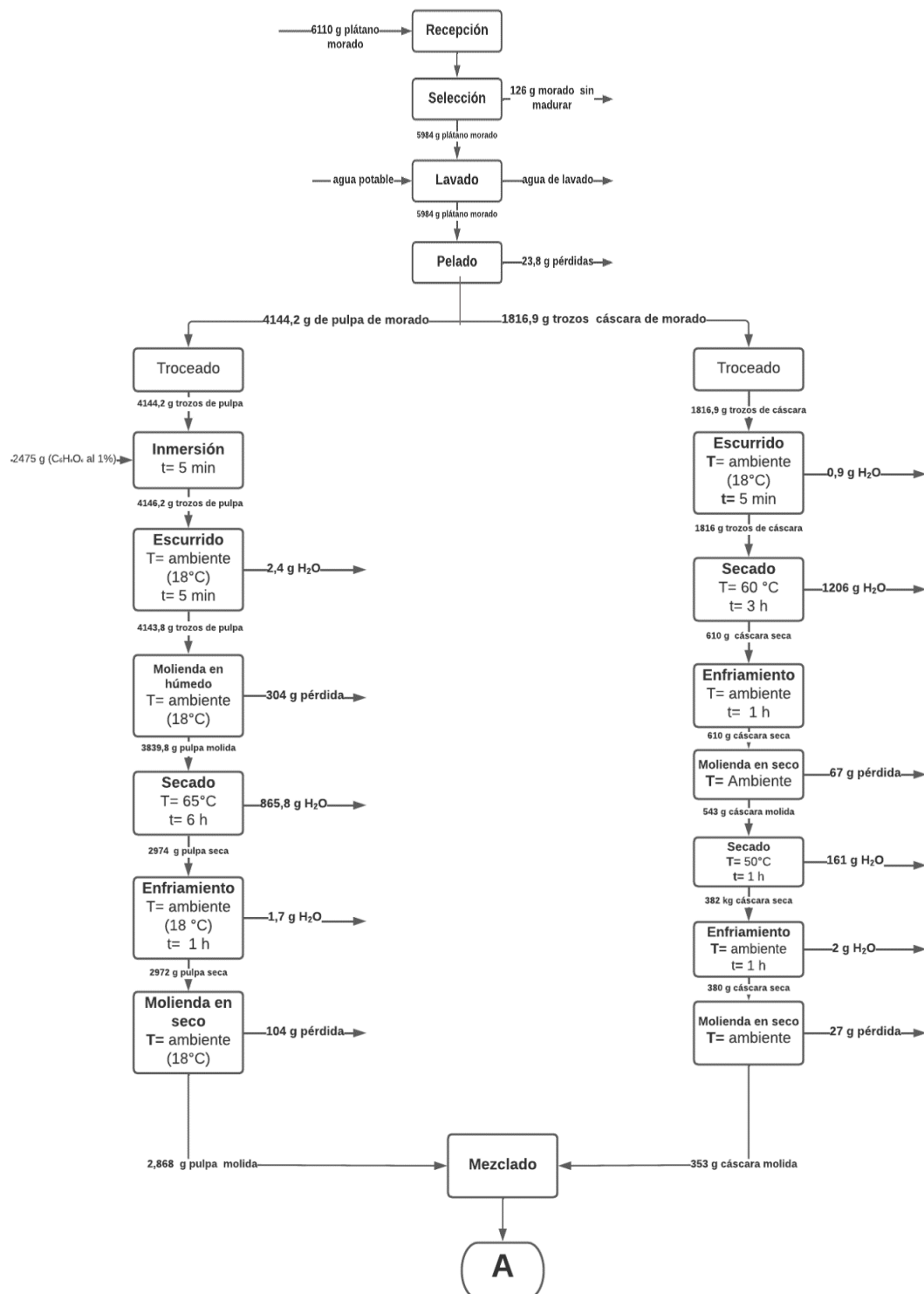
Nota: Datos obtenidos por el autor

El contenido de humedad depende de la cada materia prima y de su calidad, el tamaño, ancho y grosor de la cáscara. Para Valencia, 2012, el contenido de humedad de la cascara del banano puede variar entre 4 a 6 % para asegurar el proceso de vida útil y definir el tipo de almacenamiento que debe tener (p. 12).

3.1.2.2 Tratamiento Enzimático - Método de Inmersión

Figura 14..

Tratamiento de inmersión para harina de plátano morado



Nota: Diagrama de flujo realizado por autora.

El tratamiento de inmersión evita que exista un pardeamiento enzimático en la pulpa y posteriormente en la harina obtenida. La harina presentó un color café claro (parecido a café con leche), un aroma más delicado y un sabor más suave.

En la tabla 21 se observa los valores obtenidos de los tratamientos aplicados.

El proceso se elaboró por duplicado.

Tabla 21.

Valores de pH de la harina de cáscara de plátano morado por inmersión.

Muestra	Pulpa pura
Muestra 1	4,96 ± 0,03
Muestra 2	5,03 ± 0,07
Promedio	4,995 ± 0,05

Nota: Datos obtenidos por el autor

Los valores de pH se mantienen ente 4,9 a 5,00 están permitidos por la normativa. No existe mucha diferencia con los valores del método de precocción a pesar de que fueron sumergidos en una solución ácida. El grado de madurez disminuye el pH y mantiene valores tolerables.

Según Salazar, Méndez & González, 2010, p. 120: las soluciones acidas sirven como protectores durante los procesos de secado o deshidratación de frutas, en este caso se utilizó una solución de ácido ascórbico al 1%. Esto funcionan como medios de regulación y como reductores, afectando la función de las enzimas presentes en la fruta. La fruta no se oxida y presenta rango de tolerables de pH, como los obtenidos. el color de la fruta se mantiene, en este caso fue amarillo-rosa oscuro y presenta mayor tiempo de vida útil.

En la tabla 22 se observa los resultados del pH de la harina de la cáscara de plátano morado, el grado y tiempo de madurez influyen directamente en estos valores.

Tabla 22.

Valores de pH de la harina de cáscara de plátano morado por inmersión.

Muestra	valores
Muestra 1	5,04 ± 0,09
Muestra 2	5,12 ± 0,03
Promedio	5,08 ± 0,06

Nota: Datos obtenidos por la autora

La cáscara de plátano morado presenta en su mayoría compuestos de celulosa y lignina, cabe recalcar que estos varían según el tiempo, grado de madurez y origen de la materia prima. Monsalve, Medina & Ruiz, 2006, p. 110 mencionan que los compuestos mencionados representan aproximadamente el 40%, lo que permite que el pH no sea elevado, y estos compuestos se degraden después del proceso de secado.

La humedad de la harina obtenida a través del método de inmersión, reflejan que la humedad de la harina tiene un valor de 3 %, que se mantienen en el límite permitido por la normativa INEN. En la tabla 23 se detalla el promedio del porcentaje de humedad de la harina que se obtuvo.

Tabla 23.

Valores de humedad de la harina de pulpa de plátano morado por inmersión.

Muestra	Valores (%)
Muestra 1	3,00 ± 0,10
Muestra 2	3,00 ± 0,09
Promedio	3,00 ± 0,09

Nota: Datos obtenidos por el autor

Al mantenerse en un rango moderado es una harina que tendrá un tiempo de vida útil prolongado ya que según Falla & Ramón, 2018 Los productos que presentan un 3 % de humedad tuvieron una mayor absorción y deshidratación a temperaturas de bajo rango, esto afecto al almidón (p. 19).

En la tabla 24 se observa los valores de humedad de la harina de cáscara de plátano morado, que no sobrepaso del 3,5 %.

Tabla 24.

Valores de humedad de la harina de cáscara de plátano morado por inmersión.

Muestra	Valores (%)
Muestra 1	3,34± 0,08
Muestra 2	3, 42 ± 0,4
Promedio	3,38 ± 0,06

Nota: Datos obtenidos por el autor

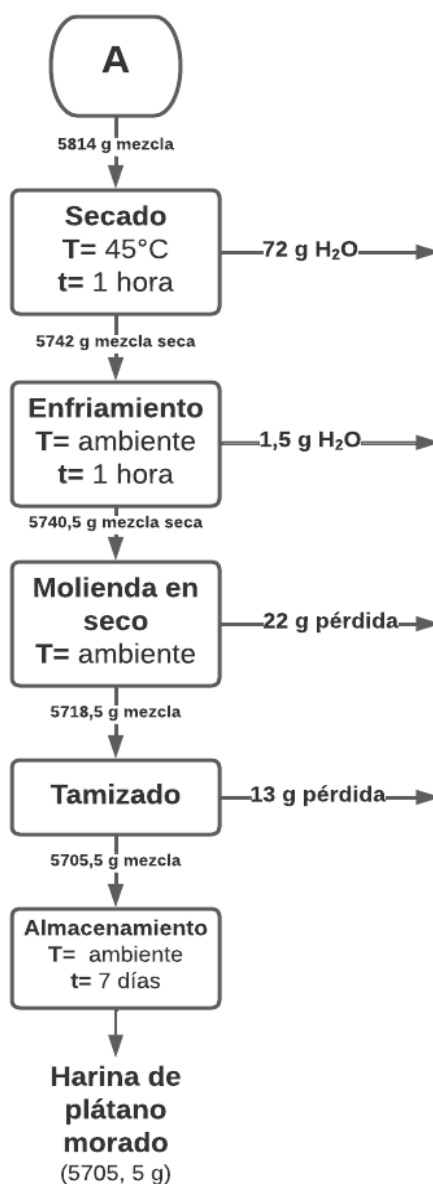
El contenido bajo de humedad de la harina de cascara de plátano morado evita que existe proliferación de microorganismos y alarga su tiempo de vida útil.

3.1.4 Obtención de mezclas

Se elaboraron seis mezclas en total de harina de pulpa de plátano morado y harina de cáscara de plátano morado con las formulaciones establecidas como se indica en la tabla 14.

Figura 15.

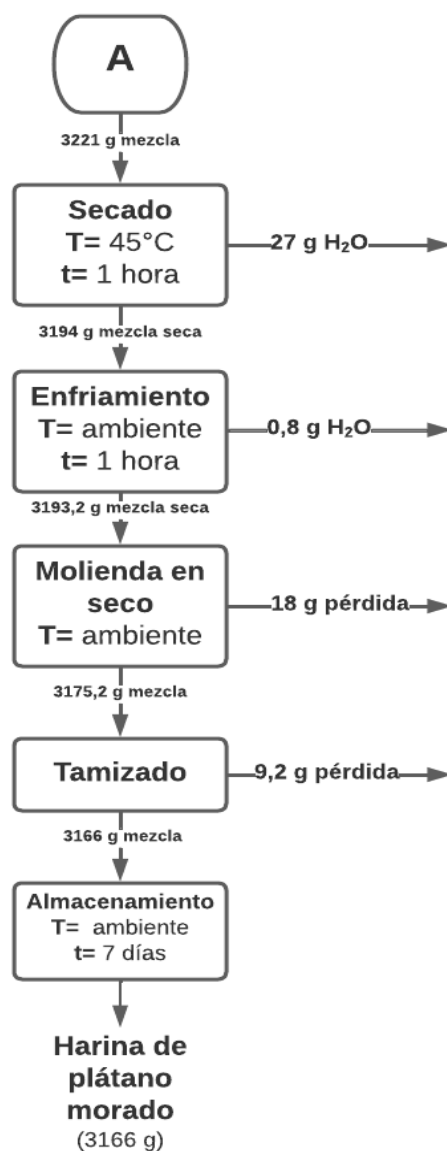
Mezclado de harina de pulpa y cáscara de plátano morado por precocción



En la figura 16 se observa el proceso de mezclado de la harina obtenida por el tratamiento de precocción. La mezcla de harina precocida presentó un color café semi oscuro (Anexo J, literal B), con un olor menos fuerte, un sabor casi insípido y amargo, es un polvo fino y suave.

Figura 16.

Mezclado de harina de pulpa y cáscara de plátano morado por inmersión



En la figura 17 se detalla el proceso de mezclado de la harina obtenida por el tratamiento de inmersión. La mezcla de harina por inmersión presentó un color café claro (Anexo J, literal C), con un olor medio fuerte, un sabor casi dulce y ligeramente amargo, es un polvo muy fino y suave.

El sabor amargo de las mezclas de las harinas se debe a la presencia de cenizas, minerales y presencia de Hierro en la cáscara. Según Cachago, 2003, la presencia de Hierro se debe a los compuestos del suelo donde se desarrolló la planta, los químicos, insecticidas y fertilizantes usados. Los polifenoles presentan un alto porcentaje en la cáscara de plátano morado, lo que caracteriza el sabor amargo (p. 34). Los porcentajes de polifenoles también actúan como antioxidantes.

2.1.5 Diseño experimental

La composición porcentual por cada formulación de cada tipo de harina según el tratamiento define las propiedades físicas y químicas y por ende del producto final. La harina de plátano morado tiene contenido energético y nutritivo, lípidos y proteínas (Sosa, 2011, p. 34). Los parámetros químicos que definen cual harina es la más adecuada para elaborar la bebida láctea.

Para determinar los parámetros químicos se analizó los valores de pH y humedad de las mezclas de harina con cada tratamiento aplicado, cuyos resultados se encuentran en los apartados 3.1.5.1 y 3.1.5.2 y se definirá el tratamiento adecuado para la harina y elaborar la bebida láctea.

3.1.5.1 Determinación del pH de las mezclas

Se realizaron pruebas de análisis de pH a cada una de las formulaciones para la harina precocida y de inmersión, para cada muestra T1, T2, T3, T4, T5, T6.

En la tabla 25 se evidencia los valores obtenidos del pH de la harina precocida y por inmersión de la harina de plátano morado. Se obtuvieron estos resultados a una temperatura ambiente (18°C), en una solución acuosa a 25° C.

Tabla 25.

Valores de pH de la mezcla de harina de pulpa y cáscara de plátano morado por precocción e inmersión.

Muestra	Tratamiento	Formulación % PB - % CB	Valor (%)	Promedio (%)
T 1	Precocción B 1	A1: 65 % - 35%	5,57 ± 0,06	5,575 ± 0,08
			5,58 ± 0,19	
T 2		A2: 75% - 25%	5,55 ± 0,04	5,545 ± 0,06
			5,54 ± 0,08	
T 3		A3: 85% - 15%	5,54 ± 0,19	5,56 ± 0,135
			5,58 ± 0,08	
T 4	Inmersión B 2	A1: 65 % - 35%	5,05 ± 0,07	5,065 ± 0,12
			5,08 ± 0,17	
T 5		A2: 75% - 25%	5,04 ± 0,18	5,05 ± 0,14
			5,06 ± 0,09	
T 6		A3: 85% - 15%	5,07 ± 0,10	5,07 ± 0,09
			5,07 ± 0,09	

Nota: PB: Pulpa del plátano morado, CB: Cáscara del plátano morado Datos obtenidos por el autor

Los datos de pH de la mezcla de harina de pulpa y cáscara de plátano morado en los distintos tratamientos aplicados presentan valores en un rango bajo y están dentro de los alimentos con una baja acidez (pH 5-5,6). Las mezclas de harinas en diferentes formulaciones están dentro de un nivel no menor al 0,30% en comparación con las harinas puras. Lo cual señala que el mejor tratamiento fue el de inmersión que permitió llevar a cabo la bebida láctea.

Los valores experimentales obtenidos coinciden o se acercan a los valores de pH establecidos en la norma INEN 526 que van desde 4,5 hasta 5,00. La acidez de la harina asegura que estas sean más fáciles de mezclar en el caso de usarlo en panadería o para bebidas. Según Valencia, (2012): la acidez natural de la fruta permite que el pH no cambie después de un proceso enzimático y posterior molienda. El pH aporta e influye en la capacidad de fermentación, formación de almidones, tiempo de vida útil y proliferación de microorganismo tanto acéticos como butíricos (Bennion, 1971, p. 87).

Los resultados fueron analizados con un análisis ANOVA, el nivel de confianza fue del 95% ($\alpha = 0,05$). El análisis estadístico y gráfico fue realizado en el programa Statgraphics versión 15. En el ANEXO M se muestra el análisis ANOVA del pH de las harinas mezcladas y no presenta diferencias estadísticamente significativas.

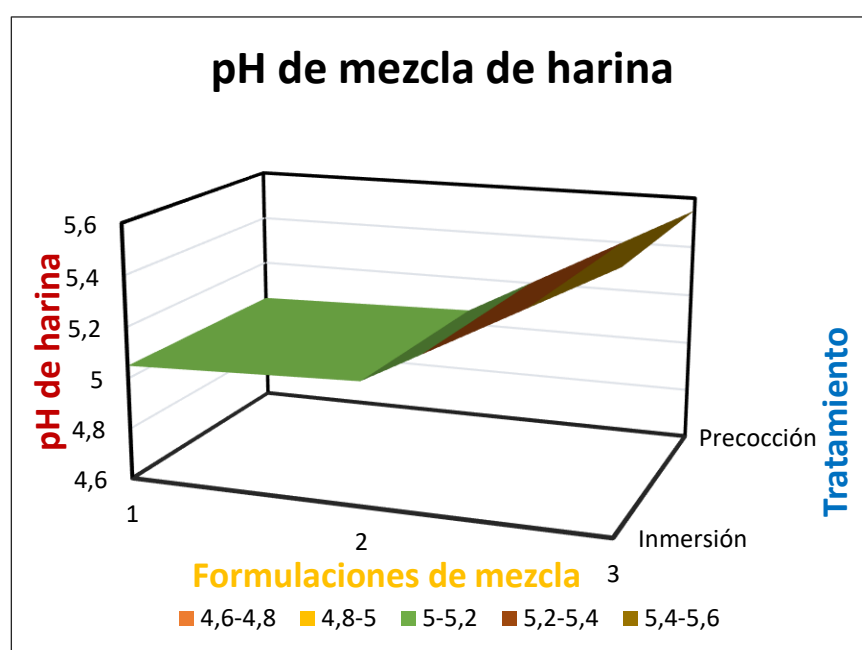
En la figura 17 se aprecia como el porcentaje de pulpa no tiene mayor influencia en los niveles de pH según el tratamiento que fue aplicado y según el porcentaje de formulación establecido.

Se evidencia que los tratamientos aplicados no difieren en mayor cantidad a los valores de pH en los tratamientos aplicados de inmersión y precocción, a medida que el porcentaje de pulpa va aumentando, el valor de pH también aumenta, es decir, es directamente proporcional, en los numerales desde uno a dos el pH se mantiene casi constante. Sin embargo, al agregar más del 80% (numeral tres) de harina de pulpa el pH aumento ligeramente llegando a valores cercanos a 5,6.

De la superficie de respuesta se tiene el valor óptimo para el pH que es de 5,01 y de esta forma determinar el mejor tratamiento para la elaboración de la harina de plátano morado y posterior bebida láctea. Los valores de mezcla (A) es: 5,8% y de tratamiento aplicado (B) es: 1,2%.

Figura 17.

Superficie de respuesta del pH de las harinas mezcladas obtenidas por el método de precocción e inmersión



Nota: Para las formulaciones de mezcla los numerales representan: 1 (65% PB- 35% CB), 2 (75% PB- 25% CB) Y 3 (85% PB- 15% CB)

3.1.5.2 Determinación de la humedad de las mezclas

Se realizaron pruebas de análisis de porcentaje de humedad a cada una de las formulaciones para la harina precocida y de inmersión, para cada muestra T1, T2, T3, T4, T5, T6.

En la tabla 26 se evidencia los valores obtenidos del porcentaje de humedad de la harina de plátano morado precocida y por inmersión. Se

obtuvieron estos resultados a una temperatura de a 130° C y fría a temperatura ambiente a 18°C.

Tabla 26.

Valores de humedad de la mezcla de harina de pulpa y cáscara de plátano morado por precocción e inmersión.

Muestra	Tratamiento	Formulación % PB - % CB	Valor (%)	Promedio (%)
T 1	Precocción B 1	A1: 65 % - 35%	$5,33 \pm 0,18$ $10 \pm 0,55$	$7,67 \pm 0,365$
T 2		A2: 75% - 25%	$5,51 \pm 0,12$ $7,04 \pm 0,24$	
T 3		A3: 85% - 15%	$6,24 \pm 0,18$ $5,76 \pm 0,22$	
T 4	Inmersión B 2	A1: 65 % - 35%	$3,0 \pm 0,07$ $3,00 \pm 0,17$	$3,00 \pm 0,01$
T 5		A2: 75% - 25%	$4,00 \pm 0,02$ $3,00 \pm 0,01$	
T 6		A3: 85% - 15%	$4,00 \pm 0,01$ $4,00 \pm 0,01$	

Nota: Datos obtenidos por el autor

Los datos de porcentaje de humedad de la mezcla de harina de pulpa y cáscara de plátano morado en los distintos tratamientos aplicados presentan valores en un rango moderado y están dentro de los valores máximos permitidos (12%). El proceso de precocción aumenta la cantidad de agua en la pulpa de plátano morado, ya que, los almidones tienen la capacidad de absorber la misma. Según Valencia, (2012): las harinas que tienen un mayor porcentaje de humedad tienden a desarrollar microorganismo, porque crean un medio adecuado para su crecimiento disminuyendo su tiempo de vida útil (p.36).

Si los valores se encuentran en un rango demasiado bajo, representa un problema, ya que, se habrá perdido el valor nutricional y sobre todo propiedades fisicoquímicas que caracterizan la harina. Para Valencia, (2012): las harinas elaboradas a partir de materia prima vegetal como frutas deshidratadas tienen a tender valores relativamente bajos porque no contienen gluten (p. 37).

Los resultados fueron analizados con un análisis ANOVA, el nivel de confianza fue del 95% ($\alpha = 0,05$). El análisis estadístico y gráfico fue realizado en el programa Statgraphics versión 15. En el ANEXO N se muestra el análisis ANOVA del porcentaje de humedad de las harinas mezcladas y no presenta diferencias estadísticamente significativas.

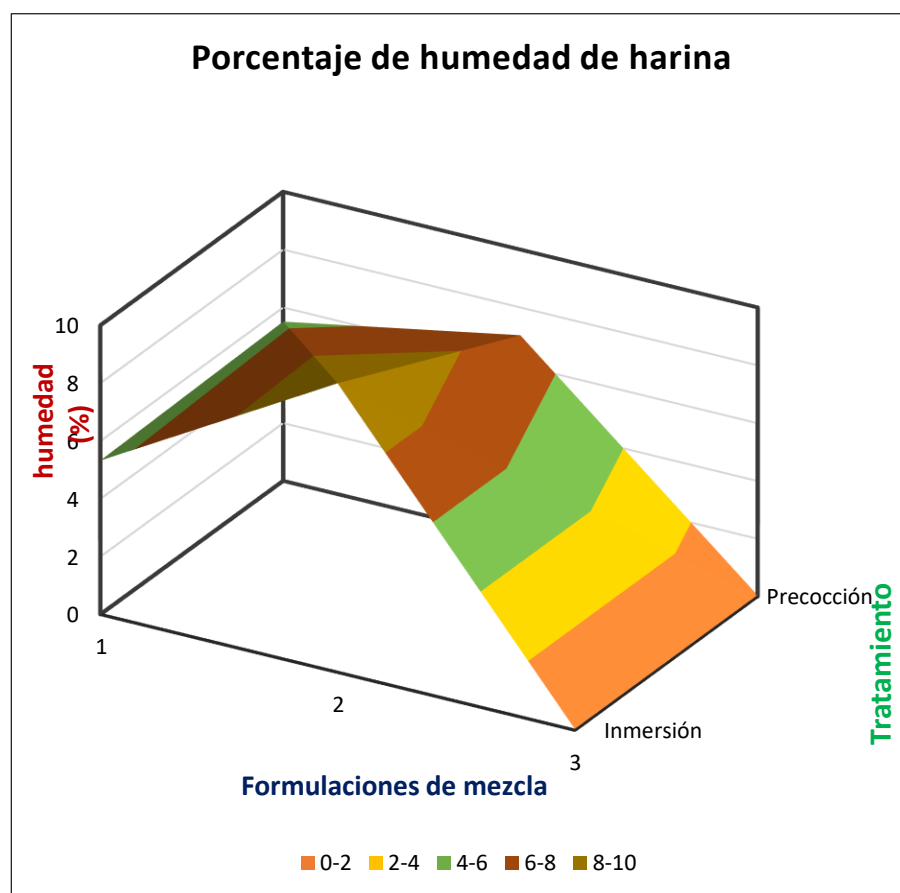
En la figura 18 se evidencia que los tratamientos influyen significativamente en el contenido de humedad de las harinas, el método de precocción aumentó en un 50 % el contenido de humedad en la muestra que contiene más del 75% de pulpa. En la figura 19 se observa que a mayor porcentaje de harina de pulpa por el método de inmersión el valor de humedad es menor, es decir, es inversamente proporcional, mientras que, por el método de precocción a mayor cantidad de contenido de harina de pulpa, el porcentaje de humedad aumenta, en este caso es directamente proporcional.

De la superficie de respuesta se tiene el valor óptimo para el porcentaje de humedad y de esta forma determinar el mejor tratamiento para la elaboración de la harina de plátano morado y posterior bebida láctea. Los

valores de humedad para la mezcla (A) es: 3,7% y de tratamiento aplicado (B) es: 5,1%.

Figura 18.

Superficie de respuesta del porcentaje de humedad de las harinas mezcladas obtenidas por el método de precocción e inmersión.



Nota: Para las formulaciones de mezcla los numerales representan: 1 (65% PB- 35% CB), 2 (75% PB- 25% CB) Y 3 (85% PB- 15% CB). Gráfica de superficie de respuesta realizada por autora.

3.3 Elaboración de la bebida láctea a partir de la harina de plátano morado (pulpa y cáscara).

3.3.1 Formulación de la bebida láctea

Las tres formulaciones planteadas presentan características parecidas, las cuales se evidencian en la tabla 27.

Tabla 27.

Características físicas de la bebida láctea de plátano morado.

Característica física	Formulación		
	40% H- 60 % L	30% H- 70% L	20% H- 80% L
Color	Peaunot 795C3	Moxa 53CY6	Tortilla 9ª7B4F
Luminosidad	39,0%	54,5%	74,1%
Olor	Banano suave	Banano suave	Banano fuerte
Consistencia	Granulosa	Semilíquida	Líquida
Viscosidad	Alto	Medio	Bajo
Sabor	Parecido a colada de machica	Característico del banano	Parecido a leche chocolateada

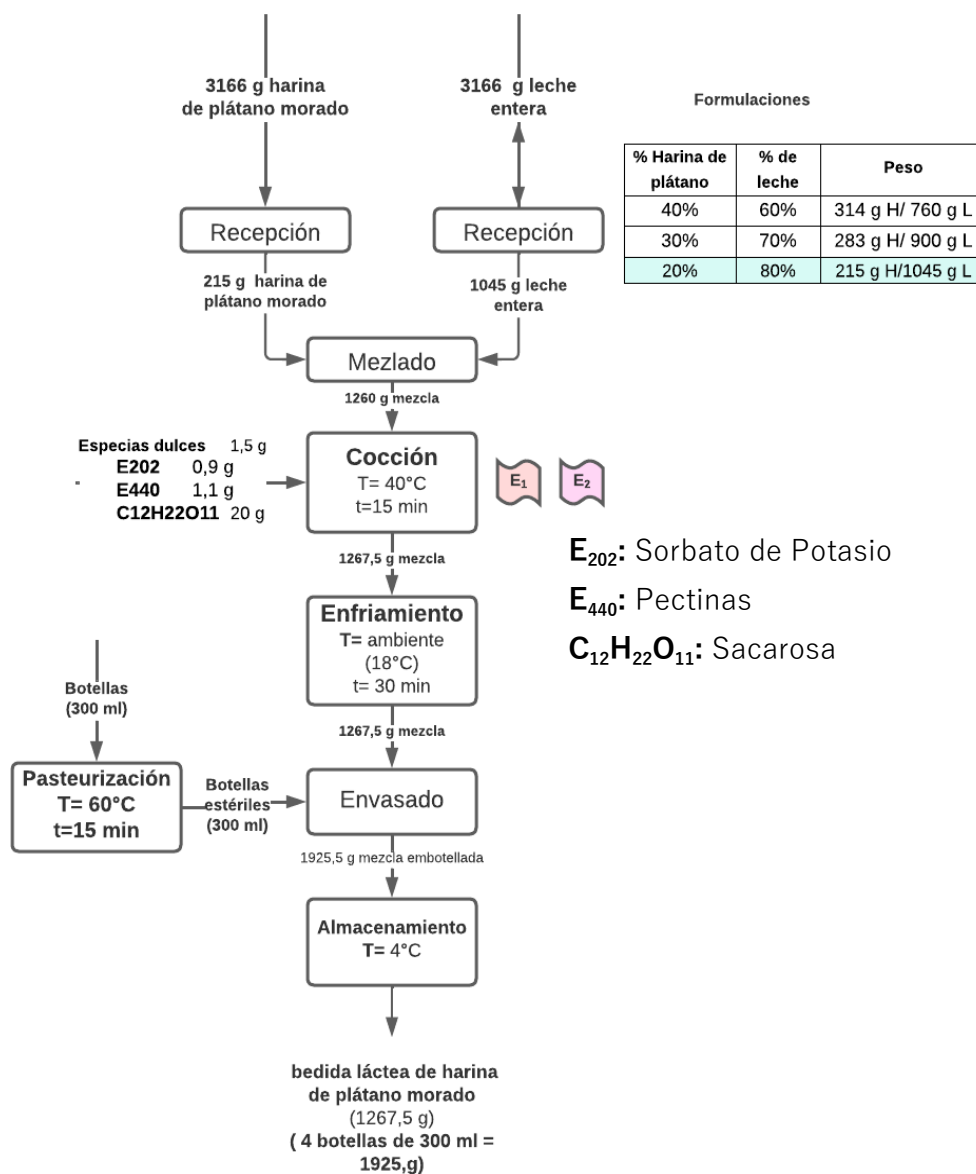
Nota: H: Harina, L: Leche

3.3.2 Proceso de elaboración

En la figura 20 se detalla las operaciones unitarias y las condiciones finales para elaborar la bebida láctea. En el ANEXO L. se observa el balance de masa de las operaciones unitarias principales.

Figura 19.

Proceso de elaboración de la bebida láctea de harina de plátano morado



E₁: Agregar a la mezcla mientras se cocina aditivos y especias dulces.
E₂: remover constantemente para evitar precipitaciones de la mezcla.

Nota: Diagrama de flujo elaborado por autora.

3.3.3 Diseño experimental

Se aplicó un diseño factorial 3 x 3. Las composiciones porcentuales de la bebida láctea, definió cuál de las formulaciones son aptas para ser evaluadas sensorialmente.

Para determinar los parámetros químicos se analizó los valores de pH y sólidos solubles o ° Brix de las formulaciones de la bebida láctea, cuyos resultados se encuentran en los apartados 3.4.2.1 y 3.4.2.2.

3.4 Evaluación de atributos de la bebida láctea a partir de la harina de plátano morado (pulpa y cáscara)

3.4.1 Caracterización física de las muestras de bebida

Las características físicas analizadas fueron las detalladas en las siguientes:

3.4.1.1 Color

El color es esencial para llamar la atención del consumidor, este dejará una expectativa para definir o asumir cual será el sabor.

Para la primera formulación (40% H – 60% L), el color obtenido se debe a la cantidad de harina presente. Las otras dos formulaciones (30% H-70% L y 20%- 80% L) presentan colores más suaves gracias a la cantidad de leche presente.

La aplicación emite valores de la luminosidad y coloración que van desde cero para un negro y 100 para un blanco. En la Tabla 28, se especifica la luminosidad de las formulaciones, es decir, la variación de color que estas presentan dentro de la misma gama.

Tabla 28.

Características físicas des formulaciones de la bebida láctea de plátano morado.

Formulación	color	Hex	Lum.
60% Leche- 40% Harina	Roman	7 ^a 604C	45,3 %
	Coffe		
70% Leche- 30% harina	Thatch	BDA293	74,2%
80% Leche- 20% Harina	Mongoose	BCA484	86,8%

Nota: Datos obtenidos por el autor. **Hex:** determinan la intensidad el color.

Lum: determina el porcentaje de luminosidad del color.

2.4.1.2 Aroma

El aroma para cada una de las formulaciones se lo evidencia en la tabla 29, donde la única formulación que varía es la que tiene valores de 20%H- 80% L, gracias al baja cantidad de harina presente en esta muestra, el color, sabor y aroma, son ligeramente perceptibles.

2.4.1.3 Viscosidad

El espesor para cada una de las formulaciones se detalla en la tabla 28, la formulación 3 (20%H- 80% L), indica que es la más líquida y que tiene menos espesor porque tiene mayor contenido de leche.

Tabla 29.*Características físicas de la bebida láctea de plátano morado.*

Característica	Formulación		
Física	40% H- 60 % L	30% H- 70% L	20% H- 80% L
Aroma	Banano	Banano	Banano suave
Color	Café semioscuro	Café	Café muy claro
Consistencia	Granulosa	Semilíquida	Líquida
Espesor	Alto	Medio	Bajo
Sabor	Parecido a colada	Característico del	Parecido a leche
	de machica	banano	chocolateada

Nota: - **H:** Harina, **L:** Leche. La harina utilizada para elaborar la bebida láctea fue la que atravesó por el proceso de inmersión en los porcentajes (85% PB-15% CB)

3.4.2 Caracterización química de las muestras de bebida

Para la caracterización química de la bebida se consideró los siguientes atributos: Brix.

3.4.1.1 Determinación de los grados Brix de la bebida

Para obtener los valores, se realizaron pruebas de análisis de grados Brix para cada muestra de la bebida láctea con harina de plátano morado por inmersión: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9.

En la tabla 30 se observa los valores obtenidos de los sólidos solubles que se encuentran entre 14,5 a 18 ° Brix, datos que se encuentran dentro de los rangos establecidos por la norma INEN 2337: 14° Brix hasta los 18°Brix.

Tabla 30.

Valores de los °Brix de la mezcla de harina de pulpa y cáscara de plátano morado por precocción e inmersión.

Muestra	% harina	% Leche	Valor	Promedio
T 1			15,6 ± 0,10	
T 2	A1: 40 %	B1: 60%	15,7 ± 0,11	15,4 ± 0,137
T 3			14,9 ± 0,20	
T 4			17,1 ± 0,16	
T 5	A2: 30%	B2: 70%	15,2 ± 0,23	16,3 ± 0,19
T 6			16,5 ± 0,18	
T 7			17,9 ± 0,23	
T 8	A3: 20%	B3: 80%	17,7 ± 0,16	17,8 ± 0,17
T 9			17,9 ± 0,12	

Nota: La harina utilizada para elaborar la bebida láctea fue la que atravesó por el proceso de inmersión en los porcentajes (85% PB-15% CB).

Los datos de los Brix de la bebida láctea elaborada con harina de pulpa por inmersión, harina de cáscara de plátano morado y leche se encuentra dentro de la categoría de alimentos que pueden ser usados como sustitutos de bebidas proteicas. De las formulaciones realizadas, se determinó que solo dos de las muestras serán analizadas sensorialmente (formulación dos y tres), ya que presenta características físicas y químicas que se acercan más a los valores de grados Brix de 15 a 18 ° brix.

Los grados Brix de la bebida láctea dependen directamente del tiempo e índice de maduración que presento la materia prima antes de ser procesada y del tratamiento aplicado. Para Carillo, (2010): la cantidad de grados brix presente en una bebida definirá la calidad y tiempo de vida útil de la misma, recalando que el contenido de pH influye directamente en este parámetro (p. 61).

Los resultados fueron analizados mediante un ANOVA, el nivel de confianza fue del 95% ($\alpha = 0,05$). El análisis estadístico y gráfico fue realizado en el programa Statgraphics versión 15. En el ANEXO O se muestra el análisis ANOVA de los Brix de la bebida láctea no presenta diferencias estadísticamente significativas.

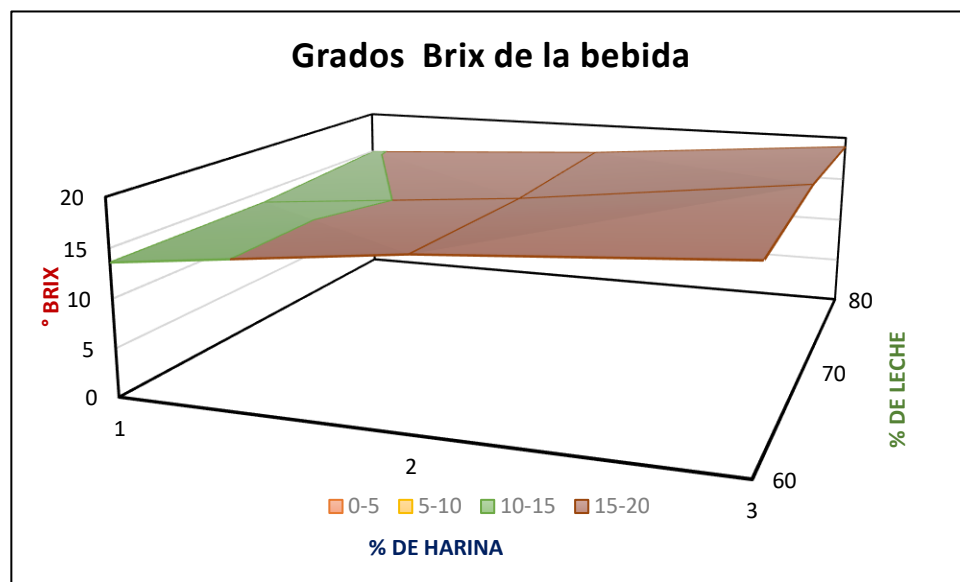
En la figura 20 se observa como el porcentaje de harina influye directamente en los grados Brix de la bebida a pesar del porcentaje de leche utilizado.

Se evidencia que los porcentajes de pulpa y cáscara de la harina en los tratamientos aplicados de inmersión y precocción, a medida que el porcentaje de harina va aumentando, el valor de los sólidos solubles también aumenta, es decir, es directamente proporcional. Sin embargo, al aumentar la cantidad de leche y los grados brix se mantienen para la primera formulación, indicando que esta no afecta a esta característica.

De la superficie de respuesta se tiene el valor óptimo para los sólidos solubles y de esta forma determinar las dos muestras más aptas para su evaluación organoléptica. Los valores de porcentaje de harina (A) es: 3,8% y de porcentaje de leche (B) es: 5,2%.

Figura 20.

Superficie de respuesta del pH de las harinas mezcladas obtenidas por el método de precocción e inmersión



Nota: - Los porcentajes de la mezcla de harina utilizada se detalla en los numerales que representan: 1 (40 % H.I), 2 (30 % H.I) y 3 (20 % H.I)

- **H.I:** Harina de inmersión

3.4.2 Evaluación sensorial de las muestras de bebida

La evaluación sensorial de las muestras de la bebida láctea de harina de plátano morado se realizó a través de dos tipos de pruebas descriptivas y de preferencia.

3.4.2.1 Test de evaluación afectiva.

A continuación, se detalla el nivel de aceptabilidad de cada una de las muestras. Se utilizó una prueba de dos colas, a un nivel de confianza del 95% con una significancia del 5% ($p = 0,05$). Los datos recopilados se encuentran en el ANEXO U. En la tabla 29 se indica los resultados finales del análisis sensorial.

Tabla 31.*Resultado total de la prueba de preferencia*

	Muestra 1 (683)	Muestra 2 (543)	Ninguna
Total (30 panelistas)	12	18	0

Nota: Datos obtenidos por el autor

Se realizó la prueba de preferencia a 30 panelistas no entrenados, entre 15 a 30 años de edad en la parroquia Ventura. Donde se determinó que 18 de 30 panelistas (58%) prefiere la muestra dos (80% leche- 20% harina) y 12 de 30 panelistas (40 %) prefiere la muestra uno (70% leche- 30% harina). En la tabla 32 se indica el nivel de probabilidad de aceptación de la muestra con un nivel de confianza 95% ($p=0,05$).

Tabla 32.*Estadística de valor de significancia para pruebas de dos colas*

	Pruebas de dos colas para establecer diferencias significativas
Panelistas	Nivel de confianza
	95 %
30	21

Nota: Datos obtenidos por el autor

Al aplicar el análisis de los resultados se indica que, de las dos muestras evaluadas por los 30 panelistas, la de mayor preferencia es la muestra dos (543) sobre la muestra uno (683). Al revisar la Tabla 32, se concluye que la muestra uno (543) que corresponde a la muestra 70% leche- 30% harina no presenta mayor diferencia significativa de la muestra uno (683) que corresponde a la muestra 80% leche- 20% harina a pesar de tener más elecciones a su favor. Lo que quiere decir que la muestra 683 es igual a 543,

según las características organolépticas. Las muestras fueron realizadas con la harina obtenida con el proceso de inmersión de la tercera formulación establecida (85% pulpa- 15% cáscara).

2.4.2.2 Test de evaluación descriptiva

Las pruebas descriptivas se llevaron a cabo utilizando dos tipos de muestras, muestra uno (683) y muestra dos (523), para obtener los resultados se aplicó un método independiente, es decir, se pidió a los jueces que consideren atributos como olor, sabor, color y dulzor.

Para llevar a cabo esta evaluación se entrenó a los panelistas durante 30 minutos con una muestra muy parecida a la que se evaluó.

2.4.2.2.1 Prueba de perfil de sabor, olor y dulzor

Se distinguió y definió el orden de ausencia – presencia e intensidad de cada atributo establecido en la prueba. En las tablas 33 y 34 se observan los datos recolectados de cada uno de los parámetros evaluados (ANEXO V). Indica la cantidad de panelistas se escogieron cada uno de estos atributos.

Tabla 33.

Datos totales recolectados de pruebas descriptivas de la muestra dos.

Característica	Nivel		
	Bajo	Medio	Fuerte
olor	0	6	6
Sabor extraño	2	3	7
Color	4	7	1
Dulzor	5	5	2

Nota: Datos obtenidos por el autor

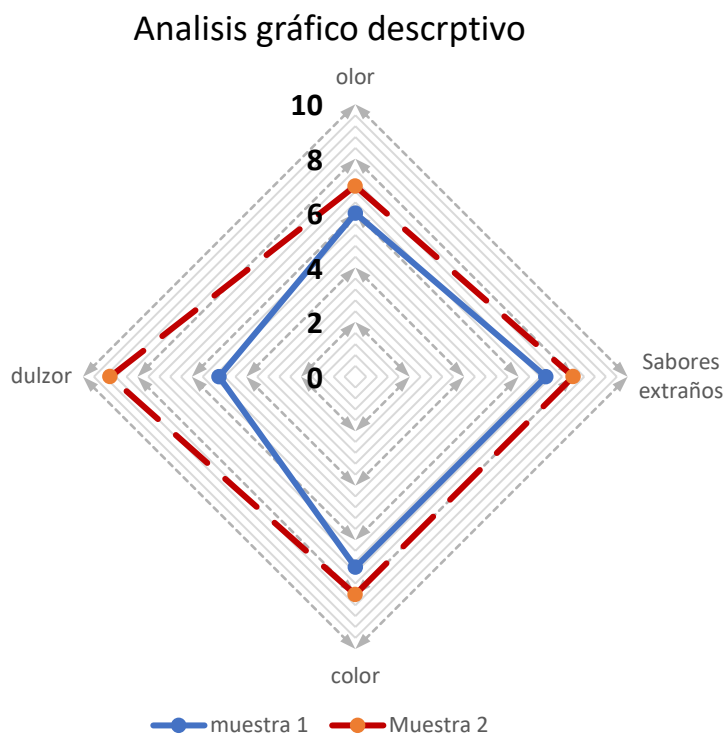
Tabla 34.*Datos totales recolectados de pruebas descriptivas de la muestra uno*

Característica	Nivel		
	Bajo	Medio	Fuerte
	0	5	7
Sabor extraño	0	4	8
Color	0	8	4
Dulzor	9	3	2

Nota: Datos obtenidos por el autor

Se evaluó a 12 panelistas previamente entrenados. De los resultados obtenidos y comparados entre las dos muestras se puede concluir que la muestra de preferencia es la muestra 2 (80% leche- 20% harina), la muestra uno tiene no presenta diferencia entre olor fuerte y medio, definen como medio el valor de sabores extraños presentes, su color es relativamente moderado y su dulzor es muy bajo.

La muestra dos indica que el olor es ligeramente fuerte, hay más presencia de sabores extraños, su color es más evidente y el dulzor es mayor y más perceptible. Cabe recalcar que varios de las panelitas indicaron que esta muestra tiene un sabor parecido a una leche chocolateada. En la figura 21 se detalla cómo hay una diferencia ligeramente significativa entre las muestras, indicando que la muestra 2 tiene mayor diferenciación de los atributos planteados.

Figura 21.*Analisis estadistico grafico de pruebas descriptivas*

Nota: Preferencia y diferencia entre cada característica evaluada según el autor

3.5 Determinación de costo de producción de la bebida láctea a partir de la harina de plátano morado (pulpa y cáscara)

3.5.1 Costo de producción de la harina

Para realizar la evaluación económica, se tomaron en cuenta parámetros como: materia prima, equipos e insumos, mano de obra directa e indirecta y costos variables.

En la tabla 35 se enlista los equipos con los que se contaba para elaborar la harina de plátano morado, es decir, estos no implicaron un gasto por costo de adquisición.

Tabla 35.*Equipos disponibles para elaboración de harina de plátano morado*

Equipos	Función	Cantidad	Costo
Cocina eléctrica	Cocción	1	\$ 0
Molino eléctrico	Molienda	1	\$ 0
Secador	Secado	1	\$ 0
Pulverizador	Molienda más fina	1	\$ 0
Balanza eléctrica	Pesado	1	\$ 0
Mezcladora eléctrica	Mezclado	1	\$ 0
Horno industrial a gas	Secado	1	\$ 0
Total			\$ 0

En la tabla 36 se detalla los insumos disponibles necesarios para cada operación unitaria del proceso de elaboración de la harina de plátano morado.

Tabla 36.*Materiales disponibles para elaboración de harina de plátano morado*

Equipos	Función	Cantidad	Costo
Cuchillos de acero inoxidable	Cortado	1	\$ 0
Ollas de acero inoxidable	Cocción	1	\$ 0
Recipientes de acero inoxidable	Reposo	1	\$ 0
Cucharas de acero inoxidable	Mezclado y dosificación	3	\$ 0
Total			\$ 0

Nota: diagrama de flujo elaborado por el autor

En la tabla 37 se enlista los equipos que se adquirió para elaborar la harina de plátano morado, es decir, implicaron un gasto por costo de adquisición.

Tabla 37.

Equipos adquiridos para elaboración de harina de plátano morado

Equipos	Función	Cantidad	Costo
Termómetro	Medición de °T	1	\$ 3,50
Mallas metálicas	Escurreido	2	\$ 6,00
Tamizador metálico	Tamizado	1	\$ 4,00
Total			\$ 13,50

En la tabla 38 se enlista la materia prima y otros ingredientes necesarios para elaborar la harina de plátano morado.

Tabla 38.

Materia prima para la elaboración de harina de plátano morado.

Materia prima	Cantidad	Costo
Plátano morado	1 racimo	\$ 2,50
Ácido ascórbico	50 ml	\$ 0,90
Agua destilada	1000 ml	\$ 1,50
Agua purificada	2000 ml	\$ 1,00
Total		\$ 5,90

En la tabla 39 se enlista los costos variables que sirven para la elaboración de harina

Tabla 39.

Gastos fijos para elaboración de harina de plátano morado

Costos variables	Costo
Luz eléctrica	\$ 1,00
Agua potable	\$ 1,50
Gas de uso doméstico	\$ 3,50
Total	\$ 6,00

Nota: Los costos variables detallados también intervienen en la elaboración de la bebida láctea, son valores totales del proceso de producción general.

En la tabla 40 se indica el costo de producción final, el capital y el valor de la harina de plátano morado.

Tabla 40.

Inversión y fijación final del precio para elaboración de harina de plátano morado

Egresos	Costos
Mano de obra directa	\$ 5,30
Materia prima	\$ 5,90
Costos variables	\$ 6,00
Total	\$ 17,20

Nota: Datos obtenidos por el autor

3.5.2 Costo de producción de la bebida

Para realizar la evaluación económica, se tomaron en cuenta parámetros como: materia prima, equipos e insumos. Cabe recalcar, que los equipos y los gastos fijos ya fueron establecidos en el apartado 3.5.1 en las tablas 33, 34 y 37. En la tabla 41 se detalla la cantidad y los costos de la materia prima utilizada para hacer la bebida láctea.

Tabla 41.

Materia prima para la elaboración de la bebida láctea.

Materia prima	Cantidad	Costo
Harina de plátano morado por inmersión	-	\$ 1,09
Leche	2 litros	\$ 1,90
Especias	¼ libra	\$ 0,35
Total		\$ 3,34

Nota: Datos obtenidos por el autor

En la tabla 42 se detallan los aditivos utilizados para la elaboración de la bebida láctea.

Tabla 42.

Aditivos para la elaboración de la bebida láctea.

Aditivos	Cantidad	Costo
Azúcar	1 libra	\$ 0,15
E 202	500 g	\$ 0,10
E 440	500 g	\$ 0,10
Total		\$ 0,35

Nota: Datos obtenidos por el autor

En la tabla 43 se indican los envases que fueron seleccionados para la presentación final de la bebida láctea de plátano morado. Los envases son transparentes, semillenos ($\frac{1}{4}$ de espacio desde tapa hasta límite de contenido), con un volumen final de 270 ml.

Tabla 43.

Envases para presentación final de la bebida láctea de plátano morado.

Envases	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Botellas transparentes de vidrio de 3 láminas de 300 ml	5	\$ 0,66	\$ 3,30
Tapas de metal con rosca (cierre hermético)	5	\$ 0,17	\$ 0,85
Stickers para botellas	5	\$ 0,43	\$ 2,15
Total			\$ 6,30

Nota: Datos obtenidos por el autor

2.5.2 Costo final de producción de la harina de plátano morado y bebida láctea.

Se estima el valor de venta considerando que sea accesible para el público (PVP).

Los precios de los productos obtenidos de la harina y la bebida láctea se detallan en la tabla 44.

Tabla 44.

Precio final de los productos obtenidos.

Producto	Cantidad	Costo final
Harina de plátano morado	1 libra	\$ 1,91
Bebida láctea	270 ml	\$ 1,67

Nota: Datos obtenidos por el autor

2.6 Síntesis del capítulo

En el presente capítulo los atributos y parámetros mencionados son esenciales para que tanto el producto final sea apto para el consumo humano. El proceso de elaboración de harina debe ser minucioso para obtener sabores, colores y aromas deseados, novedosos y llamativos. Todo el proceso se basó en las normativas INEN y CODEX. Para el análisis sensorial se utiliza pruebas afectivas que indican preferencia por el producto, y descriptivas que indican cualidades específicas del producto. Se planteo costos de producción del proceso en general.

CONCLUSIONES

- Se elaboró una harina de pulpa y cáscara de plátano morado (*Musa Acuminata AAA*), para utilizar un 46% de los desperdicios de la fruta como la cáscara para que creen subproductos y el 54 % sea utilizado como desecho orgánico ya sea como alimento animal o abono orgánico y así generar menos contaminación.
- La harina de pulpa de plátano morado por inmersión presento un menor valor de pH (4,995) y un porcentaje de humedad de 3% respecto a la harina obtenida por el método de precocción que fue de pH (5,545) y una humedad de 4,19%. Por tanto, se evidencia que el ácido ascórbico influye directamente en la caracterización química de la harina, alterando enzimas presentes en la fruta.
- La harina de cáscara de plátano morado no fue sometido a ningún tipo de tratamiento térmico o enzimático y presentó valores de pH (5,43) para el proceso de precocción y 5,34 para el proceso de inmersión y un porcentaje de humedad del 4,3% para el proceso de precocción y 5% para el proceso de inmersión. Los valores obtenidos dependen del tiempo de maduración en el que se trabajó la materia prima, en este caso, grado seis.
- Del 100% de la mezcla de harina de plátano morado por inmersión se sustituyó parcialmente un 15%, 25% y 35% con harina de cáscara de plátano morado para cada formulación, obteniendo valores óptimos de pH de 5,07; 5,05 y 5,065 respectivamente y una humedad del 4%, 3% y 3% respectivamente, que se mantienen en rangos permitidos por la normativa INEN.

- La humedad se ve afectada por la cantidad de pulpa presente en cada una de las muestras y sea por tratamiento enzimático o térmico, a mayor cantidad de harina de pulpa, mayor porcentaje de humedad, es decir, es directamente proporcional. Sin embargo, el pH mantiene constantes los valores al ir aumentando la cantidad de harina de pulpa.
- Se desarrollo tres formulaciones para la bebida láctea fue (60% L – 40% HB; 70% L- 30% HB y 80% L - 20 % HB), de las cuales se dedujo que el porcentaje de harina en la bebida altera notablemente características fisicoquímicas y organolépticas de la bebida, concluyendo que a mayor porcentaje de harina será mayor valor de grados brix, espesor, color y dulzor, es decir, es directamente proporcional. La tercera formulación presentó valores más óptimos y cercanos a los rangos permitidos por la normativa establecida: ° Brix (17,8).
- Los porcentajes de rendimiento en el proceso de precocción fue de 71,2% y para el proceso de inmersión fue 84,6%. Se concluye que el segundo tratamiento es el más apto para la elaboración de la harina obtenida a su vez valores óptimos para ser consumida.
- Las pruebas de preferencia arrojaron resultados donde indican que, de 30 panelistas evaluados, 18 indicaron que tuvieron preferencia por la tercera formulación (80% L- 20% HB) y las pruebas descriptivas arrojaron que el atributo organoléptico más percibido fue el dulzor.
- De los costos de producción se define que el proyecto tiene una rentabilidad del 63,4%.

RECOMENDACIONES

- Al sustituir parcialmente harina de pulpa por harina de cáscara de plátano morado en mayor cantidad, ya que la segunda presenta un sabor amargo, por lo que se recomienda investigar del tipo de enzimas que eliminen este sabor sin alterar la composición nutricional de la harinas y bebida.
- Promover el cultivo y consumo de plátano morado y otras variedades de *Musa acuminata* para elaborar coladas, panes y bebidas energéticas.
- La cáscara del plátano morado debe presentar un color rosa rojizo o morado rojizo para evitar la pérdida de proteína y de sabor, por lo que el cuidado de la fruta debe ser minucioso y ser revisado y comprado con la carta de índice de madurez, además se debe retirar impurezas o presencia de pesticidas.
- Realizar trabajos acerca de tratamientos térmicos, enzimáticos y químicos que sean óptimos para elaboración de harina de banano o plátano para obtener mayor porcentaje de rendimiento y tiempo de vida útil más alargado.
- Se recomienda desarrollar productos a base de plátano morado y combinaciones con otras variedades o frutas.
- Realizar un estudio de la cantidad de desperdicio de los desechos de plátano morado que existe en el país y la creación de nuevos subproductos o mejora de los existentes.
- Se recomienda la ejecución del presente proyecto ya que promueve el consumo de una fruta que se produce en mediana escala en el país. Con lo cual se logrará aumentar y mejorar ingresos y fuentes de empleo para personas que se involucren con la de plátano morado.

APÉNDICE

Análisis de involucrados

Tabla 45.

Involucrados en la elaboración de harina de plátano

ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS	INTERESES EN LA INVESTIGACIÓN	PROBLEMAS PERCIBIDOS	RECURSOS Y MANDATOS
Proveedores	- Precios cómodos - Producto de buena calidad. - Producto en condiciones y especificaciones adecuadas.	- Discontinuidad de materia prima. - Tiempo de fructificación es de 18 meses.	- Contratación anual - BPA - INEN 2801
Productores	- Técnicas de elaboración artesanal. - Conocimientos tecnológicos modernos.	- Poca explotación de MP (plátano morado). - Desperdicio y rechazo de plátano. - Mayor exportación que consumo local.	- INEN 2801 - INEN 1334-2 - BPM - ARCSA - Secretaría nacional de planificación y desarrollo (F. N°1) - Codex Alimentarius - Normas de Agrocalidad
Competencia	- Productos con características parecidas para mejorarlas.	- Procesos industrializados. - Costos elevados de producción.	- Contrato con empresas productoras.
Consumidores	- Niños desde 1 año hasta los 12, que están en etapa de crecimiento, adultos y deportistas - Personas con baja ingesta de gluten. - Producto más económico y beneficioso.	- Producto poco comercializado. - Producto entrando al mercado (parcialmente desconocido)	- INEN 616 - Buen vivir - Constitución de la república del Ecuador - INEN 1334-2 - ARCSA

Nota: Datos de investigación realizada por el autor.

Problema de Investigación

Tabla 46.

Definición del problema

CAUSAS →	DEFINICION DEL PROBLEMA	← CONSECUENCIAS
• Falta de conocimiento acerca de la fruta y sus beneficios. • No existe uso de la cáscara de la fruta. • Poca explotación de la fruta. • Calidad baja de la fruta para consumo como fresco. • Existe una escasez de productos que brinden la mayoría de las bondades nutritivas naturales de la fruta.	ESCASEZ DE PRODUCTOS ELABORADOS A PARTIR DE PLÁTANO MORADO PARA BEBIDAS EN EL MERCADO ECUATORIANO.	• Pérdidas en el sector bananero. • Desperdicio de producto y subproducto y rechazo en la industria agrícola y productora. • Baja economía del sector • Dietas desequilibradas en el crecimiento desarrollo de niños.
	↑ INDICADORES • 96% de banano ecuatoriano va a mercados internacionales. • Por cada 30 kilos de banano, el consumo anual per cápita es del 2.5 kilos. • ProEcuador, Apecacao, Langley export, DealerCoast son empresas encargadas de elaborar harina de todas las variedades de plátano.	

Nota: Información extraída de la página oficial de AEBE, 2010

REFERENCIAS

1. Abasto, C. (2021). *Plátano morado*. Obtenido de lickabasto.com/products/platano-morado#:~:text=E%2C...-
,Esta%20fruta%20es%20considerada%20como%20el%20cuarto%20cultiv
o%20más%20importante,%2C%20B%2C%20E%2C%20ácido%20fólico
2. ACORBANEC. (2021). *Análisis de las exportaciones de Banano en Ecuador de Enero a Diciembre de 2020*. Ecuador: Asociación de comercialización y exportación de banano.
3. AEBE. (2010). *Asociación de exportadores de banano del Ecuador. La industria bananera Ecuatoriana*. 18: EC.
4. Aguilar, B. (2012). *Proyecto de inversión para la producción de banano y exportación a Alemania*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1/D-92576.pdf>
5. Alduvín, D. Q. (2006). *Elaboración de harina de plátano de la variedad Cuerno*. Nicaragua: UNAN-LEÓN .
6. Avella, L., Gutierrez, L., & Palacio, J. (2021). *Elaboración de una bebida láctea a base de leche semidescremada deslactada enriquecida con micronutrientes para personas mayores de 4 años de edad*. Colombia: Revista de la asociación colombiana de Ciencia y Tecnología de alimentos.
7. Cachago, L. (2003). *Efecto de la precocción e inhibidores enzimáticos sobre el pardeamiento en la elaboración de harina de plátano dominico verde (Musa paradisiaca)*. Ambato- Ecuador: UTA.

8. Cachay, L. (2017). *Maduración controlada y color en bananos*. Tarapoto-Perú: Universidad nacional de San Martín.
9. Carbay, E. (2014). *Valoración de la harina de banano (musa sapientum) según sus grados de cosecha en las variedades valey, cavendish gigante y filipino"*. Machala-Ecuador: Universidad Técnica de Machala.
10. Cardelñosa, B. (1954). *El género Musa en Colombia*. Colombia: Pacífico.
11. Cardenas, N. (2018). *uso de pruebas afecivas, discriminatorias y descriptivas de evauacion sensorial en el campo*. Riobamba: UNIANDES.
12. Carillo, D. (2010). *Elaboracion de una bebida láctea saborizada con pinol*. Ambato: UTA.
13. Carro, R. (19 de Noviembre de 2017). *Productividad Competitiva*. Obtenido de http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf
14. Chanin, M. (04 de Diciembre de 2016). *Revista mujer*. Obtenido de Harina de plátano: <http://www.revistamujer.cl/2016/12/04/01/contenido/un-nuevo-super-food-harina-de-platano.shtml/>
15. Cheesman, E. (1948). Critical Notes on Species, b. Musa acuminata Colla. En K. Bulletin, *Classification oh the bananas. III* (págs. 17-28).
16. Ciro, H. (29 de Agosto de 2005). *revista de l facultad nacional d agronomía de Medellín*. Obtenido de Carcterización de ropiedades mecánicas del Banano (Cavndish Valery): http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472005000200012
17. Ciro, H., & Millán, L. (2012). *Caracterización fisicoquímica del banano tipo exportación (Cavendish Valery)*. sallista.

18. Constitución del Ecuador. (2008). Ecuador.
19. Ecuauímica. (febrero de 2010). *Ecuanoicias*. Obtenido de Ttips de cosecha y pots cosecha de banano: <http://ecuanoticias.com.ec/infoagricola.html>
20. Falla, F., & Ramón, M. (2018). *Obtención y evaluación sensorial de galletas a diferentes concentraciones de harina de cáscara de plátano (Musa paradisíaca)*. Lambayeque- Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
21. FAO. (2011). *FAO/OMS*. Obtenido de Hojas de balance de consumo de frutas y hortalizas: <file:///C:/Users/brillo/Downloads/848-Texto%20del%20art%C3%ADculo-3351-1-10-20171222.pdf>
22. FAO. (25 de febrero de 2015). *PAÍSES EXPORTADORES DE BANANO*. Obtenido de Ecuador: El banano ecuatoriano conocido como orito despunta en mercados internacionales: <https://www.fao.org/3/y5102s/y5102s05.htm>
23. Flores, D. (2018). *Obtención de harina de plátano verde tipo HARTÓN (Musa AAB) precocida y fortificada*. Quito: UCE.
24. Flores, J. (2011). *Determinación de los índices de madurez para la comercialización de durazno (Prunus persicae) variedad conservero aarillo en dos tipos de ambientes para mercados de las zonas central del país*. Ambato: UTA.
25. Galván, S. (1992). *Los frutos tropicales en los subtrópicos, plátano*. España: Mundi-prensa.
26. Guilcapi, M. (2018). *Plan de negocios para la producción y comercialización de harina de plátano saborizado de la empresa*

- prodicereal S.A al nortre de la ciudad de Quito. Guayaquil-Ecuador: Universidad de Guayaquil.*
27. INEN. (1980). *Harina de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento.* Ecuador.
 28. INEN. (1990). *NTE INEN 1737: Harina de maíz precocida. Requisitos.* Ecuador: Inen.
 29. INEN. (2008). *jugos, pulpas, concentrados, nectares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos.* Ecuador.
 30. INEN. (2009). *NORMA CODEX PARA LAS CONFITURAS, JALEAS Y MERMELADAS.* Ecuador.
 31. INEN. (2011). *Bebidas lácteas. Requisitos.* Ecuador.
 32. INEN. (2013). *Norma general del códex para los aditivos alimentarios (MOD).* Ecuador.
 33. INEN. (2013). Norma General del códex para los aditivos alimentarios (MOD). En C. alimentarius, *Norma técnica ecuatoriana NTE INEN-CODEX 192* (pág. 34). Ecuador.
 34. INEN. (2013). *Norma para el banano (Plátano).* Ecuador.
 35. INEN. (2015). *Harina de Quinoa. Requisitos.* Ecuador.
 36. INEN. (2015). *Harina de Trigo. Requisitos.* Ecuador.
 37. INEN. (2018). *Bebidas de Soya no fermentada. REQUISITOS.* Ecuador.
 38. Marín, V. (5 de Marzo de 2017). Productores de banano orito buscan vender la fruta en el exterior. *El universo.*
 39. Mendoza, H. (2015). *Harina de plátano "Photarina".*

40. Moncayo, P., Viera, W., Vásquez, W., & Seraquive, M. (2019). *Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de banano orgánico (Musa acuminata) en el Ecuador*. Quito: UTE.
41. Monsalve, J., Medina, V., & Ruiz, A. (2006). *Producción de etanol a partir de la cáscara de banano y almidón de yuca*. Medellín: Dyna.
42. Neira, O. (2018). *Obtención y caracterización de harina de raquis de banano (Musa paradisiaca)*. Pimentel-Perú: Universidad señor de Sipán.
43. Ortega, N. (2010). *Obtención de multimeristemas y callos de diferentes variedades de banano y plátano (Musa spp.) a partir de "Meristemas Apicales" y "Scalps"*. Guayaquil.: ESPOL.
44. Paredes, J. (2015). *infoagro*. Obtenido de control de calibre: https://www.infoagro.com/documentos/el_calibre_fruta.asp#:~:text=Seg%C3%BAAn%20la%20OMS%2C%202014%2C%20el,comestible%20termina%20y%20se%20define
45. Partridge, D. (1991). ácido ascorbico. En A. & Davies, *Vitamin C: Its Chemistry and Biochemistry* (pág. 80). Cambridge: Royal Society of Chemistry (Paperbacks).
46. Paz, R. (15-16 de 1984). *Harina de banano fortificada y panificable para sustituir importaciones de trigo*. Obtenido de Ciencia y tecnología: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/1101/1/T-SENESCYT-0268.pdf>
47. Pro Ecuador. (2 de Octubre de 2017). *Noticias*. Obtenido de Chifles ecuatorianos ingresan por primera vez en el mercado japonés: <http://www.proecuador.gob.ec>

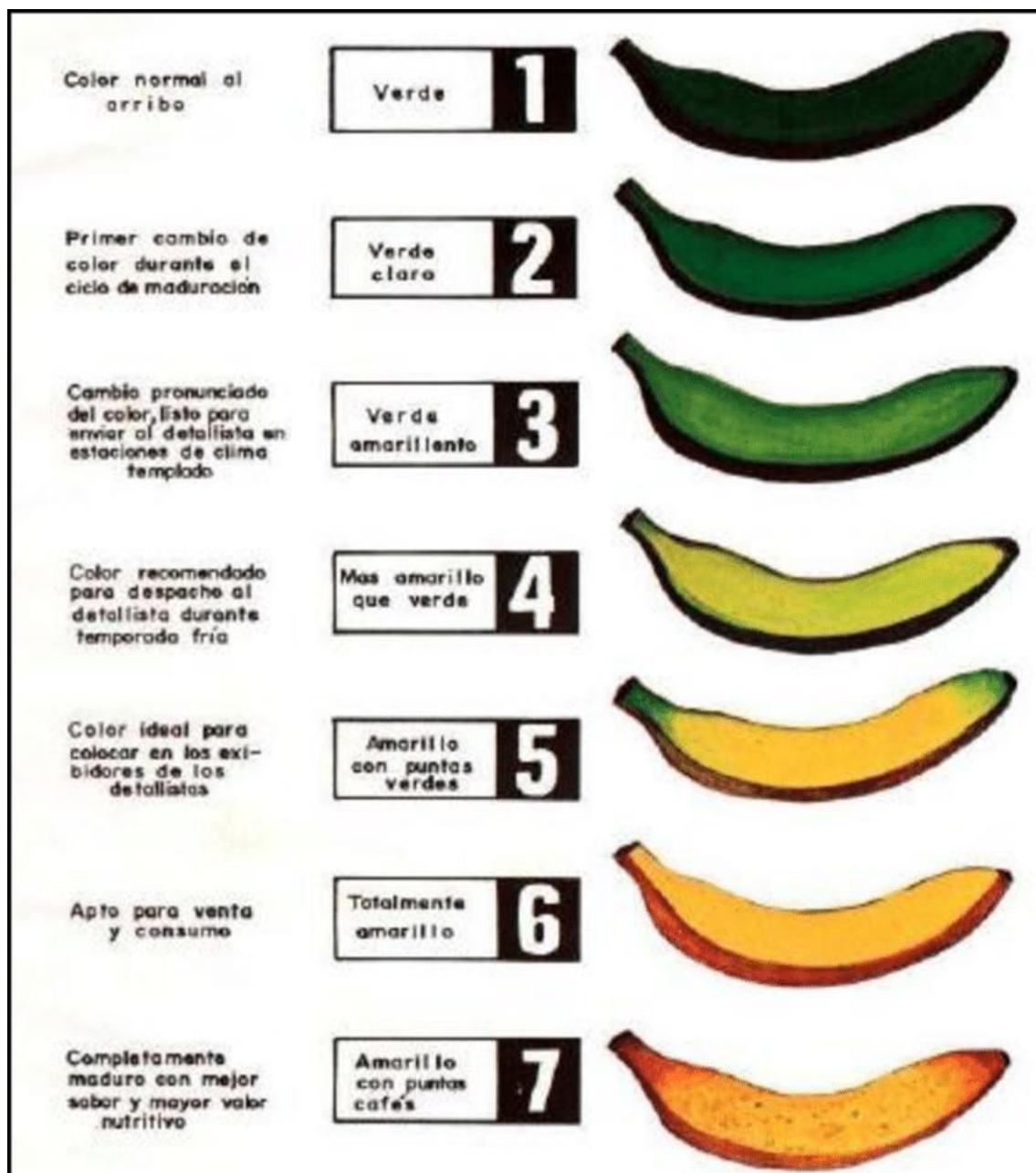
48. RAE. (2020). *Harina*. España: Real academia española .
49. Ramírez, C., Tapia, C., & Brenes, P. (2010). Evaluación de la calidad de fruta de banano de altura que se produce en el cantón Tturrialba, Costa Rica. *InterSedes Vol. XI*, 121-122.
50. Ramírez, J. (2012). *Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor*. Cali-Colombia: Universidad del valle.
51. Ratser. (18 de Julio de 2014). *Ratser*. Obtenido de ¿Se puede comer las hojas del plátano?: www.ratser.com
52. Robles, K. (2007). *Harina y productos del plátano*. 16.
53. Rodriguez, J. (2020). *Elaboración de Muffins con base de harina de banano morado (Musa Acuminata AAA) y almidón de maíz (Zea mays L)*. Quevedo: UTEQ.
54. Rolle, R. (2007). Grados Brix. En R. Rolle, *Buenas Prácticas para la producción en pequeña escala de agua de coco embotellada* (pág. 9). FAO.
55. Salazar, E., Méndez, O., & González, J. (2010). *Efecto del secado y tratamiento con ácido cítrico sobre la degradacion de carotenoides en harinas de batata (Ipomoea batatas L.)*. Venezuela: Universidad de Oriente.
56. SERCOP. (2008). *Servicio nacional de contaminación pública*. Obtenido de Banano para consumo como alimento fresco: https://portal.compraspublicas.gob.ec/sercop/wp-content/uploads/2017/01/banano_sin_maduracion.pdf
57. Solis, A. (2007). *El cultivo de plátano (genero musa) en México*. Buenavista-México: Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

58. Soto, V. (2010). Cuantificación de almidón total y de almidón resistente en harina de plátano y banana verde (*Musa pardisiaca*). *Revista boliviana de Química* v.27, 5-8.
59. UBESA (Dole). (2020). *Veritrade*. Obtenido de Comercio exterior: importaciones y exportaciones de UNION DE BANANEROS ECUATORIANOS S.A UBESA: <https://www.veritradecorp.com/es/ecuador/importaciones-y-exportaciones-union-de-bananeros-ecuatorianos-sa-ubesa/ruc-0990011419001>
60. Valencia, G. (2012). *Desarrollo de una tecnología de harina de orito (Musa acuminata AA) en el túnel de secado de adecuadas características sensoriales y nutricionales*. Ambato: UTA.

ANEXOS

ANEXO A.

Carta de colores para índice de maduración del plátano.



ANEXO B.*Norma INEN 273: Determinación de Grados Brix*

Temp. °C	Porcentaje de sacarosa														
	a	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
	Porcentaje de sacarosa substraído														
10	0,50	0,54	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,78	0,79
11	0,46	0,49	0,53	0,55	0,58	0,60	0,62	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71
12	0,42	0,45	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61	0,61	0,63	0,63
13	0,37	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,54	0,55	0,55
14	0,33	0,35	0,37	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,45	0,46	0,46	0,47	0,48
15	0,27	0,29	0,31	0,33	0,34	0,34	0,35	0,36	0,37	0,37	0,38	0,39	0,39	0,40	0,40
16	0,22	0,24	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,32	0,32
17	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24
18	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16
19	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
	Porcentaje de sacarosa adicionado														
21	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
22	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
23	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
24	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32
25	0,33	0,35	0,36	0,37	0,38	0,38	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
26	0,40	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
27	0,48	0,50	0,52	0,53	0,54	0,55	0,55	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
28	0,56	0,57	0,60	0,61	0,62	0,63	0,63	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
29	0,64	0,66	0,68	0,69	0,71	0,72	0,72	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
30	0,72	0,74	0,77	0,78	0,79	0,80	0,80	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81

Fuente: INEN 273, 1990, p. 3

ANEXO C.

Cantidades permitidas de aditivos

ASIGNACION DE ADITIVOS		
CATEGORIA 12 - SOPAS Y CALDOS		
Aditivo:	Aditivo:	Aditivo:
Número	FUNCION / Nombre	Concentración máxima
INS		g/100 g
12.1. Sopas y Caldos Listos Para Consumo		
ACIDULANTE		
Todos los autorizados como BPF en MERCOSUR		quantum satis
334	Acido Tartárico	0,025
REGULADOR DE LA ACIDEZ		
Todos los autorizados como BPF en MERCOSUR		quantum satis
336i	Potasio Tartrato Acido	0,025
336ii	Potasio Tartrato Neutro	0,025
450i	Sodio-(di) Difosfato, Sodio Difosfato	0,10 (como P_2O_5)
450ii	Sodio-(tri) Difosfato	0,10 (como P_2O_5)
450iii	Sodio-(tetra) Difosfato, Sodio Pirofosfato	0,10 (como P_2O_5)
450v	Potasio-(tetra) Difosfato, Potasio Pirofosfato Neutro	0,10 (como P_2O_5)
450vii	Calcio-(mono) Difosfato, Calcio Bifosfato, Calcio Difosfato Diácido	0,10 (como P_2O_5)
451i	Sodio-(penta) Trifosfato, Sodio Tripolifosfato	0,10 (como P_2O_5)
451ii	Potasio-(penta) Trifosfato, Potasio Tripolifosfato	0,10 (como P_2O_5)

ANEXO D.*Prueba de preferencia de las bebidas lácteas.***Fecha:** _____**Edad:** _____**Nombre del producto:**

Usted tiene 2 muestra en frente. Por favor, pruébelas y responda la siguiente pregunta

Marque con una x en el casillero correcto

No olvide tomar agua entre la catación de cada muestra

¿Cuál muestra le agrado más?

683	
523	
Ninguna	

Observaciones: _____

ANEXO E.

Prueba descriptiva de la bebida láctea

Fecha: _____

Edad: _____

Nombre del producto: _____

Usted tiene 1 muestra en frente. Por favor, pruébela e indica el valor que le da a los siguientes atributos

Marque con una línea vertical en la línea horizontal el valor que usted le da al producto

Olor a plátano

Ausente Intenso

Sabores extraños

Ausente Intenso

Color

Ligero Intenso

Dulzor

Suave Intenso

Observaciones: _____

¡Muchas gracias!

ANEXO F.

Norma INEN 273: Determinación de Grados Brix

Mínimo número de respuestas correctas para establecer significancia a diferentes niveles de probabilidad según Distribución Binomial

Número de juicios/ panelistas	Nivel de probabilidad								
	Pareada, Dúo-Trío, Preferencia Pareada						Triangular		
	Una cola			Dos colas			Una cola		
	0.05	0.01	0.001	0.05	0.01	0.001	0.05	0.01	0.001
5							4	5	5
6							5	6	6
7	7	7	--	7	--	--	5	6	7
8	7	8	--	8	8	--	6	7	8
9	8	9	--	8	9	--	6	7	8
10	9	10	10	9	10	--	7	8	9
11	9	10	11	10	11	11	7	8	9
12	10	11	12	10	11	12	8	9	10
13	10	12	13	11	12	13	8	9	10
14	11	12	13	12	13	14	9	10	11
15	12	13	14	12	13	14	9	10	12
16	12	14	15	13	14	15	10	11	12
17	13	14	16	13	15	16	10	11	13
18	13	15	16	14	15	17	10	12	13
19	14	15	17	15	16	17	11	12	14
20	15	16	18	15	17	18	11	13	14
21	15	17	18	16	17	19	12	13	15
22	16	17	19	17	18	19	12	14	15
23	16	18	20	17	19	20	13	14	16
24	17	19	20	18	19	21	13	14	16
25	18	19	21	18	20	21	13	15	17
30	20	22	24	21	23	25	16	17	19
35	23	25	27	24	26	28	18	19	21
40	26	28	31	27	29	31	20	22	24
45	29	31	34	30	32	34	22	24	26
50	32	34	37	33	35	37	24	26	28
60	37	40	43	39	41	44	28	30	33
70	43	46	49	44	47	50	32	34	37
80	48	51	55	50	52	56	35	38	41
90	54	57	61	55	58	61	39	42	45
100	59	63	66	61	64	67	43	46	49

Ref: Witting de Penna E. Evaluación Sensorial, Una metodología actual para la tecnología de alimentos. Biblioteca digital de la Universidad de Chile, 2001.

ANEXO G.

Balance de masa de la harina de plátano morado por precocción

Balance de masa de la pulpa de plátano morada precocida

Tabla 47.

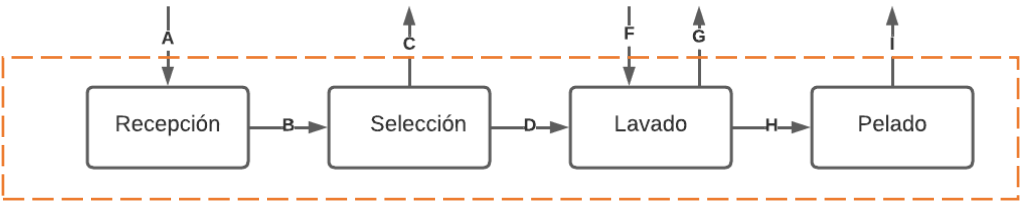
Datos de entrada y salida de plátano morado sin tratamiento para harina precocida

Entrada		Salida	
A	6055 g	C	196 g
		H	5837 g
		I	22 g
Total	6055 g	Total	6055 g

Fuente: Cuadrado, 2021

Figura 22.

Balance de masa preparación de plátano morado



Fuente: Cuadrado, 2021

Balance general

$A + F = C + G + I = 6055\text{ g}$

Tabla 47.

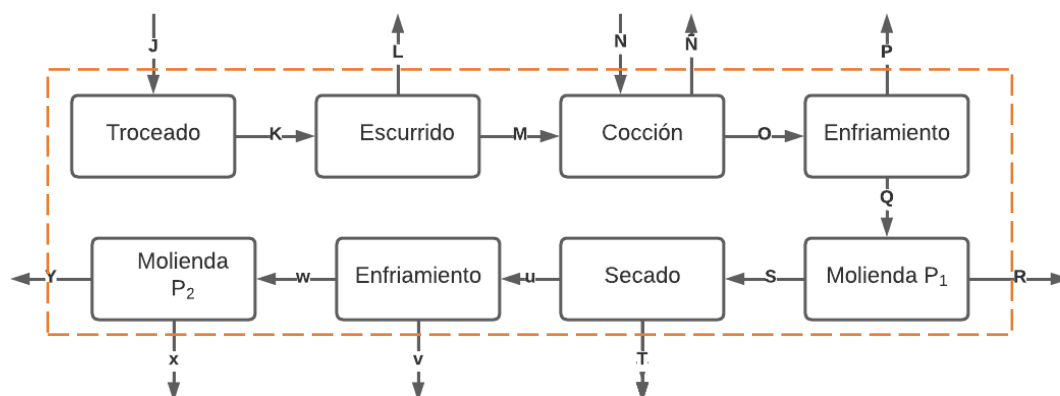
Datos de entrada y salida de pulpa de plátano morado para harina precocida

Entrada		Salida	
J	4012 g	K	1 g
O	2300 g	M	1,2 g
		p	2299,5 g
		R	0,8 g
		T	104 g
		V	1937,1 g
		X	1,1 g
		Z	131 g
		Ñ	1836,3 g
Total	6312 g	Total	6312 g

Fuente: Cuadrado, 2021

Figura 23.

Balance de masa de la pulpa precocida de plátano morado



Fuente: Cuadrado, 2021

Balance general

$$J + N = L + \tilde{N} + P + R + T + V + X + Y = 6312 \text{ g}$$

Tabla 48.

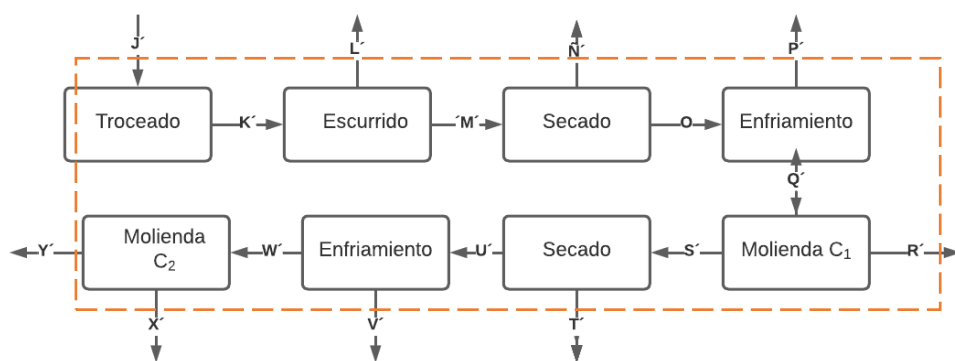
Datos de entrada y salida de cáscara de plátano morado para harina precocida

Entrada		Salida	
J'	1803 g	L'	0,6 g
		Ñ'	184,4 g
		P'	1,2
		R'	24 g
		T'	296,8 g
		V'	0,8 g
		X'	61 g
		Y'	334,2 g
Total	1803 g	Total	1803 g

Fuente: Cuadrado, 2021

Figura 24.

Balance de masa de cáscara de plátano morado (precocción)



Fuente: Cuadrado, 2021

Balance general

$$J' = L' + \tilde{N}' + P' + R' + T' + V' + X' + Y' = 1803 \text{ g}$$

Tabla 49.

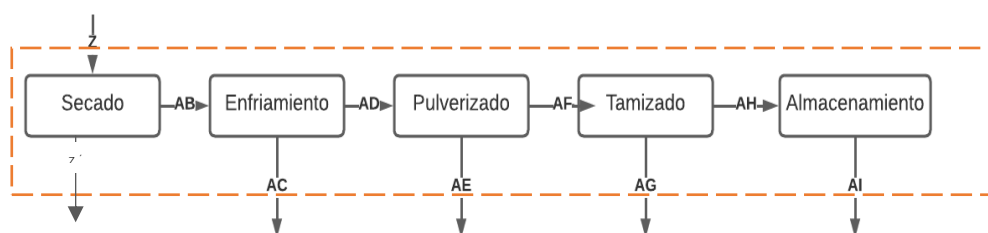
Datos de entrada y salida de mezcla total de harina pre cocida de plátano morado.

Entrada		Salida	
Z	5814 g	Z'	72 g
		AC	1,5 g
		AE	22 g
		AG	13 g
		AI	5705,5 g
Total	5814 g	Total	5814 g

Fuente: Cuadrado, 2021

Figura 25.

Balance de masa de la mezcla de harina precocida de plátano morado



Fuente: Cuadrado, 2021

Balance general

$$Z = Z' + AC + AE + AG + AI = 5814 \text{ g}$$

ANEXO H.

Balance de masa de la harina de plátano morada por inmersión

Tabla 51.

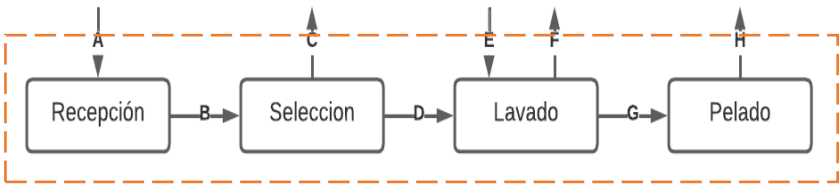
Datos de entrada y salida de plátano morado para harina por inmersión

Entrada		Salida	
A	6110 g	C	126 g
		I	23 g
		J+J'	5961,1 g
Total	6110 g	Total	6110,1 g

Fuente: Cuadrado, 2021

Figura 26.

Balance de plátano morado por inmersión



Fuente: Cuadrado, 2021

Balance general

$$A + E = C + F + H = 6110\text{ g}$$

Tabla 52.

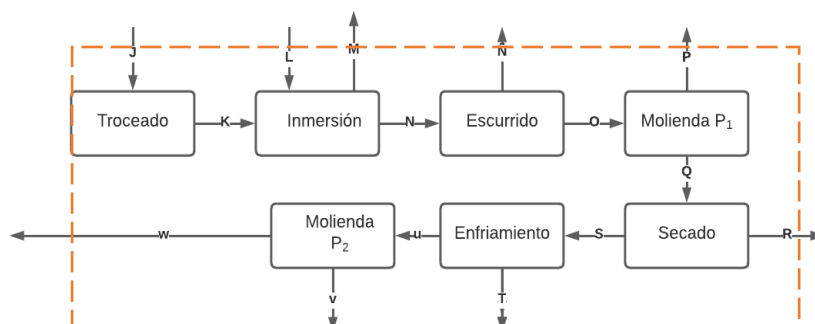
Datos de entrada y salida pulpa de plátano morado para harina por inmersión

Entrada		Salida	
J	4144,2 g	K	1 g
L	2475 g	M	2474 g
		Ñ	2,4 g
		p	304 g
		R	865,8 g
		T	1,7 g
		V	104 g
		W	2868 g
Total	6619,9 g	Total	6619,9 g

Fuente: Cuadrado, 2021

Figura 27.

Balance de pulpa de plátano morado con inmersión



Fuente: Cuadrado, 2021

Balance general

$$J + L = M + \tilde{N} + P + R + T + V + W = 6619,9 \text{ g}$$

Tabla 53.

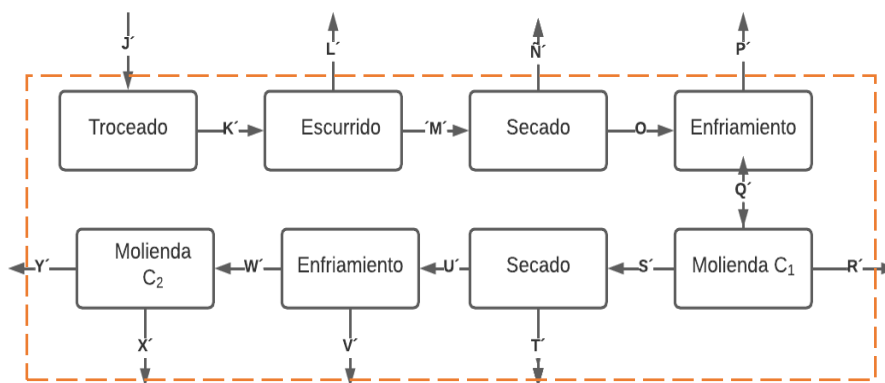
Datos de entrada y salida cáscara de plátano morado para harina por inmersión

Entrada		Salida	
J'	1816,9 g	L'	0,9 g
		$\tilde{N}'$	1206 g
		P'	-
		R'	67 g
		T'	161 g
		V'	2 g
		X'	27 g
		Y'	353 g
Total	1816,9 g	Total	1816,9 g

Fuente: Cuadrado, 2021

Figura 28.

Balance de cáscara de plátano morado (inmersión)



Fuente: Cuadrado, 2021

Balance general

$$J' = L' + \tilde{N}' + P' + R' + T' + V' + X' + Y' = 1816,9 \text{ g}$$

Tabla 54.

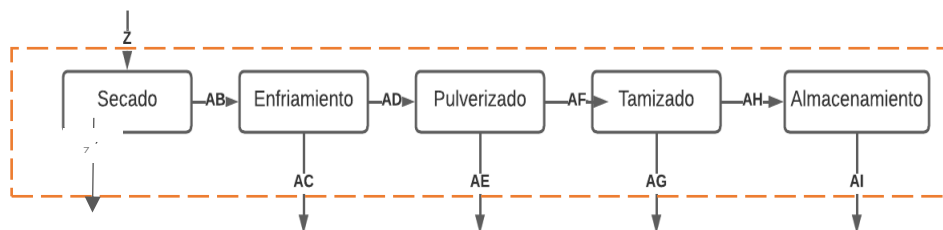
Datos de entrada y salida de harina por inmersión plátano morado

Entrada		Salida	
Z	3221 g	Z'	27 g
		AC	0,8 g
		AE	18 g
		AG	9,2 g
		AI	3166 g
Total	3221 g	Total	3221 g

Fuente: Cuadrado, 2021

Figura 29.

Balance de masa de la mezcla de harina por inmersión de plátano morado



Fuente: Cuadrado, 2021

Balance general

$$Z = Z' + AC + AE + AG + AI = 3221 \text{ g}$$

ANEXO I.

Balance de masa de la bebida láctea de harina de plátano morado por inmersión

Tabla 55.

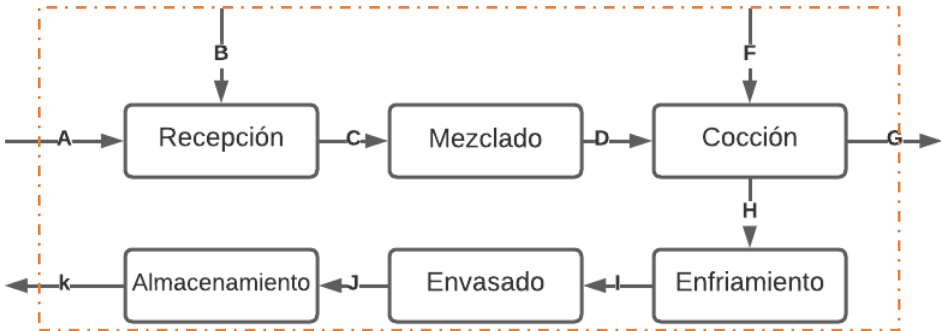
Datos de entrada y salida de bebida láctea de harina por inmersión plátano morado

Entrada		Salida	
A	215 g	K	1267,5 g
B	1045 g	G	16 g
F	23,5 g		
Total	1283,5 g	Total	1283,5 g

Fuente: Cuadrado, 2021

Figura 30.

Balance de masa de bebida láctea



Fuente: Cuadrado, 2021

Balance general

$$A + B + F = G + K = 1283,5\text{ g}$$

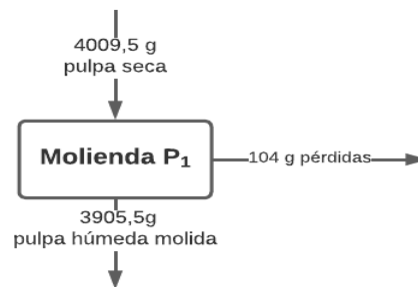
ANEXO J.

Cálculos de rendimientos y pérdida de agua de los procesos de elaboración de la harina

Precocción

Figura 31.

Proceso de molienda de pulpa precocida de plátano morado



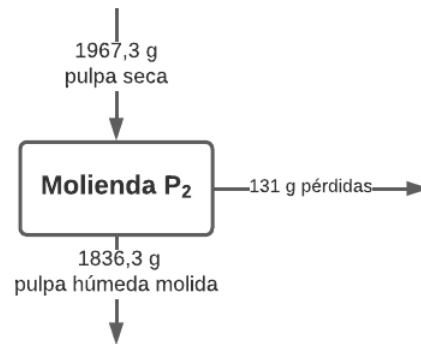
$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{M \text{ materia final}}{M \text{ materia prima}} * 100\%$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{4009,5 \text{ g}}{3905,5 \text{ g}} * 100\%$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 97,4\%$$

Figura 32.

Proceso de molienda de pulpa precocida de plátano morado



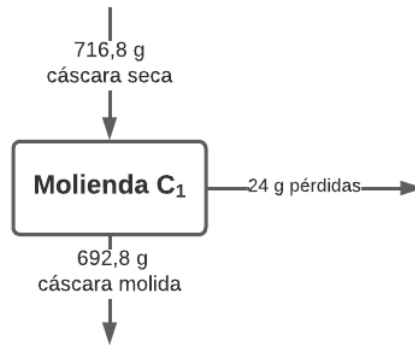
$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{M \text{ materia final}}{M \text{ materia prima}} * 100\%$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{1836,3 \text{ g}}{1967,3 \text{ g}} * 100\%$$

$$\% \text{ rendimiento} = \mathbf{93,34 \%}$$

Figura 33.

Proceso de molienda de cáscara de plátano morado (precocción)



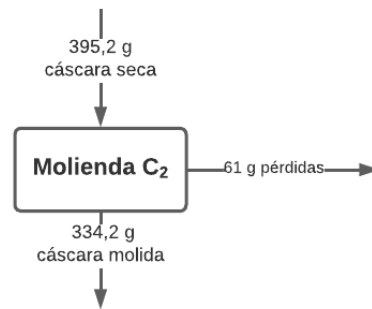
$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{M \text{ materia final}}{M \text{ materia prima}} * 100\%$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{692,8 \text{ g}}{716,8 \text{ g}} * 100\%$$

$$\% \text{ rendimiento} = 96,65 \%$$

Figura 34.

Proceso de molienda de cáscara de plátano morado (precocción)



$$\% \text{ rendimiento} = \frac{M \text{ materia final}}{M \text{ materia prima}} * 100\%$$

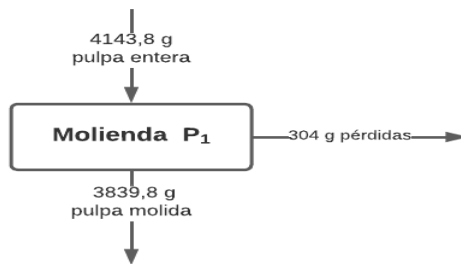
$$\% \text{ rendimiento} = \frac{334,2 \text{ g}}{395,2 \text{ g}} * 100\%$$

$$\% \text{ rendimiento} = 84,56 \%$$

Inmersión

Figura 35.

Proceso de molienda de pulpa por inmersión de plátano morado



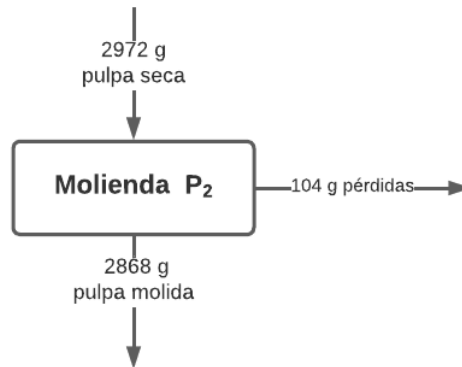
$$\% \text{ rendimiento} = \frac{M \text{ materia final}}{M \text{ materia prima}} * 100\%$$

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{3839,8 \text{ g}}{4143,8 \text{ g}} * 100\%$$

$$\% \text{ rendimiento} = 92,66 \%$$

Figura 36.

Proceso de molienda de pulpa por inmersión de plátano morado



Fuente: Cuadrado, 2021

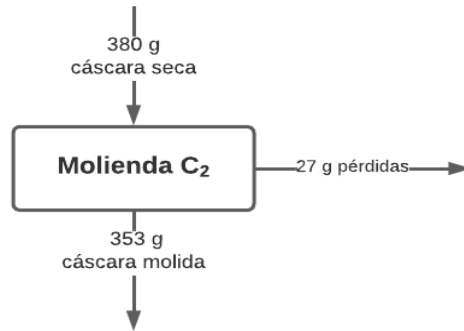
$$\% \text{ rendimiento} = \frac{M \text{ materia final}}{M \text{ materia prima}} * 100\%$$

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{2868 \text{ g}}{2972 \text{ g}} * 100\%$$

$$\% \text{ rendimiento} = \mathbf{96,5 \%}$$

Figura 37.

Proceso de molienda de cáscara de plátano morado (precocción)



$$\% \text{ rendimiento} = \frac{M \text{ materia final}}{M \text{ materia prima}} * 100\%$$

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{353 \text{ g}}{380 \text{ g}} * 100\%$$

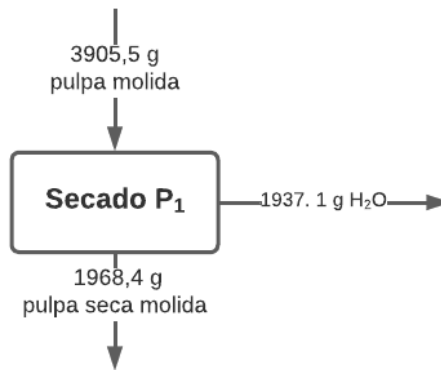
$$\% \text{ rendimiento} = \mathbf{92,89 \%}$$

Porcentaje de humedad en procesos de secado

Precocción

Figura 38.

Proceso de secado de pulpa precocida de plátano morado



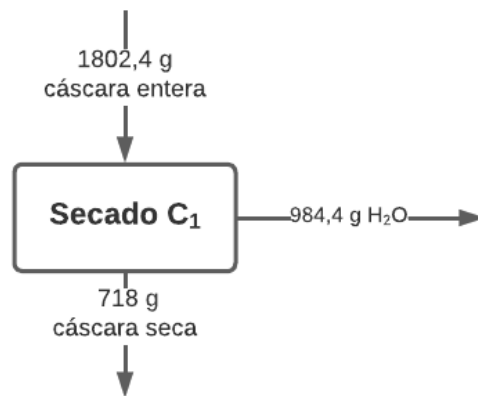
$$\% H_2O \text{ evaporada} = \frac{M H_2O}{M \text{ pulpa húmeda}} * 100\%$$

$$\% H_2O = \frac{1937,1 \text{ g}}{3905,5 \text{ g}} * 100\%$$

$$\% H_2O = \mathbf{49,59\%}$$

Figura 39.

Proceso de secado de cáscara de plátano morado (Precocción)



$$\% H_2O \text{ evaporada} = \frac{M_{H_2O}}{M_{\text{pulpa húmeda}}} * 100\%$$

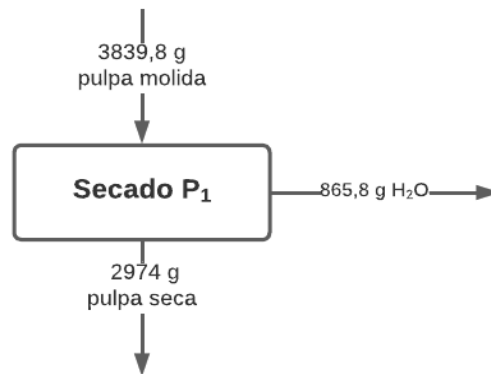
$$\% H_2O = \frac{984,4g}{1802,4g} * 100\%$$

$$\% H_2O = \mathbf{54,61 \%}$$

Inmersión

Figura 40.

Proceso de secado de pulpa por inmersión de plátano morado



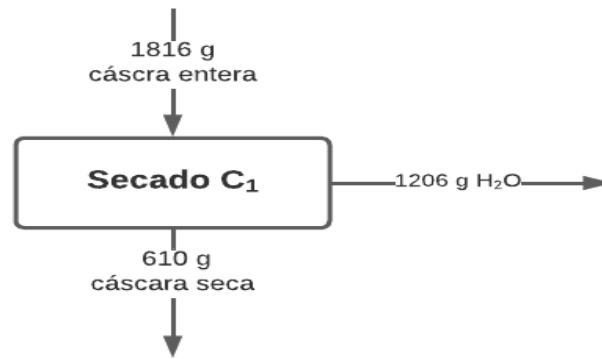
$$\% H_2O \text{ evaporada} = \frac{M_{H_2O}}{M_{\text{pulpa húmeda}}} * 100\%$$

$$\% H_2O = \frac{865,8 \text{ g}}{3839,8 \text{ g}} * 100\%$$

$$\% H_2O = \mathbf{22,54\%}$$

Figura 41.

Proceso de secado de pulpa por inmersión de plátano morado



$$\% H_2O \text{ evaporada} = \frac{M_{H_2O}}{M_{\text{pulpa húmeda}}} * 100\%$$

$$\% H_2O = \frac{1206 \text{ g}}{1816 \text{ g}} * 100\%$$

$$\% H_2O = \mathbf{66,41\%}$$

ANEXO K.

Rendimientos

Tabla 56.

Porcentajes de rendimientos en los procesos de molienda

Tratamiento	Materia prima	Proceso	Rendimiento
Precocción	Pulpa	Primera molienda	97,4 %
		Segunda molienda	93,34 %
	Cáscara	Primera molienda	96,65 %
		Segunda molienda	84,56 %
Inmersión	Pulpa	Primera molienda	92,66%
		Segunda molienda	96,5 %
	Cáscara	Molienda	92,89 %

Fuente: Cuadrado, 2021

ANEXO L.

Pérdida de agua

Tabla 57.

Porcentajes de humedad en los procesos de secado

Tratamiento	Materia prima	Proceso	% Humedad
Precocción	Pulpa	Secado	49,59 %
	Cáscara	Secado	54,61 %
Inmersión	Pulpa	Secado	22,54 %
	Cáscara	Secado	66,41 %

Fuente: Cuadrado, 2021

ANEXO M.

Tabla ANOVA de pH de harina de plátano morado

Tabla 58.

ANOVA de pH

Análisis de varianza para humedad de harina					
Fuente	Suma de cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor- P
A: Pulpa	0,14333	1	0,14333	0,33	0,5398
B: Cáscara	0,23333	1	0,23333	0,78	0,2906
AA	1,96771	1	1,77778	1,16	0,9842
AB	0,06	1	0,5	0,33	0,2391
BB	2,07778	1	2,77778	1,82	0,3350
Bloques	24,5456	1	43,5556	28,46	0,0004
Error total	17,7333	17	1,5303		
Total (corr.)	57,2211	15			

ANEXO N.

Tabla ANOVA de humedad de harina de plátano morado

Tabla 59.

ANOVA de humedad

Analisis de varianza para Humedaa

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Pulpa	0,333333	1	0,333333	0,22	0,6498
B:Cáscara	1,33333	1	1,33333	0,87	0,3706
AA	1,77778	1	1,77778	1,16	0,3042
AB	0,5	1	0,5	0,33	0,5791
BB	2,77778	1	2,77778	1,82	0,2050
bloques	43,5556	1	43,5556	28,46	0,0002
Error total	16,8333	11	1,5303		
Total (corr.)	67,1111	17			

ANEXO O.

Tabla ANOVA de Brix de harina de plátano morado

Tabla 60.

ANOVA grados Brix de bebida láctea.

Análisis de Varianza para Brix

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Formulación (pulpa)	0,00222222	1	0,00222222	0,01	0,9290
B:Formulación bebida (harina)	26,645	1	26,645	97,69	0,0000
AA	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
AB	0,0533333	1	0,0533333	0,20	0,6633
BB	0,735	1	0,735	2,69	0,1171
bloques	2,16222	2	1,08111	3,96	0,0364
Error total	5,18222	19	0,272749		
Total (corr.)	34,78	26			

ANEXO P.

Cuadro de muestreo de cantidades pequeñas

MIL STD 105D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
TABLE I				TABLE II-A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Sample size code letters				Single sampling plans for normal inspection (Master table)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Lot or batch size	General inspection levels			Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	I	Level Normally Used II	III			0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
						Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
2 to 8	A	A	B	A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓

Ac Acceptance number.
Re Rejection number.

↓ Use first sampling plan below arrow. If sample size equals, or exceeds, lot or batch size, do 100 percent inspection.
↑ Use first sampling plan above arrow.

ANEXO Q.

Proceso de elaboración de la harina de plátano morado

Identificación de la materia prima 	Recepción de la materia prima 
Pesado de la materia prima 	Pelado 
Troceado 	Tratamiento: Precocción 

Tratamiento: inmersión



Primera molienda



Extensión de pulpa molida



Primer secado de pulpa molida



Secado de cáscaras



Molienda de cáscaras secas



Segunda molienda de pulpas

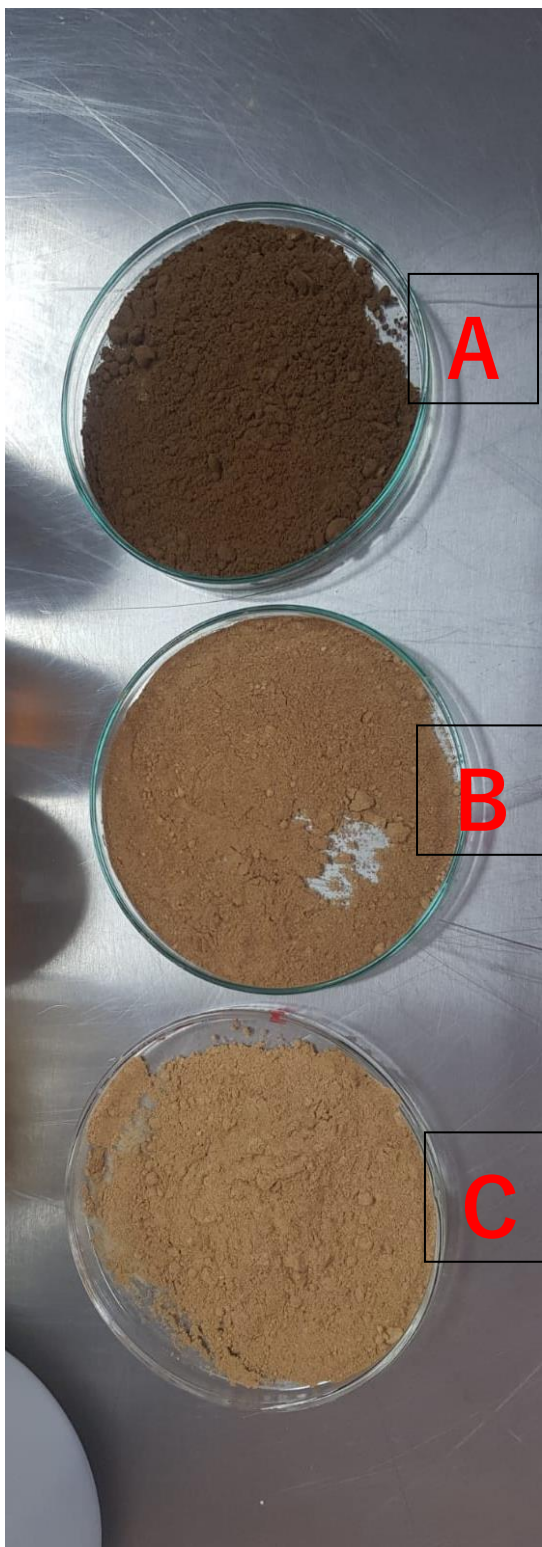


Segundo secado de pulpas



ANEXO R.

Harinas listas de pulpa y cáscara de plátano morado



A: Harina de cáscara de plátano morado

B: Mezcla de harina de morado por precocción

C: Mezcla de harina de plátano morado por inmersión

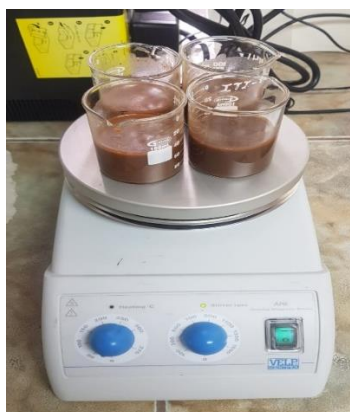
ANEXO S.

Análisis de pH de la harina de plátano morado

Disolución de harina en agua destilada



Calentamiento de disolución



Toma de datos



ANEXO T.

Análisis de grados Brix de la bebida láctea de harina de plátano morado

Toma de datos



ANEXO U.

Resultados de las pruebas sensoriales de preferencia

Tabla 61.

Resultados de las pruebas de preferencia de las muestras de bebida láctea.

Panelista	Ninguna	Muestra 1	Muestra 2
1			X
2			X
3		X	
4			X
5			X
6		X	
7			X
8			X
9			X
10			X
11		X	
12			X
13		X	
14		X	
15		X	
16			X
17		X	
18			X
19		X	
20			X
21		X	

22			X
23		X	
24			X
25		X	
26			X
27		X	
28			X
29			X
30			X
Total	0	12	18

Fuente: Cuadrado, 2021

Total de panelistas: 30

Total de muestras: 2

Grado de referencia mínimo para aceptación: 8

ANEXO V.

Resultados de las pruebas sensoriales descriptivas

Tabla 62.

Datos recolectados de prueba descriptivas del olor de la bebida láctea de la muestra 1.

Panelista	Ausente	Medio	Intenso
1			X
2		X	
3			X
4			X
5		X	
6		X	
7			X
8		X	
9			X
10		X	
11			X
12		X	
Total	0	6	6

Fuente: Cuadrado, 2021

Tabla 63.

Datos recolectados de prueba descriptivas de sabores extraños de la bebida láctea de la muestra 1.

Panelista	Ausente	Medio	Intenso
1			X
2			X
3		X	
4		X	
5			X
6		X	
7	X		
8			X
9			X
10	X		
11			X
12			X
Total	2	3	7

Fuente: Cuadrado, 2021

Tabla 64.

Datos recolectados de prueba descriptivas del color de la bebida láctea de la muestra 1

Panelista	Ligero	Medio	Intenso
1		X	
2			X
3	X		
4	X		
5		X	
6	X		
7		X	
8		X	
9		X	
10	X		
11		X	
12		X	
Total	4	7	1

Fuente: Cuadrado, 2021

Tabla 65.

Datos recolectados de prueba descriptivas del dulzor de la bebida láctea de la muestra 1

Panelista	Suave	Medio	Fuerte
1	X		
2	X		
3		X	
4	X		
5	X		
6		X	
7	X		
8			X
9		X	
10		X	
11			X
12		X	
Total	5	5	2

Fuente: Cuadrado 2021

Tabla 66.

Datos recolectados de prueba descriptivas del olor de la bebida láctea de la muestra 2.

Panelista	Ausente	Medio	Intenso
1			X
2		X	
3			X
4			X
5		X	
6		X	
7			X
8			X
9			X
10		X	
11			X
12		X	
Total	0	5	7

Fuente: Cuadrado, 2021

Tabla 67.

Datos recolectados de prueba descriptivas de sabores extraños de la bebida láctea de la muestra 2.

Panelista	Ausente	Medio	Intenso
1			X
2			X
3		X	
4		X	
5			X
6		X	
7		X	
8			X
9			X
10			X
11			X
12			X
Total	0	4	8

Fuente: Cuadrado, 2021

Tabla 68.

Datos recolectados de prueba descriptivas del color de la bebida láctea de la muestra 2.

Panelista	Ligero	Medio	Intenso
1		X	
2			X
3		X	
4			X
5		X	
6			X
7		X	
8		X	
9		X	
10			X
11		X	
12		X	
Total	0	8	4

Fuente: Cuadrado, 2021

Tabla 69.

Datos recolectados de prueba descriptivas del dulzor de la bebida láctea de la muestra 2.

Panelista	Suave	Medio	Fuerte
1	X		
2	X		
3	X		
4	X		
5	X		
6		X	
7	X		
8		X	
9	X		
10		X	
11	X		
12	X		
Total	5	5	0

Fuente: Cuadrado 2021