

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y
AGROINDUSTRIA**

**ESTUDIO DE LA CADENA AGROINDUSTRIAL DE LA CABUYA EN
LA PRODUCCIÓN DE MIEL Y LICOR DE CABUYA**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIEROS
AGROINDUSTRIALES**

JURADO LÓPEZ SOFÍA EVELYN
soemy02@hotmail.com
SARZOSA PAZMIÑO XAVIER SANTIAGO
santiagosarzosa@hotmail.com

DIRECTOR: CARLOS NIETO Ph.D.
nieto_esp@andinanet.ec
CODIRECTOR: OSWALDO ACUÑA Ing.
oswaldo.acuna@epn.edu.ec

Quito, Junio 2009

© Escuela Politécnica Nacional 2009
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Nosotros, Sofía Evelyn Jurado López y Santiago Xavier Sarzosa Pazmiño, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Sofía Evelyn Jurado López

Xavier Santiago Sarzosa Pazmiño

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Sofía Evelyn Jurado López y por el Sr. Xavier Santiago Sarzosa Pazmiño bajo mi supervisión.

Carlos Nieto Ph.D.
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Oswaldo Acuña (EPN)
CO-DIRECTOR

RESUMEN1**INTRODUCCIÓN.....2****CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA3**

1.1	Aspectos Agrícolas de la cabuya negra.....	3
1.1.1	Aspectos Botánicos de la cabuya negra.....	4
1.1.2	Rendimientos y producción.....	6
1.2	Conversión de azúcares.....	11
1.2.1	Azúcar invertido.....	12
1.2.2	Pardeamiento no enzimático.....	13
1.3	Concentración de azúcares.....	14
1.4	Fermentación alcohólica.....	16
1.4.1	Medio de Cultivo.....	16
1.4.2	Microorganismo para Fermentación.....	17
1.4.3	Condiciones de la fermentación alcohólica.....	18
1.4.3.1	Iniciador.....	18
1.4.3.2	Sustancias nutritivas.....	18
1.4.3.3	pH del mosto.....	19
1.4.3.4	Oxigenación del mosto.....	19
1.4.3.5	Temperatura de fermentación.....	20
1.4.3.6	Otros factores que influyen en el desarrollo de la fermentación.....	20
1.4.3.7	Tiempo de fermentación.....	20
1.4.4	Mecanismos de Fermentación.....	21
1.4.5	Destilación Alcohólica.....	22
1.4.6	Filtración.....	23

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....24

2.1	Cosecha y poscosecha del aguamiel.....	24
2.1.1	Proceso de cosecha y poscosecha del aguamiel.....	24
2.1.1.1	Selección del agave para la producción de aguamiel.....	24
2.1.1.2	Elaboración del orificio en el agave para la producción del aguamiel.....	25
2.1.1.3	Recolección del aguamiel.....	26
2.1.2	Estudio de optimización de la cosecha del aguamiel.....	27
2.2	Caracterización físico – químico del aguamiel.....	28
2.2.1	Recolección y conservación de la muestra.....	28
2.2.2	Estudio de componentes del aguamiel.....	29
2.3	Elaboración de la miel y licor de cabuya.....	31
2.3.1	Preparación y acondicionamiento de materia prima.....	31
2.3.2	Concentración del aguamiel.....	32
2.3.2.1	Ensayos preliminares.....	32
2.3.2.2	Experimentación y formulaciones para la miel de agave.....	32
2.3.2.3	Proceso de experimentación para la miel de cabuya.....	33
2.3.2.4	Diseño experimental.....	35
2.3.3	Fermentación de la miel y destilación alcohólica.....	36

2.3.3.1	Ensayos preliminares	36
2.3.3.2	Experimentación para el licor de cabuya	36
2.3.3.3	Diseño experimental	40
2.3.4	Caracterización físico – químico de los productos obtenidos	40
2.3.4.1	Miel de cabuya.....	40
2.3.4.2	Licor de cabuya.....	41
2.3.5	Estudio de estabilidad de los productos	41
2.3.5.1	Estabilidad de la miel de cabuya	41
2.3.5.2	Estabilidad del licor de cabuya.....	42
2.3.6	Estudio de aceptabilidad	42
2.3.6.1	Estudio de aceptabilidad de la miel de cabuya	42
2.3.6.1	Estudio de aceptabilidad del licor de cabuya	44

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....45

3.1	Estudio de cosecha del aguamiel.....	45
3.2	Caracterización del aguamiel	52
3.3	Elaboración de la miel	54
3.3.1	Concentración del aguamiel	54
3.3.2	Caracterización de la miel	60
3.3.3	Estabilidad de la miel.....	63
3.3.4	Aceptabilidad de la miel.....	64
3.4	Elaboración del licor de cabuya	67
3.4.1	Caracterización físico – químico del licor de cabuya	78
3.4.2	Estabilidad del licor	78
3.4.3	Aceptabilidad de licor	79

CAPITULO 4. ANÁLISIS DE FACTORES DE COSTO80

4.1	Análisis de mercado.....	80
4.1.1	Mercado de la miel de cabuya	80
4.1.2	Mercado del licor de cabuya	85
4.2	Análisis de producción de miel y alcohol.....	94
4.2.1	Producción de miel de cabuya.....	98
4.2.1.1	Descripción del producto	98
4.2.1.2	Tamaño de la planta procesadora.....	99
4.2.1.3	Descripción del proceso productivo.....	99
4.2.1.4	Localización de la planta procesadora	101
4.2.1.5	Requerimiento de maquinaria y equipos.....	101
4.2.1.6	Requerimiento de mano de obra	102
4.2.2	Producción del licor de cabuya.....	102
4.2.2.1	Descripción del producto	102
4.2.2.2	Tamaño de la planta procesadora.....	103
4.2.2.3	Descripción del proceso productivo.....	103
4.2.2.4	Localización de la planta procesadora	107
4.2.2.5	Requerimiento de maquinaria y equipos.....	107
4.2.2.6	Requerimiento de personal	107
4.3	Determinación de indicadores financieros.....	108

4.3.1	Análisis económico.....	108
4.3.1.1	Proyecto de la miel.....	108
4.3.1.2	Proyecto del licor.....	113
4.3.2	Análisis de los indicadores financiero	117
4.4	Análisis ambiental y social	119

CAPITULO 5.CONCLUSIONES RECOMENDACIONES..122

5.1	Conclusiones generales.....	122
5.1.1	Conclusiones miel de cabuya	123
5.1.2	Conclusiones licor de cabuya.....	124
5.2	Recomendaciones generales	126
5.2.1	Recomendaciones miel de cabuya	127
5.2.2	Recomendaciones licor de cabuya.....	127

BIBLIOGRAFÍA.....129

ANEXOS132

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 2.1: Formulación de Ingredientes recomendados por Danisco para la miel	33
Tabla 2.2: Esquema del experimento de la miel según el uso de espesante	35
Tabla 2.3: Esquema del experimento del licor	40
Tabla 3.1: Promedio de grados Brix de aguamiel de Cabuya (Agave) por comunidad	45
Tabla 3.2: Agrupamiento de Agaves según condiciones de manejo	46
Tabla 3.3: Brix y Rendimiento según turnos de recolección	50
Tabla 3.4: Evaluación organoléptica del aguamiel de <i>Agave americana</i>	52
Tabla 3.5: Evaluación químico bromatológica del aguamiel de <i>Agave americana</i>	53
Tabla 3.6: Análisis de microorganismos del aguamiel	53
Tabla 3.7: Resumen de la evaluación sensorial, características del espesante y consistencia	59
Tabla 3.8: Evaluación químico bromatológica de la miel de cabuya	61
Tabla 3.9: Evaluación organoléptica de la miel	62
Tabla 3.10: Análisis microbiológico de la miel	62
Tabla 3.11: Actividad de agua, Brix, pH según periodo de almacenamiento	63
Tabla 3.12: Crecimiento microbiano según periodo de almacenamiento	63
Tabla 3.13: Resultados de pruebas preliminares de fermentación	71
Tabla 3.14: Rendimiento (%) de alcohol según tratamientos	77
Tabla 3.15: Evaluación físico química del licor de cabuya	78
Tabla 3.16: Resultados de catación	79
Tabla 4.1: Productos de competencia de la miel de cabuya	81
Tabla 4.2: Resultados de encuestas de aceptabilidad de miel de Cabuya	83
Tabla 4.3: Proyección de poder de compra de unidades de miel de cabuya	84
Tabla 4.4: Consumo de Tequila en el Ecuador	87
Tabla 4.5: Consumo de Tequila variedad 100% Agave en el Ecuador	88
Tabla 4.6: Consumo de Tequila variedad 100% Agave en el Ecuador por número de botellas	90

	PÁGINA
Tabla 4.7: Principales licores de Agave en el mercado ecuatoriano	90
Tabla 4.8: Resultados de encuesta sobre venta según tipo de tequila en la “Mariscal”	91
Tabla 4.9: Resultados de encuesta sobre venta de tequila 100% Agave en la “Mariscal”	92
Tabla 4.10: Número total de cabuyos en cuatro comunidades de Pujilí	95
Tabla 4.11: Total de Agaves según edad estimada	95
Tabla 4.12: Programación de cosecha de Agave según estado de madurez	96
Tabla 4.13: Disponibilidad diaria de aguamiel y su proyección anual	97
Tabla 4.14: Rendimiento de Agaves y aguamiel por hectárea.	98
Tabla 4.15: Lista de maquinaria y equipos para la producción de miel	101
Tabla 4.16: Lista de maquinaria y equipos para la producción de licor	107
Tabla 4.17: Inversión total de la planta procesadora de miel	108
Tabla 4.18: Inversión fija – producto miel	109
Tabla 4.19: Capital de operaciones – producto miel	109
Tabla 4.20: Costo de producción – producto miel	110
Tabla 4.21: Costo unitario – producto miel	111
Tabla 4.22: Ventas netas – producto miel	111
Tabla 4.23: Estado de ganancia y pérdida – producto miel	112
Tabla 4.24: Inversión total de la planta procesadora del licor	113
Tabla 4.25: Inversión fija – producto licor	114
Tabla 4.26: Capital de operaciones – producto licor	114
Tabla 4.27: Costo de producción – producto licor	115
Tabla 4.28: Costo unitario – producto licor	115
Tabla 4.29: Ventas netas – producto licor	116
Tabla 4.30: Estado de ganancia y pérdida – producto licor	116

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1.1: Principales variedades del <i>Agave americana</i>	3
Figura 1.2: Aspectos Botánicos del <i>Agave americana</i>	4
Figura 1.3: Aspectos Botánicos del <i>Agave americana</i> (<i>inflorescencia</i>)	5
Figura 1.4: Aspectos Botánicos del <i>Agave americana</i> (<i>frutos y semillas</i>)	5
Figura 1.5: Morfología del Agave	6
Figura 1.6: Estructura química de la sacarosa (glucosa + fructuosa)	11
Figura 2.1: Ejemplar Maduro del <i>Agave americana</i>	24
Figura 2.2: Elaboración de la cavidad en el Agave	25
Figura 2.3: Orificio en Cogollo de un Agave americana	26
Figura 2.4: Recolección del Aguamiel	26
Figura 2.5: Concentración del Aguamiel	36
Figura 2.6: Microfermentador y esterilizador	37
Figura 2.7: Equipo de laboratorio para la destilación	38
Figura 3.1: Disminución de grados Brix con relación al tiempo en producción de un Agave	47
Figura 3.2: Brix y pH con relación al tiempo de acumulación de aguamiel	48
Figura 3.3: Brix y Rendimiento con relación al tiempo de acumulación de aguamiel	48
Figura 3.4: Brix y Rendimiento con relación a la hora de Raspado	49
Figura 3.5: Tipos de raspado en el interior del orificio de un Agave	51
Figura 3.6: Dirección o sentido del crecimiento de las hojas del Agave, y sentido de raspado	51
Figura 3.7: Temperatura, Brix y pH vs tiempo de concentración de la miel	54
Figura 3.8: Comportamiento del Brix en proceso de concentración del aguamiel vs temp.	55
Figura 3.9: Evaluación cualitativa de consistencia	56
Figura 3.10: Evaluación cualitativa de olor	57
Figura 3.11: Evaluación cualitativa de sabor	58
Figura 3.12: Evaluación cualitativa de color	58
Figura 3.13: Evaluación sensorial de la miel de Agave entre espesantes	60

	PÁGINA
Figura 3.14: Porcentaje de personas encuestadas según género	64
Figura 3.15: Porcentaje de personas encuestadas según grupos de edad	64
Figura 3.16: Resultados de la escala hedónica de aceptabilidad	65
Figura 3.17: Decisión de Compra	65
Figura 3.18: a) Presentación del producto miel, b) Frecuencia de compra, c) Precios	66
Figura 3.19: Curva de crecimiento de <i>S. cerevisiae</i> en el periodo de fermentación.	67
Figura 3.20: Comportamiento de sólidos solubles en relación al tiempo de fermentación	68
Figura 3.21: Comportamiento del pH en relación al tiempo de fermentación	69
Figura 3.22: Brix vs Absorbancia de azúcares reductor durante el tiempo de fermentación	70
Figura 3.23: Comparación de rendimiento de alcohol vs Brix	72
Figura 3.24: Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs % de levadura a 15 Brix	73
Figura 3.25: Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs Nutrientes (15 Brix)	73
Figura 3.26: Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs % de levadura a 12 Brix	74
Figura 3.27: Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs Nutrientes (12 Brix)	75
Figura 3.28: Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs % de levadura a 18 Brix	75
Figura 3.29: Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs Nutrientes (18 Brix)	76
Figura 4.1: Consumo de Agave (cultivo) para la elaboración de tequila en el mundo	86
Figura 4.2: Consumo de Tequila en el Ecuador	88
Figura 4.3: Consumo de licor Tequila 100% Agave en el Ecuador	89
Figura 4.4: Esquema de cultivo de Agave	97
Figura 4.5: Balance de masa de la elaboración de miel de cabuya	100
Figura 4.6: Tanques de Fermentación	104
Figura 4.7: Alambique de destilación	105
Figura 4.8: Balance de masa de la elaboración de licor de cabuya	106
Figura 4.9: Punto de equilibrio – producto miel	112
Figura 4.10: Punto de equilibrio – producto licor	117

ÍNDICE DE ANEXOS

	PAGINA
ANEXO I	
Esquema de la Reacción de Pardeamiento no Enzimático de Maillard	133
ANEXO II	
Valores mínimos de aw para el crecimiento de algunos microorganismos	133
ANEXO III	
Esquema de la Ruta Metabólica de la Fermentación	134 -135
ANEXO IV	
Formato de Información de recolección y calidad de Agumiel	136
ANEXO V	
Formulación – 1: Syrup de miel de cabuya	137
ANEXO VI	
Formulación – 2: Syrup de miel de cabuya	138
ANEXO VII	
Norma mexicana de destilados de Agave	139
ANEXO VIII	
Encuesta para recolección de información	140
ANEXO IX	
Ficha de calificación para el licor de Agave	141
ANEXO X	
Encuesta sobre licor de Cabuya	142
ANEXO XI	
Desarrollo de diferentes parámetros en el transcurso de elaboración de miel	143
ANEXO XII	
Escala hedónica de aceptabilidad para la experimentación de la miel	143
ANEXO XIII	
Evaluación sensorial de la miel de Agave con el espesante Grindsted Xantan.	143
ANEXO XIV	
Evaluación sensorial de la miel de Agave con el espesante Grindsted Pectin YF-450.	144
ANEXO XV	
Evaluación sensorial de la miel de Agave con el espesante Carboximetilcelulosa (CMC).	144
ANEXO XVI	
Evaluación sensorial de la miel de Agave con el espesante Pectina cítrica.	144
ANEXO XVII	
Evaluación sensorial de la miel de Agave entre espesantes.	145

ANEXO XVIII	
Crecimiento de microorganismos (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) durante la fermentación.	145
ANEXO XIX	
Comportamiento de Brix y pH con relación al tiempo de fermentación	146
ANEXO XX	
Brix vs Absorbancia de azúcares reductores (540nm) durante el tiempo de fermentación.	146
ANEXO XXI	
Fermentación alcohólica al 0,5% en peso de inóculo al 12, 15, 18 Brix.	147
ANEXO XXII	
Fermentación alcohólica al 1% en peso de inóculo al 12, 15, 18 Brix	147
ANEXO XXIII	
Fermentación alcohólica al 2% en peso de inóculo al 12, 15, 18 Brix.	148
ANEXO XXIV	
Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs % de levadura a 15 Brix.	148
ANEXO XXV	
Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs nutrientes a 15 Brix.	149
ANEXO XXVI	
Análisis de varianza del rendimiento del alcohol (20GL) vs 0,5, 1 y 2% de levadura a 12 Brix	149
ANEXO XXVII	
Análisis de varianza del rendimiento del alcohol (20GL) vs nutrientes a 12 Brix.	149
ANEXO XXVIII	
Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs % de levadura a 18 Brix.	150
ANEXO XXIX	
Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs Nutrientes (18 Brix)	150
ANEXO XXX	
Estados de Madurez del Agave Americano.	151
ANEXO XXXI	
Estados de Madurez del Agave Americano (Fotos)	152
ANEXO XXXII.	
Terrenos y construcciones para la planta de la miel	153
ANEXO XXXIII	
Maquinaria y equipo de la planta de la miel	153
ANEXO XXXIV	
Otros activos de la planta de miel	154
ANEXO XXXV	
Materiales Directos en la elaboración de miel	154

ANEXO XXXVI	
Mano de Obra Directa en la elaboración de miel	154
ANEXO XXXVII	
Carga Fabril en la elaboración de la miel	155
ANEXO XXXVIII	
Gastos de administración y generales de la planta de la miel	156
ANEXO XXXIX	
Gastos de ventas de la planta de miel	156
ANEXO XL	
Gastos financieros de la planta de miel	156
ANEXO XLI	
Punto de Equilibrio de la miel	157
ANEXO XLII	
Terrenos y construcciones para la planta de la miel	157
ANEXO XLIII	
Maquinaria y equipo de la planta de licor	158
ANEXO XLIV	
Otros activos de la planta de licor	159
ANEXO XLV	
Materiales Directos en la elaboración de licor	159
ANEXO XLVI	
Mano de Obra Directa en la elaboración del licor	159
ANEXO XLVII	
Carga Fabril en la elaboración del licor	160
ANEXO XLVIII	
Gastos de ventas de la planta del licor	161
ANEXO XLIX	
Gastos de administración y generales de la planta del licor	161
ANEXO L	
Gastos financieros de la planta de licor	162
ANEXO LI	
Punto de Equilibrio del licor	162
ANEXO LII	
Flujo Neto de Efectivo de la planta de la miel	163
ANEXO LIII	
Flujo Neto de Efectivo de la planta de licor	164

RESUMEN

La siguiente investigación es un estudio de factibilidad para la producción y comercialización de miel y licor elaborados a base del aguamiel que exuda del **Agave americana** en los Valles de Pujilí.

El aguamiel tiene la siguiente composición (g/100g): 89% de agua; fructosa 6,9%; sacarosa 0,19%; carbohidratos 3%; proteína 0,34%; cenizas 0,65%; sodio 1%.

Para la elaboración de miel de cabuya se realizaron 12 casos experimentales (con su respectiva repetición). En cada caso experimental se trabajó con el uso de diferentes formulaciones de aditivos alimentarios. Los productos obtenidos en cada caso fueron sometidos a una evaluación sensorial, obteniéndose que en la muestra que obtuvo más alta aceptación se usó CarboxiMetilCelulosa (CMC) al 0.3% en peso, conservante Natamax 100ppm y aguamiel concentrada a 65° Brix.

La miel de cabuya posee esta composición: Humedad 33,48%, proteínas 1,63%, cenizas 6,85%, carbohidratos 27,2%, fructuosa 7,82% y sacarosa 23,01%.

En la etapa de obtención del licor de cabuya a partir también del aguamiel, se realizaron 18 casos experimentales cada uno con su repetición. En los casos estudiados los dos mejores rendimientos de alcohol se obtuvieron cuando se empleó el 1% y el 0,5 % en peso de inóculo (levadura fresca), ambos tratamientos enriquecidos con nutrientes químicos al 0,02% (amonio fosfato dibásico) y con un mosto inicial o aguamiel concentrada a 18°Brix. Estas muestras fueron sometidas a un proceso de catado de dos personas especializadas y la que obtuvo mayor calificación fue la muestra en la que se empleó el 0,5% de inóculo.

El licor de cabuya a 40° Gl contiene: 320 mg/lit de alcoholes superiores, < 30 mg/lit metanol y 35 mg/lit de aldehídos, extracto seco 0,38g/lit y un pH de 3,9.

En el proyecto producción y comercialización de la miel de cabuya se obtuvo un TIR del 24 % y un VAN de 10.681 dólares y para el proyecto del licor de cabuya se obtuvo un TIR del 26% y un VAN de 26.086 dólares. Estos resultados demuestran la factibilidad de ejecutar estos proyectos.

INTRODUCCIÓN

El Agave americana popularmente conocida en el Ecuador como Cabuya Negra, es una planta perenne originaria de territorios mexicanos, y que ha sido introducida en varias zonas geográficas del mundo entero. En el Ecuador se la encuentra a lo largo del callejón interandino generalmente formando linderos.

El *Agave* (griego “maravilla”), brinda al hombre alimento, bebida, material para artesanía, alimento para el ganado, cuidado e higiene personal, etc. Dentro de estos usos están la elaboración artesanal de jarabes y bebidas alcohólicas a partir del aguamiel que exuda al hacer una herida en el corazón del *Agave*.

Teniendo presente el legado ancestral de la utilización del Chaguarmishki en la serranía ecuatoriana se realizó el “Estudio de la cadena agroindustrial del Agave americana (cabuya negra) para la elaboración de miel y licor de cabuya”, cuya primera etapa de investigación se desarrolló en las comunidades rurales del Valle de Pujilí en la provincia de Cotopaxi, para posteriormente alternar labores con los laboratorios de bioprocesos de la Escuela Politécnica Nacional EPN-Quito.

En el estudio de la cadena agroindustrial del Agave americana se exponen las etapas de producción para la obtención del aguamiel (cosecha), el proceso de experimentación y formulación de los productos, su aceptación al público, la propuesta de producción para una planta procesadora con el análisis técnico - económico, más el análisis ambiental y social.

La poca disponibilidad de agua y la variación en los cambios climáticos han obstruido los objetivos esperados por los pequeños productores agropecuarios. Sin embargo la producción de Miel y Licor de cabuya representa para las comunidades una oportunidad alternativa de ingresos económicos, debido al cultivo poco exigente, el conocimiento en el manejo y extracción del aguamiel, además la resiembra constante de *Agaves* para linderos adornando el paisaje interandino.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 ASPECTOS AGRÍCOLAS DE LA CABUYA NEGRA

En Ecuador a la “Cabuya Negra” se la encuentra a lo largo del callejón interandino de la región sierra, frecuentemente como cercas vivas. El nombre científico correspondiente de esta planta es *Agave americana* L. (Cueva *et al.*, 1999).

El *Agave americana* ha sido una planta difundida desde hace ya muchos siglos en el continente Americano por razones alimenticias, artesanales, ornamentales, religiosas y otros múltiples usos; por lo que su origen y área de distribución natural es en cierto grado especulativa. Sin embargo según diversos estudiosos coinciden en afirmar que México es el centro y origen de dispersión del género *Agave* al resto del continente en épocas prehispánicas, y posteriormente al mundo entero, ya que aún se hallan *Agaves* en estado silvestre (Abundis, 2007).

El nombre científico *Agave americana* Linné, fue publicado por vez primera en “Species plantarum” por Carl Linné (1753). y su clasificación científica es: Reino: *Plantae*. Filo: *Magnoliophyta*. Clase: *Liliopsida*. Orden: *Asparagales*. Familia: *Agavaceae*. Género: *Agave*. Especie: *Agave americana* Linne. Variedades: americana, margarita, medio-picta, expanda, latifolia, oaxacensis (Hristov, 2004).



Figura 1.1 Principales variedades del *Agave americana*

Fotos: A- variedad americana; B- variedad margarita; C- variedad medio picta.

Fuente: A (los autores, 2007); B (www.infojardin.com, 2006); C (www.welcomecactusland.com, 2007)

1.1.1 ASPECTOS BOTÁNICOS DE LA CABUYA NEGRA

El *Agave americana* es una planta perenne *acaule* (latín: sin tallo), donde su corazón o meristemo está cubierto por grandes hojas dispuestas en forma de roseta (Hristov, 2004).

El meristemo del *Agave americana* es rico en carbohidratos no estructurales de reserva, los cuales constituyen el aguamiel que exuda al hacer una herida en este (Rendón *et al.*, 2007).

Las hojas son de color verde grisáceo, en una planta madura miden 1.20 a 2.00 m de largo, son lanceoladas y carnosas, ligeramente cóncavas hacia arriba, sin pecíolo y con un ancho en la base de hasta 30 cm, poseen bordes firmes con una hilera de espinas (Figura 1.2., C y D), terminando en el vértice con una espina de 3 cm a 5 cm de largo (Figura 1.2., B). La superficie de las hojas está cubierta de una membrana resistente y blanquecina. En el espesor de las hojas se encuentran fibras longitudinales muy resistentes y maleables, las que son utilizadas como fibra para la fabricación de artesanías, saquillos y otros usos (Bautista, 2006).

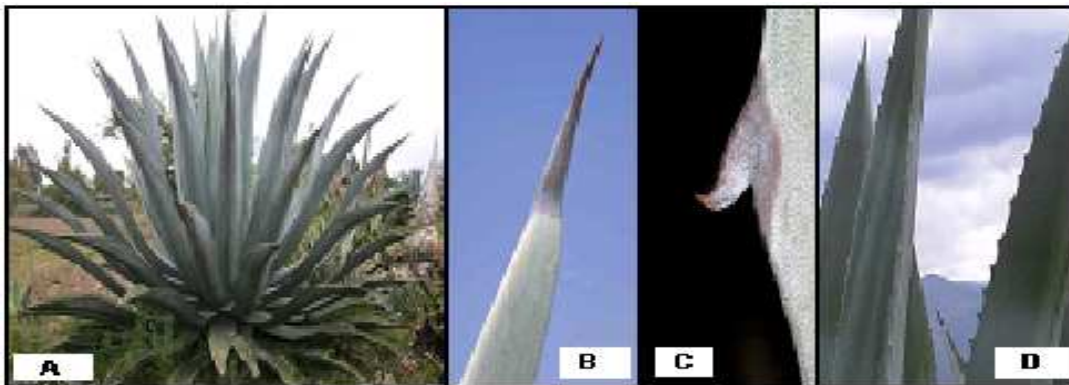


Figura 1.2. Aspectos Botánicos del *Agave americana*

Fotos: A - *Agave americana*; B- ápice de la hoja; C- diente lateral de una hoja; D- hojas del *Agave*.

Fuente: A y D (los autores, 2007); B y C (www.hoseito.com, 2007)

Desde el vértice del meristemo, en el centro de gigantesca roseta, surge verticalmente hacia arriba el tallo floral, que florece una sola vez en su vida y muere tras esa floración, fenómeno conocido como monocarpismo (Bizer, 2008).

La gigante floración se dispone en un tallo floral de aproximadamente 10 metros de altura y desde los 10 cm de diámetro en la parte alta, hasta los 40 cm en la parte baja (Figura 1.3., A); de él y desde más de la mitad de su longitud van saliendo pequeñas ramas en forma de candelabro (20 a 30 ramas), terminando cada una en un grupo de flores de color amarillo-verdoso. Estas flores son mixtas, tubulares de 5 cm de largo, formada por 6 tépalos, 6 estambres largos, pistilo alargado, estigma alargado y ovario trilobular. (Figura 1.3., B y C), (Flores, 2005).

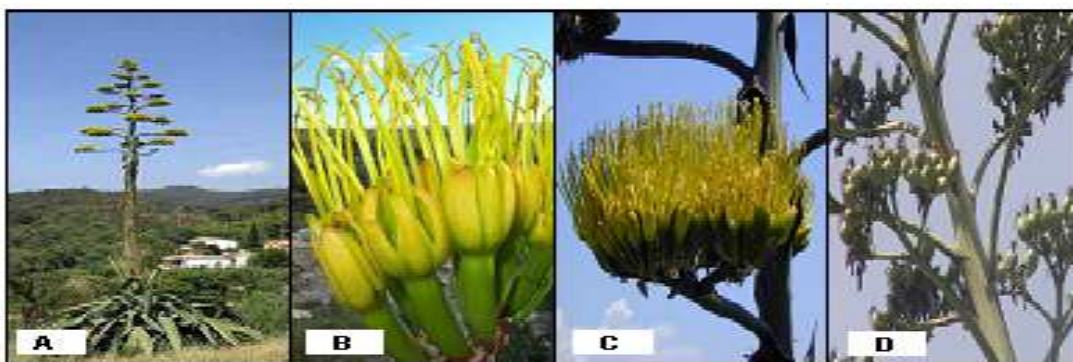


Figura 1.3. Aspectos Botánicos del *Agave americana*, Inflorescencia

Fotos: A- Floración, B y C- Flores de Agave; D- Frutos de Agave

Fuente: A (www.fichas.infojardin.com); B (www.travel.webshots.com); C y D (www.flickr.com)

El fruto es una cápsula triangular, prismática oblonga, de 4 cm de largo y lleno de semillas (Figura 1.3., D y Figura 1.4., A). Al secarse los frutos quedan ligeramente abiertos (Figura 1.4., B y C). Las semillas son planas de color negro, miden aproximadamente de 6 a 8 mm (Figura 1.4., D). [Flores, 2005; Bautista, 2006].

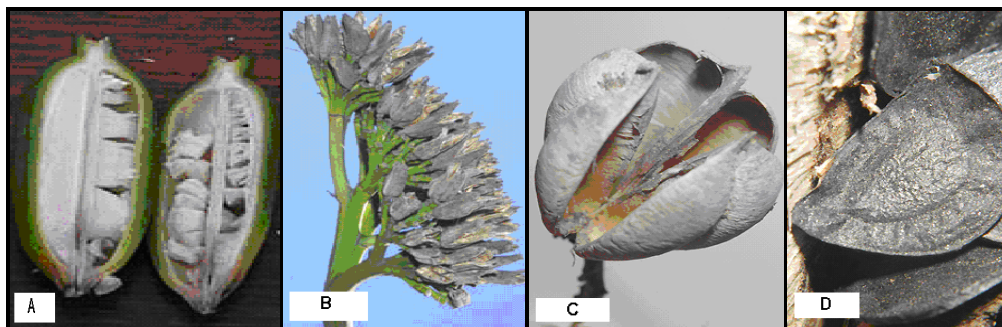


Figura 1.4. Aspectos Botánicos del *Agave americana*, Frutos y semilla

Fotos: A- Fruto, B- frutos abiertos y secos, C- fruto seco, D- semilla

(www.hoseito.com, 2007)

Los Agaves se pueden propagar mediante bulbillos que son brotes vegetativos que se generan en los pedúnculos florales, en el tallo y entre una hoja y otra (brote axial), sin embargo para el *Agave americana* esta práctica no es usual, ya que no es común hallar dichos brotes vegetativos, o son muy escasos. En el *Agave americana* principalmente se utilizan los hijuelos que nacen desde los rizomas de la planta madre, para posteriormente ser trasplantados cuando alcanzan una altura de 50 cm (Flores, 2005).

La morfología de un *Agave americana* se presenta en la figura siguiente:

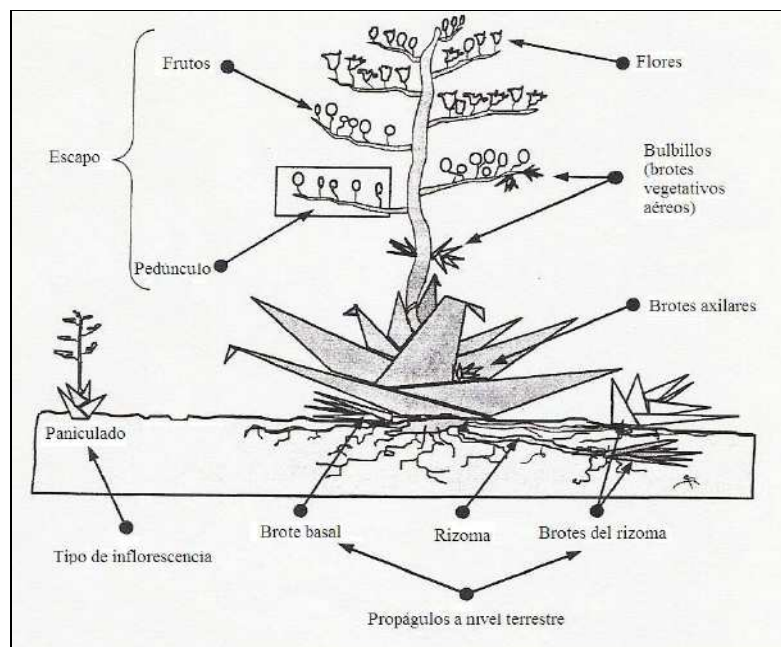


Figura 1.5. Morfología del Agave
(Flores, 2005)

1.1.2 RENDIMIENTOS Y PRODUCCIÓN

El género *Agave* abarca unas 166 especies, de las cuales en el Ecuador se ha generado información sobre el cultivo y producción del *Agave furcraea* utilizado para la extracción de la fibra, y en otros países como México se cultiva el *Agave tequilana* utilizado en la elaboración de tequila (Flores, 2005).

En el caso del Agave americana, la información existente detalla aspectos botánicos y hasta los usos que daban a esta especie culturas prehispánicas, pero no así sobre el manejo del cultivo y producción, pudiendo deberse esto a que no ha sido una planta utilizada aún para la industrialización de un producto en particular. El principal uso de este Agave ha sido para cercas vivas y linderos de propiedades.

La “Guía Técnica del Cultivo de Cabuya. (Agave spp.)” (Convenio MAG/IICA, 2001), y el folleto “La Cabuya cultivo e industrialización” (MAG,1965) tratan de explicar de manera general el manejo de dos de las especies del genero *Agave* conocidas en el Ecuador que son el Agave furcraea conocida como cabuya blanca y el Agave americana conocida como cabuya negra ; no obstante esta información gira entorno a la primera especie citada, y aunque a estas dos plantas sea común hallarlas creciendo en las mismas zonas, la entera aplicación de las técnicas existentes para el manejo de la especie *americana* debería ser probada y evaluada

Cultivo de Cabuya (Agave furcraea)

- **Exigencias Agroecológicas del Cultivo**

Clima: Temperados, secos.

Temperatura: 19o – 32° C (soporta temperaturas bajas)

Humedad: 70 – 90%

Pluviosidad: 300 – 1600 mm anuales

Altitud: 1300 – 2820 msnm.

- **Requerimientos edáficos**

Textura: Arenosa, Franco arenosa, permeables, profundos, fértiles

Acidez: pH 5.0 – 6.5

Tipo de suelo: Suelos de cordillera, sueltos, permeables.

- **Sistemas de propagación**

Hijuelos: Nacen de la base de las plantas, desde los rizomas (forma más común)

Meristemáticos: Se usan las yemas de plantas jóvenes.

- **Siembra**

Distancia de siembra: 1.5 y 1.5 m entre plantas y de 3 a 4 m para las calles.

Densidad de plantas: 2000 – 3000 plantas por hectárea.

Época de plantación: Al inicio del período de lluvias o con riego.

- **Técnicas de Cultivo**

Selección del terreno: Preferible planos, sin grandes ondulaciones o accidentes.

Preparación del terreno: Limpieza, eliminar las piedras grandes.

Trazado de la plantación: Siguiendo las curvas de nivel.

Hoyado: 20 x 30 cm separando la capa más fértil de la otra tierra.

Fertilización de fondo: Al fondo del hueco se agrega materia orgánica, residuos.

Fertilización: Abonado cada 4 o 5 años, con estiércol de ganado vacuno o caprino descompuesto. Diciembre a marzo. 4 a 6 Kg/planta, distribuidos alrededor de la misma y mezclados con los primeros 20 cm de suelo.

Trasplante: Con colinos uniformes.

Control de malezas: Se emplean sistemas manuales y químicos localizados.

Fitosanidad: Realizar aspersiones en caso de que se presenten enfermedades.

- **Plagas y Enfermedades principales**

Plagas Insectiles: Cortador del tallo, Cochinilla, Barrenador del tallo

Enfermedades Fúngicas: Mancha de la hoja, Pudrición seca del cuello, Pudrición del cuello.

Métodos Tradicionales de Cosecha según producto. (Agave americana)

Algunos de los principales productos que se pueden obtener de la Cabuya negra son: aguamiel, alcaparras, pencas u hojas para alimentación del ganado y fibra. A no ser que se indique lo contrario la siguiente información fue tomada del “Proyecto Derivados de la Cabuya Negra” (PDA Pujilí Guangaje, 2006).

- *Cosecha para Aguamiel.*- Cuando la planta ha alcanzado el punto de madurez previo a la salida del chaguarquero, o mejor dicho la gigante inflorescencia, es el momento idóneo para la elaboración del orificio donde se acumulará del aguamiel cortando unas pocas hojas que obstaculizan el acceso al corazón de la planta. Así también si lo que se desea es la obtención del corazón o “piña” el estado de madurez deberá ser el mismo, debido a que en este estado el corazón de la planta se encuentra cargado de nutrientes y carbohidratos de reserva para la inminente salida de la inflorescencia.
- *Cosecha para flores de Cabuya (alcaparras).*- Si la cosecha esta enfocada a la recolecta de alcaparras o flores del *Agave*, será necesario esperar al desarrollo del la inflorescencia hasta el estado de madures deseado de las alcaparras.
- *Cosecha de hojas para alimentación de ganado.*- Se realiza el corte desde la base de las hojas en un *Agave* maduro. En una sola ocasión en la vida de la planta se cortan la totalidad de las hojas, dejando únicamente el corazón de la planta el que también puede ser usado para alimentar a los animales.
- *Cosecha para fibra de cabuya.*- El *Agave americana* no es comúnmente usada para la extracción de fibra, seguramente porque la mayor cantidad de pulpa y jugos de la hoja – en comparación con otros *Agaves*- , dificultan el “tallado”, es decir la extracción de la fibra a mano. Además que ocuparían mucho volumen en las “cochas” que se hacen para el enriado o pudrición de las pencas en agua, facilitando la separación y extracción de las fibras (MAG, 1965).

Rendimientos

- *Aguamiel*.- Se acumula el exudado o aguamiel en el orificio elaborado en el tronco o Corazón. Se realiza la primera recolección a los ocho días de haber sido elaborado el orificio. Dependiendo de la edad del Cabuyo y del tamaño del orificio de acumulación de aguamiel, se podrá recolectar todos los días desde ½ litro, hasta los 3 litros/planta en cada uno de los tres turnos por día. El tamaño global del Agave hará que esta cosecha dure desde un mes hasta seis meses, hasta que la planta se haya secado.
- *Alcaparras*.- Hasta 30 panículos emergen del tallo floral del Agave, cada uno con más de un centenar de flores. Dependiendo el tamaño y grado de madurez en el que se pretenda cosechar en la zona de Pujilí (cantón de Cotopaxi-Ecuador) a las alcaparras se las puede cosechar desde el mes de marzo.
- *Hojas*.- En un Agave maduro se pueden encontrar más de cincuenta hojas para la alimentación del ganado.
- *Fibra de Cabuya (Agave furcraea)*.- En el primer año de cosecha se producirán 4 toneladas por hectárea, 6 en el segundo y ocho en el tercero, aproximadamente (Convenio MAG/IICA, 2001).

Usos del Agave americana

Diversidad de usos del aguamiel que exuda de la planta para la elaboración de miel, vinagre, y bebidas; además del uso medicinal y para el cuidado personal. Así también el aprovechamiento de las hojas y fibra de la cabuya para la confección de artesanías, sogas, alpargatas, hilos para redes, para la construcción utilizando las hojas acanaladas para techos y vigas, y para la obtención de jabón (Venero, 2006).

1.2 CONVERSIÓN DE AZÚCARES

El Aguamiel del Agave es un fluido rico en carbohidratos como la fructosa, sacarosa y glucosa, además contiene pequeñas cantidades de vitaminas y minerales (Flores *et al.*, 1996).

Los carbohidratos de reserva presentes en el aguamiel de Agave, son susceptibles a cambios físico-químicos en los procesos de fermentación, concentración y pardeamiento; procesos que son necesarios para la obtención de la Miel de Cabuya y Licor de Cabuya (Rendón *et al.*, 2007).

La *Sacarosa* es un disacárido que se encuentra con abundancia en la savia que ha sido extraída de partes constituyentes de una planta, como por ejemplo: la caña de azúcar, el tronco de árbol de arce, y del corazón del Agave. Además de la sacarosa, se encuentran los monosacáridos glucosa y fructosa. La *Glucosa* es el monosacárido más abundante en la naturaleza; su presencia en vegetales esta determinada principalmente por el grado de madures de estos. Por su parte la *Fructosa* también se encuentra en las plantas, principalmente en jugos de diversas frutas; pero también forma parte de algunos polisacáridos, como la inulina que se la halla en plantas de Agave en el aguamiel, ajo y alcachofa, entre otras.

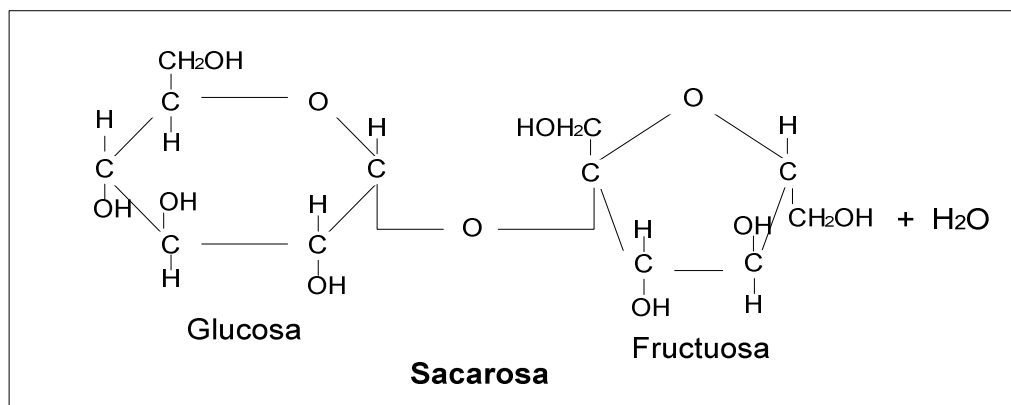
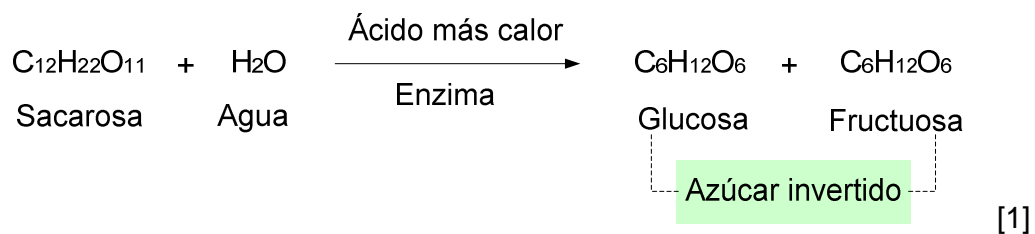


Figura 1.6. Estructura química de la Sacarosa (glucosa + fructuosa)
(Vaclavik, 1998)

1.2.1 AZÚCAR INVERTIDO

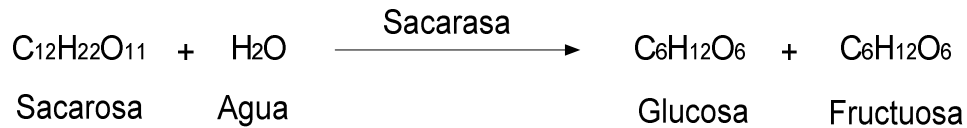
El azúcar invertido se obtiene por la hidrólisis de la sacarosa formándose una cantidad igual de monosacáridos glucosa y fructosa en el proceso de inversión. La molécula de sacarosa reaccionará con moléculas de agua al calentar el jarabe o aguamiel en presencia de ácido. La producción de azúcar invertido también puede lograrse mediante la acción enzimática (Charley, 1999).



En la hidrólisis ácida, la cantidad de ácido y tanto la velocidad como la duración del calentamiento determinan la cantidad de azúcar invertido que se forma. Demasiado ácido puede causar demasiada hidrólisis, lo que forma un producto azucarado blando o líquido. Si el punto de ebullición se alcanza de forma lenta (por lo tanto, un tiempo de calentamiento más largo) aumenta la posibilidad de inversión, mientras que una velocidad rápida menor inversión (Vaclavik, 1998).

La cantidad de sacarosa convertida en azúcar invertido depende de la concentración de los iones de hidrógeno presentes cuando se cocina la solución dulce. La alcalinidad del agua y su valor neutralizante deben considerarse (Charley, 1999).

Las células de levadura también poseen la enzima invertasa (sacarasa) sobre o cerca de la pared celular, que actúa como catalizadores para la hidrólisis del disacárido sacarosa, para los azúcares simples y fermentantes. Este proceso también es conocido como hidrólisis enzimática, y se esquematiza en la siguiente reacción: (Charley, 1999).



[2]

1.2.2 PARDEAMIENTO NO ENZIMÁTICO

Bajo la denominación de pardeamiento no enzimático o reacción de Maillard se incluyen una serie de reacciones muy complejas, por medio de las cuales, y en determinadas condiciones, los azúcares reductores pueden reaccionar con las proteínas y producir una serie de pigmentos de color pardo-oscuro y unas modificaciones en el olor y sabor de los alimentos, que en unos casos son deseables y en otros indeseables como colores oscuros que se desarrollen durante el almacenamiento [Ordoñez y Cambero,1998; Caps y Abril, 2003].

El pardeamiento no enzimático se presenta durante los procesos tecnológicos o el almacenamiento de diversos alimentos. Se acelera por el calor y, por lo tanto, se acusa en las operaciones de cocción, deshidratación, pasteurización, esterilización y deshidratación.

El pardeamiento de Maillard, o pardeamiento no enzimático, incluye una serie de reacciones en las que el desarrollo del color tiene lugar en el último paso del proceso [Ordoñez y Cambero,1998; Caps y Abril, 2003].

Se puede resumir en tres pasos:

1. *Paso inicial* (no hay producción de color):

- Condensación azúcar-amino para formar una glucosilamina-N-sustituida. Reacción reversible.

- Rearreglo de Amodori. La glucosilamina se transforma en una cetosimina o aldosaamina.
2. *Paso intermedio* (formación de colores amarillos muy ligeros y producción de olores en ciertos casos no agradables):
- Deshidratación de azúcares, se forman derivados del furfural, reductonas o dehidroreductonas, dependiendo del pH y de la actividad de agua del sistema.
3. *Paso final* (formación de pigmentos):
- Condensación aldólica de compuestos intermedios para formar pigmentos insaturados con propiedades fluorescentes.

En el Anexo I se presenta un esquema que resume los mecanismos relacionados con la temperatura presente en las reacciones de oscurecimiento de Maillard

1.3 CONCENTRACIÓN DE AZÚCARES

La concentración de azúcares se da por un proceso de evaporación que consiste en la eliminación de agua de un alimento fluido mediante vaporización o ebullición. La evaporación es uno de los métodos más utilizados para concentrar, cuyo efecto en sistemas homogéneos es aumentar la viscosidad o consistencia (Ibarz, 2005).

El porcentaje de agua a eliminarse en una solución dependerá de la consistencia que se le quiera dar al producto final, considerando características organolépticas y físicas. Debido a que la concentración en el caso de la miel de cabuya ayudará al aumento de la vida útil será necesario considerar parámetros como: actividad de agua, concentración de sólidos solubles o grados Brix, y pH.

Existen medidas determinadas de la viscosidad o índice de consistencia para ciertos productos como la miel de abeja, y otras jaleas; sin embargo para un producto nuevo lo que va a ser de mayor prioridad será el nivel de aceptación que el consumidor tenga sobre la consistencia del producto.

La actividad de agua (a_w) indica la disponibilidad de agua, de un medio determinado, para las reacciones químicas y bioquímicas. Su valor oscila entre 0 y 1. Se define como la relación entre la presión de vapor del agua en la disolución (P) y la presión de vapor de agua pura (P_0) a la misma temperatura:

$$a_w = \frac{P}{P_0} \quad [3]$$

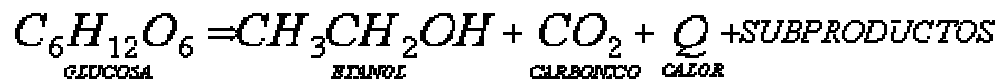
Toda disminución de la actividad de agua afecta al crecimiento bacteriano. La mayor parte de las bacterias presentan un crecimiento óptimo alrededor de 0,995 – 0,950, si " a_w " se encuentra fuera de esos rangos se disminuye el crecimiento de los microorganismos como consecuencia de la inhibición de las actividades enzimáticas. En el Anexo II se encuentran los valores mínimos de a_w para el crecimiento de algunos microorganismos (Caps y Abril, 2003).

La presencia de los azúcares en los alimentos si son naturales o si se añaden genera una reducción de la a_w . La preparación de jaleas, mermeladas y productos va acompañada de una extracción parcial del agua (concentración) mediante calentamiento. (GENMIC, 2007).

Una jalea con alto contenido de azúcares (alrededor de 65 Brix), no es susceptible al ataque por bacterias, ya que resulta un medio hostil para su supervivencia, pero es sensible al ataque de mohos y levaduras. Así también un alimento con pH ácido no es alterado fácilmente por bacterias, pero puede permitir la formación de moho y levaduras, por lo que en la medida de lo posible se debe recurrir al uso de preservantes específicos para hongos y levaduras (Caps y Abril, 2003).

1.4 FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

La fermentación alcohólica es un proceso bioquímico provocado por la acción de microorganismos sobre los azúcares de un medio, convirtiéndolas principalmente en etanol, y acompañado de la generación del gas carbónico. En el proceso de fermentación también pueden generarse subproductos en menor cantidad como: glicerina, ácido succínico, ácido acético y otras sustancias. También se genera calor, ya que la fermentación alcohólica es un proceso exotérmico. La reacción general de la fermentación de azúcares por levaduras es expresada por la ecuación de Gay Lussac (Prescott *et al.*, 1960).



[4]

Un adecuado proceso de fermentación comprende eficiente transformación del azúcar a alcohol etílico, asegurando las condiciones idóneas para el desempeño de los microorganismos en el mosto o medio de cultivo durante todo el proceso fermentativo.

1.4.1 MEDIO DE CULTIVO

Medio de cultivo se entiende por el sustrato nutritivo capaz de alimentar a un microorganismo y paralelamente permitir la obtención de un producto deseado.

El Tsawarmishki o Aguamiel como Medio de Cultivo

El Aguamiel que exuda del *Agave Americano* esta compuesta principalmente por agua en un 87%, y un 3% de carbohidratos simples (azúcares), proteínas, grasas,

además de micronutrientes esenciales para el crecimiento microbiano. Estos micronutrientes encontrados en el jugo del *Agave Americano* son: Fósforo, Sodio, Potasio, Magnesio, Calcio y Vitamina C (Bautista, 2006).

1.4.2 MICROORGANISMO PARA FERMENTACION

Las levaduras constituyen el grupo de microorganismos utilizados para procesos de fermentación alcohólica en la industria de licores. Dentro de este grupo de debe considerar si la variedad de levadura es capaz de producir y tolerar altas concentraciones de alcohol (etanol). Las variedades más empleadas son las pertenecientes a la especie *Saccharomyces cerevisiae*, pero en ciertas condiciones como fermentaciones más largas o temperaturas del entorno más bajas pueden emplearse otras levaduras, por ejemplo *Saccharomyces anamensis* y *Schizosaccharomyces pombe* (Prescott *et al.*, 1960).

El crecimiento y desarrollo de la levadura esta condicionado por el entorno, es decir, la disponibilidad de fuentes de carbono o concentración inicial de azúcar en el mosto, la presencia de nutrientes, condicionantes como la temperatura y pH, la humedad, y la oxigenación inicial del medio, ya que la *Saccharomyces cerevisiae* es anaerobia facultativa, por lo que se obtiene un mayor rendimiento de biomasa en aerobiosis que en anaerobiosis (Escamilla *et al.*, 2008).

El cultivo aerobio es importante durante la propagación del inóculo, llamado también cultivo semilla o iniciador, siendo su objetivo la acumulación del mayor número de células sanas en el menor tiempo posible, para que posteriormente el cultivo principal en los tanques de fermentación se realice en condiciones anaerobias o microaerófilas (Escamilla *et al.*, 2008).

1.4.3 CONDICIONES DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

En un proceso de fermentación alcohólica para la obtención de bebidas destiladas, participan algunos factores a los que se debe prestar especial atención a lo largo del proceso. Los principales de estos los detallaremos a continuación.

1.4.3.1 Iniciador

El Iniciador es una porción del mosto que es separada para ser el medio en el cual se colocaran las levaduras y se las activara. Para inocular el mosto, que frecuentemente alcanza cantidades de miles de litros, se necesita una cantidad también grande de iniciador.

La agitación y la aireación del iniciador son pasos previos a la fermentación que sirven para distribuir las levaduras y oxigenar el medio, asegurando así el crecimiento microbiano. Comúnmente se inocula el mosto con un iniciador que representa del 4 al 6 % de su volumen (Prescott *et al.*, 1960).

1.4.3.2 Sustancias nutritivas

Las sustancias nutritivas necesarias para la fermentación por lo general se encuentra en el sustrato o medio de fermentación, pero generalmente se enriquecen estos medios con fósforo o nitrógeno, pudiendo añadirse fosfato o sulfato amónico.

Los fosfatos de amonio son materiales enológicos oficialmente permitidos por la Organización Internacional du Vin, con un máximo permitido de 96 g por 100 litros (Yegres y Fernandez, 2003).

1.4.3.3 pH del mosto

La fermentación continúa satisfactoriamente cuando el pH del mosto ha sido ajustado entre 4,5 y 5. Este pH favorece a la levadura y es lo suficientemente bajo para inhibir el desarrollo de muchos tipos de bacterias.

En la industria de licores generalmente se utiliza el ácido sulfúrico para ajustar el pH del mosto, aunque el ácido láctico es también satisfactorio por favorecer el desarrollo de las levaduras. También se puede utilizar ácido cítrico para nivelar el pH (Prescott *et al.*, 1960).

1.4.3.4 Oxigenación del mosto

Aunque la producción de alcohol no requiere de oxígeno, en los primeros momentos de la fermentación, es necesaria aún la agitación y aireación para procurar una dispersión homogénea de la porción *iniciador* en los tanques de fermentación y la oxigenación para la reproducción de las células de levadura en condiciones óptimas. Una aireación sumamente excesiva es totalmente absurda ya que no obtendríamos alcohol sino agua y anhídrido carbónico debido a que las levaduras, cuando viven en condiciones aeróbicas, no utilizan los azúcares por vía fermentativa sino oxidativa, para obtener con ello mucha más energía y, por lo tanto, mayor cantidad de células.

Generalmente, al comenzar el proceso, se aconseja establecer un medio aerobio a la levadura mediante insuflación de aire a fin de promover un rápido crecimiento de los mismos hasta obtener una multiplicación de 1 hasta 4 -aproximadamente por unidad-. Durante la fermentación se desprende CO₂, y se establecen pronto las condiciones anaerobias (Garassini, 1964).

1.4.3.5 Temperatura de fermentación

Al momento de la siembra del iniciador en los tanques de fermentación el mosto necesita encontrarse a temperaturas desde 15 a 25°C para la adaptación de las levaduras al medio. Durante la fermentación aumenta la temperatura del mosto e incluso en condiciones del ambiente es necesario el empleo de serpentines de refrigeración o bien de chorros de agua sobre las paredes exteriores del depósito o tanque de fermentación, ayudando a mantener una temperatura adecuada.

A temperatura muy por encima de los 30°C se corre el riesgo de una sobrepoblación de levaduras, o su eliminación si la temperatura ha excedido el límite de tolerancia; además se inician procesos de evaporación de los alcoholes generados y pérdidas de aromas, los cuales se retienen mientras las temperaturas sean bajas, siempre que la fermentación no se interrumpa (Prescott *et al.*, 1960).

1.4.3.6 Otros factores que influyen en el desarrollo de la fermentación alcohólica

Las fermentaciones lentas o la baja en el consumo de los azúcares es un indicador de que hay unas condiciones ambientales o fisiológicas adversas. Hay muchas causas que pueden generar estos problemas fermentativos como pueden ser: el uso de pesticidas, el exceso de azúcares, efecto del alcohol a concentraciones mayores al 12%, escasez de nitrógeno asimilable, adición de sulfitos (Garassini, 1964).

1.4.3.7 Tiempo de fermentación

En la industria de licores destilados lo que se persigue es la mayor producción de alcohol lo que se consigue en fermentaciones de una duración entre 18 a 72

horas, a diferencia de la fabricación de vinos y cervezas donde las fermentaciones son lentas ya que se trabaja a bajas temperaturas para preservar aromas y sabores. La transformación del azúcar en alcohol debe durar el menor tiempo posible, siempre que no afecte el producto esperado para destilarse. Este tiempo depende de la concentración de azúcares del mosto, de la cantidad inoculo o levadura inicial agregada, de la variedad de levadura, y temperatura del medio (Escamilla *et al.*, 2008).

1.4.4 MECANISMOS DE FERMENTACIÓN

Las levaduras utilizan para su metabolismo los azúcares simples transformándolos a etanol y CO₂, un proceso denominado fermentación alcohólica. Durante esta fermentación se produce un proceso de glucólisis, para después el piruvato ser transformado a etanol y CO₂.

La glucólisis (del griego *glyco*, dulce, y *lysis*, disolución) tiene lugar en la matriz citoplasmática del microorganismo. La vía puede dividirse en dos partes. En la etapa inicial de seis carbonos, la glucosa es fosforilada dos veces y finalmente convertida en fructosa 1,6-bisfosfato. A menudo, se incorporan a la vía otros azúcares mediante su conversión en glucosa 6-fosfato fructosa 6-fosfato. En la etapa inicial no produce energía; de hecho, se consumen dos moléculas de ATP por cada molécula de glucosa. Estos pasos iniciales “ceban” el sistema de añadir fosfatos a cada extremo de azúcar. Los fosfatos se utilizarán después para sintetizar ATP.

La etapa de tres carbonos de la glucólisis comienza cuando la enzima fructosa 1,6-bisfosfato andolaza cataliza la escisión e la fructosa 1,6-bisfosfato en dos mitades, cada una de ellas con un grupo fosfato. Uno de los productos, el gliceraldehído 2-fosfato, se convierte directamente en piruvato en un proceso de cinco pasos, debido a que el otro producto, dihidroxiacetona fosfato, puede transformarse fácilmente en gliceraldehído 3-fosfato, ambas mitades de la

fructosa 1,6-bisfosfato se utilizan en la etapa de tres carbonos. En primer lugar, el gliceraldehído 3-fosfato se oxida con NAD^+ como aceptos de electrones, incorporándose al mismo tiempo un grupo fosfato para formar una molécula de alta energía denominada 1,3-bisfosfoglicerato. El grupo fosfato de alta energía unido al carbono 1 es cedido posteriormente al ADP para formar ATP. En este caso, la síntesis de ATP recibe el nombre de fosforilación a nivel de sustrato, debido a que la fosforilación del ADP está acoplada a la degradación exergónica de una molécula de sustrato de alta energía. El piruvato es descarboxilado a acetaldehído, que a su vez es reducido a etanol por la alcohol deshidrogenada con el NADH como dador de electrones. En el Anexo III se muestra un esquema completo del mecanismo de fermentación (Prescott *et al.*, 2004).

1.4.5 DESTILACIÓN ALCOHÓLICA

Terminada la fermentación, el mosto muerto (muerte celular) se destila en los alambiques de acero inoxidable o cobre. El producto de la destilación es el vapor que ha sido condensado el cual es rico en alcoholes.

En la destilación para licores generalmente se realiza una *primera destilación* en la que se obtiene un producto de graduación alcohólica del 20% V/V, es decir que la destilación continua hasta que el producto haya llegado normalmente a 20 grados alcohólicos. A este producto se lo denomina Ordinario. El producto destilado está compuesto por una serie de compuestos alcohólicos e impurezas volátiles, los cuales son separados en una *segunda destilación* con fraccionamiento térmico. Las temperaturas de fraccionamiento corresponden a las temperaturas de ebullición de las sustancias que componen el ordinario, siendo el más abundante el etanol (Garassini, 1964).

Los productos de la segunda destilación pueden ser agrupados como: alcoholes de cabeza, de corazón y de cola. Los alcoholes de cabeza son aquellos de bajo punto de ebullición y están formados por ésteres y aldehídos de mayor volatilidad;

los de corazón tienen un punto de ebullición intermedio entre el de cabeza y el de cola, constituidos principalmente por etanol; los de cola corresponden a los alcoholes superiores y tienen su punto de ebullición más elevado que el etanol, estos últimos se denominan también “aceite fusel”. Entre los alcoholes superiores están el propanol, Iso propanol, butílico, Iso butílico. En la industria de licores la porción de la destilación denominada corazón es aquella que se obtiene en un rango de ± 2 al punto de ebullición del etanol. El punto de ebullición etanol al 95% es de 78.15 grados centígrados (a nivel del mar); temperatura a la cual se obtiene la mayor cantidad del producto, donde el componente principal es alcohol etílico, acompañado por otros componentes que le confieren aroma y sabor (Garassini, 1964).

En el caso de un tequila se destila hasta que el producto se encuentre a 55 grados alcohólicos, para luego diluir el producto a 35 a 40 grados según se comercialice, aunque la norma de regulación del tequila establece como límite superior 55 grados alcohólicos para ser comercializado. (NOM, 2005)

1.4.6 FILTRACIÓN

El producto luego de haber sido diluido es sometido a un proceso de filtración con carbón activado con el objetivo de retirar partículas extrañas, para eliminar turbidez, brindar brillo, y disminuir la presencia de extracto seco, por ser un limitante dentro de las normas mexicanas sobre tequilas NORMEX, y la Norma ecuatoriana INEN 1837 Bebidas Alcohólicas. Este factor se tiene como límite superior 0,3 g/l en licor sin reposar según las normas.

Si el licor no va a ser sometido a un proceso de añejamiento, se lo envasa inmediatamente, y se lo comercializa como “licor blanco” o sin reposo. (AMT, 2008)

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 COSECHA Y POSCOSECHA DEL AGUAMIEL

2.1.1 PROCESO DE COSECHA Y POSCOSECHA DEL AGUAMIEL

En los procesos de cosecha del aguamiel se pueden presentar pequeñas variaciones de una zona a otra; no obstante podemos hablar de un proceso generalizado, tomando en cuenta los cuidados y limpieza necesarios a lo largo del proceso para el aseguramiento de la calidad.

2.1.1.1 Selección del Agave para la producción de aguamiel

Se seleccionó un Agave maduro, observando que la planta llega a su madurez al engrosarse el meristemo, conocido también como corazón del Agave, localizado en el centro de la roseta de donde nacen las hojas. Esta hinchazón indica que la formación de la gigante inflorescencia está próxima. La mayoría de hojas apuntan lateralmente. Estas hojas deben de ser cóncavas hacia arriba, de base ancha y angostas hacia la punta. Pocas hojas deben cubrir el meristemo, las mismas que suelen tener una coloración verdosa más clara.



Figura 2.1. Ejemplar maduro del *Agave americana*

2.1.1.2 Elaboración del orificio en el Agave para la producción del aguamiel

Para la determinación del lugar en donde se realizó el orificio, generalmente se ubica en el lugar de la sexta hoja contando en forma vertical desde la primera hoja que mas cerca se encuentre del suelo. Esta hoja es seleccionada siempre que la base de donde esta nace, se encuentre en una posición de cara hacia arriba, para que la construcción del orificio de almacenamiento del aguamiel pueda gozar de profundidad y de paredes laterales. Una vez ubicada la hoja se procedió a cortar de dos a cuatro hojas (pencas) para acceder al orificio y dejar el libre acceso para la recolección diaria del aguamiel. A fin de evitar heridas provocadas por los espinos de las hojas vecinas al orificio se cortó el borde de estas (Figura 2.2., A).

El Orificio de acumulación del aguamiel se realizó con una barra de hierro (Figura 2.2., B).



Figura 2.2. Elaboración de la cavidad en el Agave

Fotos: A- Eliminación de espinos de hojas vecinas al orificio, B y C- Abertura del orificio.

Con la ayuda de un cuchillo se continuó agrandando el orificio para la primera exudación hasta que pueda almacenar una cantidad aproximada de 1litro de aguamiel (Figura 2.2., C).

Una vez realizado el orificio se lo lavó bien con agua, luego se dejó reposar por tres días para que el agua contrarreste la cicatrización de las paredes internas y facilite la exudación de aguamiel. El aguamiel es recolectado desde el cuarto día, en tres turnos diarios. También existe la posibilidad de realizar el orificio y no

colocar agua para el reposo, sino esperar hasta el octavo día y realizar un raspado superficial de las paredes cicatrizadas, y obtener el aguamiel.



Figura 2.3. Orificio en Cogollo de un *Agave americana*
Fotos: Izq.-Orificio recién elaborado; Derecha- Orificio tapado

2.1.1.3 Recolección del aguamiel

La recolección de aguamiel se realizó en tres turnos por día, lo cual es una práctica ya generalizada en Valle de Pujilí. La primera recolección se la realiza en la mañana normalmente de 6am a 8am, la segunda recolección al medio día y la tercera recolección desde las 17 a 18 horas. Para la recolección del aguamiel se utilizó cucharones y recipientes pequeños para luego depositar en jarras con medida (Figura 2.4., A y B), esta aguamiel luego fue colocada en envases limpios, haciéndola pasar primero por un cedazo fino, para eliminar residuos de la pared celulósica del orificio producto del raspado.



Figura 2.4. Recolección del Aguamiel

Fotos: A- Recolección en *Agave*, var margarita; B- Recolección en *Agave*, var americana; C- Raspador.

Tras cada recolección en el turno de la mañana fue indispensable raspar algunos milímetros las paredes o parénquima del orificio para evitar la cicatrización de las paredes y continuar la exudación. Se utiliza para esto un objeto en forma de cuchara con bordes afilados (Figura 2.4., A y B). Finalizado el raspado se procedió a retirar los residuos y a cubrir nuevamente el orificio del Agave con una lámina o trozo de hoja y piedra.

2.1.2 ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DE LA COSECHA DEL AGUAMIEL

Al ser el aguamiel un líquido rico en carbohidratos es muy sensible a procesos fermentativos espontáneos en el propio orificio del Agave, llevados a cabo por los microorganismos presentes del medio. Por tal motivo fue necesario determinar en que momento del día y bajo que condiciones se logra la mejor calidad de aguamiel, lo más dulce posible, sin ser perceptible los procesos fermentativos y en una cantidad adecuada. Además esta aguamiel debe tener un color dorado traslucido, olor a azúcares y dulces, sin presencia de espuma, y un pH estable cercano al neutro (7) que es un indicativo del avance de procesos fermentativos y de una aguamiel fresca (Bautista, 2006).

En cuatro comunidades del Valle de Pujilí se llevaron a cabo mediciones del aguamiel de Agaves en producción, realizadas durante los meses de febrero, marzo y abril del 2007. Las comunidades fueron: Isinche de Infantres, Isinche de Cofines, 5 de Junio y San Vicente.

En el mes de Abril se realizó mediciones incluso en días con lluvia, a fin de determinar su influencia en la calidad de la cosecha de aguamiel.

En cada medición se cuantificó Grados Brix (Concentración de Azúcar) con el uso de un Brixometro, pH con un pH-metro digital, la temperatura con un termómetro digital y la cantidad en litros de aguamiel obtenida con jarras de medición.

Estas mediciones sirvieron para determinar el momento del día en que se debe recolectar el aguamiel (3 turnos diarios), y bajo que condiciones de manejo se registran los mejores rendimientos de aguamiel.

Si bien existe un método tradicional de obtención del aguamiel común para todos los habitantes del Valle de Pujilí (punto 2.2.1. Proceso de Cosecha de Aguamiel), se presentaron algunas variaciones en cuanto a las *horas que realizan los turnos de recolección* y *la técnica de raspado*, los cuales son actividades clave dentro del manejo del Agave, ya que influyen en la calidad del aguamiel.

Las medidas instrumentales y el manejo de cada Agave fueron anotados en un “*Formato de información de Recolección y Calidad del aguamiel*”(Anexo IV), información que permitió proponer una forma de manejo de un Agave para la producción de aguamiel de buena calidad

El número de familias visitadas para la toma de medidas y datos representó el 15% de la población de cada una de las cuatro comunidades. Un total de sesenta familias fueron visitadas repartidas 16 familias en *5 de Junio*; 10 en *San Vicente*; 18 en *Isinche de Infantes* y 16 en *Isinche de Cofines* (datos poblacionales otorgados por el PDA Pujilí Guangaje). En esta visita se aprovechó también para realizar un conteo de Agaves y determinar la disponibilidad de materia prima (Punto 4.2 ANALISIS DE PRODUCCIÓN DE MIEL Y LICOR DE CABUYA)

2.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICO DEL AGUAMIEL

2.2.1 RECOLECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA MUESTRA

La recolección de la muestra de aguamiel para su caracterización, se llevó a cabo en un Agave maduro en condiciones normales de producción de aguamiel en la comunidad de Isinche de Infantes. Este Agave se encontraba en la séptima semana de producción, contando desde el tiempo en que se elaboró el orificio

para la acumulación del aguamiel. En el día de recolección de la muestra, se realizó el raspado a las 7 a.m. en sentido horario (sentido de las manecillas del reloj), para estimular la exudación y acumulación del aguamiel para ser recolectada cinco horas después, 12 del medio día. Previo a este raspado en la mañana, hubo que retirar el aguamiel acumulada durante toda la noche, la misma que se encontraba ligeramente fermentada y que ya no era útil para la caracterización físico-química, pero si para enriquecer la comida del ganado.

Es inevitable que el aguamiel posea microorganismos propios de su medio ambiente o de su entorno, ya que su recolección es una práctica al aire libre del campo. Sin embargo se tuvo en cuenta la limpieza e inocuidad de los utensilios usados para la recolección, a fin de no agregar más microorganismos al producto cosechado.

La muestra fue colocada en envases de vidrio esterilizados, los mismos que fueron almacenados en una caja freezer, equipada con paneles de hielo y poliuretano. Las muestras fueron transportadas a Quito desde el Valle de Pujilí, para ser analizadas en laboratorio.

2.2.2 ESTUDIO DE COMPONENTES DEL AGUAMIEL

Humedad Método: Gravimétrico (A.O.A.C.2001)

Fundamento: Pérdida de peso de la muestra por calentamiento en estufa a 105 °C hasta peso constante.

Acidez Método: Acidez titulable (A.O.A.C.2001)

Fundamento: Neutralización de la acidez producida por la muestra en dilución acuosa con soda utilizando fenolftaleína como indicador.

Proteínas Método: Kjeldahl (A.O.A.C.2001)

Fundamento: Digestión de proteínas con ácido sulfúrico y catalizadores transformándose el Nitrógeno orgánico en amoníaco que se destila y se titula con una solución ácida normalizada.

Cenizas Método: Calcinación directa (A.O.A.C.2001)

Fundamento: Destrucción y volatilización de la materia orgánica como residuos óxidos y sales minerales.

Carbohidratos Método: Matemático (A.O.A.C.2001)

Fundamento: Se obtiene una diferencia al restar al total 100% la suma de los cinco macro nutrientes restantes (proteínas, grasas, fibra, cenizas y humedad).

Azúcares Reductores Método: DNS. (Worthington,1993)

Fundamento: Los azúcares reductores pueden reducir al ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS) bajo determinadas condiciones. Preparar el reactivo DNS: 100ml de solución DNS 2mM en NaOH 0,2N y 250ml de solución de tartrato de sodio y potasio 4-hidrato 2,12M. Mezclar ambas soluciones y se llevar a 500ml. Añadir 4,475ml de agua destilada y 25ml de muestra 500µl de reactivo DNS. Mantener la mezcla en baño de agua hirviendo durante 5 minutos y medir a continuación absorbancia a 540nm.

pH Método: Potenciométrico (EGAN H. 1991)

Fundamento: Evaluación de las diferencias de potencial entre un electrodo estándar de Calomel previamente calibrados usando sus sales amortiguadoras.

Grasa Método: Extracción continua en Soxhlet con éter etílico (A.O.A.C.2001)

Fundamento: Propiedad de la grasa de solubilizarse en solventes orgánicos, generándose una extracción por agotamiento.

Fibra cruda Método: Pérdida de masa residuo orgánico. (A.O.A.C.1990).

Fundamento: La fibra cruda representa la pérdida de masa que corresponde a la incineración del residuo orgánico que queda después de la digestión con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio.

Conteo de Microorganismos Totales

Mesófilos y Coliformes (NTE INEN 1529-5). E. Coli, mohos y levaduras (NTE INEN 1529- 10). Agar plate count.

Conteo de Levaduras Método: Conteo directo bajo microscopio, proporción.

Fundamento: Conteo de levaduras en placa cuadrada portadora de muestra, número de levaduras por cuadrícula.

2.3 ELABORACIÓN DE LA MIEL Y LICOR DE CABUYA

2.3.1 PREPARACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE MATERIA PRIMA

El aguamiel fue abastecida por el grupo de mujeres organizadas “Isinche de Tobares de Infantes” (Pujilí), con quienes se trabajó en regularizar un proceso de recolección del aguamiel. Las instalaciones de la microempresa que pertenece al grupo de Mujeres de Isinche, fue el centro de acopio del aguamiel. Conforme llegaba cada persona con su cuota de aguamiel se procedía a medir parámetros de calidad como grados Brix y pH; además de prestar atención al aroma, color, presencia de espuma, y suciedades del aguamiel. Si el producto poseía condiciones no adecuadas para el proceso o si ya se encontraba ligeramente fermentado, como por ejemplo un aguamiel baja en azúcares menor a 10 ° Brix y un pH ácido menor a 6, era separado para no mezclarlo con el resto del aguamiel. Posteriormente se realizó un filtrado con telas para retirar las impurezas y residuos del raspado que aún se encuentren.

Los experimentos de Miel de Cabuya se llevaron a cabo en las instalaciones de la microempresa del grupo de Mujeres, donde existe un equipo básico de laboratorio como lo es un Brixómetro *Boeco*, un pH-metro de bolsillo *Rag O*, termómetro digital *Hanna Checktemp I* (-10°C; 150°C), una balanza de precisión *Boeco-Germany BLC* (0,1g – 500g). También se cuenta con una cocina industrial y ollas de acero inoxidable, cedazos, jarras de medición, paletas y uniformes.

Para los experimentos de licor de cabuya se llevó a cabo el mismo procedimiento de recepción planteado para los experimentos de miel de cabuya, pero inmediatamente después de este proceso fue necesario realizar una breve cocción hasta el punto de ebullición del aguamiel, para eliminar la mayor parte de microorganismos y evitar la fermentación espontánea durante el transporte de las muestras de Pujilí hasta los laboratorios de Quito donde se desarrolló la experimentación del licor de Cabuya.

2.3.2 CONCENTRACIÓN DEL AGUAMIEL

2.3.2.1 Ensayos preliminares

Se utilizó aguamiel pura para la cocción y concentración del producto, sin la participación de ningún aditivo alimentario.

Mediante estos ensayos se determinó temperatura de ebullición del aguamiel, evaluación de grados Brix, de pH, y de Temperaturas en el transcurso del proceso de concentración. Finalmente se procedió a medir la cantidad de producto concentrado, y a cuantificar la pérdida en volumen.

A intervalos de 20 minutos se tomaron datos de sólidos solubles (Brix), pH y temperatura.

2.3.2.2 Experimentación y formulaciones para la miel de Agave

La empresa DANISCO que desarrolla aditivos y preservantes para la industria alimentaria, proveyó los insumos necesarios para el presente estudio; cuyos técnicos, basándose en la información físico-química del aguamiel entregada, sugirieron el uso y la forma de aplicación de algunos de sus productos para el desarrollo de la miel de cabuya. En el Anexo V y Anexo VI se presenta información otorgada por Danisco.

Tomando en consideración las sugerencias técnicas de Danisco se manejaron rangos de variación en el porcentaje de gomas o espesantes usados dentro del proceso de la Miel.

Tabla 2.1. Formulación de ingredientes recomendados por Danisco para la experimentación de miel de Agave.

INGREDIENTES		PORCENTAJE EN PESO
Aguamiel		97,3%
Espesante	Grindsted Pectin YF-450	0,2%
	Grindsted xantan	
	Carboximetilcelulosa (CMC)	
	Pectina cítrica	
Preservante	Sorbato de potasio (Sol. 2%)	0,2%
	Benzoato de sodio (Sol. 2%)	0,3%
	Natamax	100 ppm
Regulador de pH y de sabor	Ac cítrico (sol 50%)	2%
	<i>Total</i>	

2.3.2.3 Proceso de experimentación para la miel de cabuya

Previo a cada experimentación se preparo el aguamiel según lo descrito en el punto 2.3.1 (PREPARACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA).

Se utilizaron 10 litros de aguamiel para cada caso experimental. Previamente con una balanza de precisión se procedió al pesado de los ingredientes que se necesitarían por prueba. La concentración se realizó en ollas de acero de 30 lt en cocina industrial.

Se midieron cada 20 minutos los grados Brix, pH y temperatura del aguamiel en cocción.

Cuando se llegó a un porcentaje de sólidos solubles cercano a 50 °Brix y una temperatura de 93°C, se retiró una pequeña porción del aguamiel, a la que se añadió el espesante Grindsted Pectin YF-450, Xantan, Carboximetilcelulosa CMC, Pectina cítrica, según cada caso experimental.

La adición del espesante a la porción del aguamiel retirada se realizó a una temperatura mínima de 80°C, con agitación constante hasta que el espesante se haya disuelto, e inmediatamente la mezcla homogénea fue incorporada nuevamente al aguamiel. Algunos de los espesantes pueden colocarse también hacia el final de la concentración del aguamiel sin presentar variaciones. Sin embargo se probó la adición de todos los espesantes en la misma etapa del proceso según la recomendación sobre el uso para Grindsted Xantan y Grindsted Pectin.

La evaporación continuó hasta se alcanzara una concentración de 65 °Brix. Una vez que la miel se haya enfriado fueron evaluados los atributos organolépticos. Ya que un producto a altas temperaturas no permite evaluar características como la consistencia, el sabor y el olor.

En las pruebas donde el insumo evaluado fue la pectina y la pectina cítrica se necesitó la adición de ácido cítrico en el porcentaje indicado en la Tabla 2.1. (Formulación de Ingredientes recomendados por Danisco), este se colocó junto con la pectina en la porción pequeña de miel.

Una vez que la miel ha llegado a una concentración deseada (65°Brix), se incorporó benzoato de sodio o sorbato de potasio. Las cantidades a colocarse se encuentran en la Tabla 2.1.

Como variante opcional de conservante y reemplazo de los químicos tradicionales (benzoato de sodio y sorbato de potasio), se puede utilizar el conservante natural "NATAMAX".- producto inhibidor del crecimiento de mohos y levaduras.

El conservante Natamax se utiliza en una dosificación sugerida: 100 ppm. En este caso se deben eliminar de la formulación el benzoato o el sorbato, y la diferencia compensarla con agua miel.

Natamax es un producto termoresistente y no es necesario enfriar el producto final para su adición, por lo que puede ser incorporado junto con las gomas, espesantes o ácido cítrico. Además Natamax no modifica el olor ni el sabor de la miel y está permitido como aditivo para uso en alimentos, sin una dosificación límite que se haya establecido.

2.3.2.4 Diseño experimental

De acuerdo a las dosis de espesante descritas en la Tabla 2.1. (Formulación de ingredientes recomendados por Danisco), se utilizó un rango de variación de +0,1; +0,2, es decir, la experimentación se la realizó con los siguientes porcentajes de espesante: 0,2%, 0,3%, 0,4% P/P, resultando en un diseño de 3x4 como se presenta en la Tabla 2.2. Cada experimento tuvo una replica. (Gutierrez y De La Vara, 2004)

Tabla 2.2. Esquema del experimento de la miel según el uso de espesante

Código	Nombre del Aditivo	Cantidad de Aditivo		
		0,2%	0,3%	0,4%
A	Grindsted Xantan	A1	A2	A3
B	Grindsted Pectin YF-450	B1	B2	B3
C	Carboximetilcelulosa (CMC)	C1	C2	C3
D	Pectina cítrica	D1	D2	D3

2.3.3 FERMENTACIÓN DE LA MIEL Y DESTILACIÓN ALCOHÓLICA

2.3.3.1 Ensayos preliminares

Las reacciones dentro de un proceso de fermentación pueden presentarse distintas de un producto a otro, en este caso el aguamiel del *Agave americana* fue sometida a cuatros experimentos preliminares que sirvieron de base y guía para la experimentación principal.

Una primera experimentación consistía en evaluar el método tradicional y muy antiguo de elaborar licor de Cabuya por la fermentación natural del aguamiel. Una práctica ahora olvidada en los poblados del Valle de Pujilí. Las tres restantes experimentaciones preliminares, se realizaron con aguamiel esterilizada, variando la cantidad de inóculo, evaluándose el rendimiento y calidad de producción de alcohol. Las cantidades fueron: 2%, 4% y 6% en peso de levaduras fresca.

2.3.3.2 Experimentación para el licor de cabuya

Dentro de la experimentación de Licor de Cabuya se trabajó con aguamiel a distintas concentraciones (12, 15, 18°Brix), por lo que fue necesario realizar la concentración de aguamiel por evaporación en los casos necesarios (15, 18°Brix). Para esto se utilizaron marmitas a vapor como se presenta en la Figura 2.5.



Figura 2.5. Concentración del Aguamiel en marmita

Las muestras antes de ser inoculadas fueron introducidas en los vasos de fermentación de capacidad de 2 lt (parte del equipo de fermentación – Microfermentador; Figura 2.6. foto izq.) y sometidas a un tratamiento de esterilización en un Autoclave (Figura 2.6. foto der.), para eliminar cualquier microorganismo aún existente en el aguamiel o en los vasos y aspas agitadoras del Microfermentador, y así evitar fermentaciones no deseadas como las bacterianas que distorsionarían los resultados. En el tratamiento de esterilización las muestras fueron llevadas hasta un periodo de 15min a 121°C y una presión de 20 psi; siendo estas las condiciones de esterilización usadas para sobrepasar las condiciones límite de supervivencia de microorganismos peligrosos como el *Clostridium botulinum*.



Figura 2.6. Microfermentador, Esterilizador
Fotos: Izq-Equipo de Fermentación controlada. Der-Equipo de esterilización.
Laboratorios Bioprocesos EPN

Terminado el tratamiento de esterilización del aguamiel se dejó enfriar, hasta los 35° C aproximadamente. Mientras tanto se preparó el inóculo en un 0,5%, 1% y 2% con relación a peso del aguamiel en cada vaso del microfermentador.

Cuando la temperatura del aguamiel en el vaso fermentador esta en el rango de 30° a 35° C es inoculada con levadura *Saccharomyces cerevisiae*, según la cantidad de inóculo que se vaya a evaluar.

Los vasos fueron conectados al equipo de fermentación, con la posibilidad de controlar todos los factores ambientales se agita al mosto por 1 hora a 200 rpm, con una aireación de 45 minutos y recirculación de agua para evitar el sobrecalentamiento y muerte de las levaduras.

Durante la fermentación se evaluaron Brix del mosto, pH, acidez titulable, azúcares reductores, conteo de levaduras y temperatura. Todos estos parámetros fueron medidos en intervalos de 2 horas hasta que la fermentación haya finalizado, es decir hasta que se hayan consumido las azúcares reductores principalmente.

La destilación del mosto muerto, es decir sin actividad fermentativa, se la realizó en dos fases: la primera llamada simple en donde se obtiene un destilado de bajo grado alcohólico (15 a 20° GI) llamado ordinario, y que es resultante de destilar el mosto hasta que se agote (grado alcohólico del mosto 0°GL), la segunda llamada fraccionada en donde se pueden retirar la cabeza, obtener el cuerpo y por último las colas.



Figura 2.7. Equipo de laboratorio para destilación

El procedimiento de destilación empleado en esta experimentación obedece al proceso básico de doble destilación empleado en la elaboración de licores, donde en la primera destilación se obtiene todo el alcohol que se pueda destilar hasta que el mosto se haya agotado. El producto obtenido se denomina “ordinario” llegando normalmente a una graduación de 20° GI.

Posteriormente se realiza una segunda destilación donde se separa por fraccionamiento térmico la cabeza, corazón y colas del mosto. La porción del destilado que constituye el licor es el corazón. Esta destilación se realizó obteniendo el producto que se encuentre entre el rango de ± 2 °C de la temperatura de ebullición del etanol. Esta temperatura a nivel del mar es de 78,15°C, pero para la ciudad de Quito esta temperatura cambia y fue calculada con la siguiente fórmula:

$$\Delta T_{eb} = 1.1 \times 10^{-4} \times (760 - P_{atmosférica}) \times (273 + T_{eb})$$

[5]

- ΔT_{eb} = Cambio en el punto de ebullición (Punto de ebullición normal a 0 msnm- Punto de ebullición a presión dada)
- $P_{atmosférica}$ = Presión de la localidad (Quito 546 mmHg)
- T_{eb} = Punto de ebullición del líquido a la presión dada ($P_{atmosférica}$)

El etanol en la ciudad de Quito tiene un punto de ebullición de 70,17 ° C. Por lo tanto el rango de temperatura a la que se obtuvo el producto destilado fue entre 68,17 y 72,17 °C. Dadas las consideraciones anteriores las cabezas, el corazón y colas del destilado se obtiene de la siguiente manera:

$$Cabezas \leq P_{(T_{cte}-2)}$$

$$Corazón = P_{(T_{cte})} + P_{(T_{cte}-2)} + P_{(T_{cte}+2)}$$

$$Colas \geq P_{(T_{cte}+2)}$$

Tcte= *Temperatura constante de destilación*, se refiere a la temperatura a la cual se destila la mayor parte de etanol, su temperatura de ebullición;

P(Tcte)= Porción del destilado recogido a temperatura de ebullición de etanol.

P(Tcte-2)= Porción del destilado recogido entre la temperatura de ebullición de etanol hasta 2 °C menos

P(Tcte+2)= del destilado recogido entre la temperatura de ebullición de etanol hasta mas 2 °C.

2.3.3.3 Diseño experimental

Las variables en estudio fueron la cantidad de levadura (0,5%;1%;2%), nutrientes (sin nutrientes; con Nutrientes), y Grado Brix inicial, que se puede entender como la cantidad de azúcares del mosto. Se trabajó con un diseño 6x3, con una replica en cada caso y organizado como se muestra en la Tabla 2.3. Esquema del experimento del licor. (Gutierrez y De La Vara, 2004)

Tabla 2.3. Esquema del experimento del licor

INÓCULO Levadura	NUTRIENTES Fosfato Dibásico de Amonio	12° Brix	15° Brix	18° Brix
0,50%	Sin	A1	B1	C1
	Con	A2	B2	C2
1,00%	Sin	A3	B3	C3
	Con	A4	B4	C4
2,00%	Sin	A5	B5	C5
	Con	A6	B6	C6

2.3.4 CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICO DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS

2.3.4.1 Miel de cabuya

La metodología utilizada para la caracterización físico química de los componentes de la miel corresponde a las metodologías usadas para la caracterización del aguamiel descrita en el punto 2.2 (Caracterización físico química del aguamiel).

2.3.4.2 Licor de cabuya

Se determinaron los grados Brix, pH, densidad del Licor de Cabuya por relación peso volumen, y extracto seco (NMX-V-017-Normex). El volumen alcohólico se determinó basándose en la profundidad de hundimiento del densímetro en el producto destilado (NMX-V-017-Normex).

Según la norma para licores de Agave mostrada en el Anexo VII, una bebida para consumo humano debe cumplir un rango determinado en el porcentaje de cada uno de sus componentes químicos, además del etanol.

Los componentes o alcoholes superiores que fueron determinados con un análisis por "cromatografía a Gas" con detector *Fit* , en un equipo *Varian 3700 Gas Chromatograph*, equipo detecta e imprime lecturas o cromatogramas de la presencia de compuestos volátiles en la muestra. Dichos componentes poseen un pico característico, dado principalmente por su punto de ebullición y volatilidad.

2.3.5 ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE LOS PRODUCTOS

2.3.5.1 Estabilidad de la miel de cabuya

Para determinar la estabilidad de la miel de cabuya, es decir la conservación de las condiciones originales a través del tiempo, se tomo como puntos de control: la cantidad de sólidos solubles expresada en grados Brix, variaciones en el pH, la actividad de agua. Tres muestras fueron estudiadas, una elaborada hace 6 meses, otra hace 3 meses, y la tercera como muestra fresca.

2.3.5.2 Estabilidad del licor de cabuya

Si el producto alcohólico que se obtiene cumple con las especificaciones para cada uno de sus componentes, se lo puede llamar “bebida alcohólica destilado de consumo humano” -Anexo VII-; donde el paso del tiempo se constituye en un factor positivo, ya que la maduración de una bebida alcohólica genera mejorías en el sabor y sobre todo en el bouquet o aroma del licor.

El paso del tiempo para un licor constituye su fase de maduración o reposo, siendo la transformación lenta, le permite adquirir al producto las características organolépticas deseadas por procesos fisicoquímicos que en forma natural tienen lugar durante su permanencia en recipientes de madera de roble o encino. Según la norma mexicana para licores de Agave no se debe dejar reposar más de tres años, ni en cantidades mayores a 600 litros/barril. (NOM, 1994).

El licor que se desarrolló en este trabajo, se refiere a un licor de Agave sin reposo, es decir un licor blanco, y dado que después de su elaboración es inmediatamente envasado, no se estudió la estabilidad del licor en cuanto a las etapas de maduración en barril de madera, sino mas bien se evaluó el grado alcohólico, el pH y grados Brix del licor envasado hace 8 meses, verificando si existen pérdidas de alcoholes volátiles, azúcares y posibles cristalizaciones.

2.3.6 ESTUDIO DE ACEPTABILIDAD

2.3.6.1 Estudio de aceptabilidad de la miel de cabuya

Se realizó el estudio utilizando encuestas en las tiendas Camari de la ciudad de Quito, las personas que degustaron la miel de cabuya, calificaron según una escala hedónica. Además se consultó la disposición de compra, la presentación del producto, frecuencia y precio de adquisición.

Este estudio de aceptabilidad aportó información al Análisis de mercado para la Miel de Agave (punto 4.2), donde se amplía la explicación sobre como se tomó la muestra o número de encuestas, el lugar donde se realizó, y diferentes resultados obtenidos con el cliente y con las Tiendas Camari.

Diseño de la encuesta

Todo proceso de toma de información debe tener siempre a minimizar los errores de medida. Estos errores pueden tener su origen en los tres protagonistas del proceso de recogida de datos: el encuestado, el encuestador y el cuestionario (Agell y Segarra, 1997).

Encuestado: puede tener errores de interpretación de la pregunta, problemas o se encuentra corto de tiempo, desmotivación, o bien, de su voluntad consiente de mentir.

Encuestador: demostrar rectitud y serenidad, no emotividad ni parcialidad por alguna pregunta.

Cuestionarios: someterlos a previa prueba, llenos de coherencia y simplicidad, con un lenguaje cotidiano, no difícil de entender ni mucho menos con términos técnicos. Para la elaboración del cuestionario de encuesta se tuvo las siguientes consideraciones (Agell y Segarra, 1997):

- Generalmente en las encuestas es necesario incluir una pregunta de tipo filtro estas nos dan la pauta para ahorrar tiempo, cosa que es muy vital en este tipo de estudios.
- Entre más específicas sean las preguntas se obtendrá datos más certeros y se encontrará una recopilación más sencilla para presentar en el estudio. Preguntas sencillas y directas en un lenguaje simple y familiar.

- Importante estimar la edad del entrevistado, dentro de un rango de confianza, debido al comportamiento similar entre edades . La clasificación debe ser: de menos de 6 años, de 6 a 11 años, de 12 a 19 años, de 20 a 34 años, de 35 a 49 años, de 50 a 64 años, y de 65 en adelante
- Para la investigación de la Miel de Cabuya y teniendo suficiente presupuesto se debe incluir una prueba que permita degustar el producto con el fin de conocer el grado de aceptación y satisfacción en los clientes.
- Es fundamental preguntar con que otros productos se podría combinar y/o usar la miel así como la frecuencia con que se compraría.

Bajo estas consideraciones se elaboró el cuestionario de encuesta (Anexo VIII) enfocado a determinar que aceptación posee la Miel de Cabuya entre los clientes de las Tiendas Camari.

2.3.6.1 Estudio de aceptabilidad del licor de cabuya

Para determinar el grado de aceptación que tiene el licor se realizó un “Catado” que contó con la participación de dos productores expertos en licores, quienes evaluaron el producto para emitir su calificación sobre el licor en una ficha usada para el “Catado de Tequila” donde se evalúan principalmente parámetros sensoriales (vista, aroma, sabor). Las fichas oficiales para catado de tequila las emite la *Academia Mexicana del Tequila A.C.* una de las cuales se muestra en el Anexo VIII. Esta ficha se emplea para catar un tequila elaborado con 100% Agave, es decir, sin agregar azúcar ni melazas al proceso de fermentación. Por esta razón esta ficha se empleó para calificar también el licor de cabuya, que por su elaboración también es un licor 100% Agave. (AMT A.C., 2008)

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ESTUDIO DE COSECHA DEL AGUAMIEL

Los habitantes del Valle de Pujilí siguen un mismo método tradicional para la obtención del aguamiel (2.1.1. Proceso de cosecha de aguamiel), sin embargo se muestran diferencias en el promedio de grados Brix del aguamiel que se obtiene en una comunidad con relación a otra. Estas comunidades fueron: Isinche de Infantes, Isinche de Cofines, San Vicente y 5 de Junio.

Se tomó la medida de Grados Brix como indicativo de calidad del aguamiel, debido a, que mientras mayor sea el contenido de azúcares en el aguamiel, mayores rendimientos se obtendrá en los procesos de elaboración de miel y alcohol de Cabuya.

En la comunidad de *Isinche de Infantes* sus habitantes en general mostraron mayores cuidados y limpieza al realizar la recolección del aguamiel, además algunos de ellos se dedican a la venta de alimentos y bebidas no alcohólicas elaboradas a base de aguamiel. Esto se refleja en un mayor contenido de Brix comparado con comunidades vecinas. El estudio se llevó a cabo durante los meses de febrero, marzo y abril del 2007.

Tabla 3.1. Promedio de grados Brix del aguamiel de cabuya (Agave) por comunidad

COMUNIDAD	PROMEDIO GENERAL DE GRADOS BRIX Datos del Grupo 1	Grupo 1 Numero de Agaves en condiciones Normales de Producción	Grupo 2 Numero de Agaves en condiciones no apropiadas
5 de Junio	11,5	45	3
San Vicente	12	26	4
Isinche de Infantes	12,5	53	1
Isinche de Cofines	11,8	45	3

En la Tabla 3.1. (Promedio de grados Brix de Agaves por comunidad) se presenta una división entre “Agaves en condiciones normales de producción” (Grupo 1) con los “Agaves en condiciones no apropiadas” (Grupo 2). Los valores de Brix de la Tabla 3.1., pertenecen únicamente a los Agaves del Grupo 1.

Los Agaves que produjeron un aguamiel con un valor de Brix por debajo del promedio se los agrupó como “Agaves en condiciones no adecuadas de producción” (Grupo 2). Algunas de sus características que presentaron estos Agaves fueron las siguientes:

Tabla 3.2. Agrupamiento de Agaves según condiciones de manejo

	NÚMERO DE CASOS	%	CARACTERÍSTICAS
AGAVES DESCUIDADOS U OLVIDADOS	4	2,2	No reciben los cuidados básicos diarios como el raspado, recolección y limpieza del orificio. Medidas promedio Brix < 7. pH < 6
AGAVES CON INCORRECTA POSICIÓN DE ORIFICIO	3	1,7	Mal seleccionado el sitio de abertura de orificio, en zonas muy bajas del meristemo, o también en el ápice del meristemo de donde nacen las hojas centrales. Se presenta un proceso de pudrición de las paredes y bordes del orificio del Agave. Medidas promedio Brix < 9. pH < 6
AGAVES MAL SELECCIONADOS POR ESTADO DE MADUREZ Ternos	2	1,1	Agaves tiernos, con su corazón o meristemo delgado, así como la base de las hojas. Duración de vida productiva registrada: de 3 semanas a 1 mes. Medidas promedio Brix < 9. pH estable 6,8
AGAVES MAL SELECCIONADOS POR ESTADO DE MADUREZ Viejos	2	1,1	Agaves que han pasado su etapa óptima de abertura de orificio, ya que se ha desarrollado el chawarquero o tallo floral que se alimenta de las sustancias del meristemo. Para no afectar la producción de aguamiel se puede cortar este tallo cuando ha empezado a emerger y detener su crecimiento. Conforme el tallo gana altura se disminuye el tiempo de vida productiva del Agave. Vida productiva de 2 semanas a 1 mes. Brix < 10 pH estable 6,8
AGAVES EN CONDICIÓN NORMAL DE PRODUCCIÓN (Grupo1)	169	93,9	Agaves en estado de madurez adecuado y generalmente con un periodo de vida productiva de 3 meses. Mediciones Promedio de Brix y pH se detallan más adelante.
TOTAL	180	100	

Se trabajó con los datos del *Grupo 1* a fin de determinar como influyen en la calidad y cantidad de aguamiel los siguientes aspectos:

- Tiempo en producción del Agave desde que se abrió el orificio

- Horarios de recolección,
- Técnicas de raspado.

Conforme transcurre el tiempo desde que se realizó el orificio en el Agave se presenta el siguiente comportamiento de Brix y pH en la producción de aguamiel:

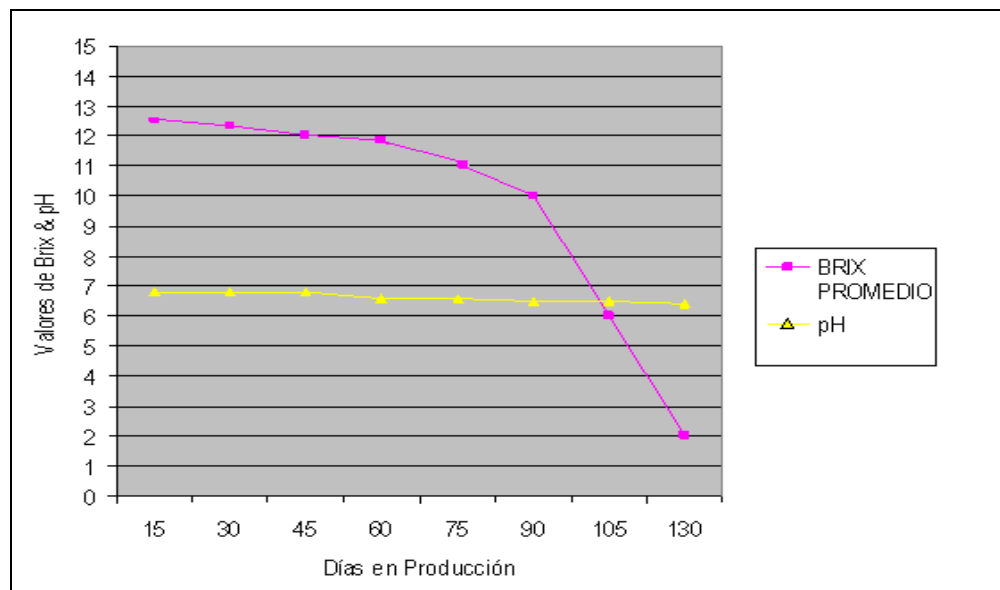


Figura 3.1. Disminución de grados Brix con relación al tiempo en producción de un Agave

La Figura 3.1. muestra que el aguamiel de un Agave disminuye en contenido de sólidos solubles (grados Brix) en el tiempo. La explotación de aguamiel tiene una duración promedio de tres meses, siempre que las condiciones del manejo sean las adecuadas.

El aguamiel es un medio propicio para los microorganismos naturales del ambiente que por su proceso metabólico fermentan el aguamiel en el orificio del Agave. Esta condición hizo necesario estudiar la variación de Brix y pH del aguamiel entre turnos de recolección, para determinar el número máximo de horas que el aguamiel puede acumularse y permanecer en el orificio hasta antes que se inicien los procesos de fermentación. En la Figura 3.2. se presenta la variación de Brix y pH del aguamiel en función del tiempo de acumulación.

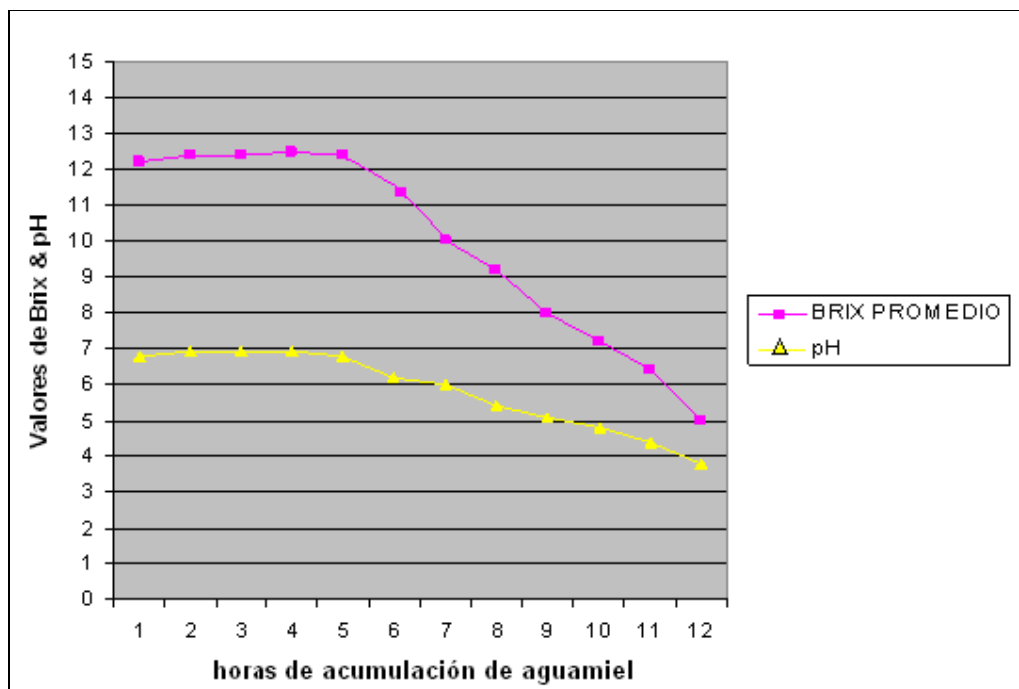


Figura 3.2. Brix y pH con relación al tiempo de acumulación de aguamiel
(Datos tomados entre turnos de recolección de la mañana con la tarde)

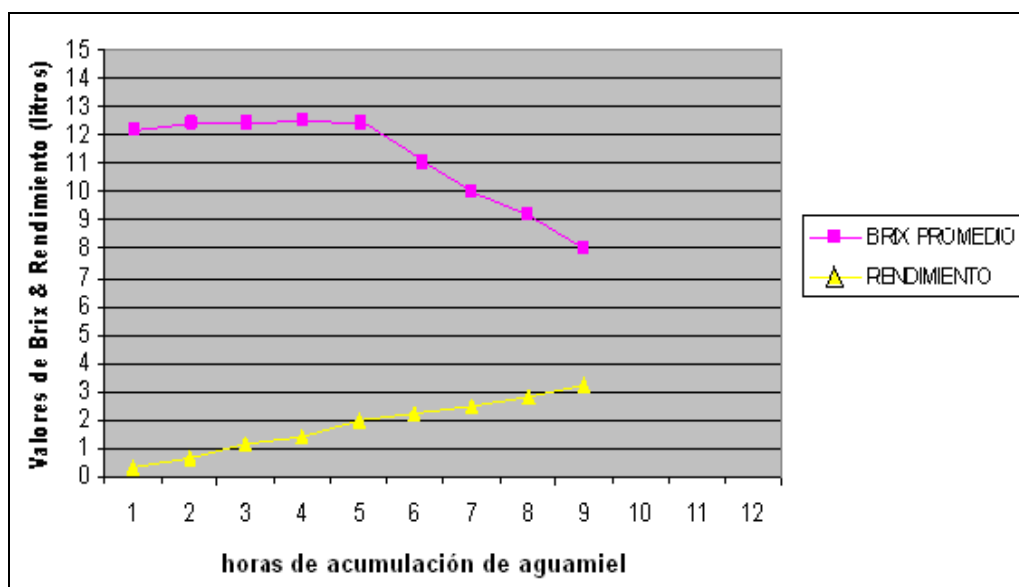


Figura 3.3. Brix y Rendimiento con relación al tiempo de acumulación de aguamiel
(Datos tomados entre turnos de recolección de la mañana con la tarde)

Según se muestra en la Figura 3.3, la quinta hora es el momento más recomendado para la recolección. Se obtiene el aguamiel con más alto valor de grados Brix. De 7 horas a 8:30 se puede obtener un rendimiento similar, que en promedio se encuentra en los 2 litros.

Posterior al primer turno de recolección de la mañana se realiza el raspado del orificio, para luego de 5 horas medir la cantidad de aguamiel y el nivel de Brix. La Figura 3.4. muestra los resultados obtenidos según la hora de raspado.

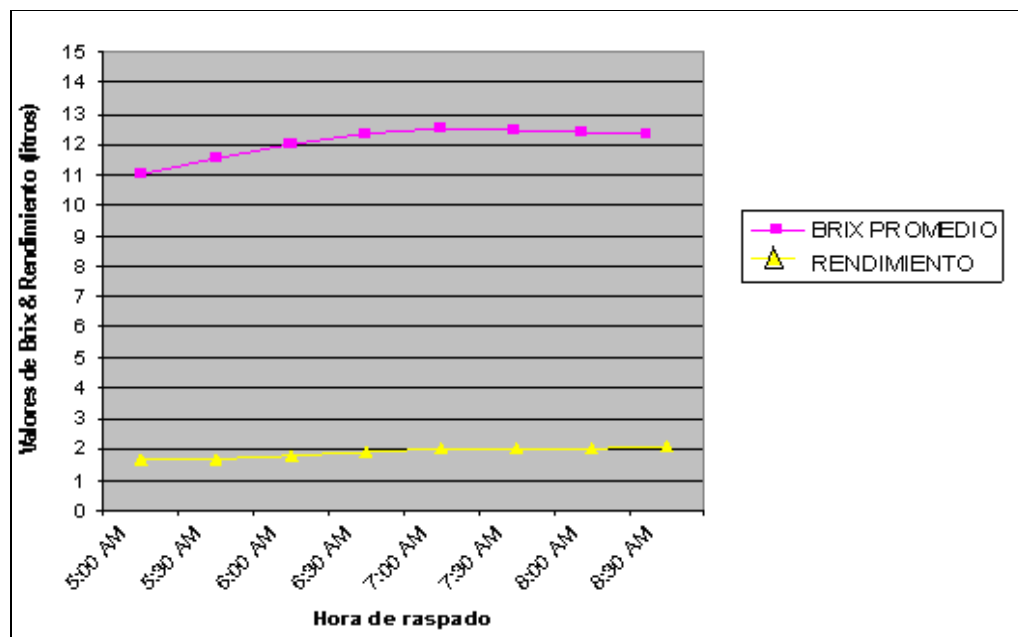


Figura 3.4. Brix y Rendimiento con relación a la hora de Raspado

El raspado diario del orificio desde las 7 AM favorece a que se obtenga un aguamiel con mayor nivel de azúcares. Si se realiza el raspado del orificio a horas más tempranas, las hojas generalmente se encuentran bañadas por el rocío, el mismo que baja en forma de gotas y penetra al orificio donde se encuentra acumulándose el aguamiel, la disuelve y por lo tanto reduce su nivel de azúcares.

El aguamiel aprovechable para ser industrializada es la que se recolectó en los turnos del medio día y en el de la tarde. En el turno de la mañana el aguamiel permaneció acumulándose en el orificio durante toda la noche y la madrugada por

lo que al recolectarla se encuentra fermentada. No obstante los pobladores de Pujilí utilizan esta aguamiel para enriquecer el alimento del ganado.

En el turno del medio día el aguamiel llegó a tener una medida promedio de Brix mayor que en el turno de la tarde; sin embargo en ambos turnos se obtiene la misma cantidad de aguamiel.

Tabla 3.3. Brix y Rendimiento según turnos de recolección

	HORAS DE ACUMULACION	BRIX	RENDIMIENTO (litros)
RECOLECCIÓN 12 Medio Día Raspado 7 AM	1	12,1	0,3
	2	12,3	0,7
	3	12,4	1
	4	12,5	1,4
	5	12,5	2
RECOLECCIÓN 5 de la tarde (17 Horas)	1	12,4	0,5
	2	12,4	0,9
	3	12,3	1,3
	4	12,2	1,7
	5	12	2

El raspado que se realiza todos los días en el orificio del Agave es una práctica indispensable para el rendimiento normal de aguamiel, debido a que caso contrario las paredes del interior del orificio se cicatrizan impidiendo así que continúe la exudación y acumulación de aguamiel.

Un solo raspado diario del orificio del Agave en la mañana es suficiente para la normal exudación del aguamiel para un día. Como se presentó en la Tabla 3.3. (Brix & Rendimientos según turnos) el rendimiento de aguamiel del turno del medio día comparado con el de la tarde, muestran valores similares entre sí.

Los productores de aguamiel realizan el raspado de algunas maneras, las mismas que pueden resumirse en el siguiente esquema:

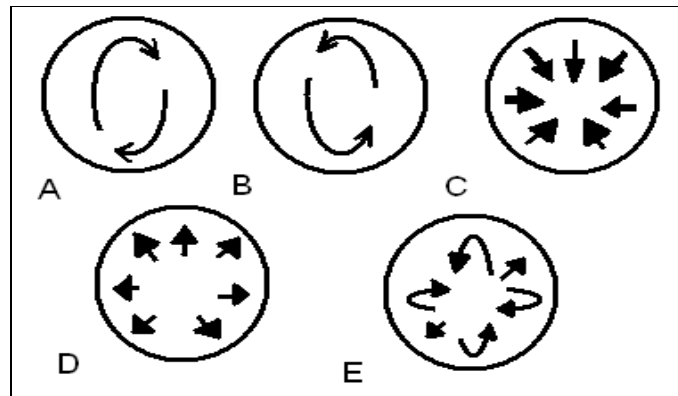


Figura 3.5. Tipos de raspado en el interior del orificio de un Agave

- A:** raspado en el sentido de las manecillas del reloj
- B:** raspado en sentido antihorario
- C:** raspado desde los bordes del orificio en dirección hacia el interior
- D:** raspado desde el interior y centro del orificio hacia los bordes
- E:** raspado en múltiples direcciones.

Con excepción de la opción **A**, las diferentes maneras de realizar el raspado no representaron un factor determinante en el rendimiento de litros de aguamiel. Al practicar la opción **A** en diferentes Agaves de la comunidad de Isinche de Infantes, el rendimiento se registró superior en un **5%** comparado al que se obtiene con otros tipos de raspado practicados en los mismos Agaves.

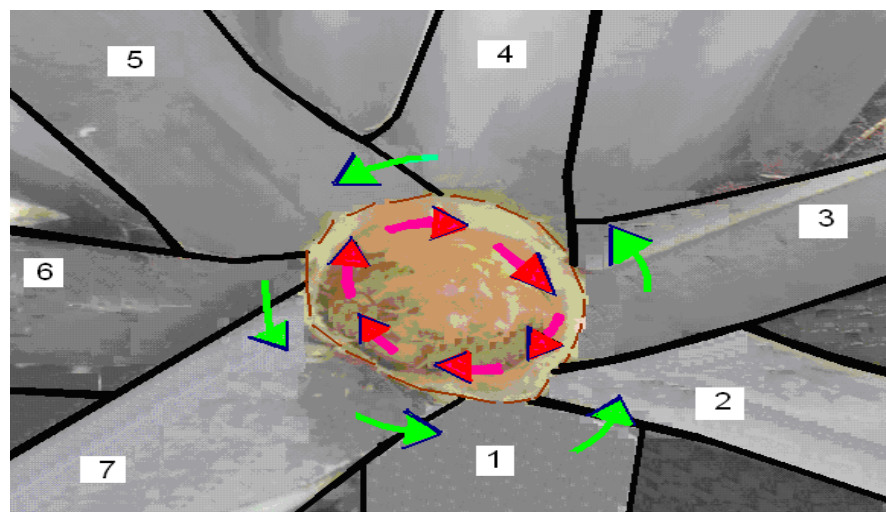


Figura 3.6. Dirección o sentido de crecimiento de las hojas del Agave, y raspado

Foto: Vista superior de un orificio para acumulación de aguamiel

Flechas verdes: Sentido del crecimiento de las hojas de Agave

Flechas rojas: Sentido del raspado de las paredes internas de un orificio del Agave

Números: Orden del crecimiento ascendente en espiral desde la hoja 1 más cercana a la superficie

El tipo de raspado de la opción **A** debe realizarse en el sentido de las manecillas del reloj y contrario al sentido de crecimiento de las hojas del Agave, procurando el mismo grosor de corte en toda la superficie interna del orificio, sin dejar lugares que no se hayan raspado para evitar la cicatrización.

Las *épocas de lluvia* afectan la calidad del aguamiel, debido a que el agua penetra al orificio de la planta. En el caso de que haya lluvia se registraron valores de hasta 0,5 Brix en el aguamiel. Sin embargo se evitó la entrada de buena parte de agua lluvia al orificio tapándolo cuidadosamente. Conjuntamente con un buen tapado, fue necesario realizar unas heridas en forma de pequeños canales en la base de las hojas vecinas al orificio, desviando así el recorrido del agua lluvia que baja a través de estas hojas. Aún con estos cuidados ingresó cierta cantidad de lluvia lo que reduce el nivel de azúcares del aguamiel.

En el caso de la comunidad de Isinche de Infantes donde el nivel de Brix del Aguamiel en un día normal sin lluvias es 12,5, en los días de lluvia se redujo a 11 y 10 siendo un aguamiel todavía útil para un proceso industrial.

3.2 CARACTERIZACIÓN DEL AGUAMIEL

El aguamiel recién recolectado posee las características organolépticas que se muestran en la Tabla 3.4. Siendo estas las características de un aguamiel recién recolectada de un Agave en buenas condiciones.

Tabla 3.4. Evaluación organoléptica del aguamiel de *Agave americano* L.

Factores organolépticos	Resultados
COLOR	Ligeramente amarillo turbio
OLOR	Característico a Cabuya
SABOR	Dulce
ASPECTO	Líquido

En la Tabla 3.5. se muestra los resultados de la evaluación químico bromatológico de aguamiel de un Agave en condiciones normales en la zona de Pujilí, recolectada artesanalmente en el turno del medio día.

Tabla 3.5. Evaluación químico bromatológico de aguamiel de *Agave americano L.*

Descripción	Valores
Proteína (%)	0,34
Ceniza (%)	0,65
Sólidos totales (%)	10,76
Sodio (mg/100g)	1
PH (a 20°C)	6,8
Acidez (% exp. como ac. Acético)	0,31
Densidad (g/mL)	1,02

Tabla 3.6. Análisis microbiológico del aguamiel

Microorganismos	Resultado
Aerobios Mesófilos (ufc/g)	10×10^5
Coniformes (ufc/g)	<10
Eschericia coli (ufc/g)	<10
Mohos (upm/g)	<10
Levadura (upl/g)	Incontables

3.3 ELABORACIÓN DE LA MIEL

3.3.1 CONCENTRACIÓN DEL AGUAMIEL

En el transcurso de la concentración del aguamiel se efectuaron mediciones de °Brix, pH y temperatura intervalos de 20 min, datos con los cuales se construyó la Figura 3.7. y que muestran la variación de estos parámetros vs el tiempo

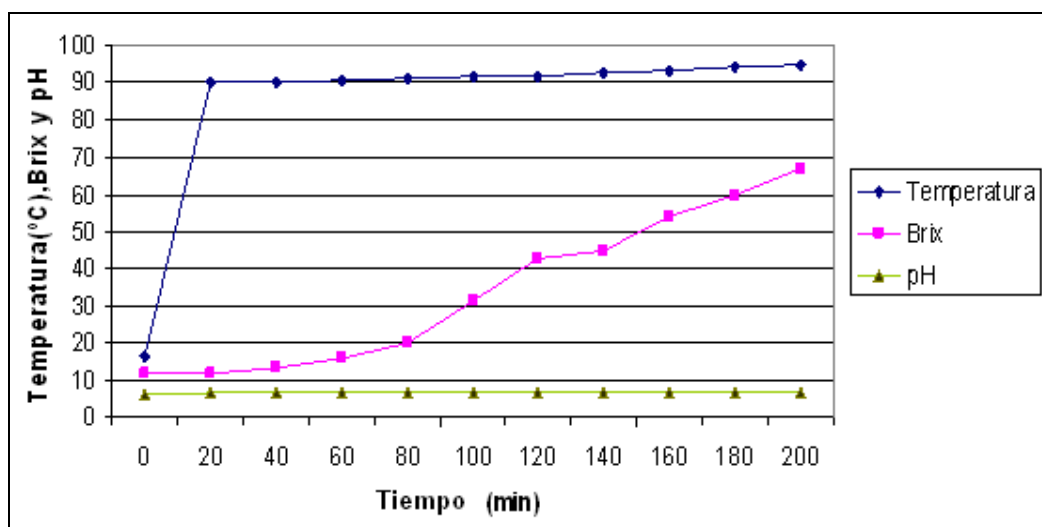


Figura 3.7. Temperatura, Brix y pH vs tiempo de concentración de la miel.

La zona del valle de Pujilí se encuentra entre los 2800 a 2900 msnm, donde se registro que el punto de ebullición del aguamiel es de 90,4°C.

Durante el proceso de concentración la temperatura del aguamiel aumenta gradualmente al igual que el porcentaje de sólidos solubles (Grados Brix). En el Anexo XI se encuentran los valores de Brix vs temperatura. Al terminar la concentración de la miel en 60 °Brix la temperatura que reportó fue 94,5°C.

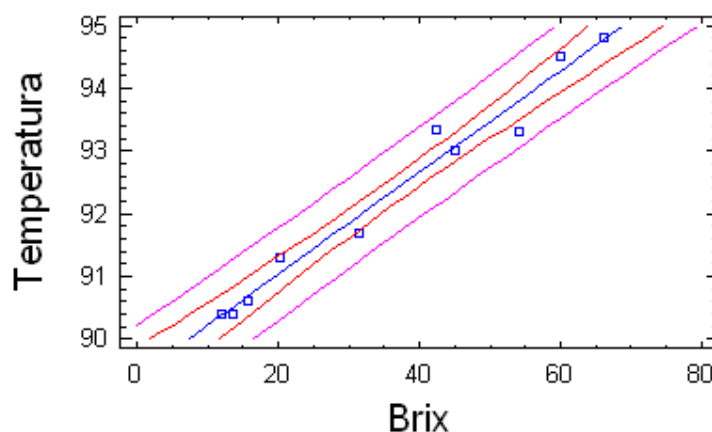


Figura 3.8. Comportamiento del Brix en proceso de concentración del aguamiel vs la temperatura.

En la Figura 3.8. se observa la relación directa que existe entre el aumento en el porcentaje de sólidos solubles y el aumento de temperatura, la ecuación lineal es: $\text{Temperatura} = 89,399 + 0,0814754 \cdot \text{Brix}$.

En donde, 0,0814 es el valor de la pendiente y 89,39 es la ordenada del punto donde la recta interseca el eje y.

El pH sufre un ligero cambio al inicio de la ebullición (Anexo XI), esto se debe a la pérdida de ácidos volátiles en la concentración, estos ácidos pueden ser propios o producidos por la ligera fermentación que sufre el aguamiel antes de ser procesada. El pH inicial promedio es de 5,7 a 6,4 y al final de la concentración es de 6,4 a 7.

Pruebas preliminares en la elaboración de la miel

En las pruebas preliminares de la elaboración de miel, se observó que al concentrar aguamiel pura hasta 65° Brix y sin el uso de aditivos se obtiene un producto de baja consistencia líquida en comparación con jarabes y mieles que se comercializan. El rendimiento en la concentración de la miel fue del 13% del total de aguamiel utilizada.

Formulaciones para la elaboración de miel de cabuya

Para mejorar el rendimiento y consistencia se utilizó los siguientes espesantes: Grindsted Xantan, Grindsted Pectin YF-450, Carboximetilcelulosa (CMC) y Pectina cítrica en las cantidades descritas en el punto 2.3.2.2 Experimentación y Formulación para Miel de Cabuya.

En todas estas pruebas se utilizó los preservantes benzoato de sodio (0,2%) y sorbato de potasio (0,3%) en solución al 20%, o Natamax en 100ppm del producto final.

Evaluación y análisis de parámetros sensoriales

Los parámetros de análisis sensoriales (olor, sabor, consistencia y color), se basaron en la aceptación de la miel frente a un panel de 15 personas productoras artesanales que componen la microempresa en el cantón de Pujilí.

Para cada experimentación, se utilizó la escala hedónica de aceptación de cinco niveles (Anexo XII), estos resultados fueron promediados para la interpretación de los resultados que se muestran a continuación. (Anexos XIII - XVI).

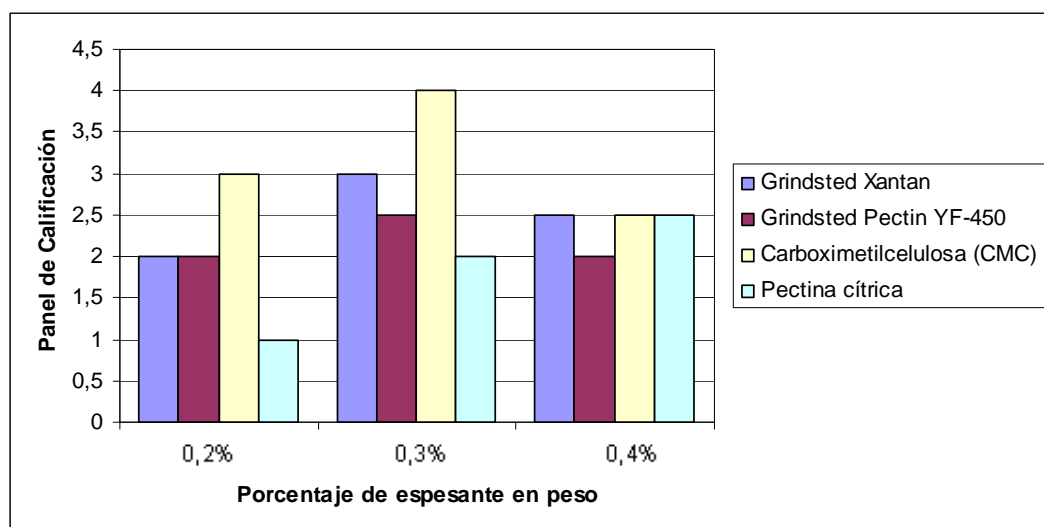


Figura 3.9. Evaluación cualitativa de Consistencia

Se observa que la Pectina cítrica tiene muy poca capacidad de espesar a la miel en los porcentajes en peso utilizados para esta experimentación, mientras Grindsted Xantan, Grindsted Pectin YF-450 en porcentaje de espesante de 0,2% y 0,3 % respectivamente aumenta ligeramente su capacidad de espesar. El aditivo CMC en el porcentaje de espesante del 0,3% da la consistencia que tubo mayor aceptación.

En el porcentaje del 0,4% el Grindsted Xantan, grindsted pectin YF-450 y CMC se forman grumos con la miel y su consistencia no es homogénea a pesar de la mezcla total del espesante.

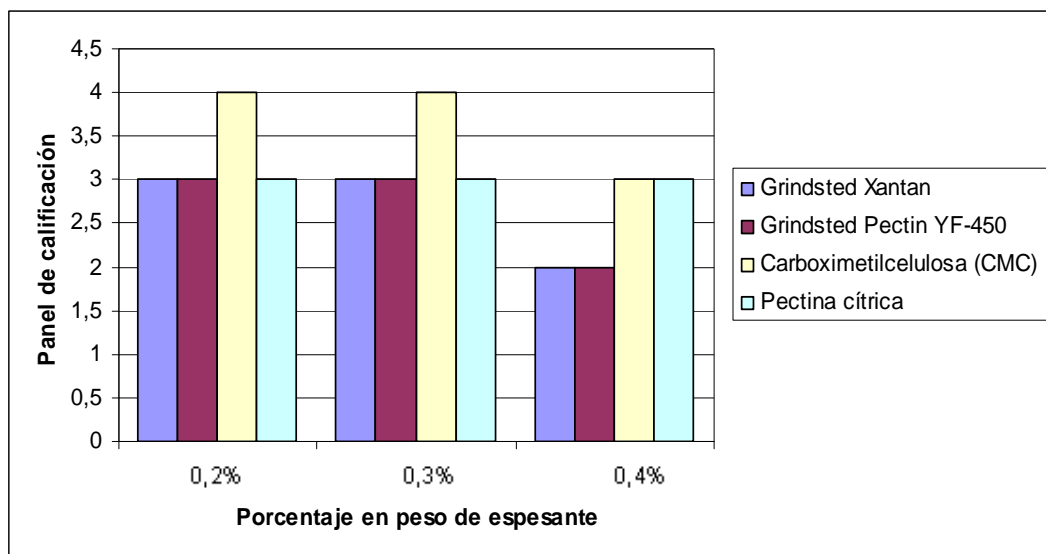


Figura 3.10. Evaluación cualitativa de Olor

En la Figura 3.10. se observó que tanto el Grindsted Xantan, el Grindsted Pectin YF-450 y la Pectina cítrica conceden olor característico del espesante a la miel, mientras el CMC en porcentajes del 0,2 y 0,3% predominan las características de olor y sabor de la miel, pero en porcentaje del 0,4% en CMC concede características del espesante a la miel en lo que respecta el olor.

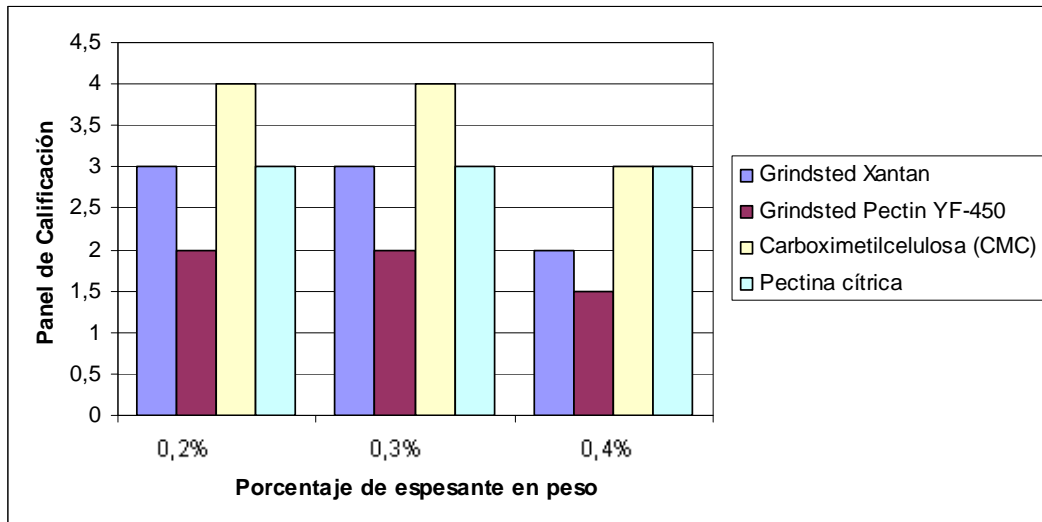


Figura 3.11. Evaluación cualitativa de Sabor

El sabor evaluado en los experimentos con Grindested Xantan, Grindested Pectin YF-450 y pectina cítrica presentan un nivel de aceptación menor que el CMC en el porcentaje 0,2 y 0,3% de espesante, pero al llegar al porcentaje de 0,4% el CMC disminuye su nivel de aceptación igualándose con la pectina cítrica debido a que el sabor de la miel se modifica.

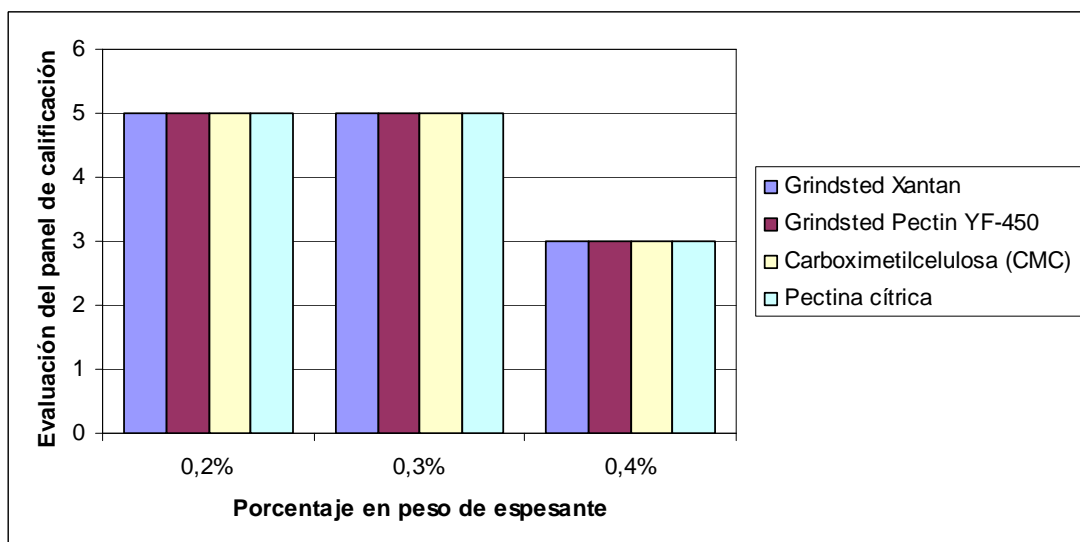


Figura 3.12. Evaluación cualitativa de Color

La coloración de la miel no se modifica con el uso de los espesantes en porcentaje 0,2 y 0,3 %. Pero en el porcentaje en peso del 0,4% el color se modifica a una tonalidad mas clara en todos los casos.

Tabla 3.7. Resumen de la evaluación sensorial, características del espesante y consistencia

Espesante	% de espesante	Puntaje de calificación sensorial	Características de olor y sabor del espesante otorgadas a la miel	Consistencia de la miel
Grindsted Xantan	0,2	13	Ninguno	Líquida
	0,3	13	Ninguno	Líquida
	0,4	9	Otorga olor y sabor del espesante	Grumos
Grindsted Pectin YF-450	0,2	12	Ninguno	Líquida
	0,3	11	Otorga olor y sabor del espesante	Semilíquido
	0,4	10	Se forman grumos	Grumos
Carboximetilcelulosa (CMC)	0,2	16	Ninguno	Líquida
	0,3	17	Ninguno	Semilíquido
	0,4	10	Otorga olor y sabor del espesante	Grumos
Pectina cítrica	0,2	12	Ninguno	Líquida
	0,3	15	Ligeramente ácido	Semilíquido
	0,4	12	Sabor muy ácido no agradable	Grumos

Evaluación entre experimentos

La calificación de cada parámetro sensorial es sobre 5 puntos (Anexo XII) y son 4 parámetros de evaluación (olor, color, sabor y consistencia). El puntaje total de evaluación es de 20 puntos que dependió de las características con la que actuó el espesante en la elaboración de la miel.

En la Figura 3.13 (Evaluación sensorial de la miel entre espesantes) se presenta el puntaje de aceptación de cada caso experimental.

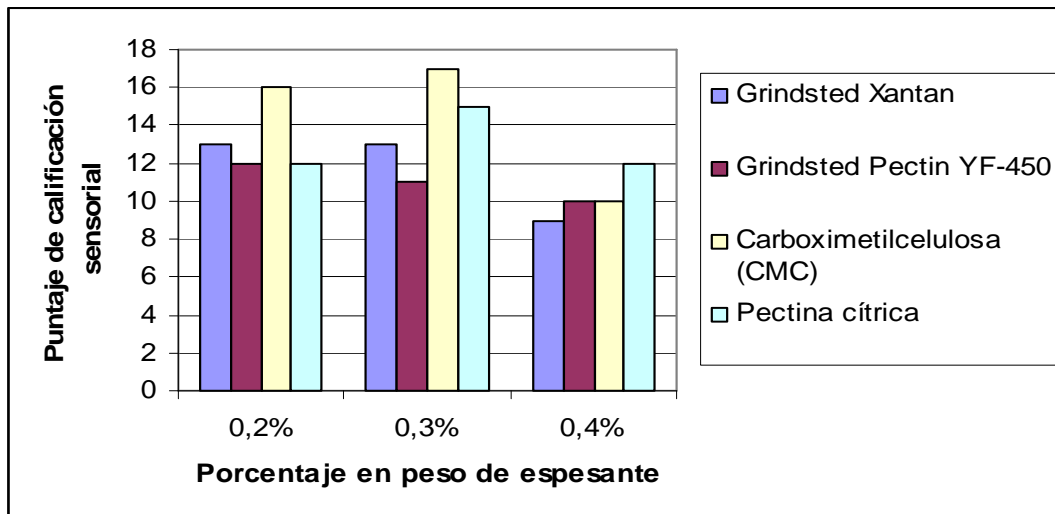


Figura 3.13. Evaluación sensorial de la miel de Agave entre espesantes.

De acuerdo a los datos de la Figura 3.13., el Grindsted Pectin YF-450 y Pectina cítrica en los porcentajes 0,2% y 0,3% obtienen aceptación con una puntuación entre 12 a 13. El espesante Grindsted xantan en los porcentaje 0,2% y 0,3% tiene una puntuación media entre 13 a 14, y el CMC en los porcentaje en peso 0,2% y 0,3% posee la mayor aceptación con una puntuación de 17. Al usar los espesantes en el porcentaje 0,4% transfirieron características no aceptables a la miel, como la consistencia no homogénea.

Podemos concluir que el CMC en porcentaje de 0,3% en peso es un espesante que mejora las características tanto de olor, sabor y color y además mejorar la consistencia.

3.3.2 CARACTERIZACIÓN DE LA MIEL

Se realizó la caracterización con la muestra que obtuvo la mayor aceptación durante la experimentación, la cual su formulación es: CarboxiMetilCelulosa (CMC) al 0,3% en peso, conservante Natamax en 100ppm y concentración de 65° Brix.

Tabla 3.8. Evaluación químico bromatológico de la miel de cabuya

Descripción	Valores
Humedad (%)	33,48
Proteína (%)	1,63
Ceniza (%)	6,85
Fructosa (%)	7,82
Sacarosa (%)	23,01
Carbohidratos (otros) (%)	27,21
Sólidos Totales (%)	65
Grasa (%)	0
Sodio (mg/kg)*	496
Calcio (mg/kg)*	390
Magnesio (mg/kg)*	271
Fosforo (mg/100g)**	51,20
Vitamina B3 (mg/100g)*°*	10,23
PH (a 20°C)	6,8
Acidez (% exp. como ac. Acético)	0,38
Densidad (g/mL)	1,19

* Métodos: Absorción Atómica No OAE LE IC 04-002

** Método: MAL - 24

° Métodos: Absorción Atómica No OAE LE IC 04-002

En el estudio químico - bromatológico realizado a la miel, muestra que el contenido de humedad es del 33,48 % una notable disminución de humedad en comparación con el aguamiel, esto se produjo por el proceso de concentración.

El contenido de fructuosa es del 7,82% y la sacarosa es del 23,01%, y carbohidratos entre los cuales se destaca la glucosa es de 27,21g%, lo que indica que este tipo de miel no es únicamente un jarabe de azúcar, más bien es un

concentrado de una savia vegetal con aportes nutricionales para la dieta humana; además que la miel contiene otros micronutrientes como: calcio 390 mg/kg, magnesio 271 mg/kg, fósforo 51.20 mg/kg y vitamina B3 10.23 mg/100g.

La medición de cenizas fue de 6,85% del total del producto, lo que indica que se podría mejorar el proceso de filtrado de la materia prima.

La evaluación organoléptica realizada a la miel reportó la siguiente información:

Tabla 3.9. Evaluación organoléptica de la miel de cabuya

Factores organolépticos	Resultados
COLOR	Café
OLOR	Característico
SABOR	Dulce
ASPECTO	Líquido viscoso

Los resultados del análisis microbiológico muestran que la miel de cabuya se encuentra dentro de los parámetros establecidos para alimentos.

Tabla 3.10. Análisis microbiológico de la miel

Microorganismos	Resultado
Aerobios Mesófilos (ufc/g)	<10
Coniformes (ufc/g)	<10
Eschericia coli (ufc/g)	<10
Mohos (upm/g)	<10
Levadura (upl/g)	<10

3.3.3 ESTABILIDAD DE LA MIEL

Para el estudio de estabilidad de la miel de cabuya se utilizó la muestra que obtuvo la mayor aceptación durante la experimentación, la misma muestra que se utilizó en la caracterización de la miel de cabuya.

Los datos registrados de actividad de agua (a_w), Brix, pH muestran que el tiempo de almacenamiento de la miel en intervalos de 3 y 6 meses en condiciones normales, afecta ligeramente al producto, con una actividad microbiana nula y variación mínima de sólidos. Los productos azucarados con 65° Brix, no son vulnerables a la contaminación por bacterias, pero no así por mohos y levaduras, por lo que la inexistencia de estos microorganismos en los análisis puede obedecer a la inocuidad del proceso y a la acción del preservante Natamax. También se realizó las pruebas de estabilidad bajo condiciones aceleradas, reportando iguales datos de estabilidad, y un tiempo de vida útil mayor a 6 meses.

Tabla 3.11. Actividad de agua, Brix y pH según periodo de almacenamiento

Tiempo de almacenamiento	PARÁMETROS DE ESTABILIDAD			
	Brix	a_w	pH	Acidez (% esp. como ác. acético)
Mes				
0	67	0,81	6,33	0,38
3	65	0,83	5,63	0,38
6	64	0,87	5,74	0,39

Tabla 3.12. Crecimiento microbiano según periodo de almacenamiento

Microorganismos	Muestra fresca	3 meses	6 meses
Aerobios Mesófilos (ufc/g)	< 10	< 10	< 10
Coniformes (ufc/g)	< 10	< 10	< 10
Eschericia coli (ufc/g)	< 10	< 10	< 10
Hongos y Levaduras	< 10	< 10	< 10

3.3.4 ACEPTABILIDAD DE LA MIEL

De las encuestas realizadas en las tiendas Camari, se obtuvo los siguientes resultados:

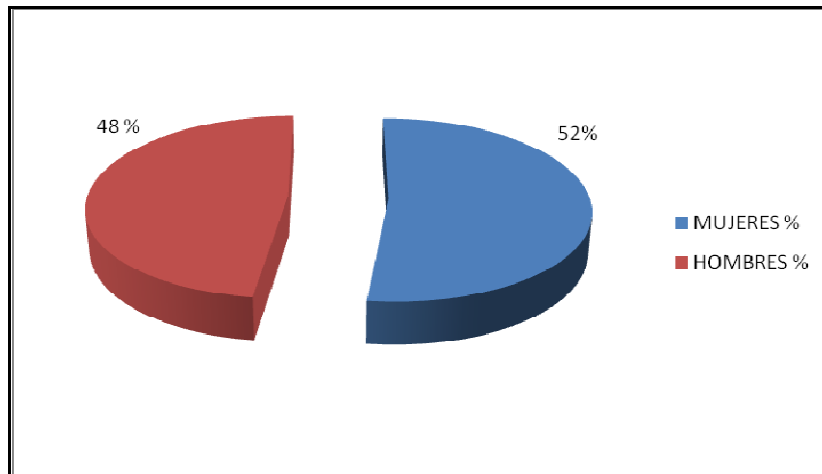


Figura 3.14. Porcentaje de personas según género

Las edades de los encuestados, están comprendidas como sigue:

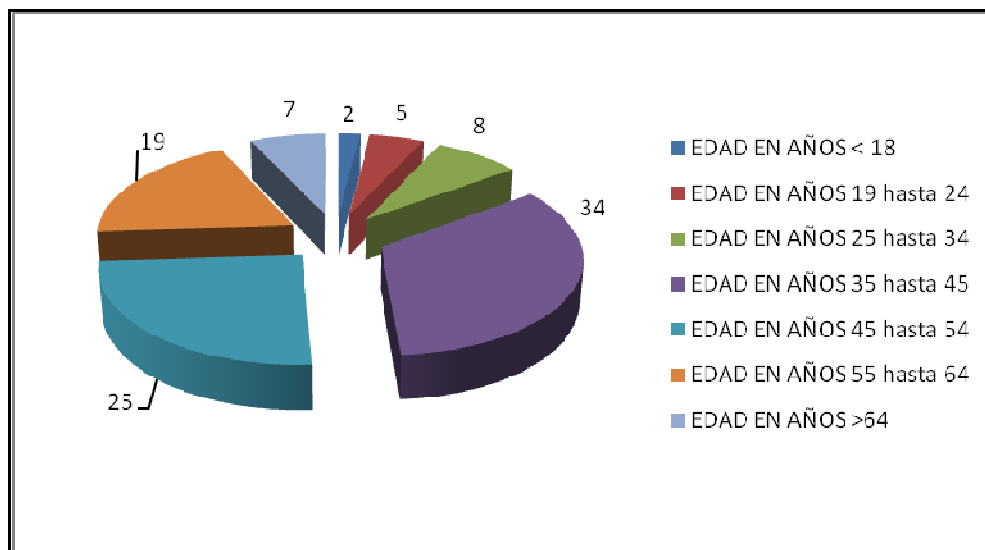


Figura 3.15. Porcentaje de personas según grupos de edad

El gráfico muestra que el 78% de las personas que acuden a comprar víveres a las tiendas Camari son personas entre las edades de 35 a 64 años.

La aceptabilidad del producto se determinó con una escala hedónica, estos resultados se muestran en la Figura 3.16.

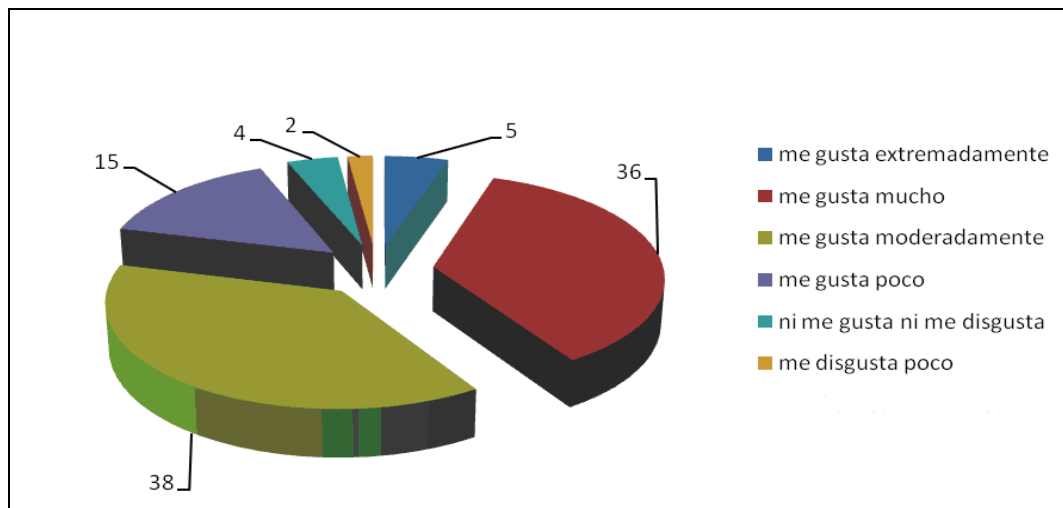


Figura 3.16. Resultados de la escala hedónica de aceptabilidad

A un 38% de los encuestados les gusta el producto moderadamente, a un 36% les gusta mucho, el 15% les gusta poco, un 5% les gusta extremadamente, al 4% no les gusta ni les disgusta y a un 2% le disgusta un poco. Las personas encuestadas que si comprarían el producto representa un porcentaje de 75%.

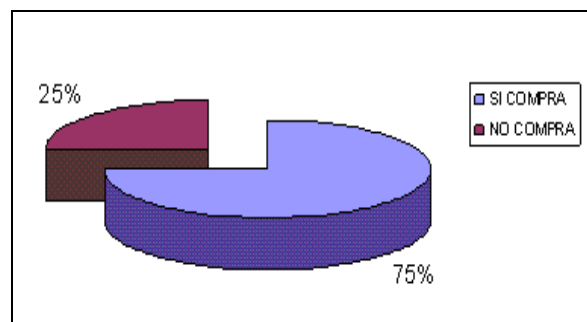


Figura 3.17. Decisión de Compra

Tomando al grupo de personas encuestadas que si compran el producto, se realizaron otras preguntas como la preferencia en la presentación del producto lo que mostró que un 83% de los encuestados prefieren presentaciones de 250 *gramos*, la mayor frecuencia de compra es *semanal* en un 42% y *quincenal* en un 36% y el 63% de los encuestados prefiere un precio entre 2 a 2.30 *dólares*:

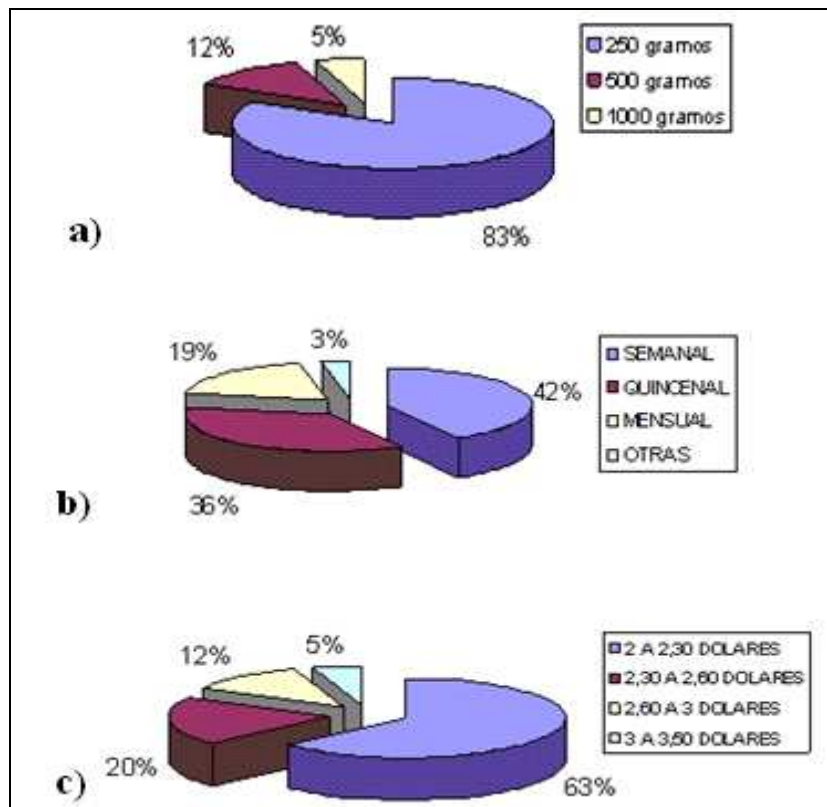


Figura 3.18. a) Preferencia de presentación del producto, b) Frecuencia de compra del producto, c) Preferencia de precios del producto

3.4 ELABORACIÓN DEL LICOR DE CABUYA

Durante los experimentos de fermentación se realizó un seguimiento del crecimiento de microorganismos, cambios en los valores de Brix, pH, acidez titulable y consumo de los azúcares reductores, con la finalidad de determinar la eficiencia del proceso y su duración. Eficiencia de la fermentación entendida como el grado de conversión de azúcares a alcohol o rendimiento de alcohol.

Crecimiento de los microorganismos

En la figura N°36 se observa el comportamiento característico del crecimiento de levaduras bajo las siguientes condiciones: 2% de inóculo y con aguamiel ajustada a 18 ° Brix. En el Anexo XVIII podemos encontrar la tabla del crecimiento de las levaduras *Saccharomyces cerevisiae*. La siguiente figura muestra el crecimiento de la población de levaduras (número de levaduras por mililitro) en función al tiempo de fermentación

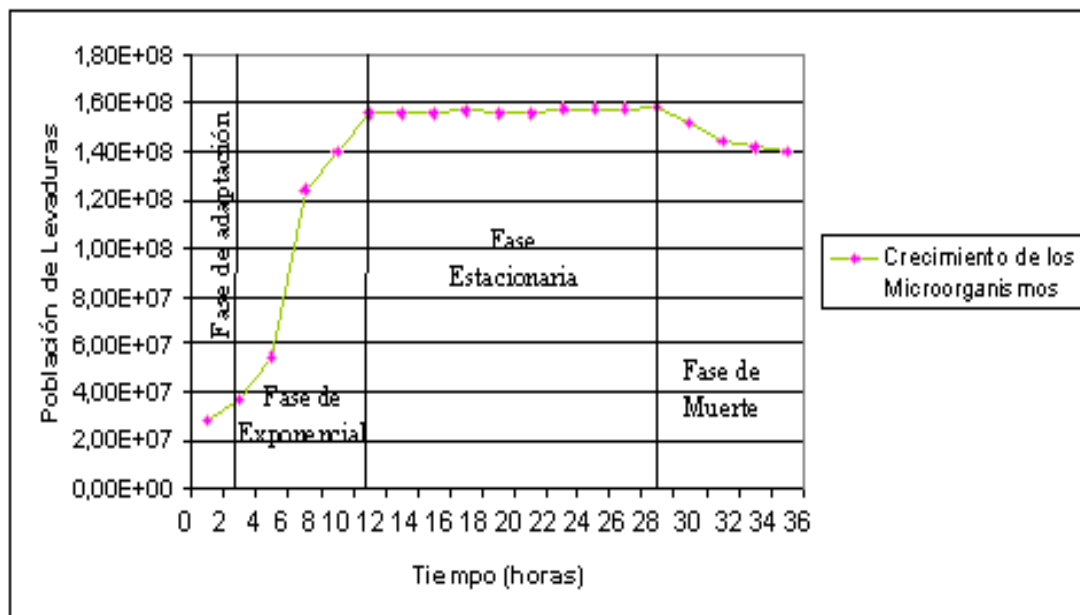


Figura 3.19. Curva de crecimiento de las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* en el periodo de fermentación

La fase de adaptación se da en las dos primeras horas, luego se observa un alto crecimiento del número de células denominado fase de crecimiento exponencial. Debido a la condiciones de fermentación anaeróbicas la velocidad de crecimiento va declinando hasta detenerse, en este periodo la población de levaduras alcanza su máximo tamaño y se denomina fase estacionaria. Al agotarse las azúcares reductores del mosto y aumentar el contenido de alcohol las levaduras entonces empiezan la fase progresiva de muerte.

Comportamiento del brix durante la fermentación

En la figura 3.20. se observa que la concentración de sólidos solubles del mosto inicia en 18°brix, el descenso comienza a medida que las levaduras consumen los azúcares reductores (Anexo XIX). En las primeras 20 horas se produce el descenso en un 52% de los sólidos solubles llegando a 8.9 °Brix, en las siguientes 16 horas se ha consumido el 79.44% de los sólidos solubles llegando a 5 °Brix. En las horas siguientes no se observa variación de Brix.

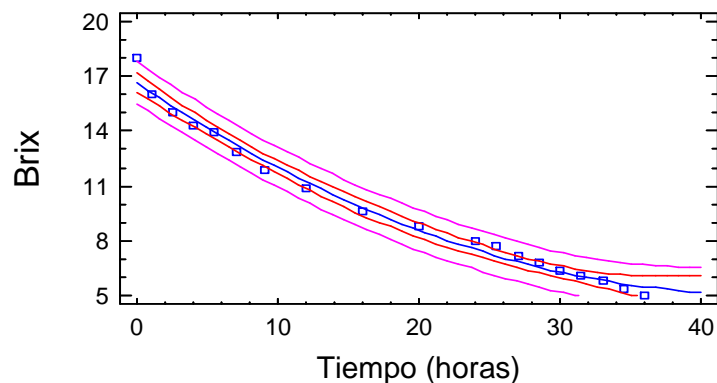


Figura 3.20. Comportamiento de los sólidos solubles (Brix) durante el tiempo de fermentación

La ecuación (modelo de tipo polinomial) que describe la relación que existe entre el brix y el tiempo de fermentación es la siguiente:

$$Brix = 16,6295 - 0,516874 * Tiempo \ h + 0,0057705 * Tiempo \ h^2$$

Comportamiento del pH durante la fermentación

El descenso del pH se da por la presencia de compuestos ácidos producidos por las levaduras durante la fermentación (1.4.4 Mecanismo de la fermentación). Generalmente la fermentación inicia con un pH de 5.9 y finaliza con un pH ácido de 5. (Anexo XIX)

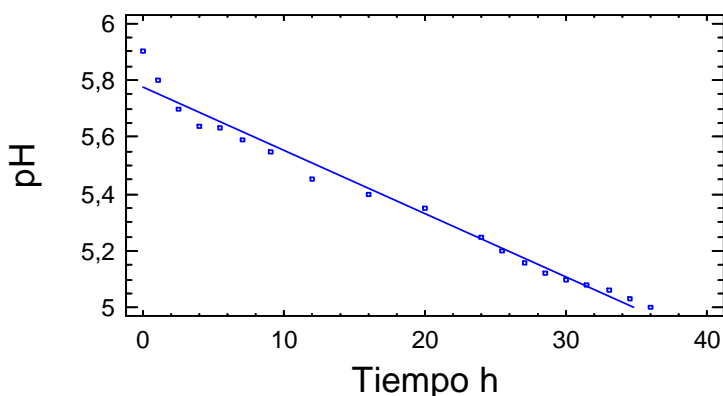


Figura 3.21. Comportamiento del pH en relación al tiempo de fermentación

En el descenso del pH de la fermentación se observa una relación lineal entre el pH y el tiempo de fermentación. La ecuación utilizada es:

$$pH = 5,77586 - 0,0222807 * \text{Tiempo } h$$

Brix y azúcares reductores durante la fermentación

En la fermentación los azúcares reductores del mosto son aquellos que se transforman en etanol, de esta manera el tiempo que dura la fermentación no depende enteramente del descenso total de los sólidos solubles que contenga el mosto, sino de que los azúcares reductores se hayan agotado (Anexo XX). Los azúcares reductores se calcularon según la medida de absorbancia de la muestra

En los Anexos XXI - XXIII se puede observar de las diferentes experimentaciones los valores de absorbancia. En el caso de la figura 3.22. la medida de absorbancia al inicio del proceso es 1.101nm y termina en valores de 0,015nm indicando que

es casi nula la presencia de azúcares reductores, por ende se finaliza la fermentación.

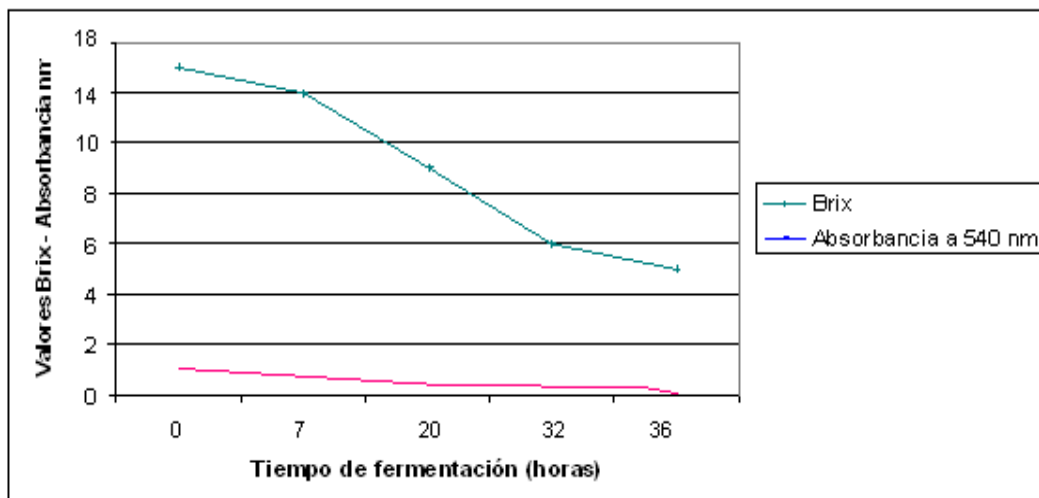


Figura 3.22. Brix vs Absorbancia de azúcares reductores (540nm) durante el tiempo de fermentación.

Mientras los azúcares reductores se agotan totalmente la medida de grados Brix llega a un valor mínimo de 5° Brix.

Pruebas Preliminares de inóculo

Las pruebas preliminares se realizaron para precisar entre qué porcentajes de inóculo se debía trabajar para la experimentación formal; para lo cual se probó con inóculos del 0,5% hasta 6% en peso de levadura fresca activa con relación al peso del mosto. Asimismo se llevó a cabo una fermentación natural, es decir, con aguamiel sin ningún tratamiento de esterilización ni con la adición de inóculo.

1.- La fermentación natural, es decir la que se realiza espontáneamente con los propios microorganismos del aguamiel, reportó bajos rendimientos comparados a los de fermentación controlada con inóculo. El producto destilado de la fermentación natural no obtuvo características organolépticas aceptables, debido a que el aguamiel sin esterilizar o crudo posee otros microorganismos además de levaduras, y que por su metabolismo generan componentes no deseables.

2.- También se realizaron pruebas con diferentes tamaños de inóculos desde 6% a 0,5% en relación al peso de la muestra. Se delimitó que las mejores características organolépticas y de rendimiento se dieron entre el 2% de inóculo hasta el 0,5%. Esto se debe a la necesidad de mayor cantidad de nutrientes para los porcentajes altos de inóculo.

En la Tabla 3.13 se indica los resultados de las pruebas preliminares, donde el principal indicador del proceso es el rendimiento alcohólico.

Tabla 3.13. Resultados de pruebas preliminares de fermentación

TIPO DE TRATAMIENTO	RENDIMIENTO DE ALCOHOL a 20° v/v	CARACTERISTICAS
Fermentación Natural de aguamiel cruda	18	bajo rendimiento, 3 1/2 días de fermentación
6% de Inóculo con aguamiel esterilizada	19,2	fuerte sabor y olor a cultivo de levaduras, 7 horas de fermentación
4% de Inóculo con aguamiel esterilizada	22	fuerte sabor y olor a cultivo de levaduras, 13 horas de fermentación
2% de Inóculo con aguamiel esterilizada	26	sabor y olor leves a cultivo de levaduras, 24 horas de fermentación
1% de Inóculo con aguamiel esterilizada	27	sabor y olor leves a cultivo de levaduras, 30 horas de fermentación
0,5% de Inóculo con aguamiel esterilizada	23	no presenta sabor ni olor de levaduras. 42 horas de fermentación

El tiempo de duración de la fermentación se determinó con las mediciones de azúcares reductores con el método DNS de lecturas de absorbancia, ya que cuando la medida es cercana cero (ejem: 0,006 nm) indica que el medio ya no posee azúcares fermentecibles. (Worthington, 1993)

Resultados de la experimentación del licor

Todo el proceso de experimentación se realizó bajo el mismo procedimiento de fermentación y de destilación mostrados en el punto 2.3.3.2 (Experimentación para el licor de cabuya). La variable de respuesta fue el rendimiento de alcohol obtenido al destilar el mosto fermentado en cada caso.

La concentración inicial de grados Brix del mosto es el parámetro de mayor influencia sobre los resultados de rendimiento de alcohol en la totalidad de los experimentos (Anexos XXI-XXIII). Esto quiere decir que todos los experimentos realizados con aguamiel de concentración 12° Brix mostraron menor rendimiento que los experimentos a 15 y 18°Brix. En la Figura 3.23. se muestra el promedio de rendimiento de alcohol por lotes de experimentos a 12, 15 y 18° Brix, mostrando una relación directa entre concentración de azúcar con el rendimiento alcohólico; ya que a más de aumentar el porcentaje de sólidos solubles, a mayor concentración del aguamiel se invierten más azúcares. (Caps y Abril, 2003)

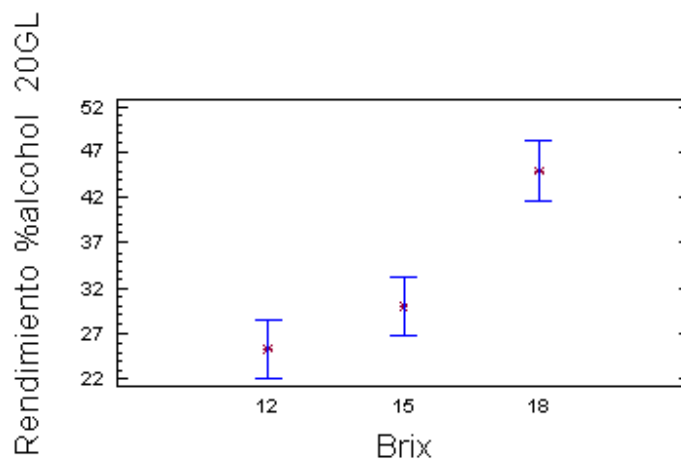


Figura 3.23. Comparación de rendimiento de alcohol vs Brix

Se procedió a estudiar estadísticamente la influencia de la concentración de inóculo y la presencia o no de nutrientes en el rendimiento de alcohol (20 GL), dividiendo por lotes de experimentos según la concentración de Brix del mosto, sea a 15, 12 o 18 grados Brix.

Resultados del lote de experimentos con aguamiel a 15° Brix inicial.

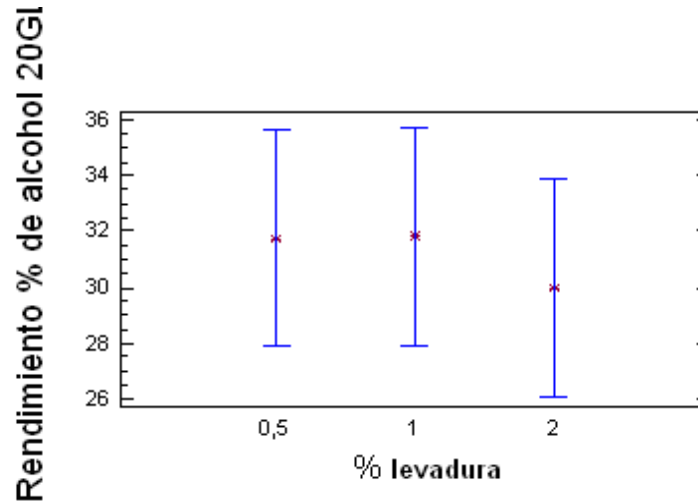


Figura 3.24. Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs % de levadura a 15 Brix.

En la Figura 3.24. se muestra el grado de significación entre los tratamientos al 0,5%, 1% y 2% de inóculo (levadura). En el análisis de varianza (Anexo XXIV) se observa que el valor de significancia entre tratamientos (*p-value*) es mayor al valor de significancia prefijada ($\alpha = 0,05$), $\alpha_{15\text{brix_lev}} = 0,723$, esto quiere decir que hay relación entre tratamientos.

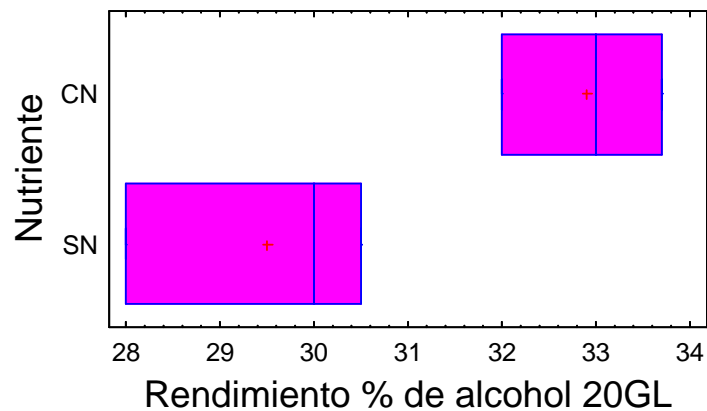


Figura 3.25. Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs Nutrientes (15 Brix).
(con nutrientes CN; sin nutrientes SN)

Para precisar el efecto de la adición de nutrientes en el mosto entre experimentos de un mismo lote (15°Brix) se procedió a comparar los rendimientos alcohólicos de todos los experimentos donde se usó nutrientes frente a los experimentos donde no se usaron. Los resultados de la Figura 3.25. indican que los mejores rendimientos se obtienen cuando se utiliza nutrientes, sin importar el porcentaje de Inóculo colocado. El valor de *p-value* en el análisis de varianza (Anexo XXV) es menor que 0,05 señalando que no existe relación entre tratamientos, es decir que son diferentes.

Resultados del lote de experimentos con aguamiel a 12° Brix inicial

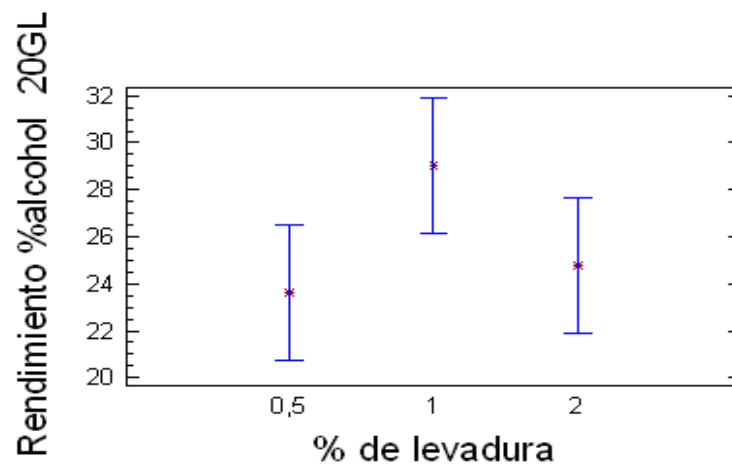


Figura 3.26. Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs % de levadura a 12 Brix.

La Figura 3.26. indica que las fermentaciones con inóculo del 1% tiene mejor rendimiento de alcohol que las fermentaciones de inóculo al 2% y 0,5%. En el análisis de varianza (Anexo XXVI) se observa que el valor de significancia entre tratamientos (*p-value*) es mayor al valor de significancia prefijada, con un $\alpha_{12\text{brix_lev}} = 0,1150$ esto quiere decir que hay relación entre tratamientos.

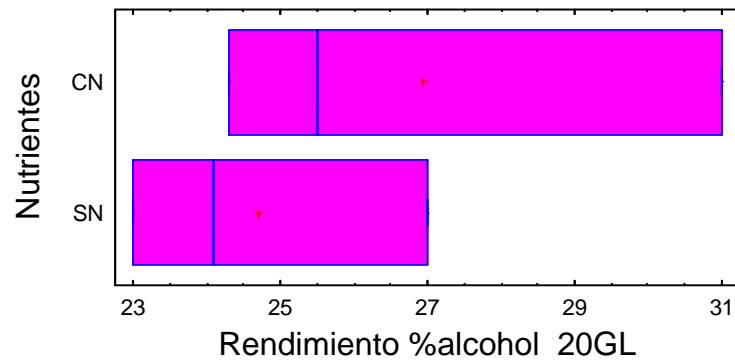


Figura 3.27. Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs Nutrientes (12 Brix)

Figura 3.27. muestra la relación que hay entre las fermentaciones realizadas sin nutriente (SN) y con nutriente (CN). Los mayores rendimientos se obtuvieron al administrar nutrientes al mosto. El nutriente utilizado fue el fosfato dibásico de amonio. El análisis de varianza para este caso (Anexo XXVII) indica que entre los factores SN y CN existe relación.

Resultados del lote de experimentos con aguamiel a 18° Brix inicial.

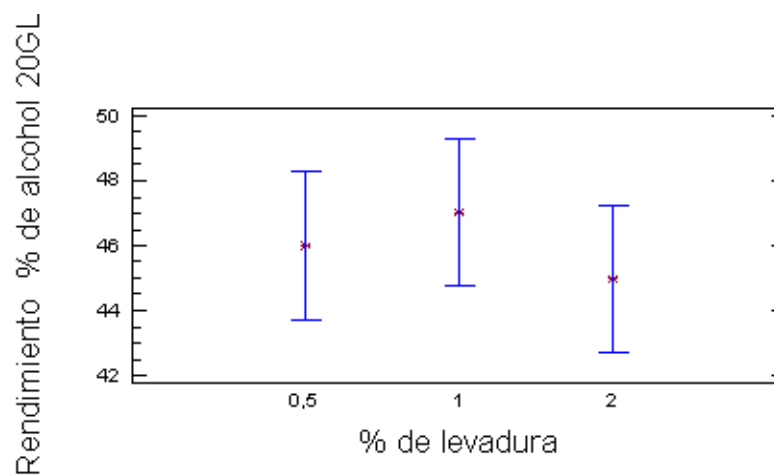


Figura 3.28. Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs % de levadura a 18 Brix.

En la figura 3.28. se puede observar que los rendimientos entre el tratamiento 1%, 2% y 0,5% reportan valores muy cercanos entre sí. No existe diferencia significativa entre tratamientos, donde el valor de *p-value* es mayor que 0,05 (Anexo XXVIII).

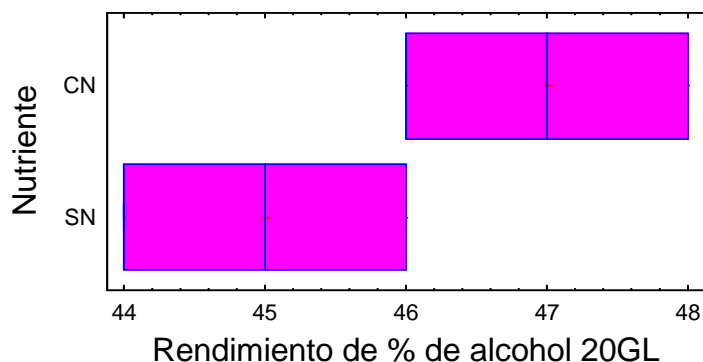


Figura 3.29. Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs Nutrientes (18 Brix).

La figura 3.29. indica nuevamente que el uso de nutrientes produce mayor rendimiento en la obtención del alcohol. El análisis de varianza (Anexo XXIX) señala que el valor de *p-value* es menor a 0,05 indicando diferencia entre tratamientos.

Al realizar una comparación del rendimiento alcohólico entre todos los experimentos, vemos que los mejores resultados se obtienen con una mayor concentración de aguamiel, y la presencia de nutrientes. La cantidad de inóculo no es determinante en el rendimiento.

Los mejores resultados durante la experimentación se consiguieron al concentrar el aguamiel hasta 18° Brix. Así también en todos los casos la adición de nutrientes aumenta ligeramente el rendimiento de alcohol.

La variación del porcentaje de inóculo no muestra una influencia significativa en los resultados de rendimiento de alcohol. Según los análisis estadísticos realizados, todos los experimentos al 0,5% de inóculo al compararlos con los experimentos realizados con 1% y 2% muestran rendimientos alcohólicos similares.

Para producciones a gran escala es indispensable la optimización de recursos por lo que la opción de usar una cantidad de inóculo de 0,5% sería la más viable.

Tabla 3.14. Rendimiento (%) de alcohol según tratamientos

Porcentaje de levaduras	Presencia de Nutrientes	12 Brix	15 Brix	18 Brix
1% inóculo	Sin Nutriente	27 (%)	30	46
	Con Nutriente	31	33,7	48
2% inóculo	Sin Nutriente	24,1	28	44
	Con Nutriente	26,5	32	46
0,5% inóculo	Sin Nutriente	23	30,5	45
	Con Nutriente	24,3	33	47

Entre los experimentos realizados con aguamiel de 18^oBrix, el que mejor rendimiento de alcohol obtuvo fue el de 1% de inóculo junto con la presencia de nutrientes. La segunda mejor condición para la fermentación es el de porcentaje de levadura en peso del 0,5 %, con la presencia de nutrientes. La diferencia entre las dos mejores opciones es muy pequeña (1% rendimiento de alcohol). Por esta razón se realizó un estudio de aceptabilidad del licor de cabuya (Punto 3.4.4), donde se sometió a las dos muestras a un proceso de “Catado” para elegir la opción más adecuada.

Previamente al proceso de catado fue necesario filtrar al licor destilado por medio de carbón activado para otorgar brillo y transparencia al producto. La muestra al 0,5% de inóculo fue elegida en el proceso de Catado, y es con la que se llevaron a cabo posteriores análisis de caracterización y composición.

3.4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICO DEL LICOR DE CABUYA

Se utilizó para este análisis la muestra del licor elaborado con un aguamiel de 18°Brix, con inóculo al 0,5% de levadura fresca y con el uso de nutrientes.

Tabla 3.15. Evaluación físico química del licor de cabuya

Brix	pH	Contenido alcohólico 20°C (% Vol)	Extracto Seco (g/l)	Alcoholes Superiores* mg/100ml	Metanol mg/100ml	Aldehídos (acetaldehído) mg/100ml
15	3,9	40	0,38	320	< 30	35

* Alcoholes de mayor peso molecular que el etanol

El conjunto de alcoholes superiores encontrados en el licor de Cabuya están en una proporción de 320 mg/100ml, dentro de los cuales se identificaron al Propanol, ISO amílico y Amílico. La medida de extracto seco muestra que el proceso debe ser mejorado en la filtración del producto antes de ser envasado.

3.4.2 ESTABILIDAD DEL LICOR

Las medidas de los componentes del licor de Cabuya, dan cuenta de que se encuentra dentro de los rangos permitidos para un licor blanco 100% Agave (sin maduración ni añejamiento) según exige la Norma Mexicana de Licores de Agave. Sin embargo se evaluó el grado alcohólico, el pH y grados Brix del licor envasado de 8 meses, evaluando pérdidas en alcohol, azúcares y residuos de cristalización. El licor elaborado hace 8 meses (abril 2008), antes de ser envasado tenía las siguientes características: 16°Brix, pH 4, grado alcohólico de 40% Vol., sin residuos en papel filtro. El envase permaneció en vitrina, sin la incidencia de luz directa del sol y después de ocho meses (diciembre 2008) poseía las siguientes características: 16°Brix, pH 4, grado alcohólico de 40% Vol., sin residuos en papel filtro. Los datos anteriores no reportan ninguna variación en la pérdida de alcoholes, dulzor, ni acidez.

3.4.3 ACEPTABILIDAD DE LICOR

Se presentaron al panel calificador los dos productos de la experimentación que obtuvieron mejor rendimiento, estos fueron los licores obtenidos a:

1. Aguamiel a 18°Brix, inóculo 0,5%, mosto enriquecido con nutrientes
2. Aguamiel a 18°Brix, inóculo 1%, mosto enriquecido con nutrientes

Posteriormente se realizó el catado del Licor, siguiendo el protocolo del Anexo X, y reportó las siguientes calificaciones:

Tabla 3.16. Resultados de la Catación

Tipo de Evaluación	LICOR 0,5% DE INÓCULO		LICOR 1% DE INÓCULO	
	Catador A	Catador B	Catador A	Catador B
EVALUACION VISUAL	5	5	5	4
EVALUCION OLFATIVA	8	9	6	6
EVALUACION GUSTATIVA	4	4	4	4
Calificación global	17	18	15	14
	17,5		14,5	

El licor elaborados con 0,5% de inóculo, obtuvo mayor calificación en el catado, mostrando 3 puntos más sobre el licor a 1%. Dicha calificación de 17,5 puede entenderse como un licor de calidad media, ratificando que la elaboración de una bebida alcohólica nueva es un proceso que se mejora con la experiencia e investigación profunda, pues aspectos como: encontrar la cepa de levadura idónea, el aislar y escoger de entre las cepas encontradas naturalmente en el aguamiel una que tenga el mejor desempeño ,un estudio del proceso y enriquecimiento del licor en barricas de roble no se llevaron a cabo en este estudio.

CAPITULO 4. ANÁLISIS DE MERCADO

4.1 ANÁLISIS DE MERCADO

4.1.1 MERCADO DE LA MIEL DE CABUYA

Según la Revista Fitotecnia Mexicana vol. 30 (año 2007), se menciona que “La propuesta de explotar los azúcares de los Agaves para la elaboración de jarabes es reciente, y no existen publicaciones con suficiente información científica o tecnológica sobre el tema para tener un marco de referencia comparativo productivo y de mercado”.

Para el análisis de mercado de la miel de cabuya es necesario identificar el producto, las diferentes maneras de consumo en la dieta y cuales serían productos sustitutos.

Identificación del producto

La Miel de Cabuya es un jarabe obtenido de la concentración del aguamiel del *Agave americana*, que puede ser utilizado como edulcorante natural de bebidas o para acompañar en postres, waffles, frutas, etc.

La Miel de Cabuya, al igual que otras mieles, jaleas, mermeladas, y jarabes, es un producto concebido para el consumo familiar.

Situación actual de productos sustitutos frente a la miel de cabuya

Los productos que presentan usos similares a la miel de cabuya, debido a que satisfacen la misma necesidad como: endulzante para postres y bebidas, son la

miel de caña y el jarabe de maple artificial. Estos productos tienen aún escasa comercialización interna, y no se registra información sobre la importación del exterior o producción nacional, ya que desde inicios de año 2008 aparecen en los supermercados del país la oferta de miel de caña, y el jarabe de maple, aunque este último sea elaborado artificialmente con ingredientes y aromas que simulan a un jarabe verdadero.

La cadena de supermercados Megamaxi-Supermaxi, ofertan los siguientes productos de miel:

Tabla 4.1. Productos de competencia de la miel de Agave

Nombre del producto	Marca	Tipo de envase	Contenido en ml	Precio de venta al público
Syropo de Maple (artificial)	McCormick	Plastico	350	2,36
Maple syrup (artificial)	La Quiteña	Plastico	320	2,26
Miel de Maple (artificial)	Grand Mother	Plastico	250	2,36
Miel de Caña (natural)	Grand Mother	Plastico	250	1,51
PROPUESTA				
<i>Miel de Cabuya (natural)</i>	<i>Mishkityari</i>	<i>Vidrio</i>	<i>250</i>	<i>2,30 dólares.</i>

La miel de cabuya o de Agave se mantiene en el margen de precios de los productos de competencia.

Para determinar la aceptación de la miel de cabuya y entre otros aspectos la aceptación de precios se realizó una encuesta y degustaciones al público llevado a cabo en las tiendas Camari de la ciudad de Quito.

Aceptabilidad de la Miel de Cabuya y sus clientes potenciales

Se participo en 2 ferias alimentarias con el apoyo de grupos de productores campesinos; organizadas por el Consejo Provincial de Pichincha (Ecuador), donde se promocionó y se vendió la miel de cabuya producida en *Isinche de Infantes* de Pujilí. En la feria se observó el perfil del cliente, a que rango de edad podría pertenecer y su nivel económico. De tales observaciones se pudo concluir que al menos el 90% de las personas que se acercaron al stand de la miel y compraron el producto eran individuos hombres (44 %) y mujeres (56%) comprendidos entre 35 a 64 años, principalmente de estrato económico medio.

Con los resultados obtenidos en las ferias se direccionó la investigación a un grupo objetivo de clientes. Para esto se seleccionó la tienda Camari, debido a que, según información de la administración del local matriz de la ciudad de Quito, acuden a comprar individuos de clase social media.

La población para la toma de muestra del estudio de aceptabilidad está formada por ciudadanos de Quito, Jefes de Hogar de sexo masculino y femenino, de clase media y media alta.

La población para el estudio de aceptabilidad fue resultado de la suma de los quintiles media y media alta de la ciudad de Quito con 97217 individuos jefes de hogar correspondientes a la clase social media y media alta (correspondientes al quintil 3 y 4 según ingresos económicos - INEC-ENIGHU, 2004), cuya muestra fue calculada con la siguiente relación:

$$n = \frac{P(1-P)}{(E^2/Z^2) + \{[P*(1-P)]/N\}}$$

[6]

Se trabajó con una proporción (**P**) = 0.5 respecto al número de veces que se supone ocurre un fenómeno, un error permisible o margen de error (**E**) = 0.1 y un tamaño de muestra al 95 % nivel de confianza donde [**Z**] = 1.95997, con un alfa/2 del 5%, y con un tamaño de la población N= 97217

Según la fórmula para cálculo de muestras el número de encuestas a realizarse en las Tiendas Camari fue de 96 ($n = 96$). En la práctica se realizaron 100 encuestas.

Los resultados de estas encuestas se resumen en el siguiente cuadro.

Tabla 4.2. Resultados de encuestas de aceptabilidad de miel de Cabuya

SEXO		PORCENTAJES
		Hombres
	Mujeres	52
		100%
EDAD	menor a 18	15
	35 a 64 años	78
	mas de 64 años	7
		100%
ACEPTABILIDAD SEGÚN ESCALA HEDÓNICA	le gusta moderadamente	38
	le gusta mucho	36
	les gusta poco	15
	le gusta extremadamente	5
	no le gusta ni disgusta	4
	le disgusta poco	2
		100%
DESICIÓN DE COMPRA	<i>si lo compraría</i>	75
	no lo compraría	25
		100%
PRESENTACIÓN DE PRODUCTO PREFERIDA	250 gramos	83
	500 gramos	12
	1000 gramos	5
		100%
FRECUENCIA DE COMPRA	semanal	42
	quincenal	36
	mensual	19
	otras	3
		100%
PRECIO	2 a 2,30	63
	2,30 a 2,60	20
	2,30 a 3	12
	3 a 3,50	5

En el apartado “*observaciones*” de la encuesta de miel de cabuya (Anexo VIII), se anotó los comentarios de los individuos encuestados sobre comparaciones u opiniones respecto a productos sustitutos como la miel de caña. Dichas anotaciones indican que el público considera a la miel de caña como un producto común y de fácil elaboración en casa, a diferencia de la miel de Cabuya. Y sobre la miel de maple es un producto poco conocido aún, ya que la oferta de este en supermercados en el Ecuador es nueva.

Demanda aparente de miel de cabuya

La miel de Cabuya tuvo una respuesta positiva de compra del 75%. Con una frecuencia de compra que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 4.3. Proyección de poder de compra de unidades de miel de cabuya (250cc)

Población total	Población con respuesta positiva de compra	Frecuencia de compra	Número de ciudadanos	Número de unidades al mes
97217	72913	semanal	30623	122493
		quincenal	26249	52497
		mensual	13853	13853
		otras	2187	365
		TOTAL	72912	189209

Demanda real de Miel de Cabuya

Basándose en los resultados de la aceptación del producto, la Administración de las Tiendas Camari de Quito, permitieron la venta del producto en sus locales, para comprobar si la encuesta de aceptación realmente mostraba resultados positivos. La respuesta de compra concordó con lo declarado por las encuestas,

debido a que se tuvo una venta promedio diaria de 36 frascos al día de lunes a jueves, 45 de frascos los días viernes y 38 los sábados, con lo que se tiene un cupo de 900 frascos de miel mensuales. La Cadena de tiendas Camari tiene un mayor rango de cobertura por sus puntos de venta ubicados en varias ciudades del país: Quito, Latacunga, Riobamba, Coca, Esmeraldas Ibarra y Cuenca, evidenciando posibles oportunidades con socios consumidores.

El Programa de Desarrollo de Area P.D.A. Pujilí Guangaje es una institución de ayuda y gestión social para el patrocinio de niños necesitados de zonas rurales de Pujilí. Dicha institución ha apoyado también a emprendimientos de microempresas del sector rural, es por esto solicita al grupo microempresarial de mujeres de *Isinche de Infantes* un cupo de 270 frascos de miel semanales como parte de sus programas de nutrición comunitaria.

Oferta de Miel de Cabuya

Para estimar la oferta de producción, se tomó en cuenta la demanda real de la miel que deberá tener estrecha relación con la capacidad eficiente en el desarrollo productivo por parte del grupo de mujeres de *Isinche de Infantes*. Según se detalla en el apartado (4.2.1 PRODUCCIÓN DE MIEL DE CABUYA), la oferta de miel de cabuya es de 2080 frascos de 250 cc.

4.1.2 MERCADO DEL LICOR DE CABUYA

El producto desarrollado en el presente estudio fue un Licor destilado 100% Agave, esto quiere decir que en su elaboración no se utilizó ningún enriquecimiento del mosto con azúcar común o con melazas para aumentar los rendimientos de fermentación. Existen licores en el mercado nacional e internacional que también son hechos con 100% de las azúcares de un Agave, así se conocen al Tequila 100% Agave o al Mezcal 100% Agave.

Situación mundial del mercado del licor de Agave “Tequila”

Según los datos oficiales del Consejo regulador del Tequila CRT -Información Estadística de Enero 1997 a Junio 2008- el consumo de tequila a nivel mundial (Figura N° 48). ha tenido un despegue extraordinario desde el 2004, luego de haber superado la mayor crisis del tequila del 2001 al 2003. Según estas cifras se muestra el aumento del consumo del tequila 100% Agave, fenómeno que –según los expertos- se debe al cambio de imagen que ha tenido el tequila y las bebidas de Agave para los consumidores especialmente norteamericanos y mexicanos, al considerarla como una bebida fina resultado de un arduo proceso de elaboración y no como se la veía antes, como una bebida del vulgo que solo era consumida por los campesinos de los valles secos de México.

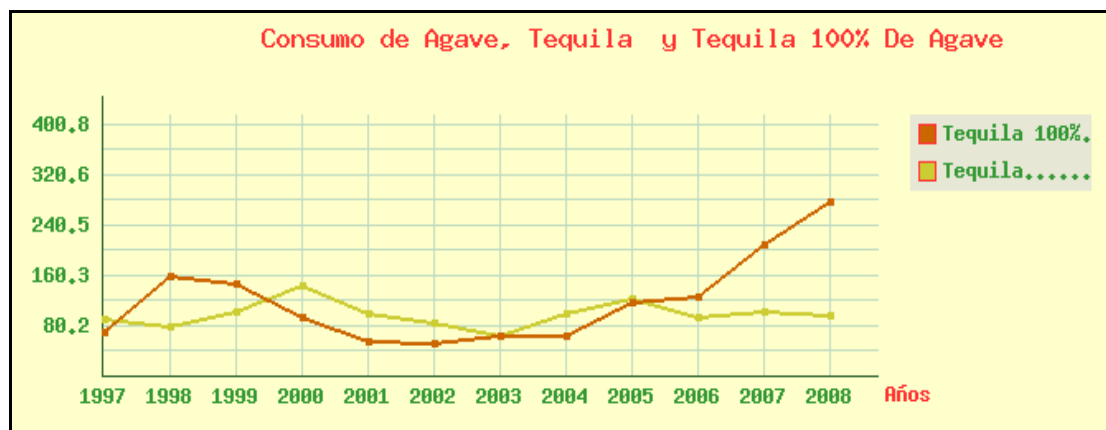


Figura 4.1. Consumo de agave para elaboración de Tequila en el mundo (miles ton)

(CRT México Consejo regulador del Tequila, 2008)

Línea Roja: tequila 100% Agave. Línea amarilla: tequila común o mixto

Debido a esto, México país originario de esta bebida, ya no es el lugar donde se bebe más tequila. Actualmente el 80 por ciento de la producción de tequila viaja al País del norte Estados Unidos, según datos de la Cámara Tequilera. Como indicativo del crecimiento del mercado de tequila en 1995 se exportaron sólo a Estados Unidos 54 millones de litros, mientras que para el 2006 la exportación alcanzó los 100 millones de litros, y para Europa en 1995 se exportaron 8 millones de litros de tequila, mientras que para el 2005 fueron 20 millones de litros.

Demanda local de los licores de Agave en el Ecuador

La información que el Consejo Regulador del Tequila provee sobre el mercado del tequila en Ecuador y la importación a este país, sugiere una tendencia creciente en el consumo del Tequila desde el año 2004. Si bien el tequila en el Ecuador se lo conoce desde años anteriores, no se registran datos oficiales de los años 2001 al 2003 por ser el periodo de la mayor crisis productiva de tequila. La mayor parte de la producción de aquellos años se la ha destinado a Estados Unidos, país que siempre ha sido el mayor consumidor de tequila en el mundo.

En el siguiente cuadro se observa que el mercado del tequila está en crecimiento en el Ecuador. Los datos han sido solicitados vía electrónica al Consejo regulador del téquila CRT sobre información de importación de Ecuador hasta el primer semestre del 2008

Tabla 4.4. Consumo de Tequila en Ecuador

Periodo	TOTAL DE IMPORTACION TEQUILAS MIXTOS Y TEQUILAS 100 % AGAVE (Datos de producción primaria)	Botellas de Tequila
	Lts. A 55° V/V	Unidades
2004	52.329,90	108237
2005	114.136,44	236075
2006	126.565,84	261783
2007	164.490,25	340224
1° semestre 2008	118.726,36	245568

(Consejo Regulador de Tequila-México, 2008)

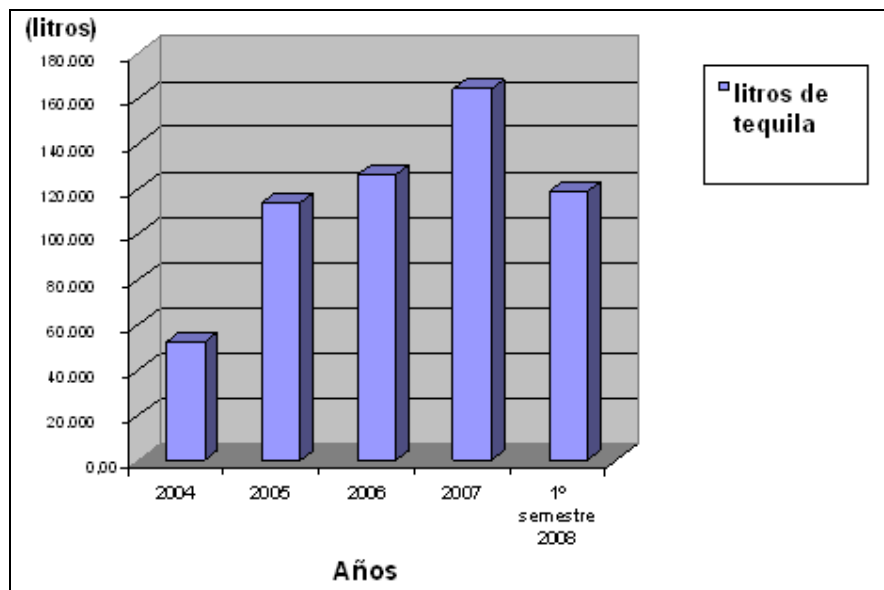


Figura 4.2. Consumo de Tequila en el Ecuador por litros/año
(CRT México Consejo regulador del Tequila, 2008)

Demanda de Licor 100% Agave en el Ecuador

El consumo de tequila 100% Agave en el Ecuador es aún muy inferior al consumo de Tequila común o mixto, además no muestra regularidad en el consumo.

Tabla 4.5. Consumo de Tequila 100% Agave en Ecuador

PORCENTAJE DE TEQUILAS 100% AGAVE, IMPORTADOS (participación del total de la importación de tequilas)	Litros de licor. (Producción primaria)	Botellas de Tequila
%	Lts. A 55° V/V	Unidades
0,9	470,4	973
2,9	3365,89	6962
1,3	1682,7	3480
0,2	364,25	753
1,3	1579,09	3266

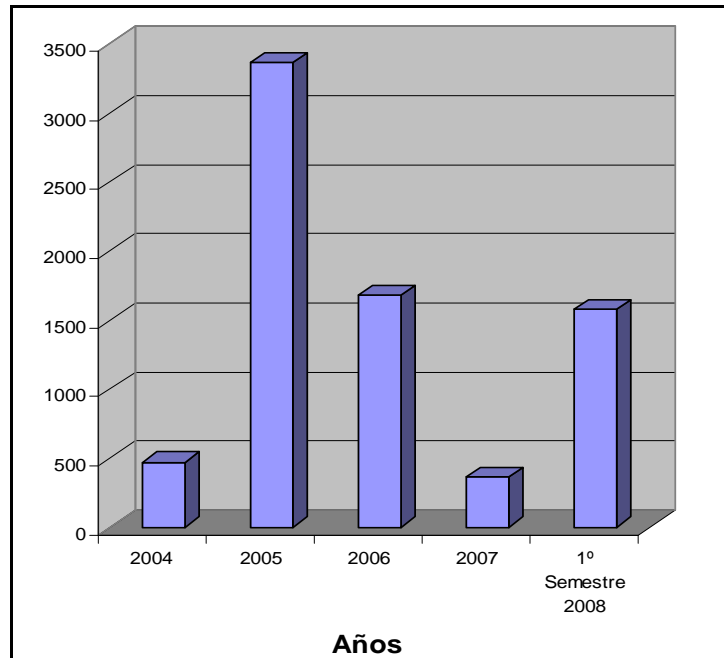


Figura 4.3. Consumo de Tequila 100% Agave en el Ecuador por litros/año (CRT México Consejo regulador del Tequila)

La información que brinda el CRT (Consejo Regulador de Tequila), refleja que la *demand*a en el Ecuador se enfoca al tequila común por ser más conocido y accesible en su precio. Dado que el tequila 100% Agave no muestra una tendencia regular de consumo como el tequila mixto, se puede concluir que en el Ecuador no existe una cultura de consumo y conocimiento de las variedades del tequila. Por tal razón la incursión de un nuevo licor de 100% Agave, como lo es el licor de Cabuya, se debe considerar su precio pues este a de ser competitivo incluso con tequilas comunes o mixtos y otros licores de Agave como el mezcal.

Las cifras del CRT sobre el comercio del Tequila en el Ecuador se presentan en litros de alcohol a una concentración de 55° GI V/V, esto representa a la producción primaria de las casa productoras de Tequila, debido antes del embasado se realiza una dilución o ajuste del grado alcohólico desde los 40 grados hasta 35. Al Ecuador llegan tequilas 100% Agave de una graduación alcohólica de 38° GL. En presentaciones mayormente de 700 ml, con la marca José Cuervo Tradicional Reposado. La información del mercado de tequila 100% Agave presentada en número de botellas de licor es la siguiente:

Tabla 4.6. Consumo de Tequila 100% Agave en Ecuador por número de botellas

Periodos	Licor con grado alcohólico 55°	Licor con grado alcohólico 38°	Número de botellas de licor 100% Agave
	litros	litros	
1° semestre 2008	1580	2288	3268
2008	3160	4576	6536

Precios y características de los licores de Agave en el mercado local

Los principales licores de Agave que llegan hasta el país son:

Tabla 4.7. Principales licores de Agave en el mercado ecuatoriano

Producto	Marca	Pureza de Agave	Grado Alcohólico	Contenido en ml	P.V.P. \$
Tequila Joven	José Cuervo	Tequila Mixto	40% V	750	26,65
Tequila Especial Reposado	José Cuervo	Tequila Mixto	40% V	750	26,65
Tequila Silver/Joven	El Charro	Tequila Mixto	35% V	750	13,72
Tequila Gold/Reposado	El Charro	Tequila Mixto	35% V	750	14,42
Tequila Tradicional Reposado	José Cuervo	100% Agave	38% V	700	35,12
Tequila Añejo	1800 Añejo	100% Agave	38% V	750	45,81
Mezcal con Guzano. Reposado	Oaxala	100% Agave	38% V	750	19,58

Los clientes de Licor 100% Agave

Según datos de la Comisión para la Industria de Vinos y Licores (Civyl), actualmente el tequila es la bebida de moda entre los jóvenes principalmente norteamericanos y europeos. Por esta razón la demanda ha obligado a algunos productores a buscar nuevas alternativas, entre ellas, ampliar la variedad de licores de Agave o el buscar sabores añadidos, como se aprobó en el 2006 en la Norma Oficial Mexicana de Tequila.

La importación de tequila 100% agave al Ecuador es aún irregular; sin embargo para buscar quienes captan parte del licor 100% Agave que ingresa al País se realizaron visitas y encuestas (Anexo X, Encuesta de consumo de Tequila y lista de principales establecimientos de la Mariscal) a las principales distribuidoras y tiendas de licores del sector centro norte de la capital Quito, y para averiguar si en realidad los principales consumidores de tequila son los turistas extranjeros americanos y europeos según menciona la comisión Civyl, se visitó también a los bar-restaurantes nocturnos del sector de “la Mariscal”, ya que es una conocida zona turística y de diversión nocturna.

Tabla 4.8. Resultados de encuesta sobre venta según tipos de tequila en la “Mariscal”

Tipo de Tequila en Venta	LICORERIAS		BAR-RESTAURANTE	
	Número de locales	Porcentaje	Número de locales	Porcentaje
cualquier variedad	5	100%	10	100%
100% Agave	5	100%	8	80%

Las encuestas realizadas en 5 distribuidoras de licor y 10 bar-restaurantes, muestran que existe un importante consumo de tequila 100% Agave en el sector de *La Mariscal*, y se considera un mercado potencial para la entrada de un licor de cabuya 100% Agave.

Buscando generar información más concreta en la elaboración de encuestas se preguntó cuantas botellas de tequila 100% Agave se vende mensualmente y las cantidades en total fueron las siguientes:

Tabla 4.9. Resultados de encuesta sobre venta de tequila 100% Agave en la “Mariscal”

Periodo	LICORERIAS	BAR-RESTAURANTE
Unidades mensuales	490	186
Unidades anuales	5880	2232

Solamente tomando los datos del tipo de tequila 100%, se aprecia que existe mercado de este tipo de tequila, pero si tomamos que el porcentaje de importación del tequila 100% con relación al total de tequilas fue del 1,3% para el primer semestre del 2008 (CRT, 2008), tendríamos que en la Mariscal se comercializan muchas más unidades mensuales de todas las variedades.

Una cuarta pregunta estuvo dirigida a averiguar si el administrador del establecimiento visitado estaría dispuesto a promocionar un licor de cabuya tipo tequila 100% Agave elaborado en el Ecuador. La respuesta fue positiva en los establecimientos mencionados, al afirmar que su clientela busca la novedad, y que una promoción de un licor de Agave ecuatoriano tipo *¡Tequila!* resultaría atrayente al publico.

Identificación del producto: Licor de Cabuya 100% Agave

Analizar el mercado no solamente comprende la búsqueda e interpretación formal de cifras sobre oferta y demanda sino también se enfoca a la calidad, ventajas y atributos del producto en sí. Para ello se llevó a cabo un estudio de Estabilidad (punto 3.4.3) y un Estudio de Aceptabilidad de Licor de Cabuya (punto 3.4.4.), en

los que se determinó si el licor de Cabuya era apto para consumo humano, y si sus componentes alcohólicos (etanol y alcoholes superiores) se encontraban dentro del rango permitido de los tequilas 100% Agave según la Norma mexicana oficial.

Se recurrió a los servicios y la experiencia de catadores y expertos en licores, para que realizaran un catado del Licor de Cabuya determinando que el producto tiene cualidades sensoriales de un licor 100% Agave y que es apto para someterlo a procesos de maduración y añejamiento en barricas de roble a fin de enriquecer sus características organolépticas en sabor, aroma (bouquet), vista (brillo, transparencia, lagrimeo). Con estas consideraciones el producto en si puede participar en un mercado como el ecuatoriano tanto compitiendo con el tequila mixto, como con el tequila 100% Agave.

Participación en el mercado del licor de cabuya

Dado que el precio de venta propuesto para el licor de cabuya es de 13 dólares al público, se mantiene por debajo del margen inferior de los licores de Tequila y Mezcal existentes en el mercado ecuatoriano.

La producción de botellas de licor de cabuya se ha determinado en un número de 800 botellas por mes (Punto 4.2.2 Producción de Licor de Cabuya), con lo que se hace factible penetrar en el mercados, y tomar la zona de la mariscal como punto de promoción del licor de Cabuya, ya que a más de que en esta zona se consume tequila, las licorerías de la zona son también distribuidores de licores para los diferentes bar-restaurantes del sector, e incluso de otras zonas.

Si tomamos los datos de consumo de La Mariscal, que son 676 botellas mensuales de tequila 100% Agave siendo solamente el 1,3% (CRT, 2008) del consumo total de tequilas, y considerando que el licor de cabuya se mantiene por debajo de los precios de todas las variedades de tequila se lograría participar en alrededor del 1,5% del mercado actual.

4.2 ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN DE MIEL Y ALCOHOL

Un análisis común y fundamental para los dos procesos productivos de miel y licor, es el cálculo de la **disponibilidad de materia prima**. Este análisis se llevó a cabo en las visitas realizadas en el *Estudio para optimizar la Cosecha de Aguamiel* (punto 2.1.2) en donde se contó con la participación de habitantes de cuatro comunidades del Valle de Pujilí, las cuales son:

- 5 de Junio,
- San Vicente,
- Isinche de Infantes
- Isinche de Cofines.

Además se accedió a la información otorgada por el Proyecto de Desarrollo de Área P.D.A. Pujilí Guangaje, respecto al número de familias existentes en dichas comunidades y la extensión promedio de terreno por cada familia.

Para determinar el número total de Agaves por Comunidad se consideraron únicamente las plantas que formaban parte del lindero y que ocupaban un lugar individual y adecuado para su crecimiento normal, contando también aquellos Agaves que ya se encontraban en condiciones normales de producción. Se descarto los hijuelos alrededor de cada planta o brotes aún no transplantados, y las plantas de cabuya asentadas en laderas y pendientes pronunciadas, plantas que se observaban muy pequeñas o “descriadadas”, no adecuadas para una futura apertura del orificio y la extracción del aguamiel.

Los Agaves de un mismo lindero que divide dos propiedades, por lo general son repartidos en un número igual entre los dueños de cada propiedad. Si el lindero es homogéneo en número y madurez de Agaves se divide en la mitad de la extensión para cada propietario. Esta característica se considero en la presente investigación.

Tabla 4.10. Número total de cabuyos en cuatro comunidades de Pujilí.

COMUNIDAD	*PROMEDIO DE EXTENSIÓN DE TIERRA (HA) POR FAMILIA	**NÚMERO DE FAMILIAS EXISTENTES POR COMUNIDAD	PROMEDIO DE AGAVES POR FAMILIAS (LINDEROS)	TOTAL DE PLANTAS DE AGAVE EN LA COMUNIDAD
5 de Junio	1,2	103	280	28840
San Vicente	3,14	52	316	16432
Isinche de Infantes	2,28	117	278	32526
Isinche de Cofines	2,22	100	380	38000

Fuente (*) y (**): PDA Pujilí-Guangaje.

En base a las características botánicas de un *Agave americana* maduro y principalmente de los conocimientos y experiencia de los comuneros con el manejo de la Cabuya, se levantó los siguientes datos:

- número de plantas en estado maduro listos ser cosechados,
- número de plantas para ser cosechadas después de 1 año,
- número de plantas para ser cosechadas dentro de 2 a 3 años,
- número de plantas para ser cosechadas dentro de 4 a 5 años, y
- número de plantas para ser cosechadas en más de seis años.

En el Anexo XXXI se presenta los estados de madurez, donde se aprecia la características de un Agave según la edad y tiempo de espera para la cosecha

Tabla 4.11. Total de Agaves según edad estimada

COMUNIDAD	MADUROS	1 AÑO PARA SU COSECHA	2 - 3 AÑOS	4 - 5 AÑOS	6 AÑOS EN ADELANTE
5 de Junio	2678	4120	8446	9109	4487
San Vicente	2080	884	4992	5679	2797
Isinche de Infantes	4680	3978	8190	10504	5174
Isinche de Cofines	2000	3400	10800	14606	7194
TOTALES	11438	12382	32428	39898	19652

La cantidad de Agaves para un año no deben ser explotados a la misma vez, ya que el tiempo de vida productiva de un Agave para la extracción de Aguamiel es aproximadamente 3 meses, por lo tanto se puede usar la cuarta parte en cada trimestre, a fin de tener una producción continua de aguamiel.

Tabla 4.12. Programación de cosecha de Agaves según estado de madurez

COMUNIDAD	AGAVES EN PRODUCCION EN PERIODOS DE TRES MESES (VIDA PRODUCTIVA PROMEDIO DE UN AGAVE = 3 MESES; CUATRO PERIODOS POR AÑO)				
	2008	2009	2010 - 2011	2012 - 2013	2014-2016
5 de Junio	670	1030	2112	2277	1122
San Vicente	520	221	1248	1420	699
Isinche de Infantes	1170	995	2048	2626	1294
Isinche de Cofines	500	850	2700	3652	1799
TOTALES	2860	3096	8108	9975	4914

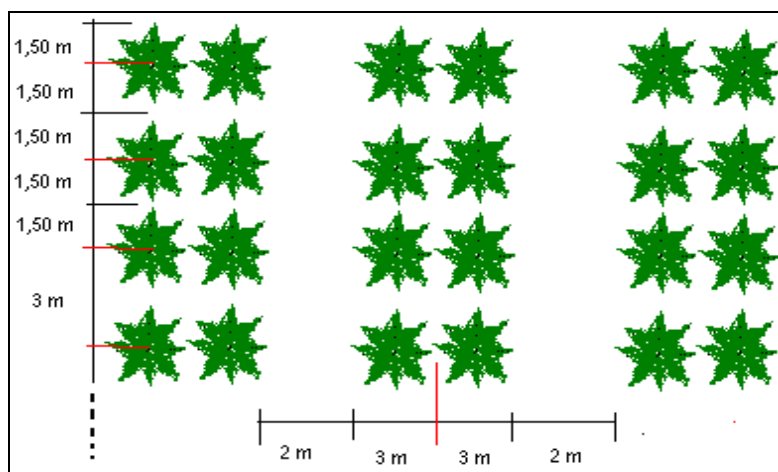
Una vez considerado el número de Agaves disponibles o que pueden estar en producción continua en estas cuatro comunidades participantes del proyecto, se calculó la cantidad de litros de aguamiel (materia Prima) que se dispondría para la elaboración de Miel y Licor.

En el numeral 3.1 Resultados del Estudio de Cosecha de Aguamiel, se determinó que un Agave maduro en el Valle de Pujilí exuda normalmente 2 litros por turno, una planta en condiciones normales tiene un rendimiento de 4 litros de aguamiel aprovechable por día durante un período de 3 meses siempre que se recolecte Al medio día y en la tarde, ya que el aguamiel recolectada en la mañana se encuentra fermentada por un mayor tiempo de permanencia en el orificio del Agave.

Tabla 4.13. Disponibilidad diaria de aguamiel y su proyección anual

COMUNIDAD	LITROS DE AGUAMIEL (Diarios)				
	2008	2009	2010 Y 2011	2012 Y 2013	2014
5 de Junio	2678	4120	8446	9109	4487
San Vicente	2080	884	4992	5679	2797
Isinche Infantes	4680	3978	8190	10504	5174
Isinche Cofines	2000	3400	10800	14606	7194
TOTALES	11438	12382	32428	39898	19652

La producción por hectárea de un *Agave americana*, se ha calculado bajo el esquema de la figura N° 53 que se muestra a continuación:

**Figura 4.4.** Esquema del cultivo del Agave

Si la plantación presenta uniformidad de crecimiento pueden cosecharse todos los Agaves al mismo tiempo, y así la plantación tendría una duración de producción de aguamiel de tres meses; sin embargo en la práctica los pobladores de Pujilí suelen cosechar trimestralmente, por ejemplo si en un mismo lindero se encuentran 12 plantas en estado de madurez idóneo para la extracción, se empieza por utilizar la cuarta parte de estos (3 Agaves) los primeros tres meses del año, y así hasta llegar al último trimestre del año logrando continuidad.

Tabla 4.14. Rendimiento de Agaves y aguamiel por hectárea.

Tiempo de cosecha	Agave/Hectárea <i>(en producción)</i>	Producción Total de Aguamiel <i>(Vida productiva del Agave: 3 meses)</i>	Producción diaria de Aguamiel
Cosecha de toda la plantación (duración de la producción: 3 meses)	792	285120 litros/hectárea/año	3168 litros/hectárea/día durante 3 meses
Cosecha de la cuarta parte de la plantación cada trimestre (duración de producción: 1 año)	198	71280 litros/hectárea/trimestre	792 litros/hectárea/día durante 1 año

4.2.1 PRODUCCIÓN DE MIEL DE CABUYA

4.2.1.1 Descripción del producto

La Miel de Cabuya es un concentrado del aguamiel extraída del Agave americana, con una pureza del 97%. El producto está presente en el mercado en envases de vidrio de 250ml de capacidad, etiquetado y con la información nutricional conforme lo exige la ley local.

La miel es obtenida del aguamiel de Agave americana con un rendimiento del 13%, partiendo de un aguamiel que posee entre 10% a 12% en contenido de azúcar, mientras que en la elaboración de miel caña se tiene un rendimiento alrededor del 20% ya que se parte del jugo de caña con contenido de azúcares desde 14% a 18%, considerablemente superior al aguamiel de Agave. (Larrañaga *et al.*, 1999)

4.2.1.2 Tamaño de la planta procesadora

La microempresa de miel de Agave esta manejada por diez mujeres de la comunidad de Isinche de Insantes en Pujilí; las mismas que se reparten actividades diariamente por 22 días al mes, para producir un promedio de 95 frascos de 250 ml. de miel al día.

La aceptación de la miel reporto una decisión positiva de compra en un 75%; dato que refleja las preferencias de la población quiteña. Según los datos mencionados, la producción de Miel de Cabuya llegará a un 0,5% del mercado. No pudiendo mencionar que se cubra una necesidad, más bien que el mercado se muestra positivo para la incursión de este nuevo producto.

4.2.1.3 Descripción del proceso productivo

En el punto 2.3.2 de concentración del aguamiel, se describió el proceso productivo de la miel, no obstante la etapa de envasado no se la detallo en la experimentación de aguamiel, y esta consiste en la esterilización de los envases, para posteriormente colocar la miel que se encuentra a una temperatura de 70°C o superior, por esta razón la esterilización debe realizarse con un tiempo prudencial de antelación, es decir poco antes de que haya terminado la cocción de la Miel. Los envases aún calientes son sellados y se los coloca “boca abajo” sobre un mesón limpio. Después de al menos 10 minutos se realiza un choque térmico con agua fría, lo que ayuda a generar un vacío interno de aire asegurando la adherencia de la tapa al envase de vidrio.

En el diagrama de flujo del proceso de la miel se puede observar también un balance de materiales o balance de masa. Detallando la entrada y salida de material en cada paso.

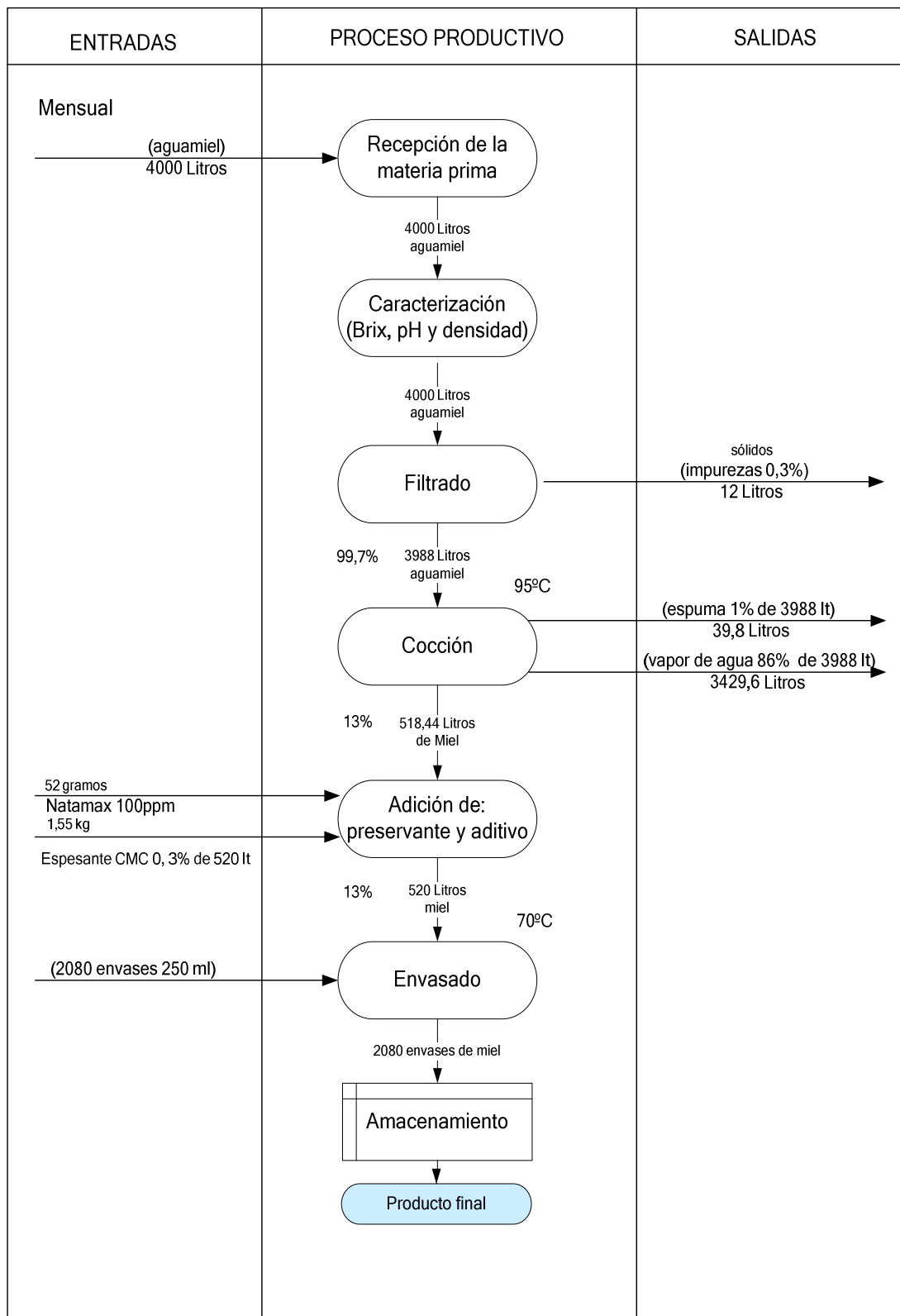


Figura 4.5. Balance de masa de la elaboración de miel de cabuya

4.2.1.4 Localización de la planta procesadora

La Planta procesadora esta ubicada en el Valle de Pujilí, en la comunidad rural Isinche de Tobares de Infantes, a cinco minutos del centro urbano de Pujilí, y a 20 minutos de Latacunga. En esta comunidad se determinó que sus pobladores prestan mayores cuidados y manejo de los Agaves para la obtención del aguamiel.

4.2.1.5 Requerimiento de maquinaria y equipos

En la Tabla 4.15. se presenta el listado de maquinaria y equipos para llevar a cabo el procesamiento de la miel de cabuya:

Tabla 4.15. Lista de maquinaria y equipos para la producción de miel

CANT.	DESCRIPCIÓN
1	Marmita de cocción y concentración de miel, en acero inoxidable (AISI 304-430e) de volteo de 250 lts. para calentamiento con aceite térmico.
3	Mesas de trabajo en inox. AISI 304, 0,6 x 1,5 x 0,6
1	Envasadora manual por gravedad para 35 litros/parada en acero inox. 304 con llave de salida de 1" y tapa
1	Tina inox. de pared simple rectangular con tapa, Capacidad. 100 ltrs.
1	Hornilla Industrial, circular.
1	Hornilla Industrial, rectangular .
1	Sistema de alimentación de gas. Mangueras de alimentación, 3 cilindros de gas válvulas de seguridad, caseta para cilindros

4.2.1.6 Requerimiento de mano de obra

El grupo de Mujeres de Isinche de Infantes, esta conformado por 10 amas de casa, con experiencia en el manejo de la Cabuya, tanto para la obtención de la fibra como para la extracción del aguamiel. Se ha establecido dos personas del grupo para trabajar un día por semana. Así todas las integrantes laboran una vez cada semana. Adicionalmente una persona con capacidades para trabajar en el área de administración y finanzas. El grupo humano de Isinche de Infantes, posee experiencia muy útil para la gestión empresarial en todas las áreas, ya que llevan conformados más de una década participando en actividades económicas, organizacionales y de diversa índole para beneficio de su comunidad y directamente a sus hogares.

4.2.2 PRODUCCIÓN DEL LICOR DE CABUYA

4.2.2.1 Descripción del producto

El licor de Cabuya es un destilado del aguamiel fermentada del *Agave americana*, al ser una bebida alcohólica obtenida de la destilación de mostos fermentados preparados con azúcares provenientes del Agaves de diferentes especies silvestres o cultivada. (NOM, 2005).

En este caso el Agave utilizado para la obtención de licor es el Agave americana, y el licor obtenido esta dentro del grupo “destilados”, fuente de obtención “Natural (*Agave americana*), y de graduación “alta” o “Alto contenido” de 21 a 55% vol. Alcohol. (Gomez, 2002).

Un Destilado de Agave Blanco o Licor Blanco, viene a ser el Licor de Cabuya por ser un producto sin maduración, con un contenido alcohólico comercial que, en su caso, debe ajustarse con agua de dilución, pudiendo ser esta tratado o destilada.

Se presentará al mercado en botellas artesanales en presentaciones de 750 kg peso neto. prácticamente equivalente a la misma cantidad en mililitros, considerando que el producto obtenido reporta densidades cercanas a 1 g/cm^3 ($0,99 \text{ g/cm}^3$).

4.2.2.2 Tamaño de la planta procesadora

Se producen mensualmente 800 botellas de licor de Agave, por lo que se requieren 4000 litros de aguamiel fresca, para procesar 1000 litros semanales de aguamiel.

4.2.2.3 Descripción del proceso productivo

En el numeral 2.3.3.2. Experimentación para el licor de Cabuya se explica el proceso de elaboración a nivel experimental, sin embargo para la elaboración industrial cabe detallar algunos variantes para el proceso a nivel industrial que se citan a continuación.

Para la obtención del iniciador, del aguamiel es separada una porción equivalente al 5% de su volumen, para inocular con un 0,17% de levaduras secas o su equivalente de 0,5% en levadura fresca con relación al peso del aguamiel concentrada a 18 Brix. Esta porción recibe el nombre de *iniciador*, que una vez inoculado debe ser sometido a procesos de agitación constante consiguiendo airear y establecer condiciones adecuadas para el crecimiento de levaduras.

Se realizan al menos 3 trasiegos con el iniciador para una mayor oxigenación inicial. Luego es incorporado nuevamente a los tanques de fermentación.

El aguamiel dentro de los tanques de fermentación también es agitado al momento de mezclarlo con el iniciador, con la finalidad de adecuar todo el medio con una aireación inicial para el crecimiento de levaduras.

La agitación del *iniciador* no debe ser excesiva ni sobrepasar más de 45 minutos, ya que un tiempo más prolongada, hará que muchas levaduras empiecen su metabolismo por vía aerobia y no anaeróbica donde se produce alcohol. El objetivo principal de una aireación es el incrementando en el número de microorganismos fermentadores al inicio de la fermentación, para pronto establecerse condiciones anaerobias y más microorganismos realicen su metabolismo generando alcohol.



Figura 4.6. Tanques de Fermentación
(Autores, 2008)

Los mostos ya acondicionados, permanecen aproximadamente por 72 hrs. En los tanques de fermentación, equipados con una trampa de aire, donde se lleva a cabo la reacción química de fermentación, es decir, los azúcares serán convertidos en alcohol etílico.

Una vez terminada la reacción de fermentación, el mosto es cargado en las columnas de destilación para su "destrozamiento" o primera destilación. Como producto de esta primera destilación se obtiene el "Ordinario", con una graduación alcohólica entre el 16% al 22%. La destilación del ordinario termina cuando las medidas de grado alcohólico durante la salida del producto marcan ya cero.

El Ordinario obtenido en la primera destilación es cargado nuevamente, pudiendo aumentar la eficiencia del proceso con el funcionamiento de columna de rectificación.



Figura 4.7. Alambique de destilación
(Autores, 2008)

Con esta destilación se separa gran parte de los compuestos no deseados de la destilación, ya que su fundamento está en las diferencias de presión de vapor y diferentes puntos de ebullición de los distintos tipos de compuestos alcohólicos.

La fracción de interés de este paso es la que se logra destilar en un rango de temperatura $\pm 2^{\circ}\text{C}$ la temperatura de ebullición del etanol en la zona que se encuentre. Lo que se recolecte inferior a ese rango de temperaturas se llama cabezas (aprox. 3% del ordinario), y lo que se recolecte superior a la temperatura del etanol más 2°C se denomina colas.

En este proceso se obtiene como un producto el licor de Agave, con graduación alcohólica de 55% en volumen. Pudiendo en este punto enviar a almacenes de añejamiento si ese fuera el caso.

Para ingresar al mercado el licor debe poseer una graduación alcohólica de 38% a 40%. Para esto se realiza la dilución con agua destilada o agua tratada. Posteriormente se procede a envasar el licor en botellas de manufactura artesanal, donde la dosificación se la realiza de manera manual.

Una variante al uso de levadura fresca es el uso de levadura seca activa, ya que 3 kilos de levadura fresca equivale a un kilo de levadura seca (Levaplan S.A., 2004)

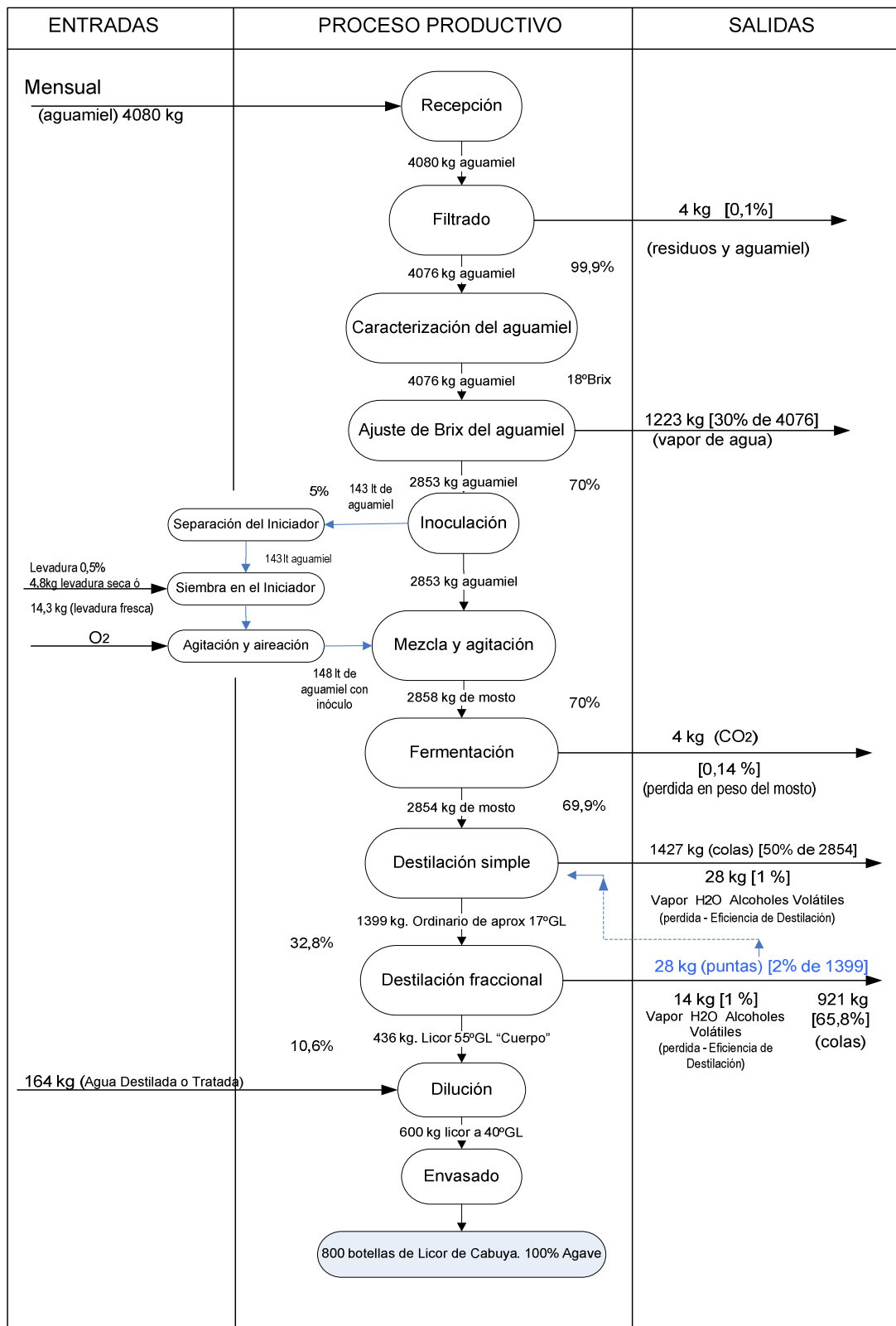


Figura 4.8. Balance de masa en el proceso de elaboración de licor de cabuya

4.2.2.4 Localización de la planta procesadora

La Planta procesadora de Licor esta ubicada en el Valle de Pujilí, en la comunidad rural Isinche de Infantes, a cinco minutos del centro urbano de Pujilí.

4.2.2.5 Requerimiento de maquinaria y equipos

Las necesidades de maquinaria y equipos para llevar a cabo el proceso productivo del Licor, se detalla a continuación:

Tabla 4.16. Lista de Maquinaria y Equipos para la Producción de Licor

CANT.	DETALLE
1	Alambique de acero, doble columna.
2	Tanques de Fermentación en acero, 1000 litros de capacidad
1	Envasadora manual por gravedad para 100 litros.
1	Marmita doble capa, de funcionamiento a aceite térmico
1	Tina inox. de pared simple rectangular con tapa, Vol. 340 ltrs.
2	Parrilla de gas, circular. Industrial
1	Parrilla de gas, rectangular
1	Sistema de alimentación de gas.

4.2.2.6 Requerimiento de personal

Un técnico en la empresa vigilará todo el desarrollo de la producción, que estará a cargo del personal operativo que lo conforman una personas más. Para el área administrativa y financiera dos personas, que también receptará pedidos y se encargará de la agenda de clientes.

4.3 DETERMINACIÓN DE INDICADORES FINANCIEROS

Para determinar la viabilidad de los proyectos ya sea en la elaboración de miel como del licor de cabuya se realizó un análisis económico, financiero y sus indicadores (TIR – VAN), que se presenta a continuación.

4.3.1 ANÁLISIS ECONÓMICO

4.3.1.1 Proyecto de la miel

Inversión de la miel

El total de inversión para el funcionamiento de la planta de la miel es de 32.079 dólares, este monto se encuentra financiado de la siguiente forma: el 60% por recursos propios y el 40 % por recursos de terceros (préstamos).

Tabla 4.17. Inversión total de la planta procesadora de miel

INVERSIÓN TOTAL	CAPITAL PROPIO	FINANCIAMIENTO
100%	45%	55%
\$ 32.079	\$ 14.436	\$ 17.643

La inversión total comprende la adquisición de todos los activos fijos y diferidos necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, y el capital de trabajo. El desglose de la inversión fija se puede observar en la Tabla 4.18. y del capital de operaciones o trabajo en la Tabla 4.19.

Tabla 4.18. Inversión fija

Detalle	Valor (USD)	%
Inversión fija	23.055	54,98
Capital de operaciones	9.024	45,02
	\$ 32.079	

Inversión fija		Valor (USD)	%
Terrenos y construcciones (Anexo 32 – Números Romanos)		15510	67,27
Maquinaria y equipo (Anexo 33)		2392	10,37
Otros activos (Anexo34)		4056	17,59
Subtotal		21957	95,24
Imprevistos de la inversión fija	5%	1098	4,76
Total		\$ 23.055	100,00

Tabla 4.19. Capital de operaciones

Detalle	Tiempo (meses)	(USD)
Materiales Directos (Anexo 35)	3	5158
Mano de Obra Directa (Anexo36)	3	2025
Carga Fabril (Anexo 37)	3	502
Gastos de administración (Anexo 38)	3	79
Gastos de venta (Anexo 39)	3	905
Reserva de productos terminados	2	129
Cuentas por cobrar	2	226
TOTAL		\$ 9.024

Costos de producción anual en la elaboración de la miel

Para el cálculo de los costos de producción son tomados en cuenta los costos directos y costos indirectos que se encuentran relacionados con el proceso. En los costos directos se encuentra los materiales (aguamiel, aditivos y envases de vidrios) y mano de obra directa o la que interviene directamente con el proceso. En el rubro de los costos indirectos o carga fabril se encuentra: depreciación (construcciones, maquinaria y equipo, laboratorio, imprevistos de la inversión fija, gastos de puesta en marcha), suministros (energía eléctrica, combustible y agua), reparación y mantenimiento de los equipos, seguros (equipos y edificio) y finalmente los imprevistos.

Tabla 4.20. Costo de producción

Costos de producción anual	(USD)	%
Materiales directos (Anexo 35)	20630	65,56
Mano de obra directa (Anexo 36)	8100	21,66
Carga fabril (Anexo 37)		
a) Materiales indirectos	499	1,90
b) Depreciación	1113	2,63
c) Suministros	276	0,34
d) Reparación y mantenimiento	710	1,48
e) Seguros	426	0,89
f) Imprevistos	151	0,61
Total	\$ 31.906	100%

Costo unitario del producto miel

Para obtener el costo unitario de cada frasco de miel se realizó la suma de los costos de producción más los gastos de ventas, administrativos y financieros, obteniendo los costos totales anuales se divide para el número de frascos que se producirán durante ese periodo. Dando como resultado el costo de producción de \$1,52 por cada frasco de miel de Agave.

Tabla 4.21. Costo unitario

Costo unitario de producto	(USD)	%
Costo de producción	31906	84,15
Gasto de ventas (Anexo 39)	3622	9,55
Gastos de administración y generales (Anexo 38)	347	0,91
Gastos de financiamiento (Anexo 40)	2041	5,38
TOTAL	\$ 37.915	100

Unidades producidas	24960
Costo unitario del producto	\$ 1,52

Ventas netas de la miel**Tabla 4.22** Ventas netas

PRODUCTO	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Miel de Agave	Unidades	(USD)	(USD)
Frasco (250ml)	24.960	\$ 2,00	\$ 49.920

Estado de ganancia y pérdida de la planta de la miel

En la Tabla 4.23. se indica el beneficio real o la utilidad neta de la operación de la planta, se obtiene restando a los ingresos todos los costos en que incurra la planta y los impuestos que deba pagar.

Tabla 4.23. Estado de ganancia y pérdida

Estado de ganancias y Pérdidas		Valor anual (USD)	%
Ventas netas		49920	100,00
Costo de producción		31906	63,91
Utilidad bruta en ventas		18014	
Gastos de ventas (Anexo 39)		3622	7,26
Utilidad neta en ventas		14393	
Gastos de administración y generales (Anexo 38)		347	0,69
Utilidad neta en operaciones		14046	
Gastos de financiamiento (Anexo 40)		2041	4,09
Reparto de utilidades a trabajadores	15%	1801	3,61
Impuesto a la renta	25%	2551	5,11
Utilidad neta del período antes del impuesto		\$ 7.653	15,33

Punto de equilibrio de la miel

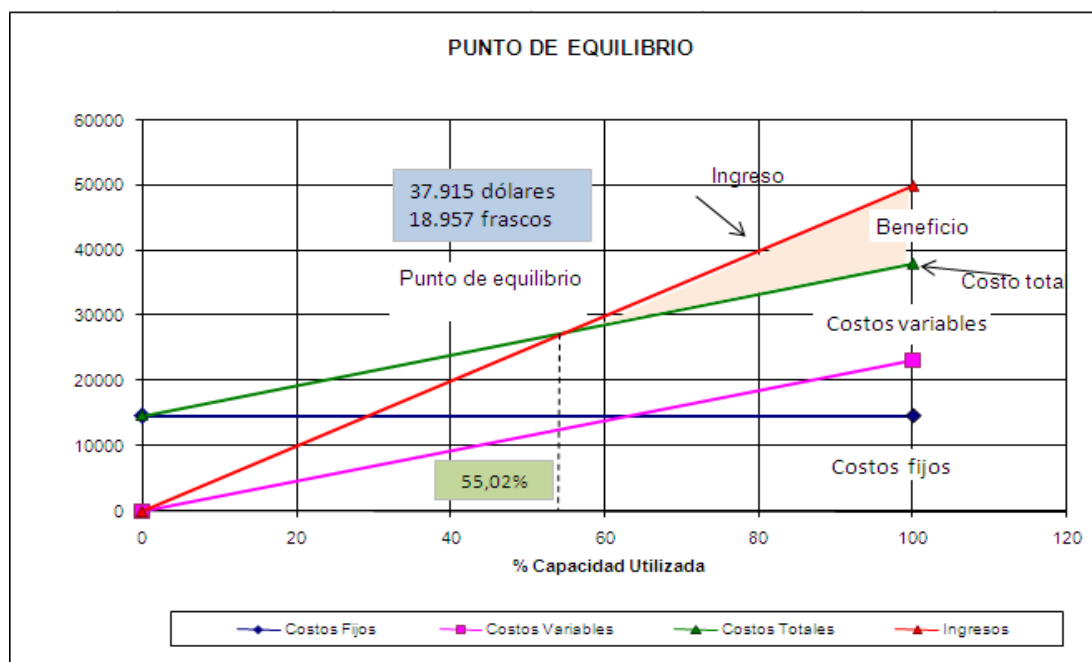


Figura 4.9. Punto de equilibrio para el primer año de operación de la planta de miel

El nivel de producción de la miel dentro del punto equilibrio es de 18.957 frascos anuales, en donde los beneficios por ventas son de 37.915 dólares que son exactamente iguales a la suma de los costos fijos y los variables. En este punto de equilibrio calculado permite conocer el punto mínimo de producción al que debe operarse para no incurrir en pérdidas. También se puede observar que el 55.02% es la capacidad utilizada de la planta quedando disponible 44.98% que incurrirá en ganancia.

4.3.1.2 Proyecto del licor

Inversión del licor

El total de la inversión para el funcionamiento de la planta del licor de Agave es de 65.834 dólares, este monto se cubrirá con el 45% de capital propio y el 55% por medio de financiamiento de entidades bancarias.

Tabla 4.24. Inversión total de la planta procesadora del licor

INVERSIÓN TOTAL	CAPITAL PROPIO	FINANCIAMIENTO
100%	45%	55%
\$ 65.834	\$ 29.625	\$ 36.209

Inversión total	Valor (USD)	%
Inversión fija	50.294	76,39
Capital de operaciones	15.541	23,61
	\$ 65.834	

La inversión total comprenden los activos fijos y diferidos necesarios para el funcionamiento de la empresa, y el capital de trabajo. El detalle de la inversión fija se encuentra en la Tabla 4.25., mientras que el capital de trabajo se encuentra detallado en la Tabla 4.26.

Tabla 4.25. Inversión fija

Detalle	Valor (USD)		%
Terrenos y construcciones (Anexo 42)	14848		29,52
Maquinaria y equipo (Anexo 43)	10769		21,41
Otros activos (Anexo 44)	22281		44,30
Subtotal	\$ 47.899		95,24
Imprevistos de la inversión fija	5%	2395	4,76
Total	\$ 50.294		100,00

Tabla 4.26. Capital de operaciones

Detalle	Tiempo (meses)	(USD)
Materiales Directos (Anexo 45)	3	6340
Mano de Obra Directa (Anexo 46)	3	3848
Carga Fabril (Anexo 47)	3	557
Gastos de administración (Anexo 49)	3	1380
Gastos de venta (Anexo 48)	3	2606
Reserva de productos terminados	2	159
Cuentas por cobrar	2	652
Total		\$ 15.541

Costos de producción anual en la elaboración del licor

Tabla 4.27. Costo de producción

Detalle	(USD)	%
Materiales directos (Anexo 45)	25360	55,82
Mano de obra directa (Anexo 46)	15390	33,88
Carga fabril (Anexo 47)		
a) Materiales indirectos	192	0,42
b) Depreciación	2336	5,14
c) Suministros	182	0,40
d) Reparación y mantenimiento	1092	2,40
e) Seguros	655	1,44
f) Imprevistos	223	0,49
Total	\$ 45.430	100

Los costos directos materiales (aguamiel, levadura y envases de vidrios) y mano de obra directa. Los costos indirectos: depreciación (construcciones, maquinaria y equipo, laboratorio, imprevistos de la inversión fija, gastos de puesta en marcha), suministros (energía eléctrica, combustible y agua), reparación y mantenimiento de los equipos, seguros (equipos y edificio) y finamente los imprevistos.

Costo unitario del producto licor

Tabla 4.28. Costo unitario

Detalle	(USD)	%
Costo de producción	45.430	92,53
Costos de ventas (Anexo 48)	10.426	0,91
Gastos de administración y generales (Anexo 49)	5.643	0,31
Gastos de financiamiento (Anexo 50)	5.654	6,25
Total	\$ 67.153	100
Unidades producidas	9.600	
Costo unitario del producto	\$ 7.00	

Ventas netas del licor**Tabla 4.29.** Ventas netas

PRODUCTO	Cantidad unidades	Valor unitario (USD)	Valor Total (USD)
Botellas (750ml)	9.600	11	105.600
Total			\$ 105.600

Estado de ganancia y pérdida de la planta del licor

El estado de pérdidas y ganancias permite a la planta de licor observar el resultado de las operaciones provenientes del uso de los recursos en un periodo determinado.

Tabla 4.30. Estado de ganancia y pérdida

Estado de ganancias y Pérdidas	Valor anual (USD)	%	
Ventas netas	105.600	100,00	
Costo de producción	45.430	43,02	
Utilidad bruta en ventas	60.426		
Gastos de ventas	10.426	9,87	
Utilidad neta en ventas	49.744		
Gastos de administración y generales	5.643	5,34	
Utilidad neta en operaciones	44.101		
Gastos de financiamiento	4.568	4,33	
Reparto de utilidades a trabajadores	15%	5.930	5,62
Impuesto a la renta	25%	8.401	6,39
Utilidad neta del período antes del impuesto sobre las utilidades	\$ 18.390	19,16	

Punto de equilibrio del licor

En el punto de equilibrio calculado para el licor de cabuya indico que el punto mínimo de producción es de 6715 botellas de licor al que debe operarse y un ingreso de 67.153 dólares para no incurrir en pérdidas. La capacidad utilizada de la planta es del 56.84 % quedando disponible 43.16% que incurrirá en ganancia.

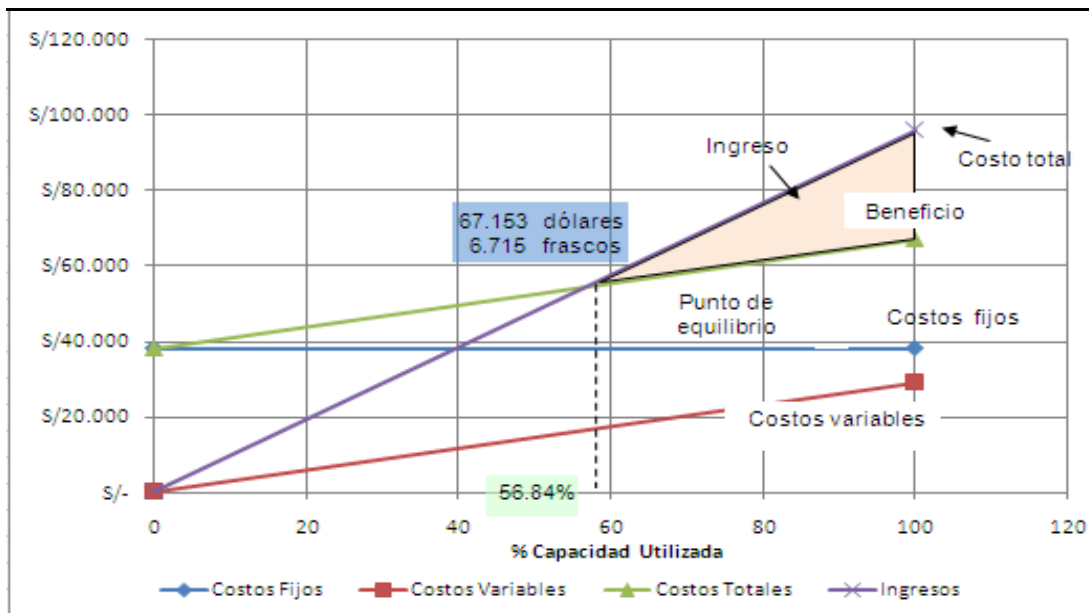


Figura 4.10. Punto de equilibrio

4.3.2 ANÁLISIS DE LOS INDICADORES FINANCIERO

Los índices o indicadores financieros se utilizan para ponderar y evaluar el desempeño operativo de la empresa.

Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)

Antes de invertir, la empresa tiene en mente una tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta, llamada tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR). Según el banco central la tasa activa promedio es del 9,52% y la tasa pasiva

5,12% y los índices de inflación anual y riesgo promedio del país son: 5,03% y 6,30% respectivamente.

De acuerdo a estos datos para ambos estudios tanto en la elaboración de la miel y del licor de Agave el TMAR es:

$$\text{TMAR: } 5.12 (0,45) + 9.52 (0,55) + 5,03 + 6,30 = \mathbf{18,87\%}$$

Valor presente neto (VPN o VAN)

A. Valor presente neto para el estudio de la miel

Para determinar el VAN se utilizó el flujo de efectivo que se encuentra en el (Anexo LII) y el TMAR calculado.

$$\text{VAN} = \mathbf{\$ 10.681}$$

B. Valor presente neto para el estudio del licor

Para determinar el VAN se utilizó el flujo de efectivo que se encuentra en el (Anexo LIII) y el TMAR calculado.

$$\text{VAN} = \mathbf{\$ 47.270}$$

Tasa interna de rendimiento (TIR)

La tasa interna de retorno (TIR) deberá ser mayor que la TMAR, tasa más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero.

A. Tasa interna de retorno para el estudio de la miel

La tasa interna de retorno es del **24%** que es superior a la TMAR que es de 18,87% por lo que se considera que es un proyecto viable.

B. Tasa interna de retorno para el estudio del licor

La tasa interna de retorno es del **37%** que es superior a la TMAR que es de 18,87% por lo que se considera que es un proyecto viable.

4.4 ANÁLISIS AMBIENTAL Y SOCIAL

Todo proyecto de desarrollo o inversión, a pesar de ir contracorriente al sistema mundial, debe ir orientado a garantizar que su ejecución y operación no provoque daños al medio natural, muchos de estos irreversibles y que degradan la calidad de vida en el planeta.

En el mundo entero el desarrollo desmedido de las ciudades ha hecho que exista una tendencia progresiva de migración de campesinos. Por lo tanto es oportuno buscar nuevos sistemas de producción novedosos que despierten el interés del campesino y que además no demanden el uso excesivo de recursos naturales, tan escasos y limitados principalmente para el pequeño productor.

Conveniencia social

Una opción productiva que muestra un perfil como el descrito en el párrafo anterior es la Producción de Miel y Licor de Cabuya que enfoca su atención a zonas rurales de la serranía ecuatoriana donde se pueda encontrar al Agave americana, específicamente para las zona del Valle de Pujilí donde se puede encontrar Agaves en buena cantidad.

El diseño del proyecto fue concebido como microempresas, con el objetivo de promover la producción una semiartesanal donde los principales gestores y dueños de esta fuente de ingresos sean los mismos campesinos.

El cultivo de Cabuya reporta en beneficios por la práctica ancestral de reforestar constantemente los linderos de terrenos y propiedades, abonando sus suelos con residuos de animales. Además es un cultivo resistente a los embates del clima, al uso de terrenos con suelos secos, arenosos y que no son recomendables para otros cultivos tradicionales. Por lo tanto brinda confianza respecto a la permanencia del proyecto en el tiempo.

Oportunidades de inversión y ahorro rural

El Valle de Pujilí es una zona de interés principalmente para organismos internacionales de ayuda social, donde casi todas las familias poseen algún vínculo con estas instituciones, ya sea con el patrocinio de niños, programas de nutrición, alfabetización, apoyo al pequeño productor, donativos económicos, infraestructura, etc.

En la comunidad de Isinche de Tobares de Infantes (Valle de Pujilí) , uno de estos organismos que se encuentra apoyando es el Proyecto de Desarrollo de Área Pujilí Guangaje, quienes disponen de recursos y que han apoyado al grupo de mujeres de esta comunidad para el avance y ejecución de sus proyectos. Valiéndose del apoyo de estas instituciones, además de la que se podría acceder por parte del Gobierno de turno, pequeños grupos de organización campesina deben enfocar sus esfuerzos a emprendimientos productivos con cultivos perennes y amigables con el ambiente, contrarrestando así la baja competitividad del país en cultivos tradicionales de duración anual o estacional.

En cada una de las comunidades del Valle de Pujilí existen grupos organizados que llevan muchos años gestionando el adelantamiento, o por lo menos la supervivencia de estos poblados. Una de estas asociaciones es el “Grupo de Mujeres de Isinche de Tobares de Infantes” quienes han participado en diversas actividades, gran parte de estas relacionadas con el cultivo de Agave, el cual es un factor positivo para el avance del. Además dicho grupo participa desde mas de una década en la gestión de una cooperativa de ahorro y crédito campesino.

Impacto ambiental en la región de producción de materia prima

Tanto en el capítulo 1 de Revisión Bibliográfica, como en el capítulo 2 de materiales y métodos en el punto de Cosecha, se indica todas las actividades de involucra la producción del Agave y la producción del Aguamiel, todas las cuales no involucran afectación al medio ambiente, principalmente porque estas practicas han sido transmitidas de generación en generación desde tiempos remotos. Es decir que se han transmitido conocimientos agrícolas de sociedades antiguas que no causaban deterioro del ambiente.

Impacto ambiental del proceso industrial

Las plantas de Producción de Miel y de Licor se ubicarán en el Valle de Pujilí, específicamente en la comunidad de Isinche de Tobares de Infantes, por hallarse a cinco minutos en auto, del centro poblado de Pujilí, y a 25 minutos de Latacunga.

En la descripción de los Procesos productivos de la miel y licor, se puede observar que dentro de su elaboración no se requiere de la energía eléctrica, y que las necesidades de agua son para las tareas de limpieza y para la esterilización de los envases. Aspecto importante para la zona del Valle de Pujilí donde el abastecimiento de agua es limitado.

Las necesidades de agua para el proceso productivo es relativamente baja. Para el proceso de elaboración de miel de cabuya es de 100 litros por proceso diario, y el de elaboración de alcohol igualmente se requieren un máximo de 150 litros.

En los diagramas de flujo de los procesos productivos se aprecia balances de masa donde en ninguno de los dos casos ingresa directamente agua al proceso. La participación del agua se limita a la limpieza y esterilización de envases. La fuente de energía para la producción proviene de la combustión de gas, el que se requiere en cantidades relativamente bajas.

Considerando que el Proceso no requiere de grandes suministros básicos, tampoco genera desperdicios, ya que en los dos casos el residuo principal de la actividad productiva de la miel son vapores de agua resultantes del proceso de elaboración de la Miel, y en el caso del alcohol los residuos generados sería agua, vapor de agua, y el mosto agotado, es decir aquel aguamiel que después del proceso de destilación se le han extraído todos sus alcoholes.

Después de un proceso de destilación queda un aguamiel es rica en por solo haberse extraído alcoholes junto con solo aromas y aceites, quedando en el medio aun nutrientes del aguamiel y residuos de levaduras (contenido proteico). En algunas zonas de México, donde trabajan con Agaves utilizan los residuos de la destilación para enriquecer la alimentación de animales, u otras aplicaciones.

CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES GENERALES

- El *Agave americana* conocida en el Ecuador como cabuya negra, de la cual se puede extraer un líquido dulce llamado Chawarmishki o aguamiel, fue en la antigüedad una planta que tuvo múltiples usos, incluso en culturas prehispánicas fue venerada. Actualmente este Agave a pasado a usarse como linderos, ornamento para jardines y para la extracción de hojas y aguamiel para alimentar al ganado. Esto muestra que no esta siendo debidamente aprovechada por el hombre y que se ha perdido la cultura de consumo del aguamiel.
- Parte de la Investigación se realizó en el valle de Pujilí, donde los pobladores practican un mismo método artesanal de extracción de aguamiel, sin embargo algunos difieren en aspectos como la selección del Agave para la extracción según su madurez, y los horarios en los que realizan la recolección lo que repercute en la calidad de aguamiel que se recolecta. Por este motivo se realizó un “estudio para optimizar la cosecha del aguamiel”
- En el estudio de cosecha se determinó que para obtener el aguamiel con mayor nivel de azúcares (Brix), deben emplearse Agaves maduros próximos a la salida su tallo floral. Así también a medida que transcurre el tiempo desde que se abre el orificio en el Agave la calidad del aguamiel disminuye, por lo se realizó un seguimiento productivo del Agave determinando que el tiempo promedio que se produce aguamiel aprovechable (por sobre los 10°Brix) es de tres meses, ya que pasado este periodo se obtiene un aguamiel con un contenido pobre en azúcares desde 5 a 0°Brix.

- Los horarios idóneos para realizar la recolección de aguamiel con la mayor concentración de azúcares, se presenta en el siguiente orden: la primera recolección a las 7 horas de la mañana seguida inmediatamente del raspado del orificio; la segunda recolección a las 12 del medio día y la tercera recolección a las 17 horas. Normalmente se obtienen 2 litros de aguamiel por planta en cada turno de recolección del medio día y de la tarde. En el turno de la mañana el aguamiel recolectado no es utilizable para el consumo humano ni para la fabricación de miel y licor de cabuya, porque se encuentra fermentado por el metabolismo de los microorganismos presentes en el ambiente.
- El aguamiel en estado natural contiene una considerable población de microorganismos, entre estos tenemos aerobios mesófilos (10×10^5 UFC/ml) y hongos y levaduras (incontables), lo que quiere decir que al ser el aguamiel un medio nutritivo y rico en azúcares es propenso a procesos fermentativos espontáneos.
- De acuerdo al estudio de disponibilidad de materia prima realizado en cuatro comunidades del valle de Pujilí, existe suficiente materia prima para abastecer los requerimientos productivos de la miel y del licor. Ya que se necesitan 4000 litros mensuales de aguamiel para cada uno de los proyectos (8000 litros en total), y solamente en la comunidad Isinche de Infantes (donde se plantea llevar a cabo el proyecto) pueden obtenerse 4680 litros diarios y 140400 litros mensuales.

5.1.1 CONCLUSIONES MIEL DE CABUYA

- En la experimentación de miel de cabuya la muestra que obtuvo mayor aceptación fue en la que se usó CarboxiMetilCelulosa (CMC) al 0,3% en peso, conservante Natamax en 100ppm y una concentración del aguamiel hasta 65° Brix.

- La miel de cabuya posee esta composición: Humedad 33.48%, proteínas 1.63%, cenizas 6.85%, carbohidratos 27.2%, fructuosa 7.82% y sacarosa 23.01%. Otros nutrientes que la miel de cabuya posee son: calcio 390 mg/kg; magnesio 271 mg/kg; sodio 496 mg/kg; fósforo 51.20 mg/100g; vitamina B3 10.23 mg/100g. Estos datos muestran que la miel tiene un componentes nutricionales beneficiosos para la dieta humana.
- Se realizó encuestas de aceptabilidad de la miel de cabuya donde el 38% de los encuestados les gustó el producto moderadamente, a un 36% gustó mucho, 15% gustó poco, 5% les gustó extremadamente, al 4% no le gustó ni le disgustó y a un 2% le disgustó un poco. Las personas encuestadas que si comprarían el producto representa un porcentaje de 75%. En una presentación de 250ml y a un precio entre 2 a 2,30 dólares
- En el análisis de evaluación económica y financiera para determina la viabilidad de los proyectos se utilizaron indicadores como el valor presente neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). En el proyecto producción y comercialización de la miel de cabuya se obtuvo un TIR del 24 % y un VAN de 10.681 dólares, demostrando así que es económicamente factible ejecutar el proyecto.

5.1.2 CONCLUSIONES LICOR DE CABUYA

- Las variables estudiadas durante la fermentación del aguamiel para obtener la mayor cantidad de alcohol fueron: cantidad de inóculo (0,5%, 1%, 2%), presencia o ausencia de nutrientes químicos (amonio fosfato dibásico) y grados Brix inicial del mosto (12; 15 y 18 °Brix). Según el rendimiento alcohólico los dos mejores rendimientos de alcohol se obtuvieron con el 1% y 0,5 % en peso de inóculo (levadura fresca). Ambos tratamientos fueron enriquecidos con nutrientes químicos al 0,02% y aguamiel a 18°Brix. Estas muestras fueron sometidas a un proceso de catado de dos personas especializadas y la que obtuvo mayor calificación fue la muestra en la que se empleo el 0,5% de inóculo.

- Los componentes del licor de Cabuya se encuentran dentro de los rangos permitidos para bebidas de consumo humano según las normas INEN y según las normas mexicanas sobre licores de 100% Agave. Estos componentes fueron: 320 mg/ltr de alcoholes superiores, 30 mg/ltr metanol y 35 mg/ltr de aldehídos. El licor posee 40°Gl, densidad de 0,99 g/ml, extracto seco 0,38g/ltr y pH de 3,9.
- El tiempo de fermentación es directamente proporcional a la cantidad de inóculo con que se trabaje. Al iniciar con un mosto a 18 °Brix, cuando se coloca 0,5% de levadura el periodo de fermentación es de tres días, al 1% dos días, al 2% un día. No obstante los rendimientos de alcohol obtenidos fueron similares.
- Al iniciar la fermentación con un aguamiel del 18 Brix el rendimiento de alcohol casi se duplica si comenzáramos a la concentración del aguamiel cruda (12 Brix). Este rendimiento esta directamente relacionado con la cantidad de brix inicial que tenga el aguamiel. Fenómeno que se debe a que con la cocción del aguamiel se hacen más disponibles las azúcares fermentecibles.
- Para el análisis de mercado se utilizaron fuentes de información primarias (encuesta) y secundarias (registro), de las cuales se muestra que no existe un consumo regular de licor 100% Agave en el Ecuador según datos estadísticos emitidos por el Consejo regulador de Tequila. En busca de la existencia de un grupo consumidor de este tequila se realizó encuestas en el sector de la Mariscal donde se determinó que existe el consumo de tequila 100% Agave y puede ser un mercado potencial del licor de Cabuya 100% Agave.
- Para el proyecto del licor de cabuya se obtuvo un TIR del 26% y un VAN de 26.086 dólares. Estos resultados demuestran la factibilidad de ejecutar el proyecto.

- Los proyectos se muestran viables técnica y económicamente; brindando a la población campesina una alternativa de producción amigable con el ambiente. Además el Agave americana es una planta resistente a un clima cambiante y épocas secas, además de ser poco exigente de cuidados, lo que la hace una aliada

5.2 RECOMENDACIONES GENERALES

- Acorde con la historia del Agave americana y la amplia gama de usos que tuvo en la antigüedad, se recomienda el estudio para la obtención de otros productos como la fibra de cabuya negra, néctares y jarabes realizados con el jugo de Agave resultante de la trituration del corazón de la planta, o productos para el cuidado personal y cuidados del cabello, ya que popularmente se suelen usar las hojas del Agave para el lavado del cabello y limpieza personal. También se recomienda estudiar si el Agave americana posee inulina y fructooligosacáridos (elementos apreciados por ser prebióticos y útiles para diabéticos) que han sido detectados en otras variedades de Agaves.
- Se debe tener en cuenta que el aguamiel en estado natural se fermenta rápidamente, por lo que para cualquier proceso de elaboración de alimentos se recomienda la inmediata pasteurización para evitar la pérdida de azúcares del aguamiel.
- Entre los beneficios sociales que se obtendrían implementando en diversas zonas modelos productivos similares a los propuestos en este trabajo, es la de mantener la visión del campo como la fuente de alimentación y vida de la población, con una industria semiartesanal que a la vez frenaría en parte la perjudicial migración, la falta de empleo y la degradación inminente de la juventud campesina que adopta estilos de vida ciudadanos consumistas, olvidando el digno e importantísimo trabajo del campesino para la alimentación y sustento de esta sociedad.

5.2.1 RECOMENDACIONES MIEL DE CABUYA

- Los componentes nutricionales de la miel de cabuya como lo es el magnesio, fósforo, vitamina B3, calcio y la fructosa como principal carbohidrato presente en el producto, mejorarían la calidad de alimentación, incluso de la misma zona de Pujilí ya que se ha dejado de lado el consumo de productos realizados con el aguamiel.
- La concentración del aguamiel para a producción de miel de cabuya, consiste prácticamente en la evaporación del agua presente y del pardeamiento de los azúcares. Este producto terminado puede tener varias presentaciones según la concentración y el color, es decir que elaborarían bebidas y néctares a base del aguamiel.

5.2.2 RECOMENDACIONES LICOR DE CABUYA

- Para los procesos de elaboración de licor de cabuya se necesita realizar un cernido del aguamiel haciéndola pasar por cedazos finos, reteniendo impurezas y residuos celulósicos de las paredes del orificio del Agave producto del raspado diario, ya que si estos residuos permanecen en el aguamiel que será fermentada se puede producir metanol como subproducto de la fermentación de residuos celulósicos, el cual es un alcohol no deseado en la elaboración de licores.
- En la experimentación de licor de cabuya se utilizó levaduras Saccharomyces cerevisiae en un presentación de “levadura fresca prensada” de la industria Levapan; sin embargo para la producción de licor a mayor escala se recomienda utilizar las levaduras en la presentación de “levadura seca”, ya que según Levapan 1 kilo de levadura seca equivalentes a 3 kilos de levadura fresca. Es decir que el porcentaje de inóculo se reduciría a la tercera parte de lo que se usa con la levadura fresca.

- La identificación y el aislamiento de las cepas de levadura que se encuentran de manera natural en el aguamiel, puede ser un motivo de estudio a fin de encontrar microorganismos que trabajen de una mejor manera en la fermentación del aguamiel, generando mayores rendimientos de alcohol e inclusive mejores características organolépticas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agell, P., Segarra, J.A., 1997, "Investigación de Mercados", Ediciones Foli S.A., Barcelona, España, pp. 18, 19, 20, 28-31.
2. Caps, A., Abril, J., 2003, "Procesos de conservación de alimentos", Editorial Mundi-Prensa, 2da edición, Madrid, España, pp. 82, 86, 327, 328, 343 (p.327 fórmula [3])
3. Charley, H., 1999, "Tecnología de alimentos", Editorial Limusa S.A., México D.F. pp. 127, 128, 279, (p. 127 reacción [1], y p.279 reacción [2]).
4. Cueva E., Van Den V., Cabrera O., 1999, "Plantas silvestres comestibles del sur del Ecuador", Ediciones Abya-Yala, Quito, Ecuador. p. 80
5. Dirección General de Extensión Agropecuaria MAG, 1965, La Cabuya cultivo e industrialización, Quito, Ecuador. pp. 8.
6. ENIGHU., 2004, "Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de Hogares Urbanos", Resultados anuales Febrero 2003 – Enero 2004. Quito-Guayaquil, INEC, Tomo 2. Quito, Ecuador.
7. Garassini L., 1964, "Microbiología Tecnológica", Universidad Central de Venezuela, Caracas, 114.
8. Gómez, E., 2002, "Higiene de alimentos y bebidas", Editorial Trillas S.A., 5ta edición, México D.F., p.254.
9. Gutiérrez, H., y De La Vara, R., 2004, "Análisis y diseño de experimentos", McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A., España, pp. 87-90, 112-114, 124-131.
10. Ibarz, A., Barboca-Cánovas, G., 2005, "Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos", Ediciones Mundi-Prensa, Madrid-España, p.156.

11. Larrañaga, I., Carballo, J., Rodríguez, M., Fernandez, J., 1999, "Control e Higiene de alimentos", McGraw-Hill/Interamericana S.A., España, pp. 489.
12. Ordóñez, J. y Cambero, M., 1998, "Tecnología de los alimentos y procesos", Vol. 1, Editorial Síntesis S.A.: Madrid, España, pp. 86, 87.
13. Prescott, S. y Dunn, C., 1960 "Microbiología Industrial", Ediciones Aguilar, Madrid, España. pp. 8, 9, 110-117, 137.
14. Prescott, L., Harley, J. y Klein, D., 2004, "Microbiología", 5ta edición, Mc Grw-Hill Interamericana Ediciones, Madrid, España, pp. 1126, 1130.
15. Vaclavik V.,1998,"Fundamentos de ciencia de los alimentos", Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España, pp. 31-35, 38-39, 144-145, 295, 299.
16. Worthington, V., 1993, "Enzyme Manual, enzyme and related biochemicals", Editor: Von Worthington, United States, p. 42.

Citas de Internet

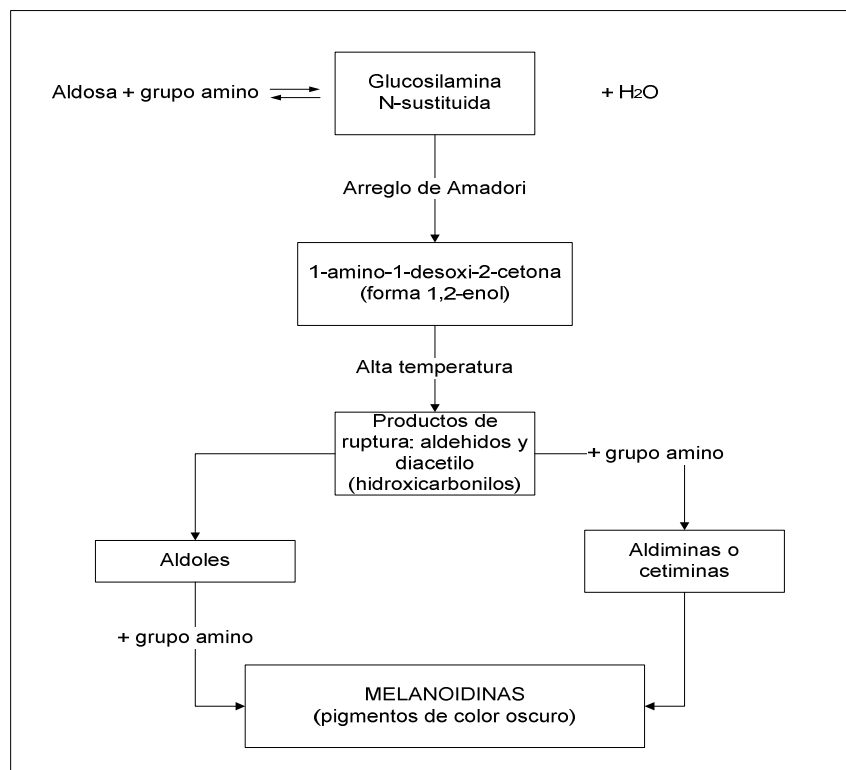
17. Abundis, B., 2007, "Cadena Agroalimentaria de Agave Pulquero", Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla, México. URL: <http://148.235.138.14/sisrep/CADENAS%20PRODUCTIVAS/consulta%20dinamica/docs/815148.235.138.1326-07-2007Manual%20de%20produccion%20AGAVE%20PULQUERO.pdf> (Mayo, 2008)
18. AMT Academia Mexicana del Tequila, A.C., 2008 www.acamextequila.com.mx/amt3/degus.html (Julio, 2008)
19. Bautista, N., 2006, "Estudio Químico Bromatológico del Aguamiel", Lima, Perú, biblioteca.universia.net/ficha.do?id=34694793 (Septiembre, 2007)
20. Bizer, C., 2008 "Agave americana" [www.dbpedia.org/resource/Agave americana](http://www.dbpedia.org/resource/Agave_americana), (Noviembre, 2008)
21. Compañía Nacional de Levaduras Levapan. S.A., 2004. http://www.levapan.com/products/levadura_seca02.htm (Agosto, 2007)

22. Convenio MAG/IICA, 2001, “*Agave spp.* Guía Técnica del Cultivo”, Ecuador www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/convenio%20MAG%20IICA (Julio, 2007)
23. Escamilla, M., Sánchez, F., Reyes, A., y Verde, J., 2008, “Fermentación alcohólica”, Universidad Autónoma metropolitana, Iztapalapa, México. http://docencia.izt.uam.mx/mleh/alimentos_fermentados/otros_sitios/Contenido.htm (Diciembre, 2008)
24. Flores, A., Mora, R., Romero, A., 1996, “Evaluación Fisicoquímica del Aguamiel de Tres Variedades de Maguey Pulquero”. Monterrey N. L. México. www.respyn.uanl.mx/especiales/2008/ee-08-2008/documentos/A058.pdf (Marzo, 2008)
25. Flores, E., Morales, H., Gómez, 2005, “Biología Floral del Agave”, Puebla, México. www.catarina.udlap.mx/udla/tales/documentos/lbi/gomez_f_e (Mayo, 2008)
26. GENMIC, Grupo de Investigación de Genética y Microbiología, 2007, www.unavarra.es/genmic/curso%20microbiologia%20general/09-factores%20de%20supervivencia.htm (Noviembre, 2008)
27. Hristov, A., 2004, “Artículo Científico sobre Agave americana”. www.ciencia.net/VerArticulo/Agave-americana (Abril, 2008)
28. NOM Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-2005, Bebidas alcohólicas, 2005. www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SE/Normas/Oficiales/NOM-006-SCFI-2005.pdf. (Marzo, 2008)
29. Rendón, L., Méndez, A. y Terrones, L., 2007, “El Jarabe de Henequén”, Revista Fitotecnia Mexicana, Vol 30, número 004. Chapingo, Mexico. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/610/61030414.pdf> (Julio, 2008)
30. Venero, J.L., 2006, “Formas de uso del maguey (*Agave americana*) en el humedal Lucre-Hucacarpay”, Revista “Chloris Chilensis” Año 9, Cusco, Perú, www.chlorischile.cl/veneroagave/veneroagaveweb.htm (Junio, 2007)
31. Yerres, F., Fernández, G., 2003. *Saccharomyces Cerevisiae* en la fabricación de Licor de Cocuy. Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología, Vol.2-n1, Caracas, www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315 (Enero, 2008)

ANEXOS

ANEXO I

Esquema de la Reacción de Pardeamiento no Enzimático de Maillard



[Ordoñez y Cambero, 1998; Caps y Abril, 2003]

Anexo II

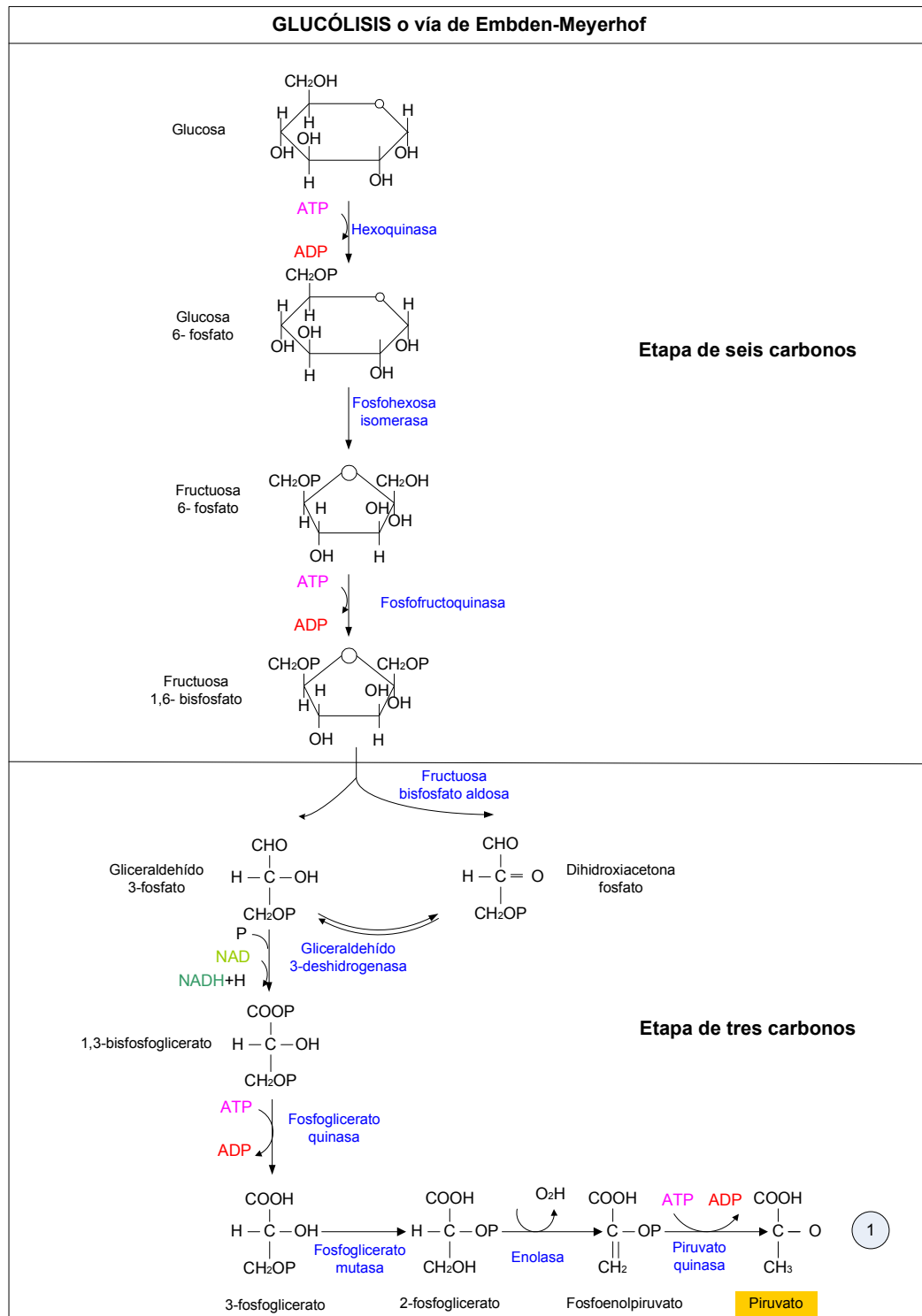
Valores mínimos de aw para el crecimiento de algunos microorganismos.

Bacterias	>0,910	Levaduras	>0,870
<i>Acinetobacter</i>	0,990	S. cerevisiae	0,90-0,94
<i>C. botulinum E.</i>	0,979	Rhodotorula	0,90
<i>C. perfringens</i>	0,970	Levaduras osmofílicas	0,62
<i>P. fluorescens</i>	0,970	Mohos	>0,70
<i>E. coli</i>	0,957	<i>Botrytis cinerea</i>	0,93
<i>Salmonella sp.</i>	0,950	<i>Fusarium</i>	0,90
<i>C. botulinum A,B</i>	0,950	<i>Mucor</i>	0,80-0,90
<i>B. subtilis</i>	0,900	<i>A. clavatus</i>	0,85
<i>S. aureus</i>	0,860	<i>P. expansum</i>	0,85
Bacterias halófilas	0,750	<i>A. flavus</i>	0,78
		<i>Mohos xerófilos</i>	0,70

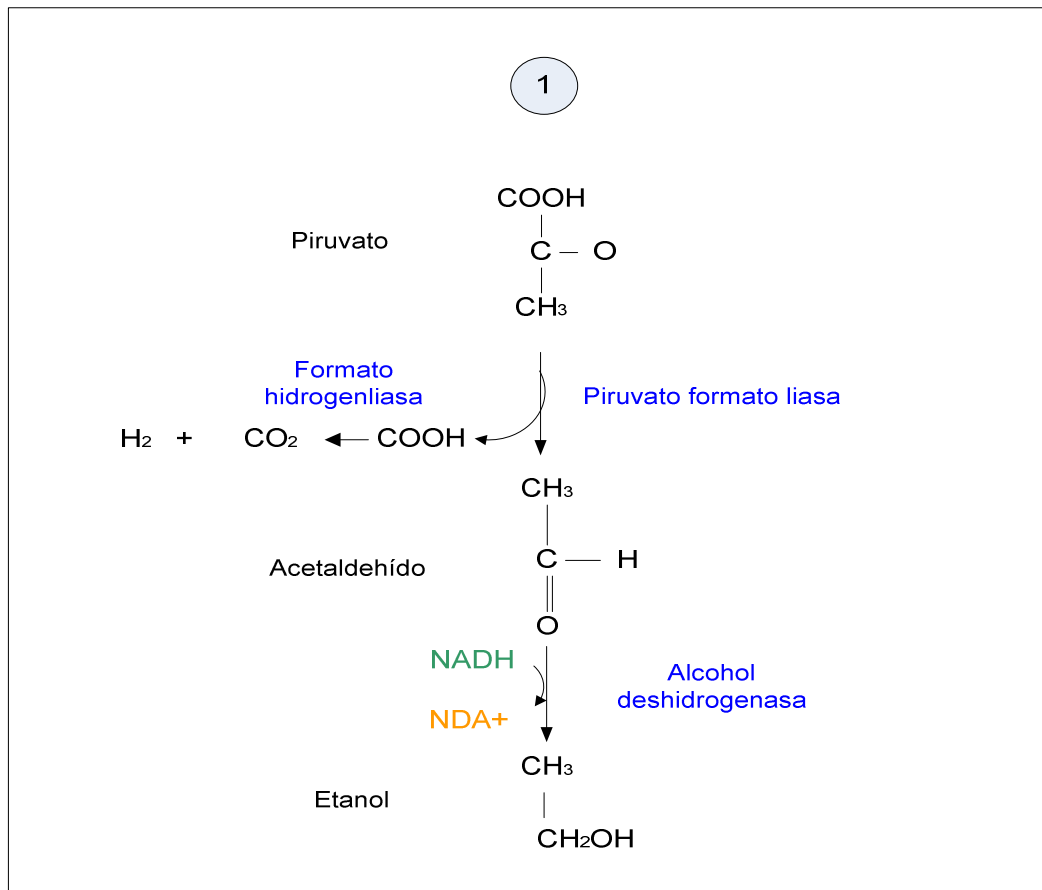
(Caps y Abril, 2003)

ANEXO III

Esquema de la Ruta Metabólica de la Fermentación



Continuación ANEXO III

(Prescott, *et al.*, 2004)

ANEXO IV
Formato de Información de recolección y calidad de Aguamiel

AGAVE N.º	Brix	pH	Rendimiento litros	TURNOS DE RECOLECCIÓN			ETAPA DE PRODUCCIÓN			CONDICIONES INTERNAS (Planta)	CONDICIONES EXTERNAS (Entorno)
				Mañana (Recolección y Raspado)	Medio Día	Tarde	Inical	Media	Final		
				hora	hora	hora	0-30 días	30-60 días	> 60 días		

Identificación del lugar (Comunidad): a) 5 de Junio, b) San Vicente, c) Isinche de Infantes, d) Isinche de Cofines

ANEXO V
Formulación – 1:
Syrup de miel de cabuya



<u>INGREDIENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>
Água miel	97.30
Grindsted xantan	0.20
Ac cítrico (sol 50%)	2.00
Sorbato de potasio (Sol. 20%)	0.20
Benzoato de sodio (Sol. 20%)	0.30
Total	100.00

PROCESO

- Pesar los ingredientes
- Colocar a cocción el aguamiel
- Añada Grindsted xantan a una pequeña porción de agua miel caliente mínimo 70°C, con agitación constante hasta obtener una mezcla homogénea.
- Adicionar a la mezcla el ácido cítrico y agitar hasta su disolución completa.
- Añadir la mezcla obtenida al total del aguamiel que está en evaporación y calentarla.
- Realizar concentración de la miel de cabuya durante el tiempo necesario hasta obtener la consistencia deseada.
- Enfriar hasta 45°C
- Agregar los conservantes benzoato de sodio y sorbato de potasio
- Envasar
- Almacenar el producto a T° ambiente en un lugar fresco y seco.

Variante Opcional de conservantes.- Como reemplazo de los conservantes químicos (benzoato de sodio y sorbato de potasio), se puede utilizar el conservante natural “**NATAMAX**”.- producto inhibidor del crecimiento de mohos y levaduras.

El Natamax se utiliza en ppm (partes por millón = mg/Kg de producto final).

Dosificación sugerida: 100 ppm

En este caso se deben eliminar de la formulación los dos conservantes indicados (benzoato y sorbato) y la diferencia compensarla con agua miel.

Modo de uso.- En un polvo hidrodispersible que puede adicionarse al junto con el ácido cítrico. Es un producto resistente al calor y no es necesario enfriar el producto final para su adición. Además natamax no tiene olor ni sabor y está permitido como aditivo para uso en alimentos.

ANEXO VI
Formulación – 2:
Syrup de miel de cabuya

DANISCO CULTOR

Danisco Cultor
 E-mail: daniscocultor@danisco.com
www.daniscocultor.com

<u>INGREDIENTES</u>	<u>PORCENTAJE</u>
Água miel	98.300
Grindsted Pectin YF-450	0.200
Ac cítrico (Sol 50%)	1.000(aprox)
Citrato de calcio	0.052
Sorbato de potasio (Sol. 20%)	0.200
Benzoato de sodio (Sol. 20%)	0.300
Total	100.000

PROCESO

- Pesar los ingredientes
- Colocar a cocción el aguamiel
- Disolver la GRINDSTED PECTIN YF-450 en una porción de agua miel mínimo a 80°C con agitación vigorosa.
- Añada la solución al agua miel y caliente la mezcla hasta 80°C, con agitación constante 5 min.
- Evaporar hasta la concentración aprox. de 50°Brix
- Enfriar hasta 45°C
- Agregar los conservantes benzoato de sodio y sorbato de potasio
- Ajustar el pH de la mezcla hasta 3.5 con la solución de ácido cítrico (50%).
- Calentar la mezcla, hasta T^a de pasteurización.
- Realizar el calentamiento con agitación constante y vigorosa, en el menor tiempo posible.
- Enfriar
- Envasar
- Almacenar el producto a T^o ambiente en un lugar fresco y seco.

Nota: Se puede probar la experimentación también con el uso de pectinas y espesantes de venta libre.

ANEXO VII

Norma mexicana de destilados de Agave

Parámetros	Tequila Blanco		Tequila Joven u Oro		Tequila Reposado		Tequila Añejo		Tequila Extra añejo		Método de Ensayo (Prueba) (1)
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
Contenido Alcohólico a 293 K (20°C) (%Alc. Vol.)	35	55	35	55	35	55	35	55	35	55	NMX-V-013-NORMEX
Extracto Seco (g/l)	0	0,30	0	5	0	5	0	5	0	5	NMX-V-017-NORMEX
Valores expresados en mg/100 ml de Alcohol Anhidro											
Alcoholes Superiores (alcoholes de peso molecular superior al alcohol etílico o aceite de fusel) (como Alcohol Amílico)	20	500	20	500	20	500	20	500	20	500	NMX-V-005-NORMEX
Metanol (2)	30	300	30	300	30	300	30	300	30	300	NMX-V-005-NORMEX
Aldehídos (como acetaldehído)	0	40	0	40	0	40	0	40	0	40	NMX-V-005-NORMEX
Esteres (como acetato de etilo)	2	200	2	200	2	250	2	250	2	250	NMX-V-005-NORMEX
Furfural	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	NMX-V-004-NORMEX

(NOM, 2005)

ANEXO VIII

Encuesta para recolección de información

Encuesta de Aceptabilidad

Ud. Está recibiendo una muestra de Miel de Agave. Pruebe por favor y conteste las siguientes preguntas.

Edad años Género M F

Cómo calificaría su aceptabilidad por este producto? (marque con una X)

Me gusta extremadamente
 Me gusta mucho
 Me gusta moderadamente
 Me gusta poco
 Ni me gusta ni me disgusta
 Me disgusta un poco
 Me disgusta moderadamente
 Me disgusta mucho
 Me disgusta extremadamente

Compraría este producto?

Si _____ No _____

En que presentación le gustaría?

250 gr _____ 500 gr _____ 1000 gr _____

Con qué frecuencia de consumo?

semanal _____ mensual _____ otra (escriba por favor): _____

Cuanto estaría dispuesto a pagar?

2 a 2,30 _____ 2,30 a 2,60 _____ 2,60 a 3 _____ 3 a 3,50 _____ otro _____

Comentarios o sugerencias:

.....

.....

.....

ANEXO IX

Ficha de calificación para el licor de Agave

MUESTRA NUM. 1

NOMBRE DEL CATADOR: _____

1. Por favor, circule la calificación que otorgue en concepto específico de evaluación de la muestra correspondiente a esta ficha.
 2. Evalúe cada muestra como si fuera única. No la relacione con marca alguna. No trate de adivinar que marca de tequila es.
 3. No haga comparaciones entre copa y copa, y sólo destape la que a evaluar, al terminar tápela antes de pasar a la siguiente.
 4. Antes de degustar el primer tequila, no olvide poner en su boca un poco de destilado neutro, muévelo por la boca, elimínelo.
 5. Antes de calificar el primer tequila, tome sorbo muévelo en la boca y elimínelo, tome un segundo sorbo y con éste califique.
- TOME EN CUENTA LAS CUALIDADES QUE DEBE TENER LA CLASE DE TEQUILA QUE SE ESTA EVALUANDO (Blanco, Reposado, Añejo, Extra Añejo), YA QUE TIENEN CARACTERISTICAS DIFERENTES ENTRE SI.

NO
CALIFICA REGULAR ACCEPTABLE BUENO EXCELENTE

EVALUACION VISUAL

Limpieza Transparencia/Cristalinidad Brillantez Untuosidad/Piernas/Lágrimas, Cuerpo	0	1	2	3	4
---	---	---	---	---	---

EVALUACION OLFATIVA

Impacto de alcohol vía nasal Impacto de alcohol vía retronasal Limpieza de aroma Afrutamiento/Aromas Herbales	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

EVALUACION GUSTATIVA

Impacto de alcohol en boca Fuerza o Debilidad de Sabor Limpieza de Sabor Dulzura Equilibrio/Balance de Sabor Sabor final de Boca	0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---	---

POR FAVOR, SUME LAS CALIFICACIONES DE LOS TRES CONCEPTOS DE EVALUACION (VISUAL, OLFATIVA, GUSTATIVA), ANOTE EN SU HOJA CONTROL EL TOTAL Y TAMBIEN SOBRE LA LINEA SIGUIENTE LA SUMA DE CALIFICACIONES

MAXIMO 20 PUNTOS

ANEXO X
Encuesta sobre licor de Cabuya

ENCUESTA SOBRE VENTA Y CONSUMO DE TEQUILA EN "LA MARISCAL"

1- ¿Vende tequila en su local?

2- ¿Vende el tipo de Tequila 100% Agave o Tequila Puro ?

3- ¿Podría decir un promedio de cuantas unidades (mensuales, semanales, diarias) de tequila 100% Agave vende en su establecimiento? (para licorerías)

4- ¿Podría mencionar cuantas botellas de tequila 100% Agave se consume en su local (mensualmente, semanal, diario)? (para bar-restaurante)?

6- ¿Sus principales cliente de Tequila 100% Agave son nacionales o extranjeros?

5- ¿Estaría dispuesto a exhibir o promocionar en su establecimiento un Licor de Cabuya tipo tequila 100% Agave elaborado en el Ecuador? Porque?.....

6- ¿comentarios u observaciones?

**PRINCIPALES BAR-RESTAURANTES
DEL SECTOR DE LA MARISCAL**

1. *Sutra café*
2. *Sutra lounge*
3. *The Texas Ranch*
4. *Zocalo*
5. *El Griego*
6. *Tomato*
7. *Coffe tree*
8. *Azuca*

9. *Mulligans*
10. *Adam,s Rib*

LICORERIAS DISTRIBUIDORAS DEL SECTOR

1. *La Cigarra*
2. *Licoresa S.A.*
3. *Ambassador*
4. *El Bodegón*
5. *La Taberna*

ANEXO XI

Desarrollo de diferentes parámetros en el transcurso de elaboración de miel

Factores

Tiempo (min)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Brix	10	12	13,5	15,8	20,2	27	42,9	45	54	60	67
pH	6,1	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
Temperatura	16,5	90,4	90,4	90,6	91,3	91,7	91,8	93	93,3	94,5	95
Coloración	amarillo turbio	amarillo café claro	café claro	café claro	café claro	café claro	café claro	Café oscuro rojizo	Café oscuro rojizo	Café oscuro rojizo	Café oscuro rojizo
Textura	líquido	líquido	líquido	líquido	líquido	líquido	líquido	líquido	líquido	semi-líquido	semi-líquido

ANEXO XII

Escala hedónica de aceptabilidad para la experimentación de la miel

Puntuación	Denominación
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo

ANEXO XIII

Evaluación sensorial de la miel de Agave con el espesante Grindsted Xantan.

Parámetros sensoriales	2%	3%	4%
Color	5	4	3
Sabor	3	3	2
Olor	3	3	2
Consistencia	2	3	2
Total	13	13	9

ANEXO XIV**Evaluación sensorial de la miel de Agave con el espesante Grindsted Pectin YF-450.**

Parámetros sensoriales	2%	3%	4%
Color	5	4	3
Sabor	2	2	3
Olor	3	3	2
Consistencia	2	2	2
Total	12	11	10

ANEXO XV**Evaluación sensorial de la miel de Agave con el espesante Carboximetilcelulosa (CMC).**

Parámetros sensoriales	2%	3%	4%
Color	5	5	3
Sabor	4	4	3
Olor	4	4	3
Consistencia	3	4	1
Total	16	17	10

ANEXO XVI**Evaluación sensorial de la miel de Agave con el espesante Pectina cítrica.**

Parámetros sensoriales	2%	3%	4%
Color	5	5	3
Sabor	3	4	3
Olor	3	4	3
Consistencia	1	2	3
Total	12	15	12

ANEXO XVII
Evaluación sensorial de la miel de Agave entre espesantes.

Código	Espesante	Calificación cualitativa		
		2%	3%	4%
A	Grindsted Xantan	13	14	9,5
B	Grindsted Pectin YF-450	12	12,5	8,5
C	Carboximetilcelulosa (CMC)	16	17	11,5
D	Pectina cítrica	12	13	11,5

ANEXO XVIII
Crecimiento de microorganismos (*Saccharomyces cerevisiae*) durante la fermentación.

Tiempo(Hora)	Microorganismos levaduras / ml
0	2,80E+07
2	3,68E+07
4	5,40E+07
6	1,24E+08
8	1,40E+08
10	1,56E+08
12	1,56E+08
14	1,56E+08
16	1,56E+08
18	1,56E+08
20	1,56E+08
22	1,58E+08
24	1,58E+08
26	1,58E+08
28	1,58E+08
30	1,52E+08
32	1,44E+08
34	1,42E+08
36	1,40E+08

ANEXO XIX
Comportamiento de Brix y pH con relación al tiempo de fermentación

HORA	° BRIX	pH
Fracción de hora	% sólidos solubles	
0	18	5,9
1	16	5,8
2,5	15	5,7
4	14,3	5,64
5,5	13,9	5,6
7	12,9	5,55
9	11,9	5,5
12	10,9	5,4
16	9,6	5,35
20	8,9	5,3
24	8	5,23
25,5	7,7	5,2
27	7,2	5,16
28,5	6,8	5,12
30	6,4	5,1
31,5	6,1	5,08
33	5,8	5,06
34,5	5,4	5,08
36	5	5

ANEXO XX
Brix vs Absorbancia de azúcares reductores (540nm) durante el tiempo de fermentación.

HORA	DNS	° BRIX
0	1,101	18
7	0,519	13
20	0,12	9
32	0,056	6
36	0,015	5

ANEXO XXI

Fermentación alcohólica al 0,5% en peso de inóculo al 12, 15, 18 Brix.

CASOS		Grados Brix del Mosto		Azucares Reductores		pH Mosto		Tiempo de Fermentación (días)	Acidez Titulable ml de Sosa	* Alcohola 20°GL (% V/V)	Brix del Destilado (Brix)	pH del Destilado Final (pH)
		Inicial (°Brix)	Final (°Brix)	Inicial (nm)	Final (nm)	Inicial (pH)	Final (pH)					
A1	Sin N	12	5,2	0,878	0,009	4,24	4,1	1 ¾	0,1 - 0,3	23	7	3,3
A2	Con N	12	5	0,878	0,022	4,24	4,12	1 ½	0,1 - 0,2	24,3	6	3,35
A3	Sin N	15	6	1,104	0,028	4,49	4,16	2 ½	0,2 - 0,3	30,5	6,5	3,67
A4	Con N	15	5	1,104	0,018	4,49	4,15	2	0,2 - 0,2	33	6	3,85
A5	Sin N	18	8,5	1,186	0,025	4,92	4,3	3	0,2 - 0,3	45	8,5	4,01
A6	Con N	18	8	1,186	0,096	4,92	4,25	3 ¾	0,2 - 0,3	47	8,5	3,98

Nota: Número de repeticiones de cada caso = 2

* Cantidad de alcohol obtenido por destilación del mosto, hasta descender a una graduación de 20° GL.

- Inoculación al 0,5% en peso de levadura fresca
- Mosto a diferentes grados de concentración (Brix)
- Sin la adición de Nutrientes, Casos A1; A3; A5
- Con la adición de Nutrientes (0,2 g/l Fosfato de Amonio Dibásico), Casos A2; A4 ; A6

ANEXO XXII

Fermentación alcohólica al 1% en peso de inóculo al 12, 15, 18 Brix .

CASOS		Grados Brix del Mosto		Azucares Reductores		pH Mosto		Tiempo de Fermentación (días)	Acidez Titulable ml de Sosa	* Alcohola 20°GL (% V/V)	Brix del Destilado (Brix)	pH del Destilado Final (pH)
		Inicial (°Brix)	Final (°Brix)	Inicial (nm)	Final (nm)	Inicial (pH)	Final (pH)					
B1	Sin N	12	5	0,913	0,06	4,25	4,02	1 ¼	0,2 - 0,3	27	8,5	3,4
B2	Con N	12	4,7	0,913	0,005	4,25	4	1	0,2 - 0,4	31	8	3,45
B3	Sin N	15	6	1,125	0,07	4,84	4,42	2	0,2 - 0,2	30	7	3,8
B4	Con N	15	4,5	1,125	0,096	4,84	4,4	1 ¾	0,2 - 0,4	33,7	7	3,9
B5	Sin N	18	8	1,206	0,067	4,86	4,2	2	0,2 - 0,3	46	9	4,05
B6	Con N	18	7	1,206	0,05	4,86	4,25	2 ¼	0,2 - 0,3	48	8	4,02

- Inoculación al 1% en peso de levadura fresca
- Mosto a diferentes grados de concentración (Brix)
- Sin la adición de Nutrientes, Casos B1; B3; B5
- Con la adición de Nutrientes (0,2 g/l Fosfato de Amonio Dibásico), Casos B2; B4 ; B6

ANEXO XXIII

Fermentación alcohólica al 2% en peso de inóculo al 12, 15, 18 Brix.

CASOS		Grados Brix del Mosto		Azucares Reductores		pH Mosto		Tiempo de Fermentación (días)	Acidez Titulable ml de Sosa	* Alcohol a 20°GL (% V/V)	Brix del Destilado (Brix)	pH del Destilado Final (pH)
		Inicial (°Brix)	Final (°Brix)	Inicial (nm)	Final (nm)	Inicial (pH)	Final (pH)					
C1	Sin N	12	5	0,864	0,017	5,2	4,7	1	0,4 - 0,4	24,1	7	4,3
C2	Con N	12	5	0,864	0,025	5,2	4,8	1	0,4 - 0,5	26,5	7	4,52
C3	Sin N	15	4,3	0,733	0,039	4,8	4,36	1¾	0,3 - 0,4	28	8	3,3
C4	Con N	15	4,4	0,733	0,03	4,8	4,3	1	0,3 - 0,4	32	8	3,37
C5	Sin N	18	5	1,101	0,005	5,08	4,16	1½	0,6 - 0,5	44	8	5,06
C6	Con N	18	4,8	1,101	0,015	5,08	4,12	1¼	0,6 - 0,5	46	7,5	5

- *Inoculación al 2% en peso de levadura fresca*
- *Mosto a diferentes grados de concentración (Brix)*
- *Sin la adición de Nutrientes, Casos C1; C3; C5*
- *Con la adición de Nutrientes (0,2 g/l Fosfato de Amonio Dibásico), Casos C2; C4; C6*

ANEXO XXIV

Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs % de levadura a 15 Brix.

Analysis of Variance for Rendimiento % de alcohol 20GL - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:% de lev	4,33	2	2,165	0,36	0,7234
RESIDUAL	17,97	3	5,99		
TOTAL (CORRECTED)	22,3	5			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

ANEXO XXV
Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs nutrientes a 15 Brix.

Analysis of Variance for Rendimiento % de alcoh 20GL - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Nutriente	17,34	1	17,34	13,98	0,0201
RESIDUAL	4,96	4	1,24		
TOTAL (CORRECTED)	22,3	5			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

ANEXO XXVI
Análisis de varianza del rendimiento del alcohol (20GL) Vs 0,5 %, 1% y 2% de levadura a 12 Brix.

Analysis of Variance for Rendimiento %alcohol 20GL - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:% de levadura	31,7233	2	15,8617	4,84	0,1150
RESIDUAL	9,825	3	3,275		
TOTAL (CORRECTED)	41,5483	5			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

ANEXO XXVII
Análisis de varianza del rendimiento del alcohol (20GL) Vs nutrientes a 12 Brix.

Analysis of Variance for Rendimiento %alcohol 20GL - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Nutrientes	7,48167	1	7,48167	0,88	0,4017
RESIDUAL	34,0667	4	8,51667		
TOTAL (CORRECTED)	41,5483	5			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

ANEXO XXVIII
Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs % de levadura a 18 Brix.

Analysis of Variance for Rendimiento de % de alcohol 20GL - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:% de levadura	4,0	2	2,0	1,00	0,4648
RESIDUAL	6,0	3	2,0		

TOTAL (CORRECTED)	10,0	5			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

ANEXO XXIX
Comparación entre rendimiento de alcohol 20GL vs Nutrientes (18 Brix)

ANOVA Table for Rendimiento de % de alcohol 20GL by Nutriente

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

Between groups	6,0	1	6,0	6,00	0,0705
Within groups	4,0	4	1,0		

Total (Corr.)	10,0	5			

ANEXO XXX

Estados de Madurez del Agave Americano.

Edad del Agave americana.- Para estimar los años de cada planta se realizo encuestas a los pobladores de cuatro comunidades del valle de Pujilí, abarcando el 20% de la población total resultante de sumar el número de familias de cuatro comunidades del Valle de Pujilí. En la investigación se busco que el entrevistado recuerde el año en que había plantado el Agave o el lindero de Agaves, muchas veces relacionando el año de siembra con algún suceso pasado como compra de algún lote, cambios de casa, división de parcelas como cuando los propietarios habían sembrado un lindero entero para cercar alguna nueva propiedad.

La madurez del Agave para la producción de Aguamiel se la determina por lo observación de factores como:

- 1- Cuando el Agave se encuentra maduro para la producción de aguamiel el cogollo presenta hinchazón en la base y en su parte final o ápice esta delgado, por lo que ya no saldrán más hojas sino que se encuentra próxima la salida del ***Tsawarkiru*** o *chaguarquero en castellano*, que es el tallo de la gigante inflorescencia del Agave
- 2- Las hojas son gruesas en la base y delgadas en sus terminaciones
- 3- Las hojas se encuentran bastante abiertas y separadas unas de otras.
- 4- Alcanza su mayor tamaño principalmente en ancho pudiendo llegar a diámetros de 4 metros
- 5- Desde los ocho años en adelante se espera la salida del Tsawarkiru siempre en los meses de Julio a Octubre

Hay zonas de pendientes muy pronunciadas de suelos erosionados donde el desarrollo del agave es muy lento o nulo, dando como resultado plantas enanas.

ANEXO XXXI
Estados de Madurez del Agave Americano (Fotos)

DESARROLLO DEL AGAVE AMERICANO



Brote De Agave, hijuelo



Edad > 1 año (A. americana. Var. margarita)



Edad > 2 años
Años para cosecha: + de 6



Edad > 4 años
Años para cosecha: + de 4



Edad: > 6 años
Años para cosecha: + de 2 años



Edad > 8 años
Años para cosecha: de 0 a 1 año

ANEXO XXXII.
Terrenos y construcciones para la planta de la miel

Detalle	Cantidad (m2)	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
Terreno (40 m * 50 m)	234	15	S/ 3.510
CONSTRUCCIONES			
Fábrica	58	120	6960
Oficinas, laboratorio, lockers	12	130	1560
Cerramiento (m)	30	20	600
Corredores y bodegas	12	120	1440
Taller	12	120	1440
TOTAL			S/ 15.510

ANEXO XXXIII
Maquinaria y equipo de la planta de la miel

Detalle	Valor Ex-Aduana (USD)
Equipo de Producción (Importado y Nacional)	1.945
Equipo Auxiliar	252
Gastos de Instalación y Montaje	195
Total de maquinaria y equipo	\$ 2.392

Maquinaria	Unidades	Valor unitario	Valor total
Mamita 250 litros	1	800	800
Mesas acero inoxidable	1	200	200
Dosificadora manual	1	370	370
Tina inoxidable de pared simple con tapa	1	320	320
Parilla industrial circular	1	45	45
Parrilla industrial rectangular alargada	1	40	40
Sistema de alimentación de gas	1	170	170
			1945

Utensilios y Materiales	Unidades	Valor unitario	Valor total
Baldes medianos	5	3	15
Coladores grandes malla extra fina y cedazos	15	10	150
Paletas de madera	2	6	12
Uniformes completos para manufactura	3	25	75
			252

ANEXO XXXIV
Otros activos de la planta de miel

Detalle	(USD)
1. Equipos y muebles de oficina	789
2. Constitución de la sociedad	300
4. Laboratorios	500
5. Intereses durante la construcción (15% anual)	2327
6. Gastos de puesta en marcha	100
7. Suministros de Oficina (3 meses)	40
Total	\$ 4.056

Equipos y Muebles	Unidades	Valor unitario	Valor total
Computador	1	600	600
Escritorios	1	70	70
Muebles	3	13	39
Anaqueles	2	40	80
			\$ 789,00

ANEXO XXXV
Materiales Directos en la elaboración de miel

Detalle	Cantidad (Litros)	Valor Unitario	Valor Total (USD)
Materia prima - aguamiel	48.000	0,30	14400
Aditivos	12	20,00	240
Envases	24.960	0,24	5990
Total			\$ 20.630

ANEXO XXXVI
Mano de Obra Directa en la elaboración de miel

Detalle	N°	Sueldo Mensual (USD)	Total Anual (USD)
Semi-calificados	2	250	6.000
Total			6.000
Cargas sociales	35%		2.100
Total			\$ 8.100

ANEXO XXXVII

Carga Fabril en la elaboración de la miel

Materiales indirectos

Detalle	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Etiquetas	24.960	0,02	499

Depreciación

Detalle	Vida Útil (Años)	Costo (USD)	Valor Anual (USD)
Construcciones	20	12000	600
Maquinaria y equipo	8	2392	299
Laboratorio	8	500	63
Imprevistos de la inversión fija	8	1098	137
Gastos de puesta en marcha	7	100	14
Total			\$ 1.113

Suministros

Detalle	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
Energía eléctrica (Kw-h)	180	0,2	36
Combustible (galones)	144	1,25	180
Agua (m3)	120	0,5	60
Total			\$ 276

Reparaciones y mantenimiento

Detalle	%	Costo (USD)	Valor Total (USD)
Maquinaria y equipo	5	2.197	110
Edificios y Construcciones	5	12.000	600
Total			\$ 710

Seguros

Detalle	%	Costo (USD)	Valor Total (USD)
Maquinaria y equipo	3	2.197	66
Edificios y Construcciones	3	12.000	360
Total			\$ 426

Imprevistos de la carga fabril

Detalle	Valor Total (USD)
Aprox. 5% de todos los rubros anteriores	\$ 151

ANEXO XXXVIII
Gastos de administración y generales de la planta de la miel

Detalle		(USD)
Amortización de constitución de la sociedad (10 años)		30
Teléfonos		300
Imprevistos	5%	16,5
Total		\$ 347

ANEXO XXXIX
Gastos de ventas de la planta de miel

GASTOS DE PERSONAL	N°	Sueldo Mensual(USD)	Total Anual(USD)
Jefe de Ventas	1	220	2640
Subtotal			2640
Cargas sociales	0,35%		9
Subtotal			2649
GASTOS DE PROMOCIÓN			
Publicidad			600
Distribución			200
Subtotal			3449
Imprevistos	5%		172
Total			\$ 3.622

ANEXO XL
Gastos financieros de la planta de miel

Detalle	Tasa	(USD)
Amortización de intereses durante la construcción (10 años)		116
Intereses del préstamo		15% 1925
TOTAL		\$ 2.041

ANEXO XLI
Punto de Equilibrio de la miel

Detalle	Costos fijos (USD)	Costos variables totales (USD)	Costo por unidad
Materiales Directos	0	20630	0,83
Mano de Obra Directa	8100	0	0,32
Carga Fabril			
Materiales indirectos	0	499	0,02
Depreciación	0	1113	0,04
Suministros	0	276	0,01
Reparaciones y mantenimiento	0	710	0,03
Seguros	426	0	0,02
Imprevistos	151	0	0,01
Gastos de ventas	3622	0	0,15
Gastos administración, generales	347	0	0,01
Gastos financieros	2041	0	0,08
Total	\$ 14.686	\$ 23.228	\$ 1,52

Punto de Equilibrio (%)	55,02
--------------------------------	--------------

ANEXO XLII
Terrenos y construcciones para la planta de la miel

TERRENO	Cantidad (m2)	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
Terreno (14 m * 18 m)	252	15	3.780
CONSTRUCCIONES			
Fábrica	68	120	8.160
Oficinas, laboratorio, lockers	16	35	1050
Cerramiento (m)	26	150	1800
Total			\$ 19.830

ANEXO XLIII
Maquinaria y equipo de la planta de licor

DENOMINACIÓN	(USD)
Equipo de Producción	8.182
Equipo Auxiliar	1.770
Gastos de Instalación y Montaje	818
Total de maquinaria y equipo	\$ 10.769

Equipo de producción	Unidades	Valor unitario	Valor total
Alambique de acero, doble columna, francés	1	2800	3136
Tanques de fermentación en acero, 1000 litros	1	900	1008
Mesa de trabajo	1	200	224
Envasadora manual por gravedad para 100litr	1	420	470,4
Marmita doble capa de funcionamiento a aceite 550 ltr	1	2100	2352
Tina inox. De pared simple rectangular 340	1	800	896
Parrilla de gas, rectangular	1	40	44,8
Parrilla de gas, circular. Industrial	1	45	50,4
			\$ 8.182

Equipo auxiliar	Unidades	Valor unitario	Valor total
Baldes medianos	5	3	17
Cucharones tipo tazón, recolección aguamiel	100	4	448
Coladores grandes malla extra fina y cedazos	15	10	168
Uniformes completos para manufactura	5	45	252
			\$ 885

ANEXO XLIV
Otros activos de la planta de licor

DENOMINACIÓN	(USD)
1. Equipos y muebles de oficina	745
2. Constitución de la sociedad	205
3. Repuestos y accesorios	500
4. Laboratorios	205
5. Intereses durante la construcción (15% anual)	2.227
6. Gastos de puesta en marcha	300
7. Suministros de Oficina (3 meses)	100
8. Vehículos (Distribución, movilización a nivel nacional)	18.000
Total	\$ 22.281

Equipos y Muebles	Unidades	Valor unitario	Valor total
Computador	1	600	600
Escritorios	1	50	50
Muebles	3	15	45
Anaqueles	1	50	50
			745

ANEXO XLV
Materiales Directos en la elaboración de licor

Detalle	Cantidad (kg)	Valor Unitario	Valor Total (USD)
Materia prima - aguamiel	48000	0,30	14400
Levadura	60	6,67	400
Envases	9600	1,10	10560
Total			\$ 25.360

ANEXO XLVI
Mano de Obra Directa en la elaboración del licor

Detalle	N°	Sueldo Mensual (USD)	Total Anual (USD)
Calificados	1	700	8400
No calificados	2	250	3000
Subtotal			11400
Cargas sociales	35%		3990
Total			\$ 15.390

ANEXO XLVII
Carga Fabril en la elaboración del licor

Materiales indirectos

Detalle	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Etiquetas	9.600	0,02	192
Total			\$ 192

Depreciación

Detalle	Vida Útil (año)	Costo (USD)	Valor Anual (USD)
Construcciones	20	11068	553
Maquinaria y equipo	8	9951	1244
Imprevistos de la inversión fija	5	2395	479
Gastos de puesta en marcha	5	300	60
Total			\$ 2.336

Suministros

Detalle	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
Energía eléctrica (Kw-h)	250	0,20	50
Combustible (gas)	12	6,00	72
Agua (m3)	120	0,50	60
Total			\$ 182

Reparaciones y mantenimiento

Detalle	%	Costo (USD)	Valor Total (USD)
Maquinaria y equipo	5	10769	538
Edificios y Construcciones	5	11068	553
Total			\$ 1.092

Seguros

Detalle	%	Costo (USD)	Valor Total (USD)
Maquinaria y equipo	3	10769	323
Edificios y Construcciones	3	11068	332
Total			\$ 655

Imprevistos de la carga fabril

Detalle	Valor Total (USD)
Aprox. 5% de todos los rubros anteriores	\$ 223

ANEXO XLVIII
Gastos de ventas de la planta del licor

Detalle		N°	Sueldo Mensual (USD)	Total Anual (USD)
Jefe de Ventas		1	700	8400
Bodeguero		1	300	0
Subtotal				8400
Cargas sociales	0,4%			29
Subtotal				8429
GASTOS DE PROMOCIÓN				
Publicidad				1000
Distribución				500
Subtotal				1500
Imprevistos	0,5%			496
Total				\$ 10.426

ANEXO XLIX
Gastos de administración y generales de la planta del licor

Detalle		N°	Sueldo mensual (USD)	Total anual (USD)
Contador		1	250	3.000
<i>Subtotal</i>				3.000
Cargas sociales		35%		1.050
<i>Subtotal</i>				4.050
Depreciación de muebles y equipo de oficina (10 años)				75
Amortización de constitución de la sociedad (10 años)				50
Teléfonos				1.200
Imprevistos		5%		269
Total				\$ 5.643

ANEXO L
Gastos financieros de la planta de licor

Detalle	Tasa	(USD)
Amortización de intereses durante la construcción (10 años)		223
Intereses del préstamo	15%	5431
Total		\$ 5.654

ANEXO LI
Punto de Equilibrio del licor

Detalle	Costos fijos (USD)	Costos variables totales	por unidad
Materiales Directos	0	25360	2,64
Mano de Obra Directa	15390	0	1,60
Carga Fabril			
Materiales indirectos	0	1	0,0001
Depreciación	0	2336	0,24
Suministros	0	182	0,02
Reparaciones y mantenimiento	0	1092	0,11
Seguros	655	0	0,07
Imprevistos	223	0	0,02
Gastos de ventas	10426	0	1,09
Gastos administración, generales	5643	0	0,59
Gastos financieros	5654	0	0,59
Total	\$ 37.991	\$ 29.162	\$ 7,00

Punto de Equilibrio (%)	56,84
--------------------------------	--------------

ANEXO LII
Flujo Neto de Efectivo de la planta de la miel

Flujo Neto de Fondos											
Años											
CONCEPTO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión inicial	32079										
Ingreso por ventas	0	49920	51936	54032	56214	58484	60845	63302	65857	68516	71283
Costos directos	0	28730	29880	31075	32318	33611	34955	36353	37807	39320	40892
Carga fabril	0	3175	3302	3434	3572	3714	3863	4018	4178	4345	4519
Gastos ventas	0	3622	3767	3917	4074	4237	4406	4583	4766	4957	5155
Gastos administrativos	0	347	360	375	390	405	422	438	456	474	493
Gastos financieros	0	2041	2123	2208	2296	2388	2483	2583	2686	2793	2905
Costos Totales	0	37915	39431	41009	42649	44355	46129	47974	49893	51889	53965
UTILIDAD MARGINAL	0	12005	12504	13024	13565	14129	14716	15327	15964	16627	17318
Reparto de utilidades a trabajadores	0	1801	1876	1954	2035	2119	2207	2299	2395	2494	2598
Impuestos	0	2551	2657	2768	2883	3002	3127	3257	3392	3533	3680
FLUJO NETO EFECTIVO	-32079	7653	7971	8303	8648	9007	9381	9771	10177	10600	11040

ANEXO LIII
Flujo Neto de Efectivo de la planta de licor

Flujo Neto de Fondos											
Años											
CONCEPTO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión inicial	65834										
Ingreso por ventas	0	96000	99876	103908	108104	112468	117009	121734	126649	131762	137082
Costos Producción	0	40750	42380	44075	45838	47672	49579	51562	53624	55769	58000
Carga Fabril	0	4680	4867	5062	5265	5475	5694	5922	6159	6405	6661
Gastos Ventas	0	10426	10843	11277	11728	12197	12685	13192	13720	14269	14839
Gastos Administrativos	0	5643	5869	6104	6348	6602	6866	7140	7426	7723	8032
Gastos Financieros	0	5654	5880	6115	6360	6614	6879	7154	7440	7738	8047
Costos Totales	0	67153	69839	72633	75538	78560	81702	84970	88369	91904	95580
UTILIDAD MARGINAL	0	28847	30037	31276	32566	33909	35307	36763	38280	39858	41502
Reparto de utilidades a trabajadores	0	4327	7509	7819	8141	8477	8827	9191	9570	9965	10375
Impuestos renta		6130	5632	5864	6106	6358	6620	6893	7177	7473	7782
FLUJO NETO EFECTIVO	-65834	18390	16896	17592	18318	19074	19860	20679	21532	22420	23345

ANEXO LIV

Indicadores Financieros. Software Financiero

The screenshot displays the 'Indicadores Financieros' window within the 'DECISIONES DE INVERSION' application. The window is titled 'Equivalencia entre Tasas' and 'Equivalencia Financiera'. It features a 'Datos:' section with input fields for 'i:' (0,1887) and 'n:' (10). Below this is the 'F10:' section, which includes an empty input field, an 'Agregar' button, and a 'Borrar' button. To the right of these buttons is a table with two columns: 'n:' and 'Fn:'. The table contains the following data:

n:	Fn:
4	25086
5	26115
6	27185
7	28300
8	29460
9	30668
10	31925

Below the table is a 'Calcular' button. At the bottom left, the calculated financial indicators are displayed:

VAN: 47.269,58
TIR: 0,37
TUR: 0,25
B/C: 1,72

A 'VIABILIDAD' dialog box is open in the foreground, displaying an information icon and the text 'Proyecto viable', with an 'Aceptar' button at the bottom.

Enero 2008