



PRESENTACIÓN

Las autoras de esta investigación se responsabilizan de forma exclusiva de todos los cuadros, figuras, conceptos, análisis, resultados y más información del documento.

Aída Eulalia Freire Reyes

Raquel Katalina Landázuri Ortiz

DEDICATORIA

“Soy una mujer afortunada, nada en la vida me ha sido fácil.”

“El secreto de mi felicidad no es hacer lo que quiero, sino querer siempre lo que hago.”

“Mis logros son ante todo, el producto de la constante elevación de mis aspiraciones y expectativas.”

Este trabajo que ocupa un espacio trascendental dentro de mi sacrificada jornada intelectual a la cual tengo consagrada gran parte de mi vida, lo dedico a Dios, a mis padres, hermanas, profesores, compañeros, amigos y demás personas que de una u otra forma aportaron con un invisible pero grandioso granito de arena para culminar esta nueva etapa de mi vida.

A DIOS, por otorgarme la suficiente sabiduría, fortaleza y la salud para lograrlo.

A MIS PADRES, Laura Reyes y Galo Freire que han sido mi principal apoyo moral y fueron mis primeros maestros que me inculcaron infinitos valores como: responsabilidad, perseverancia, sinceridad, respeto y han sido mi aliciente por el gusto al estudio, cualidades y virtudes que me han permitido destacarme a lo largo de mi vida como estudiante, deportista, hermana, hija, amiga, compañera; y hoy, me ayudan a la culminación de esta importante etapa profesional. Logros que me comprometen cada día más, en ser una persona que me siga superando por mis propios méritos, amando el estudio y la verdad, buscando así la superación en todos los días de mi vida. GRACIAS PADRES POR TODO ELLO.

A MIS HERMANAS, Silvana y Paulina por todos los juegos, conversaciones y momentos vividos, aún en la distancia. Gracias por compartir conmigo ilusiones, metas, logros y desaciertos que se presentan diariamente.

A TODOS QUIENES FORMAN PARTE DE MI QUERIDA ESCUELA, de Ingeniería Agroindustrial porque me acogieron entre su celada y permitieron que creciera un poco más en ella.

A MIS PROFESORES, estará siempre presente para ellos mi gratitud porque se han esforzado por darme una educación integral y han aportado a la culminación de este trabajo.

Lo hago de manera especial a uno de los mejores profesores y amigo como lo he catalogado personalmente, al Ing. MILTON NÚÑEZ quien no sólo me ayudó a ampliar mis conocimientos y a estar cerca de mis metas profesionales sino también a formarme como persona y compañera, gracias por recordarme en mis momentos difíciles la enorme capacidad que tengo de superar cualquier barrera y que la constancia quebranta los muros más sólidos y vence los más imposibles colosales.

A MIS COMPAÑEROS, con quienes viví momentos tristes y duros, pero también momentos agradables y satisfactorios. Gracias por su amistad.

A la Lic. Enna Burbano quien me guía y me apoya con sus consejos y recomendaciones.

A LOS LECTORES DE ESTE TRABAJO, porque en el encuentren un soporte científico que les ayude a su formación y también a percibir un poquito de ánimo que los impulse a trazarse metas y luchar por ellas.

A todas mis amistades y demás personas que han estado cerca de mí, sobre todo durante la realización de este trabajo.

Finalmente deseo compartir el lema que ha guiado mi vida:

“Se le debe dar crédito al hombre que realmente está en el terreno de juego, cuyo rostro está marcado por el polvo, el sudor y la sangre, quien en el mejor de los casos, si triunfa, conoce las emociones de los grandes éxitos, y, si fracasa por lo menos fracasa después de haberse arriesgado con grandeza, y entonces su lugar jamás estará entre aquellas almas tímidas y frías que no conocen ni la victoria ni la derrota”.

THEODORE ROOSEVELT

MUCHAS GRACIAS A TODOS

AÍDA

DEDICATORIA

La presente investigación marca una jornada especial en mi vida, pues es un trabajo al cual me entregué con total perseverancia y dedicación.

Dedico el presente a todas las personas que de una u otra manera colaboraron para que yo pueda culminar con uno de mis sueños que es el ser una profesional.

Principalmente a Dios por brindarme su asistencia, y su fortaleza espiritual y por haberme sostenido en momentos difíciles en los cuales lo busqué pidiéndole su apoyo y su consuelo Divino.

A mis queridos padres Alicia y Raúl, por brindarme su amor y apoyo incondicional, guiando siempre mis pasos y encausándome por el camino del bien y de la verdad, hasta llegar a ser lo que hoy soy.

A mis hermanos Marcelo, Raúl y Carlos quienes compartieron conmigo momentos de risa y llanto, llenándome constantemente de amor y de consuelo, procurando siempre hacerme olvidar el cansancio propio de esta jornada y alentándome de muchas maneras para que yo pueda culminar con éxito mi carrera profesional.

A mis amigos y más allegados que también pusieron su aporte para ayudarme a llegar al final de mi objetivo, entre ellos está el Dr. José Luis Moreno, Ing. Diego Rivadeneira y de manera especial a uno de mis mejores amigos Ing. Darío Simba quienes me supieron dar una mano amiga y su aliento para continuar en mi trabajo.

Mi gratitud también es para todos y cada uno de mis apreciados maestros, los mismos que me supieron compartir su sabiduría y su ejemplo, lo que me ayudó a formarme y a crecer como persona.

A mi compañera de tesis Aída Freire, así como a mis compañeros de la Universidad de quienes me llevo gratos recuerdos.

GRACIAS A TODOS !!

GRACIAS POR AYUDARME A LOGRARLO.

PIDO A DIOS QUE LOS BENDIGA SIEMPRE

RAQUEL

AGRADECIMIENTO

“El agradecimiento mira siempre grande el favor que recibió y es la memoria del corazón”

La GRATITUD es una de las virtudes más importantes que debe practicar el ser humano, por ello luego de haber culminado con éxito nuestros estudios universitarios y el presente trabajo de tesis expresamos nuestros sinceros agradecimientos a todas las personas e instituciones que colaboraron para la culminación de éste trabajo.

A las autoridades y docentes de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales: Escuela de Ingeniería Agroindustrial especialmente a los catedráticos Ing. Walter Quezada (Director de tesis), Dra. Lucía Toromoreno (Asesora de Tesis), Ing. Gladis Yaguana (Asesora de Tesis), Ing. Hernán Cadena (Asesor de Tesis).

Al Ing. Hernán Cadena y al Dr. Carlos Játiva Jefe de Laboratorio de Control de aguas de EMAPA quienes nos facilitaron el equipo para la medición del análisis de turbidez.

Al los señores Leonardo Díaz, Marco Montalvo y Humberto Lara, propietarios de los diferentes trapiches existentes en la provincia de Imbabura, quienes en unos casos nos facilitaron las instalaciones y en

otros la materia prima para la producción de panela, azúcar orgánico y miel hidrolizada de caña.

Al Ingenio Azucarero del Norte Compañía de Economía Mixta (IANCEM), en la persona de la Ing. María Dolores Granja, Jefe de Laboratorio de Control de Calidad, quien nos supo asesorar para la determinación de los requisitos mínimos de calidad para panela, azúcar orgánico y miel Hidrolizada y a todos sus colaboradores que nos permitieron el uso del laboratorio para realizar los análisis físicos, químicos y microbiológicos.

A radio universitaria y canal TVN en nombre del Lic. Antonio Almeida y Sr. Pablo Muñoz quienes nos dieron apertura para dar a conocer a la comunidad en general sobre nuestro estudio.

Y a todos nuestros compañeros, amigos y demás personas que nos incentivaron con su apoyo moral para la culminación de este trabajo.

AIDA y RAQUEL

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Página
PORTADA.....	i
APROBACIÓN.....	ii
PRESENTACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	ix
RESUMEN.....	I
SUMMARY.....	IV

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1	Introducción.....	1
1.2	Justificación e importancia.....	4
1.3	Objetivos.....	6
1.3.1	Objetivo General.....	6
1.3.2	Objetivos Específicos.....	6
1.4	Preguntas a responder.....	7

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1	AGROINDUSTRIA PANELERA EN EL ECUADOR.....	9
2.1.1	Agroindustria panelera en la Provincia de Imbabura.....	11
2.2	LA CAÑA COMO MATERIA PRIMA DE LA AGROINDUS - TRIA PANELERA.....	12
2.2.1	Composición química de la caña.....	13
2.2.1.1	Sacarosa.....	15
2.2.1.2	Glucosa.....	16
2.2.1.3	Fructosa.....	16
2.2.1.4	Azúcar invertido.....	17
2.2.2	Variedades de caña para uso panelero.....	18
2.2.2.1	Especificaciones de la caña para uso panelero.....	20
2.3	DERIVADOS DE LA AGROINDUSTRIA PANELERA.....	21
2.3.1	Panela.....	21
2.3.1.1	Definición de panela.....	22
2.3.1.2	Proceso de obtención de panela.....	23
2.3.1.3	Composición química de la panela.....	29
2.3.2	Azúcar orgánico.....	31
2.3.2.1	Definición.....	31
2.3.2.2	Proceso de obtención de azúcar natural.....	32
2.3.3	Miel hidrolizada de caña.....	33
2.3.3.1	Definición.....	34
2.3.3.2	Proceso de obtención de miel hidrolizada natural por el método	

	ácido.....	34
2.4	REQUISITOS PARA LOS DERIVADOS DE LA AGROINDUS- TRIA PANELERA.....	36
2.4.1	Requisitos para panela.....	36
2.4.2	Requisitos para azúcar natural.....	37
2.4.3	Requisitos para Miel Hidrolizada.....	39
2.5	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS PANELEROS.....	42
2.6	CALIDAD.....	47
2.6.1	Historia de la calidad.....	47
2.6.2	Definición de Calidad.....	47
2.6.3	Trilogía de la calidad.....	49
2.6.4	Factores que influyen en la calidad de un producto alimenticio.....	50
2.6.5	Elementos de la calidad de un producto.....	52
2.6.5.1	Calidad Tecnológica.....	52
2.6.5.2	Calidad Ética.....	54
2.6.5.3	Calidad Estética.....	55
	a.- Vista.....	56
	b.-Tacto y oído.....	56
	c.-Olfato y gusto.....	56
2.7	CONTROL DE CALIDAD.....	57
2.7.1	Definición de control de calidad.....	57
2.7.2	Tareas y técnicas empleadas en el control de calidad de un producto...58	
2.7.2.1	Control de calidad de las materias primas y producto terminado.....	59

2.7.3	Pasos para el control de la calidad en una agroindustria panelera.....	61
2.7.3.1	Calidad total e importancia en la Agroindustria panelera.....	61
2.8	ANALISIS SENSORIAL.....	62
2.8.1	Calidad organoléptica.....	63
	a.- Pruebas objetivas	64
	b.- Pruebas no objetivas.....	65
2.8.1.1	Características sensibles al gusto y olfato.....	66
	a.- Sabor o gusto.....	66
	b.- Aroma.....	67
	c.- Olor.....	67
2.8.1.2	Características sensibles a la vista.....	68
	a.- Color.....	68
	b.- Brillo.....	69
	c.- Defectos visuales	70
	d.- Tamaño.....	70
	e.- Forma.....	71
	f.- Conformación.....	71
	g.- Uniformidad.....	71
	h.- Impurezas.....	71
	i.- Turbidez.....	72
	j.- Viscosidad.....	72
	k.- Apariencia o aspecto.....	72
	l.- Solubilidad.....	73
	m.- Empaque y envase.....	73

2.8.1.3	Características sensibles al tacto y oído.....	74
	a.- Textura.....	74
	b.- Consistencia.....	74
	c.- Firmeza o terneza.....	75
	d.- Granulometría.....	75
2.8	PANELES PARA ENSAYO SENSORIAL Y CONDICIONES DE CATA.....	75

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1	DESARROLLO DEL ESTUDIO.....	78
3.1.1	Lugar de ubicación.....	78
3.1.2	Fases del estudio.....	79
3.1.2.1	Primera Fase: Recolección de muestras de las paneleras en la provincia de Imbabura.....	80
3.1.2.2	Segunda Fase: Obtención de productos.....	81
	a.- Preparación de solución clarificadora de yausabara y análisis de turbidez.....	82
	b.- Obtención de: panela, azúcar y miel hidrolizada.....	83
	Panela.....	86
	Azúcar natural.....	88
	Miel hidrolizada.....	90
3.1.2.3	Tercera fase: Estudio de la calidad de los productos.....	92

a.- Calidad Tecnológica.....	92
b.- Calidad Ética.....	96
c.- Calidad Estética.....	97
3.1.2.4 Cuarta fase: Establecimiento de requisitos mínimos de calidad.....	99
3.1.2.5 Quinta fase: Diseño de tabla colorimétrica.....	100

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 RESULTADOS SOBRE LA PRIMERA FASE: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS EN LAS PANELERAS DE LA PROVINCIA DE IMBABURA.....	102
4.2 RESULTADOS SOBRE LA SEGUNDA FASE: OBTENCIÓN DE PRODUCTOS.....	106
4.3 RESULTADOS SOBRE LA TERCERA FASE: ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS.....	112
4.3.1 Resultados de calidad tecnológica para panela.....	112
4.3.2 Resultados de análisis de calidad estética para panela.....	115
4.3.2.1 Prueba de Friedman para color	116
4.3.2.2 Prueba de Friedman para forma.....	118
4.3.2.3 Prueba de Friedman para textura.....	120
4.3.2.4 Prueba de Friedman para sabor.....	121
4.3.2.5 Prueba de Friedman para aroma.....	123
4.3.2.6 Prueba de Friedman para empaque.....	125

4.3.2.7	Prueba de aceptabilidad.....	127
4.3.3	Resultados de análisis de calidad tecnológica para azúcar.....	129
4.3.3.1	Resultados de análisis físico de azúcar con químico y azúcar natural..	129
4.3.3.2.	Resultados de análisis químico de azúcar con químico y azúcar natural.....	131
4.3.3.3.	Resultados de análisis microbiológico de azúcar con químico y azúcar natural.....	132
4.3.4.	Resultados de análisis de calidad estética para azúcar	133
4.3.4.1	Prueba de Friedman para color.....	133
4.3.4.2	Prueba de Friedman para granulometría.....	135
4.3.4.3	Prueba de Friedman para sabor.....	137
4.3.4.4	Prueba de Friedman para aroma.....	139
4.3.4.5	Prueba de Friedman para empaque.....	140
4.3.4.6	Prueba de aceptabilidad	142
4.3.5	Resultados de análisis de calidad tecnológica para miel hidrolizada..	144
4.3.5.1	Resultados de análisis físico de miel hidrolizada natural.....	144
4.3.5.2	Resultados de análisis químico de miel hidrolizada natural.....	145
4.3.5.3.	Resultados de análisis microbiológico de miel hidrolizada natural....	147
4.3.6.	Resultados de análisis de calidad estética para miel hidrolizada.....	147
4.3.6.1	Prueba de Friedman para color.....	148
4.3.6.2	Prueba de Friedman para brillo.....	150
4.3.6.3	Prueba de Friedman para textura.....	151
4.3.6.4	Prueba de Friedman para defectos visuales.....	153
4.3.6.5	Prueba de Friedman para aroma.....	155

4.3.6.6	Prueba de Friedman para sabor.....	157
4.3.6.7	Prueba de Friedman para envase.....	158
4.3.6.8	Prueba de aceptabilidad.....	160
4.4	RESULTADOS DE LA CUARTA FASE: ESTABLECIMIENTO DE REQUISITOS MÍNIMOS DE CALIDAD.....	162
4.5	RESULTADOS DE LA QUINTA FASE: DISEÑO DE TABLA COLORIMÉTRICA.....	167
4.6	RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN....	171

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES.....	180
5.2	RECOMENDACIONES.....	187

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1: Composición de la caña de azúcar y de los sólidos del guarapo.....	14
Cuadro 2: Variedades de caña cultivadas en la zona Norte.....	19
Cuadro 3: Distribución de las áreas de cultivo de caña en la Provincia de Imbabura.....	19
Cuadro 4: Composición química de la panela.....	30
Cuadro 5: Requisitos de la panela.....	36
Cuadro 6: Requisitos para clasificación de la panela.....	37
Cuadro 7: Requisitos microbiológicos para la panela.....	37
Cuadro 8: Requisitos para panela granulada.....	38
Cuadro 9: Requisitos físicos, químicos, microbiológicos e información nutricional para panela granulada.....	38
Cuadro 10: Requisitos para miel de abeja.....	40
Cuadro 11: Características físicas y químicas segun el Codex Alimentarius.....	40
Cuadro 12: Composición química de la miel hidrolizada.....	41
Cuadro 13: Resumen de resultados sobre encuestas realizadas a productores paneleros de los diferentes cantones de la Pro - vincia de Imbabura.....	103
Cuadro 14: Turbidez obtenida en jugo de caña clarificado.....	106
Cuadro 15: Condiciones de producción que se emplearon para la elabora - ción de panela.....	107
Cuadro 16: Condiciones de producción para la elaboración de azúcar con	

clarificantes químicos y natural.....	108
Cuadro 17: Condiciones de producción para la elaboración de miel hidrolizada.....	109
Cuadro 18: Resumen de codificación para panela, azúcar y miel hidrolizada.....	110
Cuadro 19: Resultados de análisis físico de panela con químico y panela natural.....	112
Cuadro 20: Resultados de análisis químico de panela con químico y panela natural.....	113
Cuadro 21: Resultados de análisis microbiológico de panela con químico y panela natural.....	114
Cuadro 22: Rango de puntaje para color en panela.....	116
Cuadro 23: Rango de puntaje para forma en panela.....	118
Cuadro 24: Rango de puntaje para textura en panela.....	120
Cuadro 25: Rango de puntaje para sabor en panela.....	121
Cuadro 26: Rango de puntaje para aroma en panela.....	123
Cuadro 27: Rango de puntaje para empaque en panela.....	125
Cuadro 28: Rango de puntaje para aceptabilidad en panela.....	127
Cuadro 29: Resultados de análisis físico de azúcar con químico y azúcar natural.....	129
Cuadro 30: Resultados de análisis químico de azúcar con químico y azúcar natural	131
Cuadro 31: Resultados de análisis microbiológico de azúcar con químico y azúcar natural.....	132
Cuadro 32: Rango de puntaje para color en azúcar	133

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Contenido	Página
Gráfico 1: Análisis de color para panela.....	117
Gráfico 2: Análisis de forma para panela.....	119
Gráfico 3: Análisis de textura para panela.....	121
Gráfico 4: Análisis de sabor para panela.....	123
Gráfico 5: Análisis de aroma para panela.....	124
Gráfico 6: Análisis de empaque para panela.....	126
Gráfico 7: Análisis de aceptación para panela.....	128
Gráfico 8: Análisis de color para azúcar	135
Gráfico 9: Análisis de granulometría para azúcar	137
Gráfico 10: Análisis de sabor para azúcar	138
Gráfico 11: Análisis de aroma para azúcar	140
Gráfico 12: Análisis de empaque para azúcar	142
Gráfico 13: Análisis de aceptabilidad para azúcar	143
Gráfico 14: Análisis de color para Miel Hidrolizada.....	149
Gráfico 15: Análisis de brillo para miel hidrolizada	151
Gráfico 16: Análisis de textura para miel hidrolizada.....	153
Gráfico 17: Análisis de defectos visuales para miel hidrolizada.....	155
Gráfico 18: Análisis de aroma para miel hidrolizada.....	156
Gráfico 19: Análisis de sabor para miel hidrolizada.....	158
Gráfico 20: Análisis de envase para miel hidrolizada.....	160
Gráfico 21: Análisis de aceptabilidad para miel hidrolizada.....	162

Gráfico 22: Tabla colorimétrica para panela.....	169
Gráfico 23: Tabla colorimétrica para azúcar.....	170
Gráfico 24: Tabla colorimétrica para miel hidrolizada.....	170
Gráfico 25: Grado de conocimiento sobre mejoramiento de calidad de edulcorantes.....	177
Gráfico 26: Grado de apertura del productor para mejorar a calidad en edulcorantes.....	178
Gráfico 27: Posibilidad para formar la asociación de paneleros en la Provincia de Imbabura.....	179

ÍNDICE DE MAPAS

Contenido	Página
MAPA 1: División del Control de calidad de productos alimenticios.....	60

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Contenido	Página
ESQUEMA 1: Trilogía para el mejoramiento de la calidad de los alimentos.....	49
ESQUEMA 2: Elementos que intervienen en la mejora de la calidad.....	51

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Contenido	Página
Diagrama 1: Proceso de obtención de panela.....	24
Diagrama 2: Proceso de obtención de panela, azúcar natural y miel hidrolizada.....	25

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Contenido	Página
Fotografía 1: Zonas productoras de panela en la Provincia de Imbabura.....	12
Fotografía 2: Caña variedad Campus Brasil.....	13
Fotografía 3: Panela almacenada en un trapiche de la Provincia de Imbabura.....	23
Fotografía 4: Azúcar natural.....	32
Fotografía 5: Tinas en malas condiciones higiénicas.....	43
Fotografía 6: Concentración jugo de caña guarapado.....	44
Fotografía 7: Prelimpiador en malas condiciones higiénicas.....	45
Fotografía 8: Aditivo químico utilizado para elaboración de azúcar.....	46
Fotografía 9: Formación de conglomerados.....	46
Fotografías 10: Miel hidrolizada, panela y azúcar naturales.....	48
Fotografía 11: Adición de sulfa clarol y manteca en panela.....	55
Fotografía 12: Control de temperatura durante el proceso.....	59
Fotografía 13: Papilas gustativas.....	66
Fotografía 14: Sentido del olfato.....	68
Fotografías 15: Variación del color de acuerdo a composición química.....	69
Fotografía 16: Brillo de miel hidrolizada natural.....	70
Fotografía 17: Impurezas del jugo de caña que afectan la calidad de los edulcorantes.....	72
Fotografía 18: Panela con buen aspecto.....	73
Fotografía 19: Azúcar natural empacada en fundas plásticas de polietileno.....	73

Fotografía 20:	Consistencia en miel hidrolizada.....	75
Fotografía 21:	Panel de degustadores.....	76
Fotografía 22:	Panelera de Ambuquí.....	79
Fotografías 23:	Muestras de panela con químico de los trapiches de la Provincia de Imbabura.....	81
Fotografías 24:	Pruebas de clarificación en jugo de caña con diferentes dosis de yausabara aplicado a varias temperaturas.....	82
Fotografías 25:	Medición de turbidez de jugo de caña clarificado.....	83
Fotografías 26:	Extracción de jugo en laboratorio.....	84
Fotografías 27:	Producción de panela, azúcar y miel hidrolizada.....	85
Fotografías 28:	Concentración del jugo de caña.....	86
Fotografías 29:	Panelines y panela en bloque naturales.....	87
Fotografías 30:	Empacado, codificado y almacenamiento.....	87
Fotografías 31:	Proceso de hinchamiento y deshinchamiento de la masa.....	89
Fotografías 32:	Granulado y tamizado del azúcar.....	89
Fotografías 33:	Equipos y aditivos utilizados durante el proceso de obtención de miel hidrolizada.....	91
Fotografía 34:	Presentación de miel hidrolizada.....	91
Fotografías 35:	Espectrofotómetro, refractómetro y tamices para medir granulometría.....	94
Fotografías 36:	Balanza gramera, polarímetro y medidor de humedad.....	95
Fotografías 37:	Cámara de siembra y recuento de coniformes en placa petrifilm.....	95
Fotografías 38:	Malas condiciones higiénicas de trabajo en las paneleras.....	96

Fotografías 39:	Catación de panela, azúcar y miel hidrolizada.....	98
Fotografía 40:	Variación de color en azúcar natural y con químico.....	100