

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

**DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA
CARBONATADA DE JUGO CLARIFICADO DE MORA
(*RUBUS GLAUCUS* BENTH) POR MICROFILTRACIÓN TANGENCIAL**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

PAÚL WLADIMIR GUZMÁN ZURITA
paulwguzman@hotmail.com

DIRECTORA: JENNY CUMANDA RUALES NÁJERA Ph.D.
jenny.ruales@epn.edu.ec

Quito, noviembre del 2014

© Escuela Politécnica Nacional (2014)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Paúl Wladimir Guzmán Zurita, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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.

Paúl Wladimir Guzmán Zurita

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Paúl Wladimir Guzmán Zurita, bajo mi supervisión.

Jenny Ruales, Ph.D.
DIRECTORA DE PROYECTO

AUSPICIO

Presupuesto ajustado del proyecto semilla PIS-13-07: VALORIZACIÓN DE FRUTAS Y VEGETALES NO TRADICIONALES CON POTENCIALIDAD COMERCIAL Y DE SALUD EN BASE A COMPUESTOS BIOACTIVOS

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios, a mis padres y hermanos.

A Mary Collahuazo Ramos y a todos mis amigos que me ayudaron de cierta manera en la elaboración de este Proyecto de Titulación, especialmente a Cristian Flores y
Cristina Vinueza

DEDICATORIA

Dedico este Proyecto a las personas emprendedoras, para su uso correcto
y la futura creación de nuevas industrias en el Ecuador

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 Mora (<i>Rubus glaucus</i> Benth)	1
1.1.1 Origen	1
1.1.2 Taxonomía	1
1.1.2.1 Descripción botánica	2
1.1.2.2 Variedades	2
1.1.3 Requerimientos agroclimáticos	3
1.1.4 Propagación	5
1.1.4.1 Punta terminal o acodo	5
1.1.4.2 Estacas	6
1.1.5 Suelos	6
1.1.6 Plantación	7
1.1.7 Abonado y fertilización	7
1.1.8 Labores culturales	9
1.1.9 Riegos	9
1.1.10 Podas	10
1.1.11 Sistemas de conducción	11
1.1.11.1 Espaldera simple o de un alambre	11
1.1.11.2 Espaldera doble alambre	12
1.1.12 Estados fenológicos	13
1.1.13 Deficiencias foliares	15
1.1.14 Plagas y enfermedades	16
1.1.15 Cosecha	18
1.1.16 Poscosecha	19
1.1.17 Almacenamiento	20
1.1.18 Empaque	20
1.1.19 Composición química	20
1.1.20 Volúmenes de producción y exportación	21
1.2 Tecnología de membranas, aplicaciones	23
1.2.1 Introducción	23
1.2.2 Membranas	23
1.2.3 Problemas operacionales en membranas	25
1.2.4 Módulos de membranas	26
1.2.4.1 Hojas planas	26
1.2.4.2 Hojas enrolladas en espiral	27
1.2.4.3 Tubo o conjuntos de tubos	28

1.2.4.4	Bloques perforados	28
1.2.4.5	Fibras huecas	29
1.2.5	Tipos de membranas	30
1.2.5.1	Membranas microporosas	30
1.2.5.2	Membranas asimétricas	31
1.2.5.3	Membranas cargadas eléctricamente	31
1.2.5.4	Membranas selectivas líquidas	31
1.2.6	Propiedades de las membranas	32
1.2.7	Clasificación de las operaciones de tecnologías de membranas	33
1.2.7.1	Microfiltración	34
1.2.7.2	Ultrafiltración	35
1.2.7.3	Nanofiltración	36
1.2.7.4	Ósmosis inversa	36
1.2.8	Aplicaciones	37
1.3	Bebidas carbonatadas	38
1.3.1	Ingredientes y fabricación	38
1.3.1.1	Introducción	38
1.3.1.2	Ingredientes	39
1.3.1.3	Fabricación	48
1.3.2	Industria de las bebidas gasificadas en el Ecuador	51
2	PARTE EXPERIMENTAL	55
2.1	Caracterización física y químicamente de la mora (<i>Rubus glaucus</i> Benth)	55
2.1.1	Obtención de la materia prima e insumos	55
2.1.2	Equipos	55
2.1.3	Caracterización de la materia prima	56
2.1.3.1	Análisis físicos	56
2.1.3.2	Análisis físico-químicos	58
2.1.3.3	Análisis químico	59
2.1.4	Caracterización del jugo clarificado de mora	59
2.2	Estudio del efecto del coctel enzimático Klerzyme [®] sobre el proceso de extracción de pulpa	61
2.2.1	Proceso de desintegración	61
2.2.2	Tratamiento enzimático	61
2.2.3	Proceso de obtención de pulpa de mora	62
2.3	Obtención del jugo clarificado de mora (<i>Rubus glaucus</i> Benth)	63
2.3.1	Equipo de microfiltración tangencial	63
2.3.2	Selección de parámetros del proceso de microfiltración tangencial	64
2.3.2.1	Parámetros fijos	64
2.3.2.2	Parámetros de optimización	64
2.3.3	Condiciones del proceso	65

2.3.3.1	Modo de concentración	65
2.3.3.2	Obtención del jugo clarificado de mora	65
2.3.4	Formulación del jarabe de la bebida gaseosa de mora	66
2.4	Definición de las mejores condiciones de carbonatación para elaborar la bebida carbonatada de jugo clarificado de mora (<i>Rubus glaucus</i> Benth)	67
2.4.1	Descripción del equipo de carbonatación manual	67
2.4.1.1	Limpieza del equipo	68
2.4.2	Selección de parámetros del proceso de carbonatación	68
2.4.2.1	Parámetros fijos	68
2.4.2.2	Parámetro variable del proceso	68
2.4.2.3	Parámetros de optimización	69
2.4.3	Condiciones del proceso	69
2.4.3.1	Proceso de obtención de agua carbonatada	69
2.4.4	Elaboración de la bebida gaseosa de mora	70
2.4.4.1	Selección del envase y envasado del producto	71
2.5	Evaluación de la estabilidad del producto obtenido	71
2.5.1	Análisis físicos	72
2.5.2	Análisis químico	72
2.5.3	Análisis sensorial	73
2.5.4	Análisis microbiológico	73
2.5.5	Estimación del tiempo de vida útil	73
2.6	Diseño de una planta para la producción de una bebida carbonatada de jugo clarificado de mora	75
2.6.1	Ingeniería conceptual	75
2.6.1.1	Definición del producto	75
2.6.1.2	Capacidad y localización de la planta	75
2.6.1.3	Estudio de la disponibilidad de materia prima e insumos	76
2.6.1.4	Análisis de las alternativas tecnológicas	76
2.6.1.5	Identificación de los servicios industriales	76
2.6.2	Ingeniería básica	76
2.6.2.1	Introducción	76
2.6.2.2	Diseño del proceso tecnológico	77
2.6.3	Diseño básico de la planta	78
2.6.3.1	Lista de equipos en cada área	78
2.6.3.2	Hojas de especificaciones técnicas de los equipos	79
2.6.3.3	Distribución en planta del área de producción	79
2.6.4	Diseño de detalle de la planta	80
2.6.4.1	Diagrama de instrumentación y tuberías (P&ID)	80
2.6.4.2	Especificaciones de tuberías, válvulas, accesorios y bombas	80
2.6.4.3	Sistema de distribución de agua y vapor	80
2.6.4.4	Tratamiento de aguas	80
2.6.5	Diseño higiénico de la planta	81

2.6.5.1	Caracterización de los locales de producción, áreas sanitarias y servicios generales	81
2.6.5.2	Estudio de la seguridad de la planta	81
2.7	Evaluación de la pre factibilidad económica para la obtención de una bebida carbonatada de jugo de mora	81
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	82
3.1	Caracterización física y químicamente de la mora (<i>Rubus glaucus</i> Benth)	82
3.2	Estudio del efecto del coctel enzimático Klerzyme [®] sobre el proceso de extracción de pulpa	84
3.2.1	Desintegrado	84
3.2.2	Proceso de obtención de pulpa de mora	84
3.2.3	Tratamiento enzimático	85
3.3	Obtención del jugo clarificado de mora (<i>Rubus glaucus</i> Benth)	87
3.3.1	Caracterización del jugo clarificado de mora	93
3.3.2	Formulación del jarabe de la bebida gaseosa de mora	95
3.4	Condiciones de carbonatación para elaborar la bebida carbonatada de jugo clarificado de mora (<i>Rubus glaucus</i> Benth)	96
3.5	Evaluación de la estabilidad del producto obtenido	98
3.5.1	Análisis físicos	98
3.5.1.1	Color	98
3.5.1.2	Gas carbónico	101
3.5.2	Análisis químico	104
3.5.2.1	Antocianinas	104
3.5.3	Análisis sensorial	106
3.5.4	Análisis microbiológicos	108
3.5.5	Estimación del tiempo de vida útil	110
3.6	Diseño de una planta para la producción de una bebida carbonatada de jugo clarificado de mora	112
3.6.1	Ingeniería conceptual	112
3.6.1.1	Definición del producto	112
3.6.1.2	Capacidad y localización de la planta	113
3.6.1.3	Estudio de la disponibilidad de materia prima e insumos	116
3.6.1.4	Análisis de las alternativas tecnológicas	116
3.6.1.5	Identificación de los servicios industriales	117
3.6.2	Ingeniería básica	117
3.6.2.1	Introducción	117

3.6.2.2	Diseño del proceso tecnológico	118
3.6.2.3	Balance de materiales	130
3.6.2.4	Balance de energía	133
3.6.2.5	Vapor necesario en planta	134
3.6.2.6	Dimensionamiento del caldero	135
3.6.2.7	Requerimiento de combustible	136
3.6.3	Diseño básico de la planta	137
3.6.3.1	Lista de equipos en cada área	137
3.6.3.2	Hojas de especificaciones técnicas de los equipos	138
3.6.3.3	Distribución de la planta en el área de producción	139
3.6.4	Diseño de detalle de la planta	139
3.6.4.1	Diagrama de instrumentación y tuberías (P&ID)	139
3.6.4.2	Especificaciones de tuberías, válvulas, accesorios y bombas	142
3.6.4.3	Sistema de distribución de agua, vapor y aire	149
3.6.4.4	Tratamiento de aguas	149
3.6.5	Diseño higiénico de la planta	149
3.6.5.1	Caracterización de los locales de producción, áreas sanitarias y de servicios generales	149
3.6.5.2	Estudio de la seguridad de la planta	155
3.6.5.3	Cronograma de trabajo	157
3.7	Evaluación de la pre factibilidad económica para la obtención de una bebida carbonatada de jugo de mora	160
3.7.1	Estructura organizacional	160
3.7.1.1	Descripción de cargos	161
3.7.2	Inversiones	164
3.7.3	Costo de operación	165
3.7.4	Punto de equilibrio	168
3.7.5	Flujo de caja	168
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	171
4.1	Conclusiones	171
4.2	Recomendaciones	175
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	176
	ANEXOS	184

ÍNDICE DE TABLAS

		PÁGINA
Tabla 1.1.	Densidad de siembra, mora de Castilla	7
Tabla 1.2.	Plan de fertilización producción de mora 2 000 plantas/ha	8
Tabla 1.3.	Calendario de labores para el cultivo de mora	13
Tabla 1.4.	Características de los estados fenológicos de la planta de mora	14
Tabla 1.5.	Requerimientos nutricionales por cada estado fenológico de la planta de mora	15
Tabla 1.6.	Plagas y enfermedades durante ciclo de cultivo con su control respectivo	18
Tabla 1.7.	Condiciones de almacenamiento de mora de Castilla	20
Tabla 1.8.	Composición nutricional de la pulpa de mora de Castilla	21
Tabla 1.9.	Producción de mora de Castilla en Ecuador	22
Tabla 1.10.	Exportación de mora de Castilla	22
Tabla 1.11.	Tecnología de membranas de mayor uso industrial	33
Tabla 1.12.	Equivalencia de acidez de los acidulantes usados en las industrias de bebidas gasificadas	46
Tabla 1.13.	VAB (miles de dólares) de la industria manufacturera del Ecuador	51
Tabla 1.14.	Volúmenes de exportación e importación de bebidas gasificadas	54
Tabla 2.1.	Análisis microbiológicos y métodos en el jugo clarificado y bebida gaseosa de mora	60
Tabla 3.1.	Caracterización física y química de la mora de Castilla	82
Tabla 3.2.	Pesos y rendimientos de las pulpas obtenidos para cada tratamiento	84
Tabla 3.3.	Análisis de varianza para el porcentaje de extracción de pulpa	85

Tabla 3.4.	Pruebas de Rangos Múltiples para el porcentaje de peso de la pulpa obtenida por cada tratamiento	86
Tabla 3.5.	Rendimientos del proceso de MFT para los tratamientos T1 y T3 a 35 min de iniciado el proceso	92
Tabla 3.6.	Análisis de varianza para el rendimiento del proceso de MFT para los tratamientos T1 y T3	92
Tabla 3.7.	Análisis físico-químicos realizados al jugo clarificado de mora	94
Tabla 3.8.	Análisis microbiológicos del jugo clarificado envasado en vidrio y PET	94
Tabla 3.9.	Ingredientes para la formulación del jarabe de la bebida gaseosa de mora	96
Tabla 3.10.	Volúmenes de CO ₂ para cada tiempo de carbonatación	96
Tabla 3.11.	Análisis de varianza para los volúmenes de CO ₂ de cada tiempo de carbonatación	97
Tabla 3.12.	Análisis de varianza con prueba de rango múltiple para el sabor a fruta	106
Tabla 3.13.	Análisis de varianza para el atributo intensidad de aroma	107
Tabla 3.14.	Análisis de varianza para el atributo dulzor	107
Tabla 3.15.	Análisis de varianza para el atributo acidez	108
Tabla 3.16.	Análisis de varianza para el atributo sabores extraños	108
Tabla 3.17.	Resultados de los análisis microbiológicos durante el estudio de estabilidad para los envases de vidrio y PET	109
Tabla 3.18.	Velocidad de disminución de volúmenes de CO ₂ en envases de vidrio y PET	111
Tabla 3.19.	Energía de activación y factor de frecuencia para envases de vidrio y PET	111
Tabla 3.20.	Formulación de la bebida gaseosa de mora para 250 mL	113
Tabla 3.21.	Codificación de los equipos de producción por área y proceso	127

Tabla 3.21.	Codificación de los equipos de producción por área y proceso (continuación...)	128
Tabla 3.22.	Simbología de los equipos utilizados en el área de producción de la planta	129
Tabla 3.23.	Resumen del balance de masa en la línea de producción del retenido	130
Tabla 3.24.	Resumen del balance de masa en la línea de producción del retenido (continuación...)	131
Tabla 3.25.	Resumen del balance de masa para la línea de producción del jarabe neutro	131
Tabla 3.26.	Resumen del balance de masa en la línea de producción del jarabe de mora, envase PET	132
Tabla 3.27.	Resumen del balance de masa en la línea de producción del jarabe de mora, envase vidrio	132
Tabla 3.28.	Resumen del balance de masa en la línea de producción de carbonatado, llenado, tapado y empaquetado de envases de PET	133
Tabla 3.29.	Resumen de balance de masa en la línea de producción de carbonatado, llenado, tapado y encajonado de envases de vidrio	133
Tabla 3.30.	Resumen del balance de energía dentro del área de producción	134
Tabla 3.31.	Criterios para el dimensionamiento de las áreas en la planta de producción	137
Tabla 3.32.	Áreas de la zona de producción de la planta	138
Tabla 3.33.	Resumen de especificaciones de las tuberías en la línea de producción del retenido	142
Tabla 3.34.	Resumen de especificaciones de las tuberías en la línea de producción del jarabe neutro	143
Tabla 3.35.	Resumen de las especificaciones de las tuberías en la línea de producción del jarabe de mora, envase de PET	143
Tabla 3.36.	Resumen de especificaciones de las tuberías en la línea de producción del jarabe de mora, envase de vidrio	143

Tabla 3.37.	Resumen de especificaciones de las tuberías en la línea de producción de carbonatado, llenado, tapado y empaquetado de envases de PET	144
Tabla 3.38.	Resumen de especificaciones de las tuberías en la línea de producción de carbonatado, llenado, tapado y encajonado de envases de vidrio	144
Tabla 3.39.	Resumen de especificaciones de las tuberías de vapor saturado y aire comprimido en línea de producción en envases de PET y vidrio	145
Tabla 3.40.	Válvulas y codos utilizados en la línea de producción del retenido	146
Tabla 3.41.	Válvulas y codos utilizados en la línea de producción del jarabe neutro	146
Tabla 3.42.	Válvulas y codos utilizados en la línea de producción del jarabe de mora, envase de PET	147
Tabla 3.43.	Válvulas y codos utilizados en la línea de producción del jarabe de mora, envase de vidrio	147
Tabla 3.44.	Válvulas y codos utilizados en la línea de producción de carbonatado, llenado, tapado y empaquetado de envases de PET	147
Tabla 3.45.	Válvulas y codos utilizados en la línea de producción de carbonatado, llenado, tapado y encajonado de envases de vidrio	148
Tabla 3.46.	Resumen de las potencia de las bombas en el área de producción	148
Tabla 3.47.	Características de paredes, piso, techo y puertas del área de producción	150
Tabla 3.48.	Características de infraestructura de las áreas de servicio general	150
Tabla 3.48.	Características de infraestructura de las áreas de servicio general (continuación...)	151
Tabla 3.49.	Escala de valoración para relacionar actividades y proximidades	152
Tabla 3.50.	Valoraciones asignadas para las áreas de producción y de servicios generales	153
Tabla 3.50.	Valoraciones asignadas para las áreas de producción y de servicios generales (continuación...)	154
Tabla 3.51.	Características de infraestructura de las áreas sanitarias	155
Tabla 3.52.	Número de desagües, nivel de iluminación, aireación y cantidad de aire necesario en cada área de trabajo	156

Tabla 3.53.	Indumentaria del personal en cada área	157
Tabla 3.54.	Diagrama de Gantt	158
Tabla 3.54.	Diagrama de Gantt (continuación...)	159
Tabla 3.55.	Perfil de cargos de cada departamento establecido en la empresa	162
Tabla 3.55.	Perfil de cargos de cada departamento establecido en la empresa (continuación...)	163
Tabla 3.56.	Inversiones implicadas en el proyecto	164
Tabla 3.57.	Costos anuales de producción para la bebida gasificada de mora	165
Tabla 3.57.	Costos anuales de producción para la bebida gasificada de mora (continuación...)	166
Tabla 3.58.	Costos operacionales anuales para la producción de la bebida gasificada de mora	167
Tabla 3.59.	Flujo de caja	169
Tabla 3.60.	Tasa de evaluación del proyecto	170
Tabla 3.61.	Indicadores Financieros (TIR, VAN)	170
Tabla AI.1.	Datos a ser tomados durante el análisis de antocianinas	189
Tabla AIII.1.	Determinación de gas carbónico a una presión y temperatura dada	193
Tabla AV.1.	Volúmenes de CO ₂ en envase vidrio durante el tiempo de almacenamiento	200
Tabla AV.2.	Volúmenes de CO ₂ en envase PET durante el tiempo de almacenamiento	201
Tabla AVII.1.	Composición de la mora desintegrada y Cp de sus componentes	202
Tabla AVII.2.	Composición del jarabe neutro a 68 °Brix y Cp de sus componentes	203
Tabla AXV.1.	Amortización del crédito otorgado por una institución financiera	255
Tabla AXVI.1.	Costos de maquinaria y equipos auxiliares	256

Tabla AXVI.1. Costos de maquinaria y equipos auxiliares (continuación...)	257
Tabla AXVI.2. Costos de terreno y construcción	258
Tabla AXVI.3. Costos de equipos y muebles	259
Tabla AXVI.4. Activo diferido o intangible	259
Tabla AXVII.1. Costos de la materia prima	260
Tabla AXVII.2. Costo materiales indirectos de fabricación	261
Tabla AXVII.3. Salarios de la mano de obra indirecta.	261
Tabla AXVII.4. Salario del personal administrativo	262
Tabla AXVII.5. Gasto de administración anual	262
Tabla AXVII.6. Salario del personal de ventas	263
Tabla AXVII.7. Gastos de ventas anuales	263
Tabla AXVIII.1. Valores de costos fijos, variables y ventas por año	264

ÍNDICE DE FIGURAS

		PÁGINA
Figura 1.1.	Sistema de tutoreo de espaldera simple	12
Figura 1.2.	Sistema de tutoreo doble espaldera	12
Figura 1.3.	Estados fenológicos de la fruta de mora	14
Figura 1.4.	Proceso de separación en tecnología de membranas	24
Figura 1.5.	Configuración módulo de hoja plana	26
Figura 1.6.	Configuración módulo enrollado en espiral	27
Figura 1.7.	Módulo de tubos o conjunto de tubos, configuración	28
Figura 1.8.	Configuración módulo de bloques perforados	29
Figura 1.9.	Configuración módulo de fibras huecas	29
Figura 1.10.	Configuración de los procesos de microfiltración frontal y tangencial.	35
Figura 1.11.	Sistema de microfiltración a nivel industrial	35
Figura 1.12.	Proceso de floculación del agua para disminución de dureza	42
Figura 1.13.	Variación de la tasa a precios constantes de 2007 de industria manufacturera ecuatoriana	52
Figura 1.14.	VAB de las industrias manufactureras ecuatorianas, periodo 2009-2013	53
Figura 2.1.	Procesos para la obtención de pulpa de mora	63
Figura 2.2.	Equipo de carbonatación manual	67
Figura 2.3.	Proceso de obtención de agua carbonatada para los tres tiempos de carbonatación	70
Figura 3.1.	Flujo y FRV durante el proceso de MFT para el tratamiento T1	88
Figura 3.2.	Flujo y FRV durante el proceso de MFT para el tratamiento T3	88

Figura 3.3.	°Brix del permeado y del retenido durante el proceso de MFT para el tratamiento T1	90
Figura 3.4.	°Brix del permeado y del retenido durante el proceso de MFT para el tratamiento T3	90
Figura 3.5.	Pesos acumulados durante el proceso de MFT para los tratamientos T1 y T3	91
Figura 3.6.	Variación de la saturación de color (C), de la bebida envasada en vidrio durante el estudio de estabilidad	99
Figura 3.7.	Variación de los grados HUE (H), de la bebida envasada en vidrio durante el estudio de estabilidad	99
Figura 3.8.	Variación de la saturación de color (C), de la bebida envasada en PET durante el estudio de estabilidad	100
Figura 3.9.	Variación de los grados HUE (H), de la bebida envasada en PET durante el estudio de estabilidad	101
Figura 3.10.	Variación del CO ₂ durante el estudio de estabilidad en los envases de vidrio	102
Figura 3.11.	Variación del CO ₂ durante el estudio de estabilidad en los envases de PET	103
Figura 3.12.	Pérdida de antocianinas en envase de vidrio a las temperaturas de almacenamiento	104
Figura 3.13.	Pérdida de antocianinas en envase PET a las temperaturas de almacenamiento	105
Figura 3.14.	BFD, producción bebida gasificada de mora, envasada en PET	123
Figura 3.15.	BFD, producción bebida gasificada de mora, envasada en vidrio	124
Figura 3.16.	PFD, producción bebida gasificada de mora, envasado en PET	125
Figura 3.17.	PFD, producción bebida gasificada de mora, envasado en vidrio	126
Figura 3.18.	P&ID, producción de bebida gasificada de mora en envase de PET	140
Figura 3.19.	P&ID, producción de bebida gasificada de mora envase de vidrio	141
Figura 3.20.	Organigrama funcional	160

Figura 3.21.	Pirámide de Recursos Humanos	161
Figura 3.22.	Punto de equilibrio	168
Figura V.1.	Tiempo de desaireado 5 min	198
Figura V.2.	Tiempo de desaireado 10 min	199
Figura V.3.	Tiempo de desaireado 15 min	199

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I Determinación de antocianinas	185
ANEXO II Descripción del equipo MFT, método de limpieza	190
ANEXO III Determinación del volumen de gas carbónico disuelto en un volumen de bebida a la temperatura y presión indicadas	193
ANEXO IV Formato del análisis sensorial	196
ANEXO V Tiempos de desaireado previo al proceso de MFT	198
ANEXO VI Volúmenes de CO ₂ en envase vidrio y PET durante el estudio de estabilidad	200
ANEXO VII Balance de energía de la planta	202
ANEXO VIII Hojas de especificaciones técnicas de los equipos	205
ANEXO IX Distribución en área de producción	249
ANEXO X Cortes y elevaciones del área de producción	250
ANEXO XI Dimensionamiento de tuberías del producto y de servicios industriales	251
ANEXO XII Cortes y elevaciones del área de producción, dimensionamiento de tuberías del producto y de servicios industriales	252
ANEXO XIII Flujo de servicios industriales	253

ANEXO XIV	
Flujo de producto y personal en la planta	254
ANEXO XV	
Amortización del crédito	255
ANEXO XVI	
Inversiones	256
ANEXO XVII	
Costo de operación	260
ANEXO XVIII	
Punto de equilibrio	264

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue de diseñar una planta para la obtención de una bebida carbonatada de jugo clarificado de mora por microfiltración tangencial. Para esto, se añadió el coctel enzimático Kleryme 150[®] en el proceso de despulpado para la extracción de una mayor cantidad de pulpa y de los pigmentos naturales de la mora, antocianinas. La cantidad de coctel enzimático utilizado influyó significativamente en el proceso de extracción de pulpa. La pulpa obtenida se sometió a un proceso de microfiltración tangencial, con un tamaño de poro de membrana de 0,2 μm . Los mejores rendimientos de extracción de pulpa y obtención de jugo clarificado fueron de 84,49 % y 53,84 %, respectivamente.

Se carbonató agua por medio de un tanque de carbonatación manual; se consideraron tres tiempos de proceso: 3, 4 y 6 minutos. El tiempo de carbonatación no influyó significativamente en los volúmenes de CO_2 impregnados en el agua. Se alcanzó una concentración máxima de 2,24 volúmenes de CO_2 .

Se formuló una muestra con 17,03 % de jugo clarificado de mora, 6,80 % de jarabe de azúcar a 68 °Brix y 76,17 % de agua carbonatada y se comparó con una muestra similar escogida del mercado. Se realizó un análisis sensorial, mediante un diseño BIB. La formulación desarrollada fue similar al producto elegido del mercado.

La bebida gaseosa obtenida, con una cantidad de 58 679,88 mg/L de glucósidos de cianidina (antocinianas), se envasó en PET y vidrio. Las muestras fueron sometidas a ensayos de estabilidad, se almacenó a tres temperaturas; 4 °C, 20 °C y 35 °C durante 60 días. Cada 7 días, se realizaron análisis microbiológicos, de color, contenido de antocianinas y cantidad de CO_2 . Los resultados de estos análisis demostraron un producto microbiológicamente inocuo y los análisis de color, antocianinas y cantidad de CO_2 demostraron que la temperatura influye en la cantidad de antocianinas, color y cantidad de CO_2 . Con base en el estudio de estabilidad, se determinó que la bebida gasificada de mora tiene un tiempo de vida

útil de 52 y 152 días envasada en PET y vidrio, respectivamente, a una temperatura de 8 °C.

Se diseñó una planta embotelladora de bebidas gaseosas de mora, a ubicarse en la provincia de Tungurahua, en el sector del Parque Industrial Ambato, con una capacidad de 4 m³ diarios; 70 % que serán envasados en PET de 250 mL y 30 % en envases de vidrio de 230 mL.

El estudio de pre-factibilidad económica dió un TIR de 68,44 % y un VAN de 3 772 183 USD lo que demuestra que es un proyecto rentable.

INTRODUCCIÓN

La mora (*Rubus glaucus* Benth) es una fruta tipo baya, perteneciente a la familia de las Rosáceas, que se cultiva en regiones superiores a los 1 500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). La producción de mora en Ecuador está enfocada principalmente a la zona andina, en las provincias de Tungurahua, Bolívar, Cotopaxi. La cosecha de mora se la realiza todo el año con aumentos de producción en los meses de julio y agosto (Martínez, A., Beltrán, O., Velastegui, G., Ayala, G., Jácome, R y Yáñez, W., 2007, p. 8).

Entre sus propiedades nutritivas está su aporte en fibra, potasio, hierro, calcio, taninos y principalmente antioxidantes como las antocianinas, los carotenoides y la vitamina C (Eroski, 2013, p. 1,2; Bravo, 1998, p. 321). Las antocianinas son compuestos flavonoides que poseen una alta solubilidad en agua y dan la pigmentación a flores y frutos. Poseen una capacidad antioxidante ante los radicales libres que pueden causar enfermedades como cáncer o problemas cardiovasculares, además de inhibir la oxidación de lipoproteínas de baja densidad (LDL) (Bravo, 1998, p. 320, 327, 328).

Las bebidas carbonatadas que contienen colorantes y saborizantes artificiales, tienen un futuro incierto en el mundo global. En América Latina, especialmente en Argentina y México, los consumidores exigen una bebida carbonatada con menos calorías, debido al aumento de obesidad y diabetes en todas las edades (Industria Alimentaria, 2014, p. 14). Por esa razón, los consumidores buscan nuevas alternativas de bebidas carbonatadas y las industrias, de igual manera, buscan nuevos cambios en la industrialización (Naranjo, 2009, p. 3).

En el mercado ecuatoriano, según el Banco Central del Ecuador (BCE), la industria manufacturera en donde se encuentra categorizada la industria de bebidas no alcohólicas, bebidas carbonatadas, posee una estabilidad económica y un incremento anual respecto al valor agregado bruto (VAB). La generación de

industrias embotelladoras de bebidas no alcohólicas tiene acogida en el mercado. Hoy en día, las grandes embotelladoras realizan campañas para recobrar la credibilidad frente al uso excesivo de las palabras “light”, “suave” y “natural” creando nuevas bebidas más naturales y “amigables” con la salud humana (Industria Alimentaria, 2014, p. 14).

Por otro lado, la obtención de jugos clarificados a través de tecnologías de membranas permite mantener las propiedades nutricionales y organolépticas de los alimentos. El proceso de filtrado, la pasteurización en frío, garantizan la inocuidad del producto obtenido (Eykamp, 1995, p. 32-34; Ionics, 2004, p. 33).

La creación de una industria para la obtención de una bebida carbonatada de jugo de mora clarificado, sin la adición de colorantes ni saborizantes artificiales, mantendrá los nutrientes de la mora y permitirá contar con una alternativa de mercado, de un producto que posee altos contenidos de antioxidantes.

1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 MORA (*Rubus glaucus* Benth)

1.1.1 ORIGEN

La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) es una planta de origen silvestre, proveniente de clima frío, especialmente de la Cordillera de los Andes, encontrándose especialmente en los países de Ecuador y Colombia, aunque se ha diversificado a países como Guatemala, Panamá y México (Martínez et al., 2007, p. 4; Ortiz, 2013, p. 985; Franco y Giraldo, 2010, p. 3).

La mora es considerada como un fruto exótico desde el siglo XXI por su valor alimenticio, sabor, olor y facilidad de consumo en estado natural o en forma procesada, como mermeladas y conservas (Martínez et al., 2007, p. 4; Osorio, 2012, p. 1916).

La mora se caracteriza por presentar varias propiedades medicinales como emoliente, analgésico y antineurálgico (Casaca, 2012, párrafo 5).

1.1.2 TAXONOMÍA

Según Martínez et al. (2007), la mora de Castilla posee la siguiente taxonomía (p. 7):

Reino:	Vegetal
Clase:	Angiospermae
Subclase:	Dicotyledoneae
Orden:	Rosae
Familia:	Rosaceae

Género: Rubus
Especie: glaucus
Nombre científico: Rubus sp.
Otros nombres: mora de Castilla

1.1.2.1 Descripción botánica

La planta de mora es perenne, tipo arbusto, posee varios tallos herbáceos, rectos y espinosos, de un diámetro de 2 a 3 cm, que alcanzan de 3 a 4 metros de largo. Las hojas son oblicuas, dentadas y puntiagudas de cara inferior clara, con tres folíolos ovoides de 3 a 5 cm de largo, con espinas gauchadas (Martínez et al., 2007, p. 7; Osorio, 2012, p. 1916; Casaca, 2012, párrafo 6).

Los tallos de la planta de mora se los puede clasificar en primarios, secundarios y terciarios, siendo estos últimos ramas productivas de la fruta de mora. La base de la planta posee un gran sistema de raíces superficiales que dependiendo del suelo, pueden llegar hasta más de un metro de profundidad e incluye una raíz pivotante. La fruta de la planta, la mora posee drupas unidas a un receptáculo carnoso, su color varía entre rojo y negro brillante y cada drupa posee alrededor de 120 semillas (Martínez et al., 2007, pp. 7-9; Franco y Giraldo, 2010, p. 4).

1.1.2.2 Variedades

En el Ecuador, Martínez et al. (2007) menciona que el género *Rubus* de la mora presenta algunas variedades, entre las cuales están:

- ❖ *Rubus glaucus* Benth: es la fruta más conocida y de mayor valor comercial en el país, con una zona de cultivo entre 2 500 a 3 000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).

- ❖ *Rubus floribundus* HBK: conocida como mora criolla, que crece a altitudes de 2 800 m.s.n.m.
- ❖ *Rubus giganteus*: conocida como mora de gato, esta variedad crece a una altura de 3 000 m.s.n.m.
- ❖ *Rubus adenotrichas*: la mora silvestre común que crece a altitudes entre 2 500 a 3 000 m.s.n.m.
- ❖ *Variedad Ollalie*: mora de origen Californiano, U.S.A., con propósitos de exportación.
- ❖ *Variedad brazos*: mora de origen Tejano, U.S.A., de alta rusticidad y producción (p. 8).

Los géneros *Rubus* y *Rosa* son similares y las diferentes variedades existentes se diferencian únicamente por el fruto. La mora de Castilla tiene apariencia de fresa oblonga de color rojo, morado hasta negro en estado de madurez organoléptica (Casaca, 2012, párrafo. 12).

1.1.3 REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS

Martínez et al. (2007) mencionan los diferentes requerimientos climáticos necesarios para el cultivo de mora en la zona interandina del Ecuador (pp. 8, 12).

Tapia y Fries (2007) describen las altitudes ideales para el cultivo de mora de Castilla (p. 22).

Clima

La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) para una producción óptima, necesita de precipitaciones anuales de 600 a 800 mm.

El cultivo debe tener entre 1 200 y 1 600 horas luz al año para una buena producción.

Temperatura

La temperatura más adecuada de cultivo oscila entre 12 °C y 13 °C.

Altitud

La altitud recomendada de siembra oscila entre los 2 500 y 3 100 m.s.n.m.

Suelo

El suelo que se adapta de mejor manera a las necesidades de la mora es un suelo franco arenoso para evitar el encharcamiento. El suelo debe tener materia orgánica abundante en potasio y fósforo, con un pH que oscila entre 5,5 y 7,5 (Franco y Giraldo, 2010, p. 4; Casaca, 2012, párrafo 8).

Zonas de producción

En el Ecuador, las zonas de mayor área de siembra de la planta de mora de Castilla están en las provincias del callejón interandino como son Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Imbabura y Carchi (Martínez et al., 2007, p. 9).

1.1.4 PROPAGACIÓN

La planta de mora se puede propagar de forma sexual o asexual, aprovechando tallos. La propagación asexual consiste en recolectar las mejores características de las diferentes plantas y obtener plántulas de las mismas características productivas que la planta madre (Franco y Giraldo, 2010, p. 9).

1.1.4.1 Punta terminal o acodo

El sistema terminal o acodo funciona con plantas madres en buen estado, sanas y consiste en despuntar y desojar la yema que va a ser introducida en fundas de tierra con sustrato estéril. Al cabo de 15 días, de las yemas introducidas nacen brotes y a los 50 días se da la dependencia de la planta madre. A partir de los 10 meses de haber realizado el acodo, la nueva planta comenzará su ciclo de producción. A la yema terminal se deben dar los mismos cuidados que a una planta independiente; agua, luz solar, deshierbe y abono (Martínez et al., 2007, p. 10; Franco y Giraldo, 2010, p. 9).

Existen dos tipos de acodos; rastrero y en punta:

- ❖ Rastrero: se realiza a partir de un tallo sano y de buenas características, el cual se entierra a lo largo del suelo, tapándolo con tierra cada 25 cm y dependiendo de la cantidad de yemas, se tendrán entre 3 y 4 acodos. A los tres meses se tiene plantas nuevas (Casaca, 2012, párrafo. 15).

- ❖ Punta: se realiza con una rama, de la cual se entierra la punta a una profundidad de 10 cm, en el suelo o en una funda con sustrato estéril. Al cabo de un mes se corta a 50 cm a partir del suelo. La nueva planta crece con alto vigor pero solo se puede obtener una plántula por cada rama. Es un sistema costoso (Casaca, 2012, párrafo. 16).

1.1.4.2 Estacas

El proceso de reproducción asexual por estacas consiste en la generación de tallos a partir de un tallo madre. La planta madre debe estar en óptimas condiciones para que la planta hija proporcione la misma cantidad de producción de mora (Franco y Giraldo, 2010, p. 10).

Los tallos deben ser escogidos cuidadosamente en tamaños de 30 cm, con una cantidad de yemas mínima de tres, no muy tiernas y de diámetro mínimo de 1 cm. La parte superior de la estaca debe ser cortada en forma diagonal y ser sellada con parafina para evitar crecimiento microbiano. Finalmente, la estaca se siembra en sustrato estéril con abundante materia orgánica. Este sistema requiere de dos años para que inicie la producción (Martínez et al., 2007, p. 11).

El sistema de reproducción por estaca es costoso por el uso de fitohormonas para el crecimiento vigoroso de las nuevas plantas (Casaca, 2012, párrafo. 18).

1.1.5 SUELOS

La preparación del terreno es parte principal para el cultivo y posterior ciclo productivo de la mora. Los suelos que más se acoplan al cultivo de mora son los suelos franco-arenosos ricos en potasio y fósforo, además de materia orgánica. La relación calcio, magnesio y potasio: Ca, Mg, K es 2:1:1 además de la presencia de boro que se encuentran en pequeñas trazas para evitar enfermedades (Martínez et al., 2007, p. 11).

La calidad del suelo debe ser tal que permita el correcto drenaje del agua y la construcción de canales pueden ayudar a eliminar el exceso de agua. El terreno debe tener permanentemente materia orgánica y agua. El terreno debe ser abonado, arado y rastrado previo al ciclo del cultivo (Martínez et al., 2007, p. 11).

1.1.6 PLANTACIÓN

Para la plantación de la mora se recomienda un hoyo de 30 x 30 x 30 cm, la fertilización y el abono requeridos se colocan previo al análisis de suelo. Los niveles de fertilización iniciales requeridos son: 360-60-300 kg/ha de N-P-K, respectivamente (Martínez et al., 2007, pp. 12-14).

La acidez del suelo debe ser de pH 6,5 para comenzar la plantación. Se debe incorporar materia orgánica suficiente y eliminar las malezas y nemátodos (Casaca, 2012, párrafo. 26).

La Tabla 1.1 muestra las diferentes densidades de siembra utilizadas en el cultivo de mora de Castilla. La densidad de siembra depende del sistema de conducción de las plantas.

Tabla 1.1. Densidad de siembra, mora de Castilla

Largo (m)	Ancho (m)	Plantas/ha
3	2	1666
3	1,5	2222
2	1,5	3334
2,5	1,5	2660

Fuente: Martínez et al., 2007, p. 11

1.1.7 ABONADO Y FERTILIZACIÓN

Martínez (2007) menciona que a través de análisis de suelo y foliar se presentan varias sugerencias de fertilización (p. 14). Los nutrientes más importantes para el cultivo de la mora en la región central del Ecuador son:

Abono orgánico: Para el momento de la plantación se necesita al menos 2 kg de abono orgánico por planta y dependiendo de la densidad de siembra, se necesita al menos 2 t/ha.

N-P-K: Para el mantenimiento de la planta al inicio del ciclo de producción se recomienda 360-60-300 kg/ha/año de N-P-K, respectivamente. En el periodo de poda se necesita 40 % de N y 60 % de K con respecto a ciclo de producción, aplicado directamente al suelo. Si se realiza fertirrigación, es necesaria, por un periodo de cinco días, 8 kg/ha/día, con descansos del proceso cada 3 días (Martínez et al., 2007, p. 15).

La Tabla 1.2 muestra el plan de fertilización de un cultivo de mora de 2 000 plantas por hectárea.

Tabla 1.2. Plan de fertilización producción de mora 2 000 plantas/ha

Época de aplicación	Cal domita	Gallinaza o compost	Úrea Nitrógeno/planta	Superfosfato triple Fósforo/planta	Cloruro de potasio Potasio/planta
Antes de la siembra	150 g	1 kg			
Dos meses después de la siembra			11 g	22 g	8,5 g
Cinco meses después de la siembra			22 g	50 g	17,0 g
Ocho meses después de la siembra			33 g	22 g	17,0 g
11 a 12 meses después de la siembra			33 g	22 g	25,5 g
Cada tres meses después del año			33 g	22 g	

Fuente: Franco y Giraldo, 2010, p. 36

1.1.8 LABORES CULTURALES

Durante el período de siembra y ciclo productivo son necesarias labores culturales para realizar de manera efectiva las diferentes actividades como fertilización, colocación de abono, riego, etc. (Martínez et al., 2007, p. 15).

La presencia de malezas impide un desarrollo eficaz de la planta, generan competencia por nutrientes, da hospedaje a plagas y enfermedades, además de impedir una plena recolección de los frutos en el tiempo de cosecha. El control de malezas debe realizarse periódicamente, cada 45 días en épocas de lluvia y cada 3 meses en épocas de sol. El control se realiza alrededor de la planta y en los diferentes callejones, dependiendo los sistemas de conducción (Martínez et al., 2007, p. 16; Casaca, 2012, párrafo 36).

1.1.9 RIEGOS

Los métodos utilizados son el riego por goteo y microaspersión en una cantidad equivalente de una lámina de 3 milímetros diarios y 3 cm de agua por semana. Cada mes se recomienda un riego continuo equivalente a 50 L/m² (Martínez et al., 2007, p. 19; Casaca, 2012, párrafo. 34).

El riego por goteo tiene varias ventajas ante el riego por microaspersión: (Casaca, 2012, párrafo. 35).

- ❖ Ahorro de mano de obra.
- ❖ Facilita instalación del sistema de riego, independiente de la topografía del terreno.
- ❖ No se desperdicia el agua durante el riego.
- ❖ Cada dispositivo de riego por goteo es independiente para cada planta.
- ❖ Impide la contaminación por enfermedades de una planta a otra.

La cantidad de agua correcta durante el periodo de floración y crecimiento de la fruta garantiza una alta producción de la planta de mora (Casaca, 2012, párrafo. 34).

1.1.10 PODAS

Martínez (2007) menciona que la planta de mora durante su ciclo productivo, necesita diferentes tipos de podas, dependiendo de los años útiles de la planta, así se tiene:

- ❖ Poda de formación: consiste en la eliminación de ramas secas, torcidas y entrecruzadas para poder tener una planta con una facilidad de cosecha. A los seis meses de plantación se realiza la primera poda de formación seleccionando las ramas secundarias (p. 19). Se debe considerar la existencia de al menos dos tallos vegetativos y controlar de esta manera la producción (Franco y Giraldo, 2010, p. 24).
- ❖ Poda de saneamiento o mantenimiento: consiste en la eliminación de ramas improductivas, ramas torcidas, ramas que ya han culminado su período de producción y quebradas; de esta manera se impide el brote de plagas y enfermedades, además de permitir el paso de la luz solar a las ramas nuevas (p. 20). El periodo de poda sanitaria es de 20 a 30 días para evitar el crecimiento inadecuado de la planta (Franco y Giraldo, 2010, p. 26).
- ❖ Poda de fructificación o producción: consiste en la eliminación de ramas secundarias, terciarias y cuaternarias que han cumplido su periodo de productividad y poseen más de dos yemas. Por medio de esta poda, se permite la renovación de la planta y una mayor productividad (p. 20). Se debe mantener las ramas hembras a una altura máxima de 2 metros para una correcta floración (Franco y Giraldo, 2010, p. 25).

Según Franco y Giraldo (2010), la poda tiene su importancia por las siguientes razones (p. 22):

- ❖ Prepara la planta para el ciclo productivo: generación de ramas, flores y frutos.
- ❖ Airea la planta y evita plagas y enfermedades.
- ❖ Facilita las diferentes labores culturales como: riego, control de malezas y tutoreo, etc.
- ❖ Facilita la movilización para control de plantas individualmente.
- ❖ Aumenta la productividad y tiempo de vida útil de la planta.

1.1.11 SISTEMAS DE CONDUCCIÓN

La planta de mora es de tipo rastrero, por lo que es necesario ayudar a la orientación de las ramas. Los sistemas de conducción ayudan a una correcta postura de la planta de mora a lo largo del terreno (Franco y Giraldo, 2010, p. 17).

Se la puede realizar de dos maneras principalmente:

1.1.11.1 Espaldera simple o de un alambre

Se utilizan postes de máximo 2 metros de largo que se colocan a una distancia lineal de máximo 6 metros uno con otro. En medio de cada par de postes se sitúan de dos a tres plantas, dependiendo de la densidad de siembra. Se colocan tres cuerdas de alambre tensionado entre los postes a alturas de 0,8 m, 1,4 m y 1,9 m desde la base de la planta. Esto permite que las ramas se apoyen en los alambres (Martínez et al., 2007, p. 21). La Figura 1.1 muestra el sistema de tutoreo en espaldera de un alambre.

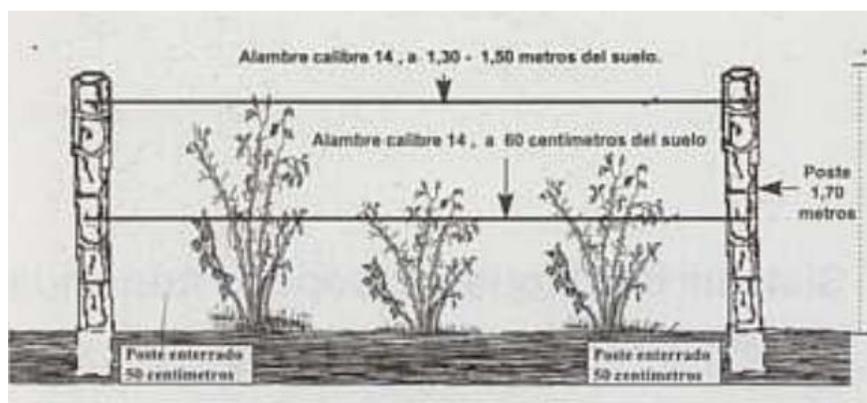


Figura 1.1. Sistema de tutoreo de espaldera simple

Fuente: Franco y Giraldo, 2010, p. 18

1.1.11.2 Espaldera doble alambre

Se utilizan dos paralelas del sistema de espaldera de un solo alambre; es decir, a cada lado de las plantas se encuentran los sistemas de soporte. Este sistema es más costoso que la espaldera simple, pero la ventaja es una mayor ramificación de cada planta para tener una mayor producción (Martínez et al., 2007, p. 21). La Figura 1.2 muestra el sistema de tutoreo doble espaldera.



Figura 1.2. Sistema de tutoreo doble espaldera

Fuente: Franco y Giraldo, 2010, p. 19

Según Franco y Giraldo (2010), el calendario básico de labores culturales para el cultivo y manejo de la mora de Castilla depende de las estaciones marcadas de cada país (p. 38).

La Tabla 1.3 muestra el calendario de labores para el cultivo de mora en la zona andina.

Tabla 1.3. Calendario de labores para el cultivo de mora

Labor	Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Fertilización	■				■			■			■	
Podas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo de malezas		■			■			■			■	
Aporques		■									■	
Arreglos de tutoreo						■						
Plateos	■			■				■			■	
Aplicación M.O.						■						
Encalado				■								

Fuente: Franco y Giraldo, 2010, p. 38

1.1.12 ESTADOS FENOLÓGICOS

Los diferentes estados fenológicos de la parte vegetativa de la planta ayudan a conocer las plagas y enfermedades que atacan con más frecuencia además de los diferentes requerimientos nutritivos de la misma (Martínez et al., 2007, p. 22).

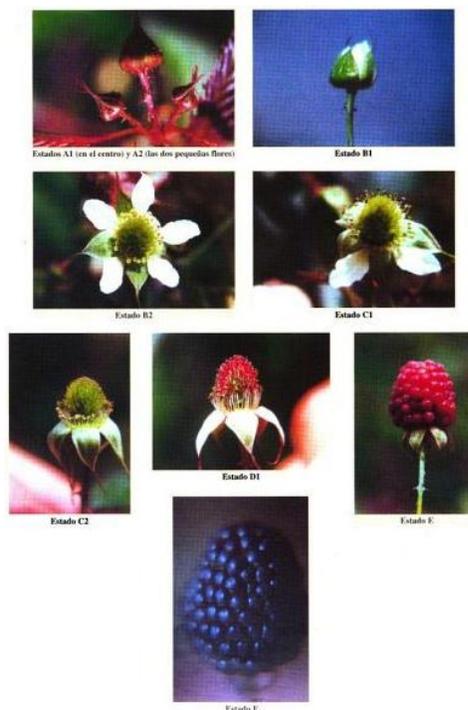
La Tabla 1.4 muestra las características principales de cada estado.

Tabla 1.4. Características de los estados fenológicos de la planta de mora

Estado	Descripción
A1/P	Yema al inicio. Mayor diámetro que longitud, color café verde
A2/CV	Yema hinchada. Mayor longitud que diámetro, color verde café
B1	Inicio de floración
B2	Flor completamente abierta
C1	Caída de primeros pétalos; inicio de polinización. Estambres color verde, comienza polinización a través de pistilos. Sépalos de forma erecta
C2	Pétalos completamente caídos; polinización. Pistilos blanquecinos y estambre de color café Sépalos pierden erección y dan curvatura hacia su envés, tonalidad verde
D1	Fruto fecundado. Pistilos rojos, interior del fruto verde. Mantiene sépalos
E	Fruto en desarrollo de color rojo. Mantiene sépalos
F	Fruto maduro con aproximadamente 20 mm de longitud y 19 mm de diámetro

Fuente: Martínez et al., 2007a, p. 22; Martínez et al., 2007b, p. 1

La Figura 1.3 muestra los estados fenológicos de la fruta.

Figura 1.3. Estados fenológicos de la fruta de mora

Fuente: Martínez et al., 2007a, p. 23

La Tabla 1.5 muestra los diferentes requerimientos nutricionales para cada estado fenológico de la planta.

Tabla 1.5. Requerimientos nutricionales por cada estado fenológico de la planta de mora

Estado fenológico	Nutrientes	Cantidad Aplicada	Periodicidad
A1/P	N-K	52 g/planta	Dos meses
A2/CV	N-P-K	75 g/planta	Cuatro meses
B1	P-B	75 g/planta	Cuatro meses
B2	P-Fe-Zn	75 g/planta y 0,1 % de Fe y Zn	Dos meses
C1	N	52 g/planta	Dos meses
C2	N	52 g/planta	Dos meses
D1	N	52 g/planta	Dos meses
E	N-K.Ca	52 g/planta y 0,1 % de K y Ca	Dos meses
F	N-P-K-Mg-Ca	75 g/planta y 0,1 % de Ca	Dos meses

Fuente: Martínez et al., 2007c, p. 1

1.1.13 DEFICIENCIAS FOLIARES

Martínez (2007) menciona las diferentes deficiencias en la planta de mora. La escasez de determinados nutrientes en la planta disminuye la eficiencia de producción de la plata, a continuación se describe la deficiencia de los macro y micronutrientes principales (pp. 24-25):

- ❖ Nitrógeno: visible en la hoja con una decoloración (clorosis). Las nervaduras son de color verde pálido.

- ❖ Hierro: presencia de un halo clorótico alrededor del perímetro de la hoja, con una decoloración simultánea de los espacios internervales.
- ❖ Boro: presencia de frutos incompletos, ausencia de drupas.
- ❖ Zinc: visible por la deformación de hojas con un mayor crecimiento longitudinal que transversal, abarquillamiento de las hojas jóvenes principalmente.
- ❖ Fósforo: visible por la formación de un halo violeta en la periferia de la hoja.
- ❖ Potasio: presencia de coloración amarilla y púrpura en hojas jóvenes terminales.

1.1.14 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Durante el ciclo de crecimiento y productivo de la planta de mora, se pueden presentar varias plagas y enfermedades que son ocasionadas por varios factores entre los cuales están: temperatura, humedad, características del suelo y hospederos como malezas por falta de control del cultivo (Martínez et al., 2007, p. 16).

Entre las principales plagas se encuentran:

- ❖ Ácaros: ocasionan daños en las hojas y sus síntomas se ven evidenciados en los frutos, tomando estos una coloración rojo óxido. Las hojas presentan arrugas y se vuelven pálidas.
- ❖ Pulgones: (*Aphis sp.*), conocidos comúnmente como áfidos, destruyen las hojas jóvenes.

- ❖ Araña roja: (*Tetranychus sp*), ocasionan daños en hojas dando como resultado manchas irregulares pardas y amarillas. El fruto toma una coloración rojo oxidado.
- ❖ Cutzo: ataca la zona radicular de la planta ocasionando la introducción de agentes patógenos como virus, hongos, bacterias.

Entre las principales enfermedades están:

- ❖ Botrytis sp: conocida también como pudrición de fruto, ataca las yemas jóvenes y el fruto en forma de un moho blanco.
- ❖ Mildeo polvoso: (*Oidium sp, Sphaeroteca sp*), ataca a yemas, frutos y especialmente a las hojas ocasionando un arrugamiento, con una clorosis en el haz de la hoja y un polvo blanco en el envés.
- ❖ Marchités: (*Verticillium sp*), hongo que produce un amarillamiento y posterior caída de las hojas, además de un color azulado y machas negras en el tallo. Produce un secamiento desde la parte superior hasta la base de la planta, ocasionando la muerte.
- ❖ Mildeo veloso: (*Peronospora sp*); la sintomatología corresponde a un secamiento de ramas jóvenes y cuarteamientos de los tallos.

La Tabla 1.6 muestra las diferentes plagas y enfermedades que surgen dependiendo del estado fenológico de la planta.

Tabla 1.6. Plagas y enfermedades durante ciclo de cultivo con su control respectivo

Estado fenológico	Plagas y enfermedades	Producto	Control Dosis para 200 L
A1/P	Cutzo y gusano alambre	Cal	0,5 kg
		Cobre	0,5 kg
A2/CV	Oidio y ácaros	Cal	0,5 kg
B1	Peronóspora	Cobre Azufre	1 kg
B2	Peronóspora		1 kg
C1	Peronóspora		
C2	Peronóspora/ Mildeo polvoso		
D1	Oidio/ Botrytis sp	Petoconazol	180 mL
E	Peronóspora/ Mildeo polvoso/ <i>Verticillium sp</i>	Cobre	1 kg
		Azufre	1 kg
F	Botrytis al fruto y manchas foliares	Amistar	500 g
		Trichoderma	400 mL

Fuente: Martínez et al., 2007a, p. 18; Martínez et al., 2007c, p. 1

1.1.15 COSECHA

La cosecha de la mora se realiza después de aproximadamente 11 semanas desde el estado fenológico A2; la mora se recolecta en estado E o F, dependiendo del consumidor. La cosecha se realiza con periodos de 6 a 8 días por un tiempo de 2 a 3 meses (Martínez et al., 2007, p. 25).

Se recomienda entrenar previamente a los recolectores para poder cosechar la mora y evitar magulladuras y ocasionar la pudrición del fruto (Casaca, 2012, párrafo 53).

1.1.16 POSCOSECHA

La fruta debe ser seleccionada y clasificada para un posterior proceso de empaçado, en donde se prefiere empaques poco profundos y de máximo 1 kg de peso, la norma NTE INEN 2427:2010 reglamenta los diferentes tipos de calidad de mora en la poscosecha.

Se debe considerar aspectos para mantener la calidad de la fruta, entre las cuales están:

- ❖ No empaclar con humedad y evitar un mayor deterioro de la fruta.
- ❖ No introducir elementos extraños en el empaque como restos de hojas.
- ❖ Se debe evitar mezclar frutas sanas con frutas maltratadas o dañadas.
- ❖ Se debe disminuir el maltrato por transporte de los diferentes empaques.
- ❖ Se debe envasar y transportar bajo sombra y evitar los rayos solares.
- ❖ Envasar en lugares ventilados y libres de polvo para evitar que pueda surgir una contaminación cruzada.

El transporte de los diferentes empaques se lo debe realizar a una temperatura de 1 °C a 2 °C y se debe mantener la cadena de frío hasta su destino (Martínez et al., 2007, pp. 25-26).

1.1.17 ALMACENAMIENTO

La mora empacada se debe almacenar a condiciones que permitan un mayor tiempo de vida útil del fruto. La Tabla 1.7 muestra las condiciones recomendadas de almacenamiento.

Tabla 1.7. Condiciones de almacenamiento de mora de Castilla

Temperatura	1 °C a 2 °C
Temperatura de congelación	-1,7 °C
Humedad relativa	90 %
Tiempo máximo de almacenamiento	2 días

Fuente: Martínez et al., 2007a, p. 26

1.1.18 EMPAQUE

La mora de Castilla puede ser almacenada en diferentes empaques dependiendo su sitio de comercialización se tiene: cajas de cartón, canastillas plásticas y cajas de madera (Franco y Giraldo, 2010, p. 75).

1.1.19 COMPOSICIÓN QUÍMICA

La composición de la mora de Castilla, correspondiente a su parte comestible sin semillas, se muestra en la Tabla 1.8.

Según Vasco (2008), la mora de Castilla contiene altos niveles de antioxidantes, especialmente los compuestos fenólicos. La capacidad antioxidante presente en la mora es de 41 μmol Trolox/g peso de fruta fresca (PF) (p. 820).

Tabla 1.8. Composición nutricional de la pulpa de mora de Castilla

Factor Nutricional	Cantidad	Unidad
Acido Ascórbico	8,00	mg
Agua	92,80	g
Calcio	42,00	mg
Calorías	96,27	J
Carbohidratos	5,60	g
Cenizas	0,40	g
Fibra	0,50	g
Fósforo	10,00	mg
Grasa	0,10	g
Hierro	1,70	mg
Niacina	0,30	mg
Proteínas	0,60	g
Riboflavina	0,05	mg
Tiamina	0,02	mg

Fuente: FAO, 2006

1.1.20 VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN

La producción de mora en Ecuador está enfocada principalmente a la zona andina, en las provincias de Tungurahua, Bolívar, Cotopaxi. La cosecha de mora se realiza todo el año, con aumentos de producción en los meses de julio y agosto (Martínez et al., 2007, p. 8).

La Tabla 1.9 muestra la superficie cultivada, rendimientos y producciones totales anuales del cultivo de mora de Castilla en Ecuador.

Tabla 1.9. Producción de mora de Castilla en Ecuador

Año	Superficie cultivada (Ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (t)
2007	3 359	18 467	6 203
2008	3 631	18 612	6 758
2009	3 639	21 069	7 667
2010	3 648	21 757	7 937
2011	3 424	21 904	7 500
2012	3 500	22 857	8 000

Fuente: Faostat, 2014

La mora de Castilla se encuentra en la partida arancelaria de frambuesas, zarzamoras, mora y moras-frambuesas (Sinagap, 2014, p. 1). La Tabla 1.10 muestra los volúmenes de exportaciones.

Tabla 1.10. Exportación de mora de Castilla

Partida/país		2011		2012		2013		2014	
		Toneladas métricas	Valor FOB (miles de USD)	Toneladas métricas	Valor FOB (miles de USD)	Toneladas métricas	Valor FOB (miles de USD)	Toneladas métricas	Valor FOB (miles de USD)
Frambuesas, zarzamoras, mora y moras- frambuesas	Antillas Holandesas	0,01	0,04	0	0	0	0	0	0
	España	4,82	10,92	17,95	34,23	5,53	35,46	0	0
	Estados Unidos	1,76	3,26	0,06	0,69	12,83	34,76	1,91	4,59
	Canadá	0	0	0,72	2,67	7,14	26,69	0	0
Total		6,59	14,22	18,73	37,59	25,5	96,91	1,91	4,59

Fuente: Sinagap, 2014

1.2 TECNOLOGÍA DE MEMBRANAS, APLICACIONES

1.2.1 INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la tecnología de membranas ha crecido a un ritmo acelerado, no solo en el campo de membranas, sino también en las diferentes técnicas de separación. Ha pasado de ser una simple ideología de laboratorio a aplicarse a escala industrial, generando un impacto comercial positivo (Porter, 1990, p. 1; Winston y Kamalesh, 1992, p. 3).

La tecnología de membranas posee una ventaja en común en las diferentes industrias nombradas; alimenticia, farmacéutica y biotecnológica. La facilidad de procesar a una temperatura de 18 °C a 24 °C por la sensibilidad térmica de la materia a ser filtrada, garantiza un producto filtrado y retenido de excelentes características (Porter, 1990, p. 1).

El uso de esta tecnología constituye la unión interdisciplinaria de químicos poliméricos, reactivos químicos, físico-química y modelos matemáticos. Aunque el principal material o elemento en esta tecnología es la membrana (Porter, 1990, p. 1).

1.2.2 MEMBRANAS

La membrana, en términos de filtración, se define como una barrera que divide dos fases a nivel molecular o iónico, homogéneo o heterogéneo, en donde se restringe el paso de determinados compuestos en un rango de tamaño específico (Porter, 1990, p. 2; Purchas y Sutherland, 2002, p. 307; Winston y Kamalesh, 1992, p. 3).

Las membranas pueden ser construidas por diferentes tipos de materiales y tener varias estructuras; de esta manera, las membranas adquieren diferentes propiedades

peculiares para cumplir una sola función, restringir o favorecer el paso de moléculas o iones (Porter, 1990, p. 2).

Existen varias fuerzas impulsoras que, dependiendo del tipo de membrana, son necesarias para poder realizar la separación de fluidos. Entre las fuerzas impulsoras más comunes están: resistencias eléctricas, difusiones por transferencia de masa, inducciones a un campo magnético o concentraciones, gradientes de presión o temperatura (Porter, 1990, p. 2).

Durante el proceso de filtrado se presentan dos términos para caracterizar los diferentes fluidos. El flujo en el proceso que no pasa a través de la membrana se conoce como retenido y el flujo que logran atravesar la membrana se conoce como permeado (Casp y Abril, 2003, p. 452; Winston y Kamalesh, 1992, p. 5). En la Figura 1.4, se puede observar la separación de las diferentes fracciones.

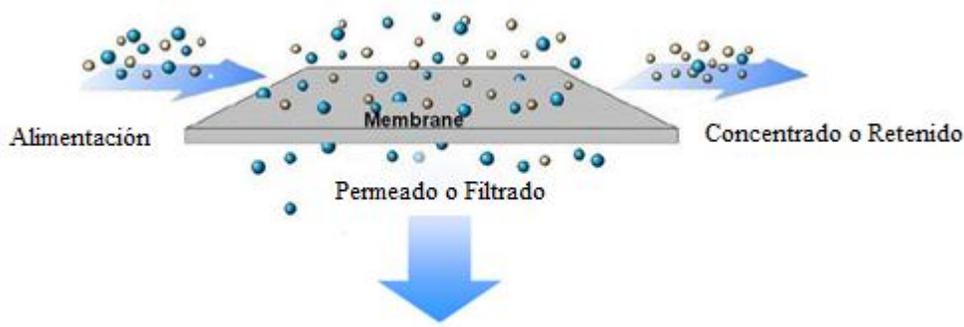


Figura 1.4. Proceso de separación en tecnología de membranas
Fuente: Schmeling, 2010, p. 789

1.2.3 PROBLEMAS OPERACIONALES EN MEMBRANAS

Existen dos problemas principales en el uso de membranas:

- ❖ Ensuciamiento o colmatación de la membrana: conocido también como torta de filtración, ocurre principalmente por macromoléculas que disminuyen el flujo paulatinamente hasta detenerlo, se presenta generalmente en proceso de microfiltración y ultrafiltración. Se han diseñado varios procesos de filtración para mitigar este problema operacional (Purchas y Sutherland, 2002, p. 313).

El uso previo de un tratamiento enzimático para romper enlaces moleculares y fibras ayuda a disminuir el proceso de colmatación derivado del proceso de filtración (Vaillant, 2001, p. 84).

- ❖ Polarización de la membrana: este proceso ocurre cuando las moléculas a ser separadas se sitúan como una fina capa en la superficie de la membrana y, durante el proceso de filtrado, esta capa es de mayor concentración que la alimentación del proceso. La capa concentrada crea una nueva resistencia de masa para el paso de nuevas moléculas para el proceso de filtrado, lo que resulta en un bajo promedio de filtrado y bajos rendimientos (Purchas y Sutherland, 2002, p. 313).

Según Purchas y Sutherland (2002), existen tres métodos para disminuir la polarización y ensuciamiento de la membrana (p. 314):

- ❖ Cambios en la superficie de la membrana.
- ❖ Cambios en el caudal de alimentación.
- ❖ Cambios previos de la alimentación al proceso de filtrado.

1.2.4 MODULOS DE MEMBRANAS

Según Purchas y Sutherland (2002), las membranas, según su geometría y por el caudal de flujo se clasifican en: (p. 314)

1.2.4.1 Hojas planas

Las hojas planas se basan en el principio del filtro prensa; con la ayuda de placas se da soporte para ubicar las diferentes hojas para el proceso de filtrado. Se puede construir con materiales poliméricos y materiales inorgánicos. Son usados a nivel laboratorio o nivel piloto (Purchas y Sutherland, 2002, p. 315). La Figura 1.5 muestra un módulo de hoja plana.

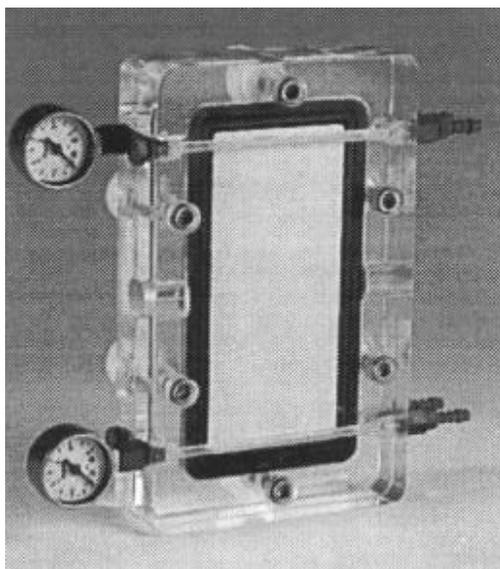


Figura 1.5. Configuración módulo de hoja plana
Fuente: Purchas y Sutherland, 2002, p. 315

1.2.4.2 Hojas enrolladas en espiral

Las membranas pueden ser cortadas y dobladas en un eje central, dando origen a las hojas enrolladas en espiral.

El tubo alimentador, la membrana y la membrana porosa de soporte conforman este módulo en espiral; el permeado es receptado en el centro. Una ventaja de este sistema modular es su disposición compacta y una gran capacidad de área filtrante. La desventaja es el prefiltrado previo de la alimentación. Los módulos en espiral son usados en mayor parte para microfiltración y ultrafiltración (Purchas y Sutherland, 2002, p. 316, 317; Porter, 1990, p. 50). La Figura 1.6 muestra la configuración del módulo enrollado en espiral.

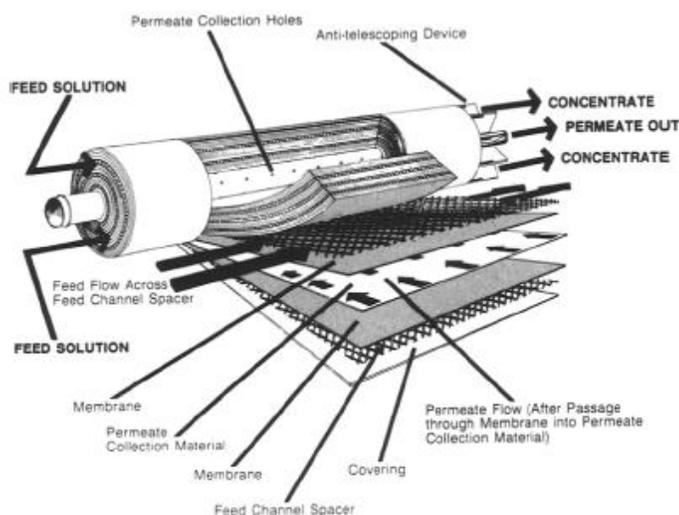


Figura 1.6. Configuración módulo enrollado en espiral

Fuente: Purchas y Sutherland, 2002, p. 317

1.2.4.3 Tubo o conjuntos de tubos

La estructura de tubo o conjunto de tubos es similar a un intercambiador de tubos y coraza. La membrana se ubica al interior de un cilindro perforado. La presión interna de la alimentación hace que el fluido pase a través de la membrana y de las perforaciones del tubo, obteniéndose el permeado. En algunos módulos el permeado se recolecta directamente desde las perforaciones o mediante tubos auxiliares (Porter, 1990, p. 50; Purchas y Sutherland, 2002, p. 316). La Figura 1.7 muestra el módulo de tubos o conjunto de tubos.

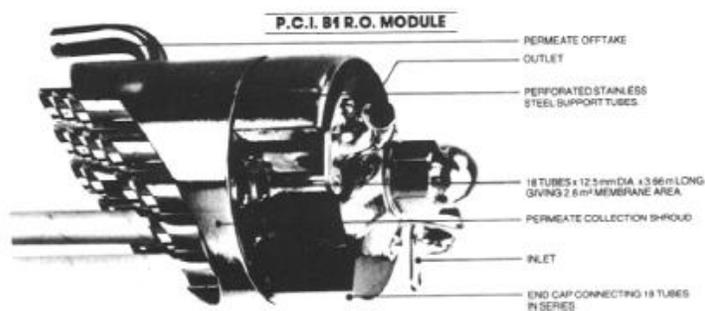


Figura 1.7. Módulo de tubos o conjunto de tubos, configuración

Fuente: Purchas y Sutherland, 2002, p. 316

Los módulos tubulares son mayormente usados en membranas tipo inorgánicas de cerámica (Purchas y Sutherland, 2002, p. 316).

1.2.4.4 Bloques perforados

Llamados también módulos de membranas capilares, consisten en un apilamiento paralelo de varios tubos de 0,2 a 3 mm de diámetro. Al interior de los tubos, la alimentación es distribuida uniformemente y a través de las membranas, se recolecta el permeado al exterior de tubo (Porter, 1990, p. 50, 53; Purchas y Sutherland, 2002,

p. 316). La Figura 1.8 muestra el módulo de bloques perforados o de membranas capilares.

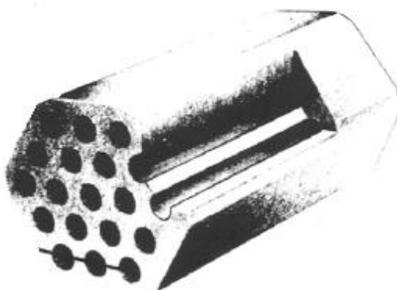


Figura 1.8. Configuración módulo de bloques perforados
Fuente: Purchas y Sutherland, 2002, p. 318

1.2.4.5 Fibras huecas

Su configuración es similar a un intercambiador de calor en forma de tubos. En reemplazo de los tubos se colocan fibras de diámetro aproximado de 80 micras y a los extremos se coloca resina. El módulo de fibras huecas es alimentado de manera uniforme al exterior de las membranas, el permeado pasa a través de las membranas y es recolectado al final del módulo en la cabeza de resina (Porter, 1990, p. 53; Purchas y Sutherland, 2002, p. 317). La Figura 1.9 muestra el módulo de fibras huecas.

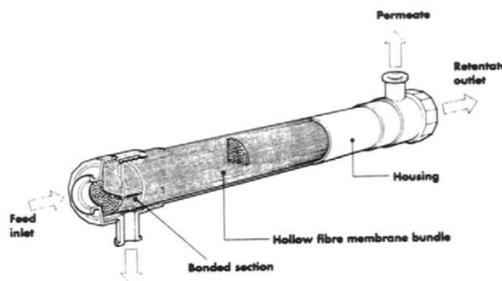


Figura 1.9. Configuración módulo de fibras huecas
Fuente: Purchas y Sutherland, 2002, p. 319

1.2.5 TIPOS DE MEMBRANAS

Existen dos tipos de membranas que, desde el punto de vista del mecanismo de separación, pueden ser porosas y no porosas. En las membranas porosas, el fluido pasa a través de los diferentes poros de la membrana, en la membrana no porosa el sistema de flujo se lo realiza por difusión o solubilidad de los compuestos (Porter, 1990, p. 4).

Existen varias clasificaciones partiendo de las membranas porosas y no porosas, según su estructura física y su naturaleza química. Porter (1990) clasifica en cuatro grupos a las membranas: membranas microporosas, estructuras asimétricas, barreras cargadas eléctricamente y barreras selectivas líquidas (p. 4).

1.2.5.1 Membranas microporosas

Las membranas microporosas poseen la característica principal de mantener sus propiedades de selección permanentemente en el proceso de filtrado. Se caracterizan por su tamaño de poro de 2 nm hasta 20 micras (Porter, 1990, p. 4).

Según Porter (1990) algunas ventajas de estas son: alta porosidad en el módulo de membrana, resistencia a ácidos y vapores, además de la naturaleza hidrofóbica de la membrana, dependiendo del material de la misma (p. 5).

Las membranas microporosas pueden ser fabricadas de diferentes materiales: grafito, cerámica, metales y plásticos. Además estas membranas porosas son usadas en sistemas de microfiltración y ultrafiltración (Porter, 1990, p. 4).

1.2.5.2 Membranas asimétricas

Las membranas asimétricas son el tipo de membranas de mayor uso a escala industrial por tres características básicas: uno, buena resistencia; dos, capacidad de separación y tres, soportar grandes flujos de alimentación (Porter, 1990, p. 12).

Las membranas asimétricas poseen un menor ensuciamiento de la membrana durante el proceso de filtración, dando un mejor filtrado en alimentaciones heterogéneas (Porter, 1990, p. 12).

Por su estabilidad mecánica este tipo de membranas son usadas en procesos de osmosis inversa, ultra filtración y separación de gases (Porter, 1990, p. 12).

1.2.5.3 Membranas cargadas eléctricamente

Consiste en la carga primaria o principal de la membrana con cationes o iones, dependiendo del propósito del proceso de filtrado. Los materiales usados para la configuración de este tipo de membrana son: zeolitas y bentonitas (Porter, 1990, pp. 39, 40).

Según Porter (1990) existen dos tipos de membranas cargadas eléctricamente: membranas cargadas positivamente o iónicas, para retener moléculas cargadas negativamente y membranas cargadas negativamente o catiónicas, para retener moléculas de carga positiva (p. 40).

1.2.5.4 Membranas selectivas líquidas

Este tipo de membranas, a través de los años, han generado gran aceptabilidad en el campo de las tecnologías de membranas por su principal ventaja de poseer

transportadores selectivos para separar las diferentes fases dentro del proceso de filtrado (Porter, 1990, p. 38).

Estas membranas son utilizadas mayormente en el proceso de separación de nitrógeno y oxígeno. Una desventaja es conseguir el módulo correcto para la configuración de la membrana (Porter, 1990, p. 38).

1.2.6 PROPIEDADES DE LAS MEMBRANAS

Una membrana posee varias características dependiendo del material y, principalmente, del tipo de fluido a ser separado, conociendo las propiedades del permeado y retenido (Purchas y Sutherland, 2002, p. 11).

Según Purchas y Sutherland (2002), existen tres categorías principales de propiedades que deben tener las diferentes membranas (p. 11):

- ❖ Propiedades mecánicas: rigidez, fuerza, resistencia a la abrasión, vibración y facilidad de operación y construcción.
- ❖ Propiedades de aplicación: compatibilidad de la membrana con el proceso; uso de reactivos, estabilidad térmica, estabilidad biológica, estabilidad dinámica, costo de operación.
- ❖ Propiedades específicas de filtrado: capacidad de selectividad y eficiencia de retención de partículas deseadas durante el proceso, tamaño de partícula, eficacia de proceso.

Según Purchas y Sutherland (2002), existen varios materiales para construir los diferentes módulos de membranas (p. 324). Entre los más utilizados están: nylon, vidrio, celulosa, policarbonato y polipropileno.

Existen también membranas de cerámica y de metales que son utilizadas en la industria por su alta resistencia a temperaturas y uso de reactivos, pero tiene como desventaja el costo de inversión (Purchas y Sutherland, 2002, p. 325).

1.2.7 CLASIFICACIÓN DE LAS OPERACIONES DE TECNOLOGÍAS DE MEMBRANAS

La industria ha implementado el sistema de tecnología de membranas por sus ventajas y, de acuerdo al retenido o permeado deseado, se pueden utilizar varios procesos de filtrado (Purchas y Sutherland, 2002, pp. 309-310). La Tabla 1.11 muestra los procesos de mayor uso industrial dentro de la tecnología de membranas.

Tabla 1.11. Tecnología de membranas de mayor uso industrial

Espectro de separación			
Tamaño de especies	Ejemplos de separación de especies	Proceso	Observaciones
100 - 500 Dal	Microorganismos en hospedajes: ácidos	UF/OI	Producto recobrado en el permeado. Producto concentrado
200 - 2 000 Dal	Antibióticos, penicilina, cefalosporina	MF/UF	Producto recobrado del permeado
10 000–2 E+06 Dal	Proteínas, polisacáridos	UF	Especies retenidas y concentradas por la membrana en el retenido, pocas pérdidas en el retenido
0,01 - 0,3 μm	Virus, interferones coloidales	UF	Especies concentradas en el retenido
0,1 - 1 μm	Sílica	MF/UF	Producto es fase de concentración
0,1 - 10 μm	E. Coli, Pseudomonas	MF	Especies retenidas y concentradas por la membrana en el retenido
	Microorganismos del aire	MF	El permeado es el aire esterilizado
	Emulsiones de aceites	MF/UF	Aceite retenido por la membrana es concentrado en el retenido
1 - 100 μm	Células bacterianas, hongos, levaduras	MF	Especies retenidas y concentradas por la membrana en el retenido

Fuente: Adaptado de: Vogel y Todaro, 2014, p. 150

Los procesos de separación por membranas como ósmosis inversa, nanofiltración, ultrafiltración y microfiltración, se diferencian principalmente por el diámetro de partícula que retiene cada proceso, además de la naturaleza del retenido, fuerza de conducción y mecanismos de transporte (Winston y Kamalesh, 1992, p. 6).

1.2.7.1 Microfiltración

La microfiltración es un proceso de retención de partículas en un rango de tamaños de 0,1 μm a 10 μm , con uso de presiones de 1 a 50 psi. El uso de microfiltración se da para macromoléculas que son de mayor tamaño que el solvente que los contiene (Eykamp, 1995, p. 1; Purchas y Sutherland, 2002, p. 309; Winston y Kamalesh, 1992, p. 457).

Según Winston y Kamalesh (1992), existen dos tipos de microfiltración, de acuerdo con la forma de alimentación en función de la membrana (p. 458): microfiltración frontal y tangencial.

Microfiltración frontal: la alimentación fluye de forma frontal a la membrana, ocasionando la generación de una torta de continuo aumento y una mayor resistencia al paso del permeado (Eykamp, 1995, pp. 5-6; Winston y Kamalesh, 1992, pp. 458-459).

Microfiltración tangencial: la alimentación fluye de forma paralela a la superficie de membrana, disminuyendo la generación de la torta y por ende la resistencia de la misma (Eykamp, 1995, pp. 5-6; Winston y Kamalesh, 1992, pp. 458-459).

La Figura 1.10 muestra la configuración de microfiltración frontal y tangencial.

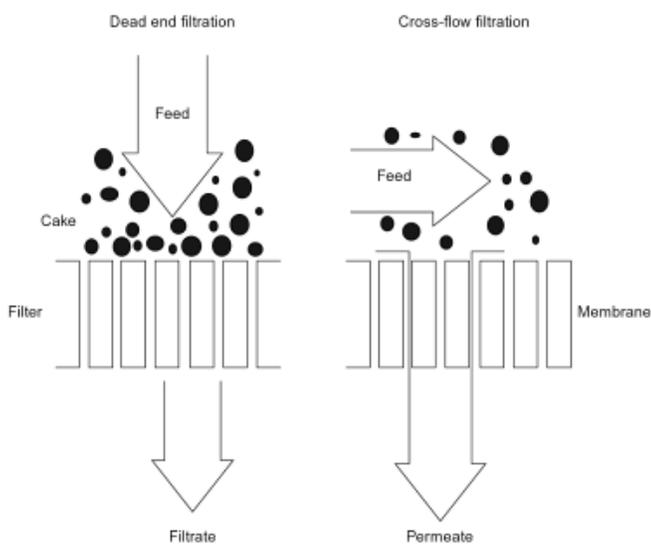


Figura 1.10. Configuración de los procesos de microfiltración frontal y tangencial.
Fuente: Vogel y Todaro, 2014, p. 151

La Figura 1.11 muestra la configuración de un sistema de microfiltración de uso industrial.

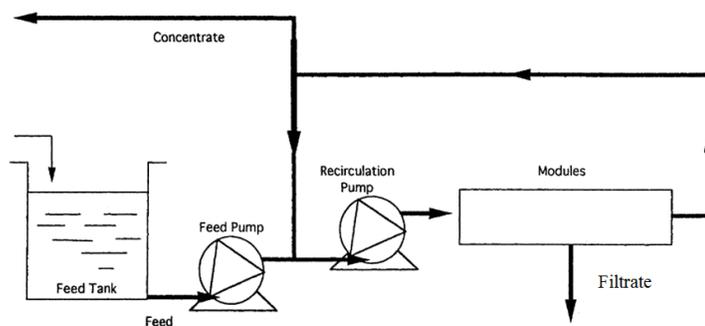


Figura 1.11. Sistema de microfiltración a nivel industrial
Fuente: Vogel y Todaro, 2014, p. 295

1.2.7.2 Ultrafiltración

El proceso de ultrafiltración se caracteriza por el diámetro de poro que posee su membrana, este se encuentra de 0,1 a 1 micras. La presión utilizada es

aproximadamente 10 bar (Purchas y Sutherland, 2002, p. 309; Porter, 1990, p. 156; Winston y Kamalesh, 1992, p. 393).

Las moléculas retenidas por ultrafiltración son: azúcares, biomoléculas, polímeros y partículas coloidales (Winston y Kamalesh, 1992, p. 458).

1.2.7.3 Nanofiltración

El proceso retiene partículas de peso molecular comprendido entre 0,01 y 0,001 μm , la presión utilizada en el proceso es de 20 a 40 bar (Purchas y Sutherland, 2002, p. 309).

Las moléculas retenidas son principalmente iones de calcio y magnesio. Su principal función es la concentración de moléculas orgánicas (Purchas y Sutherland, 2002, p. 309).

1.2.7.4 Ósmosis inversa

Para el funcionamiento del proceso de ósmosis inversa, llamado también hiperfiltración, es necesario el empleo de altas presiones para poder crear el gradiente suficiente para superar la presión osmótica; esta presión osmótica es ejercida por compuestos moleculares e iónicos a través de la membrana. El rango de presiones establecidas se encuentran entre los 30 y 60 bar (Purchas y Sutherland, 2002, p. 309).

Los componentes retenidos en la membrana son sales y bacterias (Porter, 1990, p. 270; Winston y Kamalesh, 1992, pp. 265-266).

1.2.8 APLICACIONES

La utilización de membranas con sus distintas configuraciones facilitan y dan una nueva opción de procesamiento en el campo alimenticio y químico. Las ventajas de pasteurización en frío y uso de presiones con beneficio económico han generado gran expectativa en el uso de esta tecnología (Ionics, 2004, p. 32).

El uso de tecnologías convencionales causan daños al ambiente, generan residuos cancerígenos y pérdidas del producto de interés, por lo que se ha optado por el uso de la tecnología de membrana (Ionics, 2004, p. 32).

La microfiltración, especialmente tangencial, es usada en el proceso de clarificación de jugos de frutas y la pasteurización en frío de la leche, eliminando las bacterias, levaduras y hongos (Eykamp, 1995, p. 32-34; Ionics, 2004, p. 33; Vaillant et al., 2001, p. 84).

La obtención de antibióticos, ácidos orgánicos o vacunas procedentes de un proceso de fermentación, la purificación de enzimas, la concentración de microorganismos de interés como E-Coli, la eliminación de microorganismos en aguas residuales y la deodorización en el proceso de refinación de azúcar son algunas aplicaciones industriales que son procesadas mediante microfiltración tangencial (Vogel y Todaro, 2014, pp. 322-331; Cheryan, 2013, p. 5; Eykamp, 1995, pp. 32-34; Porter, 1990, pp. 114-117).

La ultrafiltración y nanofiltración son usadas principalmente en la obtención de jugos concentrados, nuevos productos derivados de la leche, proteínas y aceites vegetales, removedores de lignosulfactantes en la elaboración de pulpa para el papel y procesos de desmineralización del agua (Cheryan, 2013, pp. 5-7; Eykamp, 1995, pp. 35-37; Ionics, 2004, p. 33; Porter, 1990, pp. 217, 237-241).

La ósmosis inversa es usada en la concentración, purificación y recuperación de componentes solos o en conjunto de un producto alimenticio, además de la purificación de aguas residuales (Ionics, 2004, p. 32; Porter, 1990, p. 290).

1.3 BEBIDAS CARBONATADAS

“Son las bebidas no alcohólicas, no fermentadas, elaboradas por dilución de gas carbónico (CO₂) en agua purificada, lista para el consumo directo, adicionada o no con edulcorantes, jugos de frutas, concentrados de frutas, sustancias aromatizantes, saborizantes y aditivos permitidos” (NTE INEN 1101:2008).

1.3.1 INGREDIENTES Y FABRICACIÓN

1.3.1.1 Introducción

En la actualidad, a nivel mundial los diferentes países exigen que los alimentos y bebidas sean de calidad y que no representen un riesgo al consumidor. Por esta razón, la producción de bebidas gasificadas debe ser cuidadosamente elaborada con ingredientes que son normados y controlados por los organismos de control de cada país (Steen y Ashurst, 2008, p. 48).

La creación de las bebidas gasificadas posee una historia de grandes cambios, desde la creación del agua carbonatada, hasta las bebidas gasificadas como la cerveza, una de las bebidas más antiguas (Steen y Ashurst, 2008, p. 49).

El agua carbonatada se utilizó para la creación de varias bebidas; así se crearon bebidas de jugos de bayas, extractos vegetales que incluían varios aromas y sabores únicos (Steen y Ashurst, 2008, p. 49).

En Londres, en el año de 1800, Schwepp Paul creó la primera empresa de agua carbonatada a escala industrial, obteniendo una gran aceptación de los consumidores (Steen y Ashurst, 2008, p. 49).

Uno de los problemas iniciales de la elaboración de bebidas gasificadas fue la pérdida de gas carbónico a través del corcho que tapaba la botella. Una de las soluciones iniciales fue colocar la botella en posición horizontal colocando el líquido en frente del corcho, esto ocasionó molestias en el transporte y puesta en percha, reduciendo la calidad del producto (Steen y Ashurst, 2008, p. 51).

Se probaron varias alternativas para eliminar el problema de la pérdida de gas carbónico. En 1892 se creó la tapa metálica o tillo que hasta el día de hoy se usa para el cierre de botellas de vidrio. Este tipo de material fue ideal por su higiene y bajo costo (Steen y Ashurst, 2008, p. 51).

En el año de 1890 comenzó la adición de aromas, colorantes, acidulantes y preservantes en la industria de bebidas gasificadas. Los resultados fueron negativos por dos razones: la no existencia de entidades que normen y controlen el uso de los mismos y las diferentes impurezas que poseían los aditivos como arsénico propio de la generación de los aditivos (Steen y Ashurst, 2008, p. 51).

1.3.1.2 Ingredientes

La correcta formulación garantiza la calidad de una bebida gasificada en apariencia y estabilidad, además de conservar sus características organolépticas intactas (Steen y Ashurst, 2008, p. 52).

Los diferentes aditivos en la actualidad son normalizados y controlados por las entidades competentes en cada país; en Ecuador, el Instituto Ecuatoriano de

Normalización (INEN), controla la elaboración de bebidas gasificadas mediante la norma NTE INEN 1101 Bebidas gasificadas; Requisitos (INEN 1101, 2008, p. 2).

Los constituyentes de una bebida gasificada son:

a) Agua

Es el componente mayoritario en la composición de la bebida gasificada, alcanzando hasta en un 95 % de la bebida. El tratamiento previo del agua garantiza que no exista una interacción del agua con el sabor, la apariencia y la carbonatación (Steen y Ashurst, 2008, p. 54; Desrosier, 1985, p. 665).

Los diferentes requerimientos del agua para la formulación de la bebida gasificada son:

- ❖ Agua baja en dureza y alcalinidad, libre de minerales y sales
- ❖ Libre de sabores y olores
- ❖ Libre de materia orgánica
- ❖ Clara e inodora
- ❖ Libre de oxígeno disuelto
- ❖ Libre de microorganismos

El agua debe contener determinados niveles de dureza y alcalinidad para poder ser utilizada en la producción de la bebida. La dureza del agua puede clasificarse en cuatro tipos, dependiendo los diferentes compuestos que la constituyen:

- ❖ Dureza: sales de calcio y magnesio
- ❖ Dureza temporal: bicarbonato de calcio y magnesio
- ❖ Dureza permanente: cloruros de calcio y magnesio, sulfatos y nitratos
- ❖ Dureza total: bicarbonato de calcio y magnesio, cloruros de calcio y magnesio, sulfatos y nitratos

Dependiendo de la cantidad de carbonado de calcio (CaCO_3) disuelto en el agua, se tiene una segunda clasificación de la dureza del agua:

- ❖ Suave: menor a 50 mg/L
- ❖ Media: 50-100 mg/L
- ❖ Dura: 100-200 mg/L
- ❖ Muy dura: 200-300 mg/L

El agua usada por la industria de bebidas gasificadas debe poseer una dureza suave o media (Steen y Ashurst, 2008, p. 55).

El proceso de tratamiento de agua para disminuir la dureza, se conoce como floculación, en el cual se usan coagulantes como el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ y $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ para encapsular las sales de calcio y magnesio e impurezas y formar hidróxidos de aluminio y hierro. El agua floculada pasa a un filtro de carbono para eliminar las trazas de cloro remanentes del proceso anterior (Steen y Ashurst, 2008, p. 55; Desrosier, 1985, p. 665).

La presencia de partículas no deseadas en el agua dificulta la carbonatación de agua, actuando como centros de inestabilidad y generando espuma en la bebida de fruta (Steen y Ashurst, 2008, p. 56).

La Figura 1.12 muestra el proceso de floculación para el tratamiento de agua en la industria de bebidas gasificadas.

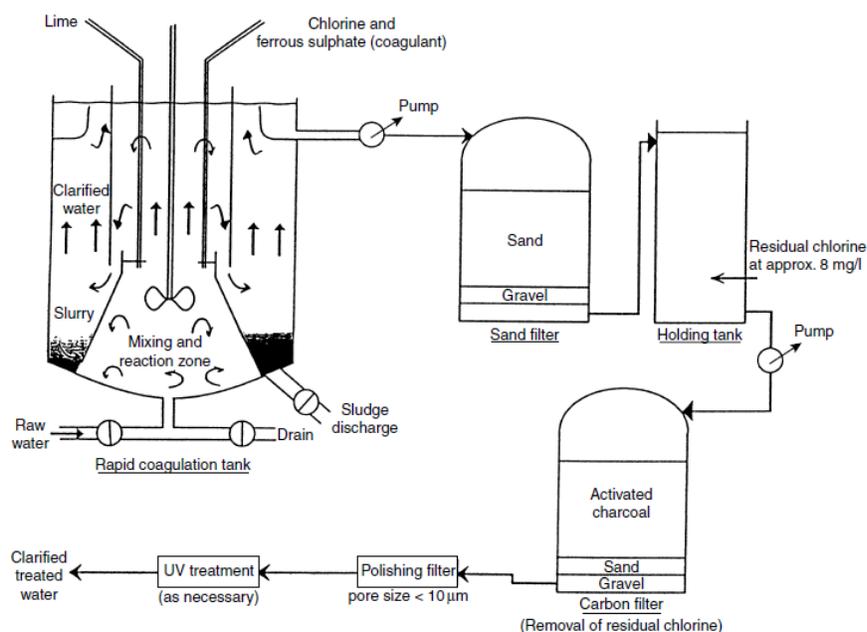


Figura 1.12. Proceso de floculación del agua para disminución de dureza

Fuente: Steen y Ashurst, 2008, p. 56

La materia orgánica puede presentarse como un problema en ciertos casos, como en el almacenamiento prolongado de la misma porque se producen algas y agentes microbianos. En la bebida carbonatada se manifiesta por bajos niveles de pH y precipitaciones en la base de la botella (Steen y Ashurst, 2008, p. 56).

Durante el proceso de floculación, se disminuye la dureza del agua, pero al mismo tiempo se disminuye la alcalinidad y los nitratos del mismo. La alta alcalinidad del agua se da por la presencia de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos alcalinos. La alta alcalinidad del agua conlleva a un bajo pH de la bebida gasificada, además de

un sabor suave. Los nitratos presentes en el agua son dañinos para la salud ocasionando excesiva metahemoglobina en el cuerpo. Se recomienda que el agua tratada contenga menos de 50 mg/L de CaCO_3 y nitratos (Steen y Ashurst, 2008, p. 56).

b) Edulcorantes

Los edulcorantes son carbohidratos que, dependiendo de su forma molecular son utilizados para agregar el dulzor propio de la bebida. El azúcar principal usado en la industria de bebidas gasificadas es la sacarosa. Los edulcorantes se encuentran en diferentes estados físicos, naturaleza y presentaciones como: líquidos, polvos, azúcares invertidos, dextrosa, fructosa, jarabes de glucosa o combinación de estos (Steen y Ashurst, 2008, p. 57; Desrosier, 1985, p. 664).

En una bebida gasificada se pueden tener:

- ❖ Edulcorantes mayoritarios: edulcorantes con segundo porcentaje mayoritario después del agua carbonatada, generalmente son del 7 % al 12 % en la bebida. Se usa sacarosa en una solución de jarabe simple a 68 °Brix a 20 °C (Steen y Ashurst, 2008, p. 57; Desrosier, 1985, p. 665).
- ❖ Edulcorantes intensos: el aspartame y acesulfame K son los más por su sabor y astringencia (Steen y Ashurst, 2008, p. 58).

c) Dióxido de carbono

El dióxido de carbono se utiliza en la conservación de alimentos y para aumentar el tiempo de vida útil de frutas y verduras durante su almacenamiento a través de empaques adecuados (Desrosier, 1985, p. 663).

En la industria de bebidas gasificadas, el dióxido de carbono provee a las bebidas un brillo y una sensación de picor en la boca propio de las bebidas gasificadas (Steen y Ashurst, 2008, p. 58).

La solubilidad del dióxido de carbono en agua depende básicamente de la presión y la temperatura; a menor temperatura y mayor presión, se logra incrementar la solubilidad de CO₂ (Steen y Ashurst, 2008, p. 58).

Las bebidas gasificadas según la norma NTE 1101:2008, deben tener entre 1 y 5 volúmenes de CO₂ disueltos (p. 3).

d) Acidulantes

Los acidulantes son utilizados para disminuir el pH de la bebida gasificada y dar la sensación de estimulación al momento de ingerirla. La disminución del pH ayuda a conservar la bebida y su sabor. Los acidulantes más utilizados en la industria de bebidas son los ácidos: cítrico, tartárico, fosfórico, láctico, acético, málico, fumárico y ascórbico (Steen y Ashurst, 2008, p. 59).

- ❖ **Ácido cítrico:** el más utilizado en las industrias de bebidas, es el obtenido a partir de azúcares, a través de enzimas. Es un sólido cristalino de color blanco, generalmente usado por su bajo costo.
- ❖ **Ácido tartárico:** poco usado en la industria de bebidas por su baja solubilidad en agua y por su extrema pureza al momento de ser utilizado. Se prefiere el ácido cítrico.
- ❖ **Ácido fosfórico:** es un sólido cristalino ampliamente utilizado en la industria de bebidas por su sabor y olor. Una de sus desventajas es su astringencia por lo que se prefiere el ácido cítrico.

- ❖ **Ácido láctico:** se produce industrialmente a través de un proceso de fermentación con ácido bacterias y con el uso de carbohidratos como sustratos. En la industria de bebidas se lo utiliza como un modificador o un potenciador de sabor.
- ❖ **Ácido acético:** poco usado en la industria de bebidas gasificadas de frutas por su sabor fuerte a vinagre, es usado en la industria de producción de vinos.
- ❖ **Ácido málico:** sólido blanco cristalino, de menor acidez que el ácido cítrico y alta solubilidad en agua. Poco higroscópico y usado en el enmascaramiento de olores extraños de los azúcares agregados, dando a las bebidas gasificadas las características deseadas en el tiempo de vida útil. Es usado en la industria de bebidas de frutas bajas en calorías.
- ❖ **Ácido fumárico:** usado mayormente en la industria de té y bebidas a base de hierbas, poco usado en la industria de bebidas gasificadas de frutas. El ácido se lo obtiene a partir de vía ácida del proceso de isomerización del ácido málico.
- ❖ **Ácido ascórbico:** conocido mayormente como vitamina C, usado en la industria de bebidas con la característica de una contribución acidificante y estabilizante. Posee dos desventajas, es termosensible y opaca el color propio de la bebida en presencia de luz.

La Tabla 1.12 muestra la equivalencia de acidez en los diferentes acidulantes.

Tabla 1.12. Equivalencia en acidez de los acidulantes usados en las industrias de bebidas gasificadas

Ácido	Concentración (g/L)
Acético	1,00
Ascórbico	3,00
Cítrico	1,22
Fumárico	1,08
Láctico	1,36
Málico	1,12
Fosfórico	0,85
Tartárico	1,00

Fuente: Adaptado de Steen y Ashurst, 2008, p. 61

e) Aromatizantes

Un aroma es una mezcla de sustancias cuidadosamente equilibradas que llevan un mensaje a los receptores del consumidor: olfato y gusto. Existen diversos aromas que, dependiendo del producto, pueden ser: dulces, sabrosos, ácidos, florales, maduros, etc. (Steen y Ashurst, 2008, p. 64).

Existen tres categorías de aromatizantes reconocidos por la FAO y el Codex Alimentarius:

- ❖ Aromatizantes naturales: aromas provenientes exclusivamente de un proceso físico de extracción de plantas y ocasionalmente animales.
- ❖ Aromas idénticos a los naturales: aromas provenientes de plantas y animales por procesos químicos.

- ❖ Aromas artificiales: aromas provenientes de la síntesis de compuestos químicos que no han sido reconocidos como naturales. Son los de mayor uso en la industria de las bebidas gasificadas.

f) Colorantes

Son usados para dar la tonalidad correcta o para corregir la pérdida de color especialmente por el uso de acidulantes, se requiere el equilibrio correcto entre palatabilidad, sabor, olor, astringencia y color. Las bebidas gasificadas de frutas pierden el color por la presencia de aromatizantes y se lo necesita restablecer por medio de colorantes (Steen y Ashurst, 2008, p. 73).

Al igual que los demás aditivos, los colorantes son controlados por la norma NTE INEN 1101:2008.

g) Conservantes

Son sustancias que tienen como propósito la inhibición del crecimiento microbiano, además del retraso de la degeneración de las características propias de la bebida gasificada ocurridas por metabolitos de los microorganismos (Steen y Ashurst, 2008, p. 75).

Según la norma NTE INEN 1101:2008, los niveles permitidos máximos de conservantes en las bebidas gasificadas son 600 mg/L de ácido benzoico y ácido sórbico solos o en combinación (p. 2). El uso de conservantes no sustituye las buenas prácticas de manufactura ni mejora la calidad del producto (Steen y Ashurst, 2008, p. 75).

Los microorganismos que pueden surgir dentro de una bebida gaseosa son principalmente los hongos y las levaduras que provienen del azúcar del jarabe simple o del almacenamiento prolongado del agua tratada. Algunas bebidas gasificadas

altas en pH y bajas en volúmenes de CO₂ son propensas al crecimiento de hongos (Steen y Ashurst, 2008, p. 76).

Entre los conservantes más utilizados en la industria de bebidas gasificadas, se encuentran:

- ❖ Dióxido de azufre: usado antiguamente para la preservación de alimentos y por su poder antimicrobiano. Su uso es limitado por posibles reacciones con los compuestos orgánicos de los jugos de frutas.
- ❖ Ácido benzoico y benzoatos: inhibidores de crecimiento microbiano a bajos valores de pH (2,5 - 4,0), ideal para bebidas gasificadas ácidas. El uso excesivo de este conservante causa hiperactividad.
- ❖ Ácido sórbico y sorbatos: Es un conservante óptimo en rangos de pH mínimo de 6,0 a 6,5.

En las diferentes formulaciones de bebidas gasificadas, para priorizar el color y sabor se pueden añadir ingredientes suplementarios como: estabilizantes, saponinas, antioxidantes y EDTA (Steen y Ashurst, 2008, pp. 79-81).

La adición de vitaminas a las bebidas gasificadas es una prioridad en las empresas embotelladoras. La innovación dentro del área de las bebidas gasificadas busca satisfacer a un consumidor cada día más exigente (Steen y Ashurst, 2008, p. 85).

1.3.1.3 Fabricación

Una planta embotelladora de bebidas gasificadas modelo posee las siguientes fases de producción (Desrosier, 1985, pp. 667-669):

- ❖ Mezclado de ingredientes: conlleva varias etapas de elaboración:

- ❖ Elaboración del jarabe simple, en la cual se mezcla azúcar granulada con agua a 70 °C, hasta un máximo de 68 °Brix.
- ❖ Filtrado del jarabe simple para eliminación de olores e impurezas.
- ❖ Disolución previa del colorante y conservante en agua. Agregarlo al jarabe simple filtrado.
- ❖ Adición de acidulantes y mezclado hasta disolver todos los diferentes aditivos.
- ❖ Adición de saborizantes, si es necesario.
- ❖ Adición del agua carbonatada necesaria.
- ❖ Tratamiento del agua: el agua debe ser de características adecuadas, baja dureza y alcalinidad, para evitar sólidos en suspensión en las bebidas e incrustaciones en las diferentes tuberías de la planta. El agua debe ser tratada con filtros de arena y carbono para eliminar el cloro residual.
- ❖ Carbonatación: se utilizan bajas temperaturas de aproximadamente 2 °C y altas presiones para lograr la impregnación del CO₂ en el líquido de la bebida. El CO₂ se almacena en forma líquida a presiones mayores a 17 bar en un tanque estacionario. Al abrir la válvula, surge un cambio de fase del CO₂ de líquido a gaseoso. En un tanque carbonatador se introduce el jarabe, agua y el CO₂ gaseoso, se establece el tiempo necesario de carbonatación y se procede al proceso de llenado.
- ❖ Lavado de botellas: se realiza para envases de vidrio con el uso de agua caliente a 55 °C, aproximadamente. Los envases de PET, pasan a través de

rociadores con agua clorada a 45 ppm y se enjuagan los dos tipos de envases con agua potable antes del proceso de llenado.

- ❖ Llenado y tapado de botellas: se realiza a baja presión para evitar el escape del CO₂ de la bebida y mediante tapadoras rotatorias se da un proceso de tapado.
- ❖ Empaque: los recipientes pequeños se colocan en paquetes de 12 o 24 unidades. Posteriormente se colocan en pallets para su almacenamiento.

Hay que considerar que existen dos tipos de mezclado en el proceso de embotellado para la elaboración de bebidas gasificadas (Desrosier, 1985, p. 665):

- ❖ Prejarabe: el jarabe se coloca en el envase previamente lavado y en el proceso de llenado se agrega el agua carbonatada. Se da posteriormente un proceso de mezclado o agitación.
- ❖ Premezclado: el jarabe y agua sin carbonatar se mezclan, enfrían y posteriormente se da un proceso de carbonatación con CO₂.

Existen diferentes conocimientos que deben aplicarse para elaborar la bebida gasificada entre las cuales están:

- ❖ Sistemas de control: se refiere al conocimiento ingenieril y químico en el campo de las bebidas gasificadas.
- ❖ Ingeniería: la construcción de la planta con sus procesos unitarios y optimización de los mismos.
- ❖ Química: el control de calidad al producto obtenido y la innovación de nuevos productos de la empresa.

1.3.2 INDUSTRIA DE LAS BEBIDAS GASIFICADAS EN EL ECUADOR

La entidad competente encargada de llevar los diferentes datos estadísticos como los indicadores económicos es el Banco Central del Ecuador (BCE). A través del BCE y la categorización de industria manufacturera, en la cual se encuentra la industria de bebidas gasificadas, se pueden obtener datos de importancia como el Valor Agregado Bruto (VAB). El VAB muestra la sumatoria de todos los valores monetarios de los diferentes bienes o servicios, prestados o producidos durante un tiempo establecido (BCE, 2014).

La Tabla 1.13 muestra los valores del VAB y la tasa de variación a precios constantes de 2007.

Tabla 1.13. VAB (miles de dólares) de la industria manufacturera del Ecuador

Años	Industria manufacturera	Tasa de variación a precios constantes de 2007
2001	3 928 871	5,2
2002	4 176 340	2,5
2003	4 345 472	3,3
2004	4 621 154	2,6
2005	5 136 671	6,4
2006	5 742 829	4,9
2007	6 077 119	4,1
2008	7 447 386	9,2
2009	7 699 188	-1,5
2010	8 601 697	5,1
2011	9 654 109	5,7
2012	10 420 192	5,6
2013	11 137 775	3,6

Fuente: BCE, 2014

Los datos presentados en la Tabla 1.13 pertenecen a las empresas manufactureras del Ecuador, que incluyen: productos químicos y materiales plásticos; productos metálicos y no metálicos, alimentos, bebidas no alcohólicas y tabaco; madera y papel; maquinaria y equipo de transporte; textiles y otros excluyendo la manufactura de la industria petrolera (BCE, 2014).

La Tabla 1.13 muestra un aumento constante del VAB, en contraste con la tasa de variación. El aumento del VAB demuestra la acogida de los diferentes productos manufactureros de la industria ecuatoriana, además de una estabilidad dentro del mercado ecuatoriano (BCE, 2014).

Las Figuras 1.13 y 1.14 muestran la variación de la tasa a precios constantes de 2007 en la industria manufacturera.

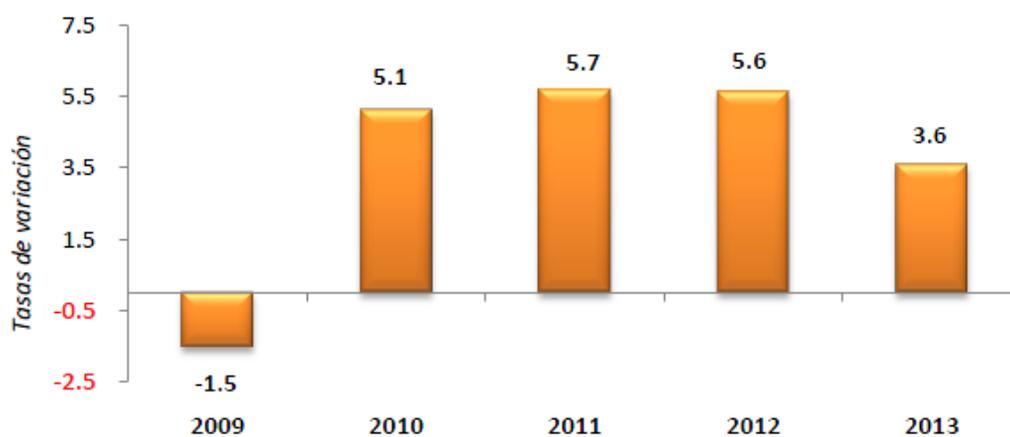


Figura 1.13. Variación de la tasa a precios constantes de 2007 de industria manufacturera ecuatoriana

Fuente: BCE, 2014

La Figura 1.13 muestra un valor negativo porcentual en el año 2009, debido a la industria automotriz principalmente. Al último año, 2013, el valor anual de la industria manufacturera presentó un incremento positivo del 3,6 % (BCE, 2014).

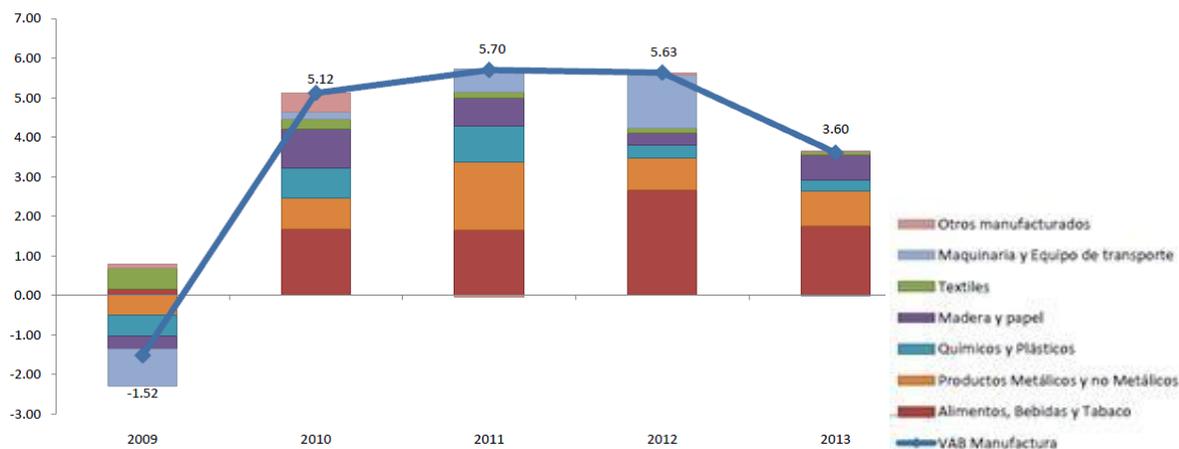


Figura 1.14. VAB de las industrias manufactureras ecuatorianas, periodo 2009-2013

Fuente: BCE, 2014

La Figura 1.14 muestra el VAB de las diferentes empresas catalogadas como industrias manufactureras, la categorización de alimento, bebidas y tabaco, en la cual se encuentra las bebidas gasificadas, muestra un porcentaje mayor de VAB en comparación con las demás categorizaciones (BCE, 2014).

La Tabla 1.14 muestra los volúmenes de importación y exportación de productos gasificados en el Ecuador.

Tabla 1.14. Volúmenes de exportación e importación de bebidas gasificadas

Año	Exportaciones		Importaciones		
	Toneladas métricas	FOB (miles de USD)	Toneladas métricas	FOB (miles de USD)	Valor CIF (miles de USD)
2011	1 090,88	320,19	140,9	88,38	100,05
2012	564,13	217,44	155,63	83,5	95,58
2013	933,28	391,13	174,54	92,35	97,07
2014*	162,4	61,58	9,07	4,85	4,94

*Datos obtenidos hasta el mes de mayo

Fuente: BCE, 2014

Los volúmenes y costos mencionados en la Tabla 1.14 son referentes a la partida arancelaria del agua mineral y agua gaseada. Los datos acumulados del año 2014 corresponden hasta mayo (BCE, 2014).

La Tabla 1.14 muestra una disminución de exportaciones e importaciones en el Ecuador a través de los años, esto se debe a la creación de nuevas industrias de bebidas gasificadas en el país.

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICAMENTE DE LA MORA (*Rubus glaucus* Benth)

2.1.1 OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS

La mora de Castilla, *Rubus glaucus* Benth, se obtuvo a través de un distribuidor directo de las plantaciones de la provincia de Tungurahua. La mora fue receptada y almacenada en una cámara de refrigeración a 3 °C en el Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología (DECAB) de la Escuela Politécnica Nacional (EPN).

Se realizó una sola compra de la fruta en canastos de aproximadamente 11 kg, con un total de 165 kg de mora. El almacenamiento se realizó en recipientes de 25 kg, a una temperatura de 3 °C.

El edulcorante y el ácido cítrico fueron adquiridos en la Botica Alemana en la ciudad de Quito.

Se adquirieron botellas de vidrio de 230 mL y envases de PET de 250 mL, con sus respectivas tapas, en la empresa Fadesa S.A. ubicada en Quito.

La investigación fue realizada en la planta piloto del Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología (DECAB) de la Escuela Politécnica Nacional.

2.1.2 EQUIPOS

- ❖ Balanza digital electrónica Doeco, 1 E-05 kg.
- ❖ Calibrador marca Mc Cormick Fruit Tech, 15 mm ± 0,1 mm.

- ❖ Penetrómetro manual marca Mc Cormick, 1lb ± 0,1 lb, aguja #3.
- ❖ Colorímetro Minolta CR-200.
- ❖ Licuadora OSTER Osterizer.
- ❖ Refractómetro marca Atago Her-500, modelo 404610.
- ❖ pH metro marca WTW pH 330i modelo 2A20-1012.
- ❖ Desintegrador Rietz.
- ❖ Balanza FIDELITY Measurement de capacidad 500 kg ± 0,1 kg.
- ❖ Tanque de capacidad 25 litros.
- ❖ Termómetro digital marca EXTECH INSTRUMENTS Easy View 15.
- ❖ Despulpadora modelo Baldor Electric Co USA de 1,5 HP de potencia 1 725 rpm, malla #33.
- ❖ Unidad microfiltrador tangencial, Compañía de Técnicas Industriales Aplicadas (TIA).
- ❖ Desaireador Leumann tipo D71B6.
- ❖ Tanque hermético de acero inoxidable de 12 L de capacidad marca Cornelius, modelo 1370933.
- ❖ Envasador aséptico manual.

2.1.3 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La mora fue adquirida en grado de madurez organoléptica. Se realizaron los siguientes análisis físicos y químicos.

2.1.3.1 Análisis Físicos

De acuerdo a la norma NTE INEN 2427 Frutas frescas. Mora. Requisitos, se procedió a realizar los diferentes análisis para la mora fresca.

Peso de la fruta

Se procedió a un muestreo aleatorio de cuarenta frutas frescas donde se tomó sus pesos en una balanza digital electrónica Doeco de capacidad 200 g y una precisión de 1 E-05 kg.

Dimensiones de la fruta

Para las cuarenta frutas frescas muestreadas se midió el diámetro mayor y menor mediante un calibrador Mc Cormick Fruit Tech de capacidad 30 mm y una precisión de $\pm 0,1$ mm.

Firmeza de la fruta

Para cada una de las frutas muestreadas se tomaron dos medidas y mediante el uso de un penetrómetro manual de marca Mc Cormick de 1lb $\pm 0,1$ lb y una aguja #3.

Color externo

Con ayuda del colorímetro Minolta CR-200 se tomaron dos mediciones externas en puntos opuestos de la fruta fresca. Se midieron los valores de a y b, y se determinaron el ángulo de tono H (Hue) y la saturación de color (C) mediante las fórmulas 2.1 y 2.2, respectivamente.

$$H = \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right) \quad [2.1]$$

$$C = \frac{1}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad [2.2]$$

2.1.3.2 Análisis Físico-Químicos

Sólidos solubles (°Brix)

Con base al método descrito en la norma NTE INEN 380, se midieron los °Brix de la pulpa. La fruta fresca fue licuada en una licuadora OSTER Osterizer, se filtró en un tamiz metálico, se colocó una muestra en un refractómetro de marca Atago Her-500, modelo 404610 y se leyó la medida. Se realizaron dos repeticiones.

pH

Con base al método descrito en la norma NTE INEN 381, se midió el pH de la pulpa. El pHmetro de marca WTW pH 330i modelo 2A20-1012, fue calibrado con el uso de una solución buffer 7,0 y una solución buffer 4,0. Se tomaron 30 mL de la muestra a ser analizada en un vaso de precipitación, se introdujo el electrodo y se registró el valor. Se realizaron dos repeticiones.

Acidez titulable

Con base en la normativa NTE INEN 381, aplicando el método descrito, se procedió al análisis de acidez de la pulpa de mora fresca. Se realizó una dilución de pulpa:agua de 1:10 y se fijó un volumen, subsiguientemente, con el pHmetro calibrado previamente con las soluciones buffer 7,0 y 10,0, se procedió a titular la muestra con NaOH 0,1 N hasta llegar a un pH de 8,1. Se realizó una repetición.

La fórmula 2.3 expresa la cantidad en gramos de ácido cítrico por litro de pulpa.

$$\% \text{ ácido cítrico} = \frac{V_2 * 0,1 * M * 10}{V_1} \quad [2.3]$$

Donde:

V_1 : mL de NaOH usados para la titulación de la alícuota

V_2 : mL de la alícuota usada en la titulación

M: peso molecular del ácido cítrico (g/mol)

10: factor de dilución

Índice de madurez

El índice de madurez se obtuvo mediante la ecuación 2.3. Se realizaron dos réplicas.

$$\text{Índice de madurez} = \frac{^{\circ} \text{Brix}}{\text{Ácidoz titulable}} \quad [2.4]$$

2.1.3.3 Análisis Químico

Antocianinas

Mediante el método AOAC (2006) 2005.02, (37.1.68, p. 37); de Giusti y Wrolstad (2001), se procedió a determinar la cantidad de antocianinas presentes en la pulpa. El método se basa en la diferencia en los espectros de absorbancia a dos diferentes valores de pH, por el cambio de estructura de la molécula. El método se describe en el Anexo I. Se realizaron dos repeticiones.

2.1.4 CARACTERIZACIÓN DEL JUGO CLARIFICADO DE MORA

Al término del proceso de microfiltración tangencial (MFT) se tomaron diferentes muestras en donde se realizaron los siguientes análisis físico-químicos: sólidos

solubles, pH y acidez titulable, de la forma descrita en el literal 2.1.3.2. Adicionalmente se realizaron los análisis microbiológicos.

Análisis microbiológicos

Se tomó una muestra de 35 mL luego del proceso de microfiltración tangencial (MFT) para realizar los análisis.

Se evaluó el contenido de coliformes, contaje total de aerobios, hongos y levaduras según las normas FDA (Food and Drug Administration) –CFSAN (Center for Food Safety and Applied Nutrition)- BAN (Bacteriological Analytical Manual), 2001.

Los análisis microbiológicos realizados se encuentran enlistados en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Análisis microbiológicos y métodos en el jugo clarificado y bebida gaseosa de mora

Análisis	Método
Coliformes Totales	FDA-CFSAN-BAM Cap. 2. 2002
Aerobios	FDA-CFSAN-BAM Cap. 3. 2001
Mohos	FDA-CFSAN-BAM Cap. 18. 2001
Levaduras	FDA-CFSAN-BAM Cap. 18. 2001

Fuente: FDA-CFSAN-BAM 2002, INEN

2.2 ESTUDIO DEL EFECTO DEL COCTEL ENZIMÁTICO KLERZYME[®] SOBRE EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE PULPA

2.2.1 PROCESO DE DESINTEGRACIÓN

La fruta lavada y seleccionada se procesó mediante un desintegrador Rietz sin malla, a mínima velocidad. Se colocaron alrededor de 2,5 kg de fruta desintegrada en fundas de polietileno y se almacenaron en congelación a -17 °C. Se pesó la mora desintegrada por medio de una balanza FIDELITY Measurement de capacidad 500 kg ± 0,1 kg.

2.2.2 TRATAMIENTO ENZIMÁTICO

Se utilizó el coctel enzimático Klerzyme 150[®] en una concentración de 0,5 mL/kg de pulpa, cantidad basada en los estudios realizados por Yaselga (2007) en la obtención de jugo clarificado de mora por MFT.

Se aplicó un diseño experimental de bloques al azar con tres tratamientos, donde la fruta desintegrada se descongeló previamente con el uso de un baño de agua a 30 °C.

El proceso de hidrólisis enzimática se realizó a temperatura y agitación constantes, en un tanque con chaqueta de acero inoxidable de capacidad 25 litros. Se midió la temperatura mediante un termómetro digital marca EXTECH INSTRUMENTS Easy View 15.

Para el primer tratamiento (T1), se colocó la pulpa desintegrada conjuntamente con la enzima durante una hora a 30 °C, con agitación constante; en el segundo tratamiento (T2), se colocó la pulpa desintegrada sin el coctel enzimático Klerzyme

150[®]; y como último tratamiento (T3), se colocó la pulpa desintegrada y despulpada conjuntamente con el coctel enzimático Klerzyme 150[®], en una proporción de 0,5 mL/kg de pulpa, por una hora a 30 °C con agitación constante.

Las condiciones elegidas para el proceso de hidrólisis y cantidad de enzima fueron con base en el estudio realizado por Yaselga (2007) para la obtención de jugo clarificado de mora mediante MFT. La fruta desintegrada se dividió en tres lotes, uno para cada tratamiento. Para los tratamientos T2 y T3 se efectuaron dos réplicas, para el tratamiento T1 se realizó una réplica.

Para evaluar el efecto del coctel enzimático Klerzyme 150[®] sobre la extracción de pulpa se realizó un análisis de varianza con el 95 % de confianza, donde se consideró como variable dependiente los porcentajes de pulpa obtenidos después de cada tratamiento aplicado.

2.2.3 PROCESO DE OBTENCIÓN DE PULPA DE MORA

El proceso de despulpado se realizó para los tratamientos (T1), (T2) y (T3), mediante el uso de un equipo de motor Baldor Electric Co USA de 1,5 HP de potencia 1 725 rpm y una malla #33.

Se tomaron el peso inicial y final de cada tratamiento, con sus respectivas réplicas, mediante el uso de una balanza FIDELITY Measurement de capacidad 500 kg.

La pulpa obtenida de cada tratamiento se colocó en fundas de polietileno de 2,5 kg cada una, las cuales se almacenaron en congelación a -17 °C.

El esquema perteneciente al proceso de obtención de pulpa para los tres tratamientos se muestra en la Figura 2.1.

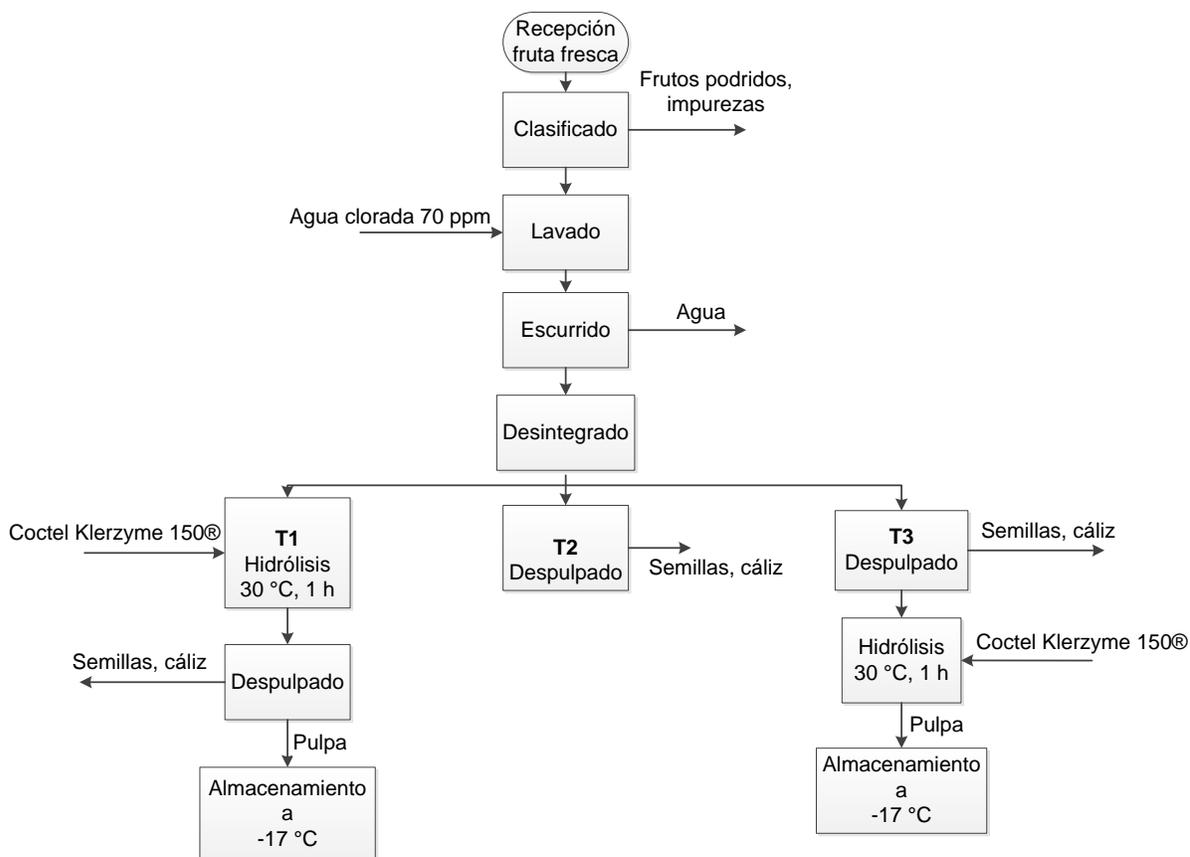


Figura 2.1. Procesos para la obtención de pulpa de mora

2.3 OBTENCIÓN DEL JUGO CLARIFICADO DE MORA (*Rubus glaucus* Benth)

2.3.1 EQUIPO DE MICROFILTRACIÓN TANGENCIAL

Para el proceso de microfiltración se utilizó el microfiltrador tangencial de la planta piloto del DECAB de la Escuela Politécnica Nacional, fabricada por la Compañía de Técnicas Industriales Aplicadas (TIA). En el Anexo II se describe el equipo de MFT, con su respectivo método de limpieza.

2.3.2 SELECCIÓN DE PARÁMETROS DEL PROCESO DE MICROFILTRACIÓN TANGENCIAL

Las condiciones elegidas para el proceso de microfiltración tangencial fueron en base al estudio realizado por Yaselga (2007) para la obtención de jugo clarificado de mora mediante MFT.

2.3.2.1 Parámetros fijos

El volumen de pulpa desaireada a filtrar fue de 12 L; la pulpa se colocó en el tanque de alimentación. La presión de trabajo utilizada fue de 2 bar. Las especificaciones del equipos permitieron un flujo de 1 m³/h, en donde se garantizó un flujo en la membrana de 5 m/s. La temperatura utilizada fue de 30 °C, para mantener características organolépticas y nutricionales (antocianinas).

2.3.2.2 Parámetros de optimización

Flujo de permeado: se midió el flujo cada 5 minutos mediante una probeta y un cronómetro de mano.

Peso acumulado del permeado: se midió el peso acumulado cada 5 min a lo largo del proceso de microfiltración tangencial, con el uso de una balanza FIDELITY Measurement de capacidad 500 kg ± 0,1 kg.

Sólidos solubles permeado y retenido: se tomaron alícuotas cada 5 min durante el proceso de MFT y se midieron los sólidos solubles mediante un brixómetro marca Atago Her-500, modelo 404610.

2.3.3 CONDICIONES DEL PROCESO

2.3.3.1 Modo de concentración

Para cada uno de los tratamientos aplicados se utilizó el modo de concentración del equipo que consiste en que el permeado obtenido no recircula nuevamente al tanque de alimentación y se extrae de forma continua durante el proceso.

2.3.3.2 Obtención del jugo clarificado de mora

Las pulpas hidrolizadas y despulpadas de los tratamientos T1 y T3 se descongelaron con calentamiento indirecto de agua a una temperatura menor a 30 °C. Se procedió al proceso de homogenizado y desaireado de la pulpa por medio de un molino coloidal marca Avan Halak y un desaireador Leumann tipo D71B6, respectivamente. El proceso de desaireado se realizó a una velocidad constante de 3 400 rpm. Se efectuaron pruebas preliminares para conocer el tiempo de desaireado más adecuado entre: 5, 10 y 15 min. Se tomó el tiempo en el cual, mediante inspección visual, se presentó ausencia de espuma.

Se usó el equipo de microfiltración tangencial con una membrana de cerámica marca Kerasep de diámetro de poro 0,2 μm y un área de 0,2 m^2 .

Para iniciar el proceso de clarificación de cada tratamiento T1 y T3, se reguló el flujo inicial de alimentación al valor recomendado por el fabricante del equipo, 1 m^3/h , para lograr una velocidad interna transmembranaria de 5 m/s, en un modo de concentración a 2 bar.

La temperatura de trabajo fue de 30 °C, la temperatura se midió mediante un termómetro digital marca EXTECH INSTRUMENTS EasyView 15, la temperatura se

mantuvo constante durante todo el proceso mediante el uso de agua fría en contacto indirecto con la pulpa.

En cada prueba realizada para los tratamientos descritos, el permeado fue recolectado en un recipiente de acero inoxidable que se mantuvo encima de una balanza FIDELITY Measurement de capacidad $500 \text{ kg} \pm 0,1 \text{ kg}$, para medir el peso. Mediante el uso de un brixómetro marca Atago Her-500, modelo 404610, se midió la cantidad de sólidos solubles del permeado y retenido. El flujo del permeado y del retenido se midieron con el uso de una probeta graduada y un cronómetro. El jugo clarificado de mora se congeló en fundas de polipropileno a $-17 \text{ }^\circ\text{C}$.

Se realizó una réplica del proceso de clarificación para cada uno de los tratamientos estudiados.

Para el análisis estadístico de datos se utilizó el programa STATGRAPHICS CENTURION XV LI Plus Version 5,1 para Windows. Se seleccionó el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento de clarificación.

2.3.4 FORMULACIÓN DEL JARABE DE LA BEBIDA GASEOSA DE MORA

El jugo clarificado almacenado a $-17 \text{ }^\circ\text{C}$, obtenido por MFT, se descongeló indirectamente con agua a $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Luego se le añadió una solución de jarabe de azúcar a $68 \text{ }^\circ\text{Brix}$, hasta alcanzar los $23 \text{ }^\circ\text{Brix}$.

Con base en la norma NTE INEN 2 337, se añadieron 300 mg/L de ácido benzoico y 300 mg/L de ácido sórbico, como cantidades máximas individuales al jarabe. Adicionalmente, se añadió edulcorante Edulmix[®] (aspartame y acesulfame K) en una cantidad de 220 mg/L y ácido cítrico en 220 mg/L . El jarabe obtenido se colocó en fundas plásticas de baja densidad y se las almacenó a $3 \text{ }^\circ\text{C}$.

2.4 DEFINICIÓN DE LAS MEJORES CONDICIONES DE CARBONATACIÓN PARA ELABORAR LA BEBIDA CARBONATADA DE JUGO CLARIFICADO DE MORA (*Rubus glaucus* Benth)

2.4.1 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DE CARBONATACIÓN MANUAL

El proceso de carbonatación se realizó mediante el uso de un tanque herméticamente cerrado de acero inoxidable, de 12 L de capacidad, marca Cornelius, de fabricación italiana, modelo 1370933. El tanque posee dos válvulas “pin lock” en la parte superior para la entrada de CO₂ y la salida del producto carbonatado, además de tener una válvula de emergencia.

Con el uso de CO₂ de grado alimenticio y un manoreductor de presión marca Micro matic, se puede regular la presión de entrada hacia el tanque de carbonatación. Para la salida del producto carbonatado se utiliza una manguera de grado alimenticio, con una boquilla. La Figura 2.2 muestra el equipo de carbonatación manual.



Figura 2.2. Equipo de carbonatación manual

2.4.1.1 Limpieza del equipo

La limpieza del equipo comprende el tanque de carbonatación manual y la manguera de salida del producto carbonatado. Se utiliza agua clorada a 100 ppm, a una temperatura de 70 °C. Finalmente, se realiza un proceso de enjuague hasta pH neutro.

2.4.2 SELECCIÓN DE PARÁMETROS DEL PROCESO DE CARBONATACIÓN

Las condiciones de operación de los tanques Cornelius para carbonatar líquidos están patentadas por The Coca Cola Company, por lo cual se realizaron pruebas preliminares para conocer las condiciones en el proceso de carbonatación con el uso de agua potable.

2.4.2.1 Parámetros fijos

Se fijaron tres factores en el proceso de carbonatación: la temperatura utilizada fue de 3 °C, el volumen de agua a carbonatar fue de 3 L y la presión utilizada en el proceso fue de 2,5 bar.

2.4.2.2 Parámetro variable del proceso

Tiempo de carbonatación: durante el proceso de carbonatación, se utilizaron tiempos de: 3, 4 y 6 min.

2.4.2.3 Parámetros de optimización

Volúmenes de CO₂: con base a la norma NTE INEN 1882, bebidas gaseosas, determinación de gas carbónico, se determinó la cantidad de CO₂ en el agua. Se consideró que para que el proceso sea aceptable, el agua debe contener el mayor número de volúmenes de CO₂ disueltos en la misma.

2.4.3 CONDICIONES DEL PROCESO

2.4.3.1 Proceso de obtención de agua carbonatada

Se colocaron tres litros de agua potable previamente enfriados a 3 °C dentro del tanque de carbonatación manual y se tapó herméticamente. Para cada una de las pruebas preliminares, a los diferentes tiempos se decidió agitar dos veces el tanque por 1 min, al inicio y final del proceso.

Se colocó la válvula de CO₂ en la entrada “pin lock”, a una presión de 2,5 bar y se abrió la válvula en el tanque de carbonatación. Se abrió la válvula de emergencia por 5 segundos para dejar escapar el aire dentro del tanque. Se leyó el tiempo de carbonatación con un cronómetro.

Finalizado el proceso de carbonatación, se dejó en reposo al tanque de carbonatación a 3 °C por 4 horas; para permitir el equilibrio líquido-gas. La Figura 2.3 muestra el proceso de obtención de agua carbonatada para los diferentes tiempos de carbonatación.

Se envasó directamente el agua carbonatada en botellas PET, previamente esterilizadas en el Acelerador de Electrones de la EPN, desde el tanque de carbonatación mediante el uso de la manguera de grado alimenticio.

Se almacenó el agua carbonatada envasada a 3 °C por 1 hora y, posteriormente, se midió la temperatura mediante un termómetro digital marca EXTECH INSTRUMENTS EasyView 15 y la presión mediante un manómetro marca WINTERS de capacidad 50 psi. Por medio de la Tabla que se incluye en la norma NTE INEN 1082, Anexo III, se estimó la cantidad de gas carbónico presente en el envase.

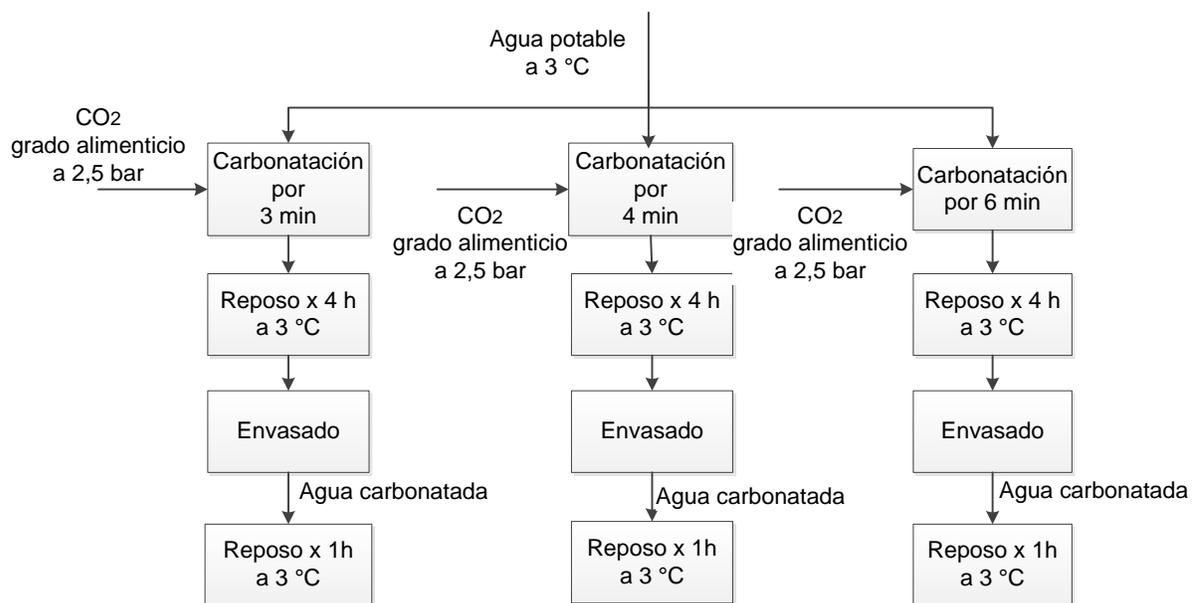


Figura 2.3. Proceso de obtención de agua carbonatada para los tres tiempos de carbonatación

Se realizaron tres repeticiones del proceso para cada uno de los tiempos de carbonatación.

2.4.4 ELABORACIÓN DE LA BEBIDA GASEOSA DE MORA

El agua carbonatada que presentó la mayor concentración de gas carbónico, según el literal 2.4.3.1, se usó para diluir el jarabe de la gaseosa hasta llegar a los 6 °Brix, según la normativa NTE INEN 1101.

2.4.4.1 Selección del envase y envasado del producto

Se utilizaron dos tipos diferentes de envases con diferentes características:

El envase de PET; transparente, flexible, ligero y resistente, 100 % reciclable y el envase de vidrio; inerte, 100% reutilizable, impermeable a los gases, reciclable.

Los envases de plástico fueron previamente esterilizados con Irradiación de 25 KGy con el irradiador de electrones de la EPN. Los envases de vidrio fueron esterilizados a 121 °C y las tapas en agua caliente a 70 °C, con 120 ppm de hipoclorito de sodio. Con el uso de un envasador aséptico manual se procedió al envasado de la bebida.

2.5 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO

Se evaluó la estabilidad de la bebida gaseosa de mora envasada en botellas de PET de 250 mL y de vidrio de 230 mL.

Las bebidas gaseosas fueron almacenadas a tres diferentes temperaturas:

- ❖ Estufa: 35 °C, con 60 % de humedad relativa.
- ❖ Ambiente: 20 °C, con 60 % de humedad relativa.
- ❖ Refrigeración: 4 °C, con 70 % de humedad relativa.

El estudio de estabilidad se realizó durante 60 días y se tomaron muestras a 0, 7, 15, 30, 45 y 60 días de almacenamiento, para realizar los análisis de color, antocianinas y cantidad de CO₂. Además se realizaron los análisis microbiológicos descritos en la Tabla 2.1 y un análisis sensorial.

Los análisis fueron realizados para los dos tipos de envases estudiados, a las tres temperaturas de almacenamiento, exceptuando el análisis sensorial que fue realizado únicamente en el día cero.

2.5.1 ANÁLISIS FÍSICOS

a) Color

Mediante el sistema de medición CIE, basado en la espectrofotometría y el uso del colorímetro Minolta CR-200, se midió el color de las bebidas colocando cada muestra en un envase blanco. Se realizaron tres repeticiones en cada ocasión, a los tiempos de almacenamiento 0, 7, 15, 45 y 60 días.

b) Dióxido de carbono

Se evaluó la cantidad de dióxido de carbono disuelto en la bebida, para cada uno de los envases, aplicando el método descrito en la norma NTE INEN 1082, que se incluye en el Anexo III. Se registró la presión y la temperatura de la bebida gasificada para cada uno de los tiempos de almacenamiento: 0, 7, 15, 45 y 60 días. Se realizaron tres repeticiones para cada tipo de envase.

2.5.2 ANÁLISIS QUÍMICO

Antocianinas

Se procedió a determinar la cantidad de antocianinas presentes en la bebida gaseosa de mora, para cada uno de los envases, a los diferentes tiempos de almacenamiento: 0, 7, 15, 30, 45 y 60 días. Los análisis se realizaron con el método AOAC (2006) 2005.02, (37.1.68); de Giusti y Wrolstad (2001), incluido en el Anexo I. Se analizaron tres réplicas por cada muestra.

2.5.3 ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial se realizó al inicio del tiempo de almacenamiento, en donde se comparó una muestra comercial de similares características con la bebida gaseosa de mora formulada.

Se contó con la participación de doce panelistas semi entrenados. El formato del documento de análisis sensorial que recibió cada panelista se muestra en el Anexo IV.

A cada panelista se le entregaron 45 mL de la bebida gaseosa y de la muestra referencia, codificadas con una numeración aleatoria de tres dígitos. Los atributos a ser evaluados fueron: aroma a fruta, sabor a fruta, intensidad de fruta, olores extraños y acidez.

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza de rango múltiple con el 95 % de confianza, con el uso del programa STATGRAPHICS CENTURION XV LI Plus Versión 5,1 para Windows.

2.5.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Se realizaron los análisis microbiológicos a: 0, 7, 15, 45, 60 días de almacenamiento para los envases PET y vidrio. Los análisis se realizaron con los métodos descritos en la Tabla 2.1.

2.5.5 ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL

Según la norma NTE INEN 1101, “requisitos, bebidas gaseosas”, se cuantificó la cantidad microbiana y se midieron los volúmenes de CO₂, de forma paralela al estudio de estabilidad, como parámetros seleccionados para la estimación de la vida

útil. Se calculó mediante la ecuación de Arrhenius, para cada tipo de envase, la relación existente entre la velocidad de deterioro de los volúmenes de CO₂ en los tiempos estudiados, a cada una de las temperaturas, mediante la fórmula 2.6.

$$\text{Log } A = \text{Log } A_0 - \frac{kt}{2,303} \quad [2.6]$$

Donde:

A: Cantidad de volúmenes de CO₂ dentro del envase durante el periodo de estabilidad.

A₀: Cantidad de volúmenes de CO₂ al inicio del estudio de estabilidad.

k : Velocidad de deterioro de los volúmenes de CO₂ en función del tiempo de almacenamiento

t : Tiempo de almacenamiento en días

Con los valores de k calculados y mediante la fórmula 2.7 se determinó la energía de activación y el factor de frecuencia para cada una de las temperaturas estudiadas.

$$\text{Ln } k = \text{Ln } k' - \frac{E}{RT} \quad [2.7]$$

Donde:

k : Tasa de velocidad de deterioro de los volúmenes de CO₂ en función del tiempo de almacenamiento

k': Factor de frecuencia para cada temperatura estudiada

E: Energía de activación

R: Constante ideal de los gases

T: Temperatura absoluta del estudio de la estabilidad

Se consideró como temperatura de almacenamiento 8 °C y que la cantidad mínima de CO₂ dentro del envase sea de dos volúmenes. Se remplazaron los valores obtenidos de la energía de activación y el factor de frecuencia en la fórmula 2.7, con la temperatura seleccionada de almacenamiento, y se obtuvo la tasa de velocidad de

deterioro de los volúmenes de CO₂ (k). Se determinó el tiempo de vida útil del producto mediante la ecuación 2.6.

2.6 DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE UNA BEBIDA CARBONATADA DE JUGO CLARIFICADO DE MORA

2.6.1 INGENIERÍA CONCEPTUAL

2.6.1.1 Definición del producto

Se definieron las características químicas y físicas del producto principal a obtener. Entre las propiedades físicas se describió el color. Entre las propiedades químicas se definieron la cantidad de sólidos solubles, acidez, pH y cantidad de antocianinas.

Se estableció la formulación de la bebida referida a ingredientes primarios y aditivos de grado alimenticio permitidos según las regulaciones nacionales.

2.6.1.2 Capacidad y localización de la planta

Se definió la macro y microlocalización de la empresa, en donde se consideraron los siguientes factores:

La disponibilidad y transporte de la materia prima y producto terminado, los sitios de distribución, los servicios industriales necesarios, la meteorología y geología, la permisibilidad de generación de desechos industriales, la fuerza laboral del sector, las diferentes leyes pertinentes y el impacto social.

2.6.1.3 Estudio de la disponibilidad de materia prima e insumos

Se contactaron a los distribuidores y se consideraron la conveniencia de la adquisición de materia prima e insumos, la distancia, el costo-beneficio y la facilidad de transporte. Se consideró la cantidad, calidad, costo y oportunidad de entrega de la materia prima, aditivos e insumos.

2.6.1.4 Análisis de las alternativas tecnológicas

Con base en el estudio realizado, que incluye el uso del coctel enzimático Klerzyme 150[®] en la extracción de pulpa, según el literal 2.2, se definió la mejor alternativa tecnológica, correspondiente al que permitió obtener el mayor rendimiento de jugo clarificado de mora.

2.6.1.5 Identificación de los servicios industriales

Se reconocieron y establecieron los servicios industriales necesarios para el funcionamiento de la planta.

2.6.2 INGENIERÍA BÁSICA

2.6.2.1 Introducción

a) Descripción del alcance del proyecto

Se definió la finalidad del diseño de la planta y se establecieron la capacidad y localización de la planta.

Asimismo, se incorporó un resumen ejecutivo con los distribuidores de la materia prima, normas vigentes pertinentes según el estado ecuatoriano y la alternativa tecnológica seleccionada.

b) Estándares y normas técnicas nacionales e internacionales y sistema de unidades a utilizar

Se establecieron para las diversas actividades dentro del desarrollo de la planta, la norma del Instituto Nacional de Estandarización Americana, ANSI, al igual que el Sistema Internacional de Unidades SI.

2.6.2.2 Diseño del proceso tecnológico

c) Descripción detallada del proceso

Se describió el proceso tecnológico de la planta, bajo las consideraciones ambientales correspondientes y las condiciones de operación de cada proceso unitario durante la elaboración del producto.

d) Diagrama de bloques (BFD)

Se esquematizó el proceso completo de manera simplificada en bloques interconectados en forma de flechas que muestran las direcciones de los flujos del proceso. Se utilizó un diagrama de bloques convencional.

e) Diagrama de flujo (PFD)

Se esquematizó el proceso referido a equipos y subsistemas, además del flujo de subproductos y desechos. El esquema realizado muestra las condiciones de operación como temperaturas y presiones en las operaciones unitarias correspondientes. Se utilizó un diagrama de flujo convencional.

f) Plano de simbología, abreviaturas y nomenclatura utilizada en equipos

Se establecieron las tablas de resúmenes de corrientes provenientes de los balances de masa y energía del proceso global y la tabla de abreviaturas y nomenclatura de los equipos utilizados en la planta. La nomenclatura de los equipos está explicada por la Figura 2.4.



Figura 2.4. Nomenclatura utilizada en la esquematización del PFD; Tabla de nomenclatura y equipos

Donde:

XX: Letras de identificación para cada equipo

Y: Referencia del área en donde se encuentra el equipo dentro de la planta

ZZ: Número asignado para cada equipo

2.6.3 DISEÑO BÁSICO DE LA PLANTA

2.6.3.1 Lista de equipos en cada área

Se consideró la distribución de áreas de producción y almacenamiento para la planta de fabricación de bebidas carbonatadas de mora. Se tomaron en cuenta las diferentes condiciones ambientales como: emisión de ruido, generación de polvo y desechos, además del principio propio de la operación.

Se especificaron las diferentes características de cada área como presencia de puertas para la salida de material de desecho.

2.6.3.2 Hojas de especificaciones técnicas de los equipos

Para definir los equipos necesarios para el diseño de planta, se dimensionaron los equipos y se seleccionaron vía catálogo, en donde se consideraron varios aspectos: capacidades de los equipos, tamaño de partícula, tipo de operación, resistencia de equipos y material de construcción.

Para cada uno de los equipos principales y los auxiliares se elaboraron hojas de especificaciones técnicas, en donde constaron el nombre del equipo, el fabricante, el ítem, el número requerido de unidades, potencia, dimensiones y peso, además del tipo y principio de operación y esquema.

2.6.3.3 Distribución en planta del área de producción

g) Layout de la distribución en planta de equipos

El plano para la distribución de la planta (layout) se realizó mediante el programa AUTO CAD DESKTOP 2008 para Windows.

h) Layout de los flujos de personal, materia prima y producto terminado

En el plano se añadieron los flujos de personal, materia prima y producto terminado mediante flechas que guían a los diferentes elementos de la planta.

i) Cortes y elevaciones

Se realizaron los cortes y elevaciones para la visualización de equipos en cuanto a su altura y ancho dentro de la planta. Se consideraron cortes que faciliten la observación completa de los equipos.

2.6.4 DISEÑO DE DETALLE DE LA PLANTA

2.6.4.1 Diagrama de instrumentación y tuberías (P&ID)

Se elaboraron dos diagramas P&ID con los detalles de tuberías, bombas y válvulas en correlación con el PFD.

2.6.4.2 Especificaciones de tuberías, válvulas, accesorios y bombas

Se usó la nomenclatura PDVSA para caracterizar las diferentes tuberías, válvulas y bombas.

2.6.4.3 Sistema de distribución de agua y vapor

Se establecieron las distribuciones de los servicios industriales de agua y vapor para el área de producción con el uso del programa AUTO CAD DESKTOP 2008 para Windows.

2.6.4.4 Tratamiento de aguas

Se estableció y definió el área para el tratamiento de aguas residuales de la zona de producción de la planta embotelladora de bebidas gaseosas.

2.6.5 DISEÑO HIGIÉNICO DE LA PLANTA

2.6.5.1 Caracterización de los locales de producción, áreas sanitarias y servicios generales

Se establecieron las características de infraestructuras respecto a paredes, pisos y techos y se contabilizaron las unidades necesarias para la implementación de las áreas sanitarias y de servicios generales.

2.6.5.2 Estudio de la seguridad de la planta

Se detallaron los sistemas de desagües, iluminación y caudal de aire necesario en el área de producción y las de servicios generales.

2.7 EVALUACIÓN DE LA PRE FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA CARBONATADA DE JUGO DE MORA

Para la capacidad de la planta se consideró un volumen de producción de 4 m³ diarios de gaseosas, distribuidas un 30 % en envases de vidrio de 230 mL y un 70 % en envases de PET de 250 mL. Estos datos se basaron en la capacidad actual de producción de una empresa ubicada al sur de Quito, la misma que procesa aproximadamente 25 m³ diarios de bebidas gaseosas.

Se evaluó la parte financiera; se calcularon los costos de implementación de la planta y, mediante indicadores financieros, se estimaron, el valor presente neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y punto de equilibrio.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICAMENTE DE LA MORA (*Rubus glaucus* Benth)

Para los análisis físicos y químicos se tomó una muestra de 40 frutos frescos en un grado de madurez sensorial.

La Tabla 3.1 muestra los resultados obtenidos de la caracterización de la mora de Castilla.

Tabla 3.1. Caracterización física y química de la mora de Castilla

Análisis físico químicos en mora de Castilla (<i>Rubus glaucus</i> Benth)		
Análisis Físicos	n	($\bar{x} \pm \sigma$)*
Peso (g)	40	4,27 \pm 1,27
Diámetro (mm)	40	20,74 \pm 1,38
Longitud (cm)	40	2,01 \pm 0,32
Firmeza (gf)	40	359,53 \pm 68,09
Color (Hue)	40	1,39 \pm 0,11
Análisis Físico-Químicos		
Acidez (%ácido cítrico)	3	1,72 \pm 0,06
° Brix	3	11,1 \pm 0,2
Antocianinas (mg/kg PF)**	3	478 \pm 22,63
pH	3	2,97 \pm 0,05
Índice de madurez	3	6,45 \pm 0,01

* $\bar{x} \pm \sigma$: promedio \pm desviación estándar

**PF= peso de fruta fresca

Los resultados obtenidos y descritos en la Tabla 3.1 acerca de las características de la mora de Castilla permiten concluir que, de acuerdo a la norma NTE INEN 2427:2010, se obtuvo una fruta de una categorización de tamaño mediano con un

grado de calidad II, que presenta un máximo de 10 % de frutos deformes y no enteros, además de tener una consistencia firme. Además la fruta fresca presenta un color rojo en el grado de madurez sensorial de acuerdo a los grados Hue obtenidos.

La mora de Castilla es una drupa de longitud entre 1 cm y 2,5 cm que se caracteriza por su intenso aroma y al mismo tiempo por su rápido deterioro después de la cosecha (Franco y Giraldo, 2010, p. 4; Osorio, 2012, p. 1916). Se puede aseverar que la mora de Castilla caracterizada posee una longitud acorde según Osorio (2012).

El grado de acidez de la fruta fresca se considera de acuerdo con el ácido predominante en la fruta. El ácido predominante en la mora es el ácido cítrico y el resultado fue obtenido en función de este ácido. El índice de madurez reportado es alto debido a la alta cantidad de sólidos solubles que presenta la fruta.

La cantidad de antocianinas presentes en la mora es de 478 mg/kg PF expresados como glucósidos de cianidina. Estudios previos realizados demostraron que la mora de Castilla *Rubus glaucus* Benth posee una cantidad de glucósidos de cianidina de 508 mg/kg PF (Vasco, 2009, p. 1211).

Estudios de antocianinas en mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) demostraron que el jugo clarificado concentrado de mortiño posee una cantidad de antocianinas de 3567,3 mg/kg PF (Tupuna, 2012, p. 60) y una cantidad de glucósidos de cianidina de 89 mg/kg PF (Vasco, 2009, p. 1211). Por lo tanto, se puede aseverar que la mora de Castilla posee un alto contenido de antocianinas y un gran potencial antioxidante (Colaria, 2012, p. 7).

3.2 ESTUDIO DEL EFECTO DEL COCTEL ENZIMÁTICO KLERZYME[®] SOBRE EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE PULPA

3.2.1 DESINTEGRADO

En el proceso de desintegrado de la mora recepcionada (169 kg), lavada y seleccionada, se obtuvo un porcentaje de recuperación del 96,05 %; esto se debe principalmente a pérdidas ocasionadas en el equipo.

3.2.2 PROCESO DE OBTENCIÓN DE PULPA DE MORA

Para cada uno de los tratamientos planteados, se procedió a la obtención de la pulpa. La Tabla 3.2 muestra los pesos de las pulpas obtenidos.

Tabla 3.2. Pesos y rendimientos de las pulpas obtenidos para cada tratamiento

Tratamiento	Peso de fruta desintegrada (kg)	Peso de la pulpa obtenida (kg)	Recuperación de pulpa* %	Cantidad de enzima Klerzyme 150 [®] aplicado (mL/ kg)
T1	20,00	17,35	86,75	0,5
T1	20,00	16,45	82,23	
T2	18,50	12,30	66,42	0,0
T2	18,50	12,30	66,42	
T2	18,50	12,30	66,42	
T3	20,00	14,14	70,83	0,5
T3	20,00	13,88	69,55	
T3	20,00	14,51	72,67	

* % recuperación: (peso de la pulpa obtenida/ peso de la fruta desintegrada)*100

3.2.3 TRATAMIENTO ENZIMÁTICO

La Tabla 3.2 muestra los porcentajes de extracción de pulpa en cada uno de los tratamientos analizados, además de la cantidad de coctel enzimático Klerzyme 150[®] aplicado, de acuerdo con el diseño experimental escogido.

Con base en los datos de la Tabla 3.2, se procedió a realizar un análisis de varianza (ANOVA) mediante el programa STATGRAPHICS CENTURION XV LI Plus Version 5.1 para Windows. Se consideró como variable dependiente la cantidad de pulpa obtenida en cada tratamiento.

La Tabla 3.3 muestra los resultados obtenidos por el ANOVA para la cantidad de pulpa obtenida en cada ensayo propuesto.

Tabla 3.3. Análisis de varianza para el porcentaje de extracción de pulpa

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	404,845	23,394	104,86	0,001
Intra grupos	151,138	0,605		

La Tabla 3.3 muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre las medias de los procesos de extracción de pulpa, con un nivel de confianza del 95 %. En la Tabla 3.2 se observa que el tratamiento (T2), proceso en el cual no se utilizó el coctel enzimático Klerzyme 150[®], posee el menor valor de porcentaje de extracción de pulpa.

La Tabla 3.4 muestra el contraste de rangos múltiples para cada tratamiento, con sus respectivas medias. En la Tabla 3.4 se emplea un proceso de contraste y comparación de los diferentes tratamientos para determinar entre cuales existe una diferencia significativa.

Tabla 3.4. Pruebas de Rangos Múltiples para el porcentaje de peso de la pulpa obtenida por cada tratamiento

Tratamiento	Repeticiones	Media	Grupos homogéneos		
2	2	12,30	X		
3	3	14,17		X	
1	3	16,90			X
Contraste	Diferencia		+/- límites		
1-2	*4,60		0,8165		
1-3	*2,72		0,8165		
2-3	*-1,87		0,7303		

*Indica una diferencia significativa

De acuerdo con los análisis estadísticos aplicados, se observa que sí existe un mayor peso de extracción de pulpa con los tratamientos T1 y T3, donde se usó el coctel enzimático Klerzyme 150[®].

Según Tupuna (2012), en la obtención de jugos clarificados de mortiño, a mayores cantidades de coctel enzimático Klerzyme 150[®] aplicados antes del proceso de MFT en el proceso de despulpado, generan una mayor extracción de pulpa (p. 64).

De igual manera, Yaselga (2007), quien estudió la obtención de jugos clarificados de mora, asevera que a mayor cantidad aplicada del coctel enzimático Klerzyme 150[®], mayor extracción de pulpa (p. 60).

El uso de la enzima adecuada, como el coctel enzimático Klerzyme 150[®], garantiza un proceso donde se logran mayores grados de despectinización y estabilidad de color, que es requerida conjuntamente con los rendimientos de extracción (Centerchem, 2006).

El coctel enzimático Klerzyme 150[®] contiene pectinasas específicas para el procesamiento de frutos rojos con altos contenidos fenólicos. La hidrólisis genera una ruptura total de la pectina, con la liberación del color rojo característico de la fruta (Centerchem, 2006).

3.3 OBTENCIÓN DEL JUGO CLARIFICADO DE MORA (*Rubus Glaucus Benth*)

Posterior a la obtención de la pulpa, se sometió la misma a un proceso de desaireado para garantizar que no exista presencia de aire dentro de las tuberías en la unidad de MFT durante la clarificación. Se tomaron tres tiempos para el proceso de desaireado: 5, 10 y 15 min.

En el anexo V se presentan las figuras del proceso de desaireado de la pulpa de mora para cada uno de los tratamientos analizados (T1 y T3). Se observa que existe una diferencia visual durante el proceso, dándose una generación de espuma en la superficie de la pulpa.

La capa de espuma de la pulpa de mora desaparece a los 15 min. Por tanto, se tomó como tiempo de desaireado 15 min para cada uno de los tratamientos.

Flujo y FRV

Las Figuras 3.1 y 3.2 muestran la variación del flujo de permeado y el factor de retención volumétrico (FRV) en función del tiempo del proceso de MFT para el tratamiento uno (T1) y el tratamiento tres (T3), respectivamente.

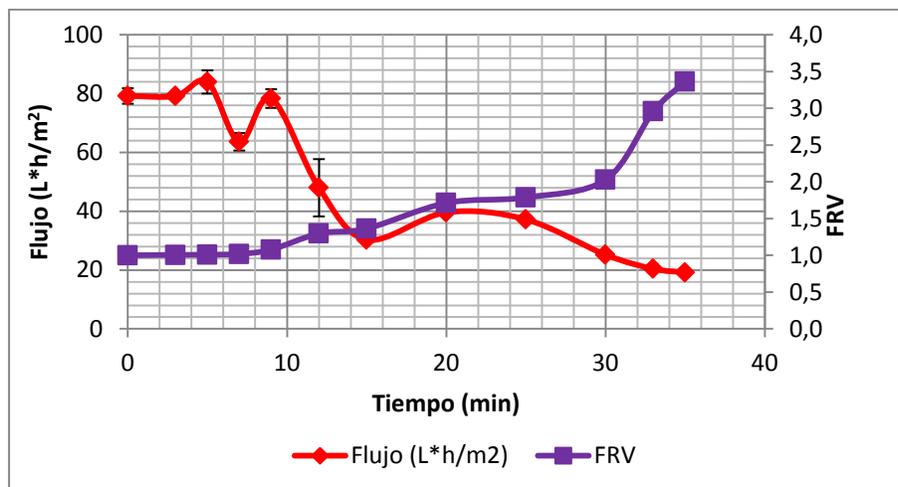


Figura 3.1. Flujo y FRV durante el proceso de MFT para el tratamiento T1

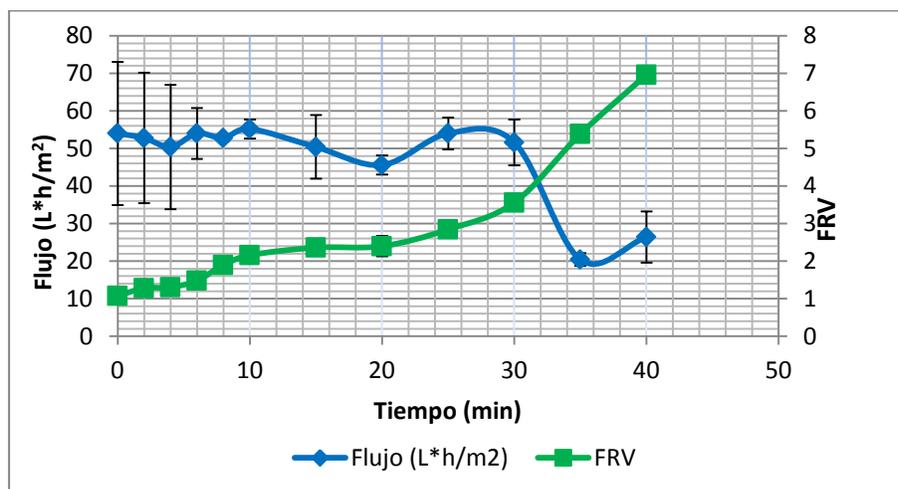


Figura 3.2. Flujo y FRV durante el proceso de MFT para el tratamiento T3

En las Figuras 3.1 y 3.2 se observa que el flujo de permeado durante el proceso de clarificación disminuye, esto se debe a la colmatación que se produce en la membrana por el taponamiento de la misma. De igual manera, se observa que el flujo inicial de permeado para el tratamiento uno (T1) es mayor que el flujo del tratamiento tres (T3).

Durante el proceso de clarificación, se da una disminución constante del flujo para el tratamiento T1, mientras que en el tratamiento T3 la disminución del flujo es menor hasta los primeros 15 minutos de proceso.

En las Figuras 3.1 y 3.2 se observa que durante el proceso de clarificación, la pulpa actúa como un escoba de la membrana y el flujo de permeado se mantiene constante hasta los primeros 10 minutos iniciado el proceso, de igual manera el coctel enzimático Klerzyme 150[®] continua activo y descompone paulatinamente la colmatación que se encuentra en la membrana, aumentando el flujo para posteriormente mantenerse constante nuevamente.

En las Figuras 3.1 y 3.2 se observa también que el tratamiento T1 tiene un menor flujo de permeado ($38 \text{ L} \cdot \text{h} / \text{m}^2$) que el tratamiento T3 ($54 \text{ L} \cdot \text{h} / \text{m}^2$) ambos a los 25 min iniciado el proceso, ambos valores a un valor de FRV de 2 y 7, respectivamente. Los valores obtenidos son similares a los presentados por Yaselga (2007), al usar la enzima Klerzyme 150[®] en una cantidad de 1 mL/ kg de mora y al aplicar un proceso de hidrólisis enzimática después del proceso de despulpado, se obtuvo un flujo de permeado de ($45 \text{ L} \cdot \text{h} / \text{m}^2$) a los 25 min de iniciado el proceso de MFT, con un FRV de 1,5 (p. 80).

En las Figuras 3.1 y 3.2 además se observa que hubo inestabilidad durante el proceso, eso se puede dar por la falta de agitación dentro del tanque de alimentación. El equipo de MFT no posee un agitador y por ello se agitó manualmente cada 5 minutos durante todo el proceso.

°Brix

Las Figuras 3.3 y 3.4 muestran los °Brix del permeado y retenido durante el proceso de MFT para los tratamientos estudiados. Se observa que existe un aumento de °Brix del retenido para los dos tratamientos.

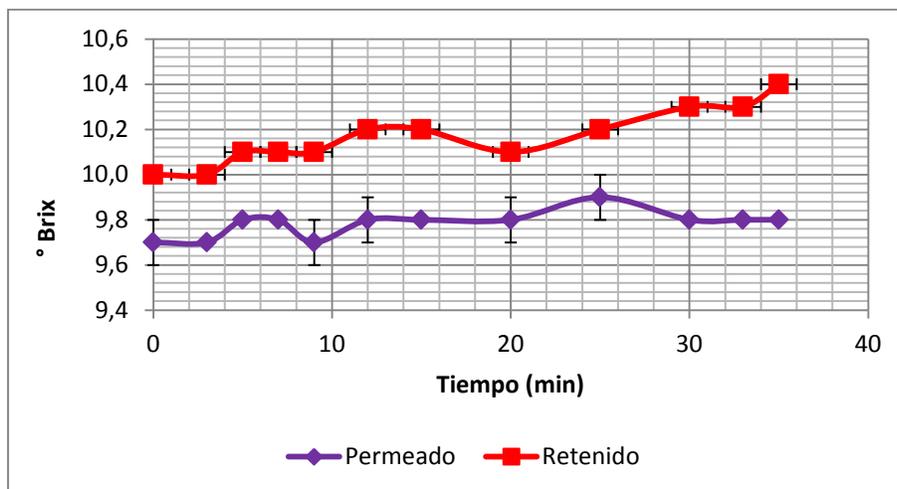


Figura 3.3. °Brix del permeado y del retenido durante el proceso de MFT para el tratamiento T1

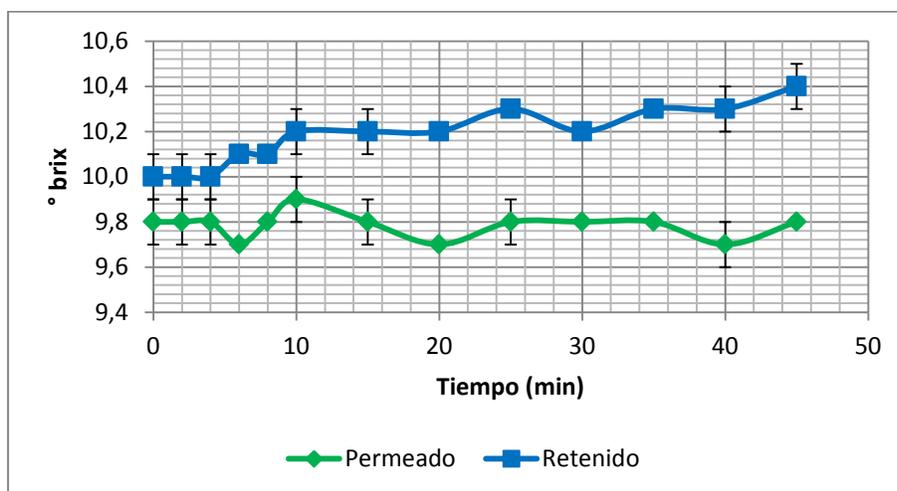


Figura 3.4. °Brix del permeado y del retenido durante el proceso de MFT para el tratamiento T3

El °Brix del retenido para los tratamientos T1 y T3 aumentan durante el proceso de clarificación. El °Brix del permeado para los tratamientos T1 y T3 aumentan en un 1,02 %, mientras que los grados °Brix del retenido para los mismos tratamientos analizados aumentan en un 3,85 %. Esto se debe a la concentración de la pulpa retenida por la retención de sólidos en la membrana.

Peso acumulado

La Figura 3.5 muestra el peso acumulado de permeado durante el proceso de MFT para cada uno de los tratamientos analizados.

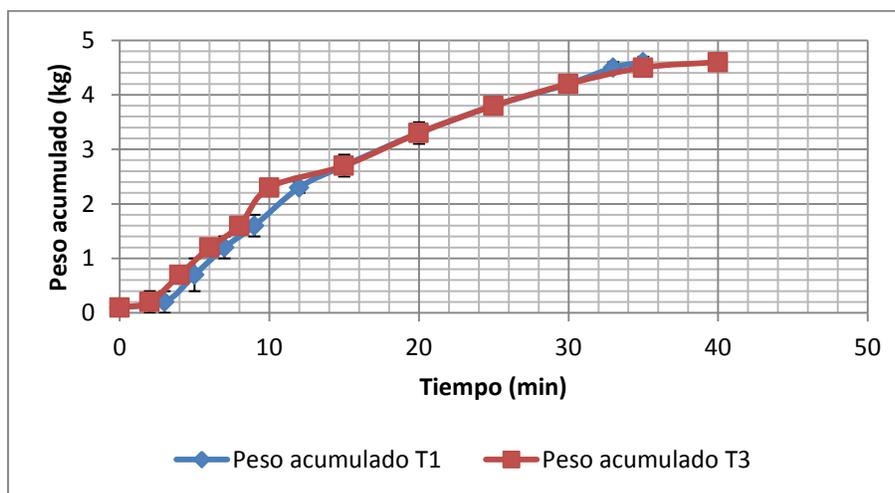


Figura 3.5. Pesos acumulados durante el proceso de MFT para los tratamientos T1 y T3

En la Figura 3.5 se observa un aumento constante y similar del peso acumulado para cada uno de los tratamientos; además, para ambos tratamientos se tiene un peso de permeado de 4,1 kg a un tiempo de 30 min.

Al final de cada proceso de clarificación, a 35 minutos de iniciado el proceso, se calculó el rendimiento del mismo. La Tabla 3.5 muestra los valores de masa inicial de pulpa a clarificar (M_o), la masa del permeado obtenido (M_p) y el rendimiento calculado del proceso.

Se realizó un análisis de varianza (Anova) para el rendimiento de clarificado para los dos tratamientos analizados (T1 y T3). Se usó el programa STATGRAPHICS CENTURION XV LI Plus Versión 5.1 para Windows para el análisis.

Tabla 3.5. Rendimientos del proceso de MFT para los tratamientos T1 y T3 a 35 min de iniciado el proceso

Tratamiento	Masa inicial (Mo) (kg)	Masa del permeado (Mp) (kg)	Rendimiento del clarificado (%)
T1	12	6,81	56,74
T1	12	6,11	50,93
T3	12	6,71	55,90
T3	12	6,99	58,26

En la Tabla 3.5 se observa que los mayores rendimientos de clarificación se obtienen por el tratamiento T3.

La Tabla 3.6 muestra el ANOVA para el rendimiento del proceso de MFT para los tratamientos T1 y T3.

Tabla 3.6. Análisis de varianza para el rendimiento del proceso de MFT para los tratamientos T1 y T3

Fuente	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	232,715	232,715	6,44	0,1265
Intra grupos	72,286	36,143		

La Tabla ANOVA presenta la varianza del porcentaje de clarificado en dos componentes: un componente que analiza la varianza entre tratamientos (entre grupos) y su respectiva réplica (intra grupos). Se puede observar en la Tabla 3.7 que no existe una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre los dos tratamientos aplicados al proceso de MFT en un nivel de confianza del 95 %.

En conclusión, de acuerdo a los datos estadísticos obtenidos, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre el tratamiento T1 y el T3.

Para escoger el mejor tratamiento a utilizar en el proceso de MFT de pulpas hidrolizadas de mora, se consideró el mayor porcentaje de extracción de pulpa para los dos tratamientos en análisis.

En los tratamientos T1 y T3, con la pulpa hidrolizada se obtuvieron rendimientos de extracción de pulpa de 84,49 % y 71,01 %, respectivamente. Los rendimientos de los tratamientos T1 y T3 en el proceso de clarificación fueron de 53,84 % y 57,08 %, respectivamente.

En el proceso global, desde la fruta lavada hasta el jugo clarificado de mora, se tuvieron rendimientos de 45,49 % y 40,53 %, para los tratamientos T1 y T3, respectivamente. Por lo tanto, el tratamiento T1 fue escogido para el proceso de despulpado y clarificado de mora.

3.3.1 CARACTERIZACIÓN DEL JUGO CLARIFICADO DE MORA

Para la caracterización se tomaron muestras del jugo clarificado de mora obtenido mediante el tratamiento T1; las muestras fueron obtenidas al final del proceso de clarificación, a los 35 minutos del proceso.

La Tabla 3.7 muestra los análisis realizados del jugo clarificado de mora obtenido en comparación con la mora fresca.

Tabla 3.7. Análisis físico-químicos realizados al jugo clarificado de mora

Análisis	Valor $X \pm \sigma^*$	
	Fruta fresca	Jugo clarificado
pH	2,70 \pm 0,06	2,80 \pm 0,07
° Brix	11,10 \pm 0,20	9,80 \pm 0,10
Acidez titulable (% ácido cítrico)	1,72 \pm 0,06	1,73 \pm 0,04
Antocianinas (mg/mL)	316,35 \pm 22,63	400.90 \pm 12,13

* Promedio \pm desviación estándar; n = 3

Existe una disminución del °Brix entre la fruta fresca y el jugo clarificado, esto se debe a la retención de los sólidos en suspensión en la membrana de 0,2 μ m durante el proceso de clarificación.

La cantidad de antocianinas presentes en el jugo clarificado aumentó debido a la presencia del coctel enzimático Klerzyme 150[®] y las enzimas activas durante el proceso, que permiten la liberación de las antocianinas (Centerchem, 2006).

Respecto a los análisis microbiológicos, la Tabla 3.8 muestra los resultados obtenidos.

Tabla 3.8. Análisis microbiológicos del jugo clarificado envasado en vidrio y PET

Envase	Contaje Total Aerobios (UFC ^(a) /mL)	Coliformes Totales (NMP ^(b) /mL)	Hongos y Levaduras (UFC/mL)
Vidrio	<10	<3	<10
PET	<10	<3	<10

(a): Unidades formadoras de colonias

(b): Número más probable

El jugo clarificado obtenido del proceso envasado en vidrio y PET es un producto apto para el consumo humano y cumple con los requisitos microbiológicos descritos en la norma NTE INEN 2337.

El uso de la microfiltración como medio de pasteurización en frío, garantiza la eliminación de bacterias, mohos y levaduras que pudiesen estar en la pulpa de mora. Además, la pasteurización en frío mantiene las características organolépticas propias de la mora: sabor y olor (Eykamp, 1995, p. 32-34; Ionics, 2004, pp. 32-33; Porter, 1990, p. 1; Vaillant, 2001, p. 84).

3.3.2 FORMULACIÓN DEL JARABE DE LA BEBIDA GASEOSA DE MORA

Para establecer la formulación de la bebida, se realizaron varias pruebas preliminares con bebidas gaseosas del mercado local semejantes a la bebida a ser elaborada, los resultados de la pruebas mostraron que la marca Orangine, la única marca que posee una bebida gaseosa de mora en el Ecuador, tiene un contenido de sólidos solubles de 6 °Brix y 3,5 volúmenes de CO₂.

Para la elaboración del jarabe se consideraron los siguientes ingredientes:

- ❖ Jugo clarificado de mora en un porcentaje de 17,03% v/v.
- ❖ Solución concentrada de azúcar 68 °Brix.
- ❖ Edulcorante (Edulmix®) hasta los 23 °Brix.
- ❖ Aditivos: 300 mg/L de ácido benzoico, 300 mg/L de ácido sórbico y 220 mg/L de ácido cítrico para el jarabe.

La Tabla 3.9 muestra los porcentajes de los diferentes ingredientes para la elaboración del jarabe de mora en una cantidad de 60 mL.

Tabla 3.9. Ingredientes para la formulación del jarabe de la bebida gaseosa de mora

Ingredientes	Volumen (mL)	Composición * (% volumen/volumen de muestra)
Jugo clarificado de mora	42,57	71,46
Azúcar 68 °Brix	17,00	28,53
Aditivos		mg/L
Ácido cítrico		105
Ácido benzoico		300
Ácido sórbico		300
Edulmix®		220

* Formulación para 60 mL de jarabe de mora

3.4 CONDICIONES DE CARBONATACIÓN PARA ELABORAR LA BEBIDA CARBONATADA DE JUGO CLARIFICADO DE MORA (*Rubus glaucus* Benth)

El proceso de carbonatación manual se realizó para tres tiempos: 3, 4 y 6 min, para cada uno se realizó tres repeticiones. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10. Volúmenes de CO₂ para cada tiempo de carbonatación

	Tiempo de carbonatación (min)		
	3	4	6
Volúmenes de CO₂	2,59	2,50	2,67
	2,61	2,66	2,48
	2,61	2,54	2,60

La Tabla 3.11 muestra los resultados obtenidos del análisis de varianza para los volúmenes de CO₂ presentes en:

Tabla 3.11. Análisis de varianza para los volúmenes de CO₂ de cada tiempo de carbonatación

Fuente	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,002	0,001	0,19	0,8348
Intra grupos	0,032	0,005		

De acuerdo con los datos del análisis de varianza en la Tabla 3.11, no existe una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre los tres tratamientos aplicados en el proceso de carbonatación de agua.

Según Shannon (1991), los niveles de carbonatación en el tanque dependen básicamente de la temperatura, tiempo y presión durante el proceso. Un proceso de enfriamiento previo del agua aumenta significativamente la impregnación del gas CO₂ en la fase líquida del agua (p. 2).

Estudios realizados por Yáñez (2006), muestran que en el desarrollo de una bebida gaseosa utilizando jugo clarificado de piña (variedad Cayena champaca) por microfiltración tangencial, se obtuvieron valores de gas carbónico disuelto de 2,64 L CO₂/ L producto (p. 65). Otros estudios realizados por Maldonado y Moncayo (2012), sobre la elaboración de una bebida carbonatada de maracuyá "Passion", se obtuvieron valores de gas carbónico disueltos de 2,50 L CO₂/ L producto. Cabe resaltar que para ambos estudios, el proceso de carbonatación consistió en la adición de hielo seco a 3 °C al jugo de fruta para gasificar la bebida, con la suposición de una disolución completa del hielo seco en la bebida.

Por limitaciones del equipo de carbonatación y el tanque de gas carbónico durante el proceso, se evaluó únicamente el tiempo de carbonatación y se mantuvo un volumen de agua de 3 L y una temperatura constante de 3 °C durante el proceso.

En el proceso de carbonatación de agua, se eligió el tiempo de carbonatación a 3 min, para la optimización del proceso a nivel industrial.

3.5 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO

La bebida gaseosa de mora se envasó en botellas de PET de 250 mL y vidrio de 230 mL, con el uso de un envasador aséptico, diluyendo el jarabe de mora con el agua carbonatada elaborada.

El estudio de estabilidad se realizó durante 60 días. Se tomaron muestras de los envases a 0, 7, 15, 30, 45 y 60 días de almacenamiento y se realizaron análisis físicos, químicos, sensoriales y microbiológicos.

Las bebidas gaseosas fueron almacenadas a tres diferentes condiciones:

- ❖ Estufa 35 °C con 60 % de humedad relativa.
- ❖ Ambiente 20 °C con 60 % de humedad relativa.
- ❖ Refrigeración 4 °C con 70 % de humedad relativa.

3.5.1 ANÁLISIS FÍSICOS

3.5.1.1 Color

Las Figuras 3.6 y 3.7 muestran la variación de la saturación de color (croma, C) y la tonalidad (Hue, H) durante el estudio de estabilidad a las tres temperaturas de almacenamiento, en el envase de vidrio.

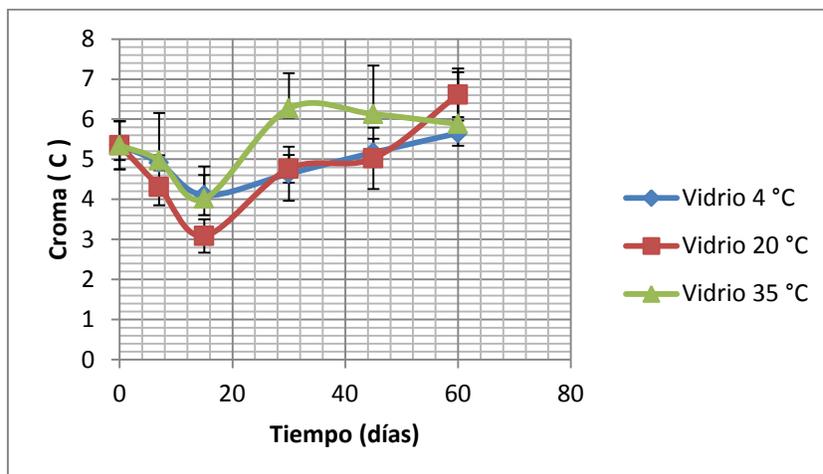


Figura 3.6. Variación de la saturación de color (C), de la bebida envasada en vidrio durante el estudio de estabilidad

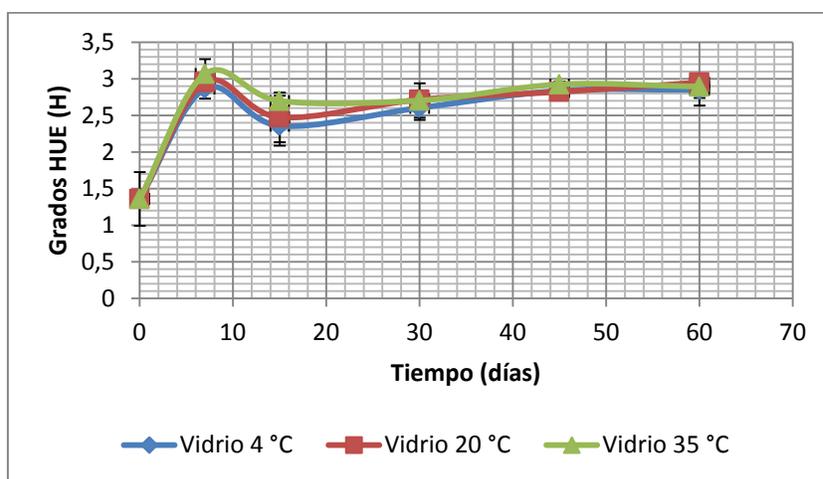


Figura 3.7. Variación de los grados HUE (H), de la bebida envasada en vidrio durante el estudio de estabilidad

En la Figura 3.6 se observa que, a las tres temperaturas de almacenamiento, a partir de los primeros 15 días se da un aumento en la saturación de color. En la bebida, el aumento del parámetro C indica un cambio de color rojo claro propio de la mora a un color rojo opaco.

En la Figura 3.7 se muestra un aumento de los grados Hue hasta los primeros 7 días, después de esto se mantiene prácticamente constante durante el resto del periodo

de almacenamiento. El aumento de los grados Hue indica que la bebida posee un color rojo y que posteriormente aumenta la turbiedad de la bebida.

Las Figuras 3.8 y 3.9 muestran la variación de la saturación de color (croma, C) y la tonalidad (Hue, H) durante el estudio de estabilidad a las tres temperaturas de almacenamiento, en el envase PET.

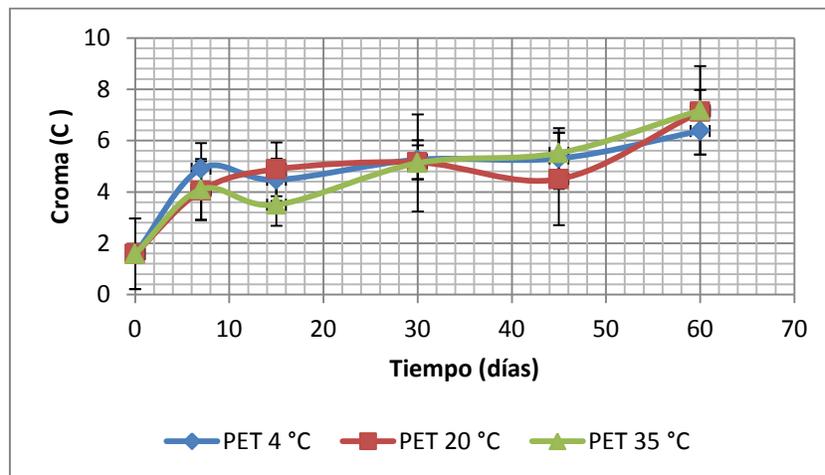


Figura 3.8. Variación de la saturación de color (C), de la bebida envasada en PET durante el estudio de estabilidad

En la Figura 3.8 se observa un aumento constante en la saturación de color (C) a las tres temperaturas de almacenamiento. En la bebida de mora, esto implica el cambio de un rojo intenso a un color rojo.

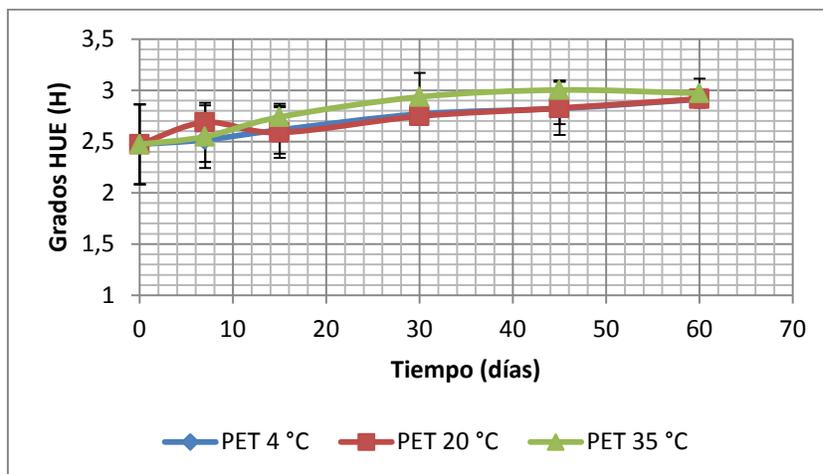


Figura 3.9. Variación de los grados HUE (H), de la bebida envasada en PET durante el estudio de estabilidad

En la Figura 3.9 se observa un aumento de los grados Hue en las tres temperaturas de almacenamiento de la bebida gaseosa de mora en el envase PET hasta los 30 días. Los grados Hue reflejan la tonalidad roja de la bebida gaseosa.

Tanto para el envase de vidrio como para el PET durante el periodo de almacenamiento a 35 °C, se observa un cambio en la saturación de color, croma, reflejado en la bebida como un cambio de color rojo intenso a un color rojo opaco. La turbidez que se observa en la bebida se debe principalmente a las impurezas que contiene el azúcar que se agrega en la formulación, además de la pérdida de antocianinas durante el periodo de estudio de estabilidad (Vasco, 2009, p. 11).

3.5.1.2 Gas Carbónico

Las Figuras 3.10 y 3.11 muestran la variación CO_2 durante el estudio de estabilidad en los envases de vidrio y PET, respectivamente.

El aumento o disminución de la cantidad de volúmenes de CO_2 al interior del envase de la bebida gasificada depende de la temperatura y presión del envase. Para los

análisis de CO₂, se realizaron las mediciones a una temperatura constante de almacenamiento. El Anexo VI muestra las temperaturas y presiones para cada tipo de envase estudiado, a cada temperatura de almacenamiento, durante el estudio de estabilidad.

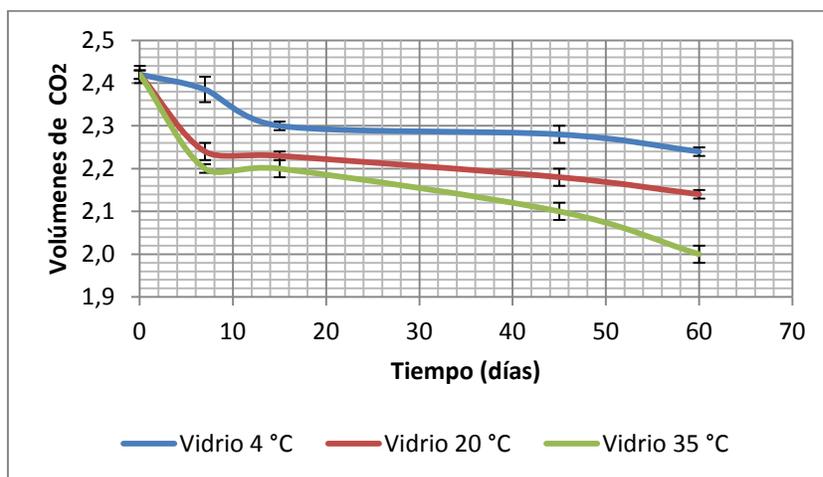


Figura 3.10. Variación del CO₂ durante el estudio de estabilidad en los envases de vidrio

En la Figura 3.10 se observa que en el transcurso del tiempo de estabilidad se da una pérdida de CO₂ en las bebidas gaseosas envasadas en vidrio a las tres temperaturas de almacenamiento. Esto se debe principalmente al espacio libre de cabeza del envase que permite el escape de CO₂.

A la temperatura de almacenamiento de 35 °C la cantidad de volúmenes de CO₂ a los 60 días de almacenamiento de 2 volúmenes de gas carbónico al interior del envase. Mientras que los envases a temperatura de 4 °C presentan mayor cantidad de volúmenes de CO₂ al final del tiempo de estabilidad con 2,24 volúmenes de gas carbónico en el interior del envase.

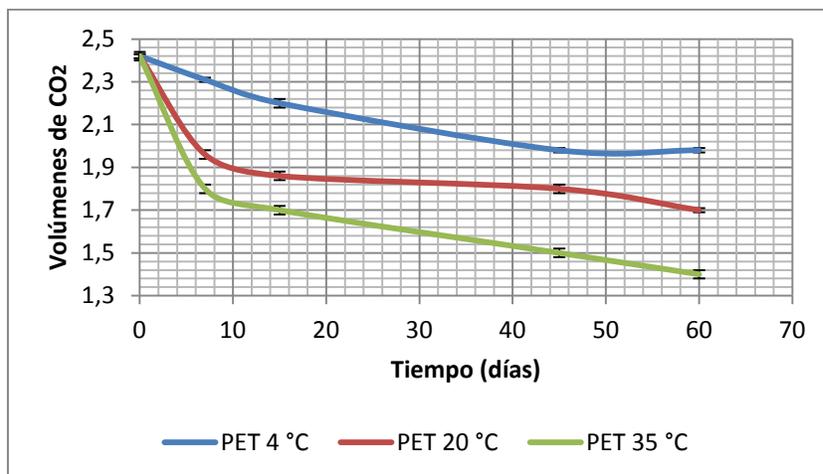


Figura 3.11. Variación del CO₂ durante el estudio de estabilidad en los envases de PET

En la Figura 3.11 se observa que en el transcurso del tiempo, se da una pérdida constante de CO₂ en las bebidas gaseosas envasadas en PET.

A la temperatura de almacenamiento de 35 °C, la cantidad de CO₂ a los 60 días de almacenamiento fue de 1,40 volúmenes en el interior del envase. Los envases almacenados a temperatura de 4 °C presentaron una mayor cantidad de CO₂, al final del estudio de estabilidad con 1,98 volúmenes de CO₂.

El envase de vidrio tiene como principales características la nula interacción con el producto, barrera a la transferencia de gases al no poseer porosidad y la resistencia a la presión interna (Pólit, 1996, pp.1-41). La pérdida de CO₂ durante el estudio de estabilidad se justificada por el tipo de sellado por tillo.

El envase PET es un polímero que posee una permeabilidad de CO₂ de 6 500 a 7 000 (cm³*0,05 mm/ m²*24 h*latu) que permite el paso de gas carbónico al exterior del envase (Pólit, 1996, p. 40).

Tanto en el envase de vidrio como en el envase PET, se tuvo una pérdida de gas carbónico durante el transcurso del tiempo, dándose una mayor pérdida a la temperatura de 35 °C y una menor a la temperatura de 4 °C.

3.5.2 ANÁLISIS QUÍMICO

3.5.2.1 Antocianinas

Las Figuras 3.12 y 3.13 muestran la degradación de antocianinas en el periodo de almacenamiento en los dos tipos de envases (vidrio y PET).

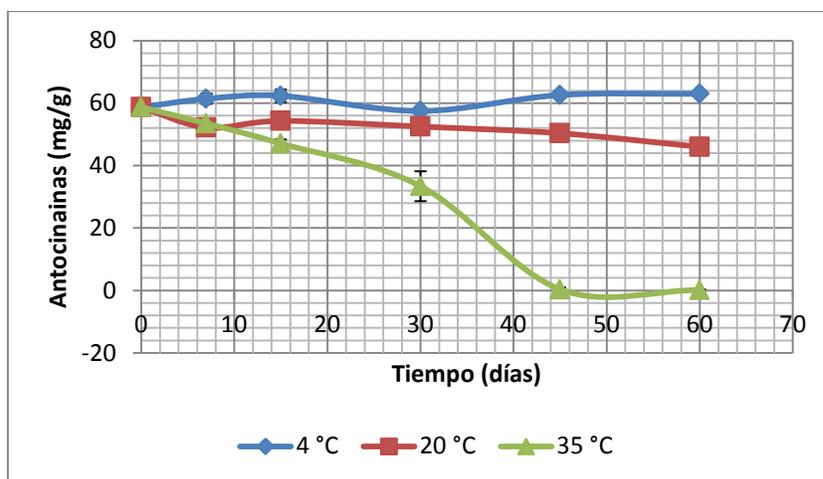


Figura 3.12. Pérdida de antocianinas en envase de vidrio a las temperaturas de almacenamiento

La Figura 3.12 muestra las pérdidas de las antocianinas en el periodo de almacenamiento de 60 días para el envase de vidrio. Se observa que, a los 60 días de almacenamiento, a una temperatura de 35 °C, las antocianinas se pierden en un 99,90 %, a una temperatura de 20 °C se pierden en un 16,03 % y a una temperatura de 4 °C en un 8,23 %.

Se observa que a las temperaturas de 4 °C y 20 °C, al día 15, hay un incremento de antocianinas, esto se debe a la formación de cianidina 3-O de rutosida a partir del glucósido-3-O de cianidina. El método espectrofotométrico utilizado para la medición de antocianinas reconoce el compuesto glucósido-3-O de cianidina que se encuentra en un 67 % del total de compuestos fenólicos en la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) (Coralí, 2012, p. 2).

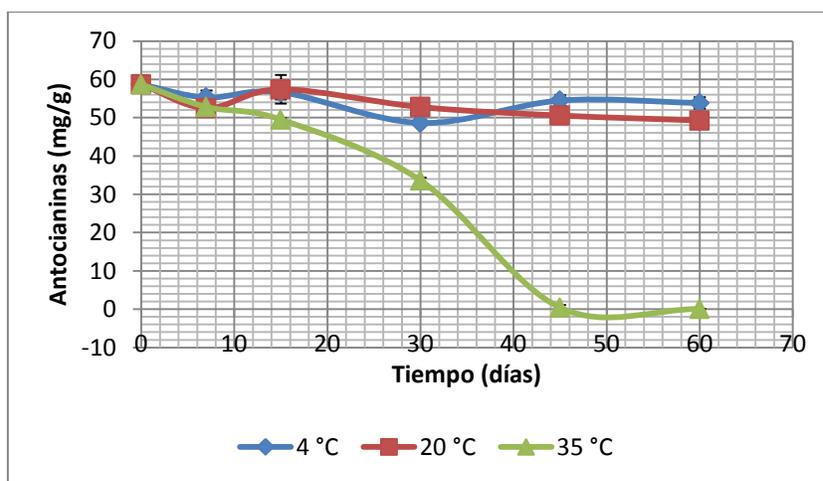


Figura 3.13. Pérdida de antocianinas en envase PET a las temperaturas de almacenamiento

La Figura 3.13 muestra la pérdida de las antocianinas en el periodo de almacenamiento de 60 días para el envase de PET. Se observa que a los 60 días de almacenamiento, a una temperatura de 35 °C, las antocianinas se pierden en un 99,78 %, a una temperatura de 20 °C se pierden en un 21,62 % y a una temperatura de 4 °C en un 2,04 %.

Respecto al incremento de las antocianinas a las temperaturas de 4 °C y 20 °C, al día 15, se da por el mismo efecto de conversión de las moléculas de antocianinas observadas por el envase de vidrio.

Para los dos tipos de envases se observó una pérdida completa de antocianinas a una temperatura de 35 °C, a los 60 días de almacenamiento; esto se debe a que los

compuestos fenólicos, especialmente las antocianinas, son compuestos termolábiles y temperaturas mayores a los 30 °C promueven la pérdida de las mismas (Vasco, 2008, p. 11).

3.5.3 ANÁLISIS SENSORIAL

Se realizó un análisis sensorial al inicio del estudio de estabilidad. Las Tablas 3.12, 3.13, 3.14, 3.15 y 3.16 muestran los resultados obtenidos por el análisis de varianza para cada uno de los atributos sabor a fruta, intensidad de aroma, dulzor, acidez y sabores extraños, respectivamente. La muestra 1 corresponde a la muestra referencia del mercado local y la muestra 2 a la bebida propuesta en esta investigación.

Tabla 3.12. Análisis de varianza con prueba de rango múltiple para el sabor a fruta

Fuente	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	14,726	14,726	11,13	0,0030
Intra grupos	29,098	1,322		
Total (Corr.)	43,825			
Tipo de muestra	Casos	Media	Grupos homogéneos	
1	12	5,191	X	
2	12	6,758	X	
Contraste	Significancia	Diferencia	+/- Límites	
1 - 2	*	-1,566	0,973	

*indica una diferencia significativa

La Tabla 3.12 muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre las medias de la muestra referencia del mercado local y la nueva bebida elaborada para el atributo sabor a fruta.

Además se observa que no existe un grupo homogéneo, según la alineación del signo “X” en la columna respectiva. La prueba de contraste determinó que el sabor a fruta fue más intenso en la bebida propuesta.

De acuerdo con los análisis estadísticos aplicados se observa que los panelistas tienen un mayor agrado por el atributo de sabor a fruta de la bebida formulada que con la bebida del mercado local.

Las Tablas 3.13, 3.14, 3.15, 3.16 muestran que no existe una diferencia estadísticamente significativa en los atributos, intensidad de aroma, dulzor, acidez y sabores extraños, respectivamente. Se concluye que la muestra desarrollada es similar al producto comercial en relación a los atributos estudiados.

Tabla 3.13. Análisis de varianza para el atributo intensidad de aroma

Fuente	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	12,615	12,615	2,87	0,1046
Intra grupos	96,843	4,401		
Total (Corr.)	109,458			

Tabla 3.14. Análisis de varianza para el atributo dulzor

Fuente	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,220	0,220	0,08	0,7743
Intra grupos	57,559	2,616		
Total (Corr.)	57,779			

Tabla 3.15. Análisis de varianza para el atributo acidez

Fuente	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,015	0,015	0,00	0,9502
Intra grupos	82,578	3,753		
Total (Corr.)	82,593			

Tabla 3.16. Análisis de varianza para el atributo sabores extraños

Fuente	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	7,3224	7,322	1,37	0,2544
Intra grupos	111,970	5,331		
Total (Corr.)	119,292			

En los atributos de intensidad de aroma, dulzor, acidez y sabores extraños no se realizó la prueba de rango múltiple porque no existió una diferencia significativa.

3.5.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Los análisis microbiológicos fueron realizados a los tiempos 0, 7, 15, 45 y 60 días para cada tipo de envase almacenado a las tres temperaturas del estudio de estabilidad.

La Tabla 3.17 muestra los resultados microbiológicos durante el estudio de estabilidad.

Tabla 3.17. Resultados de los análisis microbiológicos durante el estudio de estabilidad para los envases de vidrio y PET

Tiempo (días)	Temperatura de almacenamiento (°C)	Envase	Contaje Total Aerobios (UFC ^(a) /mL)	Coliformes Totales (NMP ^(b) /mL)	Hongos y Levaduras (UFC/mL)
0	20	Vidrio	<10	<3	<10
0	20	PET	<10	<3	<10
7	4	Vidrio	<10	<3	<10
7	20	Vidrio	<10	<3	<10
7	35	Vidrio	<10	<3	<10
7	4	PET	<10	<3	<10
7	20	PET	<10	<3	<10
7	35	PET	<10	<3	<10
15	4	Vidrio	<10	<3	<10
15	20	Vidrio	<10	<3	<10
15	35	Vidrio	<10	<3	<10
15	4	PET	<10	<3	<10
15	20	PET	<10	<3	<10
15	35	PET	<10	<3	<10
45	4	Vidrio	<10	<3	<10
45	20	Vidrio	<10	<3	<10
45	35	Vidrio	<10	<3	<10
45	4	PET	<10	<3	<10
45	20	PET	<10	<3	<10
45	35	PET	<10	<3	<10
45	4	Vidrio	<10	<3	<10
60	20	Vidrio	<10	<3	<10
60	35	Vidrio	<10	<3	<10
60	4	PET	<10	<3	<10
60	20	PET	<10	<3	<10
60	35	PET	<10	<3	<10

(a) U.F.C. Unidades formadoras de colonias

(b) N.M.P. Número más probable

La bebida gaseosa obtenida a partir de jugo clarificado por microfiltración tangencial cumple con los requisitos microbiológicos de la norma NTE INEN 1101 que define las especificaciones necesarias para el consumo de bebidas gaseosas. Las características propias de la bebida como el pH y el contenido de CO₂ al interior del envase inhibe el crecimiento microbiano.

La bebida gaseosa envasada en vidrio y en PET permanece inocua durante el periodo de estabilidad estudiado y es apta para el consumo humano.

3.5.5 ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL

Con base en los datos microbiológicos y la cantidad de volúmenes de CO₂, se procedió a calcular el tiempo de vida útil de la bebida gaseosa de mora envasada en envases de vidrio y PET.

La bebida gaseosa de mora no presentó ningún crecimiento microbiano en los dos envases, por lo que se consideró la cantidad de CO₂ como único factor para calcular el tiempo de vida útil.

Mediante el uso de la Fórmula 2.6, se determinó la tasa de velocidad del deterioro de los volúmenes de CO₂, k , durante el tiempo de almacenamiento. La Tabla 3.18 muestra los valores de k calculados en los dos envases estudiados. El Anexo VI muestra los valores de volúmenes de CO₂ durante el tiempo de almacenamiento en los dos tipos de envases.

Tabla 3.18. Velocidad de disminución de volúmenes de CO₂ en envases de vidrio y PET

Tipo de envase	Vidrio	PET
Temperatura de almacenamiento (°C)	k (días ⁻¹)	
4	0,0011515	0,003454
20	0,0016121	0,004375
35	0,002533	0,007139

La velocidad de deterioro (k) se incrementa al aumentar la temperatura en ambos envases pero es mayor en el envase de PET.

Mediante la Fórmula 2.7, se calculó la energía de activación y el factor de frecuencia k'. La Tabla 3.19 muestra los valores obtenidos.

Tabla 3.19. Energía de activación y factor de frecuencia para envases de vidrio y PET

Constantes	Vidrio	PET
Energía de activación (KJ/mol)	17,913	16,398
k' (días ⁻¹)	2,985	4,087

Se consideró una temperatura óptima de almacenamiento de 8 °C y se obtuvo una tasa de velocidad de disminución de los volúmenes de CO₂ (k) de 0,001251 días⁻¹ en envase de vidrio y 0,003644 días⁻¹ en envase PET.

Se consideró que el tiempo de vida útil del producto sería cuando la bebida gaseosa tenga un mínimo de dos volúmenes de CO₂ al interior del envase.

Se empleó la Fórmula 2.6 para calcular el tiempo de almacenamiento de la bebida gaseosa. Los valores obtenidos fueron 152 días en envases de vidrio y 52 días en envases de PET.

El producto envasado en vidrio posee un mayor tiempo de vida útil que el envasado en PET; eso se debe a que el vidrio no posee porosidad, mientras que el PET es un polímero poroso que no impide la migración del gas carbónico al exterior del envase.

La bebida de referencia en el mercado local, Oragine, posee un tiempo de vida útil en envase de vidrio, de 120 días y, en envases de PET, de 90 días.

Se observa que los tiempos de almacenamiento del producto comercial en PET son mayores que los calculados en esta investigación. Esto se debe principalmente a la cantidad inicial de CO₂ al interior del envase; la bebida comercial posee 3,50 volúmenes de CO₂ en envases vidrio y PET, mientras que la bebida elaborada en este estudio posee 2,24 volúmenes de CO₂. El equipo de carbonatación manual “post mix” no permite tener una carbonatación industrial a través de tanques carbonatadores continuos.

3.6 DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE UNA BEBIDA CARBONATADA DE JUGO CLARIFICADO DE MORA

3.6.1 INGENIERÍA CONCEPTUAL

3.6.1.1 Definición del producto

El producto a ser elaborado sería una bebida gaseosa de mora, con una concentración de antocianinas que aporte la cantidad diaria recomendada del compuesto fenólico.

La bebida sería de color rojo intenso, con una cantidad de sólidos solubles de 6 °Brix, un pH de 2,8, una cantidad de 2,6 volúmenes de CO₂ y una concentración aproximada de antocianinas de 58 680 mg/L.

Las bebidas elaboradas serían envasadas en envases de PET de 250 mL, con fajillas circulares pre impresas, y en envases de vidrio de 230 mL, con etiquetas pre impresas. La Tabla 3.20 muestra la formulación de la bebida gaseosa de mora a ser producida en la planta.

Tabla 3.20. Formulación de la bebida gaseosa de mora para 250 mL

Ingredientes	Volumen (mL)	Porcentaje (%)
Agua potable	190	76,0
Jugo clarificado de mora	43	17,2
Azúcar 68 °Brix	17	6,8
Aditivos	mg/L	
Ácido cítrico	105	
Ácido benzoico	300	
Ácido sórbico	300	
Edulmix®	220	

3.6.1.2 Capacidad y localización de la planta

La capacidad de la planta sería de 4 m³ por día de producción de gaseosa de mora envasada un 70 % en envases de PET de 250 mL y un 30% en envases de vidrio de 230 mL.

Su macrolocalización sería la provincia de Tungurahua y su microlocalización el Parque Industrial Ambato (PIA), ubicado aproximadamente a 5 km al norte de la ciudad de Ambato.

El PIA no posee una planta embotelladora de bebidas gaseosas. Según la Cámara de Industrias de la Provincia de Tungurahua, se tienen únicamente bodegas de almacenamiento de bebidas gaseosas de la empresa Big Cola.

Respecto a la disponibilidad de materia prima principal, la mora, el INIAP en el año 2011 realizó un estudio donde se evidenció que para ese año existían 2 200

hectáreas sembradas de mora en la provincia de Tungurahua, siendo esta la provincia de mayor producción de mora en todo el país.

Los sitios de distribución para la bebida gaseosa de mora elaborada se encontrarían aproximadamente a 5 km de distancia del PIA, en la ciudad de Ambato, que es la ciudad de mayor población en la provincia de Tungurahua.

En cuanto a los servicios industriales como agua, energía eléctrica y teléfono, el PIA ofrece la facilidad de instalación de los mismos a través del Municipio de Ambato, con sus respectivas entidades competentes. El PIA cuenta con doble sistema de alcantarillado para agua lluvias y aguas industriales, posee sistemas eléctricos de 110 V y 220 V y agua con caudales acordes al sector industrial.

La permisibilidad de generación de desechos para una planta agroindustrial, según el municipio de Ambato, está normada por las diferentes ordenanzas municipales, además de leyes de la Dirección de Gestión Ambiental de la ciudad de Ambato.

El clima de la ciudad de Ambato, según el Centro Panamericano de Estudios e Investigación Geográfica, es un clima mesotérmico semihúmedo, con temperaturas entre 11 °C y 13 °C, con precipitaciones anuales promedio de 608 mm (CEPEIGE, 2014).

El Parque Industrial Ambato posee una vía principal asfaltada, la Panamericana Norte, para facilitar el transporte de materia prima e insumos, además del producto terminado a las diferentes zonas de comercialización.

El PIA, a través de la Corporación de Empresas del Parque Industrial Ambato (CEPIA), garantiza la fuerza laboral en cada una de las empresas ubicadas en él. Se evidencia una gran fuerza laboral, según registros de la CEPIA; esto se debe a la cercanía de la PIA a la ciudad de Ambato, además de la existencia de un sistema de transporte público al interior del Parque.

La implementación de la embotelladora de gaseosas de mora en el PIA estaría regida por varias entidades competentes de la ciudad de Ambato; éstas garantizan, según las diferentes leyes establecidas por la Constitución de la República, la correcta actividad industrial y su competitividad. La Cámara de Industrias, el Municipio, la Dirección de Gestión Ambiental y la CEPIA son entes principales afines a las restricciones legales e impuestos implantados a la creación y funcionamiento de una empresa agroalimenticia dentro de la provincia de Tungurahua. El Servicio de Rentas Internas (SRI), con el pago del impuesto a la renta, y los diferentes permisos de funcionamiento emitidos por los bomberos también serían bases legales para la creación y el desarrollo de la empresa.

Dentro del PIA, la topografía corresponde a un suelo arenoso plano, con un costo de tierra sugerido de 40 USD el m² (CEPIA, 2014); además, se tienen facilidades de expansión por ser una zona de total preferencia industrial.

El PIA posee servicio de bomberos y la CEPIA posee su personal de emergencia en caso de alguna eventualidad; el PIA no tiene un historial de incendios ni inundaciones y la mayor adversidad en varias ocasiones ha sido la ceniza emitida por la activación del volcán Tungurahua.

El PIA, al ser una zona netamente industrial a las afueras de la ciudad de Ambato, no posee un impacto social a la comunidad en la creación de la planta embotelladora de bebida gaseosa de mora.

3.6.1.3 Estudio de la disponibilidad de materia prima e insumos

La nueva empresa embotelladora se abastecería de la materia prima, la mora, a través de los proveedores ubicados en la provincia de Tungurahua. Los distribuidores deberían garantizar condiciones de calidad, cantidad, costo y puntualidad de entrega. Los potenciales proveedores de mora se encuentran en la zona rural de la ciudad de Ambato, en los cantones de: Tisaleo, Mocha y Cevallos.

Para la adquisición de envases, se tendrían a las empresas Agricomisa, para los envases de PET de 250 mL (de 18 g de peso), con sus respectivas tapas y fajillas plásticas, y la empresa Ecoenvases para los envases de vidrio de 230 mL, con sus respectivas tapas. Las dos empresas se localizan en la provincia del Guayas.

3.6.1.4 Análisis de las alternativas tecnológicas

Con base a los resultados del estudio del efecto del coctel enzimático Klerzyme 150[®] sobre el proceso de extracción de pulpa y la obtención del jugo clarificado de mora, se seleccionó la alternativa tecnológica que tuvo el mayor rendimiento de producción de jugo clarificado de mora y correspondió al tratamiento T1.

La secuencia de operaciones unitarias del proceso tecnológico a ser utilizado en la planta embotelladora sería la siguiente: clasificación, lavado y desintegrado de la mora, hidrólisis enzimática con el uso del coctel enzimático Klerzyme 150[®], despulpado para la eliminación de semillas y cáliz, desaireado y uso de tecnología de membranas para el proceso de microfiltración tangencial en la obtención de jugo clarificado de mora, formulación del jarabe de la bebida gaseosa, carbonatación mediante el uso de CO₂ de grado alimenticio y finalmente envasado en botellas PET de 250 mL y vidrio de 230 mL. Ver Figuras 3.14 y 3.15.

3.6.1.5 Identificación de los servicios industriales

Los servicios industriales necesarios para el funcionamiento de la planta son: energía eléctrica, agua, aire presurizado, vapor y CO₂, además de diesel para el funcionamiento de montacargas y caldero.

3.6.2 INGENIERÍA BÁSICA

3.6.2.1 Introducción

Descripción del alcance del proyecto

Se propone diseñar una planta embotelladora de bebidas gaseosas de mora, con una capacidad de 4 m³ día, a funcionar en la provincia de Tungurahua, en el Parque Industrial Ambato.

Se realizó una investigación preliminar de ingeniería conceptual, en la cual se propone obtener una bebida gaseosa de mora que aporte compuestos antocianínicos y prevenga enfermedades degenerativas. La materia prima principal, la mora, sería adquirida en los cantones de Tisaleo, Mocha y Cevallos y las botellas serían adquiridas en empresas ubicadas en la provincia del Guayas. La mora será clasificada y lavada para posteriormente, mediante procesos de hidrólisis y despulpado, obtener la pulpa y poder clarificarla mediante la tecnología de membrana de microfiltración tangencial. Luego se dará un proceso de gasificación para obtener la bebida gaseosa de mora, la cual será envasada en envases de PET y vidrio de 250 mL y 230 mL, respectivamente. La bebida gaseosa a producirse estará regida principalmente por la norma NTE INEN 1101, sobre bebidas gaseosa y sus requisitos.

Estándares y normas técnicas nacionales e internacionales y sistema de unidades a utilizar

Para el diseño de la planta embotelladora de bebidas gaseosas, los diagramas de BFD, PFD y P&ID utilizarán la norma del Instituto Nacional de Estandarización Americana, ANSI. Se usará el Sistema Internacional de Unidades, SI, para los cálculos necesarios durante el diseño al igual que el Lay out. Se usará la nomenclatura PDVSA para la caracterización de tuberías.

3.6.2.2 Diseño del proceso tecnológico

Descripción detallada del proceso

El proceso de elaboración de la bebida gaseosa de mora se realizará en condiciones inocuas de equipos e infraestructura, con una humedad relativa del 60 % y libre de plagas.

Se realizará un control de calidad de cada lote de la materia prima recepcionada, en donde se efectuará un muestreo de 40 frutos y se analizarán los siguientes parámetros físicos conforme a la norma INEN 2427: peso mediante una balanza con precisión de 0,001 g; y diámetro mayor y diámetro menor, con el uso de un calibrador de precisión en milímetros. En los análisis químicos se evaluarán: la cantidad de sólidos solubles, mediante un refractómetro con base a la norma NTE INEN 380; el pH con un pH-metro, según la norma NTE INEN 389; y la acidez titulable empleando la normativa NTE INEN 381. Los análisis se realizarán en el área de control de calidad.

Inicialmente, la mora se pesará con el uso de la balanza BA-101, corriente uno, (1) y almacenará en lotes en una cámara de refrigeración a 3 °C (INEN, 2427:2010, p. 5). La mora pesada, se lavará en una lavadora de frutas LA-102 (3), a una velocidad de

2 000 kg/h, con el uso de agua clorada a 70 ppm a 16 °C, (2). La mora será escurrida a través de un tamiz propio de la lavadora LA-102 para la eliminación del agua clorada utilizada (4). La mora lavada y escurrida será clasificada manualmente para la eliminación de impurezas y frutos en mal estado a través de la banda transportadora BT-103 (5).

Para el proceso de lavado se utilizarán 1,2 L de agua por kg de mora. Para el proceso de clasificado y lavado se considerará un 0,73 % de desperdicios de la cantidad de mora ingresada.

La mora lavada y clasificada (6) será desintegrada en un desintegrador DE-104 sin malla, a una velocidad de 3 000 kg/h. Se considerara un 3,95 % de pérdidas durante el proceso, debido a impregnación de la mora en el equipo (8). Posteriormente, la fruta desintegrada (7), se someterá a un proceso de hidrólisis enzimática en una marmita MA-105, en el cual se utilizará el coctel enzimático Klerzyme 150[®], en una concentración de 0,5 mL/kg de pulpa (10), por una hora, a 30 °C, con agitación constante. A continuación, la mora desintegrada hidrolizada (9) se destinará a un proceso de despulpado con el uso de una despulpadora DE-106, a una velocidad de 2000 kg/h para la extracción de semillas y cáliz. Se considerará una pérdida por semillas y cáliz del 15,51 % (12).

La pulpa obtenida (11) será almacenada en un tanque pulmón TA-201. La pulpa será homogenizada y desaireada en un molino coloidal DS-202 durante 15 minutos a una velocidad de 1 800 L/h (12). La pulpa de mora desaireada, será almacenada en un tanque de almacenamiento TA-203. La mora desaireada (13) pasará al equipo de microfiltración tangencial MT-204, a 2 bar de presión y a 30°C. Se obtendrá el jugo clarificado de mora a una velocidad máxima de 1 728 L/h y será almacenado en un tanque de almacenamiento TA-206 (14). El retenido será receptado en un tanque de almacenamiento TA-205. Se considerará un 61,66 % de retenido de la pulpa de mora durante el proceso de clarificación (15).

Se pesará el azúcar en una balanza BA-302 (20). El azúcar pesado (21) se mezclará en una marmita MA-303 con agua potable tratada a 70 °C, para obtener el jarabe de azúcar a 68 °Brix (22). El jarabe de azúcar pasará a un filtro de carbono FR-304 por una hora para ser clarificado y eliminar olores y el color indeseable (23). El jarabe filtrado se almacenará en un tanque de acero inoxidable TA-305, por 3 horas y 45 min (24).

El jugo clarificado (14) y el jarabe de azúcar filtrado almacenado (25) serán utilizados para la formulación del jarabe de la bebida gaseosa de mora. Se utilizará la formulación de la Tabla 3.20, se pesará en una balanza digital BA-301 el edulcorante Edulmix® (16), el ácido cítrico (17), el ácido benzoico (19) y el ácido sórbico (18). Se utilizará un tanque con agitador de acero inoxidable MZ-401 para la elaboración del jarabe para los envases de vidrio y un tanque con agitador de acero inoxidable MZ-402 para elaborar el jarabe para los envases de PET. El tiempo de mezclado será de 15 min.

Los envases de PET serán lavados con agua clorada a 60 ppm mediante una lavadora de botellas EN-601 (31), a una velocidad máxima de 9 960 botellas por hora (BPH), mientras que los envases de vidrio nuevos como reciclados serán lavados en una lavadora de botellas de vidrio horizontal LB-801 (32), a 70 °C, con una solución de NaOH del 1,5 %, a una velocidad máxima de 7 200 BPH.

Desde las mezcladoras MZ-401 y MZ-402, el jarabe de la bebida gaseosa (26), será enviado a los sistemas de carbonatación EN-502 y EN-601 para el llenado y tapado de las líneas de producción de envases vidrio y PET, respectivamente.

Un sistema de enfriamiento SR-501 enfriará el agua desde 16 °C hasta 3 °C, a una velocidad de 10 000 L/h (28). El agua a 3 °C (27) será mezclada con el jarabe de azúcar hasta 6 °Brix, en el tanque carbonatador correspondiente de las envasadores EN-502 y EN-601 para el envasado de envases en botellas de vidrio y PET, respectivamente.

El jugo de mora diluido carbonatado pasará posteriormente al proceso de llenado y tapado, en los mismos equipos EN-502 y EN-601. Los equipos de llenado y tapado funcionarán a una velocidad máxima de 9 960 BPH.

Se utilizará CO₂ (30) de grado alimenticio y, mediante las válvulas de llenado, se envasará la bebida gaseosa en envases de PET y vidrio. Se considerará, por defectos en botellas, un 0,2 % de desperdicios de la bebida gaseosa (31).

Las bebidas gasificadas envasadas en vidrio y PET (29), viajarán a través de bandas transportadoras BT-503 y BT-602, respectivamente. Un equipo codificador impregnará la fecha de elaboración, fecha de caducidad, lote y precio del producto en cada uno de los envases.

El proceso de etiquetado se dará únicamente a las botellas de PET. Se pegarán etiquetas al envase con el equipo ET-701, a una velocidad máxima de 10 800 BPH. Los envases de vidrio serán previamente etiquetados por el proveedor.

Las gavetas para encajonar los envases de vidrio serán previamente lavadas por medio de una lavadora de gavetas LG-802, a 50 °C, y por medio de la banda transportadora BT-803 serán enviadas al proceso de encajonado a una velocidad máxima de 300 gavetas por hora.

El proceso de empaquetado para los envases de vidrio se realizará en gavetas acorde a los envases de presentación de 230 mL, en una cantidad de 24 envases por gaveta. Los envases de PET se agruparán en paquetes de 12 botellas para que, por medio del uso de un plástico termoencogible a 50 °C, sean empaquetados en una empaquetadora TF-702, a una velocidad máxima de 15 paquetes por minuto.

Las gavetas y los paquetes termosellados serán colocados en pallets de madera para su posterior almacenamiento.

Diagrama de bloques (BFD)

Las Figuras 3.14 y 3.15 muestran los diagramas de bloques para la elaboración de bebidas gasificadas de mora en envases PET y vidrio, respectivamente.

Diagrama de flujo (PFD)

Las Figuras 3.16 y 3.17 muestran los diagramas de flujo para la elaboración de bebidas gasificadas de mora en envases PET y vidrio, respectivamente.

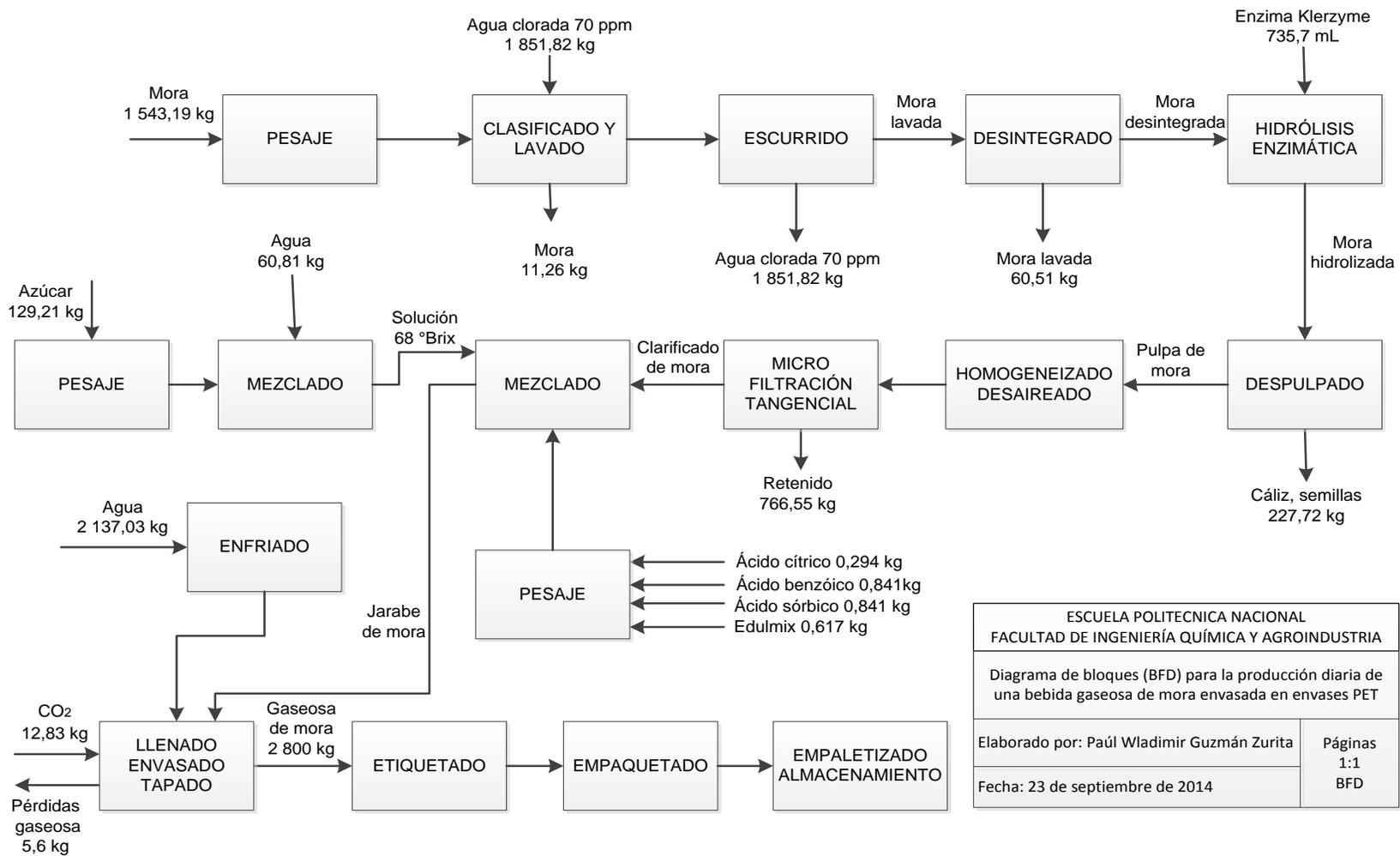


Figura 3.14. BFD, producción bebida gasificada de mora, envasada en PET

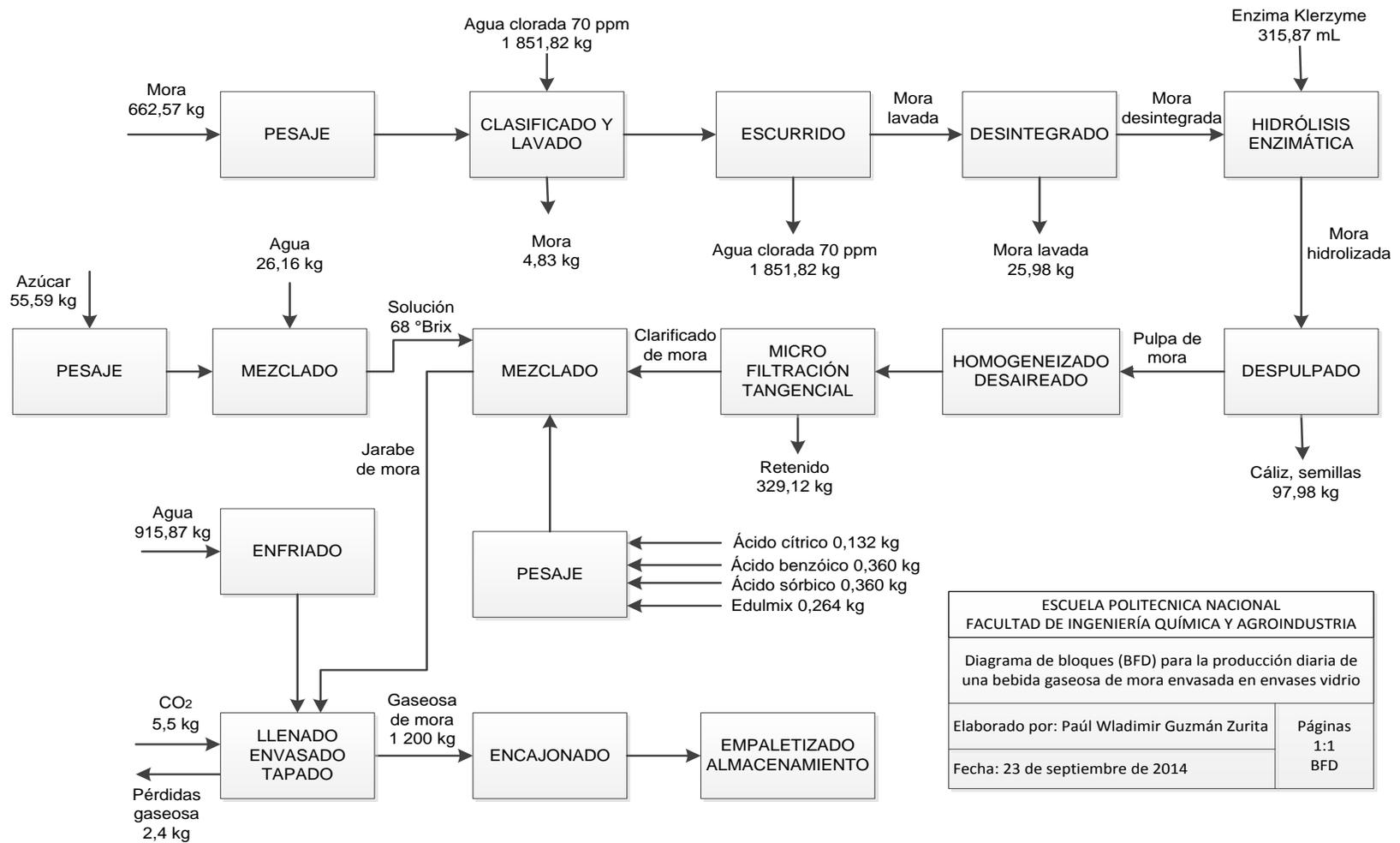


Figura 3.15. BFD, producción bebida gasificada de mora, envasada en vidrio

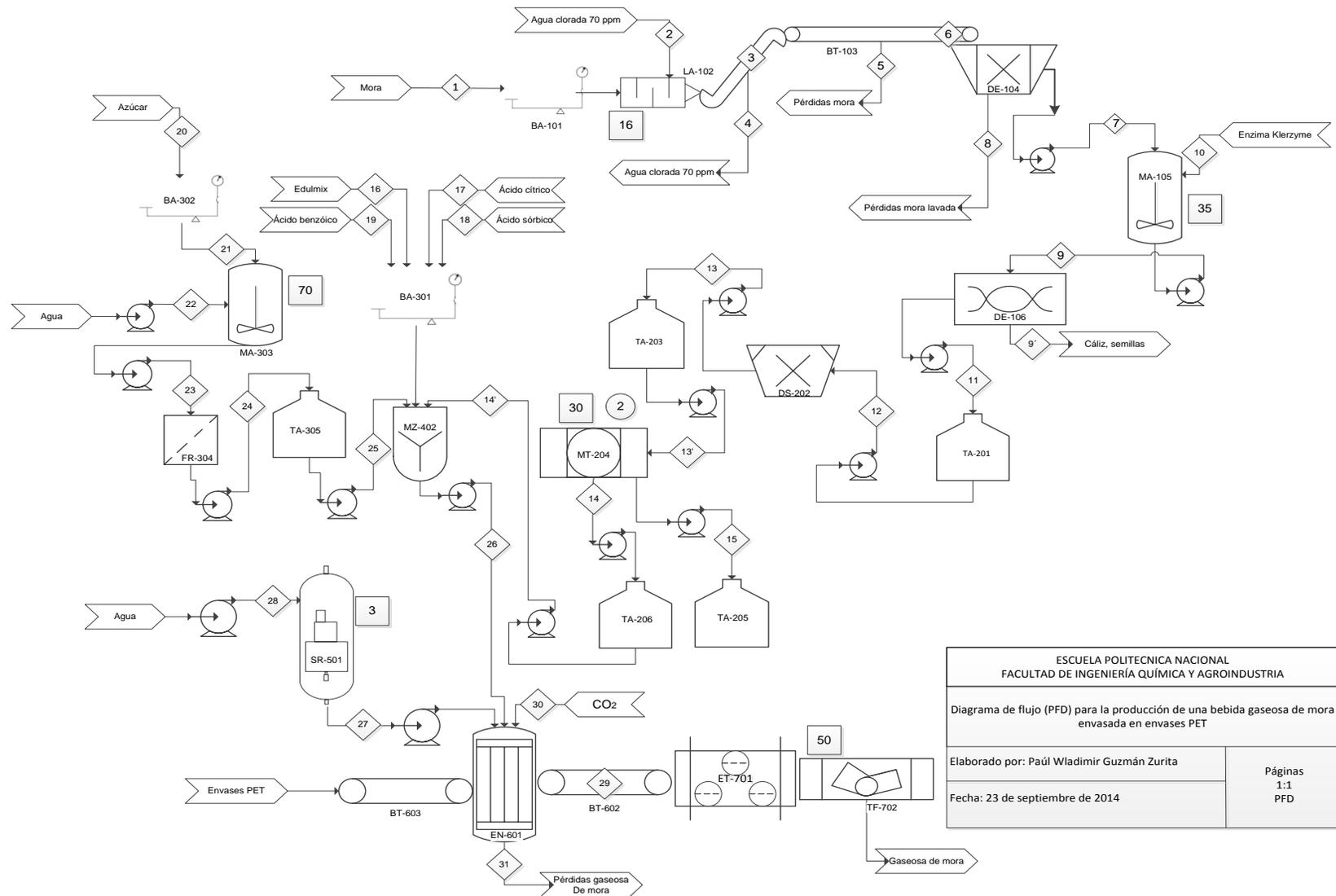
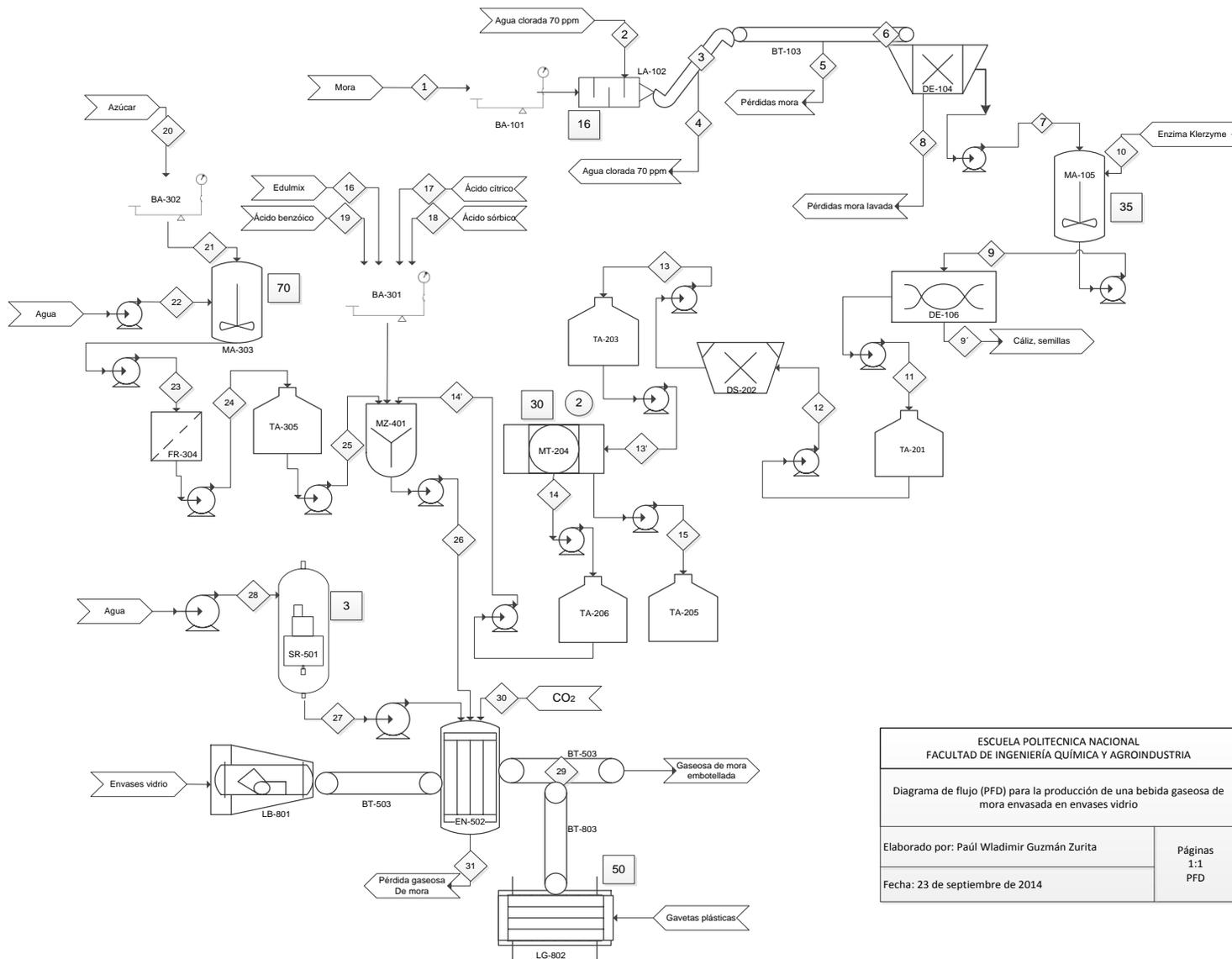


Figura 3.16. PFD, producción bebida gasificada de mora, envasado en PET



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA	
Diagrama de flujo (PFD) para la producción de una bebida gaseosa de mora envasada en envases vidrio	
Elaborado por: Paul Wladimir Guzmán Zurita	Páginas 1:1 PFD
Fecha: 23 de septiembre de 2014	

Figura 3.17. PFD, producción bebida gasificada de mora, envasado en vidrio

Plano de simbología, abreviaturas y nomenclatura utilizada en equipos

La Tabla 3.21 muestra las diferentes áreas establecidas para la zona de producción y los equipos pertenecientes a cada una, con su respectiva nomenclatura utilizada en el diagrama de flujo del proceso tecnológico, PFD.

Tabla 3.21. Codificación de los equipos de producción por área y proceso

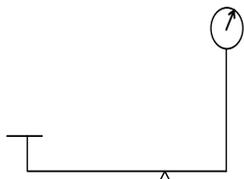
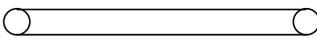
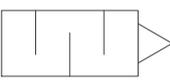
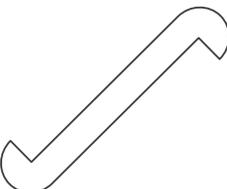
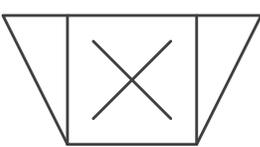
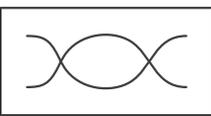
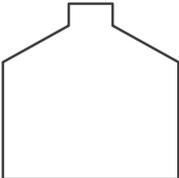
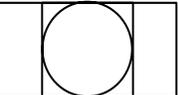
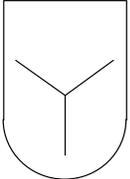
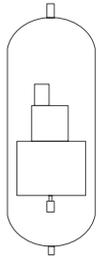
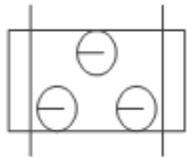
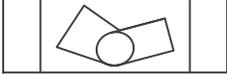
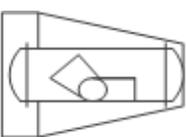
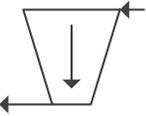
Área	Proceso	Equipos	Codificación
1	Recepción de mora	Balanza electrónica	BA-101
	Lavado y filtrado de mora	Lavadora de frutas	LA-102
	Selección y clasificación de mora	Banda transportadora	BT-103
	Desintegrador de mora lavada	Desintegrador	DE-104
	Hidrólisis enzimática	Marmita	MA-105
	Despulpado de mora desintegrada	Despulpadora	DE-106
2	Almacenamiento de pulpa hidrolizada de mora	Tanque de almacenamiento	TA-201
	Desaireado y homogeneizado	Equipo MFT	DS-202
	Tanque almacenamiento mora desaireada	Tanque de almacenamiento	TA-203
	Microfiltrado	Equipo de microfiltración tangencial	MT-204
	Almacenamiento de clarificado de mora	Tanque de almacenamiento	TA-206
	Almacenamiento de retenido de mora	Tanque de almacenamiento	TA-205
3	Pesaje aditivos alimenticios	Balanza electrónica	BA-301
	Pesaje de azúcar	Balanza electrónica	BA-302
	Calentamiento del azúcar	Marmita	MA-303
	Filtrado de jarabe de azúcar	Filtro de carbono	FR-304
	Almacenamiento de jarabe de azúcar	Tanque de almacenamiento	TA-305

Tabla 3.21. Codificación de los equipos de producción por área y proceso (continuación...)

Área	Proceso	Equipos	Codificación
4	Mezclado de jarabe para envases de vidrio	Tanque de mezcla	MZ-401
	Mezclado de jarabe para envases de PET	Tanque de mezcla	MZ-402
5	Enfriamiento de agua	Intercambiador de tubos	SR-501
	Gasificado, llenado y tapado de envases vidrio	Gasificadora, llenadora y tapadora	EN-502
	Trasporte de bebidas gasificadas envasadas vidrio	Banda transportadora	BT-503
	Trasporte envases limpios de vidrio	Banda transportadora	BT-504
6	Lavado, gasificado, llenado y tapado de envases PET	Lavadora, gasificadora, llenadora y tapadora	EN-601
	Trasporte de bebidas gasificadas envasadas	Banda transportadora	BT-602
	Trasporte envases limpios de PET	Banda transportadora	BT-603
7	Etiquetado	Etiquetadora	ET-701
	Empaquetado	Empacadora termoencogible	TF-702
8	Lavado de botellas retornables de vidrio	Lavadora de botellas	LB-801
	Lavado de gavetas plásticas	Lavadora de gavetas	LG-802
	Trasporte de gavetas para envasado de vidrio	Banda transportadora	BT-803

La simbología de los equipos utilizada en los diagramas PFD y P&ID se encuentra en la Tabla 3.22.

Tabla 3.22. Simbología de los equipos utilizados en el área de producción de la planta

Equipos			
 Balanza	 Banda transportadora	 Lavadora de frutas	 Banda transportadora perforada
 Desintegrador	 Marmita	 Despulpadora	 Tanque de almacenamiento
 Desaireador y homogeneizador	 Filtro MFT	 Filtro de carbono	 Tanque de mezcla
 Sistema de refrigeración de agua	 Lavadora, gasificadora, llenadora y tapadora	 Etiquetadora	 Empacadora termoencogible
 Lavadora de botellas de vidrio	 Lavadora de gavetas plásticas	 Caldero	 Compresor de aire

3.6.2.3 Balance de materiales

En las Tablas 3.23, 3.24, 3.25, 3.26, 3.27, 3.28 y 3.29 se encuentra el resumen del balance de materiales de la planta para las dos presentaciones, PET y vidrio.

Tabla 3.23. Resumen del balance de masa en la línea de producción del retenido

Número de corriente	1	2	3	4	5	6	7	8
Flujo másico (kg/día)	2205,76	2646,91	2205,76	2646,91	16,10	2189,66	2103,17	86,50
Estado	Sólido	Líquido	Sólido	Sólido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
Temperatura (° C)	3	16	16	16	16	16	16	30
Agua clorada (70 ppm) (kg/día)	-	2 646,91	-	2 646,91	-	-	-	-
Mora (kg/día)	2 205,76	-	-	-	-	-	-	-
Mora dañada (kg/día)	-	-	-	-	16,10	-	-	-
Mora lavada (kg/día)	-	-	2 205,76	-	-	2 189,66	-	-
Pérdidas por desintegrado de mora (kg/día)	-	-	-	-	-	-	-	86,49
Mora desintegrada (kg/día)	-	-	-	-	-	-	2 103,17	-

Tabla 3.24. Resumen del balance de masa en la línea de producción del retenido
(continuación...)

Número de corriente	9	10	11	9'	12	13	14	15
Flujo másico (kg/día)	2104,12	0,945	1777,77	326,35	1777,75	1777,75	681,56	1096,2
Estado	Líquido	Líquido	Líquido	Sólido	Líquido	Líquido	Líquido	Sólido
Temperatura (° C)	5	16	16		16	30	30	
Mora hidrolizada (kg/día)	2 104,12	-	-	-	-	-	-	-
Klerzyme 150 [®] (kg/día)	-	0,95	-	-	-	-	-	-
Pulpa de mora (kg/día)	-	-	1 777,77	-	1 777,77	-	-	-
Cáliz, semillas (kg/día)	-	-	-	326,35	-	-	-	-
Pulpa desaireada de mora (kg/día)	-	-	-	-	-	1 777,77	-	-
Clarificado de mora (kg/día)	-	-	-	-	-	-	681,60	-
Retenido de mora (kg/día)	-	-	-	-	-	-	-	1 096,2

Tabla 3.25. Resumen del balance de masa para la línea de producción del jarabe neutro

Número de corriente	20	21	22	23	24
Flujo másico (kg/día)	184,8	184,8	86,97	271,77	271,77
Estado	Sólido	Sólido	Líquido	Líquido	Líquido
Temperatura (° C)	16	16	16	70	70
Agua (kg/día)	-	-	86,97	-	-
Azúcar (kg/día)	184,8	184,8	-	-	-
Jarabe de azúcar 68 B° (kg/día)	-	-	-	271,77	271,77

Tabla 3.28. Resumen del balance de masa en la línea de producción de carbonatado, llenado, tapado y empaquetado de envases PET

Número de corriente	26	27	28	29	30	31
Flujo másico (kg/día)	669,56	2137,03	2137,03	2800,02	13,56	6,57
Estado	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido embotellado	Gas	Líquido
Temperatura (° C)	16	3	16	4	2	4
Agua (kg/día)	-	2 137,03	2 137,03	-	-	-
Jarabe de mora (kg/día)	669,56	-	-	-	-	-
CO ₂ (kg/día)	-	-	-	-	12,83	-
Pérdida gaseosa (kg/día)	-	-	-	-	-	6,57
Gaseosa de mora (kg/día)	-	-	-	2 800,02	-	-

Tabla 3.29. Resumen del balance de masa en la línea de producción de carbonatado, llenado, tapado y encajonado de envases de vidrio

Número de corriente	26	27	28	29	30	31
Flujo másico (kg/día)	287,82	915,87	915,87	1200,877	13,56	2,82
Estado	Líquido embotellado	Líquido	Líquido	Líquido embotellado	Gas	Líquido
Temperatura (° C)	16	3	16	4	2	4
Agua (kg/día)	-	915,87	915,87	-	-	-
Jarabe de mora (kg/día)	287,82	-	-	-	-	-
CO ₂ (kg/día)	-	-	-	-	5,5	-
Pérdida gaseosa (kg/día)	-	-	-	-	-	2,82
Gaseosa de mora (kg/día)	-	-	-	1 200,87	-	-

3.6.2.4 Balance de energía

Para los cálculos necesarios del balance de energía, se tomaron en consideración todos en procesos en los cuales interviene vapor saturado como fluido de calentamiento. Los procesos dentro del área de producción son: hidrólisis de la mora, preparación del jarabe neutro, lavado de las botellas de vidrio y lavado de las

gavetas plásticas para la línea de producción de envases de vidrio. En los dos últimos procesos mencionados, el vapor necesario viene dado para los requerimientos de cada uno de los equipos (Anexo VII).

En la Tabla 3.30 se muestra el resumen del balance de energía dentro del área de producción.

Tabla 3.30. Resumen del balance de energía dentro del área de producción

Proceso	Energía requerida (kJ/día)
Hidrólisis mora desintegrada	161 141,79
Preparación del jarabe neutro	1 098,95
Lavado de botellas de vidrio	1 416,51 E+04
Lavado de gavetas plásticas	1 628,79 E+03
TOTAL	15 956 130,74
Total (factor de seguridad 35 %)	21 540 776,5

La energía total requerida por día en el área de producción es de 21 540 776,5 kJ/día, al considerar un factor de seguridad del 35 %.

3.6.2.5 Vapor necesario en planta

Con base en los resultados de la Tabla 3.30, la energía necesaria por día es de 21 540 776,5 kJ. Para determinar el vapor saturado a 40 psi necesario se tiene que: $Lv_{vapor} = 2 171,73 \text{ kJ/kg}$, a una temperatura de 130,68 °C. Se aplica la fórmula [3.1] para encontrar la masa necesaria de vapor.

$$Q_{total} = m_{vapor} * Lv \quad [3.1]$$

Donde:

Q_{total} = Calor total necesario (kJ/día)

M_{vapor} = Masa del vapor saturado (kg)

L_v = Calor latente de vaporización

Al usar la fórmula [3.1] se tiene:

$$Q_{Total} = m_{vapor} * L_v \quad [3.1]$$

$$21\,540\,776,5 \text{ kJ} = m_{vapor} * 2\,171,73 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$m_{vapor} = 9\,918,71 \text{ kg}$$

La planta, en el área de producción, necesita 9 918,71 kg de vapor saturado.

El 98,98 % del vapor usado corresponde a la limpieza de las botellas de vidrio y el lavado de las gavetas plásticas, por lo que no se pueden reutilizar los condensados (agua con impurezas).

3.6.2.6 Dimensionamiento del caldero

Con base en la Tabla 3.30, sobre la energía necesaria, se puede determinar la capacidad del caldero mediante la fórmula 3.2. (BHP = 33 475 BTU/h)

$$\text{Capacidad del caldero} = \frac{\text{Total de energía requerida}}{\text{Tiempo de los procesos en que interviene energía}} \quad [3.2]$$

$$\text{Capacidad del caldero} = 21\,540\,776,5 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} * \frac{\text{día}}{3 \text{ horas}} * \frac{\text{BTU}}{1,055 \text{ kJ}} * \frac{\text{BHP}}{33\,475 \text{ BTU/h}}$$

$$\text{Capacidad del caldero} = 203,31 \text{ BHP}$$

La capacidad del caldero empleada en la planta embotelladora de bebidas gasificadas de mora será de 204 BHP.

3.6.2.7 Requerimiento de combustible

El combustible usado en el caldero será el diesel. La fórmula 3.3 es usada para determinar la cantidad de diesel usada en el funcionamiento del caldero.

$$Q_{Total} = m_{diesel} * h_{Diesel} \quad [3.3]$$

$$21\,540\,776,5 \text{ kJ} = m_{diesel} * 52325 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$m_{diésel} = 411,67 \text{ kg}$$

Los kilogramos de diesel obtenidos se transforman a galones mediante la fórmula de la densidad del diesel [3.4]

$$\rho_{diésel} = \frac{m_{diésel}}{V_{diésel}} \quad [3.3]$$

$$0,83 \frac{\text{kg}}{\text{L}} * \frac{3,7854 \text{ L}}{\text{gal}} = \frac{411,67 \text{ kg}}{V_{diésel}}$$

$$V_{diésel} = 131,02 \text{ gal}$$

Según los cálculos realizados, se requieren 131 galones de diesel por día para el funcionamiento del caldero.

3.6.3 DISEÑO BÁSICO DE LA PLANTA

Se diseñó una planta en forma de “L” por algunas ventajas que tiene, entre ellas está la posible ampliación a las cuatro caras de la fábrica, una forma adaptada en función al desarrollo del producto, una excelente separación de áreas de producción y almacenamiento de producto terminado y zonas de combustibles, además de la eliminación de cruces de personal en la zona de trabajo (Casp, 2005, p. 196, 197).

3.6.3.1 Lista de equipos en cada área

En la Tabla 3.31, se encuentran los criterios que se utilizaron para dimensionar las áreas de trabajo de la planta, así como de los almacenes de recepción de materia prima, bodega de insumos y producto terminado.

Tabla 3.31. Criterios para el dimensionamiento de las áreas en la planta de producción

Producción	Almacenes	Recepción y Expedición	Limpieza
Equipos y movilidad	Ritmos de fabricación	Frecuencia y volúmenes de las entregas	Tipo de materiales a limpiar
Mantenimiento de equipos	Secuencia de trabajo	Condiciones de almacenamiento	Frecuencia de limpieza
Puestos y turnos de trabajo	Volúmenes de materia prima, producto terminado e insumos	Demora de las operaciones	

Fuente: Casp, 2005, p. 194

Además se consideraron las diferentes condiciones ambientales como: emisión de ruido, generación de polvo y desechos.

Se caracterizaron las diferentes áreas respecto a salidas de desecho para facilitar la eliminación de los mismos.

La Tabla 3.32 muestra las diferentes áreas de la zona de producción de la planta.

Tabla 3.32. Áreas de la zona de producción de la planta

Nombre del área	Número de área
Producción de pulpa de mora	1
Producción de jugo clarificado de mora	2
Producción de jarabe de azúcar	3
Zona de elaboración de jarabes	4
Producción de bebidas gasificadas de mora en envase de vidrio	5
Producción de bebidas gasificadas de mora en envase de PET	6
Empaquetado de bebidas gasificadas envases de PET	7
Encajonado de bebidas gasificadas envases de vidrio	8
Caldero (producción de vapor)	9
Compresor (generación de aire)	10
Bodega de producto terminado	11

Los equipos de cada área se encuentran detallados en la Tabla 3.21.

3.6.3.2 Hojas de especificaciones técnicas de los equipos

Las hojas técnicas de los equipos principales y secundarios se encuentran en el Anexo VIII. Las hojas técnicas fueron elaboradas con los nombres de los equipos, el fabricante, el ítem, el número requerido de unidades, potencia, dimensiones y peso. Además del tipo y principio de operación y esquema.

3.6.3.3 Distribución de la planta en el área de producción

Se consideró el espacio físico: los espacios necesarios para movimiento de material, almacenamiento, trabajadores de planta y personal de mantenimiento.

Según Casp (2005) en la distribución en planta se consideraron varios aspectos, entre los cuales están (p. 69):

- ❖ Integración conjunta de factores que afectan la producción.
- ❖ Movimiento del material según distancias mínimas.
- ❖ Circulación del trabajo a través de la planta.
- ❖ Utilización efectiva de todo el espacio.
- ❖ Satisfacción y seguridad de los trabajadores.
- ❖ Flexibilidad de reordenación.

La distribución de espacios se determinó en función de las dimensiones del equipo, añadiendo 0,6 m a cada lado (o alrededor en el caso de equipos circulares), para que se sitúen los operarios (Casp, 2005, p. 127).

En el Anexo IX, se presenta la distribución del área de producción “Lay out” y en el Anexo X se presentan las elevaciones y cortes del área de producción.

3.6.4 DISEÑO DE DETALLE DE LA PLANTA

3.6.4.1 Diagrama de instrumentación y tuberías (P&ID)

Las Figuras 3.18 y 3.19 muestran los diagramas de instrumentación y tuberías (P&ID) para la elaboración de bebidas gasificadas de mora en envases PET y vidrio, respectivamente.

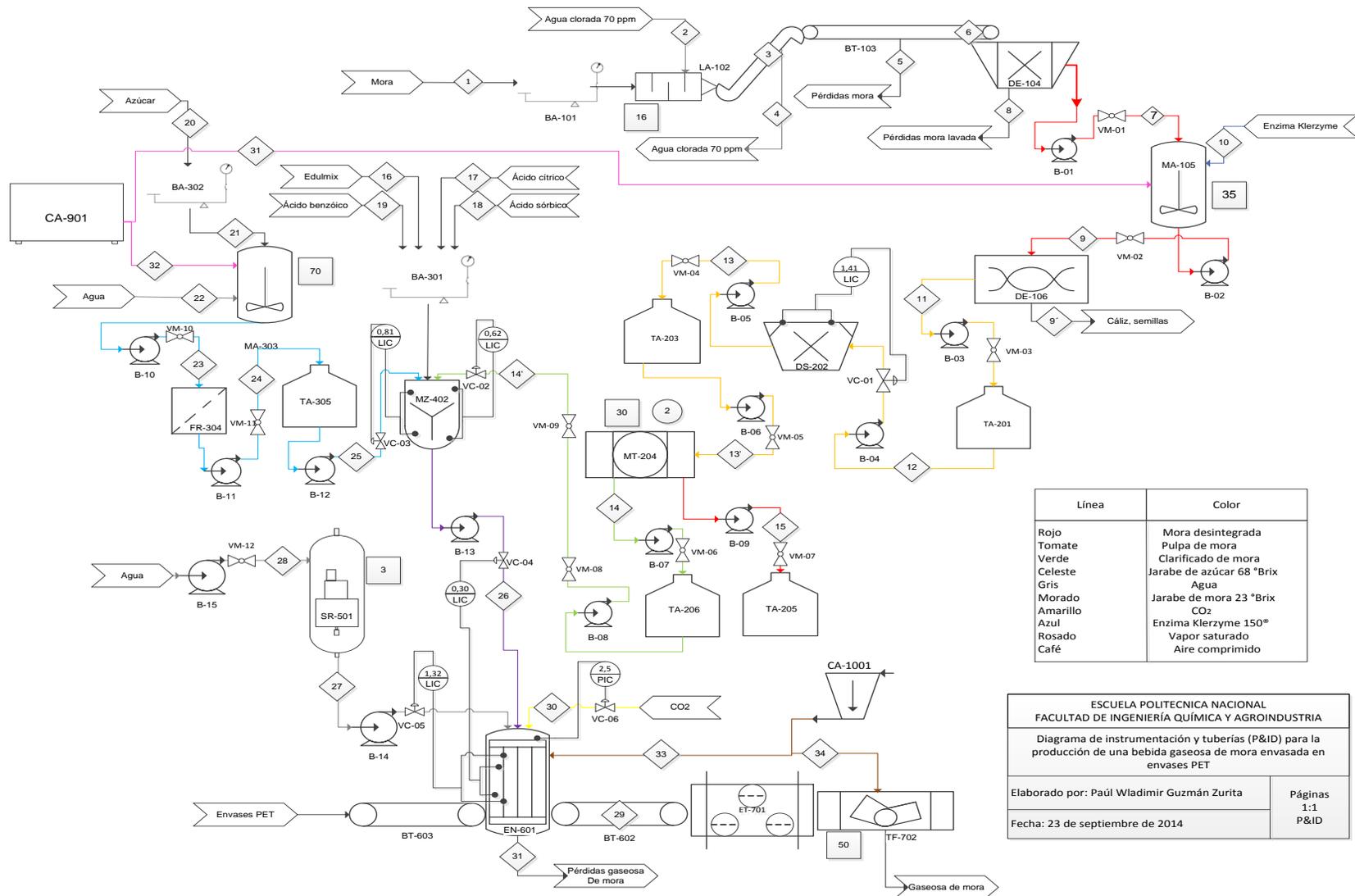


Figura 3.18. P&ID, producción de bebida gasificada de morera en envase PET

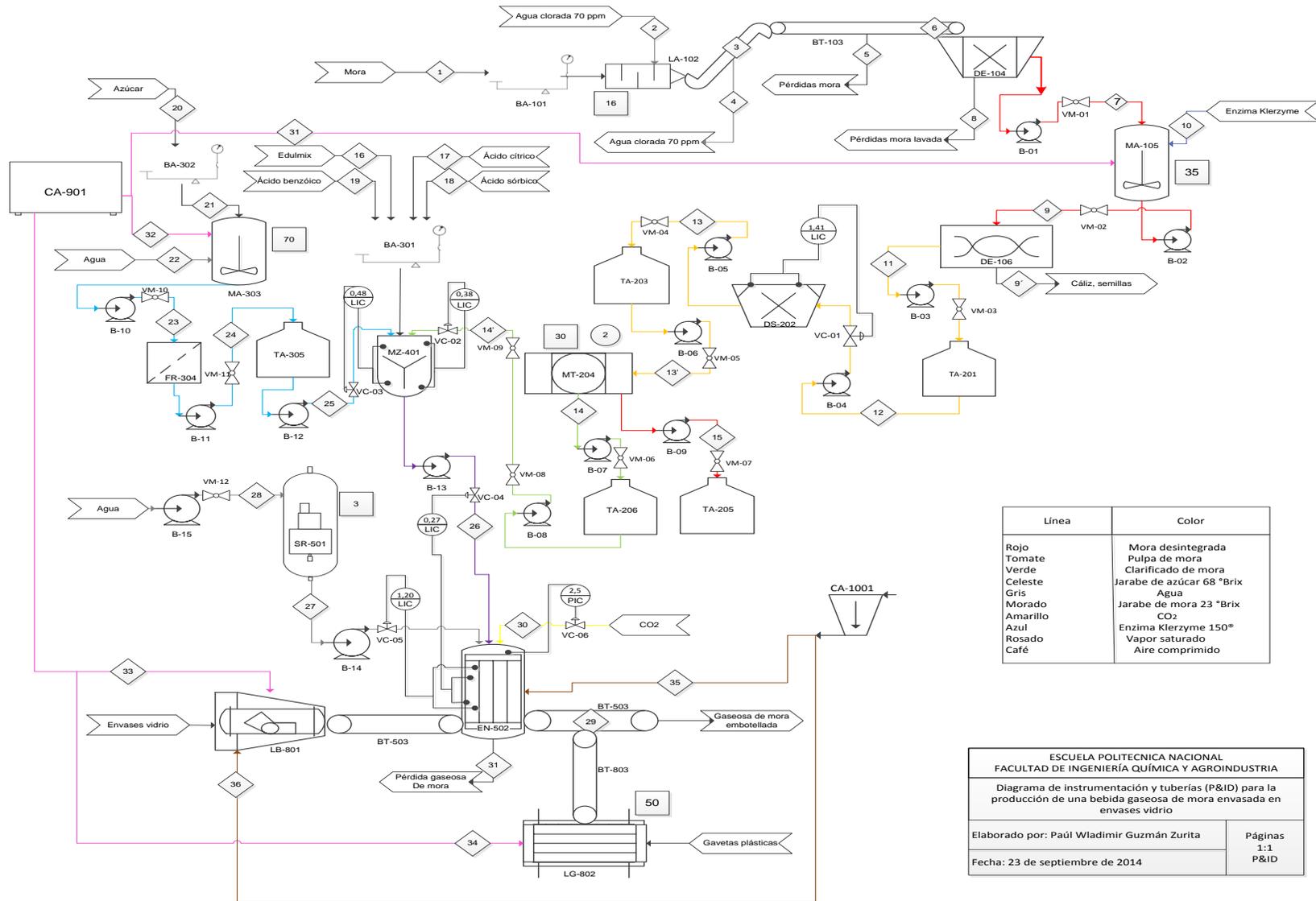


Figura 3.19. P&ID, producción de bebida gasificada de mora en envase vidrio

3.6.4.2 Especificaciones de tuberías, válvulas, accesorios y bombas

Las Tablas 3.33, 3.34, 3.35, 3.36, 3.37 y 3.38 muestran las especificaciones de las diferentes tuberías en el área de producción de la bebida gasificada de mora envasada en PET y vidrio. Las iniciales a y d en las diferentes tablas indican las especificaciones de las tuberías antes de la bomba o después de la misma.

Tabla 3.33. Resumen de especificaciones de las tuberías en la línea de producción del retenido

No. corriente	Nomenclatura	Diámetro nominal (pulg)	Flujo transportado	Material de la tubería
7	2,5-MD-07-SS SA	2,5	Mora desintegrada	Acero inoxidable
9	4-MH-09a-SS SA	4	Mora desintegrada hidrolizada	
	3-MH-09d-SS SA	3	Mora desintegrada	
11	3-PM-11a-SS SA	3	Pulpa de mora	
	2,5-PM-11d-SS SA	2,5	Pulpa de mora	
12	2-PM-12a-SS SA	2	Pulpa de mora	
	1,5-PM-12d-SS SA	1,5	Pulpa de mora	
13	2-PD13a-SS SA	2	Pulpa desaireada de mora	
	1,5-PD-13d-SS SA	1,5	Pulpa desaireada de mora	
13'	2-PD-13'a-SS SA	2	Pulpa desaireada de mora	
	1,5-PD-13'd-SS SA	1,5	Pulpa desaireada de mora	
14	2-CM-14a-SS SA	2	Clarificado de mora	
	1,5-CM-14d-SS SA	1,5	Clarificado de mora	
15	2-RM-14a-SS SA	2	Retenido de mora	
	1,5-RM-14d-SS SA	1,5	Retenido de mora	

Tabla 3.34. Resumen de especificaciones de las tuberías en la línea de producción del jarabe neutro

No. corriente	Nomenclatura	Diámetro nominal (pulg)	Flujo transportado	Material de la tubería
23	2,5-JN-23a-SS SA	2,5	Jarabe neutro 68 °Brix	Acero inoxidable
	2-JN-23d-SS SA	2	Jarabe neutro 68 °Brix	
24	2-JN-24a-SS SA	2	Jarabe neutro 68 °Brix	
	1,5-JN-24d-SS SA	1,5	Jarabe neutro 68 °Brix	

Tabla 3.35. Resumen de las especificaciones de las tuberías en la línea de producción del jarabe de mora, envase de PET

No corriente	Nomenclatura	Diámetro nominal (pulg)	Flujo transportado	Material de la tubería
14'	2-CM-14'a-SS SA	2	Clarificado de mora	Acero inoxidable
	1,5-CM-14'd-SS SA	1,5	Clarificado de mora	
25	1,5-JN-25a-SS SA	1,5	Jarabe neutro 68 °Brix	
	1,25-JN-25d-SS SA	1,25	Jarabe neutro 68 °Brix	
26	1,5-JM-26a-SS SA	1,5	Jarabe de mora 23 °Brix	
	1,25-JM-26d-SS SA	1,25	Jarabe de mora 23 °Brix	

Tabla 3.36. Resumen de especificaciones de las tuberías en la línea de producción del jarabe de mora, envase de vidrio

No corriente	Nomenclatura	Diámetro nominal (pulg)	Flujo transportado	Material de la tubería
14'	2-CM-14'a-SS SA	2	Clarificado de mora	Acero inoxidable
	1,5-CM-14'd-SS SA	1,5	Clarificado de mora	
25	1,5-JN-25a-SS SA	1,5	Jarabe neutro 68 °Brix	
	1,25-JN-25d-SS SA	1,25	Jarabe neutro 68 °Brix	
26	1,5-JM-26a-SS SA	1,5	Jarabe de mora 23 °Brix	
	1,25-JM-26d-SS SA	1,25	Jarabe de mora 23 °Brix	

Tabla 3.37. Resumen de especificaciones de las tuberías en la línea de producción de carbonatado, llenado, tapado y empaquetado de envases de PET

No corriente	Nomenclatura	Diámetro nominal (pulg)	Flujo trasportado	Material de la tubería
27	1,5-AG-27-SS SA	1,5	Agua	Acero inoxidable
28	2-CM-28a-SS SA	2	Agua	Acero inoxidable
	1,5-CM-28d-SS SA	1,5	Agua	Acero inoxidable
30	2-GC-30-SS SA	2	CO2	Acero inoxidable

Tabla 3.38. Resumen de especificaciones de las tuberías en la línea de producción de carbonatado, llenado, tapado y encajonado de envases de vidrio

No corriente	Nomenclatura	Diámetro nominal (pulg)	Flujo trasportado	Material de la tubería
27	1,5-AG-27-SS SA	1,5	Agua	Acero inoxidable
28	2-CM-28a-SS SA	2	Agua	Acero inoxidable
	1,5-CM-28d-SS SA	1,5	Agua	Acero inoxidable
30	2-GC-30-SS SA	2	CO2	Acero inoxidable

Con base en el estudio realizado por Yugsi (2014), se establecieron las propiedades reológicas del jarabe de azúcar (p. 194). Cabral (2007) menciona las propiedades reológicas de la mora (p. 594).

La Tabla 3.39 muestra el resumen de especificaciones de las tuberías de vapor saturado y aire comprimido para las líneas de producción de envasado de PET y vidrio.

Tabla 3.39. Resumen de especificaciones de las tuberías de vapor saturado y aire comprimido en línea de producción en envases de PET y vidrio

No corriente	Nomenclatura	Flujo transportado	Material de la tubería
Línea producción PET			
31	1-VS-31-CU LV	Vapor saturado	Cobre con aislamiento de lana de vidrio
32	1-VS-32-CU LV	Vapor saturado	Cobre con aislamiento de lana de vidrio
33	1-AC-33-SS SA	Aire comprimido	Acero inoxidable
34	1-AC-34-SS SA	Aire comprimido	Acero inoxidable
Línea producción vidrio			
31	1-VS-31-CU LV	Vapor saturado	Cobre con aislamiento de lana de vidrio
32	1-VS-32-CU LV	Vapor saturado	Cobre con aislamiento de lana de vidrio
33	8-VS-33-CU LV	Vapor saturado	Cobre con aislamiento de lana de vidrio
34	0,75-VS-34-CU LV	Vapor saturado	Cobre con aislamiento de lana de vidrio
35	1-AC-35-SS SA	Aire comprimido	Acero inoxidable
36	1-AC-36-SS SA	Aire comprimido	Acero inoxidable

Las Tablas 3.40, 3.41, 3.42, 3.43, 3.44 y 3.45 muestran la cantidad de válvulas y codos de 90 ° utilizados en el área de producción de la bebida gasificada de mora envasada en PET y vidrio. Las iniciales a y d en las diferentes tablas indican si las especificaciones de las tuberías son antes de la bomba o después de la misma.

Para la construcción del área de producción se usaron únicamente codos de 90° y válvulas tipo globo manuales y de control.

Tabla 3.40. Válvulas y codos utilizados en la línea de producción del retenido

No. corriente	Posición de accesorios	No. válvulas	No. codos 90 °	Diámetro nominal (pulg)
7	d	1	3	2,5
9	a	-	1	4
	d	1	3	3
11	a	-	1	3
	d	1	3	2,5
12	a	-	1	2
	d	1*	2	1,5
13	a	-	1	2
	d	1	3	1,5
13´	a	-	1	2
	d	1	0	1,5
14	a	-	0	2
	d	1	3	1,5
15	a	-	0	2
	d	1	3	1,5

* Válvula de control

Tabla 3.41. Válvulas y codos utilizados en la línea de producción del jarabe neutro

No. corriente	Posición de accesorios	No. válvulas	No. codos 90°	Diámetro nominal (pulg)
23	a	-	1	2,5
	d	1	2	2
24	a	-	1	2
	d	1	2	1,5

* Válvula de control

Tabla 3.42. Válvulas y codos utilizados en la línea de producción del jarabe de mora, envase de PET

No. corriente	Posición de accesorios	No. válvulas	No. codos 90°	Diámetro nominal (pulg)
14'	a	-	1	2
	d	3*	4	1,5
25	a	-	1	1,5
	d	1*	2	1,25
26	a	-	2	1,5
	d	1*	3	1,25

* Válvula de control

Tabla 3.43. Válvulas y codos utilizados en la línea de producción del jarabe de mora, envase de vidrio

No. corriente	Posición de accesorios	No. válvulas	No. codos 90°	Diámetro nominal (pulg)
14'	a	-	1	2
	d	2	4	1,5
25	a	-	2	1,5
	d	1	3	1,25
26	a	-	1	1,5
	d	1*	5	1,25

* Válvula de control

Tabla 3.44. Válvulas y codos utilizados en la línea de producción de carbonatado, llenado, tapado y empaquetado de envases de PET

No. corriente	Posición de accesorios	No. válvulas	No. codos 90°	Diámetro nominal (pulg)
27	d	2*	4	1,5
28	a	-	-	2
	d	2	1	1,5
30	d	1	5	2

* Válvula de control

Tabla 3.45. Válvulas y codos utilizados en la línea de producción de carbonatado, llenado, tapado y encajonado de envases de vidrio

No. corriente	Posición de accesorios	No. válvulas	No. codos 90°	Diámetro nominal (pulg)
27	d	2*	3	1,5
28	a	-	-	2
	d	2	1	1,5
30	d	1*	5	2

* Válvula de control

La Tabla 3.46 muestra la potencia de la bomba y rpm necesarios para cada corriente en la planta procesadora de bebidas gasificadas.

Tabla 3.46. Resumen de las potencias de las bombas en el área de producción

No. Corriente	Motor (KW)	RPM	Potencia (HP)	No. Corriente	Motor (KW)	RPM	Potencia (HP)
7	2,2	2 900	3,0	23	2,2	2 900	3,0
9	2,2	2 900	3,0	24	1,5	1 450	2,0
11	2,2	2 900	3,0	25 (PET)	1,5	1 450	2,0
12	2,2	2 900	3,0	25 (vidrio)			
13	2,2	2 900	3,0	26 (PET)	3	2 900	4,0
13'	2,2	2 900	3,0	26 (vidrio)	3	2 900	4,0
14	2,2	2 900	3,0	28	2,2	1 450	3,0
14 (PET)	2,2	2 900	3,0	27 (PET)	2,2	2 900	3,0
14 (vidrio)	2,2	2 900	3,0	27 (vidrio)			
15	2,2	2 900	3,0				

La selección de las bombas se realizó mediante las curvas características, los catálogos fueron tomados de las Empresas Sitrol, Bombas Industriales (pp. 18-35) y Bombas Omega (pp. 24-32).

En los Anexos XI y XII se muestran el dimensionamiento de las tuberías en el área de producción, además del dimensionamiento de las tuberías en las elevaciones realizadas, respectivamente.

3.6.4.3 Sistema de distribución de agua, vapor y aire

Se estableció la distribución de los servicios industriales de agua, vapor y aire para el área de producción. En los Anexo XI y XIII se muestra el dimensionamiento de las tuberías de los servicios industriales en el área de producción y flujo de servicios industriales, respectivamente.

3.6.4.4 Tratamiento de aguas

La Cámara de Industrias de la Provincia de Tungurahua, conjuntamente con el Municipio de Ambato obliga a un correcto desecho de los residuos industriales (Municipio de Ambato, 2014; Cámara de Industrias de Tungurahua, 2014)

Se estableció un área para el tratamiento de las aguas residuales de la zona de producción de la planta embotelladora de bebidas gaseosas. El Anexo IX se muestra el área establecida.

3.6.5 DISEÑO HIGIÉNICO DE LA PLANTA

3.6.5.1 Caracterización de los locales de producción, áreas sanitarias y de servicios generales

Las diferentes características del área de producción respecto a paredes, piso, techo, y puertas se encuentran en la Tabla 3.47.

Tabla 3.47. Características de paredes, piso, techo y puertas del área de producción

Área	Pisos	Paredes	Techo	Puertas
Producción	Concreto liso: impermeable, resistente, fácil de limpiar, antideslizantes, la unión con la pared redondeada con radio mínimo de 2,5 cm.	Lisas, de fácil lavado y desinfección, color claro, cemento con pintura anti fúngica.	Techo de eternit con recubrimiento refractivo, sin techo falso.	Las puertas de salida se abrirán hacia afuera y las puertas que separan las áreas serán corredizas.

La Tabla 3.48 muestra las características que deben cumplir las diferentes áreas de servicio general como oficinas, talleres de mantenimiento, laboratorios y las diferentes bodegas de la planta.

Tabla 3.48. Características de infraestructura de las áreas de servicio general

Servicio	Número	Descripción
Oficinas	6	Las oficinas estarán divididas por paredes, suelo de baldosa, techo falso, paredes lisas de colores claros, puertas de madera. Existe un pasillo de entrada de 1 m de ancho para las oficinas de la gerencia y secretaria general
Talleres de mantenimiento	1	Ubicado en el área externa del área de producción, para el mantenimiento continuo de los equipos, montacargas, posee piso de concreto liso.
Laboratorio de gestión de calidad	1	Posee piso de baldosa, paredes de color blanco, pintura anti fúngica, suficiente iluminación y aireación.
Bodega de envases e insumos	1	Los pisos son de concreto liso, paredes lisas de colores claros, la unión entre el piso y la pared debe ser redondeada.
Cocina	1	Ubicado en la zona externa, del área de producción con piso de baldosa, con paredes de color claro y puerta de aluminio, con aireación e iluminación.
Comedor	1	Ubicado en la zona externa, contiguo a la cocina, con paredes de pintura lavable y pisos de baldosa. Suficiente aireación e iluminación.
Vestidor	1	Ubicado en la parte externa del área de producción, con correcta iluminación y ventilación, piso liso de madera y paredes de pintura lavable.

Tabla 3.48. Características de infraestructura de las áreas de servicio general (continuación...)

Servicio	Número	Descripción
Área de combustible	1	Ubicada cerca a la bodega de producto terminado y bodegas de envases de vidrio nuevo. Usado para recarga de diesel. Piso de concreto liso y paredes lisas con pintura lavable.
Garita	1	Ubicada a la entrada de la planta con paredes lisas y pintadas de color claro, techo falso y puerta de madera. Correcta iluminación, ventana de vidrio templado.
Reparamiento de pallets	1	Ubicado cerca a la bodega de producto terminado y bodegas de envases de vidrio nuevo y usado. Piso de concreto liso y techo de eternit.

Según Casp (2005), existen varios métodos de relacionar las actividades en cuanto a su proximidad entre una y otra área. Una correcta distribución en planta, evita contaminación cruzada y evita obtener un producto no apto al ser humano (p. 104).

Los motivos por los cuales se establece un estudio de proximidad son: (Casp, 2005, p. 105).

- ❖ Importancia de contacto directos, administrativos o de información
- ❖ Uso de equipos comunes
- ❖ Uso de personal en común
- ❖ Conveniencias personales o deseos gerenciales
- ❖ Necesidades de control
- ❖ Ruido, polvo, humos
- ❖ Higiene
- ❖ Peligros
- ❖ Distracciones o interrupciones
- ❖ Flujo de producto

La Tabla 3.49 muestra la escala de valoración para relacionar actividades y proximidades. Se cumplió con lo mencionado.

Tabla 3.49. Escala de valoración para relacionar actividades y proximidades

Código	Indica relación
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinaria
U	Sin importancia
X	No deseable

Fuente: Casp, 2005, p. 105

La Tabla 3.50 muestra las valoraciones asignadas para las áreas de producción y de servicios generales.

Tabla 3.50. Valoraciones asignadas para las áreas de producción y de servicios generales

ÁREAS	N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Producción de pulpa de mora	1	A	E	O	O	U	U	U	U	X	X	X	I	X	X	X	X	X	X	X
Producción de jugo clarificado de mora	2		A	O	I	U	U	X	X	X	X	X	I	X	X	X	X	X	X	X
Producción de jarabe de azúcar	3			A	E	O	O	U	U	X	X	X	I	E	X	X	X	X	X	X
Zona de elaboración de jarabes	4				A	I	I	O	O	X	X	X	I	E	X	X	X	X	X	X
Producción de bebidas gasificadas de mora en envase vidrio	5					A	O	O	E	E	X	X	I	E	X	X	X	X	X	X
Producción de bebidas gasificadas de mora en envase PET	6						A	E	O	I	X	X	I	E	X	X	X	X	X	X
Empaquetado de bebidas gasificadas envases PET	7							A	I	E	X	O	O	E	X	X	X	X	X	X
Encajonado de bebidas gasificadas envases vidrio	8								A	E	X	O	O	U	X	X	X	X	X	X

Tabla 3.50. Valoraciones asignadas para las áreas de producción y de servicios generales (continuación...)

ÁREAS	N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Bodega de producto terminado	9									A	I	I	I	O	X	X	X	O	U	I
Oficinas	10									A	X	I	O	X	U	U	X	U	X	
Talleres de mantenimiento	11									A	U	O	X	X	X	I	U	O		
Laboratorio de gestión de calidad	12									A	I	X	X	X	X	U	X			
Bodega de envases e insumos	13									A	X	X	X	U	U	O				
Cocina	14									A	E	O	X	U	X					
Comedor	15									A	O	X	U	X						
Vestidor	16									A	X	U	X							
Área de combustible	17									A	X	O								
Garita	18									A	X									
Reparamiento de pallets	19									A										

La Tabla 3.51 muestra las características de infraestructura de las áreas sanitarias.

Tabla 3.51. Características de la infraestructura de las áreas sanitarias

Área	Número	Descripción
Sanitarios	3	Los retretes estarán pegados a la pared conectados a la red de abastecimiento de agua, la puerta será metálica. Área individual de 1,05 m ²
Duchas	3	Tipo cabina, piso y paredes de baldosa, puerta corrediza y un área individual de 1,50 m ²
Vestidores	1	Paredes con pintura lavable y piso de madera. Los vestidores contarán con armarios metálicos individuales para cada operario. Además, de una banca para facilitar el cambio de ropa
Lavamanos	6	2 en sanitarios, 2 en vestidores, 2 en exclusas, provistos con llave de cierre automático, dotados de jabón, toallas desechables y un dispensador con desinfectante

El personal de la zona de producción será únicamente masculino, lo que evita el gasto innecesario en vestidores y baños diferenciados. En las zonas sanitarias se tendrán toallas desechables, ventiladores de aires para secado de manos, jabón y, gel líquido, y cepillo de uñas.

El número de sanitarios y lavamanos estará en función de la cantidad de empleados en el área de producción: 15 personas para cada sanitario y 10 personas para cada lavamanos (Casp, 2005, pp. 281-283).

3.6.5.2 Estudio de la seguridad de la planta

Según Casp (2005), los factores ambientales que influyen directamente sobre la calidad de trabajo son: temperatura, humedad, velocidad de aire, iluminación y nivel sonoro (p. 275).

La Tabla 3.52 muestra el número de desagües, la cantidad de iluminación (LUX) y la aireación necesaria, dependiendo del área de trabajo.

Tabla 3.52. Número de desagües, nivel de iluminación, aireación y cantidad de aire necesario en cada área de trabajo

Área	Desagües	Iluminación (LUX)	Aireación (m ³ /h)
Producción	20	220	45
Oficinas	-	110	25-30
Taller de mantenimiento	1	-	30
Laboratorio de gestión de calidad	1	540	30
Bodega de envases e insumos	-	120	25
Cocina	1	110	45
Comedor	2	120	45
Vestidor	1	120	45
Área de combustible	-	-	25
Garita	-	120	25
Reparación de pallets	-	-	25

La contaminación del producto por acción del personal de planta es de interés en una empresa y debe ser resuelto por medio de varios factores; el uso de ropa adecuada para el trabajo en cada área específica, limitar las intervenciones personales, acondicionamiento y restricción de accesos solo a personal autorizado. La Tabla 3.53 muestra la indumentaria del personal en cada área. El Anexo XIV muestra el flujo de personal y producto en el área de producción.

Tabla 3.53. Indumentaria del personal en cada área

Área	Indumentaria
Producción de pulpa de mora	Cofia, mascarilla, overol blanco, botas blancas de cauchos
Producción de jugo clarificado de mora	
Producción de jarabe de azúcar	
Zona de elaboración de jarabes	
Producción de bebidas gasificada de mora en envase de vidrio	Cofia, mascarilla, overol blanco, zapatos de punta de acero, tapones de oído
Producción de bebidas gasificada de mora en envase de PET	
Empaquetado de bebidas gasificadas envases PET	
Encajonado de bebidas gasificadas envases vidrio	
Talleres de mantenimiento	Overol, zapato de punta de acero antideslizante, casco industrial
Laboratorio de gestión de calidad	Cofia, mandil, mascarilla, guantes, botas blancas de caucho
Bodega de envases e insumos	Overol zapatos de punta de acero antideslizantes, guantes
Área de combustible	Overol, zapato de punta de acero antideslizante, casco industrial
Reparamiento de pallets	

3.6.5.3 Cronograma de trabajo

En la Tabla 3.54 se muestra el diagrama de Gantt, con las actividades y tiempos de procesamiento para la jornada laboral dentro de la planta.

El horario de trabajo para el personal en el área de producción será de un solo turno, con una hora de almuerzo a las 14h00, hora de entrada 8h00 y hora de salida 19h00.

Tabla 3.54. Diagrama de Gantt

Procesos unitarios	Horas de trabajo																
	8	8:15	8:30	9:10	10	11	11:45	12:45	13:45	14	15	15:45	16:34	17:04	18:22	18:30	19
Recepción y pesaje	█	█															
Clasificado y lavado			█	█	█												
Desintegrado					█												
Hidrólisis enzimática						█											
Despulpado							█	█									
Almacenamiento pulpa hidrolizada							█	█									
Desaireado								█	█								
Microfiltración									█	█							
Almacenamiento jugo clarificado									█	█							
Mezclado jarabe para envase PET										█	█						
Mezclado jarabe para envase vidrio										█	█						
Pesaje ingredientes										█	█						
Pesaje Azúcar					█												
Mezclado Azúcar					█												
Filtrado de Azúcar						█											
Almacenamiento de jarabe neutro							█	█	█								

Tabla 3.54. Diagrama de Gantt (continuación...)

Procesos unitarios	Horas de trabajo																	
	8	8:15	8:30	9:10	10	11	11:45	12:45	13:45	14	15	15:45	16:34	17:04	18:22	18:30	19	
Carbonatado y envasado para PET																		
Etiquetado																		
Empaquetado																		
Carbonatado y envasado para vidrio																		
Lavado de botellas de vidrio																		
Lavado de gaveta																		
Encajonado																		
Limpieza																		

3.7 EVALUACIÓN DE LA PRE FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA CARBONATADA DE JUGO DE MORA

3.7.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Según el PMBOK (2004), en una empresa con procesos repetitivos es ideal aplicar un modelo mixto, es decir por procesos y funcional (p. 28). El primer modelo entorno al área de producción, debido a la elaboración de la bebida carbonatada de mora, tiene procesos repetitivos en ciclos de producción determinados y fijos. El modelo funcional se aplica a la parte administrativa de la empresa para dividirla en departamentos. La Figura 3.20 muestra el organigrama funcional de la empresa.

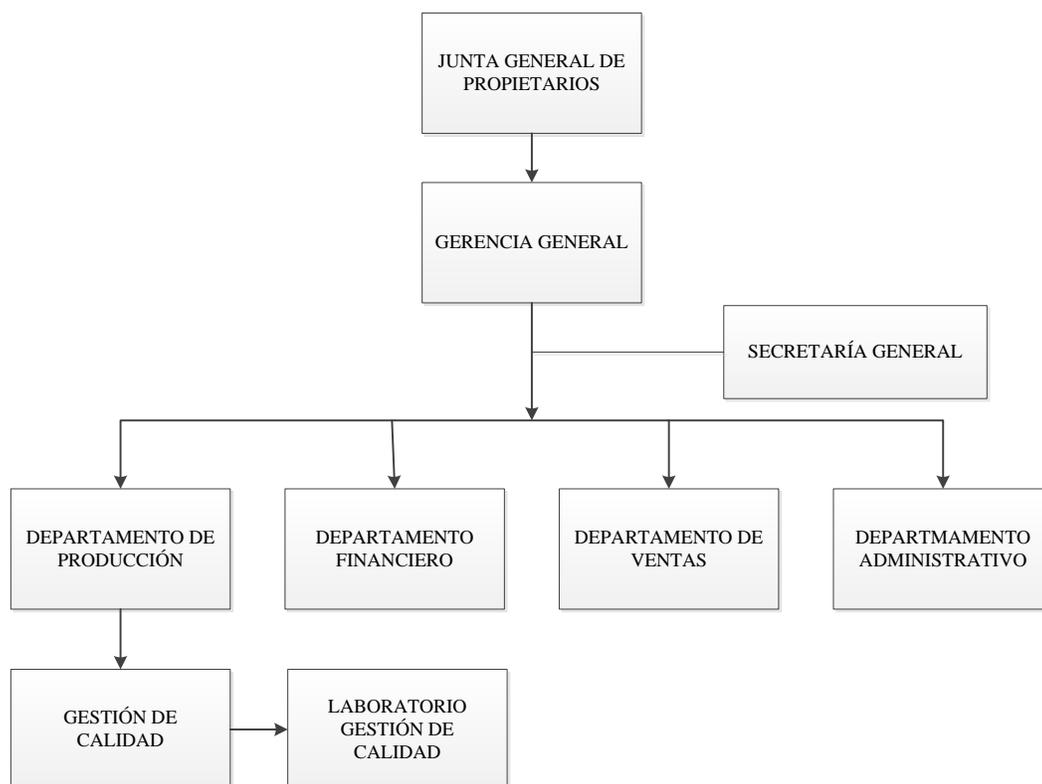


Figura 3.20. Organigrama funcional

La Gestión de Recursos Humanos es fundamental, esto incluye los procesos de organización y dirección del equipo del proyecto. Es la que asigna roles y responsabilidades para el funcionamiento de la empresa (PMBOK, 2004, p. 199). La Figura 3.21 muestra la pirámide de recursos humanos de la empresa embotelladora de bebidas gaseosas, con la cantidad de personal requerida en cada jerarquía.

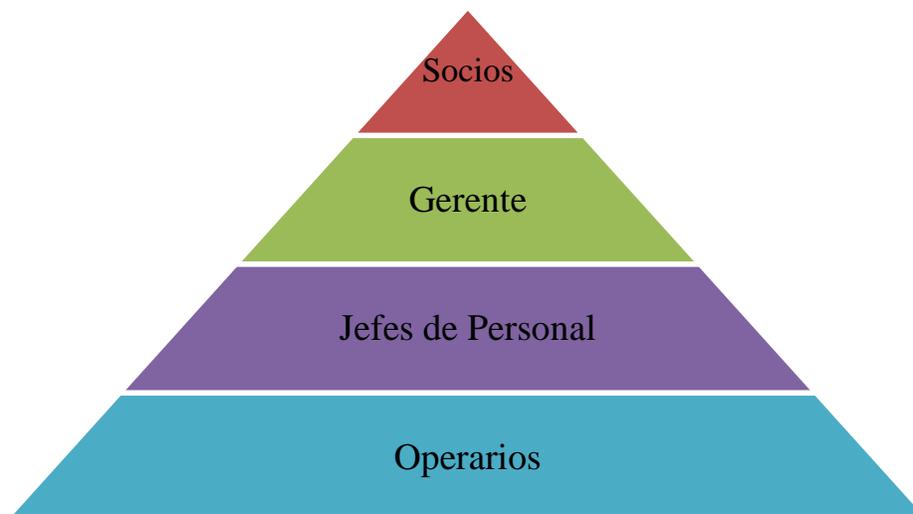


Figura 3.21. Pirámide de Recursos Humanos

La empresa constará de diferentes accionistas, con un gerente, cinco jefes de personal y 22 operarios en los diferentes departamentos establecidos.

3.7.1.1 Descripción de cargos

Un perfil de cargos de la empresa basado en una matriz de responsabilidades asegura que cada equipo de trabajo tenga un responsable y que cada miembro del equipo sepa sus responsabilidades dentro de la empresa (PMBOK, 2005, p. 205). En la Tabla 3.55 se muestra el perfil de cargos de cada departamento establecido en la empresa.

Tabla 3.55. Perfil de cargos de cada departamento establecido en la empresa

Nombre del puesto	Descripción del puesto (responsabilidades)	Requisitos de conocimiento	Requisitos de habilidades	Requisitos de experiencia	Requisitos de personalidad	Grado de instrucción académica
Gerente general	Planificar, organizar, dirigir, controlar, coordinar y tomar decisiones. Se encargará del departamento financiero	Administración, finanzas, contabilidad, sistemas de gestión, inglés	Numéricas y de lenguaje	Mínimo 3 años	Liderazgo y empatía	Título de cuarto nivel en Administración de Empresas o Ingeniero Comercial
Jefe de Producción	Supervisión del personal. Toma de decisiones.	Proceso productivo, capacidad de procesos, sistemas de gestión, inglés	Manejo de personal, comunicación efectiva	Mínimo 2 años	Liderazgo, proactividad, empatía, trabajo en equipo y bajo presión	Título de tercer nivel en Ingeniería Agroindustrial o Ingeniería Química
Jefe de Gestión de Calidad, I&D	Análisis de la materia prima y producto final. Garantizar una producción de calidad. Investigación y desarrollo de nuevos productos	Estadística, sistemas de gestión, metodología de la investigación, diseño experimental, inglés	Numéricas y de lenguaje	Mínimo 1 año	Iniciativa, trabajo en equipo y bajo presión	Formación en áreas de control de calidad y procesos

Tabla 3.55. Perfil de cargos de cada departamento establecido en la empresa (continuación...)

Nombre del puesto	Descripción del puesto (responsabilidades)	Requisitos de conocimiento	Requisitos de habilidades	Requisitos de experiencia	Requisitos de personalidad	Grado de instrucción académica
Jefe de RRHH	Apoyar el desarrollo de RRHH y manejar procesos de selección, contratación, ubicación, capacitación y de remuneraciones del personal	Programas computacionales, sistemas de gestión, inglés	Manejo de personal, comunicación efectiva	Mínimo 1 año	Trabajo en equipo, tolerancia, paciencia	Título de tercer nivel en Psicología Industrial, Administración o Maestría en Recursos Humanos
Jefe de Marketing	Publicidad y apertura de mercado del producto de la empresa, empatía, toma de decisiones	Programas computacionales, administración	Manejo de personal, comunicación afectiva	Mínimo 2 años	Iniciativa, imaginación, perseverancia, cordialidad	Ingeniero en Marketing y ventas
Jefe de Ventas y Gestión de Ventas	Vender los productos con buen trato y cordialidad. Recibir y atender a los clientes desde la empresa y desde los comerciantes menores. Tener registros de ventas. Inventario de bodegas.	Ventas, programas computacionales, inglés	Resistencia a jornadas de pie y caminata continua	Mínimo 6 meses	Liderazgo, proactividad, empatía, trabajo en equipo	Título de tercer nivel en Ingeniería en ventas, Ingeniería Comercial o Administración de empresas.
Operario	Carga de materia prima y productos de cada operación unitaria, empaque y almacenamiento del producto	Ninguno	Resistencia física, agilidad, rapidez	Ninguna	Trabajo en equipo	Al menos bachiller

3.7.2 INVERSIONES

La Tabla 3.56 muestra las inversiones implicadas en la implementación del proyecto. Las diferentes inversiones a realizarse se financiarán en un 30 % por parte de los accionistas y en un 70 % por una entidad financiera con un tasa de interés efectiva del 12,5 %. La amortización de la deuda generada se muestra en el Anexo XVIII.

Tabla 3.56. Inversiones implicadas en el proyecto

INVERSIÓN TOTAL		
Rubro	Valor (USD)	(%)
<u>Activo fijo</u>		
Maquinaria y equipo	2 294 130	54,96
Instalación de maquinaria y equipos	573 533	13,74
Terreno y construcciones	414 253	9,92
Instrumentación de laboratorio	4 850	0,12
Equipo y muebles de oficina	11 056	0,26
Imprevistos (5%)	164 891	3,95
<u>Activo diferido</u>	286 119	6,85
<u>Capital de operación</u>	425 244	10,19
TOTAL	4 174 076	100,00

En la Tabla 3.56 se observa que la inversión del activo fijo es de 3 462 713,12 USD correspondiendo al 82,96 %, el activo diferido con 286 119 USD, correspondiendo al 6,85 % y el capital de operación con 425 244 USD, correspondiente al 10,19 %. El capital de operación es el recurso monetario adicional con el cual la empresa cubre los costos de operación de un periodo. Se estableció 1 mes para el capital de operación en función de la comercialización y venta del producto.

Los costos detallados de la maquinaria, equipos, costos del terreno, construcciones, costos adicionales de instalación (25 % del costo de inversión de equipos), muebles y equipos de oficina se detalla en el Anexo XIX.

3.7.3 COSTO DE OPERACIÓN

Los costos implicados en la planta embotelladora están dados por los costos de producción, gastos administrativos, gastos financieros y gastos de ventas.

En la Tabla 3.57 se muestran los costos anuales de la bebida gaseosa de mora. Se detallan de forma general, los costos de la materia prima, mano de obra directa e indirecta, depreciaciones, materiales directos e indirectos de producción, gastos de servicios industriales como agua, energía eléctrica, combustible, CO₂, mantenimiento de maquinaria y equipos auxiliares, además del mantenimiento de la infraestructura de la empresa. En el Anexo XX se muestra el detalle de cada concepto mencionado.

Tabla 3.57. Costos anuales de producción para la bebida gasificada de mora

Costos Anuales Producción		
Concepto	Valor (USD)	(%)
Materiales Directos		
Materia Prima	1 057 150	51,24
Mano de obra directa	129 529	6,28
Carga Fabril		
Mano de obra indirecta	49 805	2,41
Materiales indirectos	21 397	1,04
Suministros	90 210	4,37

Tabla 3.57. Costos anuales de producción para la bebida gasificada de mora (continuación...)

Costos Anuales Producción		
Concepto	Valor (USD)	(%)
Depreciaciones		
Construcciones	14 360	0,70
Maquinaria y Equipo	229 413	11,12
Activo Intangible	57 800	2,80
Mantenimiento		
Maquinaria y Equipos auxiliares	344 120	16,68
Edificios	28 720	1,39
SUBTOTAL	2 022 504	
Imprevistos (2%)	40 450	1,96
TOTAL	2 062 954	100,00

La Tabla 3.57 muestra que el valor más alto es por concepto de la materia prima, con 51,24 %. Con el fin de disminuir el costo de producción, se requeriría disminuir el costo de la mora en fruta y los envases de PET y vidrio.

Los gastos administrativos están dados por los sueldos del personal del departamento administrativo, depreciaciones de los equipos y suministros de oficina; gastos financieros que conlleva el interés por el crédito a la entidad financiera y los gastos de ventas y publicidad, con los sueldos respectivos. Los gastos detallados mencionados se encuentran en el Anexo XX.

La Tabla 3.58 muestra los costos operacionales anuales del proyecto; estos costos están en función de los costos de producción, gastos administrativos, gastos financieros y gastos de ventas.

Tabla 3.58. Costos operacionales anuales para la producción de la bebida gasificada de mora

Rubro	Valor (USD)	(%)
Costo de producción	2 062 954	80,22
Costos de ventas	66 500	2,59
Gastos de administración y generales	77 024	3,00
Gastos financiero	365 232	14,20
TOTAL	2 571 709	100,00
Litros producidos	960 000	
Costo unitario del litro	2,68	
Precio de venta unitario del litro	3,08	
Botellas de PET 250 mL	0,77	
Botellas de vidrio 230 mL	0,71	

La Tabla 3.58 muestra que el costo de operación anual para producir 960 000 litros de bebida de mora gasificada, distribuidas en un 70 % en botellas de PET de 250 mL y en un 30 % en botellas de vidrio de 230 mL, es de 2 571 709 USD. El costo de producción por litro de bebida es de 2,68 USD. El porcentaje de ganancia sugerido es del 15 %, dando un precio de 3,08 USD por litro de bebida elaborada. Las bebidas de mora envasadas en PET y vidrio tendrían un valor de 0,77 USD y 0,71 USD, respectivamente.

El valor de la bebida es alto comparado con bebidas gasificadas similares, con valores que oscilan entre los 0,35 y 0,65 USD. La bebida gasificada de mora obtenida al no poseer saborizantes ni colorantes, conlleva un mayor costo de producción.

3.7.4 PUNTO DE EQUILIBRIO

La Figura 3.22 muestra el punto de equilibrio del proyecto, que es el valor en el cual las ventas se igualan con los valores de los costos totales. El punto de equilibrio indica la producción mínima que debe realizar la empresa para no generar pérdidas. Los valores de los costos fijos, costos variables y ventas del proyecto que se utilizaron para el cálculo del punto de equilibrio se encuentran en el Anexo XXI.

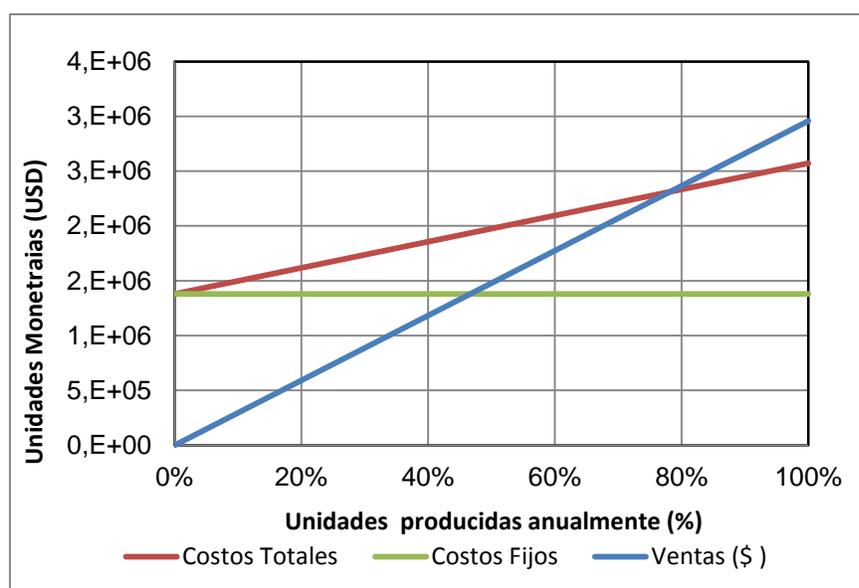


Figura 3.22. Punto de equilibrio

Con base en los resultados de la Figura 3.22, el punto de equilibrio es de 78,15 % del total de litros producidos anualmente. El porcentaje corresponde a 750 223 litros de bebida de mora gasificada. Así la planta podría utilizar aún un 21,85 % de su capacidad.

3.7.5 FLUJO DE CAJA

La Tabla 3.59 muestra los flujos de dinero en una proyección a 10 años; se estimó el 4,03 % de inflación (BCE, 2013). Las depreciaciones están dadas para los activos de una forma lineal.

Tabla 3.59. Flujo de caja

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingreso de ventas		3 613 589	3 759 216	3 910 713	4 068 314	4 232 267	4 402 828	4 580 262	4 764 846	4 956 870	5 156 631
Costos de producción		-1 720 931	-1 790 285	-1 862 433	-1 937 489	-2 015 570	-2 096 798	-2 181 299	-2 269 205	-2 360 654	-2 455 788
Gasto de ventas		-66 500	-69 180	-71 968	-74 868	-77 885	-81 024	-84 289	-87 686	-91 220	-94 896
Gasto administrativo		-75 918	-78 978	-82 160	-85 471	-88 916	-92 499	-96 227	-100 105	-104 139	-108 336
Interés préstamo		-365 232	-344 917	-322 063	-296 352	-267 427	-234 886	-198 278	-157 094	-110 762	-58 639
Depreciación		-244 878	-244 878	-244 878	-244 878	-244 878	-244 878	-244 878	-244 878	-244 878	-244 878
Amortización intangible		-57 800	-57 800	-57 800	-57 800	-57 800					
Utilidad antes de impuestos		1 082 330	1 173 179	1 269 411	1 371 456	1 479 791	1 652 742	1 775 290	1 905 878	2 045 216	2 194 094
Impuesto a la renta (23%)		-248 936	-269 831	-291 964	-315 435	-340 352	-380 131	-408 317	-438 352	-470 400	-504 642
Participación de trabajadores (15%)		-162 349	-175 977	-190 412	-205 718	-221 969	-247 911	-266 294	-285 882	-306 782	-329 114
Utilidad neta		671 045	727 371	787 035	850 303	917 471	1 024 700	1 100 680	1 181 644	1 268 034	1 360 338
Depreciación		244 878	244 878	244 878	244 878	244 878	244 878	244 878	244 878	244 878	24 4878
Amortización intangible		57 800	57 800	57 800	57 800	57 800					
Inversión total	-4 174 076										
Préstamo	2 921 853										
Amortización del crédito		-162 519	-182 834	-205 688	-231 399	-260 323	-292 864	-3 294 72	-370 656	-416 988	-469 111
Valor de salvamento											
Flujo de caja	-1 252 223	811 204	847 216	884 025	921 582	959 825	976 715	1 016 087	1 055 867	1 095 925	1 136 105

El Valor Actual Neto (VAN) fue calculado mediante una tasa de evaluación del proyecto del 13,25 %, esta ponderación conlleva el costo de capital de los accionistas o tasa mínima aceptable de retorno (TMAR) y el aporte a la entidad financiera. La TMAR está conformada por la sumatoria de la tasa de interés pasiva: 4,53 %, la inflación: 4,03 % y riesgo país: 5,16 %.

La Tabla 3.60 detalla la tasa de ponderación de la inversión y el resultado de la tasa de evaluación del proyecto.

Tabla 3.60. Tasa de evaluación del proyecto

Inversión total	Aporte (%)	Tasa de interés (%)	Tasa de ponderación (%)
Capital de accionista	30	15	4,5
Institución financiera	70	12,50	8,75
Tasa de evaluación del proyecto			13,25

Con base en la Tabla 3.60 se calcularon los indicadores financieros Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). La Tabla 3.61 muestra los indicadores financieros calculados.

Tabla 3.61. Indicadores Financieros (TIR, VAN)

Indicadores Financieros	Valor
Tasa interna de retorno (TIR)	68,44 %
Valor actual neto (VAN)	3 772 183 USD

Con base en los datos de la Tabla 3.61, se tiene un TIR de 68,44 %, el cual es superior al interés pagado por el banco. El VAN es de 3 772 183 USD; el valor es positivo por lo cual se acepta la inversión como un proyecto rentable, para crear una empresa embotelladora de bebidas gasificadas de mora por microfiltración tangencial con capacidad antioxidante.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. La mora de Castilla posee un alto nivel de antocianinas, como glucósidos de cianidina en una cantidad de 478 mg/kg PF.
2. La aplicación del coctel enzimático Klerzyme 150[®] tuvo un efecto estadísticamente significativo ($\alpha=0,5$) sobre el rendimiento de extracción de pulpa de mora. El uso del coctel enzimático durante el tratamiento T1 a 30 °C, por una hora, aumenta el proceso de extracción de pulpa en un 12,03 %.
3. En el proceso de desaireado, el tiempo de 15 min fue óptimo para la eliminación de partículas de aire dentro de la pulpa, previo al proceso de microfiltración tangencial.
4. En el proceso de obtención del jugo clarificado de mora, el flujo de permeado para el tratamiento de despulpado posterior al proceso de hidrólisis (T1) fue de 32 L*h/m² a los 14 min iniciado el proceso de microfiltración tangencial a un factor de retención volumétrico de 1,5.
5. En el proceso de obtención del jugo clarificado de mora, los grados ° Brix del permeado y retenido en el tratamiento de despulpado, posterior al proceso de hidrólisis (T1), aumentaron en un 3,85 % y 1,02 %, respectivamente.
6. En el proceso de obtención del jugo clarificado de mora, no existió una diferencia estadísticamente significativa ($\alpha=0,5$) respecto al rendimiento de clarificación para los tratamientos en los procesos de hidrólisis previo al proceso de despulpado (T1) y el proceso de hidrólisis posterior al proceso de despulpado (T3).

7. El proceso en el cual la mora se desintegró, hidrolizó y despulpó (T1), tuvo un rendimiento global de 45,49 %, siendo mayor al rendimiento del procesos en el cual la mora se desintegró, despulpó e hidrolizó (T3), con el 40,53 %. El tratamiento (T1) fue escogido como el mejor para el proceso de despulpado y clarificado de mora.
8. En el proceso de obtención de agua carbonatada el tiempo de carbonatación no tiene un efecto estadísticamente significativo ($\alpha=0,5$) en los volúmenes de CO₂ presentes en el líquido.
9. La formulación de la bebida conformada por 17,03 % de jugo clarificado, 6,8 % de azúcar a 68 °Brix y 76,17 % de agua carbonatada fue la que se asemejó más a la muestra referencia.
10. Durante el periodo de estudio de estabilidad del producto, a las tres temperaturas de estudio; 4 °C, 20 °C y 35 °C, la bebida fue microbiológicamente estable. La acidez de la bebida y la presencia de CO₂ actúan como inhibidores de crecimiento microbiano al interior del envase.
11. Durante el periodo del estudio de estabilidad del producto, en los dos diferentes envases PET y vidrio, se observó una pérdida de color y la generación de turbidez. Se podría afirmar que esto surgió por la presencia de impurezas en el azúcar utilizado en la formulación de la bebida y la pérdida de antocianinas.
12. Durante el periodo de estudio de estabilidad el CO₂ presente en el envase de vidrio disminuyó en un 16,66 %, a una temperatura de almacenamiento de 35 °C; mientras que el CO₂ presente en el envase de vidrio a una temperatura de 4 °C, disminuyó en un 6,66 %. La pérdida de CO₂ fue causada por el espacio libre de cabeza del envase.

13. Durante el periodo del estudio de estabilidad el CO₂ presente en el envase de PET disminuyó en un 41,7 % a una temperatura de almacenamiento de 35 °C; mientras que el CO₂ presente en el envase de PET a una temperatura de 4 °C, disminuyó en un 17,5 %. La pérdida de CO₂ fue causada por el espacio libre de cabeza del envase y por la porosidad del envase PET.
14. Durante el periodo del estudio de estabilidad, las antocianinas presentes en los envases de PET y de vidrio se perdieron en un 99,78 % y 99,90 %, respectivamente a una temperatura de almacenamiento de 35 °C.
15. De acuerdo con el estudio de estabilidad, la bebida gaseosa de mora carbonatada almacenada a 8 °C envasada en envase de vidrio y PET, tiene un tiempo de vida útil de 152 y 52 días, respectivamente.
16. En el estudio de pre-factibilidad económica de la implementación de una planta para la obtención de una bebida carbonatada de jugo clarificado de mora por microfiltración tangencial, dió como indicadores financieros un TIR de 68,44 % y un VAN de 3 772 283 USD, lo que indica que el proyecto es rentable.
17. La venta de la pulpa retenida hidrolizada del proceso de microfiltración tangencial contribuiría con un 18,15 % al ingreso de ventas con 656 123,52 USD anuales.
18. La implementación de la empresa contribuiría con la generación de empleo para 22 personas en cargos manufactureros (operarios de máquinas) y 5 cargos de alta jerarquía.

19.El precio final por envase de PET y vidrio sería de 0,77 USD y 0,71 USD, respectivamente. En comparación con otros productos similares en el mercado, el precio es relativamente alto, pero a diferencia de aquellos, el producto contiene 58 679,88 mg/L de antocianinas, además el producto es libre de colorantes y saborizantes artificiales.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Diseñar un sistema de agitación para el tanque de almacenamiento de microfiltración tangencial a nivel piloto.
2. Establecer los niveles adecuados de diferentes variables como en el tanque de carbonatación manual para obtener una mayor cantidad de volúmenes de CO₂ en la bebida.
3. Agregar una línea de producción de pulpa congelada de mora y aprovechar el retenido de mora del proceso de MFT.
4. Realizar formulaciones de bebidas gasificadas con jugos clarificados de frutas como: mortiño, babaco, uvilla, tomate de árbol.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.AOAC. (2007). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. (18va. ed.). Maryland, USA.
- 2.Banco Central del Ecuador. (2013). Boletín de cuentas nacionales trimestrales del Ecuador No.86. Recuperado de: <http://contenido.bce.fin.ec/home1/estadisticas/cntrimestral/CNTrimestral.jsp> (mayo, 2014).
- 3.Bombas Omega. Catalogo técnico bombas de superficie. (2012). Recuperado De: http://www.bombasomega.com/documentos/catalogo_superficie.pdf (Julio, 2014).
- 4.Bravo, L. (1998). *Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance*. *Nutrition reviews* 56 (11), 317-333.
- 5.Cabral, R., Alzate, C., Gabas, A. y Romero, J. (2007). Rheological and thermophysical properties of blackberry. *Ciencia Tecnología Alimentos, Campinas*.27 (3) 589-596.
- 6.Cámara de Industrias de Industrias de Tungurahua. (2014). Legislación ambiental. Recuperado de: <http://rrnn.tungurahua.gob.ec/#/documentos/documentos/generales> (Junio, 2014).
- 7.Casaca, A. (2012). El cultivo de la mora. Recuperado de: http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_mora__parte_i_.asp (mayo, 2014).

- 8.Casp, A. (2005). *Diseño de industrias agroalimentarias*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- 9.Casp, A. y Abril, J. (2003). *Proceso de conservación de alimentos*. (2da. ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- 10.Cheryan, M. (2013). *Membrane Separations*. Elsevier. Illinois, Estados Unidos. Academic Press.
- 11.Centerchem. (2013). Recuperado de: <http://www.centerchem.com/Products/DownloadFile.aspx?FileID=5951> (mayo, 2014).
- 12.CENTRO PANAMERICANO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES GEOGRÁFICAS. (2014). Recuperado de: <http://www.cepeige.org/> (febrero, 2014).
- 13.Eroski. (2013). *Guía de frutas-mora*. Recuperado de: <http://frutas.consumer.es/documentos/frescas/mora/intro.php> (Junio, 2014).
- 14.Eykamp, W. (1995). Microfiltration and ultrafiltration. *Elsevier*.2 (1) 1-43. Miami, USA.
- 15.FDA-CSFAN BAM. (2001). (Food and Drug Administration- Center for Food Safety and Applied Nutrition-Bacteriological Analytical Manual). Washington, USA. Chapter 3. Conventional Plate Count. p. 1-7.
- 16.FDA-CSFAN BAM. (2001). (Food and Drug Administration- Center for Food Safety and Applied Nutrition-Bacteriological Analytical Manual). Washington, USA. Chapter 18. Yeast and Molds. p. 1-13.

- 17.FDA-CSFAN BAM. (2002). (Food and Drug Administration- Center for Food Safety and Applied Nutrition-Bacteriological Analytical Manual). Washington, USA. Chapter 4 Enumeration of Escherichia Coli and the Coliform Bacteria. p. 1-14.
- 18.Food and agriculture organization of the United Nations, (2013). Recuperado de: <http://faostat.fao.org/site/612/DesktopDefault.aspx?PageID=612#ancor> (mayo, 2014).
- 19.Franco, G., Giraldo, M., (2010). *El Cultivo de la Mora*. (1ra ed.). Medellin, Colombia. Corpoica.
- 20.Frías, I., Hardisson, A., Alavez, R., Sierra, A. (1999). Concentration levels of sorbic and benzoic acids in soft drinks, *Toxicological & Environmental Chemistry*, 68 (3-4), 363-369.
- 21.Giusti, M. y Wrolstad, R. (2001). Caracterización y medición con luz ultravioleta, protocolos en química de alimentos, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, USA.
- 22.Industria Alimenticia. (2014).*Informe anual de bebidas América Latina*. Recuperado de: <http://www.industriaalimenticia.com/articles/87354-informe-anual-de-bebidas-amrica-latina> (Agosto, 2014).
- 23.INEN. (2008). Instituto Ecuatoriano de Normalización. *Catálogo de Normas Técnicas Ecuatorianas*, NTE INEN 1101:2008, Bebidas gaseosas. Requisitos.
- 24.INEN. (1985). Instituto Ecuatoriano de Normalización. *Catálogo de Normas Técnicas Ecuatorianas*, NTE INEN 380, Determinación de sólidos solubles, método refractométrico.

25. INEN. (1985). Instituto Ecuatoriano de Normalización. *Catálogo de Normas Técnicas Ecuatorianas*, NTE INEN 381. Determinación de acidez titulable, método potenciométrico de referencia.
26. INEN. (1985). Instituto Ecuatoriano de Normalización. *Catálogo de Normas Técnicas Ecuatorianas*, NTE INEN 389. Determinación de la concentración del ion hidrogeno (pH).
27. INEN. (1983). Instituto Ecuatoriano de Normalización. *Catálogo de Normas Técnicas Ecuatorianas*, NTE INEN 1082, Bebidas gaseosas. Determinación del gas carbónico.
28. INEN. (2010). Instituto Ecuatoriano de Normalización. *Catálogo de Normas Técnicas Ecuatorianas*, NTE INEN 2427:2010, Frutas frescas. Mora. Requisitos.
29. INEN. (2008). Instituto Ecuatoriano de Normalización. *Catálogo de Normas Técnicas Ecuatorianas*, NTE INEN 2337:2008, Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas, y vegetales. Requisitos.
30. Ionics Inc. (2004). Membrane Technology Benefits the Food Processing Industry. *Elsevier*. 41 (8) 32-33.
31. Martínez, A., Valverde, F., Villáres, M., Ayala, G., Jácome, R., Viteri, P. y Vásquez, W. (2013a). *PROGRAMA DE MANEJO NUTRICIONAL EN MORA DE CASTILLA (Rubus glaucus Benth)*. Recuperado de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/NUTRICION%20DIA%20CAMPO%20TISAL EO%202013%204.pdf> (mayo, 2014).

32. Martínez, A., Vásquez, W., Viterí, P., Ochoa, J., Villares, M., Jácome, R. y Ayala G. (2013b). MANEJO DE ENFERMEDADES E INSECTOS PLAGA DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth). Recuperado de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Enfermedades%20e%20insectos%20de%20la%20mora%20de%20Castilla.pdf> (mayo, 2014).
33. Martínez, A., Beltrán, O., Velastegui, G., Ayala, G., Jácome, R y Yáñez, W. (2007). *Manual del cultivo de mora de Castilla (Rubus glaucus B)*. (1ra ed.). Ambato, Ecuador: CFF.
34. Maldonado, C., Moncayo, H. (2012). *Elaboración de una bebida carbonatada de maracuyá "Passión"*. (Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos). Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
35. Municipio de Ambato. (2014). Recuperado de: <http://www.ambato.gob.ec/indexn/index.php/informativo/2014-05-15-16-59-20/planificacion> (Junio, 2014).
36. Naranjo, F. (2009). *La globalización en el Ecuador y su influencia en la búsqueda de nuevas estrategias de mercado en la industria de las bebidas gaseosas*. (Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero en Finanzas). Escuela Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
37. Ortiz, J., Remedios, M., Arroyo, M., Domínguez, N., Navarro, M. y Arozarena, I. (2013). Color, Phenolics, and Antioxidant Activity of Blackberry (*Rubus glaucus* Benth), Blueberry (*Vaccinium floribundum* Kunth.), and Apple Wines from Ecuador. *International Journal of Food Science and Technology*. 78 (7) 985-993.

38. Osorio, C., Hurtado, N., Dawid, C., Hofmann, T., Heredia, F. y Morales, A. (2011). Chemical characterisation of anthocyanins in tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) and Andes berry (*Rubus glaucus* Benth) fruits. *Food Chemistry*.1 (132) 1915-1921.
39. Nomenclatura tuberías, PDVSA L-TP1, 3. (2010). Recuperado de: http://biblioteca.unet.edu.ve/db/alexandr/db/bcunet/edocs/TEUNET/2007/pregado/Mecanica/SalasV_VictorJ/Capitulo2.pdf (Julio, 2014).
40. Project Management Institute. (2004). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía PMBOK)*. (3ra ed.). Newton Square, Estados Unidos.
41. Pólit, P. (1996). *Empaque y Embalaje*. (1ra ed.). Quito, Ecuador
42. Porter, M. (1990). *Handbook of Industrial Membrane Technology*. (1ra ed.). New Jersey, Estados Unidos. Noyes Publications.
43. Purchas, D., Sutherland, K. (2002). *Handbook of Filter Media*. (2da ed.). Kidington, Reino Unido. Elsevier Science.
44. Schmeling, N., Konietzny, R., Sieffert, D. y Rolling, P. (2010). Functionalized copolyimide membranes for the separation of gaseous and liquid mixtures. *Beilstein Journal of Organic Chemistry*. 6 789-800.
45. Shanon, J., Green T., Rice, J. United States Patent. (1991). *Carbonation System for soft drink dispenser*. Recuperado de: <http://www.google.com.ec/patents?hl=es&lr=&vid=USPAT5033645&id=n6MiA AAAEBAJ&oi=fnd&dq=carbonation+drinks&printsec=abstract#v=onepage&q=carbonation%20drinks&f=false> (julio, 2013).

46. Sistema de Información Nacional de Agricultura Ganadería, Acuicultura y Pesca. (2014). Recuperado de: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/site-map/3-comercio-exterior> (mayo, 2014).
47. Sitrol. Bombas Industriales. (2012). Recuperado de: http://www.bombasindustriales.cl/archivos/7523Grundfosliterature-1063_NB_Bombas_Monobloc_de_Aspiracion_Axial.pdf (Julio, 2014).
48. Steen, D., Ashurst, P. (2008). *Carbonated Soft Drinks: Formulation and Manufacture*. (1ra ed.). Murcia, España: Willey
49. Tapia, M., Fries, M. (2007). *Guía de Campos de los Cultivos Andinos*. (1ra ed.). Lima, Perú. ANPE.
50. Vaillant, F., Millan, A., Dornier, M., Decloux, M., Reynes, M. (2001). Strategy for economical optimization of the clarification of pulpy fruit juices using crossflow microfiltration. *Journal of Food Engineering*. 48 (1) 83-90.
51. Vasco, C., Ruales, J., Eldin, A. (2008). Total phenolic compounds and antioxidant capacities of mayor fruits from Ecuador. *Food Chemistry*. 1(111) 816-823.
52. Vasco, C., Ruales, J., Kaisu, R., Afafb, K. (2009). Phenolic Compounds in Rosaceae Fruits in Ecuador. *Agriculture and Food Chemistry*. 1(59) 1204-1212.
53. Vogel, H., Todaro, C., (2014). *Fermentation and Biochemical Engineering Handbook*. (3ra ed.). Langford, Reino Unido. Elsevier.

54. Yaselga, N. (2007). *Obtención de jugo clarificado de mora (Rubus glaucus Bent) mediante microfiltración tangencial*. (Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial). Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
55. Yáñez, M. (2006). *Desarrollo de una bebida gaseosa utilizando jugo clarificado de piña (variedad Cayena champaca) por microfiltración tangencial*. (Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial). Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
56. Yugsi, E. (2014). *Desarrollo de un nuevo ensayo instrumental de reología para evaluar la viscosidad en miel de panela y jarabes de azúcar a diferentes concentraciones*. (Proyecto previo a la obtención del título de ingeniero agroindustrial). Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
57. Winston, H., Kamalesh, S., (1992). *Membrane Handbook*. (1ra ed.). New York, Estados Unidos. Kluwer Academic Publishers.

ANEXOS

ANEXO I

Determinación de antocianinas

Equipos:

- ❖ Espectrofotómetro UV-VISIBLE RECORDING SPECTROPHOTOMETER UV-160 A, SHIMADZU
- ❖ Balanza analítica METTLER TOLEDO AG204
- ❖ Centrifuga marca Thermo SCIENTIFIC IEC CL31R Multispeed
- ❖ pH metro WTW pH 330i

Reactivos:

- ❖ Cloruro de potasio, calidad ACS
- ❖ Acetato de sodio, calidad ACS, 99,5%
- ❖ Acido clorhídrico 0,2 N calidad ACS, 100%
- ❖ Agua destilada

Preparación de soluciones

Buffer pH=1,0

1. Disuelva 14,9 g de cloruro de potasio en 1 L de agua destilada (A).
2. HCl (0,2 N): diluya 16,58 mL de ácido clorhídrico concentrado en 1 L de agua destilada (B).
3. Agregue la solución B a la solución A lentamente, mida el pH en cada momento y ajuste a pH = 1,0 con la solución B.
4. Guarde la solución final en una botella con tapa.

Buffer pH = 4,5

1. Disuelva 136 g de acetato de sodio en 1 L de agua destilada (C).

2. HCl (1 N): diluya 82,9 mL de ácido clorhídrico concentrado en 1 L de agua destilada (D).
3. Agregue la solución D a la solución C lentamente, mida el pH en cada momento y ajuste a pH = 1,0 con la solución D.
4. Guarde la solución final en una botella con tapa.

Preparación de muestra

1. Homogenice la muestra fresca en un procesador de alimentos.
2. Muestras liofilizadas, empáquelas en bolsas metálicas o laminadas séllelas herméticamente.

Extracción (muestras sólidas)

1. Pese en cuatro vasos de precipitación de 50 mL, una masa de 1,5 g de muestra liofilizada o 3 g de muestra frescas aproximadamente. Dos masas para m_1 y dos para m_2 .
2. Trasvase la muestra con una alícuota de 50 mL de buffer (dos muestras con buffer de pH = 1,0 y las otras dos con buffer de pH = 4,5) a cuatro vasos pequeños de licuadora.
3. Mezcle en la licuadora a máxima velocidad durante 5 minutos.
4. Centrifugue y filtre para obtener una solución clara sin sedimento (si la solución está libre de sedimento la absorbancia a 700 nm debe ser cercana a cero).
5. Ajuste a cero el equipo con el buffer de pH correspondiente.
6. Efectúe la dilución necesaria (la dilución debe ser tal que la absorbancia de la solución pH = 1,0 este entre 0,3 – 0,7 UA a 510 nm). La misma dilución que se haga a las muestras con pH = 1,0 debe hacerse para las muestras pH = 4,5.

7. Realice las lecturas en el espectrofotómetro de cada una de las soluciones a dos longitudes de onda sin sacar la celda del equipo, primero a 510 nm y luego a 700 nm.

Extracción (muestras líquidas)

1. Tome cuatro alícuotas entre 50 – 100 μL de muestra y colóquelas en cuatro tubos de ensayo. Centrifugue antes la muestra si es necesario para eliminar sólidos en suspensión. Dos alícuotas para m_1 y dos para m_2 .
2. Agregue una alícuota de buffer (dos muestras con buffer de $\text{pH} = 1,0$ y las otras dos con buffer de $\text{pH} = 4,5$) de tal forma que el volumen final sea 5 mL.
3. Agite con ayuda de vórtex durante 1 minuto cada tubo.
4. Ajuste al cero el equipo con el buffer de pH correspondiente.
5. Efectúe la dilución necesaria, pero normalmente con muestras líquidas se puede medir directo (La dilución debe ser tal que la absorbancia de la solución de $\text{pH} = 1,0$ esté entre 0,3 – 0,7 UA a 510 nm). La misma dilución que se haga a las muestras con $\text{pH} = 1,0$ se debe hacer para muestras a $\text{pH} = 4,5$.
6. Realice las lecturas en el espectrofotómetro de cada una de las soluciones a dos longitudes de onda sin sacar la celda del equipo, primero a 510 nm y luego a 700 nm.

CÁLCULO

La concentración en mg de antocianinas por g de muestra está dada por la ecuación

Al.1:

$$C_n = \frac{A_1 - A_2 * V_1 * f d_1}{m_1} - \frac{A_3 - A_4 * V_2 * f d_2}{m_2} * \frac{PM * 1000}{\epsilon_1} \text{ [Al. 1]}$$

Donde:

C_n = concentración de antocianinas mg/g (muestras solidas) / mg/mL (muestras liquidas)

A_1 = Absorbancia media a 510 nm, buffer pH = 1,0 y m_1

A_2 = Absorbancia media a 700 nm, buffer pH = 1,0 y m_1

A_3 = Absorbancia media a 510 nm, buffer pH = 4,5 y m_2

A_4 = Absorbancia media a 700 nm, buffer pH = 4,5 y m_2

m_1 y m_2 = masas de muestras de extracción (g) (muestra sólida) / mg/mL (muestras liquidas).

V_1 y V_2 = volumen de la alícuota de cada buffer pH = 1,0 y pH = 4,5 respectivamente (en mL que al dividir para 1000 pasa a L). (Para muestras líquidas no hay extracción, por lo tanto no hay volúmenes de extracción).

ϵ_1 = Absorbancia molar de la antocianina mayoritaria ($\epsilon_1 = 26900$ L/mol * cm).

PM = peso molecular de la antocianina mayoritaria (cianidin-3-glucosida) en las frutas (PM = 449,2 g/mol).

fd_1 y fd_2 = factor de dilución para cada muestra de buffer pH = 1,0 y pH = 4,5 respectivamente.

REGISTRO DE DATOS

Datos que se deben tomar durante el análisis, véase la Tabla AI.1.

Tabla AI.1. Datos a ser tomados durante el análisis de antocianinas

m1	m2
V1	V2
A1	A2
A3	A4
fd1	fd2

CONTROL DE RÉPLICAS

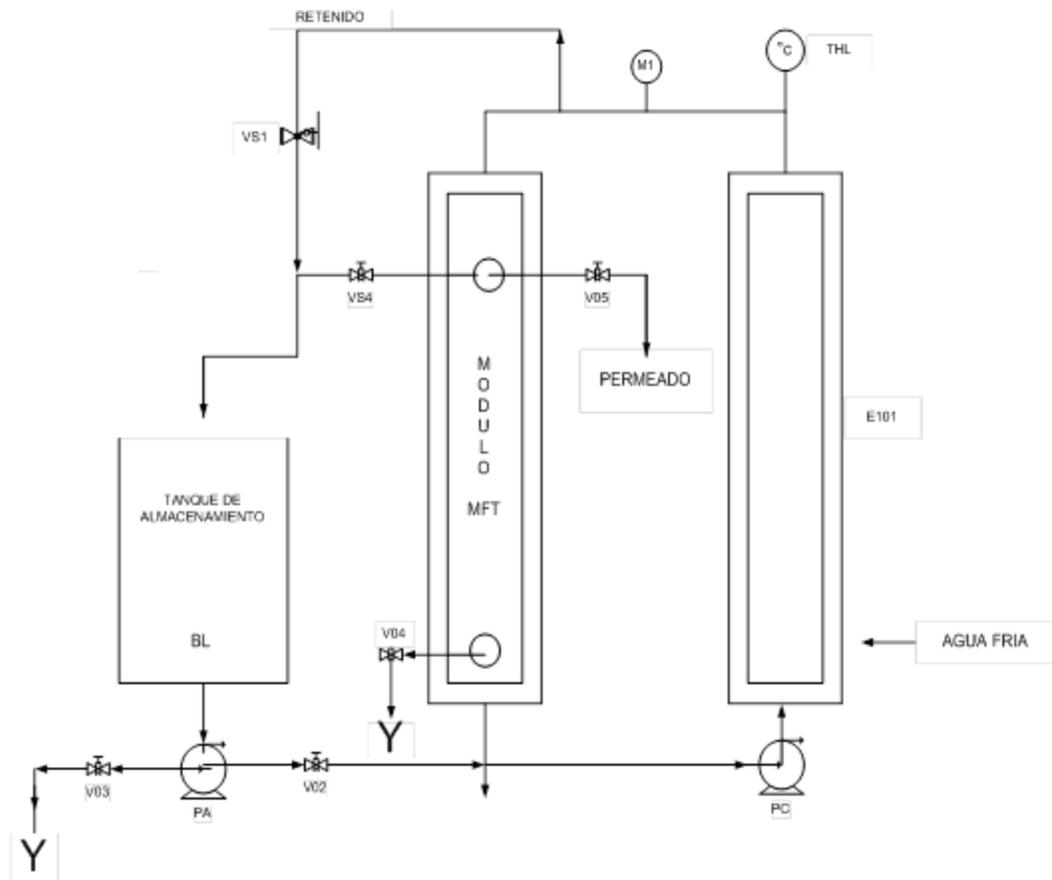
Nota: todos los análisis se hacen por duplicado (si es posible triplicado). En cada caso se controla que la diferencia porcentual $[(\text{rango}/\text{media}) \cdot 100]$ sea menor que 10 %. Si esto no se cumple, se repite el análisis.

Referencia: Giusti y Wrolstad, 2001.

ANEXO II

Descripción equipo MFT, método de limpieza

Figura 2.2. Diseño equipo MFT



- ❖ Un tanque de alimentación de 20 L de capacidad (BL).
- ❖ Una bomba de alimentación tipo centrífuga (PA).
- ❖ Una bomba de circulación tipo centrífuga (PC).
- ❖ Un intercambiador de calor tubular (E101).
- ❖ Un módulo de filtración que contiene en su interior una membrana de cerámica de 200 nm ($0,2 \mu\text{m}$) de diámetro de poro en su interior y con una superficie de membrana de $0,2 \text{ m}^2$ (Marca SCT, Membralox).

- ❖ Una válvula para regular el flujo de alimentación (V101).
- ❖ Una válvula para eliminar el contenido del módulo (V02).
- ❖ Una válvula para vaciar el tanque de alimentación (V03).
- ❖ Dos válvulas (V04, V05) para salida del permeado.
- ❖ Una válvula para controlar la presión de la instalación (V51).
- ❖ Una válvula para el flujo en contracorriente (V54).
- ❖ Un manómetro para medir la presión a la entrada del módulo (M1).
- ❖ Un termómetro para medir la temperatura a la salida del intercambiador (TH1).

Limpieza del equipo

1. Lavado caliente básico:

- ❖ Se abrieron todas las válvulas para eliminar el retenido del tanque de almacenamiento y del equipo.
- ❖ Se enjuagó con agua hasta que el pH del agua que sale por la válvula del permeado y la que recircula al tanque fue neutro.
- ❖ Se llenó el tanque de almacenamiento con agua caliente (70-75 °C) hasta aproximadamente el 75 % de su capacidad. Por cada litro de agua se añadieron 30 mL de una solución de sosa cáustica del 33 % y 10 mL de hipoclorito de sodio del 5,25 %. Se abrió la válvula para flujo en contracorriente y se puso en funcionamiento el equipo por 30 minutos a una presión de 2 bar.
- ❖ Transcurridos los 30 min se alimentó al tanque de almacenamiento con agua fría para que la temperatura baje lentamente a 50 °C.
- ❖ Se apagó el equipo y se vació completamente.
- ❖ Se enjuagó con agua potable hasta pH neutro.

2. Lavado frío ácido :

- ❖ Se llenó el tanque de almacenamiento con agua fría (20 °C), hasta aproximadamente el 75 % de su capacidad. Por cada litro de agua se añadió 5 mL de ácido nítrico del 65 %. Se abrió la válvula para el flujo en contracorriente y se puso en funcionamiento el equipo por 10 minutos a una presión de 2 bar.
- ❖ Se enjuagó con agua potable hasta pH neutro.
- ❖ Se verificó el flujo de agua obtenido a 1,5, 2,5 y 3,5 bar y 1 000 L/h de recirculación.

Referencia: Yáñez. (2006).

ANEXO III

Determinación del volumen de gas carbónico disuelto en un volumen de bebida a la temperatura y presión indicadas.

Tabla AIII.1. Determinación de gas carbónico a una presión y temperatura dada

2,0 2,1 2,2 2,3 2,4	2,5 2,6 2,7 2,8 2,9	3,0 3,1 3,2 3,3 3,4	3,5 3,6 3,7 3,8 3,9	4,0 4,1 4,2 4,3 4,4	4,5°
2,0 2,1 2,2 2,3 2,4	2,5 2,6 2,7 2,8 2,9	3,0 3,0 3,1 3,2 3,3	3,4 3,5 3,6 3,7 3,8	3,9 4,0 4,1 4,2 4,3	5,0
1,9 2,0 2,1 2,2 2,3	2,4 2,5 2,6 2,7 2,8	2,9 3,0 3,1 3,2 3,3	3,4 3,5 3,6 3,7 3,8	3,9 4,0 4,1 4,2 4,3	5,6
1,9 2,0 2,1 2,2 2,3	2,4 2,5 2,6 2,7 2,8	2,9 2,9 3,0 3,1 3,2	3,3 3,4 3,5 3,6 3,7	3,8 3,9 4,0 4,1 4,2	6,1
1,9 2,0 2,0 2,1 2,2	2,3 2,4 2,5 2,6 2,7	2,8 2,9 3,0 3,1 3,2	3,3 3,4 3,5 3,6 3,6	3,7 3,8 3,9 4,0 4,1	6,7
1,8 1,9 2,0 2,1 2,2	2,3 2,4 2,5 2,6 2,7	2,8 2,8 2,9 3,0 3,1	3,2 3,3 3,4 3,5 3,6	3,7 3,8 3,9 4,0 4,0	7,2
1,8 1,9 2,0 2,1 2,2	2,2 2,3 2,4 2,5 2,6	2,7 2,8 2,9 3,0 3,1	3,2 3,2 3,3 3,4 3,5	3,6 3,7 3,8 3,9 4,0	7,8
1,8 1,9 1,9 2,0 2,1	2,2 2,3 2,4 2,5 2,6	2,7 2,8 2,8 2,9 3,0	3,1 3,2 3,3 3,4 3,5	3,6 3,6 3,7 3,8 3,9	8,3
1,7 1,8 1,9 2,0 2,1	2,2 2,3 2,4 2,4 2,5	2,6 2,7 2,8 2,9 3,0	3,1 3,1 3,2 3,3 3,4	3,5 3,6 3,7 3,8 3,8	8,9
1,7 1,8 1,9 2,0 2,1	2,1 2,2 2,3 2,4 2,5	2,6 2,7 2,8 2,8 2,9	3,0 3,1 3,2 3,3 3,4	3,4 3,5 3,6 3,7 3,8	9,4
1,7 1,8 1,8 1,9 2,0	2,1 2,2 2,3 2,4 2,4	2,5 2,6 2,7 2,8 2,9	3,0 3,0 3,1 3,2 3,3	3,4 3,5 3,6 3,6 3,7	10,0
1,6 1,7 1,8 1,9 2,0	2,1 2,2 2,2 2,3 2,4	2,5 2,6 2,7 2,7 2,8	2,9 3,0 3,1 3,2 3,2	3,3 3,4 3,5 3,6 3,7	10,6
1,6 1,7 1,8 1,9 2,0	2,0 2,1 2,2 2,3 2,4	2,4 2,5 2,6 2,7 2,8	2,9 3,0 3,0 3,1 3,2	3,3 3,4 3,4 3,5 3,6	11,1
1,6 1,7 1,8 1,8 1,9	2,0 2,1 2,2 2,3 2,3	2,4 2,5 2,6 2,7 2,7	2,8 2,9 3,0 3,1 3,1	3,2 3,3 3,4 3,5 3,6	11,7
1,6 1,7 1,7 1,8 1,9	2,0 2,1 2,1 2,2 2,3	2,4 2,5 2,5 2,6 2,7	2,8 2,9 2,9 3,0 3,1	3,2 3,3 3,3 3,4 3,5	12,2
1,5 1,6 1,7 1,8 1,9	1,9 2,0 2,1 2,2 2,3	2,3 2,4 2,5 2,6 2,7	2,7 2,8 2,9 3,0 3,1	3,1 3,2 3,3 3,4 3,4	12,8
1,5 1,6 1,7 1,8 1,8	1,9 2,0 2,1 2,2 2,2	2,3 2,4 2,5 2,5 2,6	2,7 2,8 2,8 2,9 3,0	3,1 3,2 3,2 3,3 3,4	13,3
1,5 1,6 1,7 1,7 1,8	1,9 2,0 2,0 2,1 2,2	2,3 2,3 2,4 2,5 2,6	2,7 2,7 2,8 2,9 3,0	3,0 3,1 3,2 3,3 3,3	13,9
1,5 1,6 1,6 1,7 1,8	1,9 1,9 2,0 2,1 2,2	2,2 2,3 2,4 2,5 2,5	2,6 2,7 2,8 2,8 2,9	3,0 3,1 3,1 3,2 3,3	14,4
1,5 1,5 1,6 1,7 1,8	1,8 1,9 2,0 2,1 2,1	2,2 2,3 2,4 2,4 2,5	2,6 2,7 2,7 2,8 2,9	3,0 3,0 3,1 3,2 3,2	15,0
1,5 1,6 1,7 1,7	1,8 1,9 1,9 2,0 2,1	2,2 2,2 2,3 2,4 2,5	2,5 2,6 2,7 2,8 2,8	2,9 3,0 3,1 3,1 3,2	15,6
1,5 1,6 1,6 1,7	1,8 1,8 1,9 2,0 2,1	2,1 2,2 2,3 2,4 2,4	2,5 2,6 2,6 2,7 2,8	2,9 2,9 3,0 3,1 3,2	16,1
1,5 1,6 1,7	1,7 1,8 1,9 2,0 2,0	2,1 2,2 2,3 2,3 2,4	2,5 2,5 2,6 2,7 2,8	2,8 2,9 3,0 3,0 3,1	16,7
1,5 1,6 1,7	1,7 1,8 1,9 1,9 2,0	2,1 2,1 2,2 2,3 2,4	2,4 2,5 2,6 2,6 2,7	2,8 2,9 2,9 3,0 3,1	17,2
1,5 1,6 1,6	1,7 1,8 1,8 1,9 2,0	2,0 2,1 2,2 2,3 2,3	2,4 2,5 2,5 2,6 2,7	2,7 2,8 2,9 3,0 3,0	17,8
1,5 1,6 1,6	1,7 1,7 1,8 1,9 1,9	2,0 2,1 2,2 2,2 2,3	2,4 2,4 2,5 2,6 2,6	2,7 2,8 2,8 2,9 3,0	18,3
1,5 1,6	1,6 1,7 1,8 1,8 1,9	2,0 2,1 2,1 2,2 2,3	2,3 2,4 2,5 2,5 2,6	2,7 2,7 2,8 2,9 2,9	18,9
1,5 1,6	1,6 1,7 1,8 1,8 1,9	2,0 2,0 2,1 2,2 2,2	2,3 2,4 2,4 2,5 2,6	2,6 2,7 2,8 2,8 2,9	19,4
1,5 1,5	1,6 1,7 1,7 1,8 1,9	1,9 2,0 2,1 2,1 2,2	2,3 2,3 2,4 2,5 2,5	2,6 2,7 2,7 2,8 2,9	20,0
1,5 1,6 1,7 1,8 1,8	1,9 2,0 2,0 2,1 2,2	2,2 2,3 2,4 2,4 2,5	2,6 2,6 2,7 2,8 2,8	2,9 2,9 3,0 3,0 3,0	20,6
1,5 1,6 1,6 1,7 1,7	1,8 1,8 1,9 1,9 2,0	2,2 2,3 2,3 2,4 2,5	2,5 2,6 2,7 2,7 2,8	2,7 2,8 2,8 2,9 2,9	21,1
1,5 1,5 1,6 1,7 1,7	1,8 1,8 1,9 1,9 2,0	2,1 2,1 2,2 2,2 2,3	2,4 2,4 2,4 2,5 2,6	2,5 2,6 2,6 2,7 2,7	21,7
1,5 1,6 1,6 1,7 1,7	1,8 1,9 2,0 2,0 2,1	2,1 2,2 2,3 2,3 2,4	2,5 2,5 2,6 2,6 2,7	2,6 2,7 2,7 2,8 2,8	22,2
1,5 1,6 1,6 1,7 1,7	1,8 1,9 1,9 2,0 2,1	2,1 2,2 2,2 2,3 2,4	2,4 2,5 2,6 2,6 2,7	2,7 2,8 2,8 2,9 2,9	22,8
1,5 1,5 1,6 1,7 1,7	1,8 1,8 1,9 2,0 2,0	2,1 2,1 2,2 2,3 2,3	2,4 2,5 2,5 2,6 2,6	2,6 2,7 2,7 2,8 2,8	23,3
1,5 1,6 1,6 1,7	1,8 1,8 1,9 1,9 2,0	2,1 2,1 2,2 2,2 2,3	2,4 2,4 2,5 2,5 2,6	2,5 2,6 2,6 2,7 2,7	23,9
1,5 1,5 1,6 1,7	1,7 1,8 1,9 1,9 2,0	2,0 2,1 2,2 2,2 2,3	2,3 2,4 2,5 2,5 2,6	2,4 2,5 2,5 2,6 2,6	24,4
1,5 1,6 1,6	1,7 1,8 1,8 1,9 1,9	2,0 2,1 2,1 2,2 2,2	2,3 2,4 2,4 2,5 2,5	2,6 2,7 2,7 2,8 2,8	25,0
1,5 1,6 1,6	1,7 1,7 1,8 1,9 1,9	2,0 2,0 2,1 2,2 2,2	2,3 2,3 2,4 2,4 2,5	2,4 2,5 2,5 2,6 2,6	25,6
1,5 1,6 1,6	1,7 1,7 1,8 1,8 1,9	2,0 2,0 2,1 2,1 2,2	2,2 2,3 2,4 2,4 2,5	2,3 2,4 2,4 2,5 2,6	26,1
1,5 1,6	1,6 1,7 1,8 1,8 1,9	1,9 2,0 2,0 2,1 2,2	2,2 2,3 2,3 2,4 2,5	2,3 2,4 2,4 2,5 2,6	26,7
1,5 1,5	1,6 1,7 1,7 1,8 1,8	1,9 1,9 2,0 2,0 2,1	2,2 2,2 2,3 2,3 2,4	2,3 2,4 2,4 2,5 2,5	27,2
1,5 1,6 1,6 1,7 1,7	1,8 1,8 1,9 2,0 2,1	1,9 1,9 2,0 2,0 2,1	2,1 2,2 2,2 2,3 2,4	2,2 2,2 2,3 2,3 2,4	27,8
1,5 1,6 1,6 1,7 1,7	1,8 1,9 2,0 2,0 2,1	1,9 1,9 2,0 2,0 2,1	2,1 2,2 2,2 2,3 2,4	2,2 2,2 2,3 2,3 2,4	28,3
1,5 1,6 1,6 1,7 1,7	1,8 1,9 1,9 2,0 2,0	1,8 1,9 1,9 2,0 2,0	2,1 2,2 2,2 2,3 2,3	2,2 2,2 2,3 2,3 2,3	28,9
1,5 1,6 1,6 1,7 1,8	1,8 1,9 1,9 2,0 2,0	1,8 1,9 1,9 2,0 2,0	2,1 2,1 2,2 2,3 2,3	2,1 2,1 2,2 2,3 2,3	29,4
1,5 1,6 1,6 1,7 1,7	1,8 1,8 1,9 1,9 2,0	1,8 1,8 1,9 1,9 2,0	2,1 2,1 2,2 2,2 2,3	2,1 2,1 2,2 2,2 2,3	30,0
1,5 1,6 1,6 1,7 1,7	1,8 1,8 1,9 1,9 2,0	1,8 1,8 1,9 1,9 2,0	2,1 2,1 2,2 2,2 2,3	2,1 2,1 2,2 2,2 2,3	30,6
1,5 1,6 1,6 1,7	1,7 1,8 1,8 1,9 1,9	1,7 1,8 1,8 1,9 1,9	2,0 2,1 2,1 2,2 2,2	2,0 2,1 2,1 2,2 2,2	31,1
1,5 1,6 1,6 1,7	1,7 1,8 1,8 1,9 1,9	1,7 1,8 1,8 1,9 1,9	2,0 2,0 2,1 2,1 2,2	2,0 2,0 2,1 2,1 2,2	31,7
1,5 1,5 1,6 1,6	1,7 1,7 1,8 1,9 1,9	1,7 1,7 1,8 1,9 1,9	2,0 2,0 2,1 2,1 2,2	2,0 2,0 2,1 2,1 2,2	32,2
0,042 0,049 0,056 0,063 0,07	0,077 0,064 0,091 0,098 0,105	0,112 0,12 0,127 0,134 0,141	0,148 0,155 0,162 0,169 0,176	0,183 0,19 0,197 0,204 0,211	

PRESION MANOMETRICA EN MEGA PASCALES

TEMPERATURA DEL LIQUIDO EN GRADOS CENTRIGRADOS

La Tabla AIII.1, se basa en la solubilidad del CO_2 en agua pura. Suponiendo que el espacio libre (aquella parte de la botella que no contiene líquido) es 75% del contenido total (tal como se muestra en las ilustraciones adjuntas). Primeramente se desahogará el gas del espacio libre para remover el exceso de aire. Aunque para uso práctico las pruebas pueden efectuarse a cualquier temperatura, las pequeñas cantidades de aire que quedan en la botella pueden causar un error que, aunque pequeño, varía en magnitud con los cambios de temperatura. Esta Tabla está calculada para una exactitud máxima cuando las pruebas se efectúan a 15,6 °C. A pesar de que la Tabla ha sido calculada para un tamaño específico de botella, su uso es aceptable en la práctica con cualquier tamaño de botella de bebidas carbonatadas, así como con tanques Pre – mix.



1.- Colocar sobre la tapa el cuerpo del aparato para probar la presión. Apretar la tuerca de cierre, apretar un poco la tuerca de empaque y cerrar la válvula de escape.



2.- Insertar el manómetro de modo que la aguja perfora la tapa corona. Apretar más la tuerca de empaque y la tuerca de cierre para impedir escape de gas. No apunte esta presión.



3.- Abrir rápidamente la válvula de escape A y cerrar tan pronto como la lectura de la presión baje a 0 PSI.



4.- Agitar la botella y el aparato vigorosamente hasta que al sacudir más ya no suba la lectura de la presión- Apunte esta presión



5.- Quitar el aparato probador de presión y la tapa de la botella. Medir la temperatura introduciendo un termómetro en el líquido. No tomar la lectura hasta que el mercurio haya dejado de subir o de bajar. Apunte esta temperatura.

Como debe usarse la Tabla AIII.1

Ejemplo: La presión obtenida en el cuarto paso es de 0,260 mega pascales. La temperatura encontrada en el quinto paso es de 16,1 °C. Buscar 0,260 en la línea inferior y 16,1 °C en la columna de la derecha. Leer hacia arriba del valor de la presión y hacia la izquierda del valor de la temperatura hasta la intercepción de estas dos líneas. El volumen de gas para esta presión es de 3,7.

Referencia: INEN 1082, determinación de gas carbónico

ANEXO IV

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología



Evaluación sensorial

Fecha: _____

Producto: Bebida gaseosa de mora

Hora: _____

Indicaciones: Usted recibirá dos muestras codificadas, que servirán para evaluar los diferentes atributos del mismo. Permítase llenar con el número de cada muestra en el espacio asignado y para cada uno de los atributos evaluarlo independientemente en la línea continua, colocando una marca vertical indicando su preferencia. Tomando en consideración que a lado izquierdo es de menor gusto por el evaluador y al lado derecho es de mayor gusto al por el evaluador.

ATRIBUTO:

Intensidad de sabor a fruta

N° muestra

Débil

Intenso

Intensidad de aroma a fruta

N° muestra

Débil

Intenso

Dulzor

N° muestra

Poco dulce

Muy dulce

Acidez

N° muestra

Poco ácido

Muy ácido

Presencia de sabores extraños

Nº muestra

Escaso

Alto

Observaciones:

Gracias por su colaboración

PG/JR

ANEXO V

Tiempos de desaireado previo al proceso de MFT



Figura V.1. Tiempo de desaireado 5 min



Figura V.2. Tiempo de desaireado 10 min



Figura V.3. Tiempo de desaireado 15 min

ANEXO VI

Volúmenes de CO₂ en envase vidrio y PET durante el estudio de estabilidad

Tabla AV.1. Volúmenes de CO₂ en envase vidrio durante el tiempo de almacenamiento

Tiempo (días)	Temperatura de almacenamiento (°C)	Presión (psi)	Temperatura interior del envase (°C)	Volúmenes de CO ₂
0	4	12,0	6,0	2,42
7		11,0	5,0	2,39
15		10,0	5,0	2,30
45		9,8	5,0	2,28
60		9,5	5,0	2,24
0	20	12,0	6,0	2,42
7		23,0	20,0	2,24
15		23,5	19,8	2,23
45		21,8	20,0	2,18
60		21,2	20,0	2,14
0	35	12,0	6,0	2,42
7		35,0	32,0	2,20
15		24,3	25,0	2,20
45		22,5	23,3	2,10
60		20,0	25,0	2,00

Tabla AV.2. Volúmenes de CO₂ en envase PET durante el tiempo de almacenamiento

Tiempo (días)	Temperatura de almacenamiento (°C)	Presión (psi)	Temperatura al interior del envase (°C)	Volúmenes de CO ₂
0	4	12,0	6,0	2,42
7		10,0	5,0	2,31
15		9,0	5,0	2,20
45		7,5	6,0	1,98
60		7,5	6,0	1,98
0	20	12,0	6,0	2,42
7		18,0	20,0	1,96
15		17,0	19,8	1,86
45		14,2	20,0	1,80
60		13,9	20,0	1,70
0	35	12,0	6,0	2,42
7		22,0	29,0	1,80
15		17,0	26,0	1,70
45		14,0	25,0	1,50
60		13,0	25,0	1,40

ANEXO VII

Balance de energía de la planta

Para calcular la energía necesaria de cada proceso, se utilizó la siguiente fórmula:

$$Q = m * c_p * \Delta T \quad \text{[AVII.1]}$$

Donde:

Q = Calor necesario (kg/día)

m = Masa (kg/día)

Cp = Calor específico latente de vaporización (KJ/kg °C)

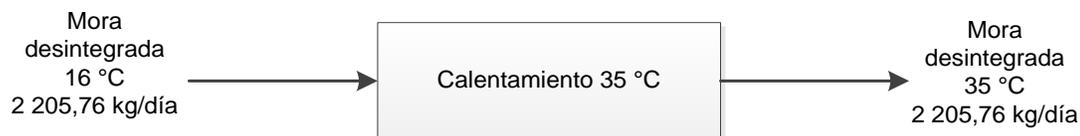
a) Proceso unitario: Hidrólisis enzimática de la mora desintegrada:

Se calculó el calor específico de la mora desintegrada para su posterior uso en la fórmula AVII.1, se determinó su calor específico en función de la composición de sus componentes. La Tabla AVII.1 muestra el Cp de sus componentes.

Tabla AVII.1. Composición de la mora desintegrada y Cp de sus componentes

Componentes	Mora desintegrada (%)	Cp (KJ/kg °C)
Agua	87	4,176
Proteína	1,1	2,159
Grasa	0,9	2,027
Carbohidratos	10,2	1,874
Fibra	0,2	1,578
Ceniza	0,6	2,006
Total	100	3,845

Se procedió al cálculo de energía necesaria en el proceso



$$Q = m_{mora\ desintegrada} * cp_{mora\ desintegrada} * \Delta T$$

$$Q = 2\ 205,76 * 3,845 * 35 - 16\ ^\circ C$$

$$Q = 161\ 141,79\ kJ$$

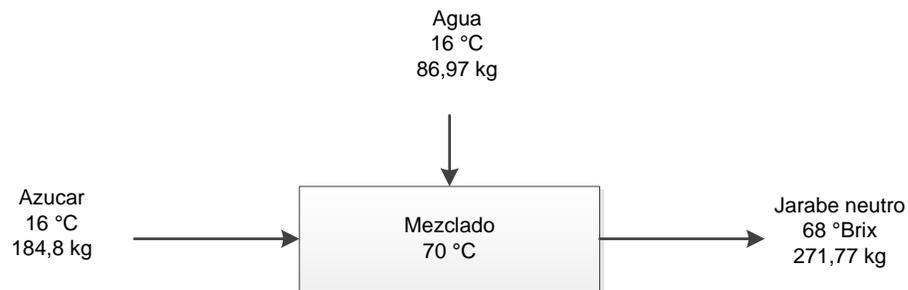
b) Proceso unitario: Obtención del jarabe neutro 68 °Brix

Se calculó el calor específico del jarabe neutro a 68 °Brix para su posterior uso en la fórmula AVII.1, se determinó su calor específico en función de la composición de sus componentes. La Tabla AVII.2 muestra el Cp de sus componentes.

Tabla AVII.2. Composición del jarabe neutro a 68 °Brix y Cp de sus componentes

Componentes	Mora desintegrada (%)	Cp (KJ/kg °C)
Agua	32	4,176
Carbohidratos	68	1,874
Total	100	2,61

Se procedió al cálculo de energía necesaria en el proceso:



$$Q = m_{\text{jarabe neutro } 68^{\circ}\text{Brix}} * C_{p_{\text{jarabe neutro } 68^{\circ}\text{Brix}}} * \Delta T$$

$$Q = 271,77 * 3,845 * 70 - 16 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

$$Q = 1\,098,95 \text{ kJ}$$

c) Proceso unitario: Lavado de botellas de vidrio

La lavadora de botellas funciona con vapor saturado y según sus requerimientos, el equipo necesita 1 900 E+04 kJ por cada 7 000 botellas por hora. Para la planta, la cantidad de botellas de vidrio a lavar por día es de 5 218.

Se necesita 1 416,51 E+04 kJ por día para el funcionamiento de la lavadora de botellas de vidrio.

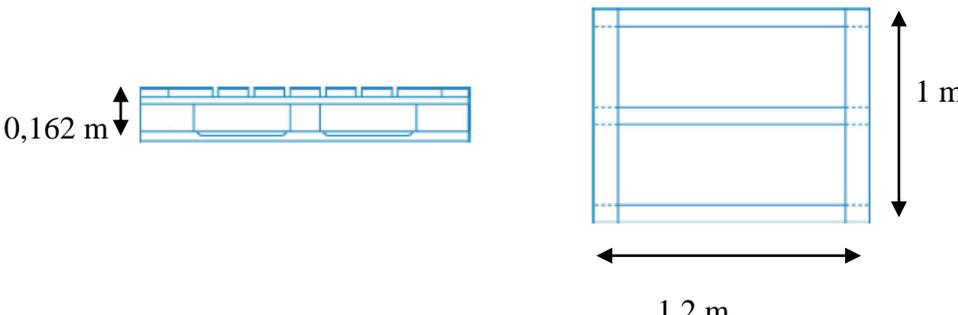
d) Proceso unitario: Lavado de gavetas plásticas para encajonado de botellas de vidrio

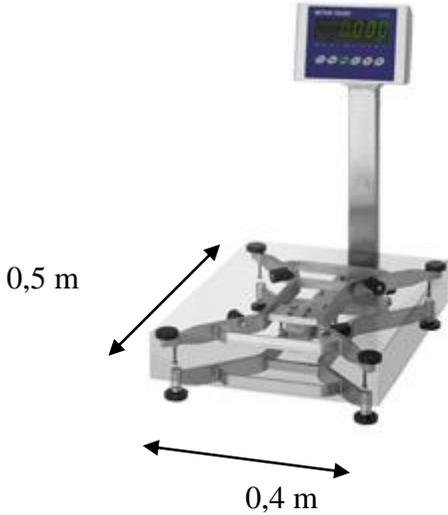
La lavadora de gavetas funciona con vapor saturado y según sus requerimientos, el equipo necesita 1 628,79 E+03 kJ por cada 300 gavetas. Para la empresa, la cantidad de gavetas a lavar por día es de 214.

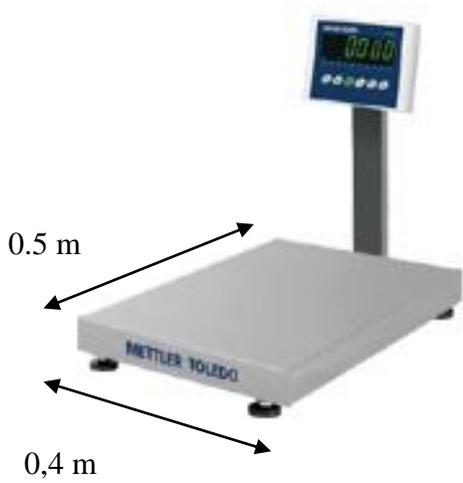
Se necesita 1 161,87 E +03 kJ por día para el funcionamiento de la lavadora de gavetas.

ANEXO VIII

Hojas de especificaciones técnicas de los equipos

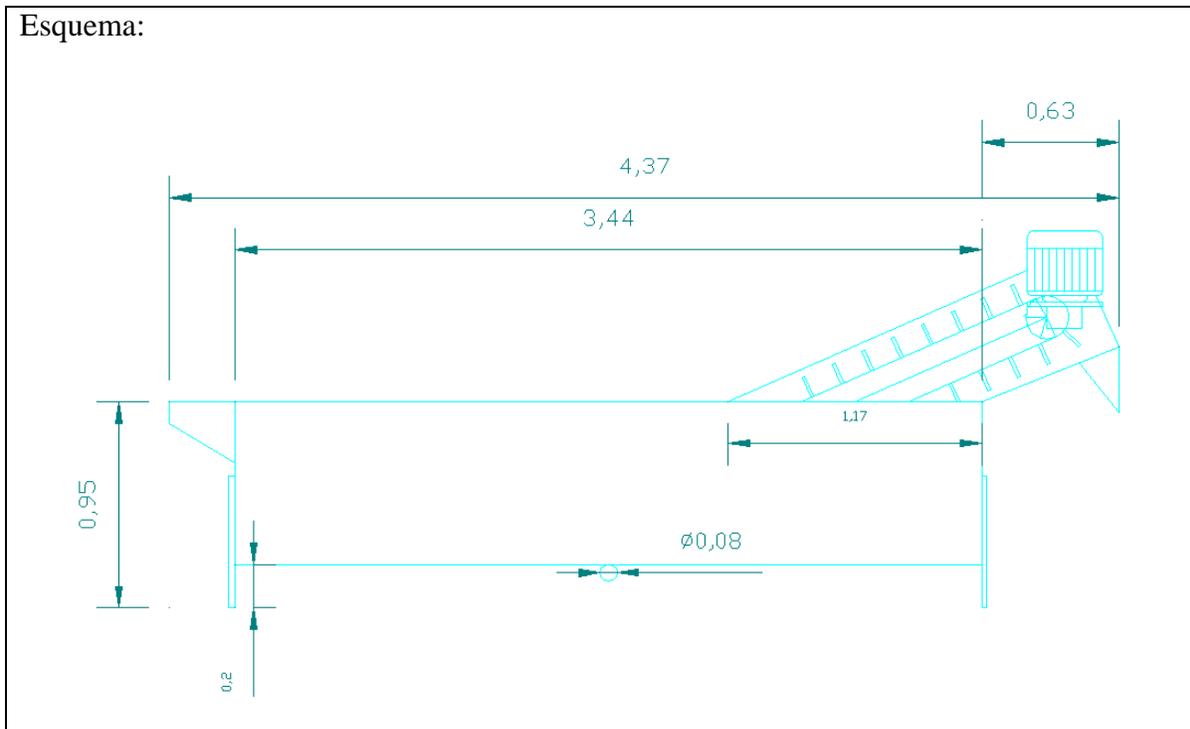
Hoja de especificación N° 1	
Pallet de transporte	
Identificación	N° requerido: 44
Fabricate: CHEP	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Item: A pallets	
Función: transporte de material	
Operación: Batch	
Datos del diseño: Largo: 1,2 m Ancho 1,0 m Espesor: 0,162 m Capacidad nominal: hasta 1 500 kg	
Material: Madera	
Principio de operación: equipo de forma rectangular que facilita carga y transporte mediante uso manual o uso de un montacargas automático o manual.	
Esquema: <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>The diagram shows two views of a wooden pallet. On the left is a side view showing the thickness of the deck boards, with a vertical dimension line indicating a height of 0,162 m. On the right is a top-down view showing the rectangular frame with a length of 1,2 m and a width of 1 m, both indicated by horizontal and vertical dimension lines.</p> </div>	

Hoja de especificación N° 2	
Balanza electrónica	
Identificación	N° requerido: 1
Fabricate: METTLER TOLEDO Item: BBA226-4B150	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Función: Pesaje de mora de Castilla	
Operación: Batch	
Datos del diseño: Largo: 0,4 metros Ancho 0,5 metros Capacidad nominal: hasta 150 kg. Energía: 110 V, 50/60 Hz Peso de la balanza: 15 kg	
Material: Acero inoxidable 304	
Principio de operación: Equipo de trabajo para el pesaje de mora en sitios húmedos, plataforma rectangular de rápida medición. Display digital.	
Esquema: 	

Hoja de especificación N° 3	
Balanza electrónica	
Identificación	N° requerido: 2
Fabricate: METTLER TOLEDO	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Item: BBA221-150	
Función: Pesaje de insumos alimenticios	
Operación: Batch	
Datos del diseño: Largo: 0,4 metros Ancho: 0,5 metros Espesor: 0,162 metros Capacidad nominal: hasta 150 kg, Energía: 110 V, 50/60 Hz Peso de la balanza: 13 kg	
Material: Madera	
Principio de operación: Balanza para aplicaciones sencillas. El terminal con su gran indicador conviene por su rapidez y facilidad de manejo. También se puede comunicar con un PC a través del interface RS232 incorporado.	
Esquema:  <p>El diagrama muestra una balanza electrónica de plataforma con un terminal de pesaje digital. Se indican las dimensiones físicas: un ancho de 0,5 metros y un largo de 0,4 metros. La balanza es de color gris y tiene el logo 'METTLER TOLEDO' visible en la parte inferior de la plataforma.</p>	

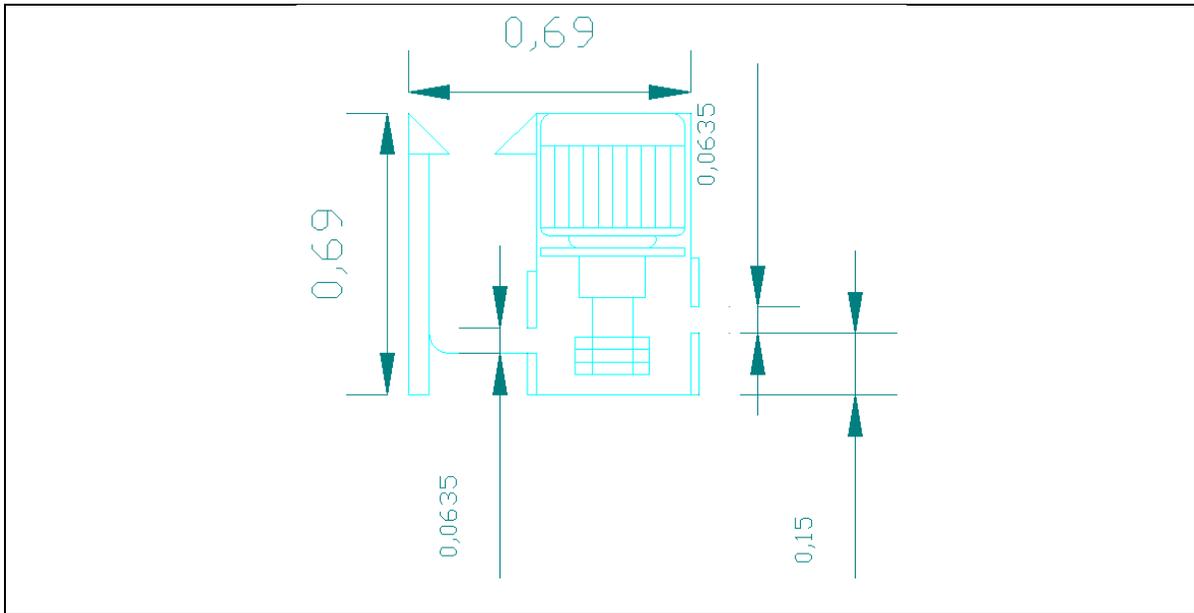
Hoja de especificación N° 4	
Lavadora clasificadora de mora de Castilla	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricante: INCALFER SRL	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Ítem: AL-2000	
Función: lavado de mora de Castilla	
Operación: Semi batch	
<p>Datos del diseño:</p> <p>Largo: 3,5 m</p> <p>Ancho: 1,2 m</p> <p>Altura: 1,93 m</p> <p>Capacidad nominal: hasta 2 000 kg/h</p> <p>Peso: 200 kg</p>	
Material: inox 304	
<p>Principio de operación: Principio de lavado hidrodinámico mediante bomba de circulación y proyección del agua a presión regulable sobre el producto. Transportador para extracción del producto lavado comandado mediante motorreductor de 0,5 HP y cinta de malla de acero inoxidable a cangilones, se permite el escurrido de la fruta. Regulador de intensidad de lavado y avance del producto para ajustar el tiempo de residencia según necesidad. Evacuación de lodos por el fondo con válvula manual y rebalse automático por la parte superior. Construcción total en acero inoxidable AISI 304 a excepción de la bomba centrífuga y las válvulas. Potencia 5 HP.</p>	

Esquema:

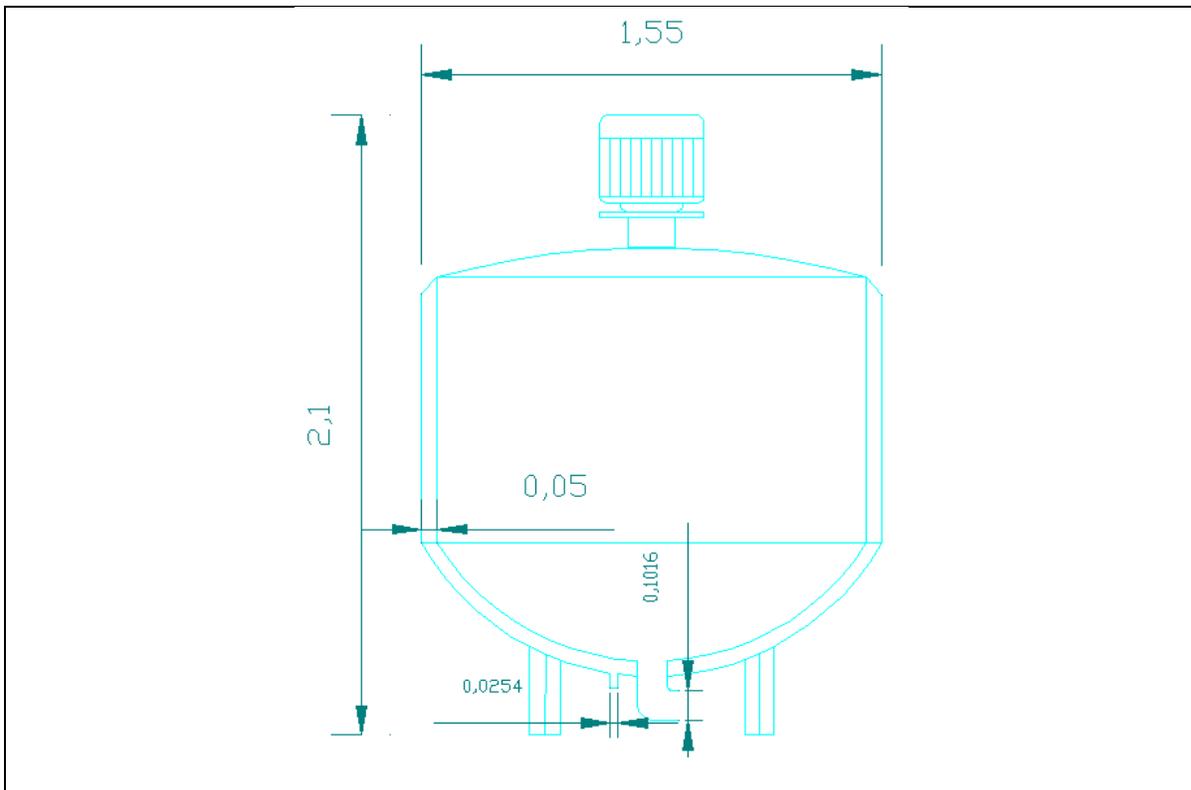


Hoja de especificación N° 5	
Banda transportadora	
Identificación:	N° requerido: 21
Fabricate: Mega Food Technology Food Processing Item: 16614	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Función: Transporte de envases vidrio y PET	
Operación: Continuo	
Datos del diseño:	
Longitud: 3 m	
Ancho: 0,3 m	
Altura: 0,9 m	
Peso: 23 kg	
Banda: Sanitaria	
Material: inox 304	
Principio de operación: Equipo auxiliar de funcionamiento continuo a través de bandas movibles de giro por acción de un motor de 1 HP de velocidad variable y con facilidad de giro de transporte, 90 °. Ajustable para el ancho de envase	
Esquema:	

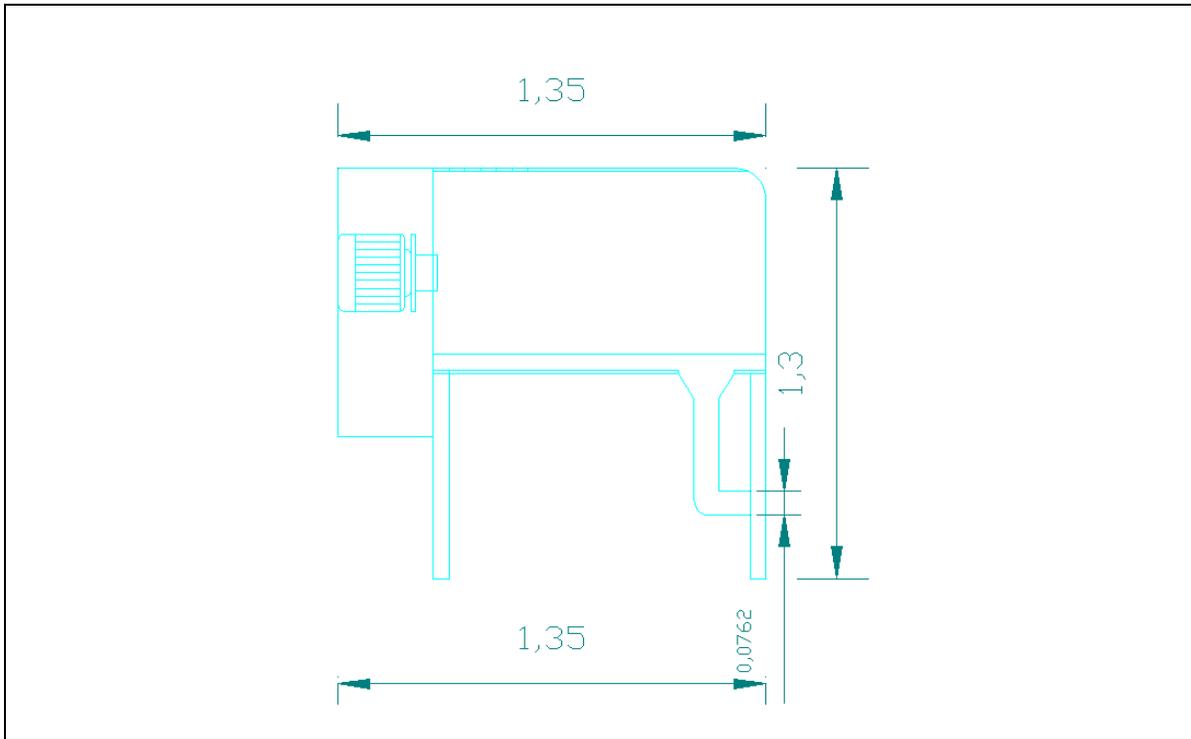
Hoja de especificación N° 6	
Desintegrador	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricate: Bepex	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Item: RP-8-K115	
Función: Desintegrado de mora, disminución tamaño de partícula	
Operación: continuo	
Datos del diseño: Largo: 0,69 m Ancho: 0,46 m Altura: 0,69 m Capacidad nominal: hasta 3 000 kg/h Peso: 145 kg Requerimiento eléctrico: 380/3ph/60Hz	
Material: inox 304	
Principio de operación: Equipo para el proceso de disminución de partículas a partir de un alimentador de martillo y cuatro martillos medias, un rotor de pre-cortar auxiliar. El equipo desintegrador usa un motor de 5 HP a una velocidad de 5 000 rpm. La materia prima se alimenta por la parte superior del equipo a través de una tolva y el producto desintegrado sale por la parte inferior a través de una tubería de diámetro $6,35 \times 10^{-2}$ m.	
Esquema:	



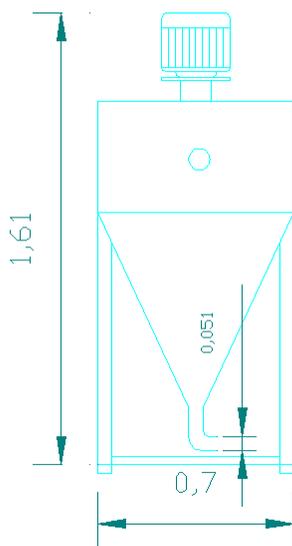
Hoja de especificación N° 7	
Marmita	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricate: Mega Food Technology Food Processing Item: 16614	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Función: Proceso de hidrólisis enzimática para mora desintegrada	
Operación: Batch	
Datos del diseño: Diámetro: 1,55 m Ancho de pared: 0,051 m Altura: 2,1 m Capacidad nominal: hasta 2 500 kg Peso: 450 kg Diámetro de descarga producto: $10,16 \times 10^{-2}$ m Diámetro entrada y salida de vapor y condensado: $2,54 \times 10^{-2}$ m	
Material: inox 304	
Principio de operación: Equipo de forma cilíndrica para calentamiento de fluidos con el uso indirecto con vapor, posee un sistema de agitación en la parte superior de potencia 4 HP.	
Esquema:	



Hoja de especificación N° 8	
Despulpadora	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricate: Mega Food Technology Food Processing Item: JJ1000	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Función: Separación de semillas y cáliz de la mora de Castilla	
Operación: Continuo	
Datos del diseño: Longitud: 1,35 m Ancho: 0,90 m Altura: 1,30 m Peso: 180 kg Boca de entrada: 0,30 m x 0,33 m Diámetro de tamaño de tamiz: 1,0 mm y 2,0 mm Voltaje: 220 V Capacidad: 2 000 kg/h	
Material: inox 304	
Principio de operación: Proceso de extracción de semillas por acción centrifuga con el uso de dos tamices, el equipo posee una potencia de motor de 15 HP, una salida independiente de semillas y una salida de pulpa frontal de 0,0762 m.	
Esquema:	

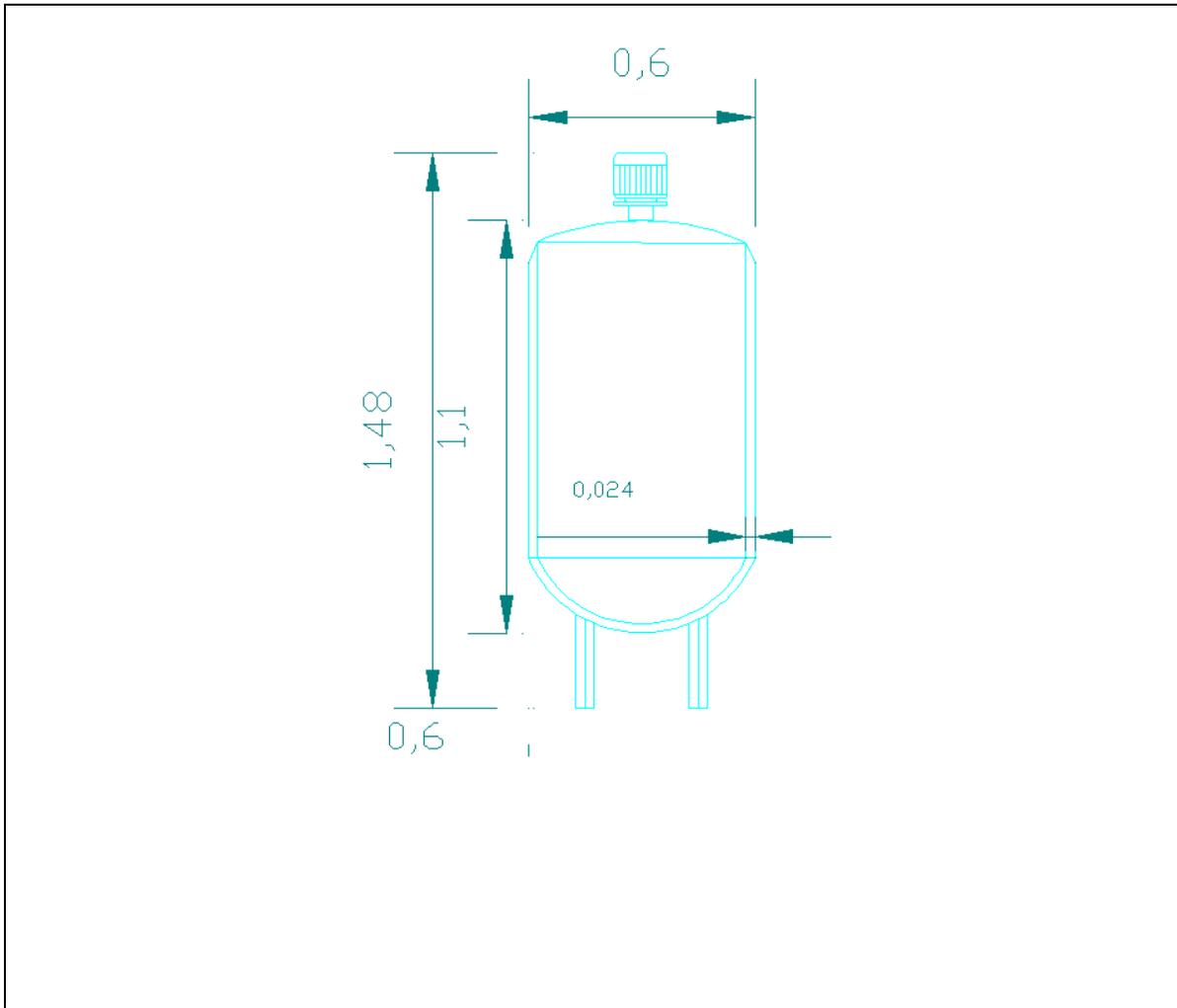


Hoja de especificación N° 9	
Tanque de almacenamiento	
Identificación:	N° requerido: 2
Fabricante: Inoxidables M/T	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Ítem: TA-01	
Función: Almacenamiento de pulpa hidrolizada y desaireada de mora	
Operación: Batch	
Dimensiones:	
Diámetro total: 1,34 m	
Alto: 1,65 m	
Diámetro de carga y descarga: $5,1 \times 10^{-2}$ m	
Cantidad de almacenamiento: 2 000 L	
Material: Acero inoxidable 304	
Principio de operación:	
Almacenamiento de pulpa, con sistema de carga superior y descarga inferior, fondo cónico para facilitar el drenado.	
Esquema:	
<p>The diagram shows a technical drawing of a storage tank. It is a cylindrical tank with a conical bottom. The total height of the tank is 1,65 m. The height of the main cylindrical body is 1,5 m. The total diameter of the tank is 1,34 m. There is a central opening with a diameter of 0,24 m. The conical bottom has a height of 0,051 m. The tank is supported by four legs.</p>	

Hoja de especificación N° 10	
Tanque desaireador	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricante: Leal S.A.	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Ítem: JVD-5	
Función: Tanque para extracción de aire de la pulpa de mora	
Operación: Continuo	
Dimensiones:	
Largo: 1,5 m	
Ancho: 0,70 m	
Altura: 1,61 m	
Capacidad de bombeo: 1 800 L/h	
Material: Acero inoxidable 316	
Principio de operación:	
Sistema de generación de vacío en una cuba para la extracción de aire. El fluido entra por la parte superior y es extraído por la parte inferior, diámetro de salida: 0,051 m. Bomba de vacío de 8,5 HP.	
Esquema:	
	

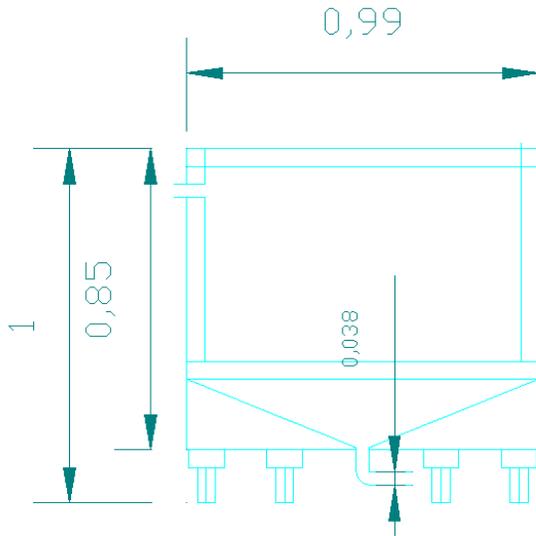
Hoja de especificación N° 11	
Tanque de almacenamiento	
Identificación:	N° requerido: 2
Fabricante: Inoxidables M/T	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Ítem: TA-02	
Función: Almacenamiento de permeado y clarificado de pulpa de mora	
Operación: Batch	
Dimensiones:	
Diámetro total: 1,16 m	
Alto: 1,15 m	
Diámetro de carga y descarga: $5,1 \times 10^{-2}$ m	
Cantidad de almacenamiento: 1 500 L	
Material: Acero inoxidable 304	
Principio de operación:	
Almacenamiento de pulpa retenida y clarificado, con sistema de carga superior y descarga inferior, fondo cónico para facilitar el drenado.	
Esquema:	
<p>The diagram shows a storage tank with a conical bottom. The total height is 1,15 m and the total diameter is 1,16 m. The bottom has a central discharge pipe with a diameter of 0,051 m. There are four support legs at the base.</p>	

Hoja de especificación N° 12	
Marmita	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricate: Mega Food Technology Food Processing Item: 21514	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Función: Elaboración jarabe de azúcar	
Operación: Batch	
Datos del diseño: Diámetro: 0,60 m Ancho de pared: $2,4 \times 10^{-2}$ m Altura total: 1,48 m Capacidad nominal: hasta 300 L Peso: 35 kg Diámetro de descarga: $73,03 \times 10^{-3}$ m Diámetro entrada y salida de condensado: $2,54 \times 10^{-2}$ m	
Material: inox 304	
Principio de operación: Equipo de forma cilíndrica para calentamiento de fluidos con el uso indirecto de vapor. Posee un sistema de agitación en la parte superior de potencia 1 HP.	
Esquema:	



Hoja de especificación N° 13	
Filtro de carbono	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricante: Inoxidables M/T	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Ítem: TA-05	
Función: Eliminación de impurezas y olores del jarabe de azúcar	
Operación: continuo	
Dimensiones:	
Largo: 1,10 m	
Ancho: 1,10 m	
Altura: 1,15 m	
Capacidad: 500 L/h	
Diámetro de descarga: $5,1 \times 10^{-2}$ m	
Material: Acero inoxidable 304	
Principio de operación:	
El azúcar pasa a través de capas de filtros de carbono, permitiendo la extracción de olores y particular extrañas que dan turbidez al jarabe. Bomba de recirculación de 2 HP.	
Esquema:	

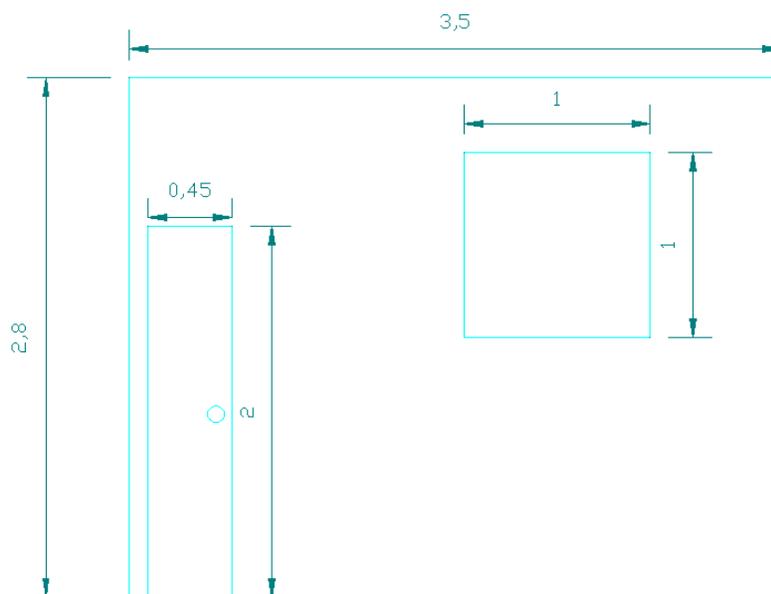
Hoja de especificación N° 14	
Tanque de almacenamiento	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricante: Inoxidables M/T	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Ítem: TA-04	
Función: Almacenamiento de jarabe neutro	
Operación: Batch	
Dimensiones:	
Diámetro total: 0,84 m	
Alto: 1,15m	
Diámetro de carga y descarga: $3,8 \times 10^{-2}$ m	
Cantidad de almacenamiento: 500 L	
Material: Acero inoxidable 304	
Principio de operación:	
Almacenamiento sin agitación de jarabe neutro	
Esquema:	
<p>The diagram shows a technical drawing of a storage tank. The total height is indicated as 1,15 m. The total diameter is 0,84 m. A central diameter of 0,038 m is shown for the discharge outlet. The tank has a conical bottom and two discharge ports.</p>	

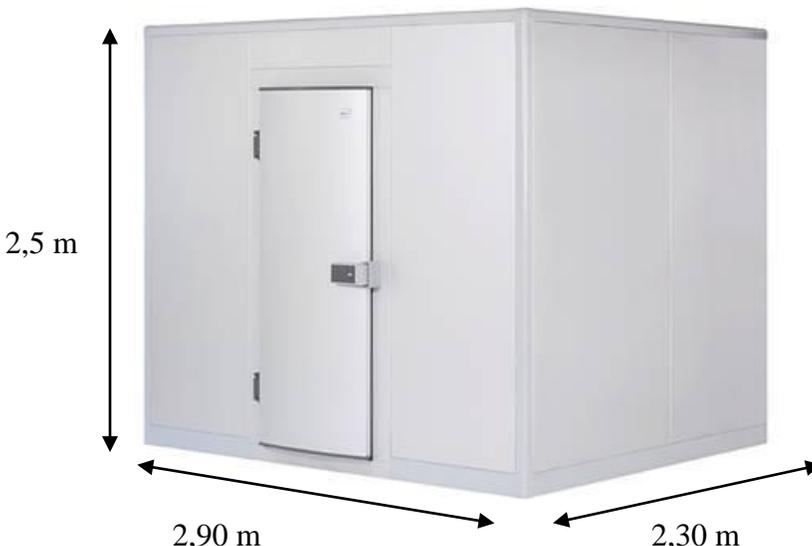
Hoja de especificación N° 15	
Tanque de almacenamiento	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricante: Inoxidables M/T	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Ítem: TA-03	
Función: Tanque de mezcla para elaboración de jarabe, formulación PET	
Operación: Batch	
Dimensiones:	
Diámetro total: 0,99 m	
Alto: 1,0 m	
Diámetro de carga y descarga: $3,8 \times 10^{-2}$ m	
Cantidad de almacenamiento: 700 L	
Material: Acero inoxidable 304	
Principio de operación:	
Tanque de mezcla con sistema de agitación para formulación de bebida para ser embotellado en envase PET.	
Esquema:	
 <p>The diagram is a technical drawing of a storage tank. It shows a cylindrical tank with a conical bottom. The total height of the tank is 1.0 m. The diameter of the tank is 0.99 m. The height of the upper cylindrical section is 0.85 m. The diameter of the bottom section is 0.038 m. The tank is supported by four legs.</p>	

Hoja de especificación N° 16	
Tanque de almacenamiento	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricante: Inoxidables M/T	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Ítem: TA-04	
Función: Tanque de mezcla para elaboración de jarabe, formulación vidrio	
Operación: Batch	
Dimensiones:	
Diámetro total: 0,84 m	
Alto: 1,0 m	
Diámetro de carga y descarga: $3,8 \times 10^{-2}$ m	
Cantidad de almacenamiento: 500 L	
Material: Acero inoxidable 304	
Principio de operación:	
Tanque de mezcla con sistema de agitación para formulación de bebida para ser embotellado en envase PET.	
Esquema:	
<p>The diagram shows a technical drawing of a storage tank. It is a cylindrical tank with a conical bottom. The total height of the tank is indicated as 1.0 m. The total diameter of the tank is 0.84 m. The diameter of the bottom opening is 0.038 m. The drawing includes dimension lines and arrows indicating these measurements.</p>	

Hoja de especificación N° 17	
Sistema de Microfiltración tangencial	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricante: Techniques Industrielles	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Appliquées (TIA)	
Ítem: 14058-0	
Función: proceso de clarificado de pulpa de mora hidrolizada y desaireada	
Operación: Continuo	
Dimensiones:	
Largo: 3,00 m	
Ancho: 3,50 m	
Alto: 2,80 m	
Electricidad: 47 kw/h	
Área de membrana: 17,28 m ²	
Velocidad máxima de clarificación: 1 728 L/h	
Material: inox 316	
Principio de operación:	
<p>El equipo constará de dos etapas de dos módulos en paralelo cada uno. El flujo de alimentación a los módulos es controlado con la válvula de modulación manual, con bombas de control de frecuencia que ajustan los parámetros de presión, temperatura y flujo. Sistema de refrigeración para mantener una temperatura de proceso constante a través de un intercambiador de tubos.</p> <p>Por medio de una presión tras membrana adecuada y el uso de membranas de cerámica de diámetro de poro 0,2 micras, el equipo separa las partículas de mayor tamaño, regresándolas al tanque de alimentación, mientras que el permeado obtenido se almacena en un tanque hermético.</p>	

Esquema:



Hoja de especificación N° 18	
Cámara de refrigeración	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricante: Grupo Mega	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Ítem: GMV 00001016	
Función: Enfriamiento de materia prima, mora, para su procesamiento a 2 °C.	
Operación: Continuo	
Dimensiones: Largo: 2,90 m Ancho: 2,30 m Alto: 2,50 m Electricidad: 208/220 V, 60Hz, monofásica, potencia 1,5 HP Capacidad calorífica extracción: 12 500 BTU/h	
Material: poliuretano recubierto de acero inoxidable	
Principio de operación: Sistema de refrigeración con refrigerante 404. Sistema de aire forzado para almacenamiento de frutas, mora de Castilla.	
Esquema:	
 <p>El diagrama muestra una cámara de refrigeración rectangular blanca con una puerta en el lado izquierdo. Las dimensiones están indicadas con líneas de doble flecha: la altura es de 2,5 m, el largo es de 2,90 m y el ancho es de 2,30 m.</p>	

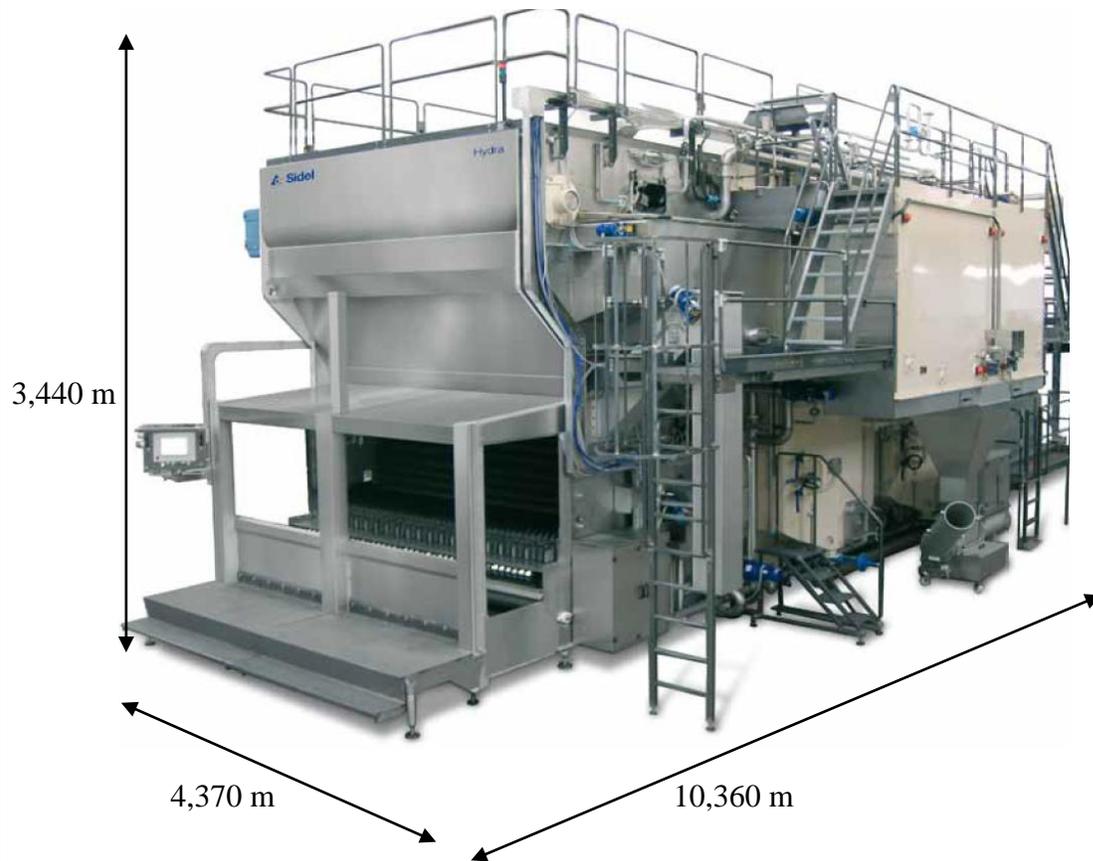
Hoja de especificación N° 19	
Lavadora de botellas de vidrio	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricante: Filling and packaging Worl- wide (KHS)	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Item: SAS 2014 1132 01	
Función: Lavado de botellas de vidrio nuevas y retornables	
Operación: Continuo	
Dimensiones:	
Largo: 10,36 m	
Ancho: 4,37 m	
Alto: 3,44 m	
Electricidad: 29,8 Kw	
Cantidad de aire necesaria: 5,96 m ³ /min	
Peso: 24 600 kg	
Calor necesario: 1 900,26 E+04 kJ/día	
Agua necesaria: 5 m ³ /h	
Capacidad máxima de lavado: 7 200 botellas por hora	
Material: Acero inoxidable 304	
Principio de operación:	
<p>El ciclo de lavado está compuesto por distintas fases, predispuestas en función de la configuración más idónea. De acuerdo con la configuración de la máquina, a lo largo del recorrido de las botellas se implementan distintas zonas de tratamiento.</p> <p>La botella entra a través de un sistema de poleas que la llevan al prelavado. Las botellas se colocan boca abajo para hacer caer los líquidos residuales y las partículas de suciedad, luego las botellas se sumergen y se llenan con agua caliente, la suciedad cae a tachos colocados en el fondo de la máquina.</p>	

Las botellas se someten a un prelavado mediante un juego de aspersores internos y duchas externas, siendo desplazadas sucesivamente hasta el baño de inmersión de recuperación térmica, donde el calor se transfiere desde la zona de enfriamiento sin alguna mezcla de agua. La temperatura de esta zona aumenta paulatinamente ya que aprovecha el calor residual del agua que llega de la zona de enjuague.

En el ciclo de lavado con el uso de detergentes e hidróxido de sodio se procede en tres sub etapas:

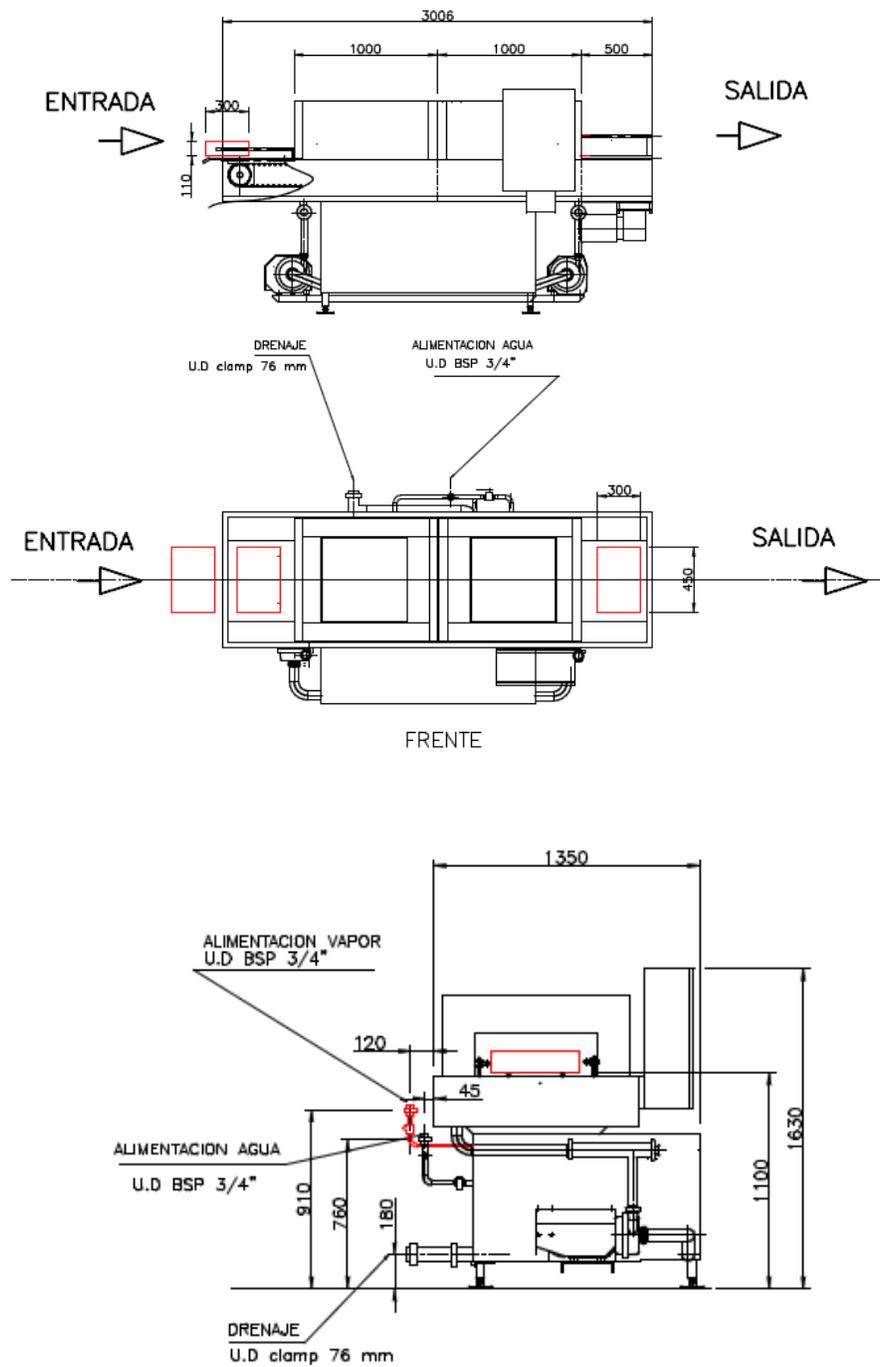
En primer lugar, las botellas se sumergen en un baño en el que la suciedad es atacada químicamente por la acción de sosa caustica, acentuada por la alta temperatura; la segunda etapa contempla el vaciado de las botellas para remover la suciedad disuelta y la solución; por último, durante la tercera etapa, la acción mecánica del chorro interno remueve la suciedad sometida al ataque químico, de manera que la suciedad restante entre a contacto directo con la solución detergente del baño siguiente. El baño de inmersión y las duchas se aplican después del tratamiento cáustico y de la recuperación del calor mediante chorro: el calor se transmite a la zona de enfriamiento sin mezclarse con el agua. El tercer ciclo de trabajo, el enjuague, tiene como principal función la reducción paulatina de la temperatura y la solución detergente se elimina de las botellas y de las barras de transporte gracias a juegos de aspersores apropiados. Además se da un lavado con agua fría para la extracción de residuos de NaOH. Antes de descargar las botellas se efectúa una inyección final de agua potable y, transcurrido un tiempo suficiente para el escurrimiento, el sistema de descarga posiciona las botellas sobre la cinta transportadora.

Gráfico:



Hoja de especificación N° 20	
Lavadora de gavetas	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricante: Simes S.A.	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Item: 422- GM2	
Función: Lavadora de gavetas para encajonado de envases vidrio	
Operación: Continuo	
Dimensiones:	
Largo: 3 m	
Ancho: 1,35 m	
Alto: 1,63 m	
Energía eléctrica: CAT 440 V - 60 Hz – aproximado 9 kW.	
Agua potable necesaria: 300 L/h	
Energía necesaria: 1 628,79 E+03 kJ	
Velocidad máxima: 300 gavetas por hora	
Material: inox 304	
Principio de operación:	
<p>Equipo para lavado de gavetas plásticas con sistemas de aspersion en dos áreas: lavado (agua y vapor saturado) y enjuagado. Compuesto por cadena de acero inoxidable, accionada a través de Motorreductor corona sin fin, que transmiten el movimiento por cadena tipo galle al eje de tracción. El movimiento de la cadena se realiza a través de una corona de resina. Posee una entrada de agua limpia con sistema de recirculación y una válvula de mariposa de salida para el desagüe.</p>	

Esquema:



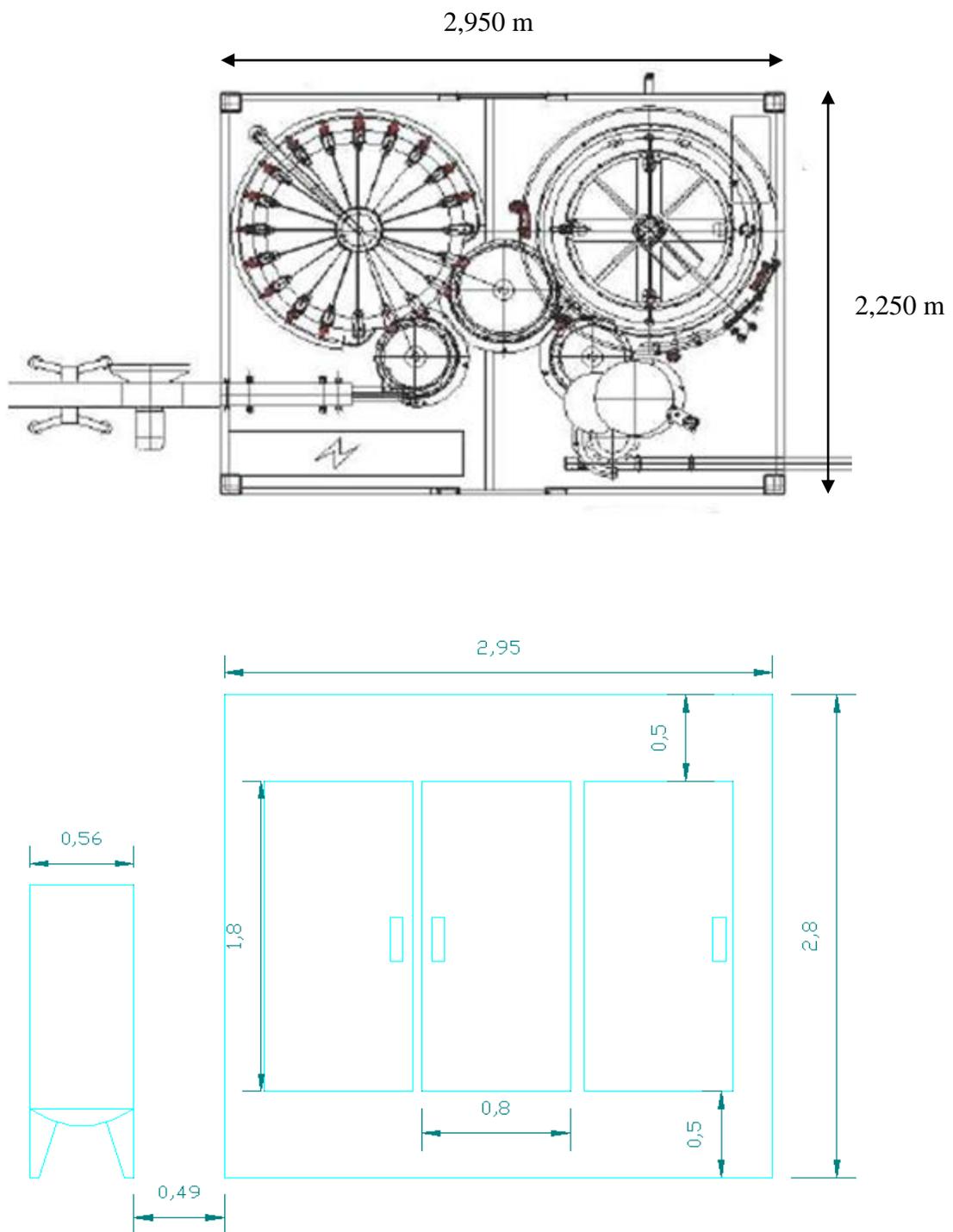
Hoja de especificación N° 21	
Lavadora, llenadora y tapadora envases PET y vidrio	
Identificación:	N° requerido: 2
Fabricante: Avan TEC	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Ítem: WFL 24-24-8	
Función: Lavado, llenado y tapado de botellas PET y vidrio 250 mL y 230 mL, respectivamente.	
Operación: Continuo	
<p>Dimensiones:</p> <p>Largo: 2,95 m</p> <p>Ancho: 2,25 m</p> <p>Alto: 2,80 m</p> <p>Tanque carbonatador vidrio</p> <p>Diámetro: 0,65 m</p> <p>Altura: 1, 70 m</p> <p>Tanque carbonatador PET</p> <p>Diámetro: 0,94 m</p> <p>Altura: 1, 70 m</p> <p>Potencia: 6,57 kW</p> <p>Peso: 5 500 kg</p> <p>Velocidad máxima de llenado 166 botellas por minuto, PET y vidrio</p>	
Material: inox 304	
<p>Principio de operación:</p> <p>El sistema monoblock, lava, llena y tapa los envases en un solo sistema continuo tres en uno. Tiene ventajas, tales como alto nivel de automatización, estructura compacta, operación conveniente y simple, seguro y confiable, y ajustable la capacidad de producción continua y otros. Es principalmente conveniente para llenado y tapado de</p>	

botellas de PET y vidrio redondas.

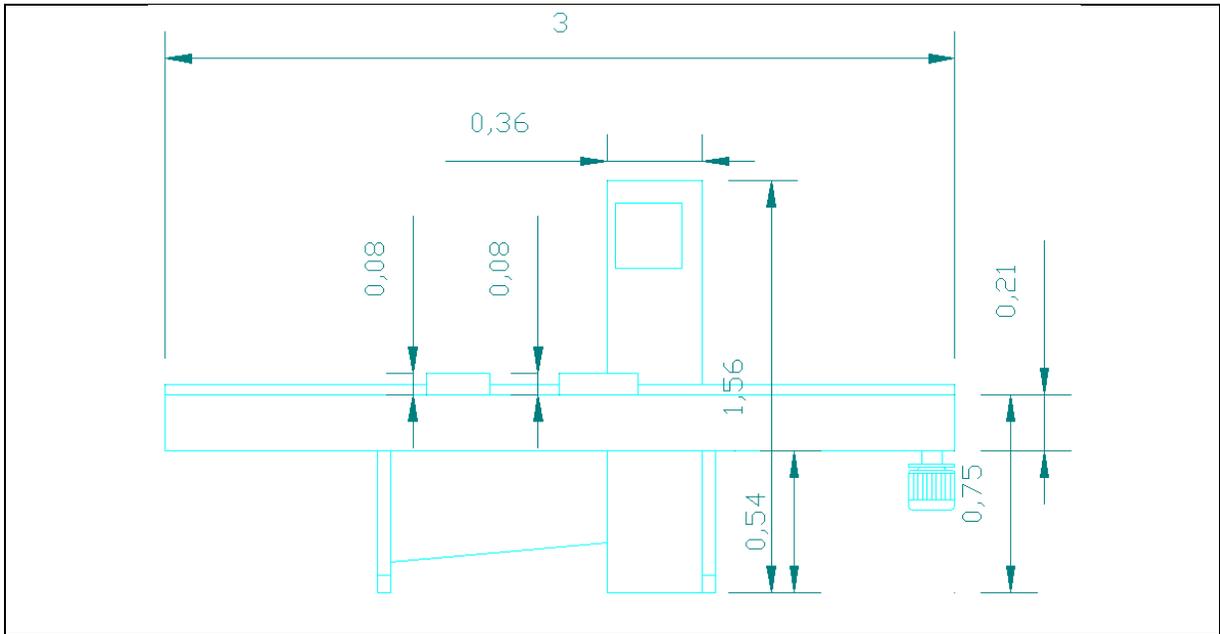
Las botellas se alimentan desde la cadena transportadora en el monoblock de la máquina de llenado a través de la rueda de estrella. Una rueda giratoria agarra la botella se enjuaga la boca del envase y hace un giro de 180 ° a lo largo de una pista guía para enfrentar la boca de la botella hacia abajo, con esto se limpia la botella por dentro de la pared (24 pistones de lavado). Después de enjuagar las botellas atenazados por las pinzas harán otro giro de 180 ° a lo largo de una guía seguimiento para reanudar boca de la botella hacia una posición superior. Las botellas limpias son dadas de alta del enjuague por una rueda de estrella para alimentar la carga. Después en el proceso de llenado (24 pistones de llenado), las botellas son retenidas por placas de soporte del cuello de apoyo, que son accionadas por el mecanismo transportador de botella para llevarlos a unirse con las válvulas de llenado, la mezcla se realiza en el tanque carbonatador: agua, jarabe y CO₂. Las válvulas se abren por medio de señales por las presencia de botellas. Después de terminar el llenado, las válvulas se cierran por el mecanismo de cierre de la válvula para detener la emisión de gas. Un mecanismo de soporte de la botella baja por una leva para desenganchar botellas llenas de las válvulas de llenado.

A continuación, las botellas se transfieren a la taponadora (8 pistones de tapado) por un cuello manejado por una rueda de estrella. Cuchillas anti - rotación aprovechan el cuello de botella para evitar la rotación y mantenerla en una posición vertical. El giro en el tapado hará que la cabeza gire y junto con el movimiento de la máquina para terminar el proceso de nivelación completa el tapado. La descarga de las botellas se la realiza a través de una rueda estrella sobre la cinta transportadora de descarga para ser transportado fuera del sistema monoblock.

Esquema:



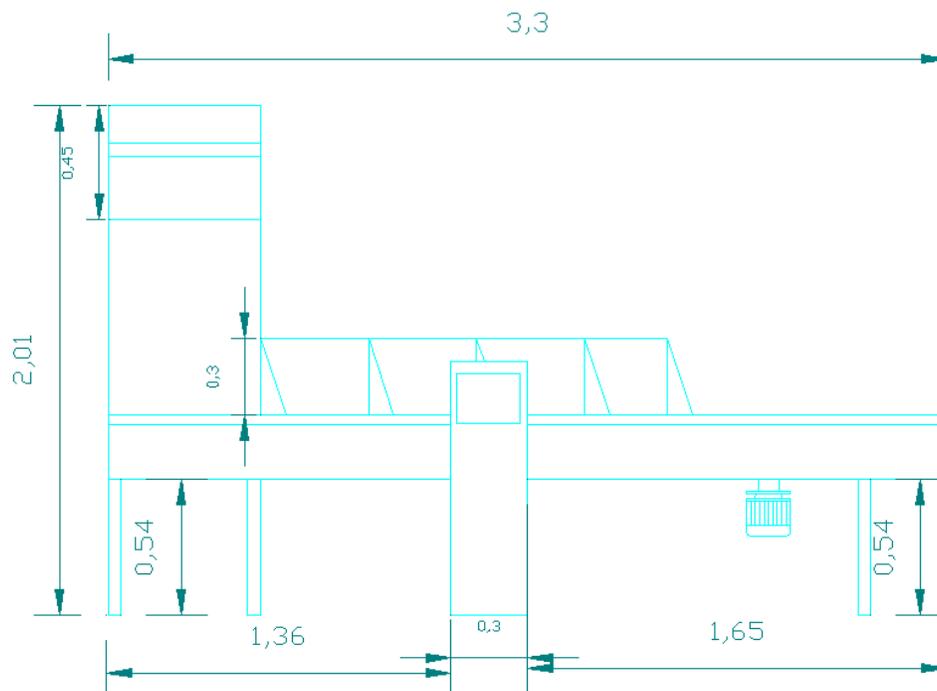
Hoja de especificación N° 22	
Etiquetadora	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricate: Equitek	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Item: ES1S-5D-18-C	
Función: Etiquetado de envases PET	
Operación: Continuo	
<p>Datos del diseño:</p> <p>Longitud: 2,99 m</p> <p>Ancho: 0,73 m</p> <p>Altura: 1,56 m</p> <p>Peso: 164kg</p> <p>Voltaje: 220 Voltios, Monofásica, 1 100Watts, 50/60Hz , 1,5 kW.</p> <p>Velocidad: máximo de 180 botellas por minuto.</p>	
Material: inox 304	
<p>Principio de operación:</p> <p>Etiquetadora automática, serie ES1, sistema Servo, para aplicación de etiquetas autoadheribles, para envases cilíndricos, etiquetas semi envolventes, cabezal derecho para rollo de etiquetas de hasta 0,127 metros de alto y 0,4572 metros de diámetro, banda de rolado de 0,127 m., gabinete tipo pedestal, transportador de 3 m de velocidad variable, control por PLC y pantalla táctil.</p>	
Esquema:	



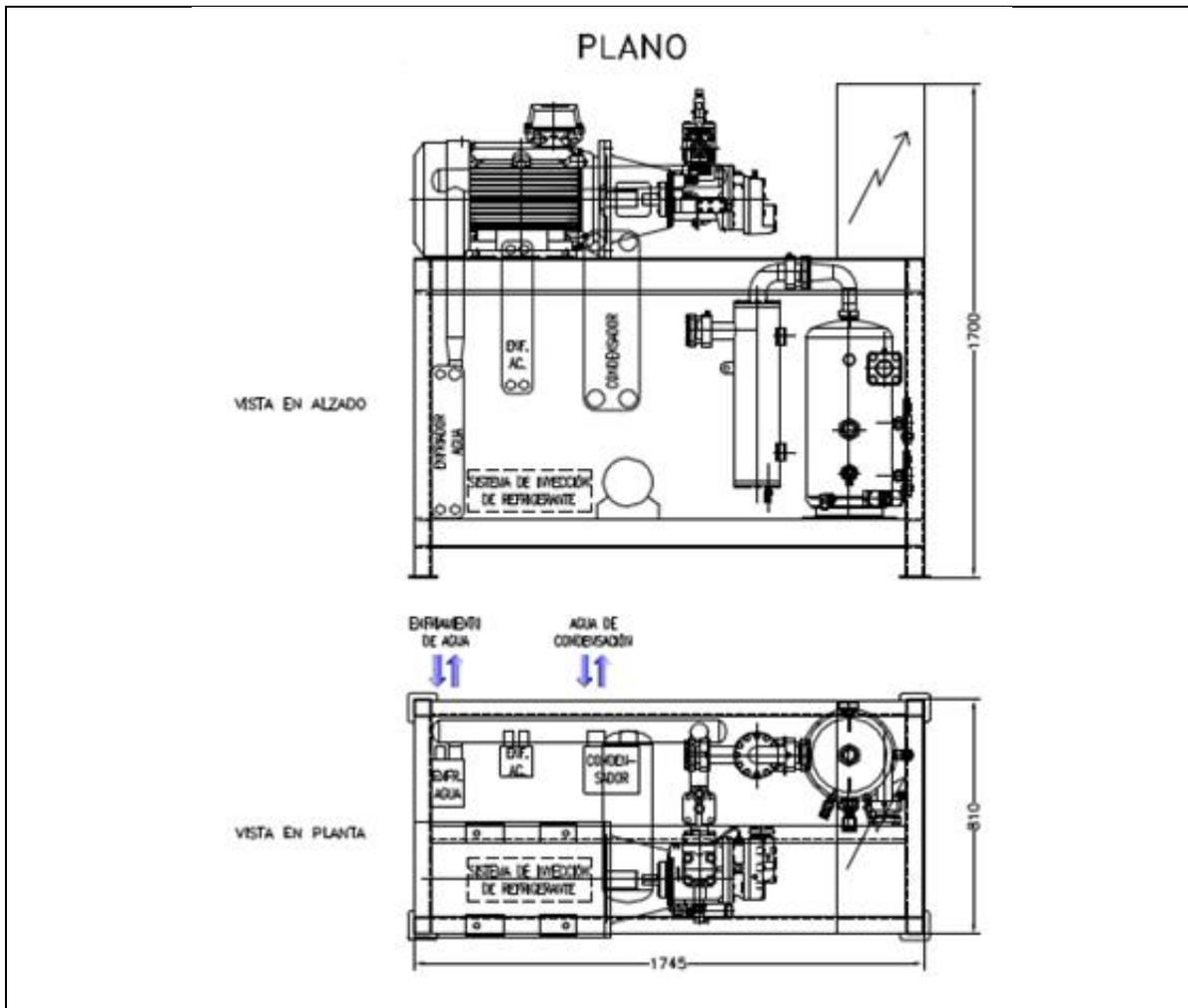
Hoja de especificación N°23	
Empacadora Termoencogible	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricante: Astimec S.A. Item: ASA-SH 100 ^a	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Función: Empaquetadora de botellas PET	
Operación: Continuo	
<p>Dimensiones Externas:</p> <p>Largo: 5,05 m</p> <p>Ancho Total: 3,30 m</p> <p>Alto: 2,10 m</p> <p>Materiales del Sellado:</p> <p>Polietileno o PVC Termoencogible de 0,03 a 0,15 mm de espesor.</p> <p>Velocidad de Empacado: 8 a 15 paquetes por minuto.</p> <p>Dimensiones del Túnel:</p> <p>Largo: 1,8 m</p> <p>Ancho: 0,6 m</p> <p>Alto: 0,4 m</p> <p>Aire Comprimido:</p> <p>Presión 6 bares (90 PSI). Consumo Aprox. 0,25m³/min</p> <p>Voltaje: 220 VAC 3 fases, 60 Hz. Potencia Máx. 20 kW</p> <p>Peso: Aprox. 1 200 kg</p> <p>Velocidad máxima de empacado: 15 paquetes por minuto (12 unidades) 8 paquetes por minuto (24 unidades)</p>	
Material: acero al carbono	
<p>Principio de operación:</p> <p>Máquina automática para alimentación, ordenado, emplastado, sellado, corte y termoretraído de material de empaque termoencogible ideal para empacado de envases,</p>	

botellas, latas, cajas, frascos, etc., que requieren ser agrupados en paquetes de 2 a 24 unidades. Sistema de enfriamiento por aire.

Esquema:



Hoja de especificación N° 24	
Sistema de refrigeración de agua	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricante: Zelsio S.A. Item: 14P04053	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Función: Enfriador de agua para dilución de la bebida gasificada, sistema enfriamiento para MFT	
Operación: Continuo	
Dimensiones: Largo: 1,75 m Ancho: 0,81 m Alto: 1,70 m Tensión de alimentación 380V III 50Hz Agua potable tratada, producción: 5 000 L/h Peso: 850 kg	
Material: inox 304	
Principio de operación: Sistema de enfriamiento directo a partir del refrigerante. La planta enfriadora de agua estará atendida por un compresor abierto de tornillo, de la marca Bitzer y estará preparada para trabajar con Amoníaco. El compresor dispondrá de regulación de capacidad para adaptarse en cada momento.	
Esquema:	

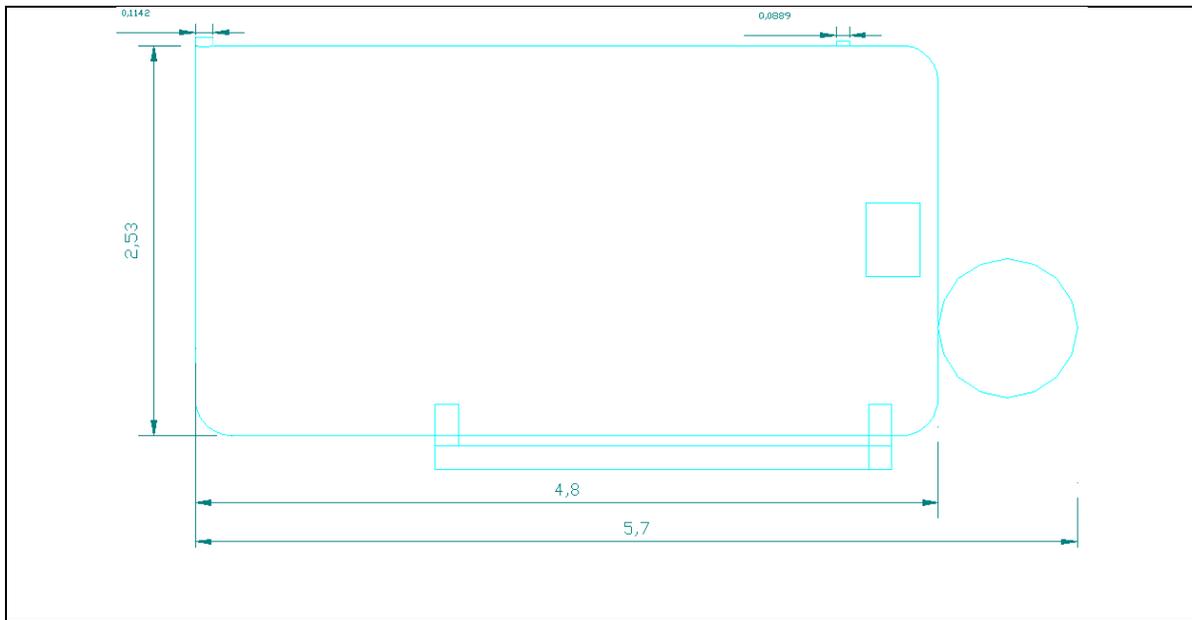


Hoja de especificación N° 25	
Compresor de aire	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricante: CompAieGen Ítem: HV 37	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Función: Generación de aire comprimido de 6 a 10 bar de presión	
Operación: Continuo	
Dimensiones: Largo: 1,10 m Ancho: 0,90 m Alto: 1,59 m Electricidad: 45 kw Cantidad de aire generada: 5,96 m ³ /min Peso: 940 kg	
Material: acero al carbono	
Principio de operación: El aire entra a través de la válvula de admisión, el aire se ubica entre el rotor y la pared del estator. Al reducir el volumen se comprime el aire, e inyecta aceite continuamente para refrigerar, sellar y lubricar. El aire a alta presión pasa al separador principal de aceite, los restos de aceite se eliminan en un elemento separador final, lo que proporciona aire de alta calidad. El aire del sistema pasa a través del post enfriador y se elimina la mayoría del condensado. El aceite circula por presión interna de aire, este aceite pasa a través de un enfriador de aceite por corriente de aire y un filtro antes de volver al compresor. Un sistema de modulación integrado regula el caudal de aire.	

Gráfico:



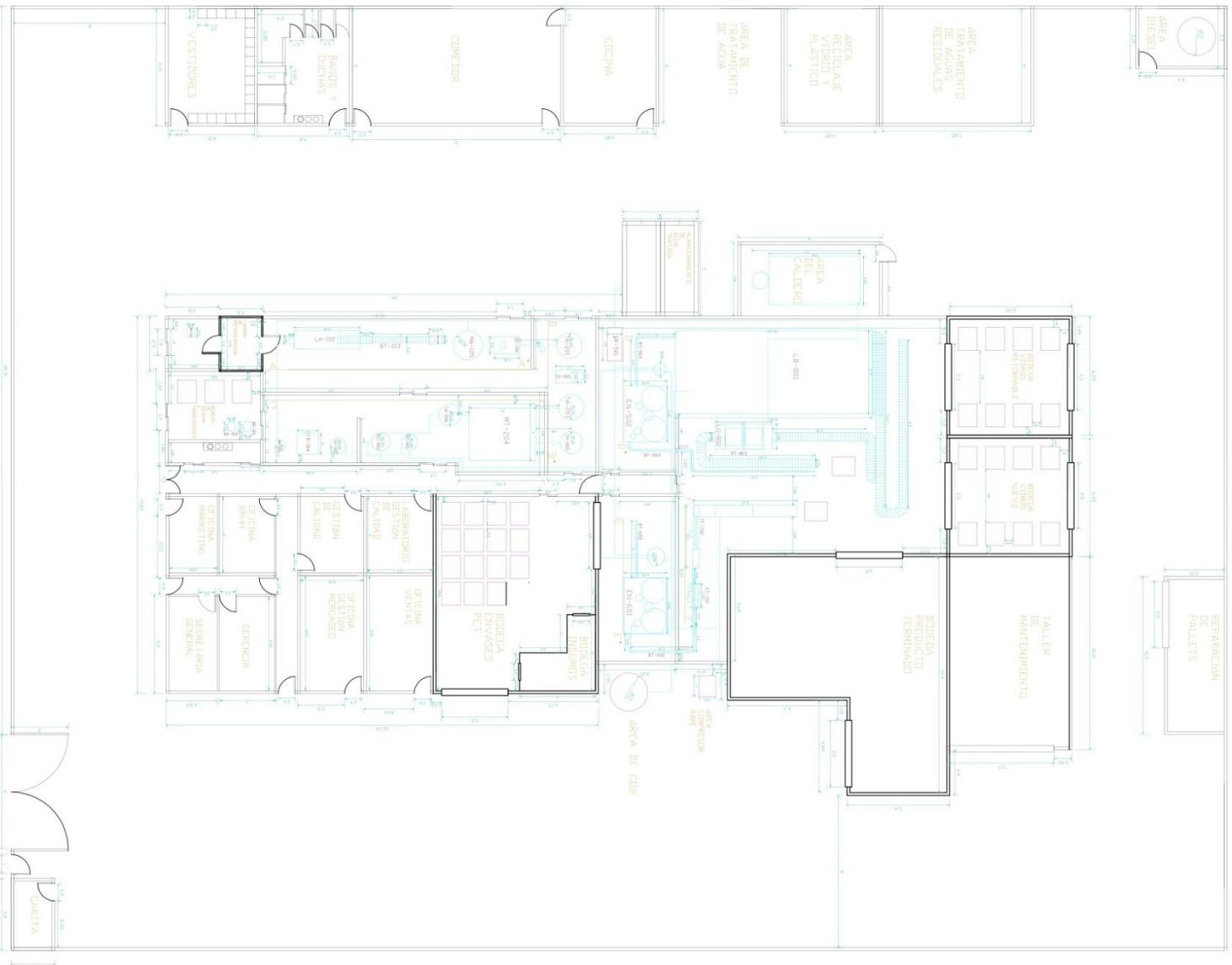
Hoja de especificación N° 26	
Caldero	
Identificación:	N° requerido: 1
Fabricante: Fabritec Engineering	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Item: DH2-200 BHP	
Función: Generar vapor saturado	
Operación: Continuo	
<p>Dimensiones:</p> <p>Largo: 5,7 m</p> <p>Ancho: 2,55 m</p> <p>Alto: 2,53 m</p> <p>Electricidad: 10 kw</p> <p>Cantidad de vapor saturado generado: 3 136 kg/h</p> <p>Peso: 1 205 kg</p> <p>Consumo de diesel: 60 galones por hora</p> <p>Recubrimiento de lana de vidrio: 0,0508 m</p>	
Material: hierro con recubrimiento de lana de vidrio y acero inoxidable	
<p>Principio de operación:</p> <p>Mediante un quemador y el diesel se da una combustión, liberándose energía calorífica. El agua a ser evaporada pasa a través de tubos y por transferencia de calor, el agua se evapora a su fase gaseosa, obteniéndose vapor saturado a alta presión.</p>	
Esquema:	



Hoja de especificación N° 27	
Tanque almacenamiento estacionario CO ₂	
Identificación:	N° requerido: 1
Linde Ítem: TL- 90kC	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Función: Almacenamiento de gas carbónico, CO ₂ .	
Operación: Batch	
Dimensiones: Diámetro: 2 m Alto: 3 m Cantidad de CO ₂ almacenando: 9 000 kg CO ₂ Diámetro de descarga: 6,033 E-02 m	
Material: acero al carbono recubierto de acero inoxidable 304L	
Principio de operación: Tanque de almacenamiento de CO ₂ en forma líquida a 17 bar de presión, válvula manoreductora de baja presión para liberar CO ₂ a 2,5 bar. Posee un intercambiador de placas para evitar congelar la tubería de descarga.	
Esquema:	

Hoja de especificación N° 28	
Tanque almacenamiento estacionario Diesel	
Identificación:	N° requerido: 1
Linde	Fecha: 23 de septiembre de 2014
Item: DET-	
Función: Almacenamiento de diesel	
Operación: Batch	
Dimensiones:	
Diámetro: 2 m	
Alto: 3,15 m	
Cantidad de CO ₂ almacenando: 10 000 L Diesel	
Diámetro de descarga: 4,826 E-02 m	
Material: Acero	
Principio de operación:	
Tanque de almacenamiento de diesel en forma líquida. Con válvula de descarga de globo.	
Esquema:	

ANEXO IX
Distribución en planta layout



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

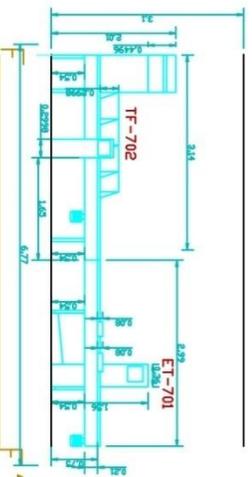
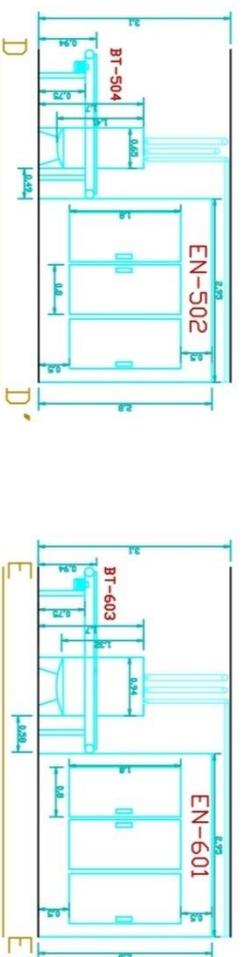
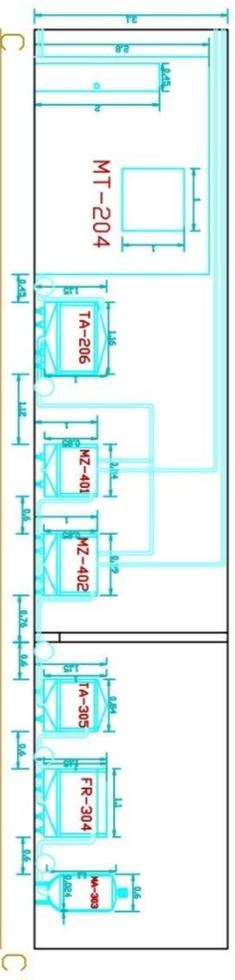
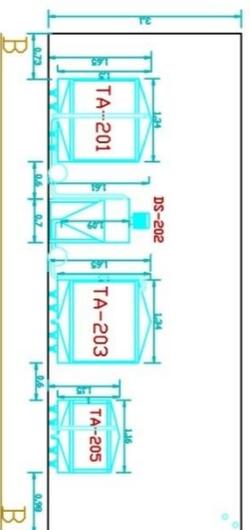
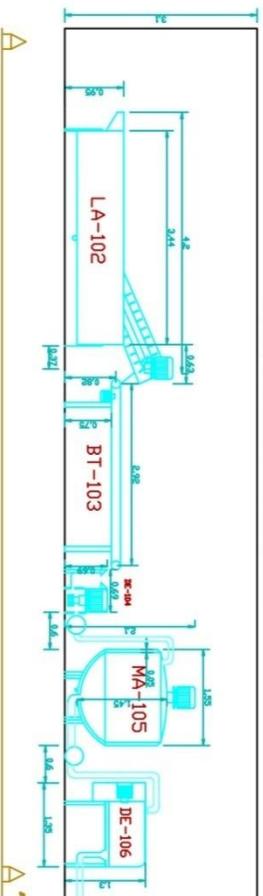
Rediseño en planta de los edificios 1, 2 y 3 de la escuela Politécnica Nacional en la sede ubicada en la zona de la estación de ferrocarril de la ciudad de Quito, Ecuador.

Elaboración por:	Escuela	Folios
Para: Profesor: Guadalupe Zurita	1-130	11
	3-130	11
	3-130	11

23 del sector de la zona

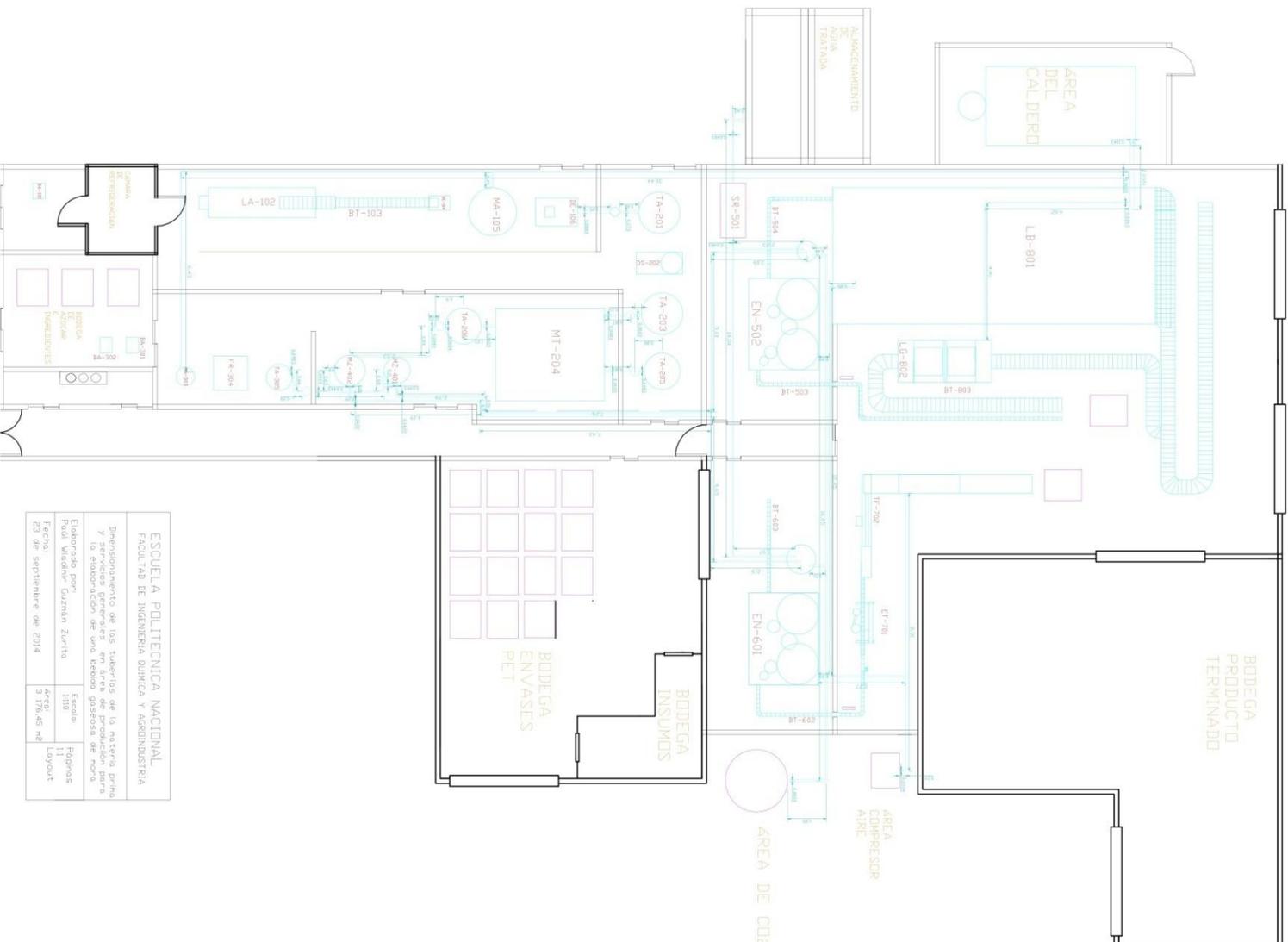
Lista de partes

ANEXO X
Cortes y elevaciones del área de producción

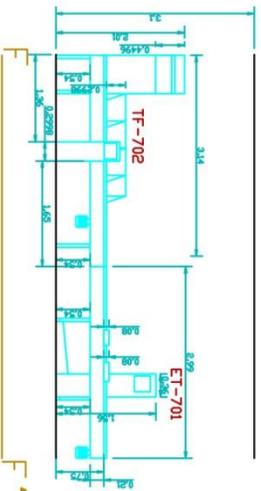
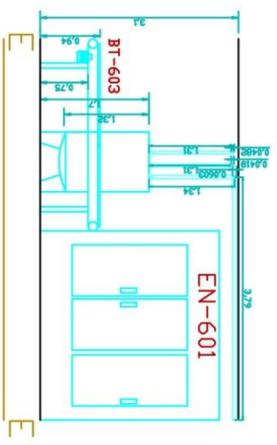
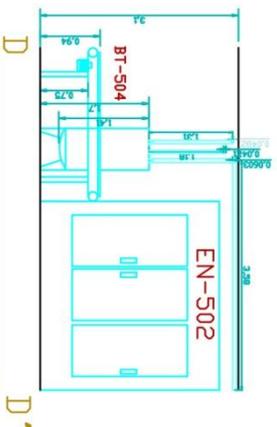
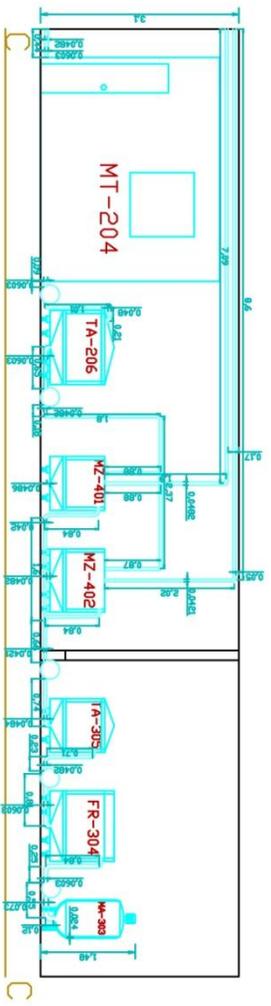
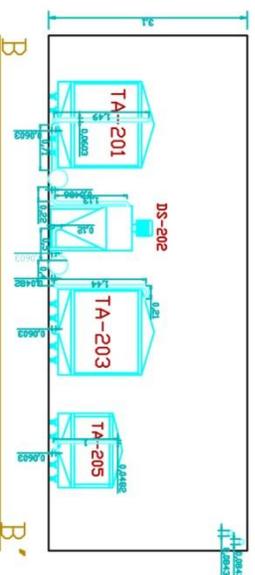
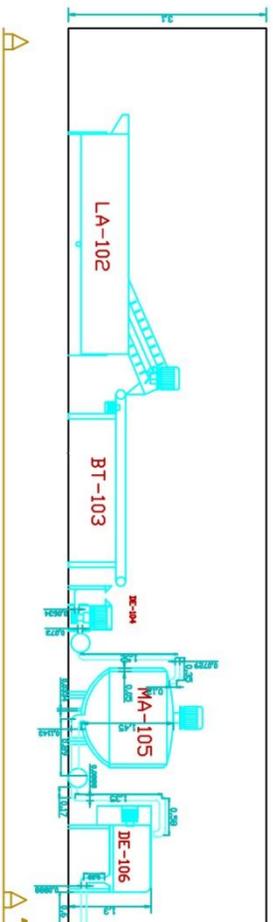


ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGRINDUSTRIA		
Elevaciones y cortes de equipos en la planta para la elaboración de una bebida gaseosa de naranjas.		
Elaborado por: Fadi Vidimir Guzmán Zurita	ESCALA: 1:50	Páginas: 11 Layout
Fecha: 23 de septiembre de 2014	Área: 3176,45 m ²	

ANEXO XI
Dimensionamiento de tuberías en el área de producción y de servicios industriales

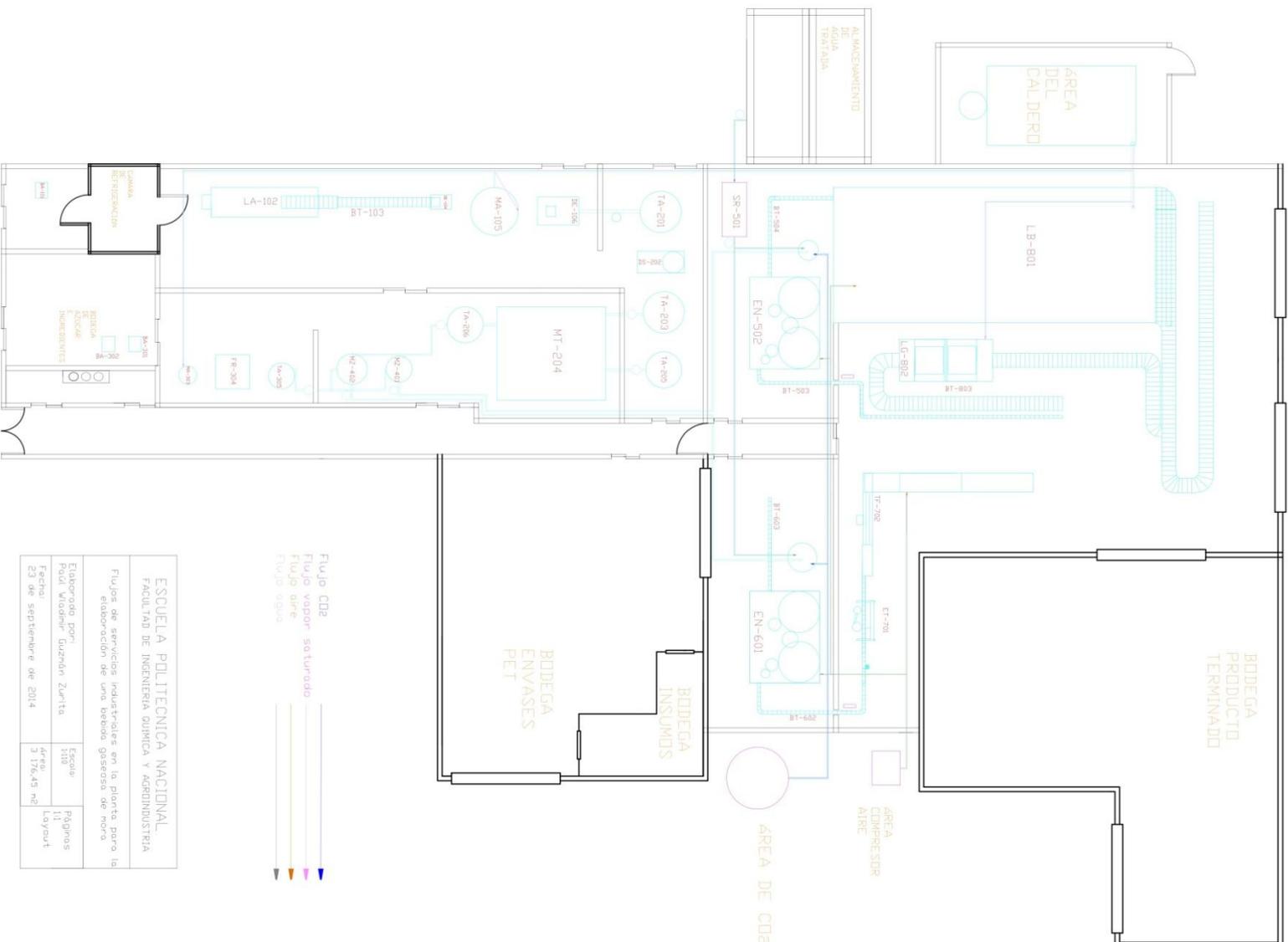


ANEXO XII
 Cortes y elevaciones del área de producción, dimensionamiento de tuberías del producto y de servicios industriales



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AERONÁUTICA		
Elevaciones de tuberías en la planta para la elaboración de una bebida gaseosa de mora.		
Elaborado por:	Escalón:	Páginas:
Paúl Vladimir Guzmán Zurita	180	11
Fecha:	Área:	Layout:
23 de septiembre de 2014	3 176,45 m ²	

ANEXO XIII
Flujo de servicios industriales



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGRINDUSTRIA		
Flujos de servicios industriales en la planta para la elaboración de una bebida gaseosa de nora		
Elaborado por:	Escuela	Páginas
Paula Wladimir Guadalupe Zurita	111	11
Fecha:	Área:	Layout
23 de septiembre de 2014	3 176x45 m ²	

ANEXO XV

AMORTIZACIÓN DEL CRÉDITO

En la Tabla AXV.1, se muestra la amortización de la deuda con la entidad financiera, a una tasa de interés efectiva del 12,5 % por 10 años con cuotas iguales.

Tabla AXV.1. Amortización del crédito otorgado por una institución financiera

Periodo (años)	Saldo insoluto (USD)	Interés (USD)	Cuota (USD)	Capital pagado (USD)	Saldo de deuda (USD)
1	2 921 853	365 232	527 750	162 519	2 759 334
2	2 759 334	344 917	527 750	182 834	2 576 501
3	2 576 501	322 063	527 750	205 688	2 370 813
4	2 370 813	296 352	527 750	231 399	2 139 415
5	2 139 415	267 427	527 750	260 323	1 879 091
6	1 879 091	234 886	527 750	292 864	1 586 227
7	1 586 227	198 278	527 750	329 472	1 256 755
8	1 256 755	157 094	527 750	370 656	886 099
9	886 099	110 762	527 750	416 988	469 111
10	469 111	58 639	527 750	469 111	0

ANEXO XVI

INVERSIONES

La Tabla AXVI.1, muestra los costos de la maquinaria y equipos auxiliares a ser adquiridos en la planta embotelladora de bebidas gaseosas de mora.

Tabla AXVI.1. Costos de maquinaria y equipos auxiliares

Designación del equipo	Número de unidades	Valor unitario (\$)	Valor Total (\$)
Pallets	44	6,5	286
Balanza electrónica, zona húmeda	1	1758,4	1 758
Balanza electrónica	2	1 125,6	2 251
Lavadora de fruta	1	29 050	29 050
Bandas transportadoras	21	2 800	58 800
Desintegrador	1	32 625	32 625
Marmita 2500 kg	1	16 400	16 400
Tanque almacenamiento 2000 L	2	4 200	8 400
Despulpadora	1	12 992	12 992
Desaireador	1	129 200	129 200
Tanque almacenamiento 1500 L	2	3 150	6 300
Marmita 300 L	1	11 550	11 550
Filtro de Carbono	1	30 000	30 000
Tanque almacenamiento 500 L	1	1 050	1 050
Tanque almacenamiento 700 L	1	2 100	2 100
Tanque almacenamiento 500 L	1	1 500	1 500
Microfiltrador tangencial	1	297 232,23	297 232
Cámara de refrigeración	1	8 579,2	8 579
Lavadora botellas de vidrio	1	1 119 831,56	1 119 832
Lavadora de gavetas	1	39 500	39 500
Monoblock PET	1	73 200	73 200

Monoblock vidrio	1	75 800	75 800
------------------	---	--------	--------

Tabla AXVI.1. Costos de maquinaria y equipos auxiliares (continuación...)

Designación del equipo	Número de unidades	Valor unitario (\$)	Valor Total (\$)
Etiquetadora	1	20 800	20 800
Empacadora	1	21 160	21 160
Sistema refrigeración de agua	1	58 189,39	58 189
Compresor aire	1	31 248	31 248
Caldero	1	95 144	95 144
Tanque de CO ₂	1	25 000	25 000
Montacargas	2	26 861,22	53 722
Tanque almacenamiento diesel	1	18 000	18 000
Tuberías acero inoxidable	114	12,758	1 454
Codo 90 ° (varios diámetros)	69	9,92	684
Válvulas de globo (varios diámetros)	25	15,78	395
Bombas (varias potencias)	17	583,96	9 927
	TOTAL		2 294 130

La Tabla AXVI.2 muestra los costos de terreno y construcción

Tabla AXVI.2. Costos de terreno y construcción

Concepto	Área (m²)	Valor (USD /m²)	Valor total (USD)
<u>Terreno</u>	3176,45	40	127 058
<u>Construcciones</u>			
fábrica	474,5	320,00	151 840
oficinas	141,65	340,00	48 161
cerramiento	34,09	125,00	4 261
bodegas	290,62	255,00	74 108
baños	28,8	270,00	7 776
guardia	8,39	125,00	1 049
Total área	978,05	TOTAL CONSTRUCCIONES	287 195
		TOTAL TERRENO Y CONSTRUCCIONES	414 253

La Tabla AXVI.3 muestra los costos de equipos y muebles

Tabla AXVI.3. Costos de equipos y muebles

Concepto	Número de unidades	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Computadoras	9	750	6 750
Escritorios	10	100	1 000
Sillas ergonómicas	10	35	350
Archivador	10	75	750
Conjunto de muebles	1	1 150	1 150
Mesa conferencias	1	800	800
Mesas comedor	25	5,75	144
Sillas comedor	25	4,5	113
TOTAL			11 056

En la Tabla AXVI.4 se muestra los costos de los rubros de los activos intangibles o diferidos que corresponden al costo de propiedad intelectual, asistencia técnica, transferencia de tecnología, planeación, planificación, etc.

Tabla AXVI.4. Activo diferido o intangible

Concepto	Costo total (USD)
Planeación e integración (3% de la inversión total)	125 222
Ingeniería del proyecto (3,5 % de la inversión en activos de producción)	80 295
Supervisión (1,5 %)	62 611
Administración del proyecto (0,5 % de la inversión total)	20 870
TOTAL	288 998

ANEXO XVII

COSTO DE OPERACIÓN

Los costos implicados en la planta embotelladora están dados por los costos de producción, gasto administrativo, gasto financiero y gasto de ventas.

En la Tabla AXVII.1, se presentan los costos de la materia prima como la mora, azúcar refinada, envases de PET y vidrio de 250 mL y 230 mL, respectivamente.

Tabla AXVII.1. Costos de la materia prima

Concepto materia prima	Costo (USD/kg)	Materia prima por año (kg)	Costo por año (USD)
Mora	1,22	529 382	645 847
Azúcar granulada blanca	0,676	44 352	29 982
Concepto materia prima	Costo (USD/unidad)	Materia prima por año (unidades)	Costo por año (USD)
Envases PET 250 mL y tapas	0,058	2 688 000	155 904
Envases vidrio 230 mL	0,18	1 252 320	225 418
	Total	4 514 054	1 057 150

La Tabla AXVII.2, muestra los costos de los materiales indirectos de fabricación como Edulmix[®], ácido benzoico, ácido sórbico y ácido cítrico.

Tabla AXVII.2. Costo materiales indirectos de fabricación

Designación de materiales indirectos	Costo (USD/kg)	Materiales indirectos por año (kg)	Costo por año (USD)
Ácido benzoico	2,45	288	706
Ácido sórbico	8,40	288	2 421
Ácido cítrico	1,30	737	958
Edulmix [®]	1,00	211	211
Klerzyme 150 [®]	75,00	228	17 100
	Total	1 753	21 397

La mano de obra directa consta de 22 obreros con un sueldo de 341,15 USD más los beneficios de ley. La Tabla AXVII.3 muestra los salarios de la mano de obra indirecta en el área de producción.

Tabla AXVII.3. Salarios de la mano de obra indirecta.

Mano de obra indirecta									
Operador de Máquina o Proceso	Salario Mensual (USD)	Aporte Patronal de 12,15% al IESS (USD)	Mensual, ex-bonificaciones (USD)	Anual, ex-bonificaciones (USD)	Vacaciones (USD)	13avo (USD)	14avo (USD)	Fondos de Reserva (USD)	Total Anual (USD)
Jefe de producción	1 300	158	1 458	17 495	729	1 458	340	1 458	21 480
Jefe de calidad	1 100	134	1 234	14 804	617	1 234	340	1 234	18 228
Analista de calidad (2)	600	73	673	8 075	336	673	340	673	10 097
								TOTAL	49 805

En la Tabla AXVII.4 se desglosa el salario del personal administrativo con sus beneficios de ley.

Tabla AXVII.4. Salario del personal administrativo

Personal Administrativo									
Cargo	Salario (USD)	Aporte Patronal de 12,15% al IESS (USD)	Mensual, ex-bonificaciones (USD)	Total anual, ex-bonificaciones (USD)	Vacaciones (USD)	13avo (USD)	14avo (USD)	Fondo de Reserva (USD)	Total Anual (USD)
Gerente general	1 800	218	2 018	24 224	1 009	2 018	340	2 018	29 611
Recursos Humanos	1 300	157	1 457	17 495	728	1 457	340	1 457	21 480
Auxiliar de RRHH	800	97	898	10 778	449	898	341	898	13 364
Secretaria ejecutiva	500	60	560	6 729	280	560	340	560	8 470
TOTAL									72 927

En la Tabla AXVII.5, se muestra los gastos administrativos, con los sueldos del personal administrativo, depreciaciones de equipos y suministros de oficina.

Tabla AXVII.5. Gasto de administración anual

Costos de Anuales de administración		
Concepto	Valor (USD)	(%)
Sueldos administrativos	72 927	94,68
Depreciación de equipos de oficina	1 106	1,44
Gastos de oficina	1 481	1,92
Imprevistos (2%)	1 510	1,96
TOTAL	77 024	100,00

En la Tabla AXVII.6 se desglosa el salario del personal de ventas con sus beneficios de ley.

Tabla AXVII.6. Salario del personal de ventas

Puesto de Trabajo	Salario (USD)	Aporte Patronal de 12,15% al IESS (USD)	Total mensual, ex-bonificaciones (USD)	Total anual, ex-bonificaciones (USD)	Vacaciones (USD)	13avo (USD)	14avo (USD)	Fondo de Reserva (USD)	Total Anual (USD)
Jefe de ventas y marketing	1 500	182	1 682	20 187	841	1 682	340	1 682	24 733
Marketing y mercadeo	800	97	898	10 778	449	898	341	898	13 365
Auxiliar de ventas	500	61	561	6 729	280	561	340	561	8 471
TOTAL									46 568

En la Tabla AXVII.7, se muestra los gastos de ventas con los sueldos del personal de ventas y publicidad.

Tabla AXVII.7. Gastos de ventas anuales

Costos de Anuales de ventas		
Concepto	Valor (USD)	(%)
Sueldos de ventas	46 568	70,03
Publicidad	18 627	28,01
Imprevistos (2%)	1 304	1,96
TOTAL	66 500	100,00

ANEXO XVIII

PUNTO DE EQUILIBRIO

La Tabla AXVIII.1 muestra los valores de los costos fijos, variables y las ventas por año para la elaboración de la bebida gasificada de mora.

Tabla AXVIII.1. Valores de costos fijos, variables y ventas por año

Porcentaje (%)	Litros de bebida gaseosa producidas en el año	Costos Fijos (USD)	Costos Variables (USD)	Costos totales (USD)	Ventas (USD)
0	0	1 379 576	0	1 379 576	0
8	80 000	1 379 576	99 344	1 478 920	246 455
17	160 000	1 379 576	198 689	1 578 265	492 911
25	240 000	1 379 576	298 033	1 677 609	739 366
33	320 000	1 379 576	397 378	1 776 954	985 822
42	400 000	1 379 576	496 722	1 876 298	1 232 277
50	480 000	1 379 576	596 066	1 975 642	1 478 733
58	560 000	1 379 576	695 411	2 074 987	1 725 188
67	640 000	1 379 576	794 755	2 174 331	1 971 643
75	720 000	1 379 576	894 100	2 273 676	2 218 099
83	800 000	1 379 576	9 93 444	2 373 020	2 464 554
92	880 000	1 379 576	1 092 788	2 472 364	2 711 010
100	960 000	1 379 576	1 192 133	2 571 709	2 957 465
	PUNTO DE EQUILIBRIO		750 223	Litros	