

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Química

**PREFACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA
DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN
DE VINO DE NARANJILLA**

**Proyecto de Graduación sometido a consideración de la
Escuela de Ingeniería Química como requisito final para optar al
grado de Licenciatura en Ingeniería Química**

Javier Chacón Barrantes

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

San José, Costa Rica

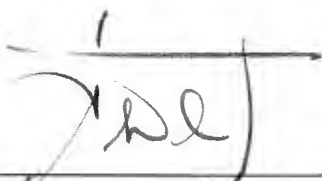
2007

PREFACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UNA PLANTA
PARA LA PRODUCCIÓN DE VINO DE NARANJILLA

Proyecto de Graduación sometido a consideración de la
Escuela de Ingeniería Química como requisito final para optar al
grado de Licenciatura en Ingeniería Química

Sustentante: Javier Chacón Barrantes

Aprobado por:



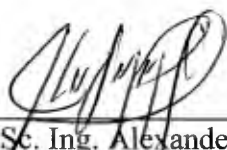
Ing. Alvaro Flores Zamora
Profesor Asociado
Escuela de Ingeniería Química

Director y Presidente del Tribunal



Ing. Cindy Torres Quirós
Profesor Asociado
Escuela de Ingeniería Química

Lectora



M.Sc. Ing. Alexander Vásquez Calvo
Profesor Asociado
Escuela de Ingeniería Química

Lector



M.Sc. Ing. Gerardo Chacón Valle
Profesor Asociado
Escuela de Ingeniería Química

Miembro Invitado

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, 2007



*“Solo hay una forma de resistir el frío,
estando contento de que haga frío”*

Émile-Auguste Chartier
(1868-1951)
Filósofo francés

A Mi Familia

Mis padres Fernando y Norma, a quienes admiro y amo con todo mi ser.

Así como a mis queridos hermanos, María Fernanda, Diana y Josué.

Y por supuesto, a mis adoradas Alejandra y Jimenita.

No hay palabras que expresen lo mucho que los quiero y que les agradezco.

Son mi vida, mi felicidad y mi inspiración...

...de corazón

¡Muchas Gracias!



AGRADECIMIENTOS

A Dios. De nuevo a mi familia, pero esta vez incluidos también mis abuelos, tíos, primos y demás, a quienes no debo dejar de agradecer por sus innumerables actos de cariño y apoyo, quienes me han forjado como la persona que soy y me han enseñado a ser feliz. Y por un sinnúmero de razones más, las cuales nunca acabaría de enumerar.

A la familia Castro Benítez: Don Martín, Doña Adriana, Carlos y Adriana, quienes me han abierto las puertas de su hogar y de su corazón para acogerme en su seno familiar como un miembro más, con un trato excepcional, me siento muy feliz a su lado y espero repararles con obras lo que han hecho por mí. No hay nada que exprese el sentido de gratitud de mi persona para con todos ustedes. Muchísimas gracias.

A la familia de La Pega, la familia Sánchez Díaz: Don Luis Alberto, Doña Maritza, La Pega, Ana Lucía y Javiercillo, en quienes tengo, en cada uno de sus miembros, un verdadero amigo. Gracias por sus consejos, atenciones y apoyo.

A mi amigo y hermano Andrés Reyes. Con quien conviví y compartí varios de los momentos más felices de mi vida. El cual entre todos mis amigos, merece una acotación aparte, pues es alguien que ha dejado una huella imborrable en mi vida y lo admiro y aprecio montones. Gracias por todo.

A mis amigos del alma, a esos a los que uno se alegra siempre de verlos, a esos que multiplicaron mis alegrías y dividieron mis angustias, a los que siempre están y hacen de cualquier experiencia algo excepcional. Muchísimas gracias por deleitar mi vida, junto con Reyes, a Jenner Eliomar (sí, así se llama), a Luna, a Tavo Meléndez, a La Pega (¿por qué La Pega sale dos veces?), a Raúl (Guayabita), a Sapa, a Edguillar (quien, por cierto, me ayudó mucho en el éste proyecto), a Sofi, a Hugo Rojas y a Eduardo.

Al profesor Dr. Ing. Michael Chacón Scheidelaar a quien le agradezco no solo sus consejos y guía, sino también, y más importante aún, su amistad. A los profesores Ing. Cindy Torres y Msc. Alexánder Vásquez por su cooperación durante el presente proyecto. Asimismo, agradezco por sus aportes, colaboración y amistad a los profesores Eduardo Rivera, Gerardo Chacón, Álvaro Flores y Manuel Molina.

A Leopoldo y su padre, don Homero, por tomarme en cuenta en su empresa, y a otro montón de amigos que hicieron divertida y llevadera esta etapa, como Yee, Camacho, El Tronco, Miguel, Rossy, Susana, Caño, Maduro, Becor, Didier, Auxi, Tavo Miranda, Guido, el Duki, Nancy macha y Nancy morena, Caro, Shirlita, Eric, María Elena, La China, Céspedes, Randall, Kanio, La Cuca (se le tiene que agradecer, verdad Eliomar) y muchos más, los cuales espero me disculpen si no los mencioné. A todos, sinceramente, gracias.

RESUMEN

Se realiza un estudio de prefactibilidad técnico y económico para la producción una bebida fermentada o vino de naranjilla. El proyecto nace ante la iniciativa de algunos productores de naranjilla de la zona de Pacayas, cantón de Alvarado, provincia de Cartago; quienes desean determinar el potencial de uso de cierto porcentaje de su producción para la elaboración de la bebida descrita, con la idea de establecer una pequeña planta para su fabricación y comercialización del producto mencionado dentro del mercado nacional.

La planta de proceso se ubicará en un área de 120 m² en la Pastora de Santa Cruz de Turrialba, localizada a unos 200 m del lugar donde se cultiva la naranjilla utilizada como materia prima. El volumen de producción de dicha planta será de 101 l/lote semanal de vino de naranjilla con una concentración de azúcares residuales de 25 g/l y de etanol de 13,67% m/m, correspondiente a 134 unidades de 750 ml por semana, cuyo precio unitario se establece en ₡4 750/unidad para el primer año de producción.

Mediante la elaboración del presente estudio de prefactibilidad, se obtuvo un valor actual neto (VAN [30%]) de ₡12 439 062, una tasa interna de retorno (TIR) del 79,4% y un período de pago de 1,37 años (1 año y 4 meses y medio), se concluye, de esta manera, que la elaboración del vino de naranjilla, bajo las condiciones propuestas, es un proyecto factible desde la perspectiva económica, el proyecto es sostenible y sustentable, su implementación y desarrollo es rentable y viable en el tiempo evaluado. De igual manera, es factible desde el punto de vista técnico, pues en él no se encuentran restricciones ni contradicciones termodinámicas; además la tecnología, equipos y procesos que se requiere para desarrollarlo existen en la actualidad.

Por lo anterior, se recomienda que se continúe con la siguiente etapa en la implementación de proyectos y realizar el estudio a nivel de planta piloto, y así, por medio de corridas experimentales, que se determinen las condiciones definitivas de trabajo del proceso, esto es concentraciones, tiempos, temperaturas, así como otras posibles alternativas más económicas y/o eficientes para realizar las etapas propuestas.

ÍNDICE GENERAL

	Página
TRIBUNAL EXAMINADOR	i
EPÍGRAFE	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ARCHIVOS	xiv
CAPÍTULO 1. Introducción	1
1.1. Justificación	2
1.2. Objetivo general	3
1.3. Objetivos específicos	3
CAPÍTULO 2. Enología, enotecnia y la naranjilla	5
2.1. Características de la naranjilla	5
2.1.1. Clasificación botánica	7
2.1.2. Antecedentes y producción en Costa Rica	7
2.1.3. Utilización y composición química	9
2.2. Enología	11
2.3. Tecnologías de producción de bebidas fermentadas (enotecnia)	12
2.3.1. Preparación del mosto	13
2.3.2. Fermentación alcohólica	15
2.3.3. Clarificación	24
2.2.4. Estabilización	27

2.2.5 <i>Envasado de bebidas fermentadas</i>	28
2.5. Recapitulación	29
CAPÍTULO 3. Especificaciones: materia prima, vino, mercado potencial, localización y tamaño del proyecto	30
3.1. Caracterización de la materia prima	30
3.2. Localización física de la planta de proceso	33
3.3. Definición del producto por comercializar	35
3.4. Mercado potencial del producto	37
3.5. Dimensión de la planta industrializadora	39
3.6. Recapitulación	40
CAPÍTULO 4. Evaluación de la prefactibilidad técnica del proceso	41
4.1. Proceso tecnológico, selección y descripción	41
4.1.1. <i>Recepción y selección de la materia prima</i>	43
4.1.2. <i>Lavado y troceado</i>	43
4.1.3. <i>Despulpado</i>	43
4.1.4. <i>Sulfitado</i>	44
4.1.5. <i>Corrección del mosto</i>	45
4.1.6. <i>Preparación de los cultivos de levadura e inoculación</i>	46
4.1.7. <i>Fermentación</i>	47
4.1.8. <i>Centrifugación</i>	48
4.1.9. <i>Pasteurización</i>	48
4.1.10. <i>Embotellado y almacenaje</i>	49
4.2. Factibilidad técnica	49
4.3. Balances de materia y energía	50
4.4. Diagrama de flujo	59
4.5. Dimensionamiento de los equipos	61
4.6. Distribución de planta	62
4.7. Tratamiento de los desechos	65

CAPÍTULO 5. Evaluación de la prefactibilidad económica	68
5.1. Costos directos	68
5.2. Costos indirectos	72
5.3. Inversión de capital fijo	73
5.4. Costo total del producto	73
5.5. Capital de trabajo	81
5.6. Inversión total de capital	82
5.7. Financiamiento del proyecto	83
5.8. Parámetros financieros del proyecto	84
5.9. Análisis de sensibilidad del proyecto	89
5.10. Factibilidad económica	92
 CAPÍTULO 6. Conclusiones y recomendaciones	 93
6.1. Conclusiones	93
6.2. Recomendaciones	95
 CAPÍTULO 7. Bibliografía	 97
 APÉNDICES	 104
1. Muestra de cálculo	105
2. Nomenclatura	122
 ANEXOS	 125

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Capítulo 2. Enología, enotecnia y la naranjilla. Sustento teórico	
Cuadro 2.1. Composición química en gramos por litro del jugo de lulo	9
Cuadro 2.2. Composición nutricional de 100 g de pulpa de naranjilla	10
Cuadro 2.3. Especificaciones fisicoquímicas del jugo de naranjilla	11
Cuadro 2.4. Pasos, observaciones, descripción y costos aproximados de equipos y/o sustancias para que se tenga una idea del ámbito en el que se manejan los precios, todo ello relacionado con la preparación del mosto	14
Cuadro 2.5. Parámetros cinéticos de la fermentación alcohólica de glucosa con <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	21
Cuadro 2.6. Pasos, observaciones, descripción y costos aproximados de equipos y/o sustancias para que se tenga una idea del ámbito en el que se manejan los precios, todo ello relacionado con la fermentación alcohólica del mosto	24
Cuadro 2.7. Métodos, observaciones, descripción y costos aproximados de equipos y/o sustancias para que se tenga una idea del ámbito en el que se manejan los precios, todo ello relacionado con la clarificación del llamado <i>vino joven</i>	26
Cuadro 2.8. Métodos, observaciones, descripción y costos aproximados de equipos y/o sustancias para que se tenga una idea del ámbito en el que se manejan los precios, todo ello relacionado con la estabilización de vinos	28
Capítulo 3. Caracterización del vino de naranjilla	
Cuadro 3.1. Resultados de los análisis de sólidos solubles, acidez titulable y porcentaje de jugo, pulpa y cáscara realizados en el Laboratorio de Tecnología Poscosecha a una muestra de 60 frutos maduros de naranjilla, solicitud 04/07	32
Cuadro 3.2. Características fisicoquímicas adicionales, requeridas para el presente proyecto, del jugo de naranjilla	33
Cuadro 3.3. Importaciones costarricenses de vinos de uva y frutas de Centroamérica, desde enero del 2000 hasta agosto del 2006	38

Capítulo 4. Evaluación de la prefactibilidad técnica del proceso

Cuadro 4.1. Balances de materia y propiedades de las corrientes del proceso de elaboración de la bebida fermentada de naranjilla simulado en SuperPro Designer 5.1®	53
Cuadro 4.2. Resumen de los requisitos de materia prima del proceso	56
Cuadro 4.3. Propiedades fisicoquímicas del propano y del butano	58
Cuadro 4.4. Características de los balances energéticos del proceso	59
Cuadro 4.5. Especificaciones de los equipos de proceso determinadas por el SuperPro Designer 5.1® en su simulación	61
Cuadro 4.6. Concentraciones máximas permisibles, según Decreto N° 26042-S-MINAE	65

Capítulo 5. Evaluación de la prefactibilidad económica

Cuadro 5.1. Cálculo de impuestos aproximado de la despulpadora y la centrífuga	69
Cuadro 5.2. Precios y características de los equipos e instrumentos asociados con el proceso de producción de vino de naranjilla	70
Cuadro 5.3. Características del tipo de construcción elegido para la planta de proceso	71
Cuadro 5.4. Inversión de Capital Fijo del proyecto de producción de vino de naranjilla	73
Cuadro 5.5. Precios y características de las materias primas del proceso productivo	74
Cuadro 5.6. Consumo mensual de energía eléctrica de la planta industrializadora, en kWh	75
Cuadro 5.7. Tarifa Sector Comercial e Industria 2007 (T-CI) del ICE, precios mensuales	76
Cuadro 5.8. Pagos por concepto de servicios	77
Cuadro 5.9. Desglose de costos por concepto de mano de obra	78
Cuadro 5.10. Costos por depreciación (método de la línea recta) y valor en libros de activos del proyecto	79
Cuadro 5.11. Costos totales de producción del vino de naranjilla, durante el primer año del proyecto	80
Cuadro 5.12. Inversión de capital de trabajo del proyecto	82
Cuadro 5.13. Inversión total de capital del proyecto	83

Cuadro 5.14. Saldos, cuotas, intereses y amortización, por año, para un préstamo para PYMES del Banco Nacional por un monto de \$29 550 000, a 5 años plazo y tasa de interés de 11,50%	84
Cuadro 5.15. Tarifas pago de impuesto sobre la renta, para personas jurídicas, según lo estipulado en la Ley 7092, para el 2007	85
Cuadro 5.16. Flujo de caja anual del inversionista, con vida operativa de 5 años, más el año 0	86
Cuadro 5.17. Flujo de caja anual del proyecto, con vida operativa de 5 años, más el año 0	87
Cuadro 5.18. Parámetros financieros resultantes de los flujos de caja	88
Cuadro 5.19. Magnitudes de las variables involucradas en el análisis de sensibilidad, de acuerdo con sus porcentajes de variación	90

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Capítulo 2. Enología, enotecnia y la naranjilla. Sustento teórico	
Figura 2.1. Naranjilla <i>Solanum quitoense</i> Lam.	6
Figura 2.2. Precios por kilogramo de naranjilla, por meses, entre enero del 2000 hasta enero del 2006.	8
Capítulo 3. Caracterización del vino de naranjilla	
Figura 3.1. Muestras de la naranjilla que se utilizará para elaborar la bebida fermentada.	31
Figura 3.2. Zona de 120 m ² , en la cual se ubicará la planta para la producción de vino de naranjilla, en la Pastora de Santa Cruz de Turrialba.	34
Capítulo 4. Evaluación de la prefactibilidad técnica del proceso	
Figura 4.1. Diagrama de bloques para la elaboración de vino de naranjilla.	42
Figura 4.2. Diagrama de proceso en SuperPro Designer 5.1® para la simulación de la elaboración de vino de naranjilla.	52
Figura 4.3. Composición de las mezclas que se utilizaron en la simulación del proceso.	53
Figura 4.4. Aumento de la temperatura en la fermentación alcohólica, si el proceso fuese adiabático, como resultado de su simulación en SuperPro Designer 5.1®.	57
Figura 4.5. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de vino de naranjilla.	60
Figura 4.6. Tabla relacional y relaciones encontradas para realizar la distribución de planta del proceso de elaboración de vino de naranjilla.	62
Figura 4.7. Distribución de planta propuesta para el proceso de elaboración de la bebida fermentada de naranjilla.	64
Figura 4.8. Tratamiento de desechos líquidos para la elaboración del vino de naranjilla.	67
Capítulo 5. Evaluación de la prefactibilidad económica	
Figura 5.1. Resultados del análisis de sensibilidad.	91

ÍNDICE DE ARCHIVOS

Nombre del archivo	Tamaño	Ubicación	Descripción
Apéndice digital 1. Stream Report, SuperPro Designer 5.1®	115 kB	D:\	Es el reporte que genera el SuperPro Designer 5.1®, en la simulación del proceso diseñado. Contempla resúmenes generales, composiciones de las corrientes, materias primas y mezclas involucradas, itinerario de las operaciones, entre otros.
Apéndice digital 2. Pasos de la simulación del proceso en SuperPro Designer 5.1®	185 kB	D:\	Especifica como se simuló en SuperPro Designer 5.1®, cada una de las operaciones unitarias involucradas en el proceso diseñado, y una reseña de los balances de materia y energía.
Apéndice digital 3. Pasos de la elaboración de la distribución de planta	161 kB	D:\	Esgrime como se elaboró la tabla relacional y la asociación de las actividades para elaborar la distribución de planta.
Anexo digital 1. Reportes SICCE, vinos de Centroamérica 2000-2006	90,3 kB	D:\	Datos obtenidos en línea con el Sistema de Consulta de Comercio Exterior (SICCE) del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). División de partidas arancelarias 2204, 2205 y 2206. Para importaciones en Centroamérica del año 2000 hasta el 2006.
Anexo digital 2. Secuencia de procesos e itinerario	45,8 kB	D:\	Cuadro con cada una de las operaciones unitarias que se simularon en el SuperPro Designer 5.1®, secuencia, sub-operaciones e itinerario.
Anexo digital 3. Tarifas oficiales vigentes 2007 para calcular el impuesto sobre la renta	48,6 kB	D:\	Tarifas oficiales, desde el 2003 hasta el 2007, del pago del impuesto sobre la renta a personas físicas y jurídicas.
Proceso de elaboración de vino de naranjilla (simulación SuperPro Designer 5.1®)	194 kB	D:\	Archivo de SuperPro Designer 5.1® (.spf), que se utilizó para realizar el presente proyecto.

1

INTRODUCCIÓN

Con propiedad, Carbonell (1970), indica que la elaboración del vino o bebidas fermentadas, se debe llevar a cabo de manera científica, técnica, no empírica. Es toda una ciencia y un arte. Por lo que, se necesitan aplicar conocimientos no sólo enológicos, sino también, ingenieriles, científicos, económicos, administrativos, históricos y sociológicos a la hora de elaborar este tipo de bebidas, las cuales cargan siglos de conocimientos y tradición en sus espaldas, con el fin de optimizar su producción y brindarle a aquellos que así lo dispongan, información calificada y confiable, con la que se eduque y se oriente hacia la consecución de un producto de calidad, armonioso en cuanto a color, olor, sabor, cuerpo y consistencia, un producto, que recuerde el por qué acompaña al hombre desde tiempos inmemoriales y el por qué civilizaciones enteras se rindieron ante sus pies y le veneraban como un dios.

Por otra parte, la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) es una fruta tropical, familia de las solanáceas, de aroma suave y exótico y sabor ácido, particular, fuerte y agradable. Es una fruta originaria de los valles andinos húmedos del Ecuador y del sur de Colombia. En Costa Rica, la producción es escasa. Según estudios del Consejo Nacional de la Producción existen alrededor de 30 á 50 hectáreas cultivadas, sin embargo, presenta un creciente índice de consumo y comercialización y un amplio potencial para la obtención de productos derivados de ella [Saborío, (s.f.)].

De esta manera, con una materia prima noble como la naranjilla, la elaboración de un vino o una bebida fermentada se encuentra revestida de una mística especial, como pocos procesos productivos la tienen, digna de orgullo y satisfacción personal por encima de cualquier consideración de índole económica.

1.1. JUSTIFICACIÓN

Es conveniente que se promueva entre los productores nacionales una conciencia de industrialización, de venta y elaboración de productos con valor agregado; que presenten calidad y precios competitivos, tanto a nivel nacional como internacional, y no sólo que se limite su comercialización para la venta en fresco, como producto primario. Y de esta manera, se dé una transmisión de tecnología hacia agricultores, comercializadores y técnicos agrícolas.

Además, muchas frutas tropicales presentan estacionalidad en la producción, con lo cual se engendran diversos problemas como grandes pérdidas post-cosecha y disminución excesiva de precios, con la consiguiente merma de rentabilidad para el agricultor. Una de las opciones para que se contrarreste este hecho, es la utilización de los excedentes en la elaboración de bebidas fermentadas, popularmente conocidas como *vinos de frutas*, lo cual muestra un atractivo potencial de desarrollo económico.

Este atractivo económico se manifiesta en el aumento y el volumen de consumo de vino en nuestro país, reflejado, especialmente, en sus importaciones, en vista de que en Costa Rica, por sus características climatológicas, no se dispone de un cultivo extensivo de la uva. Así, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) entre 1998 y el 2005 hubo un crecimiento del 80% en las importaciones de vino, en el año de 1998 se importaron 3 641 243 kg y en el 2005, 6 550 667 kg. Pero el país, sí dispone de áreas de cultivo de frutas tropicales, de sabores y aromas atractivos, aptas para su aprovechamiento en este campo, en el que se muestra un mercado potencial enorme.

Con base en estas premisas, se plantea realizar un estudio de prefactibilidad a nivel técnico y económico para la producción de vino de naranjilla. El proyecto nace ante la iniciativa de algunos productores de naranjilla de la zona de Pacayas, cantón de Alvarado, provincia de Cartago; quienes desean determinar el potencial de uso de cierto porcentaje de su producción para la elaboración de la bebida descrita, con la idea de establecer una pequeña planta para su fabricación y comercialización dentro del mercado nacional.

1.2. OBJETIVO GENERAL

Con base en lo que se comentó anteriormente, y en lo que se discutió y se definió con las personas interesadas en el presente proyecto, el objetivo general del mismo se enuncia como sigue:

- Evaluar la prefactibilidad técnica y económica para la implantación de una empresa para la producción de vino de naranjilla.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Asimismo, para que se concrete a cabalidad el objetivo general que se propuso con anterioridad, se definieron los siguientes objetivos específicos:

- Realizar una investigación bibliográfica sobre los siguientes temas:
 - a. La naranjilla y sus propiedades fisiológica
 - b. Fermentación
 - c. Tecnologías de producción
 - d. Bebidas fermentadas
 - e. Equipos para el procesamiento de vinos
 - f. Empaques y envasado
 - g. Costos de equipamiento.
- Definir el producto final que se quiere comercializar.
- Definir el empaque del producto.
- Definir el mercado potencial del vino de naranjilla.

- Caracterizar la materia prima.
- Seleccionar la zona geográfica para la ubicación de la planta.
- Elegir el proceso tecnológico para la producción de vino de naranjilla.
- Elaborar el diagrama de flujo del proceso.
- Definir los datos técnicos y realizar los balances de materia y energía.
- Dimensionar el equipo del proceso tecnológico seleccionado.
- Definir el diagrama de flujo de la planta.
- Realizar la distribución de planta.
- Cotizar el equipo en empresas fabricantes y/o distribuidoras o estimar su costo de acuerdo con la información técnica especializada.
- Estimar el costo del terreno y los inmuebles de la planta u otras posibilidades como alquiler.
- Realizar el análisis económico del proceso y un estudio de rentabilidad así como un análisis de sensibilidad y riesgo.

2 ENOLOGÍA, ENOTECNIA Y LA NARANJILLA

El presente proyecto: prefactibilidad técnica y económica de una planta para la producción de una bebida fermentada o vino de naranjilla, se encuentra sustentado en dos grandes pilares teóricos: lo relativo a la materia prima que se utilizará: la naranjilla, y lo que concierne a la enología y enotecnia.

De esta manera, en el presente capítulo se muestra una reseña acerca de cada uno de estos tópicos, de manera que se sustente una base teórica adecuada para un análisis apropiado del contenido de los capítulos posteriores.

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA NARANJILLA

Al *lulum* de los incas se le dio el nombre de naranjilla por su identificación como *naranja chiquita*. Esta fruta, de exquisito sabor y aroma, es originaria de la región interandina, específicamente del sur de Colombia, Ecuador y Perú.

La cáscara de la naranjilla, de color naranja cuando madura, se aprecia cubierta de pequeñas y finas espinas o pelos. Tal y como se aprecia en la figura 2.1, ésta fruta es una baya, desde el punto de vista botánico no culinario, redonda-ovalada, que en su interior se encuentra dividida en cuatro compartimentos separados por particiones membranosas, cada uno de los cuales se halla ocupado de pulpa de color verde-amarillento y numerosas semillas pequeñas [Servicio de Información de Censos Agropecuarios (SICA), (2001)].



Figura 2.1. Naranjilla *Solanum quitoense* Lam [Bone, (2005)].

La naranjilla o lulo (*Solanum quitoense* Lam.) es una planta frutal que pertenece, como el tomate, a las familias de las solanáceas. Por su productividad, se considera como una planta de alto rendimiento. En buenas condiciones de clima y cultivo, es muy prolífera, se calcula que se produce, de manera aproximada, 27 000 kg, alrededor de 400 000 frutos por hectárea a lo largo de un año, lo cual corresponde a unas 135 naranjillas por planta [Gattoni, (1961)].

Asimismo, es una fruta tradicional del Ecuador, que se cultiva en la zona oriental del país, en especial para el mercado interno en fresco para la elaboración de jugos y pulpa. Las variedades tradicionales son las de pulpa verde de jugo, que tienen el problema de alta perecibilidad [SICA, (2001)].

La naranjilla es una planta frutal que vive de uno a cuatro años en constante producción. Es originaria de los bosques de la región subtropical húmeda, en las faldas hacia el oriente y occidente de la Cordillera de los Andes, en el Ecuador, Colombia y Perú [Gattoni, (1961)].

Es una planta arbustiva que alcanza, en promedio, 1,8 m de altura. Se cultiva en un ámbito de altura idóneo de 1 000 a 1 400 m.s.n.m. y temperatura de 16 a 24°C; requiere una pluviosidad de alrededor 2 500 mm/año, siendo necesario que se regule la sombra para el cultivo. Requiere suelos ricos en materia orgánica, con adecuado drenaje [Izurieta, (1987)].

2.1.1. Clasificación Botánica [Wolff, (1976)]

Reino	Vegetal
Subreino	Espermatophyta
División	Angiosperma
Subdivisión	Dicotiledónea
Clase	Simpétala
Subclase	Pentacíclica
Orden	Tubiflorales
Familia	Solanáceas
Género	Solanum
Especie	Quitoense
Variedades	Baeza, Agria, Dulce, Bola, Baeza roja, Híbrida, Septentrional, INIAP Palora

2.1.2. Antecedentes y producción en Costa Rica

La primera introducción de naranjilla de la que se tiene noción en Costa Rica ocurrió en el año de 1942, cuando se introdujo para el Herbario de la Universidad Nacional la variedad sin espinas, procedente de Ecuador. Luego en 1959, se introdujo la variedad *Septentrional* espinosa, con el fin de que se cultivase a partir de ese año. Para ese momento, ya se encontraban plantas silvestres en Pacayas, Paso de la Palma, Poasito, Cinchona, Zarcero y otros lugares del país [Morales, (1993)].

La naranjilla que se comercializa en el CENADA procede de los cantones de Dota, Tarrazú y Pérez Zeledón. Las características mínimas que se consideran para la comercialización de la naranjilla son: tener de color amarillo a anaranjado, de aspecto fresco, estar enteras, de cáscara lisa con consistencia firme, limpias, sin humedad anormal, libres de daños, ataques de insectos, enfermedades, magulladuras o podredumbre que impide el consumo. A nivel del mercado mayorista se mantiene la oferta durante todo el año, siendo enero, mayo, junio, julio, setiembre y diciembre los meses de mayor oferta. Los precios mayores se dan entre los meses de agosto y diciembre [Programa Integral de Mayoreo Agropecuario (PIMA)-Centro Nacional de Abastecimiento y Distribución de Alimentos (CENADA) a, (2006)].

Según estudios del Consejo Nacional de Producción de Costa Rica se estima que las áreas de cultivo de naranjilla son escasas, dado que se cuenta con alrededor de 30 a 50 hectáreas cultivadas [Saborío, (s.f.)].

Según la divulgación de precios de venta del mayorista al minorista del PIMA, mediante la publicación del 12 de febrero del 2007, el precio por kilogramo de naranjilla se encuentra desde los ₡550 a ₡650 [PIMA-CENADA b, (2007)]. Por otro lado, el grupo Helénica Proverde S.A. cosecha y comercializa la fruta en la finca Santa Elena que se ubica en San Isidro de Heredia, el precio de la fruta en finca de este proveedor es de \$0,60 por kilogramo [Helénica Proverde S.A., (2006)]. En el siguiente gráfico (figura 2.2) se muestra el comportamiento de los precios del PIMA-CENADA, por kilogramo de naranjilla, por meses, desde enero del 2000 hasta enero del año 2006.

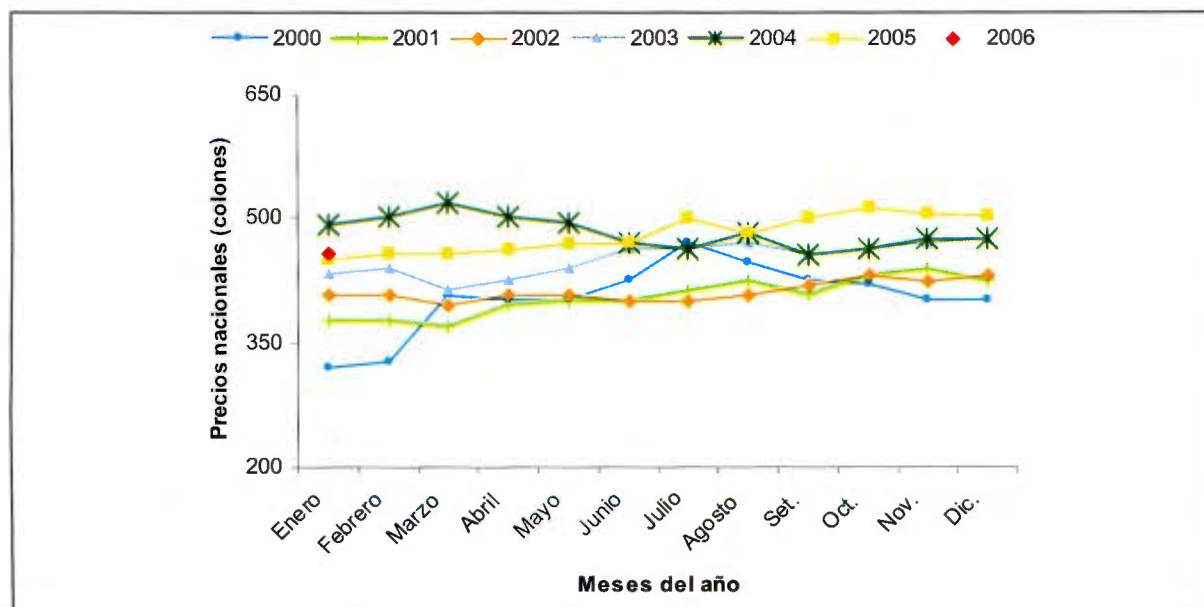


Figura 2.2. Precios por kilogramo de naranjilla, por meses, entre enero del 2000 hasta enero del 2006 [PIMA-CENADA, (2006)].

Bajo la batuta del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA) de la Universidad de Costa Rica y la empresa Helénica Proverde S.A., con fondos de PROPYME del Ministerio de Ciencia y Tecnología se realiza un plan para la industrialización y diversificación de la naranjilla. Actualmente, el proyecto se encuentra en la etapa de desarrollo de productos comerciales a escala de planta piloto [Alfaro, (2007)].

2.1.3. Utilización y composición química

La naranjilla se consume fresca, en helados, mermeladas, conservas en general y una variedad de postres y confites; además es un ingrediente exótico para salsas de platos gourmet, aderezos, ensaladas de frutas y vegetales. Sin embargo, el principal producto procesado de la naranjilla es el jugo, el concentrado y la pulpa [Alfaro, (2007)].

Al ser el principal producto de la naranjilla el jugo, para la obtención de éste la fruta se lava, se corta en mitades, se separa la pulpa, a la que se le añade 0,1% de ácido ascórbico como antioxidante, y luego, se obtiene el jugo empleando un refinador con malla de 0,6 mm. Posteriormente, se procede a desairear el jugo y pasteurizarlo a 92°C por 75 segundos. El néctar se prepara según la relación 36/51/13 (jugo/agua/azúcar) [Izurieta, (1987)].

La composición química del jugo de lulo o naranjilla, en gramos por litro del mismo, según análisis hechos en el Laboratorio André Feur, Bordeaux 5, Rue du Cloître, Francia, se muestra en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1. Composición química en gramos por litro del jugo de lulo [Gattoni (1961)]

Componente	Concentración (g/l)
Extracto seco a 100°C	63,4
Cenizas	10,55
Óxido de potasio (K ₂ O)	1,25
Óxido de magnesio (MgO)	0,36
Óxido de calcio (CaO)	7,20
Fosfato (como P ₂ O ₅)	1,25
Aceite esencial	0,12
Azúcar reductor	20,00
Glucosa	7,33
Levulosa	12,67
Ácidos expresados como ácido cítrico	33,50

Otro estudio, ésta vez acerca de la composición nutricional de 100 g de pulpa de naranjilla, se llevó a cabo por la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador y en él se reportan los siguientes valores.

Cuadro 2.2. Composición nutricional de 100 g de pulpa de naranjilla [Bone, (2005)]

Componente	Valor
Calorías	2,3 g
Carbohidratos	5,70 g
Cenizas	0,61-0,80 g
Fibra	0,30-4,60 g
Grasa total	0,10-0,24 g
Humedad	85,80-92,50 g
Proteína	0,10-0,60 g
Ácido ascórbico	31,20-83,70 mg
Calcio	5,90-12,4 mg
Caroteno	600 IU
Fósforo	12,00-43,70 mg
Hierro	0,34-0,64 mg
Niacina	1,19-1,76 mg
Riboflavina	0,03-0,04 mg
Tiamina	0,04-0,09 mg

Con base en 100 partes de fruta el balance de material es el siguiente: 35-40 partes de jugo, 6-9 partes de sólidos retenidos en el tamiz, 6-7 de espuma, 27-36 de cáscara y 13-15 de semillas [Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IIT), (1964)]. Asimismo, Wolf (1976), señala en cuanto a la pulpa, que el tejido fibrinoso tiene un peso casi nulo que no excede de 1,0% del peso de la pulpa entera, esta pulpa se compone de 685,5 g de parte líquida (agua), 215,0 g de parte densa, pastosa, lo que produce una bebida espesa, concentrada. Entran en su composición preferentemente sustancias azoadas, albúmina, celulosa, sales o ácidos, ácidos orgánicos, ácidos libres, fermentos solubles y vitaminas, que dan al jugo de lulo un alto valor nutritivo y medicinal.

Otra caracterización de la naranjilla es la realizada por Dornier *et al.* (2003), la cual es resultado de un análisis detallado, completo y confiable y en éste se incluyen las características que más interesan de una materia prima para elaborar una bebida fermentada, por razones que se expondrán más adelante, como el porcentaje total de sólidos, azúcares, densidad y pH de su jugo, además de muchas otras propiedades interesantes para tal fin; los resultados obtenidos de dicho estudio, en cuanto a la caracterización de la naranjilla, se muestran en el cuadro 2.3.

Cuadro 2.3. Especificaciones fisicoquímicas del jugo de naranjilla [Dornier *et al.*, (2003)]

Componente	Valor
pH	3,13 ± 0,05
Densidad (kg/m ³)	1032 ± 2
Viscosidad (mPa·s)	1,04 ± 0,10
Total de sólidos solubles (g/kg)	70 ± 2
Total de azúcares (g/kg)	32,8 ± 1,7
Fructosa (g/kg)	9,0 ± 1,0
Glucosa (g/kg)	16,2 ± 1,7
Sacarosa (g/kg)	7,6 ± 1,7
Acidez titulable (meq/l)	320 ± 11
Ácido Cítrico (g/kg)	35,8 ± 2,1
Ácido Málico (g/kg)	2,6 ± 0,5
Ácido Tartárico (g/kg)	0,03
Ácido Ascórbico (g/kg)	0,20
Minerales Totales (g/kg)	9,0
Fosfato (mg/kg)	219
Sulfato (mg/kg)	98
Cloruros (mg/kg)	107
Potasio (mg/kg)	1950
Magnesio (mg/kg)	104,8
Calcio (mg/kg)	54,4
Sodio (mg/kg)	10,9

2.2. ENOLOGÍA

En primera instancia, se procede a definir dos conceptos básicos en lo concerniente a elaboración de bebidas fermentadas: la enología y la enotecnia. La primera es el compendio de los conocimientos relativos a los vinos, mientras que la enotecnia es la técnica de elaboración y conservación de los vinos [Carbonell, (1970)].

Aunque el término vino se asocia directamente a la fermentación del jugo de uvas, son muchas las bebidas obtenidas de diferentes frutas ajenas a la vid, y que se les aplica el nombre de vino, sin embargo los vinos preparados a partir de otros frutos no deben llamarse vinos sin más ni más, sino que debe aludirse a los productos vegetales de los que proceden; pues el vino debe prepararse a partir de uva fresca [Vogt, (1986)].

Con todas las frutas y vegetales que contienen azúcar, en mayor o menor cantidad, se obtiene verdaderos vinos que en esencia poco difieren de los vinos de uva; las diferencias existentes son las mismas que existen entre esta fruta y las otras especies. Aquellas que tengan azúcar en más abundancia son las más apropiadas para que se sometan a la fermentación vinosa [Bourdon, (1963)].

En cuanto al sabor, se dice que un vino es seco cuando tiene un contenido de azúcar residual como máximo de hasta 5 g/l, además no tiene sabor de azúcar; califica como semiseco un vino que presente una tasa de azúcar residual entre 15 y 30 g/l; si la concentración de estos azúcares está entre 30 y 50 g/l se denomina semidulce y, finalmente, vino dulce es aquél cuya tasa de azúcar residual es mayor de 50 g/l. Así en los vinos semisecos, semidulces y dulces se deben aplicar métodos de parada para conservar tal concentración de azúcares [Don Selecto, (2007)].

2.3. TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS FERMENTADAS (ENOTECNIA)

Los vinos de frutas se elaboran de dos maneras principales:

1. Por fermentación pura y simple
2. Por adición de aguardiente y de azúcar

Bajo el primer procedimiento se obtienen los verdaderos vinos; en cambio los que se preparan bajo el segundo proceder no son sino ratafías propiamente dichas, ya que no sufren, como los primeros, la fermentación tumultuosa. Fácil será darse cuenta que el primero de estos métodos es el único bueno para que se obtengan vinos propiamente dichos [Bourdon, (1963)].

El proceso enotécnico se encamina a la obtención de licores claros, exentos de oxidaciones, de un aroma frutoso, donde se reconozca el aroma varietal, y de gusto fresco, donde una graduación alcohólica dada, se encuentre plenamente equilibrada con la acidez y la dulzura [Pszczolkowski b, (1985)].

La elaboración de bebidas fermentadas se divide en cuatro etapas generales: preparación del mosto, fermentación, clarificación y estabilización. Las cuales se discuten en las siguientes subsecciones.

2.3.1. Preparación del mosto

La mezcla final de todas las sustancias que se fermentarán (jugo de la fruta, azúcar, levadura, etc.) constituye el mosto, el cual luego de la fermentación se convertirá en un vino. Por esta razón, es que las características finales del vino dependerán directamente de las condiciones químicas y físicas del mosto, así como de las condiciones en que se realice la fermentación [Noguera, (1973)].

Por lo anterior, se velará por la obtención de un mosto con las características adecuadas para que se obtenga un buen producto, tratándose de manipular positivamente sus características. De esta manera los azúcares y los ácidos se presentan como los componentes principales, con fines prácticos, pues es siempre de interés, conocer con antelación el grado alcohólico aproximado del vino que va a resultar, y también si la acidez del mismo es la conveniente para una fermentación correcta y para la estabilización del vino elaborado [Carbonell, (1970)].

En los jugos de uva y fruta sin fermentar (mosto), sólo se suelen determinar la densidad y el contenido de ácidos titulables. El resultado de estos dos análisis fáciles y cómodos de realizar basta para que se califique cualitativamente al mosto y, dado el caso, para que se efectúe el cálculo correspondiente para una corrección (enriquecimiento). Cuanto mayor se tenga la densidad de un zumo de uva o de frutas, más elevado será también su contenido de azúcar y mayor la graduación alcohólica del vino o bebida fermentada que se obtendrá con posterioridad [Vogt, (1986)].

Por tanto, si se conoce la densidad del mosto y el índice transformativo de gramos de azúcares por grado de alcohol de la especie de levadura que se utilizará para la elaboración de la bebida fermentada, se proyectará el grado de alcohol, probable, que se obtendrá de la fermentación de dicho mosto.

En el siguiente cuadro se resumen y describen los pasos para la preparación del mosto, así como otra información relevante relacionada.

Cuadro 2.4. Pasos, observaciones, descripción y costos aproximados de equipos y/o sustancias para que se tenga una idea del ámbito en el que se manejan los precios, todo ello relacionado con la preparación del mosto

Pasos y observaciones	Posibles equipos y/o sustancias	Costos aproximados
a) <i>Selección y lavado de la fruta:</i> se seleccionan los frutos en mejores condiciones, para no echar a perder el mosto.	Bandas transportadoras o de manera manual. El lavado con agua potable y esponja.	Banda de 3,8 m, control de velocidad y reversa, \$3000
b) <i>Obtención del jugo:</i> se libera el máximo de jugo por aplastamiento, lo que evita rotura de semillas, y también se airea el medio	La obtención del jugo depende del tipo de fruta, en el caso de la naranjilla se utiliza un despulpador.	Despulpadora acero inoxidable, 2 h.p, 500 kg/h, \$2140
c) <i>Esterilizado:</i> mantiene sano el medio fermentativo inactivando o matando los microorganismos que tiene o adquirió la fruta	La esterilización se realiza por pasteurización o por sulfitado, para el primero se usan pasteurizadores-flash, primero se usan pasteurizadores-flash, de mesa o marmitas; asimismo el sulfitado se da por adición <i>in situ</i> de anhídrido sulfuroso o derivados.	Past. flash \$80 000 Past. de mesa, 2 gal, 1250W, 110V, \$1150 Marmita 120 l, \$3500 K ₂ S ₂ O ₅ \$2/kg
d) <i>Corrección del mosto:</i> se prepara un mosto semejante en composición al del vino de uva, supliendo las carencias por medios artificiales. Las correcciones usuales son las azúcares y acidez, también los nutrimentos del medio para el desarrollo de las levaduras.	Los azúcares se ajustan mediante la adición de sacarosa (azúcar blanco), para disminuir el pH ácido cítrico u otros similares, para aumentar el pH carbonato de calcio u otros análogos, para nutrientes compuestos fosfatados y nitrogenados. Lo anterior se utiliza en caso de ser necesario, pues depende de las propiedades del medio, tipo de fruta y condición de la misma.	Azúcar \$400/kg (NH ₄) ₃ PO ₄ \$250/kg Ácido cítrico \$1,4/kg CaCO ₃ \$67/kg

2.3.2. Fermentación alcohólica

La palabra fermentación proviene de una adaptación del término en latín *fermentare*, que significa ebullicir; se utilizó porque describía la ebullición aparente que se observa durante la fabricación de vinos, a causa de la producción del dióxido de carbono, gas que se libera en forma de burbujas y provoca movimiento en el líquido [Hernández, (2003)].

Se denomina fermentación, a aquellos procesos metabólicos en los cuales se efectúan cambios químicos en sustratos orgánicos a través de la acción de enzimas de microorganismos o de otras células [Amerine *et al.*, (1980)]. Asimismo, el resultado de la transformación del azúcar del mosto en el alcohol etílico, anhídrido carbónico y otras sustancias como glicerina, alcoholes superiores, ésteres, ácido succínico y ácidos volátiles, por acción de las enzimas que producen algunas levaduras, es el vino. Ese complejo proceso transformativo se le denomina fermentación alcohólica [Carbonell, (1970)].

Las levaduras más importantes en la esfera enológica pertenecen al género *Saccharomyces* (hongos del azúcar), que antaño se dividieron en cierto número de especies según las características morfológicas. Sin embargo, recientes investigaciones han evidenciado que se trata en esencia de variedades de la especie *Saccharomyces cerevisiae* Hansen (levadura de la cerveza). Las levaduras vínicas genuinas, que son la *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* y *Saccharomyces cerevisiae* var. *pastorianus*, presentan a diferencia de la levadura de la cerveza más redondez (cuerpos celulares entre elipsoideos y longitudinales cuentan con menor capacidad fermentativa) y permiten obtener grandes cantidades de alcohol (hasta 145 g/l). Son bastante insensibles a los ácidos y al tanino; resisten mejor el ácido sulfuroso que otros microorganismos fermentativos [Vogt, (1986)].

De estos dos tipos de levadura la más típica es la variedad *ellipsoideus*, la cual es de gran tamaño (de 7 a 10 μm) y vigoroso poder alcohógeno (hasta los 18 grados) y transformativo (de 17 a 18 gramos de azúcares por grado de alcohol), así como gran resistencia al SO_2 (del orden de los 250 a 300 mg/l) [Carbonell, (1970)].

Dichas levaduras se multiplican por gemación. En condiciones favorables se forman en las células de las levaduras uno o varios pequeños brotes que ya en el curso de pocas horas crecen hasta alcanzar el tamaño de las células madres. En el curso de alrededor de 24 horas se origina, de esta manera, a partir de una célula una descendencia de centenares de levaduras. Si se añaden levaduras vínicas a los jugos frescos de uva o fruta, provocan en éstos una fermentación, en virtud de la cual el azúcar del líquido fermentescible se transforma bajo la acción de las enzimas generadas por las levaduras en alcohol y anhídrido carbónico [Vogt, (1986)].

La fermentación alcohólica se realiza, independientemente, de que el aire haya tenido o no acceso. Pero las levaduras se comportan de manera muy distinta cuando entran en contacto con el aire, en comparación con la ausencia del mismo. En un mosto profusamente aireado tiene lugar la abundante multiplicación de las levaduras, de manera que se utilizan grandes cantidades del azúcar presente para constituir sustancia corporal, que se restan del azúcar destinado a la transformación en alcohol. En cambio, si al iniciarse la fermentación se excluye el contacto con el aire, como sucede generalmente en la práctica, las levaduras se multiplican escasamente, si bien una proporción mayor del azúcar presente se transforma en alcohol y anhídrido carbónico, toda vez que las levaduras sólo requieren entonces energía para atender a su respiración intramolecular. Con aportación del aire sólo sufre la fermentación alcohólica alrededor del 75% del azúcar, proporción que se eleva al 90% excluyendo la presencia de aire. Se minimiza el contacto con el aire azufrando el mosto y colocando un embudo de fermentación (sello líquido) sobre el tonel [Vogt, (1986)]. Por estas razones, para que la fermentación sea más rápida, antes de iniciar la misma, debe mezclarse bien el mosto en contacto con el aire [Alzate, (1988)].

El alcohol generado en la fermentación como producto metabólico de las levaduras inhibe el crecimiento de otros microorganismos presentes en el mosto (mohos, levaduras silvestres, bacterias). Pero tampoco las levaduras genuinas son ilimitadamente resistentes al alcohol producido por ellas mismas, se suspenden sus actividades cuando el contenido de alcohol del líquido en fermentación excede de 120-140 g/l (15-17,5% vol.). También el

anhídrido carbónico originado en la fermentación actúa como gas protector, ya que desplaza al aire y con ello desvanece la posibilidad de supervivencia de los organismos aerobios (levaduras superficiales, bacterias, mohos) [Vogt, (1986)].

La temperatura se convierte en otro aspecto relevante para el metabolismo de las levaduras. La temperatura más adecuada para la multiplicación y capacidad de fermentación de éstas se halla entre los 22 y 27°C. Si la temperatura asciende a 40°C, las levaduras suspenden su desarrollo y multiplicación. Cuando se calienta el mosto unos minutos a 65°C, mueren las levaduras. Si la temperatura desciende por debajo de 3°C, se interrumpe su crecimiento y capacidad de fermentación, aunque las levaduras se mantienen vivas en estado latente [Vogt, (1986)]. A altas temperaturas la mortalidad celular se asocia a fenómenos de desnaturalización proteica, cuyo blanco principal se sitúa a nivel de la membrana interna de la mitocondria; mientras que a bajas temperaturas la acidificación intracelular es el mecanismo subyacente de mortalidad [Flanzy, (2000)].

Al ser el proceso fermentativo un proceso exotérmico, por lo anterior, se utilizan diversos procedimientos para el enfriamiento del mosto en fermentación, tales como: remontado, trasiego, empleo de SO₂ o refrigeración, este último es el más eficiente [Carbonell, (1970)].

Existen, según Carbonell (1970), diferentes levaduras del género *Saccharomyces*, como la *S. pastorianus*, la *S. acidifaciens* y la *S. ludvigi*, todas resistentes a fuertes concentraciones de alcohol y de sulfuroso; así como existen levaduras que también se hallan de manera natural en las frutas como las *tómulas*, que no es *Saccharomyces*, cuya actividad alcoholizante es escasa, o la *Kloeckera apiculatis*, que sí es *Saccharomyces*, pero de bajo rendimiento y que produce abundancia de acidez volátil (ácido acético), estas dos especies inician la fermentación pero quedan eliminadas luego por la concentración creciente de alcohol y por su sensibilidad al SO₂.

En los jugos de frutas existen, de manera natural, escasa o nula cantidad de levaduras vínicas genuinas, pero sí prevalecen, en gran cuantía, las levaduras silvestres y bacterias,

por lo cual en la elaboración de vinos de frutas se utilizan exclusivamente cultivos puros de levaduras, con lo cual ganarían mucho la calidad de las bebidas obtenidas [Vogt, (1986)]. Las etapas del crecimiento microbiano que experimentan las levaduras son cuatro, las cuales se enuncian a continuación:

I Etapa: se denomina fase de latencia, casi nunca aumenta la concentración de células. Durante esta fase las células se están ajustando a su nuevo entorno, sintetizando enzimas y preparándose para comenzar a reproducirse. Es durante este periodo que las células realizan funciones como sintetizar proteínas de transporte para acarrear el sustrato al interior de la célula, sintetizar enzimas para aprovechar el nuevo sustrato, e iniciar la tarea de copiar el nuevo material genético de la célula [Fogler, (2001)]. En procesos comerciales la duración de esta etapa se reduce tanto como sea posible, lo cual se realiza utilizando un inóculo adecuado al medio con anterioridad, con poblaciones muy altas de levaduras [Stanbury & Whitaker, (1984)].

II Etapa: o fase de crecimiento exponencial, porque la velocidad de crecimiento de la célula es proporcional a la concentración de las células. En esta fase las células se dividen con rapidez máxima porque todas las rutas enzimáticas para metabolizar el medio están operando (como resultado de la fase de latencia) y las células aprovechan los nutrientes con eficiencia máxima [Fogler, (2001)]. Al final de esta fase la población se contabiliza en aproximadamente 10^7 células/ml [Pszczolkowski a, (1985)].

III Etapa: se denomina fase estacionaria, durante la cual las células se estancan, pues alcanzan un espacio biológico mínimo en el que la falta uno o más nutrientes limita el crecimiento celular. Durante esta fase la tasa de crecimiento se establece en cero, como resultado del agotamiento de los nutrientes y de metabolitos indispensables [Fogler, (2001)]. La velocidad de fermentación es constante y máxima, aproximadamente 11 g/l de azúcar por día, hasta llegar a 150 g/l de azúcar fermentada. Este período corresponde a la fermentación tumultuosa [Pszczolkowski a, (1985)].

IV Etapa: es la fase final, la fase de muerte, en la que ocurre una disminución en la concentración de células vivas. Esta baja se da como resultado de los subproductos tóxicos y/o del agotamiento del abasto de nutrientes [Fogler, (2001)].

En un proceso biológico se toman en cuenta, para su simulación, la velocidad de crecimiento celular, la velocidad con que mueren las células y la velocidad de consumo de sustrato y de generación de producto.

Durante la fase de crecimiento exponencial (Etapa I) la velocidad de crecimiento celular, r_g , a menudo presenta el siguiente comportamiento

$$r_g = \mu_{\max} \cdot \frac{C_c \cdot C_s}{K_s + C_s} \quad (2.1)$$

donde r_g = velocidad de crecimiento celular

C_c = concentración de células

C_s = concentración de sustrato

$\mu_{\max}$ = velocidad de reacción de crecimiento específica máxima

K_s = constante de Monod

Sin embargo, la fermentación de glucosa para producir etanol es inhibida por el producto etanol y esta inhibición se toma en cuenta, por lo que la ley de velocidad propuesta es

$$r_g = \left(1 - \frac{C_p}{C_p^*}\right)^n \mu_{\max} \cdot \frac{C_c \cdot C_s}{K_s + C_s} \quad (2.2)$$

donde C_p^* = concentración del producto en que cesa todo el metabolismo

n = constante empírica

La velocidad con la que mueren las células, r_d , está dada por la siguiente ecuación

$$r_d = (k_d + k_t C_t) C_c \quad (2.3)$$

donde k_d = velocidad de fallecimiento por muerte natural

k_t = velocidad de fallecimiento por muerte debido a una sustancia tóxica

C_t = concentración de una sustancia tóxica para la célula

Ahora se relaciona la velocidad de consumo de nutrimentos para mantenimiento, r_{sm} , sea que las células estén creciendo o no, es

$$r_{sm} = m C_c \quad (2.4)$$

donde m = masa de sustrato consumida para mantenimiento/(masa de células·tiempo)

También se define, en la ecuación 2.5, la velocidad de consumo de sustrato utilizado para el crecimiento celular como

$$r_{sc} = r_g Y_{s/c} \quad (2.5)$$

donde $Y_{s/c}$ = masa de sustrato consumida para producir células nuevas/masa de células nuevas formadas.

Y por último la velocidad de formación de producto correspondiente, cuando dicho producto se forma en la fase de crecimiento exponencial, es

$$r_p = r_g Y_{p/c} \quad (2.6)$$

donde $Y_{p/c}$ = masa de producto formado/masa de células nuevas formadas.

En el cuadro siguiente se muestran los valores de los parámetros cinéticos expuestos, de la fermentación de glucosa mediante *Saccharomyces cerevisiae* para la producción de etanol, cabe acotar que cuando C_P es de alrededor de 85 g/l, el término $(1 - C_P / C_P^*)^n$ se elimina de las velocidades de producción de etanol y consumo de sustrato, pues el modelo ya no describe el proceso adecuadamente y se debe acoger ese otro.

Cuadro 2.5. Parámetros cinéticos de la fermentación alcohólica de glucosa con *Saccharomyces cerevisiae* [Fogler (2001)]

Parámetro	Valor
C_p	93 g/l
n	0,52
$\mu_{\max}$	0,3 h ⁻¹
$Y_{c/s}$	0,08 g/g
$Y_{p/s}$	0,45 g/g
$Y_{p/c}$	5,625 g/g
K_s	1,7 g/l
k_d	0,01 h ⁻¹
m	0,03 g _s /g _c h

La fermentación se realiza por procesos semicontinuos, continuos y por lotes; el proceso por lotes o fermentación en cubas es el más comúnmente utilizado, y se caracteriza por su uso desde la antigüedad y por ser el más difundido, según Flanzy (2000) la elaboración de vinos en cuba cerrada presenta numerosas ventajas económicas y técnicas (regulación de la presión, control de temperaturas, toma de muestras, etc.). Un cultivo por lotes es un ejemplo de un sistema que contiene una inicial y limitada cantidad de nutrientes. Este tipo de proceso se utiliza para la producción de biomasa, metabolitos primarios y metabolitos secundarios. En cuanto a la productividad, en este tipo de procesos se alcanza el máximo hacia el final del proceso [Stanbury & Whitaker, (1984)].

Sistemas en los cuales el material se introduce continuamente al fermentador y se remueve también de manera continua del mismo u otro fermentador son, poco a poco, ampliamente utilizados por las industrias fermenteras. Si se utilizan tales sistemas de fermentación continua se obtienen ahorros en espacios y labor; asimismo, el proceso se adecúa fácilmente a instrumentación para control automático, por lo que el producto es de composición uniforme. El principal problema de este tipo de sistemas se da en la esterilización del afluente y prevenir la contaminación del medio durante la operación por lo que se evidencian problemas con el desarrollo de cepas mutantes [Amerine *et al.*, (1980)].

Para un sistema de fermentación en continuo, a la tasa de dilución óptima, bajo condiciones de estado estacionario, la productividad se establece como constante y siempre la máxima;

y se permite su operación por períodos de tiempo muy largos. Así, las fermentaciones continuas se manejan a menores volúmenes que los correspondientes procesos por lotes para lograr la misma productividad, con lo que se obtienen menores costos de construcción, instalación y mantenimiento [Stanbury & Whitaker, (1984)].

A pesar de que en la industria fermentera se incrementó el uso de procesos continuos por las causas expuestas, en la producción de bebidas alcohólicas no ha sido el caso, ya que el proceso de fermentación se ejecuta con el fin de obtener un metabolito (el alcohol), y no biomasa, y una cepa mutante que se encuentre mejor adaptada al medio desplazará la cepa original como un mejor adaptado contaminante con lo que se generan productos no deseados; por lo que la selección natural que se da, es una desventaja enorme para fermentaciones alcohólicas en continuo que operan por tan largos periodos de tiempo, que incrementan la posibilidad que se dé esta situación [Stanbury & Whitaker, (1984)].

Es por ello, que el análisis, que se muestra a continuación, correspondiente a los balances de materia en fermentadores, se limita al caso por lotes. El crecimiento de microorganismos se obtiene contabilizando la masa de células vivas, así un balance de masa de células en un reactor por lotes, cuando se produce etanol y cuando dicha producción es despreciable, es, respectivamente

$$V \frac{dC_c}{dt} = Y_{c/s} r_g V - r_d V \quad (2.7)$$

$$V \frac{dC_c}{dt} = r_g V - r_d V \quad (2.8)$$

El balance de masa para la velocidad de desaparición del sustrato, $-r_s$, es resultado del sustrato que se usa para el crecimiento celular, el que se usa para el mantenimiento celular, y el que se usa para la producción de etanol, cuando tal producción no sea despreciable, así las ecuaciones resultantes, con alta producción de etanol y baja, son, respectivamente

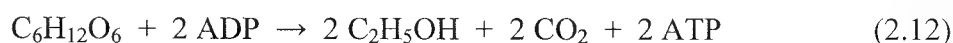
$$V \frac{dC_s}{dt} = -r_g Y_{c/s} V - r_p Y_{p/s} V - r_{sm} V \quad (2.9)$$

$$V \frac{dC_s}{dt} = -r_g V - r_{sm} V \quad (2.10)$$

Y por último el balance de masa para el producto es

$$V \frac{dC_p}{dt} = Y_{p/s} r_g V \quad (2.11)$$

Gay-Lussac expuso en 1810, como resultado de sus trabajos experimentales, la fórmula *grosso modo* de la fermentación, válida todavía hoy día



Teóricamente, el rendimiento de esta transformación es que a partir de 1 g de hexosa (glucosa y fructosa) se obtienen 0,51 g de etanol y 0,49 g de CO₂ y que el ATP formado se utiliza para satisfacer las necesidades energéticas de la célula [Ward, (1989)].

Sin embargo, en 1860, Pasteur indicó que la ecuación de Gay-Lussac solo se realiza en la práctica en un 95%, y que por lo tanto, bien a costa del alcohol, o del anhídrido carbónico, se forman otros productos secundarios, como glicerina, ácido succínico o alcoholes superiores, entre otros [Carbonell, (1970)].

En experimentaciones calorimétricas realizadas por Bouffard (1895) y Genevois (1936) citados en Amerine *et al.* (1980), se indican valores de 100 kJ (24 kcal) por mol de glucosa fermentado, de ahí se desprende la regla empírica que indica que se espera un aumento en la temperatura de 1,3 °C por grado Brix que baje el caldo durante la fermentación. Con este valor más la temperatura inicial y detalles de volumen del fermentador, material, etc., se estima la cantidad de agente de enfriamiento requerido y/o cada cuanto tiempo se realizan

los trasiegos [Amerine *et al.*, (1980)]. En el cuadro 2.6 se resumen y describen los pasos para realizar la fermentación alcohólica de un mosto y otra información importante.

Cuadro 2.6. Pasos, observaciones, descripción y costos aproximados de equipos y/o sustancias para que se tenga una idea del ámbito en el que se manejan los precios, todo ello relacionado con la fermentación alcohólica del mosto

Pasos y observaciones	Posibles equipos y/o sustancias	Costos aproximados
a) <i>Preparación del inóculo:</i> en un recipiente estéril, se prepara un medio análogo a aquel en que se desarrollarán los microorganismos para producir el vino, esto se hace con el jugo de la fruta y concentraciones de acidez, sólidos solubles y nutrientes iguales a las del mosto corregido; luego se agrega la levadura. Al cabo de varias horas se ha multiplicado tanto el cultivo puro que ya puede adicionarse al mosto para dar pie a la fermentación	Erlenmeyer o un tanque agitado para preparar el cultivo de levaduras o inóculo.	Erlenmeyer 250ml ¢1700 Tanque agitado, acero 304, 15 l, ¢350 000
b) <i>Inoculación:</i> se inocula con alrededor de un 10% del volumen de fermentación.	Se adiciona <i>in situ</i> el inóculo que se preparó o la levadura pura.	
c) <i>Fermentación alcohólica:</i> una vez que se siembra la levadura se inicia la fermentación alcohólica, esta procede hasta que la bebida alcance las condiciones de alcohol y azúcares que se desea, por lo que se controla la densidad y los °Brix. Es un proceso exotérmico, por lo que también se controla la temperatura para evitar la muerte o inactivación de las levaduras.	Cubas de roble o en depósitos de cemento, sin embargo se generaliza el uso de tanques con chaqueta (debido a la naturaleza exotérmica de la fermentación, para que circule un agente de enfriamiento) de acero inoxidable, esto se debe a su consistencia mecánica, excelente terminación y buena resistencia a los agentes ambientales y de limpieza	Cuba en roble, 60 l, \$300 Tanque con chaqueta, acero 304, 1000 l, \$2000 Marmita, acero 304, con quemador, 120 l, \$3500

2.3.3. Clarificación

Con la palabra clarificación se expresa en lenguaje enológico la eliminación del enturbiamiento del vino; esto se realiza por sedimentación, filtración o centrifugación, y en estos procesos a su vez, se utilizan diversas sustancias para promover la sedimentación de las partículas enturbiadoras [Vogt, (1986)].

Después de las etapas de fermentación, el vino que se obtiene, conocido como *vino joven*, se encuentra cargado de materias sólidas en suspensión: restos vegetales (fracciones de piel, pulpa, semillas), levaduras y otros microorganismos (fuentes de alteraciones potenciales) muertos o susceptibles de desarrollarse; por otro lado, las sales en sobresaturación y determinadas construcciones moleculares en estado coloidal son el origen de depósitos cristalinos o amorfos. Además, la calidad de la presentación del vino se juzga, en primer lugar, por la limpidez del producto. Este criterio de calidad se da a lo largo del proceso de comercialización, hasta el momento del consumo [Flanzy, (2000)].

Así se entiende que la clarificación no solamente se realiza para mejorar la apariencia del vino, además se previene la proliferación de levaduras fermentadoras y contaminación con bacterias ácido acéticas y lácticas [Dinsmoor, (1974)]. Asimismo, si los vinos de frutas se quedan en contacto con la levadura hasta que se produzca la clarificación no se necesita hacer los habituales trasiegos propios de la elaboración del vino de uva [Alzate, (1988)].

El frío ocasiona en los vinos una precipitación abundante de materias proteicas, pécticas, colorantes, y en especial bitartrato potásico. Los efectos de clarificación y, por consiguiente, de estabilización de un vino joven por un tratamiento en frío son, por lo general, muy superiores a los que se consiguen de manera natural; además el frío logra una considerable depuración microorgánica del vino tratado, con el arrastre de levaduras de fermentación, acetobacterias, levaduras micodérmicas, etc., por las sustancias precipitables.

De esta manera, un tratamiento en frío consiste en que se descienda la temperatura del vino a límites próximos al punto de congelación, esto es, a una temperatura igual a:

$$T = (\text{Grado alcohólico del vino} - 1)/2, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.13)$$

Manteniendo el vino a esta temperatura, en el reposo, se produce la clarificación del vino, sin embargo, para los vinos de frutas este proceso no es de mayor importancia, porque en ellos, prácticamente, no se encuentra bitartrato potásico [Carbonell, (1970)]. En el cuadro siguiente se describen los métodos de clarificación mencionados.

Cuadro 2.7. Métodos, observaciones, descripción y costos aproximados de equipos y/o sustancias para que se tenga una idea del ámbito en el que se manejan los precios, todo ello relacionado con la clarificación del llamado *vino joven*

Métodos y observaciones	Posibles equipos y/o sustancias	Costos aproximados
a) <i>Sedimentación</i>: hay sustancias con la capacidad de promover la desestabilización de cargas electrostáticas y la formación de flóculos, las cuales al caer arrastran consigo las partículas en suspensión y los gérmenes patógenos.	Sustancias clarificantes: -<i>Orgánicas</i>: gelatina, clara de huevo (albúmina), cola de pescado, albúminas de sangre, caseína, alginatos. -<i>Origen Mineral</i>: bentonita, ferrocianuro potásico, carbón activado, sulfato de cobre, ácido metartárico, polivinilpolipirrolidona (PVPP), geles de silicio y taninos enológicos -<i>Enzimas comerciales</i>: Endozym Active, Pectizym, Pectocel L, Ultrazym 100, Rapidase X-Press, Vinozym FCE G, Glucanex 200 G	Caseína \$36/kg Bentonita \$0,6/kg Ultrazym 100 \$170,6/kg
b) <i>Filtración</i>: consiste en el paso de un líquido turbio a través de un cuerpo poroso, que retengan para sí las materias en suspensión que enturbian su limpidez. Los factores que gobiernan la filtración son el tamaño y número de poros, el porcentaje y tipo de sólidos, la tasa de deposición, características del flujo de líquido, área de filtración y caída de presión.	Uno de los filtros cuyo uso es muy difundido, es el filtro prensa o de placas, por su sencillez y relativo bajo costo. Como materiales filtrantes se utilizan la celulosa, tierra de infusorios (trípoli) y, sobre todo, amianto.	Para filtro prensa: 10 placas, 0,4 m², \$700 20 placas, 0,8 m², \$790 30 placas, 1,2 m², \$1050
c) <i>Centrifugación</i>: no se necesita de ningún aditivo, ni material filtrante, sus pérdidas son menores a las de un filtro prensa, pues éste retiene mucho líquido entre sus placas. La centrifugación suprime el 99,8% de las levaduras y de la microflora, porque la fuerza centrífuga actúa de acuerdo con la densidad de las partículas y no según el tamaño.	Centrifugas, aparatos de alto costo pero de rendimiento elevado, funcionamiento seguro y mantenimiento sencillo; además, escasos gastos de funcionamiento (corriente eléctrica).	Westfalia, mod eom5004, 5 hp, 3/60/230/460V, velocidad giro 5000 rpm. Capacidad 20-30 gal/min, $\sigma = 125000$, \$17 000

2.3.4. Estabilización

La estabilización se define como el conjunto de prácticas enológicas encaminadas a mantener, en lo posible, las características organolépticas del vino a lo largo del tiempo. Este proceso es vital, pues se tiene que preservar en buen estado el conjunto de cualidades adquiridas a lo largo de todo el proceso, que abarca la zona de cultivo, cosecha y poscosecha, y el trabajo enólogo. Esto se lleva a cabo ya sea mediante tratamientos químicos o físicos. En todo caso el objetivo es el mismo, eliminar antes de embotellar el vino levaduras, bacterias y hongos, que no se hayan logrado separar durante la clarificación, con el propósito conseguir la estabilización y conservación de las cualidades organolépticas del producto [Castellanos, (1980)].

Con respecto a los tratamientos químicos de estabilización, estos se llevan a cabo por la adición de coadyuvantes o aditivos al vino, que inhiben el desarrollo de los microorganismos patógenos eventualmente presentes y de la producción de toxinas, así como de los microorganismos propios del vino o de alteración.

En cuanto a los métodos físicos, los tratamientos térmicos son los más difundidos, los microorganismos del vino, como auténticos seres vivos que son, desarrollan sus actividades vitales y de actuación dentro de unos límites concretos de temperatura. Una vez que se rebasan estos límites, en una mayor o menor proporción, se inactivan o mueren. Someter un vino a la acción esterilizante del calor es la pasteurización [Carbonell, (1970)].

Dos son las premisas ineludibles a todo tratamiento térmico: la primera, que el vino se encuentre limpio, ya que se causa la producción de gustos a cocido y aromas anormales por la presencia de materia orgánica en suspensión; la segunda, que se elija la mejor temperatura eficaz, no elevándose en exceso con fines a una mejor acción ya que se corre el riesgo de alterar la composición del vino [Carbonell, (1970)]. En el cuadro 2.8 se resume una descripción de los métodos de estabilización mencionados e información adicional importante.

Cuadro 2.8. Métodos, observaciones, descripción y costos aproximados de equipos y/o sustancias para que se tenga una idea del ámbito en el que se manejan los precios, todo ello relacionado con la estabilización de vinos

Métodos y observaciones	Posibles equipos y/o sustancias	Costos aproximados
a) <i>Uso de coadyuvantes:</i> se basa en la adición de agentes fungistáticos, bacteriófagos, antioxidantes o acomplejantes del hierro, entre otros, que eliminen los riesgos de alteración de las cualidades organolépticas del producto.	Ácido sórbico, anhídrido sulfuroso o sus derivados, propionato de sodio, antioxidantes fenólicos, cloruros, anhídrido carbónico, entre otros.	Ácido sórbico \$6/kg
b) <i>Estabilización por calor:</i> se lleva el vino a la temperatura de pasteurización lo más rápidamente posible, y se mantiene durante un tiempo dado a esta temperatura, antes de que se vuelva a llevar a temperatura ambiente. La temperatura de pasteurización de un vino es inversamente proporcional a su graduación alcohólica y directa a su pH. Con un mínimo de 150 UP se asegura una adecuada esterilización.	Se realiza mediante flash-pasteurizadores o por lotes (de mesa o marmitas), también se pasteuriza los productos ya embotellados, sin embargo esta práctica se sabe altera las características de los vinos, por lo que se discontinuó su utilización.	Past. flash \$80 000 Past. de mesa, 2 gal, 1250W, 110V, \$1150 Marmita 120 l, \$3500
* UP es unidad de pasteurización, 1UP=calentar por 1 min a 60 °C		

2.3.5 Envasado de bebidas fermentadas

Este paso es la última fase del proceso antes de que se distribuya la bebida fermentada al consumidor. El empaque se seleccionará, cuidadosamente, de acuerdo con el tamaño, resistencia, forma, material y que tan libre de defectos sea [Amerine *et al.*, (1980)].

Antes de que se utilice cualquier empaque este debe lavarse por acción manual o por acción de alguna máquina que lo enjuague tanto por dentro, como por fuera [Vogt, (1986)]. Caso contrario todo el proceso de esterilización que se realizó habría sido en vano.

Por lo general, el envase es de vidrio, las botellas son de diversas formas y tamaños. Se disfruta de una gran variedad de formas, desde los diseños italianos en forma de globo (*fiaschi* y *fiaschetti*) hasta las alongadas y estrechas botellas de vino del Rhin (*Schlegel*) [Amerine *et al.*, (1980)].

Las razones del éxito del vidrio en todos los vinos son históricas y culturales, pero igualmente técnicas. Se muestra inerte, puro y se aprecia por sus cualidades ligadas al medio ambiente: se recicla hasta el 100%. Con sus nuevas formas, la botella de vino se evidencia cada vez más elegante; sus grabados y su decoración en esmalte valorizan el producto. Con todos los colores posibles, la botella de vidrio no deja de innovarse y de sorprender [Flanzy, (2000)]. El vidrio es el material de envasado preferido para el vino, ya que se envasa casi el 90% en este material. Efectivamente, el plástico se utiliza en menor medida, en *brick* o en botella [Flanzy, (2000)]. Las presentaciones más comunes empleadas son las de 1 litro y de 750 mL, aunque en escasa cuantía se utilizan también presentaciones de 2 litros (Austria y Suiza), 500 mL y 350 mL [Vogt, (1986)].

En cuanto al taponado según Flanzy (2000), para botellas de vidrio se utiliza de manera indiferente el corcho o el tapón de rosca en aluminio; para el *brick* este presenta un tapón en polipropileno cuya practicidad es innegable; y las botellas de plástico utilizan tapas de rosca plásticas, pero también podrían utilizarse de aluminio. Por último, se recomienda un volumen libre o espacio de cabeza, que represente un mínimo del 2,5% del volumen del líquido, para asegurar la estanqueidad del taponado.

2.5. RECAPITULACIÓN

En los apartados anteriores, se reseña una muestra de la vasta información existente en temas de enología, enotecnia y de la naranjilla. Dicha información es pilar y sustento del presente proyecto final de graduación, con ella se establecen criterios y se sustentan decisiones a lo largo del presente proyecto y se esboza un panorama propicio para la adecuada comprensión de los capítulos siguientes.

3 **ESPECIFICACIONES: MATERIA PRIMA, VINO, MERCADO POTENCIAL, LOCALIZACIÓN Y TAMAÑO DEL PROYECTO**

A lo largo del presente capítulo se caracteriza la naranjilla que se utilizará como materia prima; asimismo, se seleccionará la ubicación del terreno que se utilizará para el establecimiento de la planta de proceso, y se definirán las características de la bebida fermentada o vino de naranjilla que se quiere comercializar y el empaque de la misma, así como su mercado potencial y el tamaño o dimensión de la planta industrializadora.

3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Para la elaboración del vino de naranjilla, el que se especifiquen las características de la materia prima que se utilizará es indispensable, pues, como acota Bourdon (1963), las características finales que adquiere el producto dependerán directamente de las condiciones químicas y físicas de ésta. La naranjilla que se utilizará como materia prima para el producto es de la especie *Solanum quitoense* Lam. variedad septentrional, con el mayor grado de maduración posible, esto es, según Gattoni (1961), cuando el fruto presenta una coloración amarillo-naranja.

La fruta que se procesará proviene de dos fincas; la primera, de menor cuantía, es cosechada en Pacayas cantón de Alvarado de la provincia de Cartago en una finca ubicada 50 m norte y 100 m oeste de la plaza de deportes de dicha localidad y cuenta con unas 500 plantas; la finca de mayor capacidad se encuentra ubicada en La Pastora de Santa Cruz de Turrialba y posee alrededor de 4500 plantas.

En la figura 3.1 se muestran frutos de naranjilla cosechados en la finca ubicada en la Pastora de Santa Cruz de Turrialba, como estos son las que se utilizarán como materia prima en la elaboración de la bebida fermentada.



Figura 3.1. Muestras de la naranjilla que se utilizará para elaborar la bebida fermentada.

Asimismo, se determinó la composición de azúcares y de ácidos, los cuales según Carbonell (1970) son los componentes más importantes de la materia prima con fines prácticos para la elaboración de vinos o bebidas fermentadas; también se precisó el porcentaje de pulpa y jugo de los frutos de naranjilla, mientras que otros datos como la densidad o contenido de nutrientes se obtuvieron de la literatura, estos valores completan los datos requeridos de la naranjilla para los balances de materia y energía y simulación del proceso de elaboración de dicha bebida.

Dicha determinación, se realizó por medio de una muestra de 60 frutos de naranjilla maduros, provenientes de la zona de cosecha antes mencionada, en el Laboratorio de Tecnología Poscosecha del Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. El reporte del análisis que entrega el Laboratorio de Tecnología Poscosecha de tal determinación se muestra en los Anexos.

Se ingresó la muestra el 29 de enero del 2007 bajo la solicitud 04-07, para que se le realizaran los análisis de sólidos solubles, acidez titulable y porcentajes de jugo y pulpa de los frutos. La cosecha de los frutos se realizó con 2,5 días de anterioridad a la elaboración de los análisis, tiempo en el que se almacenaron bajo refrigeración dentro de una bolsa plástica. El estado de la muestra en el momento del análisis se catalogó como aceptable por el Laboratorio.

Para el análisis de los sólidos solubles y la acidez titulable, pruebas que este Laboratorio tiene acreditadas por el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), se dividieron los frutos en 3 muestras compuestas cada una por 3 repeticiones y cada repetición con 5 frutos, cada una de las repeticiones de 5 frutos se homogenizó y de éstas se tomaron los analitos (2 en total por repetición de 5 frutos) para medir los parámetros mencionados.

Para medir el porcentaje en jugo y el porcentaje en pulpa presente en los frutos, se tomaron en total 18 frutos divididos en tres muestras con 2 repeticiones cada muestra y 3 frutos por cada repetición, cada grupo de 3 frutos enteros fue pesado, y se les extrajo el jugo. El jugo filtrado se pesó, lo mismo que las cáscaras de los frutos para que se calculase el peso de la pulpa por diferencia, y posteriormente se calculan los porcentajes correspondientes. Los resultados de estos análisis se resumen en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Resultados de los análisis de sólidos solubles, acidez titulable y porcentaje de jugo, pulpa y cáscara realizados en el Laboratorio de Tecnología Poscosecha a una muestra de 60 frutos maduros de naranjilla, solicitud 04/07

Muestra	Acidez Titulable (% masa)	Sólidos solubles (°Brix)	% Pulpa	% Jugo	% Cáscara
1	3,27	9,15	40,80	20,81	38,39
2	2,91	9,50	40,54	24,97	34,50
3	3,07	9,37	41,55	25,24	33,21
Promedio	3,08	9,34	40,96	23,67	35,37

Además de estos datos, que se obtuvieron mediante la aplicación de pruebas experimentales, la literatura que se investigó en relación con la naranjilla presenta otros datos de interés y necesarios en la investigación, como por ejemplo los reportados por Dornier *et al.* (2003) que se resumen en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Características fisicoquímicas adicionales, requeridas para el presente proyecto, del jugo de naranjilla [Dornier *et al.*, (2003)]

Componente	Valor
pH	3,13 ± 0,05
Densidad (kg/m ³)	1032 ± 2
Minerales Totales (g/kg)	9,0
Fosfato (mg/kg)	219
Sulfato (mg/kg)	98
Cloruros (mg/kg)	107
Potasio (mg/kg)	1950
Magnesio (mg/kg)	104,8
Calcio (mg/kg)	54,4
Sodio (mg/kg)	10,9

Todos estos datos se necesitan para llevar a cabo los balances de materia y de energía del proceso de la elaboración de la bebida fermentada, así como para que se tenga en cuenta la selección de ciertos aditivos y otras consideraciones especiales relacionadas con la fruta.

3.2. LOCALIZACIÓN FÍSICA DE LA PLANTA DE PROCESO

La planta donde se procesará la naranjilla para producir la bebida fermentada, se ubicará en la Pastora de Santa Cruz de Turrialba, dentro de la misma finca, que se mencionó anteriormente, en la cual se cultiva y cosecha la fruta que se utilizará como materia prima.

En dicha finca, ubicada en las laderas del volcán Turrialba, se tiene un terreno de gran extensión; no solo naranjilla se cultiva ahí, sino también café y papa, entre otros, y además tiene otras áreas orientadas hacia el desarrollo de otras actividades, como pasturaje de

ganado vacuno, lechería y quesera. La planta para la elaboración del vino de naranjilla se ubicará en una zona de 120 m^2 : 12 m de largo y 10 m de ancho; localizada a unos 200 m del lugar donde se cultiva la fruta y al costado de la lechería, tal sector se muestra acotado en la figura 3.2.

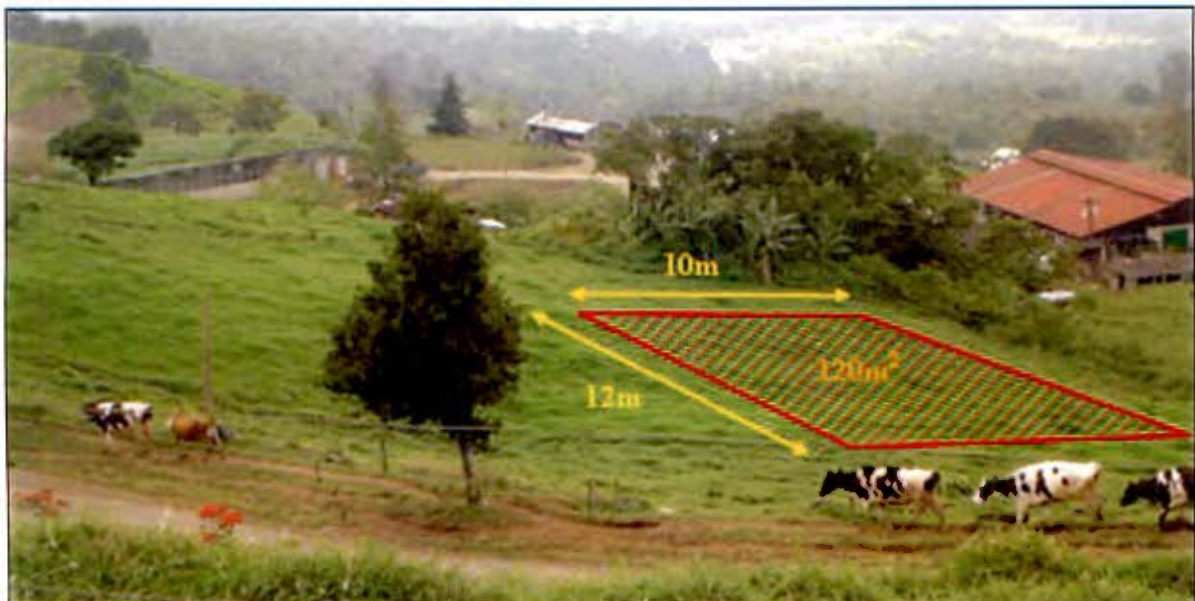


Figura 3.2. Zona de 120 m^2 , en la cual se ubicará la planta para la producción de vino de naranjilla, en la Pastora de Santa Cruz de Turrialba.

Como acota Pszczolkowski b (1985), se necesita transformar la mentalidad de los productores, pues muchas veces la cosecha y el transporte no se consideran como factores que influyan sobre la calidad de la bebida fermentada, siendo todo lo contrario. Es por ello que con la ubicación cercana de la planta se obtienen una serie de beneficios, principalmente en la calidad de la materia prima, pues al ser la naranjilla un producto climatérico, esto es que su proceso de maduración continua después de cosechada, se evitan daños a la misma por deterioro de la calidad por deshidratación y pudrición. Además, desde el punto de vista económico también es beneficioso, porque se ahorrarían gastos de transporte, empaque, embalaje y almacenamiento de la fruta y de los daños que sufra la fruta en estos procesos. Por último, en Costa Rica es un producto poco conocido y los manejos post-cosecha no tienen el nivel deseado.

3.3. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO POR COMERCIALIZAR

El gobierno de Costa Rica mediante el decreto No. 19873-MEIC, norma de Nomenclatura y Clasificación de Bebidas Alcohólicas, que data del año 1990, clasifica y define a los vinos de frutas como aquellos productos de la fermentación alcohólica de mostos de frutas sanas y maduras, clasificación en la que cae el vino que se quiere comercializar. Dicha norma señala que el contenido alcohólico de este tipo de productos se encuentra entre $6,0 \pm 0,5$ y $14 \pm 0,5\%$ vol. y pueden ser dulces, semidulces, semisecos o secos.

Dentro del marco que delimita la ley, se elige que la bebida fermentada de naranjilla tenga las características de un vino semiseco; esto es, una bebida fermentada que presente una concentración de azúcares residuales entre 15 y 30 g/L, se elige por tanto 25 g/L como concentración de azúcares en el producto. Lo anterior debido a que se desea elaborar una bebida que tenga buena aceptación en el mercado, ya que se convertiría en la primera en su tipo, y un vino semiseco presenta un agradable equilibrio entre su sabor amargo y suavidad, y, de esta manera, no se va a los extremos de sequedad, que genera un vino muy fuerte y astringente, ni de dulzura, que conlleva, como menciona Bourdon (1963), a un producto soso en cuanto a sabor y aroma; por lo que con 25 g/l de azúcar se tiene una posición media y con ello se trata de abarcar más mercado, pues el consumidor costarricense, quien no tiene una cultura vinícola arraigada, se inclina más por el sabor agradable que por su cata detallada. En cuanto al porcentaje de alcohol, éste será el que se haya alcanzado cuando se alcance la concentración de azúcares propuesta, pues en un proceso fermentativo se encuentran condicionados entre sí.

En cuanto al envase, la presentación que se elige es la de vidrio por sobre el brick, como menciona Flanzy (2000) por sus cualidades estéticas, el vidrio es muy valorado por el consumidor, de esta manera, su mayor costo adquisitivo con respecto al brick se paga con

el valor agregado que da su elegancia y prestigio; además en la industria alimenticia es sinónimo de calidad y conservación adecuada por su inocuidad. En cuanto al contenido se opta porque cada botella sea de 750 mL.

El etiquetado también se encuentra delimitado por la ley, mediante la Norma para el Etiquetado de Bebidas Alcohólicas, decreto No. 20973-MEIC-S, esto con el fin de que estos productos no se describan, ni se presenten en una forma que sea falsa, equívoca o engañosa, o susceptible de crear en modo alguno una impresión errónea respecto de su naturaleza en ningún aspecto, ya sea en forma de palabras, ilustraciones u otras representaciones gráficas.

En el caso de la bebida fermentada de naranjilla, de acuerdo a la clasificación mencionada en la que cae por ley, en la etiqueta se debe designar como “*Vino de Naranjilla*”, junto con su respectiva marca comercial. Se coloca su graduación alcohólica en porcentaje por volumen (% vol.) o porcentaje por masa (% masa) o en la escala Gay Lussac (°GL). El contenido neto se indicará en la unidad de volumen del Sistema Internacional o sus submúltiplos, pudiéndose utilizar abreviaturas: “750 mL”. Así el nombre, el grado alcohólico y el contenido neto se deben ubicar en un lugar destacado de la etiqueta y en el mismo campo de visión. Ya que el vino de naranjilla se define en la Norma de Nomenclatura y Clasificación de Bebidas Alcohólicas, como vino de frutas, no es necesario que se declaren los ingredientes que forman parte de la mezcla, pero sí se declararán los aditivos alimentarios, si fuese el caso.

Por otra parte, en la etiqueta también se presentará el nombre y la dirección del fabricante, junto con la leyenda “*Producto Centroamericano Hecho en Costa Rica*”, así como el número de licencia y código del Ministerio de Salud, “*Lic. M.S. N°...*” y “*Cod. N°...*” y el lote de producto. En cuanto a la fecha de duración mínima, “*Consumir preferiblemente antes de...*”, la ley estipula que para vinos de fruta no se requiere dicha indicación.

Por último las etiquetas se aplican de manera que no se separen del envase, los datos se deben indicar en español, con caracteres claros, visibles, indelebles y fáciles de leer por el consumidor en circunstancias normales de compra y uso.

En cuanto al tapado, se recurre a la utilización de tapas de aluminio y un recubrimiento parcial de éstas y el cuello con un material termoencogible, que le brinda una presentación más elegante y llamativa al consumidor y que funciona como un sello de seguridad, o sea, impide que el producto se abra por alguien distinto al usuario final o que se adultere.

3.4. MERCADO POTENCIAL DEL PRODUCTO

No existe hoy en día, en el mercado costarricense, algún producto que se comercialice como bebida fermentada o vino de naranjilla. Por esta razón, no se realiza un sondeo de mercado, pues el consumidor nunca ha degustado un producto similar y no se entrevista a alguien acerca de las características de algo que no se sabe como es. Así que se estimará un mercado potencial de la bebida, o sea un mercado con respecto a otros productos establecido que compartan ciertas características en común.

En primera instancia, de antemano se reconoce que el producto por comercializar no involucra el mercado de los vinos de uva o de frutas de alta categoría a nivel mundial, como los europeos, chilenos, californianos; esto por que existen diferencias abismales entre la bebida que se quiere comercializar y los vinos mencionados como sus materias primas y calidad de las mismas, volúmenes de producción, proceso y controles con tecnología de punta y muchas más.

Sin embargo, la bebida se compara con productos de índole similar que se elaboran en Costa Rica y en el resto de Centroamérica, ya que éstos, presentan características semejantes como que en muchos casos la materia prima no es uva, sino frutas tropicales, además que los cultivos y procesos se desarrollan bajo condiciones climatológicas parecidas y que se manejan en un marco económico, social y tecnológico comparable. Es así que el mercado al que se orienta el producto, en el que se competirá, será el de ingesta de vinos nacionales y centroamericanos.

El tamaño de dicho mercado se determina mediante la suma de las importaciones de los vinos centroamericanos a nuestro país, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (cuadro 3.3) y del volumen de producción estimado de acuerdo con información reportada por las empresas nacionales en ese ámbito.

En cuanto a los datos de importaciones, se tomaron en cuenta tres tipos de partidas arancelarias de la división 2204: Vino de uvas frescas, incluso encabezado; mosto de uva, excepto el de la partida No 20.09, 2205: Vermut y demás vinos de uvas frescas preparados con plantas o sustancias aromáticas y 2206: Las demás bebidas fermentadas (sidra, perada, aguamiel); mezclas de bebidas fermentadas. Con las importaciones de este tipo de partidas provenientes de países centroamericanos. El resumen de los datos obtenidos en línea mediante el Sistema de Consulta de Comercio Exterior (SICCE) del INEC se muestra en el cuadro 3.3, los resultados completos y detallados de dichos datos se presentan en el anexo digital 1 (*Reportes SICCE, vinos Centroamérica 2000-2006*).

Cuadro 3.3. Importaciones costarricenses de vinos de uva y frutas de Centroamérica, desde enero del 2000 hasta agosto del 2006 [SICCE-INEC, (2007)]

País	Partida	Cantidad Importada por año (kg)						2006 (ene-ago)
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	
El Salvador	2204		27,50		17		14	
Guatemala	2204	119 224	118 127,70	72 007,67	70 538,44	26 981,32	34 279	1 600
	2206	46 091	30 660,72	39 578,33	23 568,20	46 699	60 636	30 034
Honduras	2204				49	63	130	
Nicaragua	2204	5	56,75	2803		2 090,48	8 843,48	1 014
	2206		22,25					
Panamá	2204	21 050,52	28 598,93	31 593,03	28 866,81	8 386,87	11 273	25 553
	2205	2 278	2 638	270		45	14	3
	2206	5	28		1			
TOTAL		188 633,52	180 159,85	146 252,03	123 040,45	84 265,67	115 189,48	58 204

En cuanto a la producción de vinos o bebidas fermentadas en Costa Rica, la empresa Destilería Centroamericana S.A., ubicada en Moravia, según Rodríguez (2007), representa aproximadamente el 50% de la producción en el país en este rubro. Dicha empresa produce vinos de diferentes sabores, los cuales se distribuyen bajo diferentes marcas, su línea de producción involucra vinos de nance (marca Sabanero), de mora (marca Garabito o marca Corobicí), de uva (marca Monasterio) y de naranja, piña y marañón (también marca Garabito), entre otros.

El volumen promedio de producción en Destilería Centroamericana S.A., según Rodríguez (2007), es de 30 000 cajas por mes, cada caja provista de 12 unidades de 750 ml, esto es, en promedio, 3 240 000 l/año. Como esta empresa representa, aproximadamente, el 50% de la producción nacional, se estima que tal es de alrededor de 6 480 000 l/año.

De acuerdo con los datos anteriores, suponiendo una densidad promedio de los vinos de 990 g/l, se determina que la producción nacional es de 6 415 200 kg/año, mientras que los volúmenes de importación centroamericana, en promedio, son de 137 800 kg/año. Por lo tanto, el mercado potencial del vino de naranjilla, en Costa Rica, se estima en, aproximadamente, 6 553 000 kg/año.

3.5. DIMENSIÓN DE LA PLANTA INDUSTRIALIZADORA

Según Wolff (1976) una planta produce, en promedio, alrededor de 135 naranjillas por año que son unos 9 kg, por lo que con los datos indicados de número de plantas en cada una de las fincas, véase sección 3.1, la capacidad de las fincas que proveen la fruta es de 4,5 ton/año la de Pacayas y 40,5 ton/año la ubicada en la Pastora de Santa Cruz de Turrialba, sin embargo para la elaboración del vino de naranjilla se destinará únicamente el 50% de la producción total de la cosecha lo que equivale a 22,5 ton/año, lo demás se comercializará como fruta fresca (producto primario) dentro del país.

Estas 22,5 ton/año de naranjilla equivalen a 432,7 kg/semana, como el 23,67% de la fruta corresponde a jugo y la densidad del mismo es de 1,032 kg/l, la disponibilidad de jugo por semana es de 102,47 kg/semana (99,24 l/semana). Por lo que la planta que se diseñará será para que se procesen 432,7 kg/semana de naranjilla, el equivalente a 100 l/semana de jugo de naranjilla. Lo anterior indica que se producirá, aproximadamente, 5 200 kg/año de la bebida fermentada, lo que representa menos del 1% del mercado potencial.

3.6. RECAPITULACIÓN

A manera de resumen del presente capítulo, se tiene que la bebida fermentada o vino de naranjilla se comercializará en envases de vidrio en presentaciones de 750 ml, asimismo, tendrá una concentración de azúcares residuales de 25 g/l y se producirá en una planta que se ubicará en la Pastora de Santa Cruz de Turrialba en tandas semanales que procesarán 100 l de jugo de naranjilla madura, el cual presenta 3,08% de acidez titulable, 9,34 °Brix y una densidad de 1,032 kg/l. Este producto, competirá con vinos de frutas tropicales y de uva elaborados en Centroamérica y Costa Rica, y representará, con el volumen de producción disponible, menos del 1% de dicho mercado.

4 **EVALUACIÓN DE LA PREFACTIBILIDAD TÉCNICA DEL PROCESO**

En este capítulo se elige el proceso tecnológico para la elaboración del vino de naranjilla, se realizan los balances de materia y de energía y los respectivos diagramas de flujo, así como el dimensionamiento de los equipos y la distribución de planta, y de esta manera, con todos estos aspectos, se corroborará la viabilidad técnica del proceso.

4.1. PROCESO TECNOLÓGICO, SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN

En primera instancia se elaborará el vino de naranjilla mediante fermentación pura y simple de los azúcares presentes en la fruta, operada por los procedimientos tradicionales de la vinificación. La escogencia se basa en el hecho de que este método, como lo señala Bourdon (1963), se presenta como el único bueno para que se obtengan vinos o bebidas fermentadas propiamente dichas, pues, como indica Carbonell (1970), en esta industria se precisa llevar a la consecución de productos responsables, de calidad. Así, la fermentación es el único proceso con el que se producirá una bebida armoniosa en cuanto a color, olor, sabor, cuerpo y consistencia similar a la del vino de uva, pero con su propia identidad, tal y como acota De Frutos (1994).

Otro factor que se ha tomado en cuenta para realizar dicha elección es el hecho de que con la fermentación alcohólica se involucran menos costos variables de producción, pues la adición de alcohol al jugo de la fruta, que es el otro método, conlleva un gasto significativo de materia prima que no se da en un proceso fermentativo pues el alcohol es un producto del mismo y, por tanto, tal gasto se convierte en innecesario y se economiza en su totalidad.

Adentrándose en el proceso, los pasos para la consecución de la bebida fermentada de naranjilla que se eligen se compilan en el diagrama de bloques de la figura 4.1.

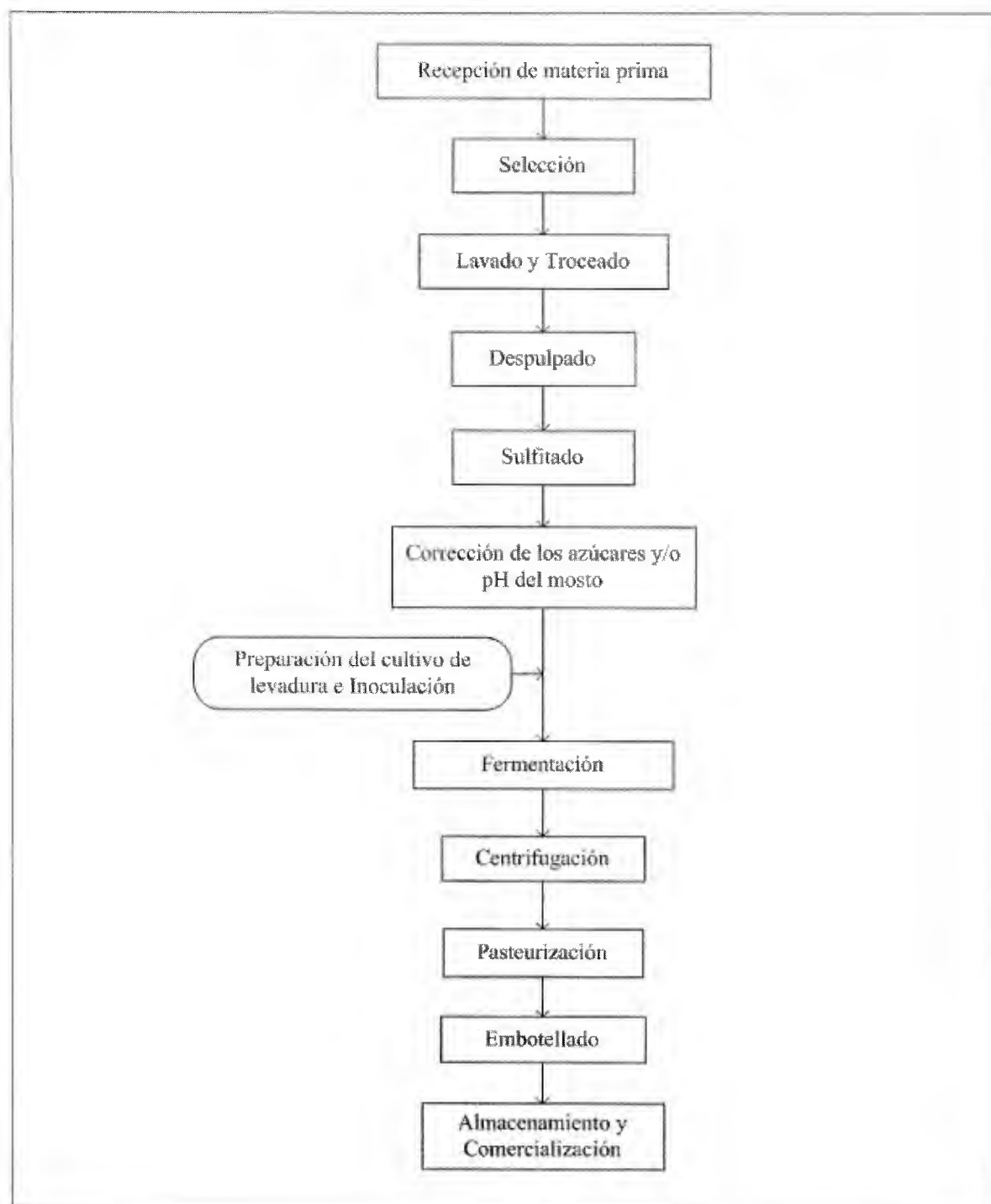


Figura 4.1. Diagrama de bloques para la elaboración de vino de naranjilla.

4.1.1. Recepción y selección de la materia prima

Es el primer paso de todo el proceso que conlleva a la producción del vino de naranjilla, consiste en separar del resto aquellas frutas podridas, con alguna enfermedad o con un grado de maduración muy bajo; este proceder es de mayúscula importancia pues, como menciona Pszczolkowski b (1985), condiciones adversas en el cultivo y la cosecha deterioran irreversiblemente la calidad final del producto.

4.1.2. Lavado y troceado

Aquellas frutas que superen la selección, con el fin de que se elimine carga microbiológica, polvo y las pubescencias (vellos) que recubren la superficie de la naranjilla, se someterán a un lavado, con el que se evita que se contamine el mosto y se alteraren sus cualidades organolépticas; además el lavado se considera necesario como parte de las medidas de higiene y limpieza que se implementan dentro de una empresa seria y cuyo objetivo es la consecución de un producto de calidad.

Dicho proceso se realizará de manera manual con agua potable y esponja. Luego se trocean en dos mitades para que se facilite el proceso de obtención de la base del mosto en la despulpadora; el corte se realiza, al igual que el lavado, de manera manual con cuchillo o guillotina de mano.

4.1.3. Despulpado

Los trozos de naranjilla se envían a la despulpadora, en la cual se utilizará un tamaño de tamiz con el que se asegure la eliminación de las semillas que ocasionan contaminación del mosto con grasa que se rancia fácilmente, pues, según Wolf (1976) y Gattoni (1961), éstas son ricas en aceite. Por lo que se utilizará una malla de 0,6 mm, como la que recomienda Izurieta (1987) para la obtención de jugo de naranjilla. Además, según Carbonell (1970), el despulpado airea el mosto, con lo que se acondiciona un medio favorable para que se desarrollen las actividades de los fermentos alcohógenos.

4.1.4. Sulfitado

Para la esterilización del mosto, véase cuadro 2.4, se manejan dos tratamientos igualmente efectivos, el sulfitado y la pasteurización, el que se adoptó es el sulfitado. Esta elección se tomó pues, como señala Carbonell (1970), con el sulfitado, además de que se esteriliza, se facilita la disolución de materias colorantes y minerales, actuando como clarificador y agente solvente, se aumenta la acidez total ejerciendo una acción acidificante, se protege al mosto de oxidaciones y se proporcionan los nutrientes azufrados para las levaduras.

Además, la planta que se implementará para la elaboración de la bebida fermentada es una planta pequeña, de 100 litros de producto por tanda (véase sección 3.5), por tanto no es rentable que se utilice pasteurización debido al elevado costo energético asociado, que en este punto del proceso no se amerita pues la eliminación de microorganismos no se requiere que sea 100% efectiva, ya que se cuenta con otros factores, como el pH, con los que se facilita el desarrollo de las levaduras alcohológenas y se impide la proliferación de elementos patógenos. Por último, si se utiliza flash-pasteurización se disparan los costos de inversión (véase cuadro 2.4 y 2.8), a pesar de que este tipo de esterilización es altamente difundida y se recomienda en procesos donde se manejen volúmenes de producción muy elevados, como en las grandes industrias vinícolas.

Mediante la caracterización realizada a la materia prima, el pH (3,13) es muy ácido, pero el grado de maduración es muy elevado, por lo que se inhiben estos factores y se elige una concentración de anhídrido sulfuroso intermedia entre lo que se recomienda en la literatura consultada, así Pszczolkowsky b (1985) recomienda utilizar de 4 a 6 g/hl, Flanzky (2000) 8 g/hl, Vogt (1986) de 5 a 6 g/hl, Carbonell (1970) 5 g/hl y Amerine *et al.* (1980) 10 g/hl.

Con dichos datos, la concentración de anhídrido sulfuroso que se elige es de 6 g/hl, la cual se proporcionará como metabisulfito de potasio ($K_2S_2O_5$), ya que al ser en polvo se facilita su dosificación, manipuleo y almacenaje. El $K_2S_2O_5$ contiene, teóricamente, el 57,6% de su peso como SO_2 , pero en la práctica, según Carbonell (1970), se le concede el 50%, de esta manera su dosificación será de 12 g/hl.

4.1.5. Corrección del mosto

Una vez que se sulfitó, se corrige el mosto, pues según Bourdon (1963), se debe preparar un mosto semejante en composición al de la uva, supliendo las carencias artificialmente. Las correcciones usuales que se hacen a los mostos son las de sólidos solubles y acidez.

En cuanto a los sólidos solubles, la naranjilla es una materia prima escasa en este rubro (9,34 °Brix) por lo que no se conseguirá una alta graduación alcohólica. Para dicho enriquecimiento se utilizará sacarosa (azúcar blanco), pues, según Flanzky (2000), con azúcar moreno se comunica cierto gusto a melaza a la bebida. Asimismo, según Dinsmoore (1974), el ámbito necesario para que se fermenten jugos de frutas se halla entre 15 y 20 °Brix. Sobre 25 °Brix la fermentación se retarda y arriba de los 70 °Brix se inhibirá la levadura por efectos osmóticos. De esta manera, se elige que la corrección se de hasta obtener 20 °Brix, valor que se recomienda para vinos de frutas tropicales, según Latino & Vega (1986).

En cuanto a la acidez, la naranjilla (pH de $3,13 \pm 0,05$) se encuentra dentro de los valores de pH que se recomiendan en la literatura, esto es entre 3 y 5, por lo que no es necesaria su corrección.

Debido al bajo contenido de compuestos nitrogenados que se encuentran en la naranjilla se corrige el contenido de nutrientes del medio, que son requeridos por las levaduras para su desarrollo, mantenimiento y reproducción. Se le adicionará para tal propósito 10 g/hl de $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ como recomienda Pszczolkowski b (1985), con lo que se proporcionan también nutrimentos fosfatados.

Vogt (1986) menciona que en los mostos muchas veces se cuenta con un alto contenido de sustancias mucilaginosas pectínicas, por lo que resulta ventajosa la adición de enzimas pectinolíticas, con las que se facilitan las operaciones de clarificación posteriores a la fermentación. Se adicionará 0,01% peso de enzima pectinolítica Ultrazym 100 como coadyuvante de clarificación, con la cual, según Font (2000), se obtuvieron buenos resultados en este aspecto.

4.1.6. Preparación de los cultivos de levadura e inoculación

Vogt (1986) señala que ni las frutas ni las bayas contienen naturalmente levaduras nobles que permitan una fermentación limpia y pura, por lo que se recomienda utilizar, en la fabricación de vinos de frutas, levaduras en cultivo puro.

Por tal razón, se utilizarán levaduras del tipo *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus*, las cuales se multiplican y adecuan al medio antes de la fermentación principal, para que la etapa de latencia ocurra en dicho cultivo, así cuando el mosto se inocule, las levaduras se encuentren en la fase de crecimiento exponencial, por lo que la fermentación principal es más rápida y se produce más producto por período de tiempo.

Así, en un frasco esterilizado, se acondiciona un medio análogo a aquel en el que se desarrollarán los microorganismos, esto se hace con jugo de naranjilla y concentraciones de sólidos solubles, nutrientes y acidez iguales a las del mosto corregido; luego como recomiendan Latino & Vega (1985) se agrega la levadura en una concentración de 0,25 g/L.

A partir de aquí se sigue la metodología empleada por Maldonado *et al.* (1975), el frasco con la mezcla descrita se incuba a 30 °C por 18 horas, dicho preparado se utiliza como inóculo madre para un cultivo intermedio y que se desarrolla bajo las mismas condiciones, con un volumen que representa el 10% de la carga final del fermentador principal, o sea, el 10% del volumen del lote de la bebida.

Así, una vez que transcurren las 18 horas de crecimiento microbiano del cultivo intermedio, éste se adiciona al fermentador con lo que se da pie a la fermentación alcohólica del mosto. Ambos cultivos se agitarán, pues, según Vogt (1986), con la aireación se favorece el crecimiento microbiano (formación de levaduras) sobre la producción de etanol, que en este paso es lo que se quiere.

4.1.7. Fermentación

La fermentación alcohólica se determinó hacerla por lotes o *batch*, se eligió este y no fermentación continua o semicontinua, pues en estos últimos, tal y como se mencionó, según Stanbury & Whitaker (1984), se requieren tiempos de arranque muy largos para que se alcance el estado estable y se genera una excesiva cantidad de biomasa, asimismo, se requiere de una alta complejidad técnica para su control, lo que genera altos costos de equipamiento e instrumentación, que a su vez requieren de personal mucho más capacitado que en un proceso por lotes.

Además, como el tiempo de operación de sistemas continuos es mayor que en uno por lotes, por lo que se generarán muchas generaciones de levaduras a lo largo del proceso (a diferencia de un proceso por lotes en el que, según Pszczolkowski a (1985), a lo sumo se presentan 4 ó 5 generaciones), este hecho aumenta la posibilidad de que se formen organismos mutantes y se presente una selección natural, según Stanbury & Whitaker (1984), si una cepa mutante se encuentra mejor adaptada al medio desplazará la cepa original como un mejor adaptado contaminante, con lo que se generan productos no deseados, dando al traste con la bebida.

Así, para la producción de la bebida fermentada, la temperatura del proceso fermentativo que se utiliza es de 30 °C y, por su naturaleza exotérmica, se mantendrá en este valor mediante el uso de agua de enfriamiento. Se elige esta temperatura pues, como se utilizó la metodología de Maldonado *et al.* (1975) para preparar los inóculos, las levaduras se acostumbran y funcionan mejor bajo estas condiciones, por lo que éstas no se deben trastornar.

Asimismo, se necesita llevar un control de temperatura y densidad durante el desarrollo de la fermentación, pues, según Pszczolkowski b (1985), con esta práctica se detectan y corrigen a tiempo graves anomalías que pudiesen surgir. Por tal motivo, se tomarán datos de temperatura y densidad cada 3 horas, hasta que finalice la fermentación, o sea, cuando la concentración de azúcares residuales sea de 25 g/L.

4.1.8. Centrifugación

Es el único método de clarificación que se elige en el proceso de elaboración del vino de naranjilla, su elección se justifica porque: según Amerine *et al.* (1980), es particularmente útil para una limpieza rápida inmediatamente después de la fermentación, con lo que se previene el deterioro en las cualidades organolépticas de la bebida obtenida, pues ésta aún no se esteriliza; según Font (2000), la centrifugación clarifica el producto con mayor efectividad y rapidez que otros métodos como la adición de albúmina, carbón activado, gelatina, enzima pectinólica o filtración con membranas de celulosa y con tierras diatomáceas, además, no se necesita de ningún aditivo o membrana, según Castellanos (1980), con este método se suprime el 99,8% de las levaduras y de la microflora y, según Vogt (1986) su operación es segura, su mantenimiento sencillo y sus gastos de operación son escasos, únicamente corriente eléctrica.

4.1.9. Pasteurización

Este paso es de suma importancia pues como menciona Flanzky (2000) es necesario asegurar la estabilidad microbiológica y fisicoquímica pero sin dañar las cualidades organolépticas presentes y futuras del producto.

Para ello, se necesita operar bajo condiciones de temperatura y tiempo adecuadas, por lo que se aplicará calor hasta que se alcance una temperatura de 75 °C y se mantendrá así durante 2 minutos; pues, según Benavides (2003), con estas condiciones se obtiene un producto de calidad microbiológica comprobada experimentalmente, por medio del recuento de unidades formadoras de colonias, producto que permanece estable durante el almacenamiento, siempre y cuando no se exponga a contaminación posterior al tratamiento térmico. Estas condiciones también se recomiendan en Carbonell (1970) y Font (2000).

4.1.10. Embotellado y almacenaje

Este paso es la última etapa del proceso, previo a que se distribuya la bebida al consumidor. Según Vogt (1986), antes de que se utilice cualquier empaque este se lavará y enjuagará, por acción manual o de alguna máquina, tanto dentro como fuera, en caso contrario todo el proceso de esterilización sería en vano. Se lavarán las botellas únicamente con agua potable, pues, según Amerine *et al.* (1980), si las botellas son nuevas y de vidrio, como se utilizarán, no es necesario que se adicionen agentes de limpieza al agua de lavado.

El llenado, tapado y etiquetado se realizará en forma manual, pues el volumen de producción que se maneja es pequeño y será solventado de manera adecuada manualmente, sin que se incurra en innecesarios y elevados costos de automatización.

4.2. FACTIBILIDAD TÉCNICA

Con base en los procesos que se seleccionaron y describieron en la sección anterior, el proceso de elaboración de la bebida fermentada, se realizará en un proceso por lotes, el cual se inicia con la preparación de un cultivo madre de levaduras (línea anaranjada en la figura 4.2), que se obtiene mediante el despulpado de naranjilla para que se obtengan 150 ml de jugo, el cual se coloca en un erlenmeyer, posteriormente el jugo se esteriliza calentándolo durante 2 minutos a 75 °C y se deja enfriar hasta 30 °C, se corrigen los azúcares y nutrientes del medio con azúcar hasta 20 °Brix y 10 g/hl de $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, luego se adiciona 0,25 g/l de levadura y dicha mezcla se incuba a 30 °C durante 18 horas y es agitada para airear la mezcla.

Una vez que transcurre este tiempo se prepara un inóculo intermedio (línea roja, figura 4.2), despulpando más fruta hasta que se obtienen 10 litros de jugo, al cual se agregan 12 g/hl de $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ para esterilizarlo, azúcar hasta 20 °Brix y 10 g/hl de $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, luego se adiciona el cultivo madre de levadura previamente obtenido para inocular este sistema y la mezcla resultante se incuba durante 18 horas más a una temperatura de 30 °C y con agitación.

Cuando se termina el periodo de incubación del inóculo intermedio, se procesa más naranjilla (línea azul, figura 4.2), para disponer de 90 litros de jugo, dicho caldo se esteriliza con 12 g/hl de $K_2S_2O_5$, luego se corrige a 20 °Brix con azúcar y se agregan 10 g/hl de $(NH_4)_3PO_4$ y 0,01% peso de enzima pectinolítica Ultrazym 100, esta mezcla constituye el mosto. Luego se siembra el mosto con el inóculo intermedio y se procede a la fermentación alcohólica de la mezcla la cual se lleva a cabo en una marmita de acero inoxidable, sin agitación y con un espacio de cabeza mínimo, para obtener condiciones anaerobias que favorezcan la producción de alcohol.

Una vez que se alcanza la composición deseada para el vino, el líquido se trasiega hacia la centrífuga (línea verde, figura 4.2), donde se eliminará su turbidez, como la operación de la centrífuga es continua el líquido claro pasa a un tanque de almacenamiento donde estará el tiempo necesario hasta que finalice la operación de clarificación y se limpie la marmita donde se llevó a cabo la fermentación, pues ésta se volverá a llenar para pasteurizar el producto. Se pasteurizará calentando el líquido hasta 75 °C durante 2 minutos. Luego se deja enfriar hasta temperatura ambiente, durante este tiempo se limpian las botellas de vidrio. Por último se procede al llenado, tapado y etiquetado de las mismas para obtener el producto que se comercializará.

Como se aprecia, el proceso de elaboración del vino de naranjilla es factible, pues la tecnología, equipos y procesos que se necesitan para realizarlo existen. De hecho, se trata de un proceso antiquísimo que se adaptó a las características de la naranjilla, al tipo de empresa que se desea instaurar y a las tecnologías con las que se dispone hoy en día.

4.3. BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

Mediante los pasos y condiciones que se establecieron, describieron y discutieron dentro del presente capítulo, junto con las propiedades fisicoquímicas de la naranjilla y las características del producto por obtener que se mencionaron en el capítulo 3, se simuló el

proceso de elaboración de la bebida utilizando SuperPro Designer 5.1®. Se eligió este método, porque el uso de este tipo de programas es una herramienta poderosa para el diseño, análisis y desarrollo de procesos industriales, ya que de manera rápida se adaptan diferentes alternativas y se evalúan sus resultados.

Así, para el presente proyecto, como la fermentación alcohólica es un tipo de reacción microbiológica, que se rige por diversos parámetros cinéticos y ecuaciones diferenciales (véase sección 2.3.2 y cuadro 2.5), los cuales requieren de una compleja resolución simultánea. Como se desea obtener un producto con una concentración de azúcares residuales de 25 g/l, y después de la fermentación existen procesos, como la centrifugación y la pasteurización, que alteran las concentraciones de la mezcla posterior a la fermentación, conocida como *vino joven*, se obtienen las condiciones de proceso para obtener tal concentración mediante la resolución simultánea de los balances de materia y energía de todo el proceso, evaluando diferentes tiempos de fermentación, pues el SuperPro Designer 5.1® está dotado de herramientas iterativas que evalúan, de manera rápida y eficaz, dichas ecuaciones diferenciales, y en general, todas las operaciones unitarias del proceso productivo.

En la figura 4.2, se muestra la interfaz del SuperPro Designer 5.1® y el diagrama de flujo del presente proceso en su simulación. Asimismo, en el apéndice digital 2, denominado *Pasos de la simulación del proceso en SuperPro Designer 5.1®*, se explica y enumera, de manera detallada, como se realizó la simulación de cada uno de las operaciones unitarias involucradas en la elaboración de la bebida fermentada de naranjilla, y en el apéndice digital 1, *Stream Report, SuperPro Designer 5.1®*, se muestra el reporte que elabora dicho programa al simular el presente proceso, donde se exponen, detalladamente, las características de cada corriente e información adicional relacionada con el proceso.

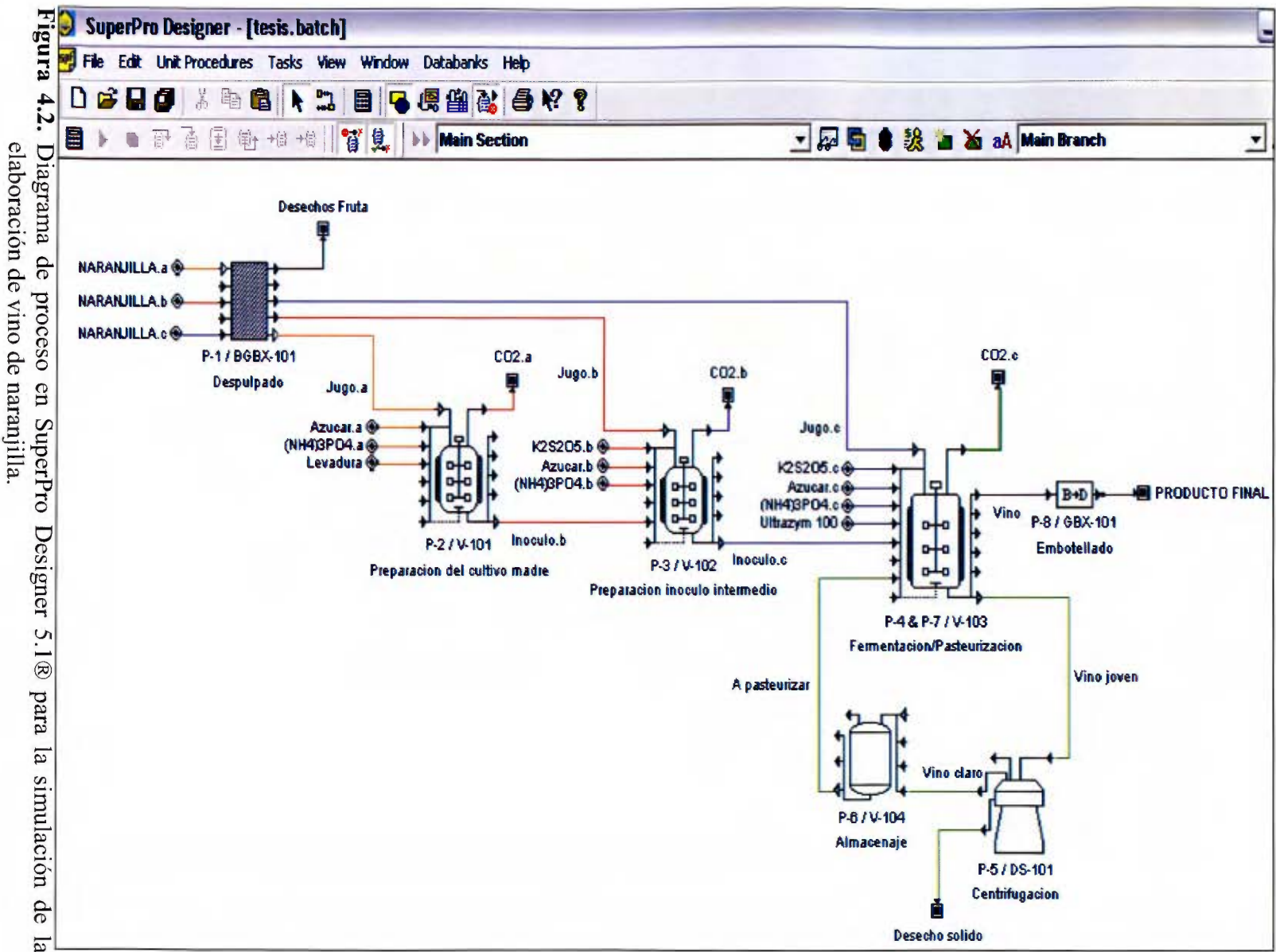


Figura 4.2. Diagrama de proceso en SuperPro Designer 5.1® para la simulación de la elaboración de vino de naranja.

En SuperPro Designer 5.1®, cuando se realiza la simulación del proceso, se calculan automáticamente los balances de materia y de energía, de la forma que se muestra en el apéndice 1 (*Muestra de cálculo*), y con respecto a las operaciones y condiciones que se le introduzcan, discutidas en el apartado anterior.

En primera instancia, los datos que se obtuvieron de la caracterización de la naranjilla (véase cuadro 3.1) se definieron en el SuperPro Designer 5.1®, tal y como se muestran en la figura 4.3 que es resultado del reporte de corrientes (véase apéndice digital 1).

Fruta		Jugo		Densidad: 1032.00 g/l	
Ingrediente	% Masa	Ingrediente	% Masa		
Jugo	23.67	Agua	87.58		
Pulpa	40.96	Ácido Cítrico	3.08		
Cáscara	35.37	Glucosa	9.34		

Figura 4.3. Composición de las mezclas que se utilizaron en la simulación del proceso.

Si se toma como referencia la figura 4.2, en cuanto al nombre de las corrientes y secuencia de proceso. Los resultados de los balances de materia y otras propiedades de las corrientes, que se obtienen de la simulación del proceso con el SuperPro Designer 5.1®, se sintetizan en el cuadro 4.1, que se obtuvo del reporte general (véase apéndice digital 1).

Cuadro 4.1. Balances de materia y propiedades de las corrientes del proceso de elaboración de la bebida fermentada de naranjilla simulado en SuperPro Designer 5.1®

CORRIENTE	Naranjilla.a	Naranjilla.b	Naranjilla.c	Desechos fruta	Jugo.a
Salida o fuente	Entrada	Entrada	Entrada	P-1	P-1
Destino	P-1	P-1	P-1	Salida	P-3
Propiedades de la corriente					
Temperatura, °C	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Presión, bar	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Densidad, g/l					1032,000
Componentes de la corriente (kg/lote)					
Cáscara	0,2313	15,4213	138,7919	154,4445	0,0000
Ácido Cítrico	0,0052	0,3437	3,0929	0,0000	0,0048
Glucosa	0,0145	0,9639	8,6751	0,0000	0,0145
Pulpa	0,2679	17,8586	160,7270	178,8535	0,0000
Agua	0,1352	9,0126	81,1130	0,0000	0,1356
TOTAL (kg/lote)	0,6540	43,6000	392,4000	333,2980	0,1548
TOTAL (l/lote)					0,1500

Cuadro 4.1 (Continuación). Balances de materia y propiedades de las corrientes del proceso de elaboración de la bebida fermentada de naranjilla simulado en SuperPro Designer 5.1®

CORRIENTE	Jugo.b	Jugo.c	Azúcar.a	(NH₄)₃PO₄.a	Levadura
<i>Salida o fuente</i>	P-1	P-1	Entrada	Entrada	Entrada
<i>Destino</i>	P-3	P-4	P-2	P-2	P-2
<i>Propiedades de la corriente</i>					
Temperatura, °C	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Presión, bar	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Densidad, g/l	1032,000	1032,000	1173,659	1769,000	1562,000
<i>Componentes de la corriente (kg/lote)</i>					
Fosfato amonio	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ácido cítrico	0,3179	2,8607	0,0000	0,0000	0,0000
Glucosa	0,9639	8,6751	0,0206	0,0000	0,0000
Agua	9,0383	81,3453	0,0000	0,0000	0,0000
Levadura	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00004
TOTAL (kg/lote)	10,3201	92,8811	0,0206	0,0000	0,00004
TOTAL (l/lote)	10,0001	90,0010	0,0176	0,0000	0,00002

CORRIENTE	CO₂.a	Inóculo.b	K₂S₂O₅.b	Azúcar.b	(NH₄)₃PO₄.b
<i>Salida o fuente</i>	P-2	P-2	Entrada	Entrada	Entrada
<i>Destino</i>	Salida	P-3	P-3	P-3	P-3
<i>Propiedades de la corriente</i>					
Temperatura, °C	29,4	30,0	25,0	25,0	25,0
Presión, bar	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Densidad, g/l	1,850	1044,631	2662,000	1173,659	1769,000
<i>Componentes de la corriente (kg/lote)</i>					
Fosfato amonio	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0011
Dióxido carbono	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ácido cítrico	0,0000	0,0052	0,0000	0,0000	0,0000
Levadura muerta	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
Glucosa	0,0000	0,0271	0,0000	1,3750	0,0000
Metabisulfito de potasio	0,0000	0,0000	0,0014	0,0000	0,0000
Agua	0,0000	0,1352	0,0000	0,0000	0,0000
Levadura	0,0000	0,0071	0,0000	0,0000	0,0000
TOTAL (kg/lote)	0,0007	0,1748	0,0014	1,3750	0,0011
TOTAL (l/lote)	0,3783	0,1673	0,0005	1,1715	0,0006

Cuadro 4.1 (Continuación). Balances de materia y propiedades de las corrientes del proceso de elaboración de la bebida fermentada de naranjilla simulado en SuperPro Designer 5.1®

CORRIENTE	CO ₂ .b	Inóculo.c	K ₂ S ₂ O ₅ .c	Azúcar.c	(NH ₄) ₃ PO ₄ .c
<i>Salida o fuente</i>	P-3	P-3	Entrada	Entrada	Entrada
<i>Destino</i>	Salida	P-4	P-4	P-4	P-4
<i>Propiedades de la corriente</i>					
Temperatura, °C	29,5	30,0	25,0	25,0	25,0
Presión, bar	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Densidad, g/l	1,850	1059,864	2662,000	1173,659	1769,000
<i>Componentes de la corriente (kg/lote)</i>					
Fosfato amonio	0,0000	0,0012	0,0000	0,0000	0,0102
Dióxido carbono	0,1293	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ácido cítrico	0,0000	0,3488	0,0000	0,0000	0,0000
Levadura muerta	0,0000	0,0433	0,0000	0,0000	0,0000
Glucosa	0,0000	0,9596	0,0000	12,3800	0,0000
Metabisulfito de potasio	0,0000	0,0014	0,0122	0,0000	0,0000
Agua	0,0000	9,1477	0,0000	0,0000	0,0000
Levadura	0,0000	1,2410	0,0000	0,0000	0,0000
TOTAL (kg/lote)	0,1293	11,7431	0,0122	12,3800	0,0102
TOTAL (l/lote)	69,8919	11,0798	0,0046	10,5482	0,0058

CORRIENTE	Ultrazym 100	Vino joven	CO ₂ .c	Desecho sólido	Vino claro
<i>Salida o fuente</i>	Entrada	P-4	P-4 & p-7	P-5	P-5
<i>Destino</i>	P-4	P-5	Salida	Salida	P-6
<i>Propiedades de la corriente</i>					
Temperatura, °C	25,0	30,0	29,8	30,0	30,0
Presión, bar	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Densidad, g/l	1700,000	986,940	1,850	1086,947	972,676
<i>Componentes de la corriente (kg/lote)</i>					
Fosfato amonio	0,0000	0,0113	0,0000	0,0113	0,0000
Dióxido carbono	0,0000	0,0000	2,9866	0,0000	0,0000
Ácido cítrico	0,0000	3,4418	0,0000	0,0440	3,3978
Levadura muerta	0,0000	1,0913	0,0000	1,0913	0,0000
Etanol	0,0000	13,8518	0,0002	0,1771	13,6747
Glucosa	0,0000	2,5566	0,0000	0,0327	2,5239
Glicerina	0,0000	0,1572	0,0000	0,0020	0,1552
Metabisulfito de potasio	0,0000	0,0136	0,0000	0,0136	0,0000
Ultrazym 100	0,0112	0,0112	0,0000	0,0112	0,0000
Agua	0,0000	90,2608	0,0000	11,6407	78,6201
Levadura	0,0000	2,6556	0,0000	2,6556	0,0000
TOTAL (kg/lote)	0,0112	114,0512	2,9868	15,6795	98,3717
TOTAL (l/lote)	0,0066	115,5604	1614,4865	14,4253	101,1351

Cuadro 4.1 (Continuación). Balances de materia y propiedades de las corrientes del proceso de elaboración de la bebida fermentada de naranjilla simulado en SuperPro Designer 5.1®

CORRIENTE	A pasteurizar	Vino	Producto final
<i>Salida o fuente</i>	P-6	P-7	P-8
<i>Destino</i>	P-7	P-8	Salida
<i>Propiedades de la corriente</i>			
Temperatura, °C	30,0	25,0	25,0
Presión, bar	1,0	1,0	1,0
Densidad, g/l	972,679	975,172	975,172
<i>Componentes de la corriente (kg/lote)</i>			
Fosfato amonio	0,0000	0,0000	0,0000
Ácido cítrico	3,3978	3,3978	3,3978
Levadura muerta	0,0000	0,0000	0,0000
Etanol	13,6747	13,6746	13,6746
Glucosa	2,5239	2,5239	2,5239
Glicerina	0,1552	0,1552	0,1552
Metabisulfito de potasio	0,0000	0,0000	0,0000
Ultrapym 100	0,0000	0,0000	0,0000
Agua	78,6201	78,6201	78,6201
Levadura	0,0000	0,0000	0,0000
TOTAL (kg/lote)	98,3717	98,3715	98,3715
TOTAL (l/lote)	101,1348	100,8761	100,8761

En el cuadro 4.2, se muestra el sumario de los requisitos de materia prima del proceso en general. A dichos requisitos de materia prima, se le añaden las botellas de vidrio de 750 ml, con sus respectivas tapas de aluminio, etiquetas y bandas termoencogibles, alrededor de 6700 de cada tipo al año, puesto que se producen 100,88 l/lote de producto, 134 unidades de 750 ml/lote, como cada tanda es semanal y se trabajarán 50 semanas al año (2 semanas de vacaciones), se producen 6700 unidades/año. El rendimiento es de 3,246 kg de naranjilla para producir 1 unidad de vino de naranjilla de 750 ml.

Cuadro 4.2. Resumen de los requisitos de materia prima del proceso

Materia prima	kg/año	kg/lote
Metabisulfito de potasio	0,71	0,014
Glucosa	716,33	13,776
Fosfato de amonio	0,59	0,011
Fruta	22706,01	436,654
Ultrapym 100	0,58	0,011
Levadura	0,002	0,00004
TOTAL	23424,222	450,46604

En cuanto a los balances de energía, se requieren únicamente de la resolución de tres: el del agua de enfriamiento en la fermentación alcohólica, el de la energía requerida para pasteurizar el producto y el necesario para que se enfríe éste una vez que se pasteuriza.

En cuanto al primero, como se mencionó en la sección 2.3.2, el calor de reacción de la producción de etanol por fermentación de azúcares, a una temperatura de 25°C, es de -24 kcal (-100 kJ)/mol de hexosa fermentado, o sea, -133,3 kcal/kg hexosa. De esta manera, si se graficase la temperatura y la concentración de azúcares de la mezcla contra el tiempo de fermentación en un proceso adiabático, con los datos que se obtienen de la simulación bajo estas circunstancias, como se muestra en la figura 4.4, se obtendría hacia el final del proceso una temperatura de 48 °C, suficiente para que mueran los microorganismos que se encargan del proceso fermentativo, por lo que se necesita algún medio de enfriamiento mantenga la temperatura en 30 °C, valor en el cual se mantuvieron los inóculos y están más familiarizadas las levaduras.

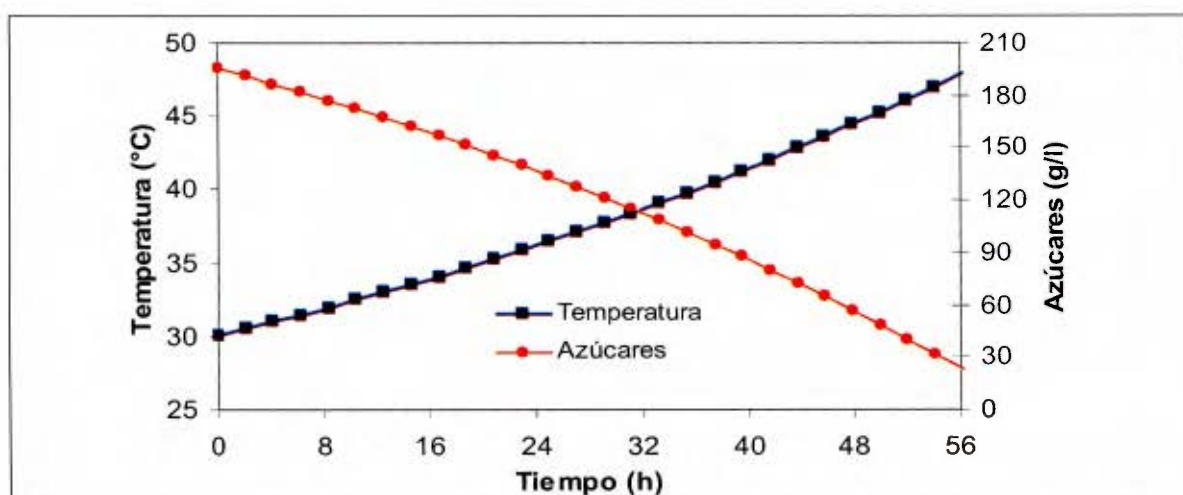


Figura 4.4. Aumento de la temperatura en la fermentación alcohólica, si el proceso fuese adiabático, como resultado de su simulación en SuperPro Designer 5.1®.

Lo anterior, dicho sea de paso, es otro de los motivos por los cuales se elige una marmita, ya que es un recipiente provisto de una chaqueta por la cual circula algún agente refrigerante. Se determina elegir, por su economía y disponibilidad, que tal agente sea agua a 20°C, la cual presenta un calor específico de 4,18 kJ/kg·°C. Con este valor, junto con el calor de reacción de la producción de etanol (-133,3 kcal/kg $C_6H_{12}O_6$) y la carga

volumétrica del fermentador (la cual varía desde 112,76 l, al inicio, hasta 115,56 l), se determina, mediante la simulación, el flujo necesario de agua de enfriamiento, para que se mantenga la temperatura en 30 °C.

Con respecto a la pasteurización, se requiere esterilizar la mezcla calentándola hasta 75 °C y manteniéndola en esta temperatura durante 2 minutos; la carga energética asociada a este cambio, si se toma en cuenta una eficiencia en la transferencia de calor del 90%, es de 4452,4 kcal. Dicha carga se proporciona, ya sea por combustión de Gas Licuado de Petróleo (LPG) o mediante vapor de agua, pues la marmita dispone de los dispositivos adecuados para que se utilice, indistinta y satisfactoriamente, cualquiera de estos dos métodos.

En cuanto al calentamiento con vapor, se utiliza vapor saturado a 152 °C, se efectuará con una tasa de calentamiento de 3 °C/min (15 minutos), por lo que se requieren 17819,63 kcal/h, dicho medio de calefacción posee un calor latente de vaporización de 487,3 kcal/kg.

Si se pasteuriza utilizando LPG, este, según la Dirección Sectorial de Energía (DSE) del MINAE (2003), tiene una composición comercial promedio de 39% de butano y 61% de propano. De esta manera, con respecto a las propiedades que se indican en el cuadro 4.3, el poder calórico promedio del LPG es de 11502,8 kcal/kg.

Cuadro 4.3. Propiedades fisicoquímicas del propano y butano, 1 atm y 20 °C [MITYC, (s.f.)]

Parámetro	Propano	Butano
Fórmula	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀
Punto de ebullición	-42,2 °C	-0,5 °C
Poder calorífico superior	12052 kcal/kg	11867 kcal/kg
Poder calorífico inferior	11082 kcal/kg	10938 kcal/kg
1 l de líquido se transforma en	272,6 l de gas	237,8 l de gas

El último balance energético corresponde al enfriamiento desde los 75 °C hasta los 25 °C de la bebida ya pasteurizada, para que se encuentre lista para que se someta a su embotellado, tapado, etiquetado y, su consecuente, comercialización. Se establece el tiempo de circulación del agua de enfriamiento a 20 °C en 2 horas; con lo cual el flujo de agua de enfriamiento que se obtiene de la simulación. Los datos de los balances de energía que se describieron se resumen en el cuadro 4.4.

Cuadro 4.4. Características de los balances energéticos del proceso

Servicio	Observaciones	Resultado
Agua de enfriamiento	Agua a 20 °C (4,18 kJ/kg°C), para mantener la temperatura del medio en 30 °C durante la fermentación alcohólica del mosto.	45,95 kg/h ó 0,77 l/min durante 56,12 horas
Vapor de agua	Vapor saturado a 152 °C (487,3 kcal/kg), eficiencia transferencia de calor (η) 90%.	36,57 kg/h durante 15 minutos
LPG	Composición promedio: 39% butano y 61% propano, cilindros de 25 lb (11,34 kg) poder calórico 11502,8 kcal/kg, $\eta=90\%$ y $\eta_{rxn}=90\%$	0,43 kg LPG/lote 0,038 cilindros/lote 2 cilindros (de 25 lb)/año
Agua de enfriamiento	Agua a 20 °C (4,18 kJ/kg°C), para enfriar desde 75 °C hasta 25 °C el producto final	2473 kg/h ó 41,2 l/min durante 2 horas

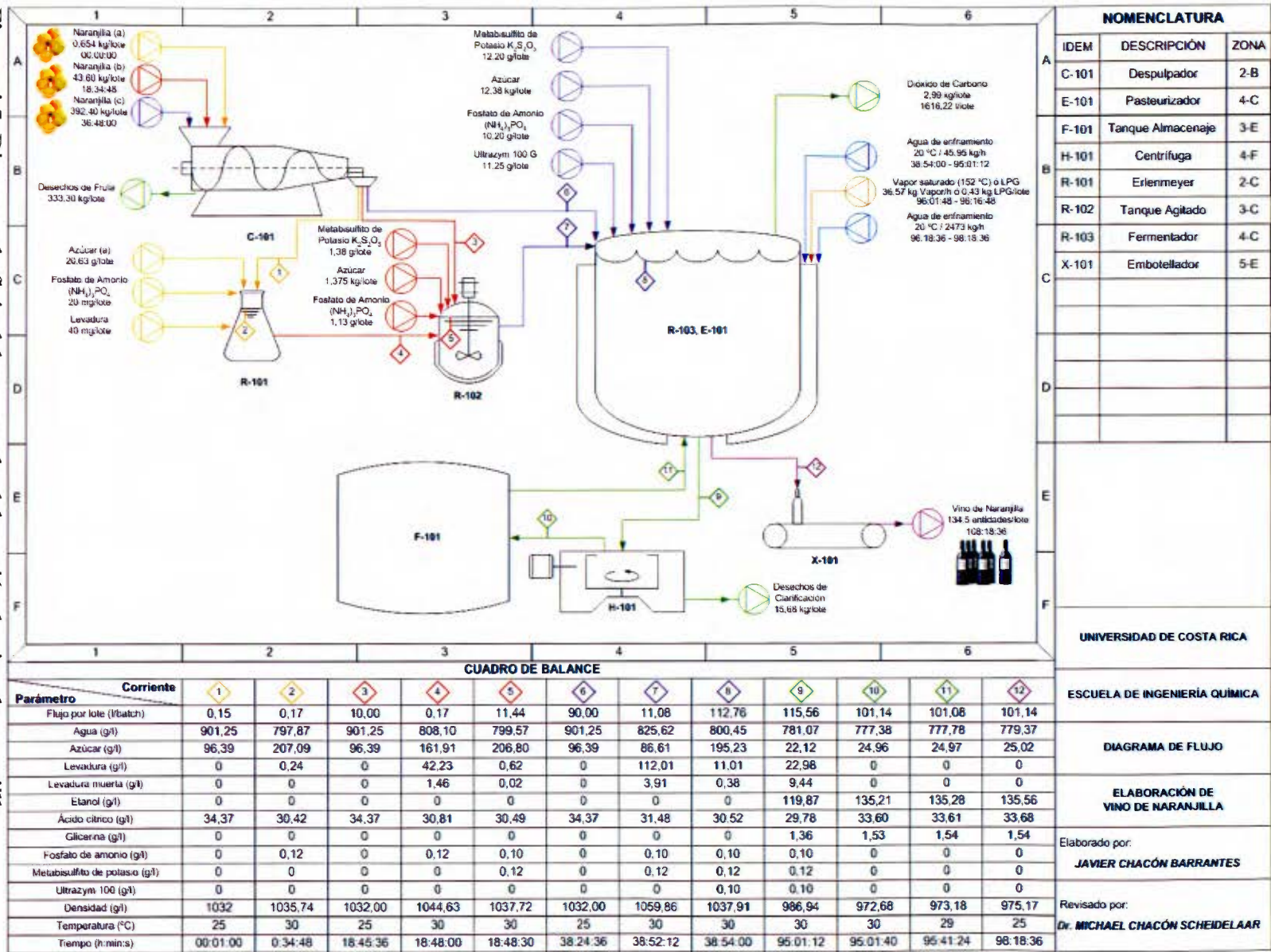
Por lo que se aprecia en el cuadro anterior, se elije como medio de calentamiento para la pasteurización, LPG y no vapor de agua, ya que el gasto, tecnificación y tiempo de trabajo de los cilindros de gas será mucho menor comparado con la caldera que genera dicho vapor.

Puesto que el proceso que se propone es por lotes, la producción se encuentra condicionada al tiempo de duración de las tandas de producción; cada una de las operaciones unitarias que se simularon en el SuperPro Designer 5.1® presenta una serie de sub-operaciones, que se adecuan de manera secuencial, con su respectivo itinerario. Por lo que en el cuadro 1 del anexo digital 2 (*Secuencia de procesos e itinerario*), se desglosa la secuencia y la agenda de todos los procesos que se introdujeron en SuperPro Designer 5.1® para la simulación del proceso de elaboración del vino de naranjilla. Asimismo, el detalle de la obtención de los datos de los balances de masa y energía se muestra en el apéndice 1 (*Muestra de cálculo*).

4.4. DIAGRAMA DE FLUJO

Con base en los datos que se obtuvieron mediante la simulación del proceso en el programa SuperPro Designer 5.1®, estos son: los balances de materia (cuadros 4.1 y 4.2) y los balances energéticos (cuadro 4.4), la secuencia e itinerario de las operaciones unitarias del proceso (anexo digital 2); así como con la disponibilidad y los datos de la caracterización de la materia prima y las propiedades del producto que se desea obtener que se acotaron en el capítulo 3, se realizó el diagrama de flujo del proceso de elaboración de la bebida fermentada de naranjilla, el cual se muestra a continuación en la figura 4.5.

Figura 4.5. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de vino de naranjilla.



4.5. DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS

En SuperPro Designer 5.1®, cuando se realiza la simulación del proceso, al igual que se calculan automáticamente los balances de materia y de energía, también se obtiene de manera automática el dimensionamiento de los equipos, esto se realiza con respecto a las características de las corrientes de proceso involucradas con cada equipo y lo que se desee hacer y obtener en cada etapa. Si se quiere detallar en las ecuaciones que utiliza dicho paquete informático se puede consultar la metodología de cálculo, que se muestra en el apéndice 1.

En el cuadro 4.5 se muestran los datos de dimensionamiento de los equipos involucrados en el proceso y obtenidos a partir de dicha simulación; exceptuando la despulpadora y el equipo encargado del llenado, tapado y etiquetado, pues estos se dimensionaron de acuerdo a su capacidad de procesamiento mínima requerida para que se cumplan los tiempos de proceso propuestos, que se indican en el diagrama de flujo (véase figura 4.5), y luego el proceso se adecuará a la que se adquiriera.

Cuadro 4.5. Especificaciones de los equipos de proceso determinadas por el SuperPro Designer 5.1® en su simulación

Equipo	Variable de diseño	Dimensión
Erlenmeyer / R-101	Volumen	250 ml
Tanque Agitado / R-102	Volumen	14,30 l
	Diámetro	26,3 cm
Marmita / R-103, E-101	Volumen	117,92 l
	Diámetro	53,10 cm
Centrífuga / H-101	Factor sigma	117798,59 m ²
Tanque Almacenamiento / F-101	Volumen	112,37 l
	Diámetro	52,30 cm
Despulpadora / C-101	Capacidad de procesamiento mínima	243,73 kg/h
Llenadora / X-101	Capacidad de procesamiento mínima	40,2 unidades/h
Tapadora / X-101	Capacidad de procesamiento mínima	40,2 unidades/h
Etiquetadora / X-101	Capacidad de procesamiento mínima	40,2 unidades/h

4.6. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

La base para desarrollar la distribución en planta del proceso de elaboración del vino de naranjilla, es el cuadro de proximidades o tabla relacional de las actividades involucradas en el proceso, cuya construcción se muestra de manera detallada en el apéndice digital 3 (*Pasos de la elaboración de la distribución en planta*).

De esta manera, con base en lo que se explica en el apéndice digital 3, en el caso del proceso de elaboración de la bebida fermentada de naranjilla, la tabla relacional resultante y las relaciones encontradas se muestran en la figura 4.6.

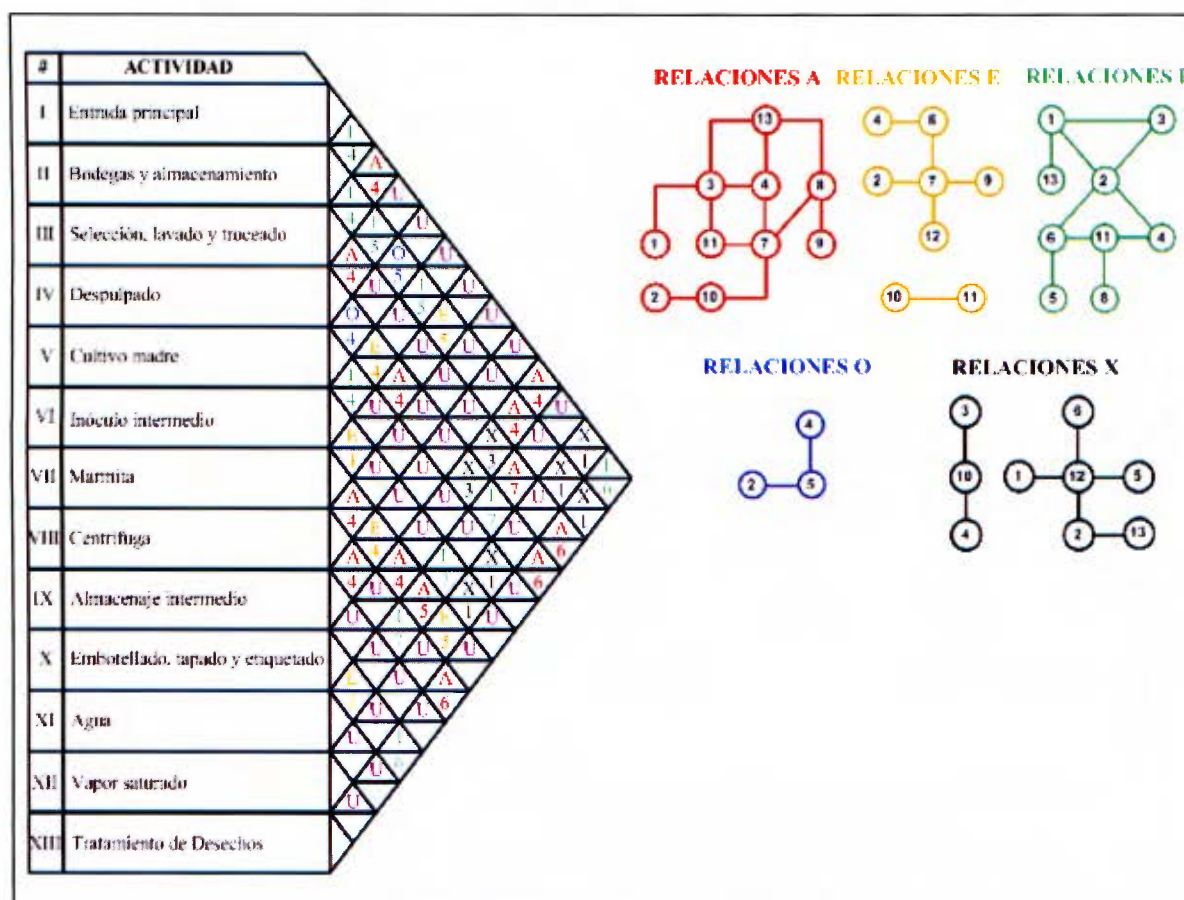


Figura 4.6. Tabla relacional y relaciones encontradas para realizar la distribución de planta del proceso de elaboración del vino de naranjilla.

De acuerdo con las relaciones encontradas, a partir de la tabla relacional obtenida, se determina que se necesita que la entrada principal se encuentre cerca del proceso de selección, lavado y troceado, y este, a su vez, cerca del despulpado.

También, el fermentador principal se tiene que establecer estar cerca de los servicios de agua para enfriamiento y lavado y con conexión de tubería de LPG, así como de las materias primas, centrífuga, almacenamiento intermedio y el proceso de llenado, tapado y etiquetado.

La centrífuga y el despulpado, que son los procesos que más desechos producen, se establecen cercanos entre sí y cercanos del lugar donde se dispongan dichos desechos, pero alejados del proceso de llenado, tapado y etiquetado, y sus correspondientes botellas, tapas y etiquetas y todo lugar donde se manipule el producto final, para evitar su contaminación, este último, dicho sea de paso, está cerca de la entrada principal para su fácil salida. Asimismo, es importante que el proceso de selección, lavado y troceado se localice cerca de donde se disponen los desechos, pues por su función es fuente de ellos.

Como para los inóculos se debe mantener un cuidado especial, por sus condiciones isotérmicas y estériles, se propone manejarlos en un salón aparte para su mejor control, cuarto que también se acondiciona para el almacenamiento de la materia prima, como azúcar, levadura, fosfato de amonio, metabisulfito de potasio y demás requeridas por el proceso y para la preparación de los mismos inóculos, dicho cuarto se ubica cerca del fermentador principal por sus requerimientos de materia prima y de los cultivos que lo inoculen para iniciar la fermentación alcohólica.

En la distribución de planta propuesta, que se muestra en la figura 4.7, se procura el cumplimiento de todas las relaciones indicadas, mediante la cual se ofrece una sistematización ordenada y eficaz del proceso productivo, en aras de que se mejoren las condiciones de proceso para hacerlo más seguro, expedito y ágil.

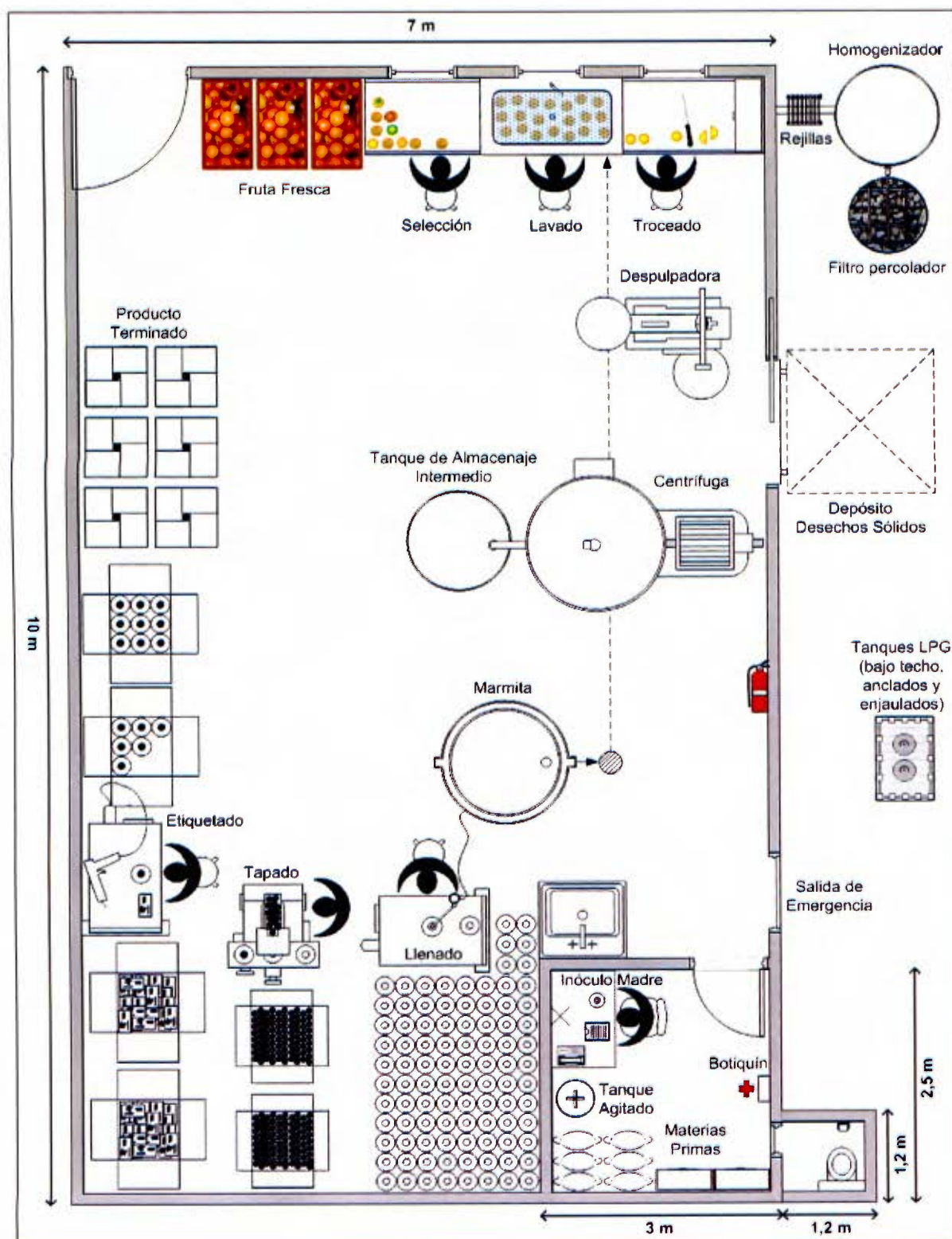


Figura 4.7. Distribución de planta propuesta para el proceso de elaboración de la bebida fermentada de naranjilla.

4.7. TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS

Como se aprecia por medio de los balances de materia y energía, en el presente proyecto se generan 348,9775 kg/lote de desechos sólidos orgánicos, que corresponden a 15,6795 kg de desechos en la centrífuga y 333,2980 kg por concepto de desechos del despulpado de la naranjilla, o sea, pulpa seca, semillas y cáscara. Estos desechos, junto con los demás que se obtengan a lo largo del proceso, como botellas quebradas, etiquetas, tapas o bandas termoencogibles defectuosas, o empaques de producto, así como frutas que no superen el proceso de selección, pedúnculos y similares, junto con los 15,6795 kg provenientes de la centrífuga, serán dispuestos en un depósito de desechos sólidos como desecho ordinario (véase figura 4.7), para que se recojan por el respectivo servicio de recolección de la localidad, por el cual se paga una tarifa establecida por la municipalidad competente. Dicho depósito se encontrará provisto de bolsas de plástico que permiten que se recolecten los residuos en su punto de generación.

En cuanto desechos líquidos, éstos equivalen a 2 978,71 l/lote, 12,41 m³/mes ó 0,41 m³/día, que corresponden a 2 578,71 l/lote por concepto del lavado de la fruta, pues el agua que se utiliza para el enfriamiento con el que se controla la temperatura en la fermentación se reutiliza en este lavado de fruta, y 400 l/lote de la limpieza de equipos. Para la elaboración del vino, según el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales, Decreto N°26042-S-MINAE, el Código Internacional Industrial Unificado (CIIU) es 3132, industrias vinícolas, para el cual se tienen las concentraciones máximas permisibles que se muestran en el cuadro 4.6.

Cuadro 4.6. Concentraciones máximas permisibles, según Decreto N° 26042-S-MINAE

CIIU	Actividad	Concentración máxima permisible (mg/l)			
		DBO _{5,20}	DQO	SST	GyA
3132	Industrias vinícolas	350	600	150	—

Con respecto a la caracterización de dichas aguas, para la de lavado de fruta, se establece en 400 mg/l de $\text{DBO}_{5,20}$ y 200 mg/l de SST, según el promedio de valores de tabla 3.1 de CONAMA (1998), que son datos de aguas de lavado de un estudio de la OMS; mientras que para la limpieza de equipos se establece en 2500 mg/l de $\text{DBO}_{5,20}$ y 1100 mg/l de SST, valor que se promedió del ámbito dado en el anexo 2, tabla B.1 de SAG (s.f.), que se obtuvo de un estudio del SAG de aguas de lavado de cubas, equipos y desechos en la elaboración de vino en Chile. Los valores de DQO, en vista de que se trata de desechos orgánicos, se estiman como un 80% más de los valores de $\text{DBO}_{5,20}$, por lo que corresponden a 720 mg/l para las aguas de lavado de la naranjilla y 4500 mg/l para la del lavado de equipos.

Con base en la información anterior, se propone el siguiente sistema de tratamiento: primero unas rejillas para que se eliminen sólidos como hojas, pedúnculos o tallos, entre otros, a la entrada del tratamiento, dicha rejilla se limpiará manualmente de manera periódica; luego un tanque homogenizador, el cual se coloca para que se regule el caudal en un valor fijo ($0,41 \text{ m}^3/\text{día}$), pues como las aguas provienen de lavado estas no presentan flujo constante, y para que se homogenicen cargas; y, por último, un filtro percolador para que se reduzcan las cargas en las valores establecidos por ley.

El homogenizador será de 3 m^3 , para que sea capaz de almacenar la totalidad del lote, pues las aguas de lavado llegan en un lapso de tiempo muy corto, además para que se diluyan las elevadas cargas provenientes del lavado de los equipos. De esta manera, para obtener las concentraciones a la salida del homogenizador, se ponderan los volúmenes por lote con sus respectivas cargas, con lo que se obtiene una $\text{DBO}_{5,20}$ de 682 mg/l ($0,682 \text{ kg/m}^3$), 320,85 mg/l de SST y 1227,6 mg/l de DQO.

Para el diseño del filtro percolador, se utiliza la metodología de cálculo que se emplea en Kiely (1999), con la que se determina el volumen del medio filtrante mediante la ecuación 4.1. Dicho medio se compone de piedra entre 2,5-10 cm de diámetro y tiene una eficiencia de remoción de SST de 65%.

$$\eta = \frac{100}{1 + 0,4425 \sqrt{\frac{DBO_{5,20}}{V \cdot f}}} \quad (4.1)$$

Donde:

η = eficiencia de remoción de $DBO_{5,20}$, %

$DBO_{5,20}$ = carga biológica por día, kg $DBO_{5,20}$ /día

V = Volumen del medio filtrante, m^3

f = factor de recirculación, adim.

Para este caso, la eficiencia de remoción de $DBO_{5,20}$ deseada es de 70%, la carga biológica diaria de 0,28 kg $DBO_{5,20}$ /día y el factor de recirculación 1, porque no se tendrá recirculación, sólo es una pasada. Estos valores se insertan dentro de la ecuación 4.1 y se resuelve para V , con lo que se obtiene el volumen del medio filtrante, que es 0,30 m^3 : 0,5 m de diámetro y 1,5 m de altura. Por lo que las características del efluente serán: 0,41 m^3 /día, 204,6 mg/l de $DBO_{5,20}$, 112,3 mg/l de SST y 368,28 de DQO, las cuales se encuentran por debajo de los límites legales. Lo anterior se reseña en la figura 4.8.

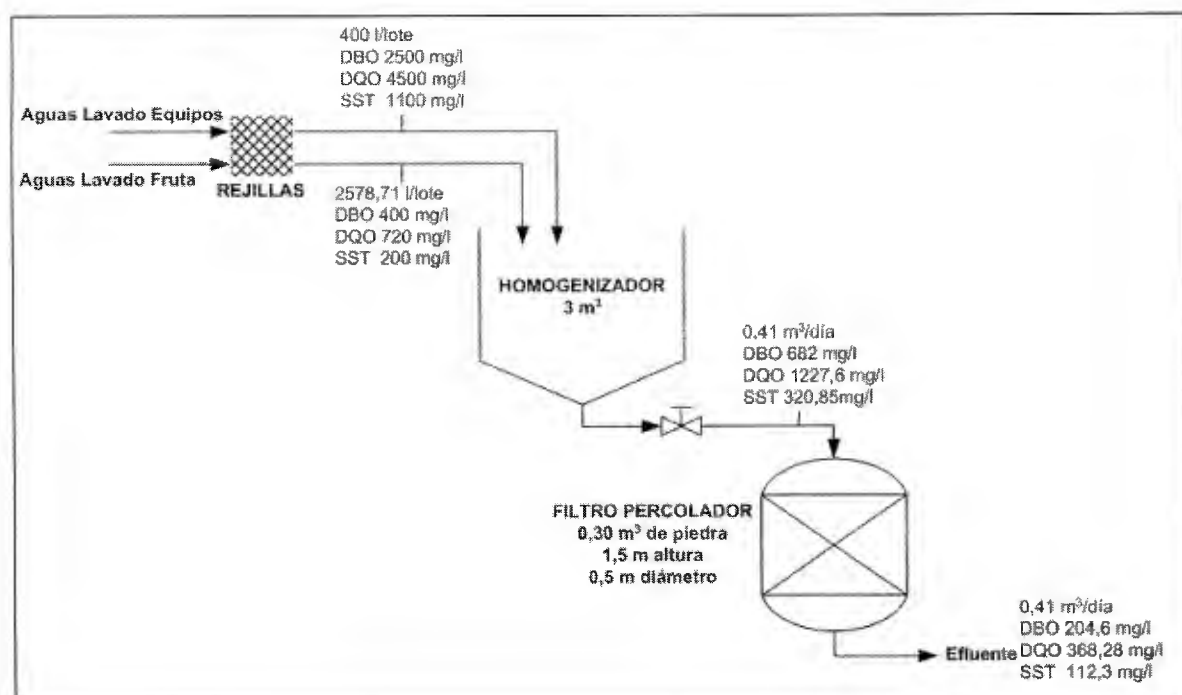


Figura 4.8. Tratamiento de desechos líquidos para la elaboración del vino de naranjilla.

5

EVALUACIÓN DE LA PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA

En el presente capítulo se estima la inversión total de capital del proyecto, el costo total del producto, el precio de venta y el punto de equilibrio, además se determina la opción de financiamiento y se analiza la rentabilidad mediante diversos parámetros, como el flujo de caja, la tasa interna de retorno, el valor actual neto y el período de pago. Asimismo se realizará un análisis de sensibilidad y de riesgo. Con lo cual se evalúa la prefactibilidad económica del proyecto.

El capital con el que se suplen los requisitos de manufactura y de instalación de planta se denomina inversión de capital fijo, mientras que el necesario para la operación de la planta se conoce como capital de trabajo. La suma de la inversión de capital fijo y el capital de trabajo se advierte como la inversión total de capital. Asimismo, la inversión de capital fijo se subdivide en inversión de manufactura, también conocida como costos directos, y en inversión de no-manufactura o costos indirectos [Peters *et al.*, (2003)].

5.1. COSTOS DIRECTOS

Estos costos representan el capital necesario para que se instale el equipo de proceso, junto con todos los componentes necesarios para la completa operación del mismo. Ejemplos de ello son la compra e instalación de los equipos, instrumentación y control, tubería, sistemas eléctricos, talleres de mantenimiento, instalación de servicios, costos de la propiedad, mejoras del terreno, entre otros afines y similares.

Los primeros costos directos que se muestran son los correspondientes a los equipos involucrados en el proceso productivo. Para estimar dichos costos, se cotizaron los mismos mediante fabricantes y/o distribuidores, sin embargo la despulpadora que se cotizó se debe importar desde Colombia y la centrífuga desde Florida, razón por la cual, en primera instancia se muestra el cálculo de cómo se estimó el costo final de cada equipo, mediante un cálculo aproximado de los impuestos, que se elaboró por la Sección Técnico Operativa de la Aduana de Caldera.

Así, con base en las características de cada uno de los equipos que se importarán (partida arancelaria, precio FOB y peso); se le suma al precio FOB, el flete y el seguro, con lo que se obtiene el precio CIF, sobre el cual se aplica el 9% por Derecho Arancelario a la Importación (DAI), el 1% que estipula la ley 6946 y el 13% de impuesto de ventas, con estos resultados se obtuvo el precio mostrado en el cuadro 5.2, columna 5, filas 2 y 4 (despulpadora y centrífuga, respectivamente). El desglose de dicha estimación se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 5.1. Cálculo de impuestos aproximado de la despulpadora y la centrífuga [Sección Técnico Operativa de la Aduana de Caldera, Ministerio de Hacienda, (2007)]

Equipo	Partida arancelaria	Valor FOB	Flete Seguro	Valor CIF	DAI 9%	Ley 6946 1%	Ventas 13%	Total de Impuestos
Despulpador	8438,50,10,00	\$1 280	\$80 \$3,40	\$1 363,4	€63 929,83	€7 103,31	€101 577,39	€172 610,53
Centrífuga	8421,19,00,96	\$14 500	\$350 \$37,13	\$14 887,13	€0,00	€77 561,95	€1 018 388,37	€1 096 950,32
TOTAL					€63 929,83	€84 929,26	€1 119 965,76	€1 268 560,85

Los demás equipos involucrados en el proceso productivo se cotizaron mediante fabricantes y/o distribuidores en Costa Rica; de todas maneras, en el cuadro 5.2 se sintetiza la información de todos los equipos que se obtuvo a partir de dichas cotizaciones, y los precios de la despulpadora y la centrífuga ya corregidos.

Cuadro 5.2. Precios y características de los equipos e instrumentos asociados con el proceso de producción de vino de naranjilla

Equipo	Distribuidor y/o Fabricante	Características	Resultado de Cotización	Precio Final
Despulpadora	COMEK Colombia	Modelo ref. 250, acero inoxidable 304, capacidad de procesamiento de 250 kg/hora, peso de 30 kg, motor de 1 h.p. (110/220V), dimensiones 70x40x40cm.	\$1 280 (Precio FOB)	₡882 601
Marmita	Industrias Gómez Costa Rica	Acero inoxidable 304 de 3,2mm de espesor, diámetro 470mm, altura cilíndrica 700mm, altura cono 100mm, quemador industrial, con tres patas, acabado pulido mate sanitario.	\$3 500 + i.v.	\$3 955
Centrífuga	Perry Videx LLC Estados Unidos	Westfalia, modelo eom5004, 200 kg, motor 5 hp 3/60/230/460v. velocidad giro 5000 rpm. $\sigma = 125\ 000\ m^2$. Capacidad 20-30 gal/min.	\$14 500 (Precio FOB)	₡8 854 641
Tanque	Casa del plástico Costa Rica	Para almacenamiento intermedio, capacidad 132 l, de polietileno, con tapa.	₡18 000	₡18 000
Llenadora	QUIMIFARMA Costa Rica	De 2 á 2000 ml, exactitud de 0,5-1%, dimensiones 550x200x220mm, 1 h.p., manual o semiautomática.	\$6 500 + i.v.	\$7 345
Tapadora	QUIMIFARMA Costa Rica	Semiautomática, modelo APLK-780, 110/220V, 60 W, 2-3 seg. por botella, dimensiones 65x40x48cm, ajustable al ancho y tipo de botella.	\$5 000 + i.v.	\$5 650
Pistola de calor	QUIMIFARMA Costa Rica	ATG, 110 V, 1200 W.	₡27 000 + i.v.	₡30 510
Tanque agitado	Maquinado Técnico Costa Rica	Acero inoxidable AISI-304, capacidad nominal 12 l, real 15 l, pedestal con agitador tipo propela, con motor eléctrico de 1/2 h.p, 115 V.	₡312 500 + i.v.	₡353 125
Balanza	DIPROLAB Costa Rica	Electrónica, ámbito de 0 á 3 kg.	₡100 000	₡100 000
Erlenmeyer	DIPROLAB Costa Rica	Vidrio, 250 ml.	₡1 700	₡1 700
Termómetro	DIPROLAB Costa Rica	Termómetro de mercurio, escala de -10°C á 150 °C	₡4 150	₡4 150
Compresor	Campos Rudín S.A Costa Rica	Directo, de 1/4 h.p, necesario para la máquina tapadora.	₡72 000	₡72 000
TOTAL				₡19 143 439

Tipo de cambio de referencia del colón respecto al dólar. Venta ₡520,75. Según BCCR, 22 de mayo, 2007.

Por otra parte, el sitio donde se instalará la planta, como ya se mencionó en la sección 3.2, se ubica en Santa Cruz de Turrialba, el valor de la tierra en esta zona es de ₡2 000/m², de esta manera, el terreno de 120 m² (10 m de ancho y 12 m de largo) se valora en un precio de ₡240 000.

Los costos relativos a la construcción del edificio de la planta de proceso se estiman por medio del Manual de Valores Base Unitarios por Tipología Constructiva del Ministerio de Hacienda, una herramienta de aplicación que permite la valoración de las construcciones, instalaciones y obras complementarias fijas y permanentes sujetas al impuesto sobre bienes inmuebles con base en criterios técnicos de valoración definidos por el Órgano de Normalización Técnica.

En este documento se describe de manera detallada cada tipo de construcción, instalación y obra complementaria con respecto a materiales y componentes como paredes, pisos, baños, cielos, etc., a cada uno de estos tipos se le asocia código y un valor que puede ser por metro cuadrado o por unidad y en algunos casos valores asociados como equipo o actividades (movimiento de tierra), este valor se determina el correspondiente a las construcciones, instalaciones y obras complementarias en condición de nuevas, donde se comprende como nuevas las edificaciones con edades de un año o menos. Se considera en la determinación del valor el costo de los materiales de construcción, acarreos, equipo y mano de obra, asimismo no se consideran las utilidades del desarrollador. Estos datos se basan en estudios de mercado, realizados en Instituciones del Estado, Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, empresas constructoras privadas y profesionales liberales. Para la planta industrializadora, se elige el tipo de construcción denominada en dicho manual Galerón, tipo GA01, el cual presenta las características que se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 5.3. Características del tipo de construcción elegido para la planta de proceso
[Manual de Valores Base Unitarios por Tipología Constructiva, (2005)]

Aspecto	Características
Tipo	GA01
Estructura	Columnas y vigas de perfiles metálicos (perling) o similar
Paredes	Láminas onduladas de hierro galvanizado. Altura de 3,00 m
Estructura de techo	Cerchas de perfiles metálicos
Cubierta	Láminas onduladas de hierro galvanizado. Canoas y bajantes de hierro galvanizado
Cielos	Sin cielos
Pisos	Concreto armado con malla electrosoldada, afinado.
Servicios sanitarios	Uno económico
Otros	Construcciones muy sencillas, de materiales económicos, con portones de madera o similar. Área hasta 200 m ² .
VALOR	€80 000/m²

Con respecto a la distribución de planta propuesta (véase figura 4.7), se dispone de un área de construcción es de 71,44 m², para lo cual se estima que por motivo de construcción del edificio el resultado es de \$5 715 200, sin embargo, el documento en mención se elaboró en setiembre del 2005, por lo que los precios se deben actualizar para su cotización adecuada; para ello se utilizaron los índices generales de precios de insumos para la construcción de edificios y viviendas del Instituto Nacional de Estadística y Censos, de setiembre de 2005 (12 592,61) y, el último reportado, de abril de 2007 (15 435,78). Con el uso de estos índices el costo por concepto de construcción del edificio de la planta productora de la bebida fermentada es de \$7 005 583.

Además, se estimaron otros dos costos directos como la instalación de los equipos y la instalación de los servicios requeridos por la planta, tales como agua, teléfono, electricidad y sistemas de tratamiento de desechos. Dichas estimaciones se realizaron con respecto a la metodología que se emplea en Peters *et al.* (2003), en el que se estipula que la instalación de los equipos y los servicios constituyen, respectivamente, el 6% y el 8% de la inversión de capital fijo del proyecto, lo cual representa para el presente, en ese mismo orden, valores de \$2 080 179 y \$2 773 572.

5.2. COSTOS INDIRECTOS

Se denominan también como de no manufactura, son aquellos para todos los componentes que no se encuentran directamente relacionados con la operación del proceso. Los costos indirectos para el presente proyecto, al igual que los costos directos de instalación de equipos e instalación de los servicios, se estimaron con base en los porcentajes de la inversión de capital fijo (ICF) que se recomiendan en Peters *et al.* (2003).

Dichos costos indirectos son los gastos legales, que se estima representan el 2% de la ICF, en este caso, equivalente a \$693 393, los gastos por contingencia, que representan el 5% de la ICF, o sea, \$1 733 482 y los gastos bancarios que corresponden a un valor de \$1 000 000, sobre éste último costo se detallará en la sección 5.7.

5.3. INVERSIÓN DE CAPITAL FIJO

Como se mencionó, la suma de los costos directos y de los costos indirectos da como resultado la inversión de capital fijo, así para el proyecto de elaboración de la bebida fermentada o vino de naranjilla el valor por concepto de dicha inversión es de ₡34 670 000 y se desglosa en el cuadro 5.4.

Cuadro 5.4. Inversión de Capital Fijo del proyecto de producción de vino de naranjilla

Rubro		Colones
Costos Directos		
Costos equipo		₡19 143 439
Instalación de equipos	6% de la ICF	₡2 080 179
Instalación de servicios	8% de la ICF	₡2 773 572
Edificios		₡7 005 583
Terreno		₡240 000
Total Costos Directos		₡31 242 773
Costos Indirectos		
Gastos legales	2% de la ICF	₡693 393
Gastos bancarios		₡1 000 000
Contingencia	5% de la ICF	₡1 733 482
Total Costos Indirectos		₡3 426 875
Inversión de Capital Fijo (ICF)		₡34 670 000

5.4. COSTO TOTAL DEL PRODUCTO

Antes de que se estime la inversión por concepto de capital de trabajo, se determinará el costo total del producto, pues el capital de trabajo es función de dicho costo, tal y como se detalla en la sección 5.5; se tiene así que el valor del costo total del producto se obtiene mediante la suma de los costos de manufactura y de los costos generales.

Los primeros se subdividen en costos variables, fijos y adicionales, mientras que los costos generales se toman como los demás gastos involucrados en la operación de la compañía, así para el presente proyecto serán los gastos administrativos y los correspondientes por distribución y mercadeo.

Los costos variables de manufactura son aquellos que se modifican de acuerdo a variaciones del volumen de producción, se trate de bienes o servicios, por lo que este rubro abarca gastos por concepto de compra de materia prima, pago de salarios y de servicios, así como, mantenimiento y reparaciones.

En cuanto a los costos en materia prima, para que se estime la inversión en este rubro, éstas se cotizaron mediante distribuidores de las mismas en Costa Rica, de esta manera, con este valor y las cantidades necesarias por tanda de producción ya definidas en el capítulo anterior (sección 4.3), se determinó su valor por lote y a partir de ahí, en vista de que éste es semanal, se estima su costo ya sea por mes o por año. Así pues, en el cuadro 5.5 se sintetizan los precios, distribuidores y otras especificaciones pertinentes de las materias primas requeridas por el proceso de elaboración de vino de naranjilla.

Cuadro 5.5. Precios y características de las materias primas del proceso productivo

Producto	Distribuidor	Características	Resultado de Cotización	Costo por lote (por semana)
Naranjilla	Sr Rolando Varela	El proyecto utiliza 2500 plantas de naranjilla	¢1000/planta·año (¢110/kg)	¢50 000
Azúcar	Más x Menos	Azúcar Doña María, presentación de 5 kg, se requieren 13,776 kg/lote	¢2039/5kg	¢5 617,85
Levadura	Universal Foods Red Stars	Género: <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , se necesitan 40 mg/lote	¢592/500g	¢0,05
Fosfato de amonio	Tecnali	Se necesitan 11,35 g/lote	¢211/kg + i.v.	¢2,71
Metabisulfito de potasio	Transmerquín	Se requieren 13,58 g/lote	\$2/kg	¢14,14
Ultrazym 100	TRISAN	Se requieren 11,25 g/lote	\$42,65/250g	¢999,45
Botellas	Negocios Tropicales S.A.	Son 134 botellas por lote, de vidrio, para 750ml, con tapa de aluminio, más imprevistos: 135 botellas por semana.	¢347/unidad	¢46 845
Etiquetas	J&L Soluciones Globales S.A.	135 etiquetas adhesivas impresas tipo R-55 por semana (una por botella) dimensiones 5,71x7,62 cm.	¢8500/millar+i.v	¢1 147,5
Banda termoencogible	QUIMIFARMA	Dimensiones: 58x57mm, se utiliza una por botella	¢6500/millar+i.v	¢877,5
TOTAL				¢105 504,20

Otro costo variable, tal y como se mencionó, es aquel que se hace por pago de servicios, para este proyecto los servicios que se encuentran involucrados son: las tarifas por concepto de electricidad, teléfono, agua y recolección de basura, así como el LPG (cilindros).

De acuerdo con la zona donde se ubicará el proyecto, esto es Santa Cruz de Turrialba, el ente que se encarga del cobro por concepto de agua es la Asociación de Acueducto Rural de Santa Cruz de Turrialba. En vista de que el acueducto no cuenta con medidores, dicha asociación establece una tarifa fija mensual, para industrias su valor es de ₡2 900, a pesar de que el consumo mensual es de alrededor de 40 m³, correspondiente a los 7 524,7 l/lote de agua que se necesita para proceso (véase sección 4.7), más el agua para el lavado de equipos (unos 500 l/lote) y un gasto adicional por servicio sanitario y otras funciones que se estima en 8 m³/mes. Con respecto al pago por recolección de basura, el órgano a cargo es la Municipalidad de Turrialba y el pago mensual por este rubro se estipula en ₡3 676.

En cuanto al costo por el servicio eléctrico, en primera instancia, se necesita estimar el consumo mensual en kWh por la operación de la planta, de esta manera, con respecto a las características de los equipos que requieran electricidad, véase cuadro 5.2 y el tiempo de operación de cada uno por lote de producción, más un consumo anexo de 1 250 W por jornada laboral por concepto de cargas adicionales, como bombillos y equipo electrónico. Dicha estimación se resume en el cuadro 5.6.

Cuadro 5.6. Consumo mensual de energía eléctrica de la planta industrializadora, en kWh

Equipo	Potencia nominal	Potencia (kW)	Operación/lote (h/lote)	Operación/mes (h/mes)	Consumo mensual (kWh/mes)
Despulpadora	1 h.p.	0,746	14	56	41,8
Centrífuga	5. h.p.	3,728	2	8	29,8
Llenadora	1 h.p.	0,746	14	56	41,8
Tapadora	60 W	0,06	14	56	3,4
Pistola calor	1200 W	1,20	14	56	67,2
Tanque agitado	1/2 h.p.	0,373	18	72	26,9
Compresor	1/4 h.p.	0,186	14	56	10,4
Adicionales	1000 W	1,00	48	192	192,0
TOTAL					413

1 h.p. = 745,70 W

Por otra parte, en el lugar donde se desarrollará el proyecto, el servicio se suministra por medio del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), para lo que se estipula en este proyecto, puesto que el consumo mensual que se determinó es de 413 kWh, el cobro cae dentro de la Tarifa de Pequeño Comercio e Industria (T-CI), pues éste se aplica a la pequeña industria y pequeños comercios con consumos mensuales de hasta 2 000 kWh, para la cual las cuotas que rigen en el 2007 se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 5.7. Tarifa Sector Comercial e Industria 2007 (T-CI) del ICE, precios mensuales [Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), (2007)]

Consumo mensual	Temporada alta	Temporada baja
<i>Para consumos menores o iguales que 2 000 kWh</i>		
Por cada kWh	¢69,60	¢60,00
<i>Para consumos entre 2 001 y 3 000 kWh</i>		
Por cada kWh	¢75,30	¢62,50
<i>Para consumos entre 3 001 y 20 000 kWh</i>		
Cargo por energía, por cada kWh	¢45,00	¢37,40
Cargo por potencia, por cada kW	¢7 042,00	¢5 844,00
<i>Para consumos mayores de 20 000 kWh</i>		
Cargo por energía, por cada kWh	¢29,60	¢24,60
Cargo por potencia, por cada kW	¢10 510,00	¢8 723,00

La planta se operará durante 8 horas, 6 días por semana y durante 50 semanas al año, se excluyen las 2 últimas semanas de diciembre debido a vacaciones, la temporada alta, según el ICE, va desde el 1° de enero hasta el 31 de agosto (8 meses) por lo que el cálculo del costo anual se determina con el consumo mensual estimado por la suma de la tarifa en temporada alta por ocho y la tarifa en temporada baja por cuatro. De esta manera, junto con los datos de los cuadros 5.6 y 5.7, el costo anual por electricidad será de ¢329 231, lo que corresponde a una mensualidad promedio de ¢27 436.

Por concepto de telefonía fija, con una línea telefónica con instalación de caja interna o con acometida permanente, de acuerdo con el ICE, la tarifa básica por mes para un tipo de servicio comercial es de ¢2 429,5, por lo que se estima un gasto mensual de alrededor del doble de la tarifa básica indicada, es decir, ¢5 000.

Por último el costo por llenado de un cilindro de LPG con capacidad de 25 lb (11,34 kg), marca TropiGas, en Supermercados Mas x Menos, es de ₡7 486, como se determinó en la sección 4.3 (cuadro 4.4) se necesitan, anualmente, 2 cilindros lo que equivale a ₡14 972/año. En el siguiente cuadro se expresa el desglose de los costos estimados por concepto de los servicios mencionados requeridos por el proceso.

Cuadro 5.8. Pagos por concepto de servicios

Servicio	Colones/mes
Electricidad	₡27 436
Agua	₡2 900
Recolección de basura	₡3 676
Teléfono	₡5 000
Gas LPG	₡1 248
TOTAL	₡40 260

En cuanto a la mano de obra, como se pudo apreciar en el capítulo anterior, el proceso es por lotes y presenta mucho tiempo muerto debido al período fermentativo, con lo que se permite, mediante una organización adecuada de las labores productivas en el tiempo, que el proceso se lleve a cabo con la ayuda de pocos operarios, de esta manera se determinó que con 2 operarios es suficiente para llenar los requerimientos de mano de obra del proceso.

Se trabajará una jornada laboral diaria de lunes a sábado y los operarios recibirán un salario bruto de ₡160 000 mensuales, que es un poco más de lo que dicta el cálculo del salario mínimo para un operario de máquinas general, el cual, según la normativa costarricense, se establece en ₡5 679 por jornada laboral de 8 horas, para el primer semestre del 2007.

Además, sobre este salario bruto se cotiza un porcentaje adicional por concepto de cargas sociales y obligaciones patronales, las cuales se determinaron de acuerdo a lo que estipula el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS) y la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS). De esta manera en el cuadro 5.9 se desglosa el desembolso de dinero total por concepto de mano de obra.

Cuadro 5.9. Desglose de costos por concepto de mano de obra

	Porcentaje del salario bruto	Colones/mes
Salario bruto		
Operario 1		€160 000
Operario 2		€160 000
<i>Total salario bruto</i>		€320 000
Cargas sociales		
Cargas patronales	23%	€73 600
Ley de protección al trabajador	3%	€9 600
<i>Total cargas sociales</i>		€83 200
Prestaciones		
Aguinaldo	8,3%	€26 560
Vacaciones	4,2%	€13 440
Auxilio de cesantía	5,3%	€16 960
Póliza del INS	3,2%	€10 240
<i>Total prestaciones</i>		€67 200
TOTAL		€470 400

Por último, con base en los porcentajes para estimados que se recomiendan en Peters *et al.* (2003), se sugiere que el rubro de mantenimiento y reparaciones represente el 3% de la inversión de capital fijo, lo cual equivale a €1 040 089, para el primer año.

Los costos fijos de producción se definen como aquellos que permanecen constantes o casi fijos en diferentes niveles de producción y ventas, dentro de ciertos límites de capacidad y tiempo. Dentro de esta categoría, para este proyecto, se contemplan diferentes rubros como los pagos de patentes de funcionamiento, la depreciación y los intereses del crédito bancario.

En cuanto a pago de patente de funcionamientos, según la ubicación de la planta, se establece que la autoridad competente en este rubro es la Municipalidad de Turrialba, de la que se obtuvo que, para el tipo y características del proyecto descrito, dicho monto corresponde a una cuota mensual de €10 000.

Para estimar el costo por concepto de depreciación, se utilizó el método de la línea recta para los activos asociados al proceso productivo de la bebida fermentada; este cálculo se llevó a

cabo con respecto a los porcentajes anuales de depreciación que se muestran en el anexo N° 2 del reglamento a la Ley de Impuesto sobre la Renta, decreto N° 18455-H (anexo digital 4). El costo total por depreciación anual es de ¢1 531 979, se desglosa en el cuadro 5.10.

Cuadro 5.10. Costos por depreciación (método de la línea recta) y valor en libros de activos del proyecto

Equipo	Porcentaje anual de depreciación	Depreciación Anual	Valor en Libro Año 1	Valor en Libro Año 2	Valor en Libro Año 3	Valor en Libro Año 4	Valor en Libro Año 5
Edificio	2%	¢140 112	¢6 865 471	¢6 725 359	¢6 585 248	¢6 445 136	¢6 305 024
Despulpadora	7%	¢61 782	¢820 819	¢759 037	¢697 255	¢635 473	¢573 691
Marmita	5%	¢102 978	¢1 956 588	¢1 853 610	¢1 750 631	¢1 647 653	¢1 544 675
Centrífuga	7%	¢619 825	¢8 234 816	¢7 614 991	¢6 995 166	¢6 375 341	¢5 755 516
Tanque	7%	¢1 260	¢16 740	¢15 480	¢14 220	¢12 960	¢11 700
Llenadora	7%	¢267 744	¢3 557 165	¢3 289 422	¢3 021 678	¢2 753 934	¢2 486 191
Tapadora	10%	¢294 224	¢2 648 014	¢2 353 790	¢2 059 566	¢1 765 343	¢1 471 119
Pistola calor	7%	¢2 136	¢28 374	¢26 239	¢24 103	¢21 967	¢19 832
Tanque agitado	7%	¢24 719	¢328 406	¢303 688	¢278 969	¢254 250	¢229 531
Compresor	10%	¢7 200	¢64 800	¢57 600	¢50 400	¢43 200	¢36 000
Balanza	10%	¢10 000	¢90 000	¢80 000	¢70 000	¢60 000	¢50 000
Total Costos Depreciación			¢1 531 979				
Valor de salvamento (valor libro)			¢24 611 193	¢23 079 215	¢21 547 236	¢20 015 257	¢18 483 278

El otro costo fijo, para este proyecto, son los intereses del crédito bancario, de los cuales, de momento, solo se indicará su valor, pues dicho monto depende del tipo de financiamiento, o sea, del monto del crédito solicitado, del plazo y de la tasa de interés, en la sección 5.7 se ahondará en detalle lo que respecta a este rubro.

El valor por concepto de pago de intereses de crédito que se utilizará para estimar el costo total del producto, puesto que los intereses varían por período de pago, se elige el de mayor monto, éste es el del primer año, correspondiente a ¢3 398 250, véase cuadro 5.14.

Los costos adicionales se establecen como rubro agregado para cubrir gastos suplementarios o imprevistos que se produzcan por la normal operación de la planta, dichos costos se estimaron con los porcentajes que se proponen en Peters *et al.* (2003), su costo anual se estima como el equivalente al 5% del costo total del producto, esto es ¢1 005 370.

Los gastos generales se estimaron, de igual manera, mediante la metodología propuesta por Peters *et al.* (2003), en este aspecto se envuelven costos administrativos y costos por concepto de distribución y mercadeo, los cuales se estima que representan respectivamente el 2% y el 6% del costo total del producto, lo que corresponde anualmente, en el mismo orden, a un valor de ₡402 148 y ₡1 206 444.

Con todas las especificaciones mencionadas, una vez que se realizan los cálculos pertinentes el costo total del producto es de ₡20 107 500, para el primer año. En el cuadro 5.11 se muestra, de manera detallada y resumida, la estimación del costo total de producción del vino de naranjilla.

Cuadro 5.11. Costos totales de producción del vino de naranjilla, durante el primer año del proyecto

Rubro		Colones/mes	Colones/año
Costos de manufactura			
<i>Costos variables</i>			
Materia prima		₡439 601	₡5 275 210
Servicios		₡40 260	₡483 115
Mano de obra		₡470 400	₡5 644 800
Mantenimiento y reparaciones	3% de la ICF	₡86 674	₡1 040 089
Total Costos Variables		₡1 036 935	₡12 443 214
<i>Costos fijos</i>			
Depreciación		₡127 665	₡1 531 979
Patente de funcionamiento		₡10 000	₡120 000
Intereses del préstamo bancario		₡283 188	₡3 398 250
Total Costos Fijos		₡420 852	₡5 050 229
<i>Costos adicionales</i>			
Imprevistos	5% Costo producto	₡83 781	₡1 005 370
Total Costos Adicionales		₡83 781	₡1 005 370
Total Costos de Manufactura		₡1 541 568	₡18 498 813
Costos generales			
Gastos administrativos	2% Costo producto	₡33 512	₡402 148
Distribución y mercadeo	6% Costo producto	₡100 537	₡1 206 444
Total Costos Generales		₡134 049	₡1 608 592
Costo Total del Producto		₡1 675 625	₡20 107 500

El precio de venta mínimo será aquel con el que se obtenga un valor de ganancia bruta en el flujo de caja del inversionista igual a cero en el primer año, mediante la hoja de cálculo en la que se elaboró el flujo de caja (véase sección 5.8) se estimó dicho valor y éste corresponde a \$3 635, el cual se sienta como base para que se establezca el precio de venta del vino de naranjilla.

Si se toma en cuenta que los precios de vinos en las licorerías y supermercados nacionales varían, en promedio, entre los \$3 500 y \$10 000, y que el producto que se comercializará es una bebida fermentada de alta calidad, que se produce 100% a base de jugo de naranjilla, es decir, no se le agrega agua en ninguna parte del proceso para diluirla u obtener más cantidad, se establece un precio de venta a distribuidores de \$4 750 por botella de 750 ml, precio que corresponde a su valor durante el primer año.

5.5. CAPITAL DE TRABAJO

En Peters *et al.* (2003), se indica que el capital de trabajo para una planta industrial es el monto de dinero que se invierte por concepto de reservas de materias primas y suministros, producto terminado en bodega y semiterminado en proceso de manufactura, gastos operativos, como compra de materia prima, pago de salarios y servicios, para arrancar la marcha de la planta, en otras palabras la inversión en capital de trabajo se define como aquel monto que se necesita para financiar los costos operacionales desde el momento que comienzan los desembolsos hasta el momento en que se recuperan.

Según Huguet (2007), con base en la definición anterior se establece una separación del capital de trabajo en los siguientes rubros: inventarios, reservas para gastos de operación, cuentas por cobrar, cuentas por pagar y efectivo en caja.

En cuanto a la estimación del rubro de inventarios, la naranjilla es una fruta que, según Varela (2007), mantiene sus niveles productivos a lo largo del año, prácticamente no varía su cosecha. Por lo anterior, según Huguet (2007), se calculan los costos de inventario

máximo con respecto a los correspondientes a 1 mes de producción, lo cual equivale a ₡1 675 617 (véase cuadro 5.11), más un adicional del costo de 15 días de botellas, tapas, etiquetas y bandas termoencogibles, correspondiente a ₡97 740 (véase cuadro 5.5). Con base en los datos anteriores, por concepto de inventario, dentro del capital de trabajo, su valor es ₡1 773 357. En cuanto a las reservas para gastos de operación, según Huguet (2007), éstas equivalen a los costos correspondientes a 1 mes del pago mano de obra y 1 mes del pago de servicios, esto es, ₡510 660 (véase cuadros 5.8 y 5.9).

Se establece que se dará crédito de 15 días en las ventas, como la producción de 15 días es de 268 unidades de vino de naranjilla (134 unidades por lote semanal) y cada unidad se vende a ₡4 750, el valor que corresponde de las cuentas por cobrar será de ₡1 273 000. El rubro de cuentas por pagar se toma como el valor correspondiente al pago de una cuota mensual del pago del crédito bancario, esto es ₡674 680 (véase sección 5.7). Por último, el efectivo en caja, según Huguet (2007), equivale al 10% del valor del capital de trabajo, esto es ₡470 000. De esta manera, el costo de la inversión por concepto de capital de trabajo equivale a ₡4 700 000 y se desglosa en el cuadro 5.12.

Cuadro 5.12. Inversión de capital de trabajo del proyecto

Rubro	Colones
Inventarios	₡1 773 357
Reservas para gastos de operación	₡510 660
Cuentas por cobrar	₡1 273 000
Cuentas por pagar	₡674 680
Efectivo en caja	10% de CT ₡470 000
Capital de Trabajo (CT)	₡4 700 000

5.6. INVERSIÓN TOTAL DE CAPITAL

La suma de la inversión de capital fijo (cuadro 5.4) y de la inversión en capital de trabajo (cuadro 5.12) da como resultado la inversión total de capital, de esta manera, para el presente proyecto, el valor de dicha inversión es de ₡39 370 000, como se muestra en el cuadro 5.13.

Cuadro 5.13. Inversión total de capital del proyecto

Rubro	Colones
Inversión de Capital Fijo	€34 670 000
Inversión de Capital de Trabajo	€4 700 000
Inversión Total de Capital	€39 370 000

5.7. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

Mediante el programa BN Desarrollo, que se ofrece en el Banco Nacional de Costa Rica y que se dirige hacia el financiamiento de la micro, pequeña y mediana empresa, se brinda crédito a personas físicas y jurídicas, con un negocio formalmente constituido o no, en las actividades de la industria, el comercio, la venta de servicios, el turismo, la agricultura, la ganadería y el sector exportador.

Los requisitos básicos para que se opte por este tipo de crédito, como persona jurídica, son: un deudor, un codeudor y un fiador, la firma solicitud detallando el domicilio o giro, negocio o actividad económica, o si es generador o no de moneda extranjera, así como fotocopias de la personería jurídica, del acta de constitución de la sociedad (nombre completo del gerente, los directores y representantes legales), de la cédula jurídica y de la cédula del representante legal de la sociedad, y, de manera adicional, que se demuestre capacidad de pago (estudio de factibilidad, perfil de la empresa, etc.) y un depósito previo (avalúo) cuando proceda.

De esta manera para el financiamiento parcial del proyecto, se utilizará este crédito para micro, pequeñas y medianas industrias del Banco Nacional; dicho préstamo para una persona jurídica, según esta institución, cubre el 75% de la inversión total de capital, por lo que el préstamo que se recibe es de €29 550 000, a 5 años plazo, hipotecario y cuya tasa de interés está compuesta por la tasa básica pasiva (TBP) del Banco Central de Costa Rica (a partir del 10 de mayo del 2007, es de 7,25%) más 4,25 puntos, lo que equivale a 11,50%. Así, con éstos parámetros, el estado financiero del préstamo se muestra en el cuadro 5.14.

Cuadro 5.14. Saldos, cuotas, intereses y amortización, por año, para un préstamo para PYMES del Banco Nacional por un monto de ¢29 550 000, a 5 años plazo y tasa de interés de 11,50%

Año	Saldo	Cuota	Interés	Amortización
1	¢29 550 000	¢8 096 161	¢3 398 250	¢4 697 911
2	¢24 852 089	¢8 096 161	¢2 857 990	¢5 238 171
3	¢19 613 917	¢8 096 161	¢2 255 601	¢5 840 561
4	¢13 773 357	¢8 096 161	¢1 583 936	¢6 512 225
5	¢7 261 131	¢8 096 161	¢835 030	¢7 261 131
TOTAL		¢40 480 807	¢10 930 807	¢29 550 000

Asimismo, el solicitante se encarga de financiar los gastos administrativos (1% del monto del préstamo, aproximadamente), los gastos por hipoteca (pues el crédito es con garantía real, hipotecaria) y los gastos del avalúo, los cuales, de manera conjunta, corresponden a una suma de ¢1 000 000 (como se mencionó en la sección 5.2), según lo que se indicó por la consulta en dicha institución bancaria.

5.8. PARÁMETROS FINANCIEROS DEL PROYECTO

Todas las estimaciones de costos, que se realizaron en las secciones anteriores, tienen como fin evaluar la prefactibilidad económica del proyecto, esto mediante el cálculo y aplicación de parámetros financieros, para el presente proyecto se utilizarán el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el período de pago (PDP). Pues con los resultados de dichos parámetros se forja criterio suficiente para que se tomen decisiones con respecto al futuro del proyecto.

De esta manera, en primera instancia, se debe elaborar un flujo de caja, tanto del inversionista como del proyecto en sí mismo, pues representa la diferencia entre los beneficios y los costos incrementales durante un año dado, con lo cual se proporciona la base para calcular los parámetros financieros antes mencionados, correspondientes al valor temporal del dinero.

El flujo de caja toma en cuenta la inflación para los periodos de tiempo propuestos, el presente proyecto se evalúa para una vida operativa de 5 años, más el año cero que es para adquisición de permisos, créditos, construcción, contratación y capacitación. Se utilizaron las cotizaciones obtenidas para los periodos de construcción y el primer año de operación, estos se aumentan a una tasa de inflación promedio de 8% por año, la cual se obtuvo con respecto a los datos del Informe de Inflación, del 28 de febrero del 2007, realizado por la División Económica del Banco Central de Costa Rica.

En cuanto al pago de impuesto sobre la renta, según lo estipulado por la Ley 7092 y como se puede apreciar en el anexo digital 3 (*Tarifas oficiales vigentes 2007 para calcular el impuesto sobre la renta*), para personas jurídicas, que es como se constituirá el proyecto, se acatan los porcentajes que se muestran en el cuadro 5.15.

Cuadro 5.15. Tarifas pago de impuesto sobre la renta, para personas jurídicas, según lo estipulado en la Ley 7092, para el 2007

Monto	Tarifa 2007
Hasta ₡31 043 000	10% de la ganancia bruta
Desde ₡31 043 000 hasta ₡62 444 000	20% de la ganancia bruta
Más de ₡62 444 000	30% de la ganancia bruta

De esta manera, con las tarifas de pago de impuesto sobre la renta para personas jurídicas mostradas en el cuadro anterior, con los valores correspondientes a la producción anual del vino de naranjilla (véase sección 4.3), con el precio de venta unitario que se estipuló en la sección 5.4, así como con los valores de inversión y egresos que se muestran, respectivamente, en los cuadros 5.13 y 5.11, el valor de salvamento (véase cuadro 5.10) y el monto del préstamo bancario (véase cuadro 5.14), se realiza el flujo de caja anual para el inversionista, para la vida útil de 5 años estipulada y un año (año 0) para construcción y formalización, dicho flujo de caja se muestra a continuación en el cuadro 5.16.

Cuadro 5.16. Flujo de caja anual del inversionista, con vida operativa de 5 años, más el año 0

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Producción (unidades)		6500	6700	6700	6700	6700
Precio de venta unitario		€4 750	€5 130	€5 540	€5 984	€6 462
Ingresos (+)						
Ingresos por ventas		€30 875 000	€34 371 000	€37 120 680	€40 090 334	€43 297 561
Total Ingresos		€30 875 000	€34 371 000	€37 120 680	€40 090 334	€43 297 561
Egresos (-)						
Inversión						
Inversión de capital fijo	(€34 670 000)					
Inversión capital de trabajo	(€4 700 000)					
Total Inversión	(€39 370 000)					
Gastos de Manufactura						
Costos Variables						
Materias primas		(€5 275 210)	(€5 697 227)	(€6 153 005)	(€6 645 245)	(€7 176 865)
Mano de obra directa		(€5 644 800)	(€6 096 384)	(€6 584 095)	(€7 110 822)	(€7 679 688)
Servicios		(€483 115)	(€521 764)	(€563 505)	(€608 585)	(€657 272)
Mantenimiento y reparaciones		(€1 040 089)	(€1 123 297)	(€1 213 160)	(€1 310 213)	(€1 415 030)
Total Costos Variables		(€12 443 214)	(€13 438 671)	(€14 513 765)	(€15 674 866)	(€16 928 855)
Costos Fijos						
Depreciación		(€1 531 979)	(€1 531 979)	(€1 531 979)	(€1 531 979)	(€1 531 979)
Patente funcionamiento		(€120 000)	(€129 600)	(€139 968)	(€151 165)	(€163 259)
Intereses Préstamo		(€3 398 250)	(€2 857 990)	(€2 255 601)	(€1 583 936)	(€835 030)
Total Costos Fijos		(€5 050 229)	(€4 519 569)	(€3 927 547)	(€3 267 080)	(€2 530 267)
Costos Adicionales						
Imprevistos		(€1 005 370)	(€1 085 800)	(€1 172 664)	(€1 266 477)	(€1 367 795)
Valor libro						(€18 483 278)
Total Costos Adicionales		(€1 005 370)	(€1 085 800)	(€1 172 664)	(€1 266 477)	(€19 851 074)
Total Gastos de Manufactura		(€18 498 813)	(€19 044 040)	(€19 613 976)	(€20 208 423)	(€39 310 197)
Gastos Generales						
Administrativos		(€402 148)	(€434 320)	(€469 066)	(€506 591)	(€547 118)
Distribución y mercadeo		(€1 608 592)	(€1 737 280)	(€1 876 262)	(€2 026 363)	(€2 188 472)
Total Gastos Generales		(€1 608 592)	(€1 737 280)	(€1 876 262)	(€2 026 363)	(€2 188 472)
Total Egresos	(€39 370 000)	(€20 107 406)	(€20 781 320)	(€21 490 238)	(€22 234 786)	(€41 498 669)
Ganancia Bruta		€10 767 594	€13 589 680	€15 630 442	€17 855 548	€1 798 892
Impuestos (10% según Ley 7092)		(€1 076 759)	(€1 358 968)	(€1 563 044)	(€1 785 555)	(€179 889)
Ganancia Neta		€9 690 835	€12 230 712	€14 067 398	€16 069 993	€1 619 003
Depreciación		€1 531 979	€1 531 979	€1 531 979	€1 531 979	€1 531 979
Amortización del préstamo		(€4 697 911)	(€5 238 171)	(€5 840 561)	(€6 512 225)	(€7 261 131)
Valor libro						€18 483 278
Préstamo bancario	€29 550 000					
FLUJO DE CAJA NETO	(€9 820 000)	€6 524 902	€8 524 520	€9 758 815	€11 089 746	€14 373 129

Asimismo, con los mismos datos con que se hizo el flujo de caja anterior, pero sin tomar en cuenta el financiamiento bancario, ni los gastos por los intereses y amortización del mismo; se realiza el flujo de caja anual del proyecto, con lo que se analiza como se sostiene el proyecto por sí mismo, éste se muestra en el cuadro 5.17.

Cuadro 5.17. Flujo de caja anual del proyecto, con vida operativa de 5 años, más el año 0

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Producción (unidades)		6500	6700	6700	6700	6700
Precio de venta unitario		€4 750	€5 130	€5 540	€5 984	€6 462
Ingresos (+)						
Ingresos por ventas		€30 875 000	€34 371 000	€37 120 680	€40 090 334	€43 297 561
Total Ingresos		€30 875 000	€34 371 000	€37 120 680	€40 090 334	€43 297 561
Egresos (-)						
Inversión						
Inversión de capital fijo	(€34 670 000)					
Inversión capital de trabajo	(€4 700 000)					
Total Inversión	(€39 370 000)					
Gastos de Manufactura						
Costos Variables						
Materias primas		(€5 275 210)	(€5 697 227)	(€6 153 005)	(€6 645 245)	(€7 176 865)
Mano de obra directa		(€5 644 800)	(€6 096 384)	(€6 584 095)	(€7 110 822)	(€7 679 688)
Servicios		(€483 115)	(€521 764)	(€563 505)	(€608 585)	(€657 272)
Mantenimiento y reparaciones		(€1 040 089)	(€1 123 297)	(€1 213 160)	(€1 310 213)	(€1 415 030)
Total Costos Variables		(€12 443 214)	(€13 438 671)	(€14 513 765)	(€15 674 866)	(€16 928 855)
Costos Fijos						
Depreciación		(€1 531 979)	(€1 531 979)	(€1 531 979)	(€1 531 979)	(€1 531 979)
Patente funcionamiento		(€120 000)	(€129 600)	(€139 968)	(€151 165)	(€163 259)
Total Costos Fijos		(€1 651 979)	(€1 661 579)	(€1 671 947)	(€1 683 144)	(€1 695 237)
Costos Adicionales						
Imprevistos		(€1 005 370)	(€1 085 800)	(€1 172 664)	(€1 266 477)	(€1 367 795)
Valor libro						(€18 483 278)
Total Costos Adicionales		(€1 005 370)	(€1 085 800)	(€1 172 664)	(€1 266 477)	(€19 851 074)
Total Gastos de Manufactura		(€15 100 563)	(€16 186 050)	(€17 358 376)	(€18 624 487)	(€19 475 166)
Gastos Generales						
Administrativos		(€402 148)	(€434 320)	(€469 066)	(€506 591)	(€547 118)
Distribución y mercadeo		(€1 206 444)	(€1 302 960)	(€1 407 197)	(€1 519 772)	(€1 641 354)
Total Gastos Generales		(€1 608 592)	(€1 737 280)	(€1 876 262)	(€2 026 363)	(€2 188 472)
Total Egresos	(€39 370 000)	(€16 709 156)	(€17 923 330)	(€19 234 638)	(€20 650 850)	(€20 663 639)
Ganancia Bruta		€14 165 844	€16 447 670	€17 886 042	€19 439 484	€2 633 922
Impuestos (10% según Ley 7092)		(€1 416 584)	(€1 644 767)	(€1 788 604)	(€1 943 948)	(€263 392)
Ganancia Neta		€12 749 260	€14 802 903	€16 097 438	€17 495 536	€2 370 530
Depreciación		€1 531 979	€1 531 979	€1 531 979	€1 531 979	€1 531 979
Valor libro						€18 483 278
FLUJO DE CAJA NETO	(€39 370 000)	€14 281 239	€16 334 882	€17 629 417	€19 027 514	€22 385 787

Los parámetros financieros que se desprenden de los cálculos correspondientes aplicados a los flujos de caja anteriores, se muestran en el cuadro 5.18. Los que se evalúan en el presente proyecto, como se mencionó al inicio de esta sección, son tres: el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el período de pago (PDP); pues son suficientes para obtener las conclusiones pertinentes a la prefactibilidad económica y la toma de decisiones con respecto al proyecto. En el apéndice 4 se muestra su procedimiento de cálculo.

Cuadro 5.18. Parámetros financieros resultantes de los flujos de caja

Parámetro	Resultado del Flujo de Caja del Inversionista	Resultado del Flujo de Caja del Proyecto
VAN [30%]	¢12 439 062	¢1 996 697
TIR	79,4%	32,4 %
PDP	1,37 años	1,93 años

El valor actual neto (VAN), según Castro (2001) y Harberger & Jenkins (2003), es el criterio principal de inversión y evaluación de negocios. El VAN de una inversión se entiende como la diferencia entre los flujos de caja actualizados a una tasa de descuento y los desembolsos a realizar, también actualizados. La tasa de descuento que se elige debe ser representativa, pues ésta mide el costo de oportunidad de los fondos en usos alternativos de la economía, de esta manera se escoge 30% pues, en promedio, es lo que se gana por concepto de intereses, si se coloca lo que se invierte como un depósito fijo en una cuenta bancaria en el país. Si un proyecto de inversión tiene un VAN positivo, el proyecto es rentable, pues toda inversión en la esfera productiva debe aportar una tasa de ganancia bruta superior a la existente en el mercado, como una forma de estímulo al inversionista para atraer inversiones.

El presente proyecto es rentable a la luz de ambos análisis (inversionista y por sí solo), pues, como se muestra en el cuadro 5.18, ambos flujos de caja presentan un VAN positivo, en otras palabras, sobrepasa la rentabilidad planteada. De esta manera, se aprecia que el proyecto por sí mismo se sustenta y genera ganancias a lo largo de sus años de vida útil (VAN [30%] = ¢1 996 697). Asimismo, es aún más atractivo para los inversionistas, pues para estas personas se esperan mayores beneficios financieros, obteniéndose un resultado de VAN [30%] de ¢12 439 062, bajo la propuesta presentada.

La TIR de una inversión está definida como la tasa de interés con la cual el VAN es igual a cero. Es un complemento del apartado anterior, así su valor refleja, según Harberger & Jenkins (2003), el “retorno neto de intereses” implícito del proyecto. Por sí mismo, el proyecto, presenta una TIR de 32,4%, apenas mayor a la tasa de descuento de 30%

correspondiente, como se mencionó, al costo de oportunidad de los fondos en usos alternativos (depósito en cuentas bancarias); para los inversionistas presenta una TIR de 79,4%, la cual es 2,64 veces mayor que dicha tasa. Por lo anterior, conviene realizar el proyecto desde ambas perspectivas, pero sobretodo con el análisis del inversionista, resultado que coincide con la apreciación del diagnóstico del VAN.

Por último el PDP (período de pago), en su forma más simple, según Harberger & Jenkins (2003), mide el número de años que se necesitarán para que los beneficios netos no descontados (flujos de caja netos positivos) amorticen la inversión. Éste parámetro no mide ni refleja todas las dimensiones significativas para la toma de decisiones sobre inversiones, por lo que no se considera un método completo para poder ser empleado con carácter general para medir el valor de las mismas. Aún así, los valores para el presente proyecto son, en ambos casos, menores a la vida útil del mismo, por lo que la inversión se recupera dentro del período deseado y de manera más rápida para el inversionista (1 año y 4 meses y medio), que para el proyecto por sí solo (1 año y 11 meses).

5.9. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL PROYECTO

En la evaluación de la prefactibilidad económica, anteriormente descrita, los valores de los costos de inversión, producción y todos los datos en general, poseen un enfoque determinístico, esto es, que las variables se conocen con gran certidumbre, donde los factores de riesgo y fluctuación se encuentran fuera del análisis. Evidentemente, nunca se tiene tal certeza, por lo que es indispensable darle un tratamiento cuantitativo riguroso a tal incertidumbre.

Se establece, por tanto, evaluar dicha incertidumbre mediante un análisis de sensibilidad unidimensional, Harberger & Jenkins (2003), pues éstos tienen por finalidad mostrar los efectos que sobre algún parámetro económico, el TIR en este caso, tendría una variación o cambio en el valor de una o más de las variables de costo o de ingreso que inciden en el proyecto, y a la vez mostrar la holgura con que se cuenta para su realización ante

eventuales variaciones de tales variables en el mercado, en otras palabras este método responde a la pregunta *¿Qué sucedería si...?*. De esta manera, un proyecto que sea aceptable bajo las condiciones previstas en el proyecto, podría no serlo si las variables de costo variaran significativamente al alza o si las variables de ingreso cambiaran, también, de manera significativa a la baja.

Para el presente proyecto, se evaluó la sensibilidad variando en -50%, -20%, -10%, -5%, 5%, 10%, 20% y 50% la magnitud de las variables más significativas del proyecto: unidades vendidas al año, gastos generales del primer año, inversión total de capital, costos variables de producción del primer año, la inflación y el monto del crédito bancario. Los valores de dichas variaciones se muestran en el cuadro 5.19.

Cuadro 5.19. Magnitudes de las variables involucradas en el análisis de sensibilidad, de acuerdo con sus porcentajes de variación

Variables	Porcentaje de variación								
	-50%	-20%	-10%	-5%	0	5%	10%	20%	50%
Unidades producidas	3350	5360	6030	6365	6700	7035	7370	8040	10050
Gastos generales	€804 296	€1 286 874	€1 447 733	€1 528 163	€1 608 592	€1 689 022	€1 769 452	€1 930 311	€2 412 889
Inversión total	€19 685 000	€31 496 000	€35 433 000	€37 401 500	€39 370 000	€41 338 500	€43 307 000	€47 244 000	€59 055 000
costos variables	€6 221 607	€9 954 571	€11 198 893	€11 821 053	€12 443 214	€13 065 375	€13 687 536	€14 931 857	€18 664 821
Inflación	4,0%	6,4%	7,2%	7,6%	8,0%	8,4%	8,8%	9,6%	12,0%
Monto préstamo	€14 775 000	€23 640 000	€26 595 000	€28 072 500	€29 550 000	€31 027 500	€32 505 000	€35 460 000	€44 325 000

Cuando se evalúa, en el flujo de caja del inversionista de manera individual, cada uno de los valores del cuadro 5.19, se obtiene un TIR diferente en cada caso, éstos resultados constituyen el análisis de sensibilidad. Los resultados se representan en forma de gráfico de dispersión, en la figura 5.2, donde en el eje de las abscisas se reflejan las variaciones de la variable estudiada y en el eje de las ordenadas los valores del indicador económico empleado (TIR); donde el grado de sensibilidad de la variable es directamente proporcional a la pendiente de cada segmento. Nótese que todas las líneas se cortan en un mismo punto, el cual corresponde al TIR que se obtuvo de la evaluación de la prefactibilidad económica que se realizó en la sección anterior (véase cuadro 5.18).

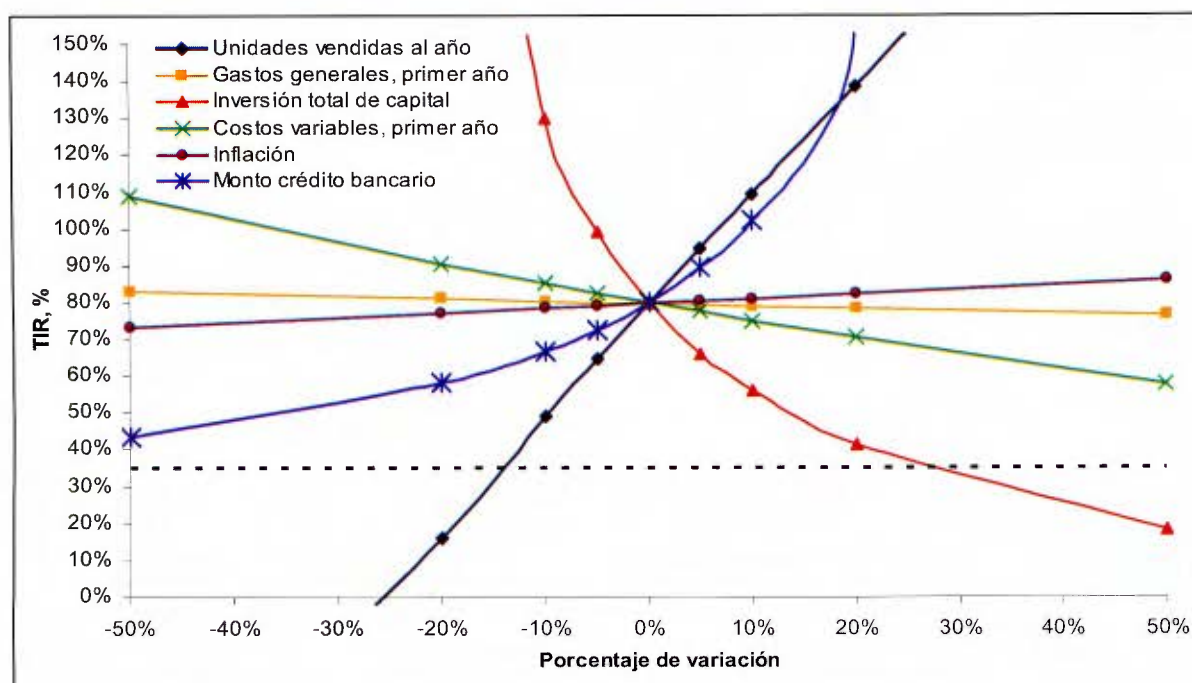


Figura 5.1. Resultados del análisis de sensibilidad.

Nótese que se trazó una línea punteada en el valor de TIR de 35%, esto porque a partir de ese valor, en vista de que el análisis está en colones, el proyecto se considera económicamente rentable. De esta manera, de los resultados del análisis de sensibilidad, se desprende que el proyecto muestra una holgura de, al menos, $\pm 50\%$ en las variaciones del mercado, en las variables: inflación, costos variables, gastos generales y monto del crédito bancario; pues en ningún caso el TIR cae por debajo del valor mínimo aceptado de 35%.

Dentro de este grupo de variables poco sensibles, la que menos sensibilidad presenta son los gastos generales, rubro en el que se encuentran los gastos administrativos y por concepto de distribución y mercadeo, las cuales son armas importantísimas para el éxito de cualquier empresa, y al ser poco sensible, si se destinasen más recursos en este aspecto, ni el VAN, ni el TIR variarían significativamente, y las retribuciones obtenidas por dicha asignación de recursos serán mucho muy positivas. Asimismo, la variable más sensible de este grupo de gran holgura, es el monto del crédito bancario que se obtiene para financiar el proyecto. Sin embargo, con los datos del flujo de caja del proyecto, si no se tuviese financiamiento del todo, igual sería rentable (véase cuadro 5.18), por lo que la incertidumbre de $\pm 50\%$, mencionada anteriormente, es aún mayor.

Sin embargo, existen dos variables que sí caen por debajo del TIR de 35%, en el ámbito que se evaluó, las unidades vendidas al año y la inversión total de capital. El proyecto es sensible de mayor manera a los cambios en las unidades vendidas, de hecho, si se vendiesen menos de 5 750 unidades al año (una variación aproximada del -14% en las ventas) el proyecto no es rentable. Por lo que se establece como prioridad, colocar la totalidad de la producción dentro del mercado, que se abra un nicho para la bebida, de lo contrario el proyecto fracasará. Sin embargo, como se mencionó en la sección 3.5, el volumen de producción establecido representa menos del 1% del mercado potencial de este tipo de bebidas, por lo que, en teoría, no se tendría mayor dificultad en vender la totalidad de la producción del vino de naranjilla.

De igual manera, desde la otra perspectiva, se justifica la utilización de la totalidad de la cosecha de naranjilla para la elaboración de la bebida fermentada, en lugar del 50% con el que se realizó el presente estudio, pues esto representaría un aumento del 365% en el valor del TIR y del 632% en el VAN.

La otra variable sensible es la inversión total de capital, si dicha inversión aumentase más del 27% de lo que se estimó (más de \$50 000 000) el proyecto no será factible desde la perspectiva económica. Sin embargo, el estudio se realizó forzando el análisis económico, esto es, inflando costos; por lo que se prevé que sea más probable una disminución que un aumento en cuanto a este rubro, y como es altamente sensible, el proyecto se verá beneficiado. Asimismo, si se evaluaran otras alternativas viables y más económicas que sustituyan algún proceso propuesto, como la clarificación con centrifuga, el proyecto se verá muy beneficiado.

5.10. FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Mediante los resultados que se obtuvieron del anterior análisis económico, se determina que la elaboración de vino de naranjilla, bajo las condiciones propuestas, es un proyecto factible, sostenible y sustentable, su implementación y desarrollo son rentables económicamente y viables en el período de tiempo evaluado.

6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

Una vez que se finaliza con la elaboración del presente estudio de prefactibilidad, las conclusiones que se desprenden acerca del proceso de elaboración del vino de naranjilla propuesto son:

1. El volumen de producción de la planta es de 101 l/lote semanal de vino de naranjilla, lo que corresponde a 134 unidades de 750 ml cada semana; como se trabajan 50 semanas al año, pues 2 semanas son de vacaciones obligatorias por ley, la producción anual es de 6700 unidades, cuyo precio unitario se establece en ¢4 750/unidad para el primer año de producción, esta producción representa menos del 1% del mercado potencial del producto, que se estimó en 6 553 000 kg/año.
2. El vino de naranjilla que se obtiene con el proceso propuesto, es un producto que presenta una concentración de azúcares residuales de 25 g/l y una concentración de etanol de 13,67% m/m.
3. No es necesario realizar corrección alguna de pH, pero sí de azúcares, éstos se corrigen mediante la adición de sacarosa hasta obtener 20 °Brix en cada uno de los medios que así lo requieran.
4. Se adiciona al medio antes de que se inicie su fermentación alcohólica 0,01 % m/m de enzima pectinolítica Ultrazym 100, como coadyuvante de clarificación.

5. La fermentación alcohólica se llevará a cabo durante 56,12 horas. Durante dicho tiempo debe circular agua de enfriamiento a razón de 0,77 l/min, para mantener la temperatura del medio fermentativo en 30 °C. Asimismo, se llevará un control de temperatura y densidad tomando datos de estos parámetros cada 3 horas. Una vez que se clarifica, se pasteuriza el vino obtenido elevándose la temperatura a 75 °C y manteniéndola así durante 2 minutos. Esta pasteurización se realiza mediante la combustión de LPG.
6. De los resultados del análisis de sensibilidad del proyecto, se desprende que éste es altamente sensible a los cambios en las unidades vendidas, de hecho, si se vendiesen menos de 5750 unidades al año (una variación aproximada del -14% en las ventas) el proyecto no es rentable.
7. La inversión total de capital no debe exceder el 27% del valor estimado, esto es más de \$50 000 000, pues el proyecto no sería económicamente factible, según se desprende del análisis de sensibilidad.
8. Asimismo, el proyecto muestra una holgura de, al menos, $\pm 50\%$ en las variaciones del mercado en las variables: inflación, costos variables, gastos generales y monto del crédito bancario.
9. Se concluye que el proyecto de elaboración del vino de naranjilla es factible, desde el punto de vista técnico, pues la tecnología, equipos y procesos que se requiere para desarrollarlo existen en la actualidad.
10. Mediante la elaboración del presente estudio de prefactibilidad, se obtuvo un valor actual neto (VAN [30%]) de \$12 439 062, una tasa interna de retorno (TIR) del 79,4% y un período de pago de 1,37 años (1 año y 4 meses y medio), determinándose que la elaboración del vino de naranjilla, bajo las condiciones propuestas, es un proyecto factible, sostenible y sustentable, su implementación y desarrollo son rentables económicamente y viables en el período de tiempo evaluado.

6.2. RECOMENDACIONES

Mediante el aprendizaje que se obtuvo a través del presente proyecto final de graduación, y en vista de las limitaciones que se presentan dentro del mismo, se indican las siguientes recomendaciones:

1. De acuerdo con los resultados que se obtuvieron, factibilidad tanto económica como técnica, se recomienda que se continúe con la siguiente etapa de implementación de proyectos y realizar el estudio a nivel de planta piloto, y así, por medio de corridas experimentales, que se determinen las condiciones definitivas de trabajo del proceso, esto es concentraciones, tiempos, temperaturas, así como otras posibles alternativas más económicas y/o eficientes a la hora de que se realicen las etapas propuestas.
2. Se recomienda, que a la hora de que se efectúe el estudio a nivel de planta piloto, se ensaye la clarificación del producto posterior a la fermentación, con algunos de los coadyuvantes de clarificación propuestos en la tabla 2.6, y, de esta manera, se determine un método de clarificación más económico e igual de efectivo que la centrifugación
3. Se recomienda suscribir la empresa bajo el título de persona jurídica, lo anterior para que se obtengan beneficios fiscales y, también, facilidades a la hora de solicitar el préstamo en la entidad bancaria.
4. A la hora de solicitar el préstamo bancario, se recomienda negociar un plazo del préstamo de más años (15 años), en lugar de los 5 años plazo con los que se evaluó en el presente estudio, esto con el fin de que se obtengan cuotas más bajas y, por tanto, mayores utilidades.

5. Se recomienda que al finalizar el estudio a nivel de planta piloto, se establezca un análisis sensorial, en el cual se analice la aceptabilidad por parte del mercado y las cualidades organolépticas del producto final, así como consideraciones de qué corregir en el mismo.
6. La venta de unidades es el aspecto que cuenta con mayor sensibilidad, y ésta se encuentra relacionada de una manera directamente proporcional a la producción de naranjilla, por lo que se recomienda la utilización de la totalidad de la cosecha de naranjilla para la elaboración del vino, en lugar del 50% con el que se realizó el estudio. Asimismo, al ser un proceso por lotes y con períodos de fermentación muy grandes, el proceso se adapta fácilmente para que se cubra este aumento de producción, únicamente, con la compra de otra marmita y la adecuada adaptación de los itinerarios de la planta.
7. Se recomienda, en vista de la poca sensibilidad y gran holgura que presenta el proyecto en el rubro de gastos generales, que se destine un 20% más de los recursos que se estipularon en el presente estudio, especialmente en el aspecto de distribución y mercadeo, pues este punto es de suma importancia en el éxito de una empresa nueva.

7

BIBLIOGRAFÍA

AGROTROPICAL. s.f. Lulo congelado (naranjilla) jugo natural y concentrado. INTERNET. http://www.agrotropical.andes.com/frutas_tropicales_lulo_naranjilla_pulpas_concentrados.htm. Consultado el 17/02/2007.

AIYAR, A. S. & LUEDEKING, R. s.f. A kinetic study of the alcoholic fermentation of glucose by *Saccharomyces Cerevisiae*. Bioengineering and Food Processing. 62(69): 55-59.

ALFARO, C. 2007. Helénica Proverde S.A. y CITA desarrollan productos a base de naranjilla. Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Costa Rica. INTERNET. <http://www.conicit.go.cr/boletin/boletin46/naranjilla.shtml>. Consultado el 17/02/2007.

ALFARO, M. 1998. Factibilidad técnica y financiera para el establecimiento de diez hectáreas de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam) en el cantón de Sarapiquí, provincia de Heredia. Proyecto final de graduación Lic. Economía Agrícola, Extensión y Gestión Agrícola. Universidad de Costa Rica. Grecia, Costa Rica.

ALZATE, L. 1988. El A, B, C del vino y del vinagre. 2 ed. Corporación Universitaria Lasallista. Medellín, Colombia.

AMERINE, M., KUNKEE, R., OUGH, C., SINGLETON, V. & WEBB, A. 1980. The technology of wine making. 4 ed. AVI. Westport, Connecticut.

BENAVIDES, K. 2003. Elaboración de dos tipos de vino de melón: dulce y seco. Tesis Lic. Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

BCCR. 2007. Informe de Inflación. Banco Central de Costa Rica. INTERNET. <http://www.bccr.fi.cr/ndie/Documentos/Informe%20de%20Inflacion%20Febrero%202007.pdf>. Consultado el 29/05/2007.

- BONE, L. 2005. Fichas técnicas de las principales frutas de la amazonía ecuatoriana. INTERNET. GTZ. Programa GESOREN. http://www.gtz-proyectopac.org/documentos/Nuevos_documentos/Frutas_fichas_tecnicas.pdf. Consultado el 17/02/2007.
- BONILLA, N. 2005. Estudio de prefactibilidad técnica y económica para la instalación de una planta formuladora de agroquímicos para el riego aéreo de los mismos en plantaciones de banano. Proyecto final de graduación Lic. Ing. Química. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- BOURDON, J. 1963. Los mejores métodos para fabricar jarabes-bebidas gaseosas-vinos de frutas-sidras. 2 ed. Sintet. Barcelona, España.
- CARBONELL, M. 1970. Tratado de vinicultura: anexo sobre vinagres. AEDOS. Barcelona, España.
- CASTELLANOS, C. 1980. Control microbiológico en la fabricación de vino. microorganismos indeseables, medidas para impedir su desarrollo. Programa de investigación y evaluación de la calidad de aguas, alimentos y bebidas en República Dominicana. Universidad de Santo Domingo.
- CASTRO, M. 2001. El valor actual neto (VAN) como criterio fundamental de evaluación de negocios. Economía y Desarrollo. 1(128): 180-194.
- COLQUICHAGUA, D. & FRANCO, E. 2002. Vino de Frutas. Intermediate Technology Development Group, Perú. INTERNET. http://www.itdg.org.pe/archivos/sistemas_deproduccion/vinodefrutas.pdf. Consultado el 06/03/2007.
- COMÉK. 2007. COMÉK línea de frutas. INTERNET. <http://www.comek.com.co/linea%20de%20frutas.htm>. Consultado el 14/04/2007.
- CONAMA. 1998. Guía para el control y la prevención de la contaminación industrial. Industria procesadora de frutas y hortalizas. Comisión Nacional de Medio Ambiente región metropolitana. Santiago, Chile. INTERNET. <http://www.sofofa.cl/ambiente/documentos/Industria%20Procesadoras%20de%20Frutas%20%20Hortalizas.pdf>. Consultado el 03/06/2007.

- CORDERO, S. 2006. Risk analysis. Compendium of readings. INCAE. Alajuela, Costa Rica
- COTTER, G. 1988. Administración de la producción. E.U.C.R. San José, Costa Rica.
- CULLEN, M. & ZILL, D. 2002. Ecuaciones diferenciales con problemas de valores en la frontera. 5 ed. Thomson Learning. México, D.F.
- DINSMOOR, A. 1974. Chemistry of winemaking. American Chemical Society. Washington D.C.
- DSE-MINAE. 2003. Situación del Gas Licuado de Petróleo en Costa Rica. Encuesta sector comercio. Dirección Sectorial de Energía, MINAE, Costa Rica. INTERNET. <http://www.dse.go.cr/03Publicaciones/04Tecnicas/situacionGLP.pdf>. Consultado el 25/05/2007.
- DON SELECTO. 2007. Diccionario del vino. INTERNET. <http://www.donselecto.net/com/diccionarios.asp?desde=&palabra=1131&clase=7>. Consultado el 06/03/2007.
- DORNIER, M., PERSIN, F., PIOMBO, G., POURCELLY, G., RUALES, J., SANDEAUX, J. & VERA, E. 2003. Deacidification of clarified tropical fruit juices by electrodialysis. Part II. Characteristics of deacidified juices. INTERNET. <http://www.aseanfood.info/Articles/11017353.pdf>. Consultado el 20/03/2007.
- FLANZY, C. 2000. Enología: Fundamentos Científicos y Tecnológicos. AMV Mundi Prensa. Madrid, España.
- FLOTTWEG. s.f. Broschure Centrifuga de discos Flottweg AC2500. INTERNET. http://www.flottweg.de/Broschu/%DCbersichtsprospekt_esp.pdf. Consultado el 21/03/2007.
- FOGLER, H. S. 2001. Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas. 3 ed. Pearson Education. Juárez, México.
- FONT, M. 2000. Elaboración de una bebida de mora (*Rubus sp*) fermentada, gasificada y de bajo contenido alcohólico (4%). Tesis Lic. Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

- FRUTOS, E. DE. 1994. Como están cambiando los gustos del consumidor de vinos. Alimentos Procesados. 13(9): 68.
- GAMBOA, R. & MORERA, S. 2002. Caracterización morfológica de tres introducciones de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) en un sistema de producción orgánico ubicado en Pocora, Guácimo, Costa Rica. Tesis Lic. Ing. Agrónoma. EARTH. Guácimo, Costa Rica.
- GATTONI, L. A. 1961. La naranjilla o lulo. Agricultura Tropical. 17(4): 218-224.
- HARBERGER, A. C. & JENKINS, G. P. 2003. Análisis de costo-beneficio de las decisiones de inversión (capítulos de evaluación financiera). Harvard Institute for International Development. INCAE. Alajuela, Costa Rica.
- HELÉNICA PROVERDE S.A. 2006. Naranjilla, Finca Santa Elena. INTERNET. http://www.mercanet.cnp.go.cr/mercado/Ofertas/Oferta_Agr%C3%ADcola.htm#FINCA. Consultado el 17/02/2007.
- HERNÁNDEZ, A. 2003. Microbiología Industrial. EUNED. San José, Costa Rica.
- HERNÁNDEZ, L. G. 2003. Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de aprovechamiento del gas carbónico producido en la fermentación de la melaza de caña. Proyecto final de graduación Lic. Ing. Química. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- HUGUET, A. 2007. Recomendaciones para la estimación de la inversión por capital de trabajo. Alajuela. Comunicación personal.
- IIT. 1963. Informe de los estudios tecnológicos sobre el procesamiento industrial del lulo. Instituto de Investigaciones Tecnológicas, Colombia.
- IZURIETA, B. 1987. Tomate de árbol y naranjilla (lulo) tratamiento como frutas frescas. In Reunión Técnica de la Red Latinoamericana de Agroindustria de Frutas Tropicales, Manizales. FAO. Manizales, Colombia. p. 73-78.
- KERN, D. 2003. Procesos de transferencia de calor. 1 ed. (34ª reimpresión). CECSA. México, D.F.

LATINO, S. & VEGA, D. 1986. Vinos de frutas tropicales. Boletín LABAL vol. 7, no. 3-4.

MAG, IICA. 2001. Naranja (Solanum quitoense Lam.). Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ecuador. INTERNET. http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Convenio%20MAG%20IICA/productos/naranja_mag.pdf. Consultado el 24/02/2007.

MALDONADO, O., ROLZ, C. & SCHNEIDER, S. 1975. Wine and vinegar production from tropical fruits. Journal of Food Science. 40: 262-265.

MITYC. s.f. Gases Licuados de Petróleo. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, España. INTERNET. <http://www.mityc.es/GLP>. Consultado el 25/05/2007.

MONTENEGRO, L. G. 1954. Los dorados frutos de la naranja. El Agro 1(4): 13-16.

MORALES, R. 1993. Comercialización de la naranja. Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín Agromercado no. 13.

MORENO-ARRIBAS, M. V. & POLO, M. C. 2005. Winemaking biochemistry and microbiology: current knowledge and future trends. Food Science and Nutrition. 45: 265-286.

NOGUERA, J. 1973. Enotecnia industrial. Dilagro. Lerida, España.

PETERS, M., TIMMERHAUS, K. & WEST, R. 2003. Plant design and economics for chemical engineers. 5 ed. McGraw-Hill. New York.

PIMA-CENADA a. 2006. Naranja. Programa Integral de Mercadeo Agropecuario, Costa Rica. INTERNET. http://www.pima.go.cr/Controls.aspx?control=NewsDetail_ascx&id=27. Consultado el 24/02/2007.

PIMA-CENADA b. 2007. Precios de venta del mayorista al minorista. Programa Integral de Mercadeo Agropecuario, Costa Rica. INTERNET. http://www.pima.go.cr/Controls.aspx?control=ViewBo_ascx&entidad=CENADA. Consultado el 24/02/2007.

PINNEGAR, F. 1971. How to make home wines and beers. Hamlyn. Londres.

- PSZCZOLKOWSKI, P a. 1985. Producción y elaboración de vinos blancos. II parte: aspectos microbiológicos y enzimáticos. Alimentos. 10(2): 39-44.
- PSZCZOLKOWSKI, P b. 1985. Producción y elaboración de vinos blancos. III parte: tecnología de la vinificación. Alimentos. 10(3): 50-55.
- RODRÍGUEZ, V. 2007. Producción de vinos en Costa Rica. Destilería Centroamericana S.A. Moravia, San José. Comunicación personal.
- ROMERO, C. R. 1961. El lulo: una fruta de importancia económica para Colombia. Agricultura Tropical. 17(4): 214-218.
- SABORÍO, D. s.f. Manejo de poscosecha naranjilla (*solanum quitoense*). aspectos básicos. Consejo Nacional Producción, Costa Rica. INTERNET. <http://www.mercanet.cnp.go.cr/Calidad/Poscosecha/Investigaciones/Frut%C3%ADcolas/Naranjilla.htm>. Consultado el 17/02/2007.
- SAG. (s.f.). Condiciones básicas para la aplicación de residuos líquidos industriales (riles) vitivinícolas en riego. Servicio Agrícola y Ganadero, Ministerio de Agricultura, Chile. INTERNET. http://www2.sag.gob.cl/Recursos-Naturales/guia_riles_vinos. Consultado el 03/06/2007.
- SCRAGG, A. 2000. Biotecnología para ingenieros. 3 ed. LIMUSA. México D.F.
- SICA. 2001. Identificación de Mercados y Tecnología, Naranjilla. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ecuador. INTERNET. http://www.sica.gov.ec/agro-negocios/productos%20para%20invertir/frutas/naranjilla/naranjilla_mag.pdf. Consultado el 27/02/2007.
- STANBURY, P. & WHITAKER, A. 1984. Principles of Fermentation Technology. Pergamon Press. Oxford, Inglaterra.
- TODOBODEGA. 2007. Vendimia, fermentación, crianza y embotellado. INTERNET. <http://www.todobodega.com>. Consultado el 06/03/2007.

- ULLOA, M. 2006. Prefactibilidad técnica y económica para instalar una fábrica de cremas para bebé. Proyecto final de graduación Lic. Ing. Química. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- VARELA, R. 2007. Información de producción de naranjilla. Pacayas, Cartago. Comunicación personal.
- VOGT, E. 1984. El vino: obtención, elaboración y análisis. 9 ed. Acribia. Zaragoza, España.
- WARD, O. 1989. Biotecnología de la fermentación. Acribia. Zaragoza, España.
- WOLFF, L. 1976. El cultivo de lulo o naranjilla (*solanum quitoense* Lam). In Seminario de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Medellín.
- ZHUANG, J. 2004. Economic analysis of cellulase production by *clostridium thermocellum* in solid state and submerged fermentation. Tesis Msc. Facultad de Agricultura. Universidad de Kentucky. Lexington, Kentucky. INTERNET. <http://lib.uky.edu/ETD/ukyagedc2004t00186/JZhuang.pdf>. Consultado el 26/04/2007.

APÉNDICES

1. MUESTRA DE CÁLCULO

A continuación, se presenta la muestra de cálculo que se utilizó en la evaluación de la prefactibilidad técnica y económica de una planta para la producción de un vino o bebida fermentada de naranjilla.

a.1. BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

Los balances de materia y energía del proceso se desglosan a continuación en cada una de sus operaciones unitarias y se ilustran con un ejemplo.

a.1.1. Despulpador

De acuerdo con el proceso, el primer paso es el despulpado de la naranjilla, mediante el cual se extrae su jugo para que se sirva como base de los inóculos y del mosto. Se ilustra el proceso de operación en el despulpador en la figura a.1.

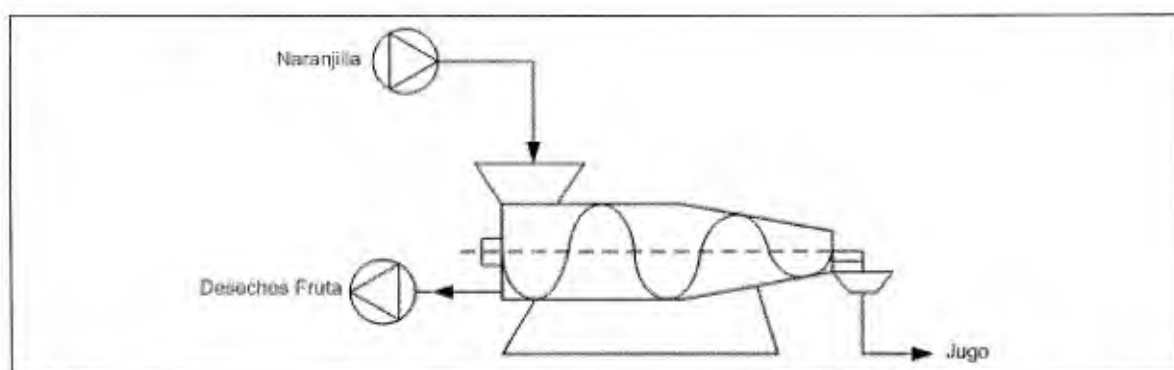


Figura a.1. Diagrama de la operación en el despulpador.

Los balances alrededor del despulpador, con respecto a la nomenclatura de la figura a.1, son:

Balance de materia general:

$$Naranjilla.b = Jugo.b + De sechos Fruta \quad (a.1)$$

Balance de masa de jugo:

$$(\% \text{ jugo naranjilla}) * \text{Naranjilla}.b = \text{Jugo}.b \quad (\text{a.2})$$

De esta manera, con el porcentaje de jugo de naranjilla obtenido de su caracterización, cuadro 3.1, columna 5, fila 4; con el despulpado de fruta para la elaboración del inóculo intermedio, cuadro 4.1, columna 3, fila 13; se obtiene la cantidad de jugo para el inóculo intermedio, dato que se encuentra en el cuadro 4.1, columna, fila 27, así como los desechos de esa corrida, los desechos totales (la suma de los generados en cada operación de despulpado) se muestran en el cuadro 4.1, columna 5, fila 13; sustituyendo en (a.1) y (a.2) los valores:

$$\text{Jugo}.b = (0,2367) * 43,60 = 10,3201 \text{kg}$$

$$\text{De sec hos Fruta} = 43,60 - 10,3201 = 33,2799 \text{kg}$$

a.1.2. Inóculos

En los inóculos se llevan a cabo las reacciones biológicas que se describen en el anexo 2, con su misma nomenclatura y mismos valores de los parámetros, exceptuando la ecuación correspondiente a la producción de etanol, porque se supone, de acuerdo a las condiciones del medio, que la producción de tal es despreciable. Por lo que se obtiene el siguiente sistema de ecuaciones diferenciales.

Balance de masa de levaduras:

$$\frac{dC_C}{dt} = \mu_{máx} \frac{C_S C_C}{K_S + C_S} \left(1 - \frac{C_P}{C_P^*} \right)^n - k_d C_C \quad (\text{a.3})$$

Balance de masa de sustrato (glucosa):

$$\frac{dC_S}{dt} = -\mu_{máx} \frac{C_S C_C}{K_S + C_S} \left(1 - \frac{C_P}{C_P^*} \right)^n - m C_C \quad (\text{a.4})$$

Para resolver dicho sistema de ecuaciones diferenciales, SuperPro Designer 5.1®, lo resuelve numéricamente, a continuación se esboza una breve explicación, Cullen & Zill (2002), y una iteración del método Runge-Kutta de cuarto orden, mediante el cual se evalúo el sistema. Así, si se aplica dicho método de análisis numérico al sistema:

$$\begin{aligned}x' &= f(t, x, y) \\y' &= g(t, x, y) \\x(t_0) &= x_0, y(t_0) = y_0\end{aligned}\tag{a.5}$$

se obtiene

$$\begin{aligned}x_{n+1} &= x_n + 1/6(m_1 + 2m_2 + 2m_3 + m_4) \\y_{n+1} &= y_n + 1/6(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) \\t_{n+1} &= t_0 + h\end{aligned}\tag{a.6}$$

donde

$$\begin{aligned}m_1 &= hf(t_n, x_n, y_n) & k_1 &= hg(t_n, x_n, y_n) \\m_2 &= hf(t_n + 1/2 h, x_n + 1/2 m_1, y_n + 1/2 k_1) & k_2 &= hg(t_n + 1/2 h, x_n + 1/2 m_1, y_n + 1/2 k_1) \\m_3 &= hf(t_n + 1/2 h, x_n + 1/2 m_2, y_n + 1/2 k_2) & k_3 &= hg(t_n + 1/2 h, x_n + 1/2 m_2, y_n + 1/2 k_2) \\m_4 &= hf(t_n + h, x_n + m_3, y_n + k_3) & k_4 &= hg(t_n + h, x_n + m_3, y_n + k_3)\end{aligned}\tag{a.7}$$

De esta manera, si se tuviesen más ecuaciones diferenciales, simplemente se requerirían sus condiciones iniciales, y de manera análoga cabría otra ecuación como la de (a.6) y otro conjunto de parámetros como (a.7).

Para la simulación del inóculo madre, se tiene el siguiente sistema de ecuaciones diferenciales, utilizando los parámetros del cuadro 2.5, un salto (h) de 1 hora y las siguientes condiciones iniciales (C_p se supone cero, tal como se mencionó al inicio de este apartado):

$$\begin{aligned}\frac{dC_c}{dt} &= 0,3 \frac{C_s C_c}{1,7 + C_s} \left(1 - \frac{C_p}{93}\right)^{0,52} - 0,01 C_c \\ \frac{dC_s}{dt} &= -0,3 \frac{C_s C_c}{1,7 + C_s} \left(1 - \frac{C_p}{93}\right)^{0,52} - 0,03 C_c \\ C_c(0) &= 0,2361 g/l, C_s(0) = 207,0898 g/l\end{aligned}$$

$$f(t_0, C_{C0}, C_{S0}) = \left. \frac{dC_C}{dt} \right|_0 = 0,3 \frac{C_{S0} C_{C0}}{1,7 + C_{S0}} \left(1 - \frac{C_{P0}}{93} \right)^{0,52} - 0,01 C_{C0} =$$

$$f(t_0, C_{C0}, C_{S0}) = 0,3 \frac{207,0898 \cdot 0,2361}{1,7 + 207,0898} \left(1 - \frac{0}{93} \right)^{0,52} - 0,01 \cdot 0,2361 =$$

$$f(0, 0,2361, 207,0898) = 0,06789 \text{ g / l} \cdot h$$

$$g(t_0, C_{C0}, C_{S0}) = \left. \frac{dC_S}{dt} \right|_0 = -0,3 \frac{C_{S0} C_{C0}}{1,7 + C_{S0}} \left(1 - \frac{C_{P0}}{93} \right)^{0,52} - 0,03 C_{C0} =$$

$$g(t_0, C_{C0}, C_{S0}) = -0,3 \frac{207,0898 \cdot 0,2361}{1,7 + 207,0898} \left(1 - \frac{0}{93} \right)^{0,52} - 0,03 \cdot 0,2361 =$$

$$g(0, 0,2361, 207,0898) = -0,07734 \text{ g / l} \cdot h$$

$$m_1 = hf(t_0, C_{C0}, C_{S0}) = 1 \cdot f(0, 0,2361, 207,0898) = 0,06789 \text{ g / l}$$

$$k_1 = hg(t_0, C_{C0}, C_{S0}) = 1 \cdot g(0, 0,2361, 207,0898) = -0,07734 \text{ g / l}$$

$$m_2 = hf(t_0 + 1/2 h, C_{C0} + 1/2 m_1, C_{S0} + 1/2 k_1) =$$

$$1 \cdot f(0 + 1/2 \cdot 1, 0,2361 + 1/2 \cdot 0,06789, 207,0898 + 1/2 \cdot (-0,07734)) = 0,07765 \text{ g / l}$$

$$k_2 = hg(t_0 + 1/2 h, C_{C0} + 1/2 m_1, C_{S0} + 1/2 k_1) =$$

$$1 \cdot g(0 + 1/2 \cdot 1, 0,2361 + 1/2 \cdot 0,06789, 207,0898 + 1/2 \cdot (-0,07734)) = -0,08845 \text{ g / l}$$

$$m_3 = hf(t_0 + 1/2 h, C_{C0} + 1/2 m_2, C_{S0} + 1/2 k_2) =$$

$$1 \cdot f(0 + 1/2 \cdot 1, 0,2361 + 1/2 \cdot 0,07765, 207,0898 + 1/2 \cdot (-0,08845)) = 0,07906 \text{ g / l}$$

$$k_3 = hg(t_0 + 1/2 h, C_{C0} + 1/2 m_2, C_{S0} + 1/2 k_2) =$$

$$1 \cdot g(0 + 1/2 \cdot 1, 0,2361 + 1/2 \cdot 0,07765, 207,0898 + 1/2 \cdot (-0,08845)) = -0,09005 \text{ g / l}$$

$$m_4 = hf(t_0 + h, C_{C0} + m_3, C_{S0} + k_3) =$$

$$1 \cdot f(0 + 1, 0,2361 + 0,07906, 207,0898 + (-0,09005)) = 0,09062 \text{ g / l}$$

$$k_4 = hg(t_0 + h, C_{C0} + m_3, C_{S0} + k_3) =$$

$$1 \cdot g(0 + 1, 0,2361 + 0,07906, 207,0898 + (-0,09005)) = -0,1032 \text{ g / l}$$

$$C_{C1} = C_{C0} + 1/6(m_1 + 2m_2 + 2m_3 + m_4) =$$

$$C_{C1} = 0,2361 + 1/6(0,06789 + 2 \cdot 0,07765 + 2 \cdot 0,07906 + 0,09062) = 0,3148 \text{ g / l}$$

$$C_{S1} = C_{S0} + 1/6(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) =$$

$$C_{S1} = 207,0898 + 1/6((-0,07734) + 2 \cdot (-0,08845) + 2 \cdot (-0,09005) - 0,1032) = 207,0002 \text{ g / l}$$

$$t_1 = t_0 + h = 0 + 1 = 1h$$

Estos valores de C_{C1} y C_{S1} representan las concentraciones de levadura y glucosa, respectivamente, a la hora de iniciado el período de incubación, el cual es de 18 horas; por lo que, al ser $h = 1h$, se repite el procedimiento anterior 17 veces más para que se obtengan las concentraciones a la salida del inóculo madre. Las propiedades de dicha mezcla, al término del período de incubación, se muestran en el cuadro 4.1, columna 13 (Inóculo.b), filas 32-48.

En cuanto al inóculo intermedio se aplica el mismo método y el mismo sistema de ecuaciones, lo que cambia son los valores de las concentraciones iniciales. De esta manera, una vez que se aplica el método para las 18 horas de incubación, las propiedades del inóculo intermedio, que siembra el fermentador principal, se muestran en el cuadro 4.1, columna 18 (Inóculo.c), filas 49-65.

1.3. Fermentador

En cuanto a la fermentación alcohólica se establece el siguiente sistema de ecuaciones diferenciales, similar al de los inóculos, que se describió en la sección anterior, pero involucra la producción de etanol y los cambios que esta ocasiona al sistema.

Balance de masa de levaduras:

$$\frac{dC_C}{dt} = Y_{C/S} \mu_{\max} \frac{C_S C_C}{K_S + C_S} \left(1 - \frac{C_P}{C_P^*}\right)^n - k_d C_C \quad (\text{a.8})$$

Balance de masa de sustrato (glucosa):

$$\frac{dC_S}{dt} = -Y_{C/S} \mu_{\max} \frac{C_S C_C}{K_S + C_S} \left(1 - \frac{C_P}{C_P^*}\right)^n - Y_{P/S} \mu_{\max} \frac{C_S C_C}{K_S + C_S} \left(1 - \frac{C_P}{C_P^*}\right)^n - m C_C \quad (\text{a.9})$$

Balance de masa del producto (etanol):

$$\frac{dC_P}{dt} = Y_{P/S} \mu_{\max} \frac{C_S C_C}{K_S + C_S} \left(1 - \frac{C_P}{C_P^*}\right)^n \quad (\text{a.10})$$

De esta manera, el siguiente es el sistema de ecuaciones diferenciales por resolver, con los parámetros del cuadro 2.5, un salto (h) de 2,0785 horas y las siguientes condiciones iniciales:

$$\frac{dC_C}{dt} = 0,024 \frac{C_S C_C}{1,7 + C_S} \left(1 - \frac{C_P}{93}\right)^{0,52} - 0,01 C_C$$

$$\frac{dC_S}{dt} = -0,159 \frac{C_S C_C}{1,7 + C_S} \left(1 - \frac{C_P}{93}\right)^{0,52} - 0,03 C_C$$

$$\frac{dC_P}{dt} = 0,135 \frac{C_S C_C}{1,7 + C_S} \left(1 - \frac{C_P}{93}\right)^{0,52}$$

$$C_C(0) = 11,0057 \text{ g/l}, C_S(0) = 195,2298 \text{ g/l}, C_P(0) = 0 \text{ g/l}$$

$$f(t_0, C_{C0}, C_{S0}, C_{P0}) = \left. \frac{dC_C}{dt} \right|_0 = 0,024 \frac{C_{S0} C_{C0}}{1,7 + C_{S0}} \left(1 - \frac{C_{P0}}{93}\right)^{0,52} - 0,01 C_{C0} =$$

$$f(t_0, C_{C0}, C_{S0}, C_{P0}) = 0,024 \frac{195,2298 \cdot 11,0057}{1,7 + 195,2298} \left(1 - \frac{0}{93}\right)^{0,52} - 0,01 \cdot 11,0057 =$$

$$f(0, 11,0057, 195,2298, 0) = 0,1518 \text{ g/l} \cdot h$$

$$g(t_0, C_{C0}, C_{S0}, C_{P0}) = \left. \frac{dC_S}{dt} \right|_0 = -0,159 \frac{C_{S0} C_{C0}}{1,7 + C_{S0}} \left(1 - \frac{C_{P0}}{93}\right)^{0,52} - 0,03 C_{C0} =$$

$$g(t_0, C_{C0}, C_{S0}, C_{P0}) = -0,159 \frac{195,2298 \cdot 11,0057}{1,7 + 195,2298} \left(1 - \frac{0}{93}\right)^{0,52} - 0,03 \cdot 11,0057 =$$

$$g(0, 11,0057, 195,2298, 0) = -2,0650 \text{ g/l} \cdot h$$

$$d(t_0, C_{C0}, C_{S0}, C_{P0}) = \left. \frac{dC_P}{dt} \right|_0 = 0,135 \frac{C_{S0} C_{C0}}{1,7 + C_{S0}} \left(1 - \frac{C_{P0}}{93}\right)^{0,52} =$$

$$d(t_0, C_{C0}, C_{S0}, C_{P0}) = 0,135 \frac{195,2298 \cdot 11,0057}{1,7 + 195,2298} \left(1 - \frac{0}{93}\right)^{0,52} =$$

$$d(0, 11,0057, 195,2298, 0) = 1,4729 \text{ g/l} \cdot h$$

$$m_1 = hf(t_0, C_{C0}, C_{S0}, C_{P0}) = 2,0785 \cdot f(0, 11.0057, 195.2298, 0) = 0,3155g/l$$

$$k_1 = hg(t_0, C_{C0}, C_{S0}, C_{P0}) = 2,0785 \cdot g(0, 11.0057, 195.2298, 0) = -4,2920g/l$$

$$j_1 = hd(t_0, C_{C0}, C_{S0}, C_{P0}) = 2,0785 \cdot d(0, 11.0057, 195.2298, 0) = 3,0615g/l$$

$$\begin{aligned} m_2 &= hf(t_0 + 1/2 h, C_{C0} + 1/2 m_1, C_{S0} + 1/2 k_1, C_{P0} + 1/2 j_1) = \\ &2,0785 \cdot f(0 + 1/2 \cdot 2,0785, 11.0057 + 1/2 \cdot 0,3155, 195.2298 + 1/2 \cdot (-4,2920), 0 + 1/2 \cdot 3,0615) = \\ &2,0785 \cdot f(1,03925, 11,1634, 194,6145, 1,5307) = 0,31524g/l \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k_2 &= hg(t_0 + 1/2 h, C_{C0} + 1/2 m_1, C_{S0} + 1/2 k_1, C_{P0} + 1/2 j_1) = \\ &2,0785 \cdot g(0 + 1/2 \cdot 2,0785, 11.0057 + 1/2 \cdot 0,3155, 195.2298 + 1/2 \cdot (-4,2920), 0 + 1/2 \cdot 3,0615) = \\ &2,0785 \cdot g(1,03925, 11,1634, 194,6145, 1,5307) = -4,3218g/l \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} j_2 &= hd(t_0 + 1/2 h, C_{C0} + 1/2 m_1, C_{S0} + 1/2 k_1, C_{P0} + 1/2 j_1) = \\ &2,0785 \cdot d(0 + 1/2 \cdot 2,0785, 11.0057 + 1/2 \cdot 0,3155, 195.2298 + 1/2 \cdot (-4,2920), 0 + 1/2 \cdot 3,0615) = \\ &2,0785 \cdot d(1,03925, 11,1634, 194,6145, 1,5307) = 3,0784g/l \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_3 &= hf(t_0 + 1/2 h, C_{C0} + 1/2 m_2, C_{S0} + 1/2 k_2, C_{P0} + 1/2 j_2) = \\ &2,0785 \cdot f(0 + 1/2 \cdot 2,0785, 11.0057 + 1/2 \cdot 0,31524, 195.2298 + 1/2 \cdot (-4,3218), 0 + 1/2 \cdot 3,0784) = \\ &2,0785 \cdot f(1,03925, 11,1633, 193,0689, 1,5391) = 0,31521g/l \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k_3 &= hg(t_0 + 1/2 h, C_{C0} + 1/2 m_2, C_{S0} + 1/2 k_2, C_{P0} + 1/2 j_2) = \\ &2,0785 \cdot g(0 + 1/2 \cdot 2,0785, 11.0057 + 1/2 \cdot 0,31524, 195.2298 + 1/2 \cdot (-4,3218), 0 + 1/2 \cdot 3,0784) = \\ &2,0785 \cdot g(1,03925, 11,1633, 193,0689, 1,5391) = -4,3216g/l \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} j_3 &= hd(t_0 + 1/2 h, C_{C0} + 1/2 m_2, C_{S0} + 1/2 k_2, C_{P0} + 1/2 j_2) = \\ &2,0785 \cdot d(0 + 1/2 \cdot 2,0785, 11.0057 + 1/2 \cdot 0,31524, 195.2298 + 1/2 \cdot (-4,3218), 0 + 1/2 \cdot 3,0784) = \\ &2,0785 \cdot d(1,03925, 11,1633, 193,0689, 1,5391) = 3,1050g/l \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_4 &= hf(t_0 + h, C_{C0} + m_3, C_{S0} + k_3, C_{P0} + j_3) = \\ &2,0785 \cdot f(0 + 2,0785, 11.0057 + 0,31521, 195.2298 + (-4,3216), 0 + 3,1050) = 0,3146g/l \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k_4 &= hg(t_0 + h, C_{C0} + m_3, C_{S0} + k_3, C_{P0} + j_3) = \\ &2,0785 \cdot g(0 + 2,0785, 11.0057 + 0,31521, 195.2298 + (-4,3216), 0 + 3,1050) = -4,3493g/l \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} j_4 &= hd(t_0 + h, C_{C0} + m_3, C_{S0} + k_3, C_{P0} + j_3) = \\ &2,0785 \cdot d(0 + 2,0785, 11.0057 + 0,31521, 195.2298 + (-4,3216), 0 + 3,1050) = 3,0935g/l \end{aligned}$$

$$C_{C1} = C_{C0} + 1/6(m_1 + 2m_2 + 2m_3 + m_4) =$$

$$C_{C1} = 11.0057 + 1/6(0,3155 + 2 \cdot 0,31524 + 2 \cdot 0,31521 + 0,3146) = 11,3209g/l$$

$$C_{S1} = C_{S0} + 1/6(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) =$$

$$C_{S1} = 195.2298 + 1/6((-4,2920) + 2 \cdot (-4,3218) + 2 \cdot (-4,3216) - 4,3493) = 190,9085g/l$$

$$C_{P1} = C_{P0} + 1/6(j_1 + 2j_2 + 2j_3 + j_4) =$$

$$C_{P1} = 0 + 1/6(3,0615 + 2 \cdot 3,0784 + 2 \cdot 3,1050 + 3,0935) = 3,0870g/l$$

Así se continua sucesivamente aplicando el método de Runge-Kutta de cuarto orden hasta que $t = 56,12h$, que es cuando se alcanza una concentración de azúcares residuales tal que cuando se llevan a cabo las operaciones subsecuentes el producto final posee 25 g/l de dichos azúcares. Asimismo, cuando la C_p es 8 g/l menor al valor de C_p^* (93 g/l), el término $(1 - C_p / C_p^*)^n$ se elimina de las ecuaciones de producción de etanol y consumo de sustrato. De esta manera, las propiedades de la mezcla que abandona el fermentador principal se muestran en el cuadro 4.1, columna 23 (Vino joven), filas 66-82.

Por otra parte, en cuanto al balance de energía, el calor de reacción de la producción de etanol por fermentación de azúcares es -133,3 kcal/kg $C_6H_{12}O_6$ fermentada, lo cual quiere decir que es exotérmico por lo que si no se hiciese circular algún agente refrigerante por la chaqueta de la marmita la temperatura del medio aumentaría y el desarrollo microbiológico se vería truncado y, por supuesto, la correspondiente producción de etanol. La cantidad de glucosa fermentada se obtiene de la diferencia entre el inicio y el final del proceso de fermentación alcohólica, mediante la siguiente ecuación:

$$C_6H_{12}O_6 ferment = C_{S0}V_0 - C_{Sf}V_f \quad (a.11)$$

Puesto que se genera etanol, la carga volumétrica del fermentador varía desde 112,76 l hasta 115,56 l, como se menciona en la sección 4.3, y las concentraciones iniciales y finales del proceso fermentativo obtenidas de la solución del sistema de ecuaciones diferenciales son $C_{S0} = 195,2298$ g/l y $C_{Sf} = 22,6720$ g/l, por lo que sustituyendo en (a.11), la cantidad de glucosa fermentada es

$$C_6H_{12}O_6 ferment = (195,2298 \cdot 112,76 - 22,6720 \cdot 115,56) / 1000 = 19,394kg$$

Para el presente caso, la magnitud de generación de calor del proceso fermentativo se obtiene aplicándose la siguiente ecuación:

$$\dot{Q} = \frac{Q_{rxn} \cdot C_6H_{12}O_6 ferment}{t_{rxn}} \quad (a.12)$$

$$\dot{Q} = \frac{-133,3 \cdot 19,394}{56,12} = 46,06 \text{ kcal / h}$$

Como agente refrigerante se utiliza agua a 20°C ($C_p=1,0023 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$), se supone que sale a 21°C; así, el flujo másico de agua requerido durante las 56,12 h del proceso fermentativo, se obtiene del balance de energía, el cual adecuándolo se sintetiza en la ecuación (a.13), dicho resultado se muestra en el cuadro 4.4, fila 2, columna 3:

$$\dot{M}_{H_2O} = \frac{\dot{Q}}{C_p \Delta T} \quad (\text{a.13})$$

$$\dot{M}_{H_2O} = \frac{46,06}{1,0023 \cdot 1} = 45,95 \text{ kg / h}$$

1.4. Centrifugación

De acuerdo con el proceso propuesto, luego de la fermentación alcohólica se trasiega la mezcla denominada vino joven a la centrífuga, mediante la cual se clarifica dicha mezcla. Se ilustra el proceso de operación en la centrífuga en la figura a.2.

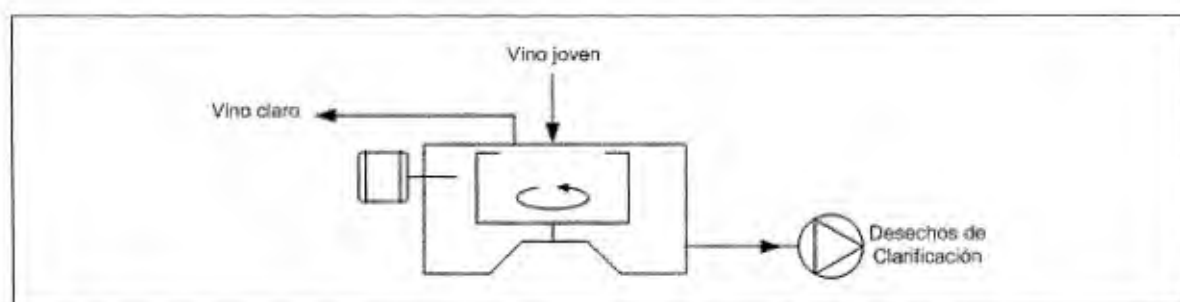


Figura a.2. Diagrama de la operación en la centrífuga.

Con respecto a la nomenclatura de la figura a.2, y con una concentración de sólidos en los desechos de 262,25 g/l, removiéndose el 100% de levadura, levadura muerta, $K_2S_2O_5$, $(NH_4)_3PO_4$ y Ultrazym, los balances alrededor de la centrífuga son:

Balance de materia general:

$$Vino\ joven = Vino\ claro + Desechos\ clarificación \quad (a.14)$$

Balance de sólidos:

$$C_{sólidos\ a\ eliminar|_{Vino\ joven}} \frac{Vino\ joven}{\rho_{Vino\ joven}} = C_{sólidos\ a\ eliminar|_{Desechos}} \frac{Desechos}{\rho_{Desechos}} \quad (a.15)$$

Donde

$$C_{sólidos\ a\ eliminar|_{Vino\ joven}} = \frac{m_{levadura} + m_{levadura\ muerto} + m_{(NH_4)_3PO_4} + m_{K_2S_2O_5} + m_{Ultrasym}}{Vino\ joven / \rho_{Vino\ joven}} \quad (a.16)$$

De esta manera, con los datos de la corriente Vino joven que se obtienen de la resolución del sistema de ecuaciones diferenciales para la fermentación alcohólica durante 56,12 horas, cuadro 4.1, columna 23, filas 66-82; junto con los valores de concentración de sólidos en los desechos y densidad de los mismos, sustituyendo en las ecuaciones (a.14), (a.15) y (a.16) se obtienen los resultados de las corrientes Vino claro y Desecho sólido, que se muestran, respectivamente, en el cuadro 4.1, columnas 26 y 25, filas 66-82:

$$C_{sólidos\ a\ eliminar|_{Vino\ joven}} = \frac{2,6556 + 1,0913 + 0,0113 + 0,0136 + 0,0112}{(114,0512 \cdot 1000) / 986,940} = 32,736\ g / l$$

$$Desechos = 32,736 \frac{114,0512 \cdot 1000}{986,940} \cdot \frac{1086,947}{262,250 \cdot 1000} = 15,6795\ kg / lote$$

$$Vino\ claro = 114,0512 - 15,6795 = 98,3717\ kg / lote$$

1.5. Pasteurización

En la pasteurización lo importante son dos balances de energía, el primero para calentamiento hasta las condiciones de esterilización, con gas licuado de petróleo (LPG) o vapor, y el segundo de enfriamiento desde esas condiciones para su embotellado.

En cuanto al primer balance de energía, se requiere esterilizar la mezcla calentándola hasta 75 °C y manteniéndola en esta temperatura durante 2 minutos; la carga energética asociada a este cambio se obtiene de la siguiente manera:

$$Q = \frac{M \cdot \bar{Cp} \cdot \Delta T}{\eta} \quad (a.17)$$

Donde

$$\bar{Cp} = \sum \omega_i Cp_i \quad (a.18)$$

Así el valor de los Cp_i se obtiene del Kern (2003), evaluado a la temperatura media del calentamiento (52,5 °C), mientras que los valores de ω_i , se obtienen de dividir la cantidad del componente i entre el total de la corriente, esto con los valores del cuadro 4.1, columna 26 (A pasteurizar), filas 66-82, al evaluar con estos datos (a.18) y (a.17) se obtiene:

$$\begin{aligned} \bar{Cp} &= \omega_{H_2O} Cp_{H_2O} + \omega_{C_2H_5OH} Cp_{C_2H_5OH} + \omega_{\text{ác. cítrico}} Cp_{\text{ác. cítrico}} + \omega_{C_6H_{12}O_6} Cp_{C_6H_{12}O_6} + \omega_{g\dot{n}l} Cp_{g\dot{n}l} \\ \bar{Cp} &= 0,7992 \cdot 0,98 + 0,139 \cdot 0,67 + 0,0345 \cdot 0,5 + 0,0256 \cdot 0,434 + 0,0017 \cdot 0,6 = 0,9057 kcal / kg^{\circ} C \\ Q &= \frac{98,3717 \cdot 0,9057 \cdot (75 - 30)}{0,9} = 4454,9 kcal \end{aligned}$$

Una vez que se obtiene la carga energética que se requiere proporcionar, se calcula: en el caso del vapor su flujo másico y para el LPG la cantidad del mismo requerida, ambos datos se obtienen a partir del balance energético correspondiente, lo que se representa, respectivamente, en las ecuaciones a.19 y a.20:

$$\dot{M}_{vap} = \frac{Q}{\lambda \cdot t_{cal}} \quad (a.19)$$

$$M_{LPG} = \frac{Q}{\eta_{comb} \cdot \overline{PC}_{LPG}} \quad (a.20)$$

Donde

$$\overline{PC}_{LPG} = \omega_{prop} \left(\frac{PCI_{prop} + PCS_{prop}}{2} \right) + \omega_{but} \left(\frac{PCI_{but} + PCS_{but}}{2} \right) \quad (a.21)$$

De esta manera, suponiendo uso de vapor saturado a 152 °C y un tiempo de calentamiento de 15 minutos, con el valor de su calor latente de vaporización (λ) mostrado en el cuadro 4.4, fila 3, columna 2, se obtiene, sustituyendo en la ecuación (a.19), el flujo másico de vapor requerido, el cual se muestra en el cuadro 4.4, fila 3, columna 3. Para el LPG, el poder calórico medio se obtiene sustituyendo en la ecuación (a.21) los valores de poder calórico superior (PCS) e inferior (PCI), valores que se muestran en el cuadro 4.3, filas 4 y 5, columna 2 para el propano y columna 3 para el butano, y los porcentajes en masa de dichos componentes que se muestran en el cuadro 4.4, fila 4, columna 2, el resultado del cálculo del poder calórico medio se encuentra en el cuadro 4.4, fila 4, columna 2; luego con este resultado y la eficiencia de calor de combustión que también se muestra en el cuadro 4.4, fila 4, columna 2, mediante la ecuación (a.20), se obtiene la cantidad de LPG requerido por lote de producción que se muestra en el cuadro 4.4, fila 4, columna 3

$$\dot{M}_{vap} = \frac{4454,9}{487,3 \cdot 0,25} = 36,57 kg / h$$

$$\overline{PC}_{LPG} = 0,61 \left(\frac{11082 + 12052}{2} \right) + 0,39 \left(\frac{10938 + 11867}{2} \right) = 11502,8 kcal / kg$$

$$M_{LPG} = \frac{4454,9}{0,9 \cdot 11502,8} = 0,43 kg$$

En cuanto al segundo y último balance de energía, es el resultante por enfriar la mezcla desde la temperatura de esterilización hasta la temperatura ambiente (25 °C) para su embotellado, lo anterior mediante la circulación por la chaqueta de la marmita de agua de enfriamiento a 20 °C ($C_p=1,0023 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$), con lo que se evalúa de nuevo la ecuación (a.17), pero cambiando el ΔT para el correspondiente a este caso, que se muestra en el cuadro 4.4, columna 2, fila 5, por lo que también cambia la temperatura media de enfriamiento y por lo tanto el correspondiente C_p medio

$$\begin{aligned} \overline{Cp} &= \omega_{H_2O} Cp_{H_2O} + \omega_{C_2H_5OH} Cp_{C_2H_5OH} + \omega_{ác. cítrico} Cp_{ác. cítrico} + \omega_{C_6H_{12}O_6} Cp_{C_6H_{12}O_6} + \omega_{gñi} Cp_{gñi} \\ \overline{Cp} &= 0,7992 \cdot 0,98 + 0,139 \cdot 0,675 + 0,0345 \cdot 0,52 + 0,0256 \cdot 0,435 + 0,0017 \cdot 0,6 = 0,9071 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \\ Q &= \frac{98,3717 \cdot 0,9071 \cdot (75 - 25)}{0,9} = 4957,38 \text{ kcal} \end{aligned}$$

Así, bajo las mismas suposiciones del enfriamiento durante la fermentación, el flujo másico de agua requerido, para enfriar el lote en 2 horas, se obtiene del balance de energía, el cual adecuándolo se sintetiza en la ecuación (a.22), dicho resultado se muestra en el cuadro 4.4, fila 5, columna 3: 0,9071

$$\begin{aligned} \dot{M}_{H_2O} &= \frac{Q}{Cp \cdot \Delta T \cdot t_{enfr}} \quad (a.22) \\ \dot{M}_{H_2O} &= \frac{4957,38}{1,0023 \cdot 1 \cdot 2} = 2473 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

a.2. DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS

Los equipos que se dimensionaron son: la centrífuga, el filtro percolador del tratamiento de desechos líquidos y diversos recipientes, como la marmita, el tanque agitado, el erlenmeyer y el tanque de almacenamiento intermedio, así como las capacidades mínimas de procesamiento en la despulpadora y los procesos de llenado, tapado y etiquetado. En cuanto a estos últimos, como el proceso diseñado es por lotes, su dimensionamiento es muy sencillo y para todos estos recipientes el volumen se obtiene a través de la ecuación (a.22) y el diámetro con la ecuación (a.23), esto tomando en cuenta que la altura es igual al diámetro

$$V = \frac{V_{liq}}{1 - \%vacío} \quad (a.22)$$

$$D = 100 \cdot \sqrt[3]{\frac{4 \cdot (V / 1000)}{\pi}} \quad (a.23)$$

Para el caso del tanque de almacenamiento intermedio, con un 10% de espacio vacío, y con el volumen de líquido que se muestra en el cuadro 4.1, columna 26 (vino claro), fila 82, sustituyendo en la ecuación (a.22) y (a.23) se obtienen sus dimensiones, las cuales se muestran en el cuadro 4.5, columna 3, fila 6

$$V = \frac{101,1351}{1 - 0,10} = 112,37l$$

$$D = 100 \cdot \sqrt[3]{\frac{4 \cdot (112,37 / 1000)}{\pi}} = 52,30cm$$

De esta manera, para los demás recipientes: la marmita, el tanque agitado y el erlenmeyer, se procede de forma análoga al caso anterior, y sus resultados se muestran en el cuadro 4.5, columna 3, filas 2-4.

Para el caso de la centrífuga, se dimensionó utilizando el criterio del factor sigma (σ), el cual especifica el tamaño de una centrífuga por el área superficial equivalente de un tanque de sedimentación que obtenga el mismo rendimiento de separación, dicho factor se calcula de acuerdo con la ecuación (a.24)

$$\sigma = \frac{\dot{V}}{\eta_{sed} \left[\frac{d_{lim}^2 \cdot \Delta\rho \cdot g}{18\mu} \right]} \quad (a.24)$$

En este caso, el factor sigma se calculó con los valores que se especifican en la operación de la centrífuga en la simulación del proceso, los cuales son: flujo volumétrico de salida de 3,85 l/min, densidad del solvente 1000kg/m³, densidad de las partículas 1005 kg/m³, diámetro límite de partícula 1 μ m, viscosidad del solvente 1,5 cP y una eficiencia de sedimentación del 30%, por lo que sustituyendo en la ecuación (a.24) se obtiene el factor sigma, el cual se muestra en el cuadro 4.5, columna 3, fila 5

$$\sigma = \frac{6,4174054 \times 10^{-5}}{0,3 \left[\frac{(1 \times 10^{-6})^2 \cdot (1005 - 1000) \cdot 9,806}{18 \cdot 1,5 \times 10^{-3}} \right]} = 117798,59 m^2$$

Para el filtro percolador que se utilizará en el tratamiento de los desechos líquidos, se utiliza la metodología de cálculo que se emplea en Kiely (1999), con la que se determina el volumen del medio filtrante mediante la ecuación 4.1, despejada para el volumen del lecho filtrante, tal y como se muestra en la ecuación (a.25). La cual se evalúa con los parámetros mencionados en la sección 4.7: eficiencia de remoción de $DBO_{5,20}$ de 70%, carga biológica diaria de 0,28 kg $DBO_{5,20}$ /día y factor de recirculación 1, porque no se tendrá recirculación

$$V = \frac{DBO_{5,20}}{\left[\frac{\left(\frac{100}{\eta} - 1 \right)}{0,4425} \right]^2 \cdot f} \quad (a.25)$$

$$V = \frac{0,28}{\left[\frac{\left(\frac{100}{70} - 1 \right)}{0,4425} \right]^2 \cdot 1} = 300 l$$

Con respecto al cálculo de la capacidad mínima de procesamiento para la despulpadora, éste se obtiene, para cada pasada de fruta, con la ecuación (a.26): dividiendo la masa de naranjilla procesada en el despulpador (cuadro 4.1, fila 14, columnas 2, 3 y 4) entre su correspondiente tiempo máximo de procesamiento, que se obtiene, del diagrama de flujo (figura 4.5), restándole a los tiempos del cuadro de balance de las corrientes 1, 3 y 6 sus respectivos tiempos de alimentación de la naranjilla. De esta manera, el tiempo mínimo de procesamiento será el menor de los calculados al aplicarse el procedimiento anterior, dicho resultado se muestra en el cuadro 4.5, fila 7, columna 3.

$$Cap\ mín\ proc|_{Desp} = \frac{M_{fruit}}{t_{Desp}} \quad (a.26)$$

$$Cap\ mín\ proc|_{Desp} = \frac{392,4}{1,61} = 243,73\ kg / h$$

Con respecto a los procesos de llenado, tapado y etiquetado, la duración del conjunto de estas actividades es de 10 h, tal y como se puede apreciar en el diagrama de flujo (figura 4.5), que se obtiene restándole al tiempo de salida de las unidades de vino de naranjilla el tiempo del cuadro de balance de la corriente 12. Además, la relación vino:botella:tapa:etiqueta es 1:1:1:1. Así, para que se obtenga la capacidad mínima de procesamiento de estas actividades, se dividen las unidades que se producen por lote de producción (134 unidades/lote) entre la tercera parte de la duración en conjunto de los procesos de llenado, etiquetado y tapado entre, con lo que se supone igual capacidad en cada proceso. Una vez que se sustituyen los datos en la ecuación (a.27) se obtienen las capacidades de procesamiento mínimas para el llenado, tapado y etiquetado, resultado que se muestra en el cuadro 4.5, filas 8, 9 y 10, columna 3.

$$Cap\ mín\ proc|_{Lle, Tap, Et} = \frac{U}{\left(\frac{t_{Lle, Tap, Et}}{3} \right)} \quad (a.27)$$

$$Cap\ mín\ proc|_{Lle, Tap, Et} = \frac{134}{\left(\frac{10}{3} \right)} = 40,2\ unidades / h$$

a.3. PARÁMETROS ECONÓMICOS

Los parámetros económicos con los cuales se evaluó la prefactibilidad económica del proyecto son: la tasa interna de retorno (TIR), el valor actual neto (VAN) y el período de pago (PDP). Las relaciones matemáticas con las cuales se calculan estos tres parámetros financieros se muestran, respectivamente, en las ecuaciones (a.28), (a.29) y (a.30), las cuales se muestran a continuación

$$0 = -I_0 + \sum_{n=1}^N \frac{FC_n}{1 + (TIR)^n} \quad (a.28)$$

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^N \frac{FC_n}{(1 + r)^n} \quad (a.29)$$

$$PDP = \frac{I_0}{\left[\frac{\sum_{n=1}^N FC_n}{N} \right]} \quad (a.30)$$

De esta manera, con los saldos de flujo de caja neto anuales del inversionista, que se muestran en el cuadro 5.16, columnas 3-7, fila 41 y el valor del saldo del flujo de caja para el año cero (del inversionista), que se muestra en el cuadro 5.16, columna 2, fila 41, con una tasa de descuento de 30%, para la vida operativa de 5 años, al sustituir en las ecuaciones (a.28), (a.29) y (a.30), se obtienen los valores que se muestran en el cuadro 5.18, columna 2, filas 2-4

$$0 = -9820000 + \frac{6524902}{(1 + TIR)^1} + \frac{8524520}{(1 + TIR)^2} + \frac{9758815}{(1 + TIR)^3} + \frac{11089746}{(1 + TIR)^4} + \frac{14373129}{(1 + TIR)^5}$$

$$TIR = 79,4\%$$

$$VAN = -9820000 + \frac{6524902}{(1 + 0,3)^1} + \frac{8524520}{(1 + 0,3)^2} + \frac{9758815}{(1 + 0,3)^3} + \frac{11089746}{(1 + 0,3)^4} + \frac{14373129}{(1 + 0,3)^5} = \text{€}12\,439\,062$$

$$PDP = \frac{9820000}{\left[\frac{6524902 + 8524520 + 9758815 + 11089746 + 14373129}{5} \right]} = 1,37 \text{ años}$$

De manera análoga, se calculan estos parámetros financieros para el flujo de caja del proyecto, por sí solo, los cuales se evalúan con los parámetros del cuadro 5.17, columnas 2-7, fila 41, con la tasa de descuento de 30% y los 5 años de vida operativa y cuyos resultados se encuentran en el cuadro 5.18, columna 3, filas 2-4.

2. NOMENCLATURA

d	Diámetro de partícula	m
d(t,C _C ,C _S ,C _P)	Cambio de la concentración de etanol con respecto al tiempo	g/l·h
f	Factor de recirculación	Adim.
f(t,C _C ,C _S ,C _P)	Cambio de la concentración de levadura con respecto al tiempo	g/l·h
g	Aceleración de la gravedad	m/s ²
g(t,C _C ,C _S ,C _P)	Cambio de la concentración de glucosa con respecto al tiempo	g/l·h
h	Salto de tiempo del método Runge-Kutta	h
k	Parámetro del método Runge-Kutta	g/l
k _d	Velocidad de fallecimiento por muerte natural	h ⁻¹
m	Parámetro del método Runge-Kutta	g/l
m	masa de sustrato consumida para mantenimiento entre masa de células por tiempo	g _s /g _c h
n	Constante para la inhibición por etanol en la fermentación	Adim.
r	Tasa de descuento	%
t	tiempo	h
C	Concentración	kg
C ₆ H ₁₂ O ₆ ferment	Glucosa fermentada	kg
Cap mín proc	Capacidad mínima procesamiento	kg/h ó unidades/h
C _p	Calor específico	kcal/kg·°C
D	Diámetro	cm
DBO	Demanda biológica de oxígeno, carga biológica diaria	kg/día
Desechos clarificación	Lo que se elimina en la centrifuga	kg/lote
Desechos Fruta	Lo que no es jugo de la naranjilla que sale del despulpado	kg/lote
FC	Saldo del flujo de caja anual, para cualquier año de vida útil	¢
I ₀	Saldo del flujo de caja para el año cero	¢
Jugo.b	Jugo base del inóculo intermedio obtenido del despulpado	kg/lote
K _s	Constante de Monod	g/l
M	Masa	kg
N	Años de vida útil del proyecto	años
Naranjilla.b	Masa de naranjilla despulpada para el inóculo intermedio	kg/lote
PC	Poder calórico	kcal/kg
PCI	Poder calórico inferior	kcal/kg
PCS	Poder calórico superior	kcal/kg
PDP	Período de pago	años
Q	Calor	kcal
T	Temperatura	°C
TIR	Tasa interna de retorno	%
U	Unidades de vino de naranjilla de 750 ml	unidades
V	Volumen	l
VAN	Valor actual neto	¢

Vino claro	Lo que sale de la centrifuga a procesarse para su comercialización	kg/lote
Vino joven	La mezcla que abandona el fermentador principal	kg/lote
$Y_{C/S}$	masa de masa de células nuevas formadas entre masa sustrato consumida para producir células nuevas	g/g
$Y_{P/S}$	masa de masa de etanol formado entre masa sustrato consumida para producir etanol	g/g
%jugo naranjilla	Porcentaje masa del jugo de la naranjilla	%
%vacío	Porcentaje de vacío del recipiente	%
Δ	Cambio	
η	Eficiencia	%
λ	Calor latente de vaporización	kcal/kg
μ	Viscosidad	kg/m·s
$\mu_{\text{máx}}$	Velocidad de reacción de crecimiento específica máxima	h^{-1}
ρ	Densidad	kg/m^3
σ	Factor sigma	m^2
ω	Fracción masa	g/g

Subíndices

0	Se refiere a condiciones iniciales
5,20	Se refiere a la medición a 5 días a 20 °C
$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$	Se refiere al fosfato de amonio
C	Se refiere a la levadura
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Se refiere al etanol
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	Se refiere a la glucosa
Desechos	Se refiere a la corriente desechos de clarificación
Desp	Se refiere al despulpador
Et	Se refiere al proceso de etiquetado de las botellas
H_2O	Se refiere al agua
$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$	Se refiere al metabisulfito de potasio
Lle	Se refiere al proceso de llenado de las botellas
LPG	Se refiere al gas licuado de petróleo
P	Se refiere al etanol
S	Se refiere a la glucosa (sustrato)
Tap	Se refiere al proceso de tapado de las botellas
Ultrazym	Se refiere a la enzima pectinolítica Ultrazym 100
Vino joven	Se refiere a la corriente vino joven
ác. cítrico	Se refiere al ácido cítrico
but	Se refiere al butano
cal	Se refiere a calentamiento
comb	Se refiere a la combustión

enfr	Se refiere a enfriamiento
f	Se refiere a condiciones finales
frut	Se refiere a la fruta (naranja) procesada en el despulpador
gli	Se refiere a la glicerina
i	Se refiere al iésimo miembro de la serie
levadura	Se refiere a la levadura
levadura muerta	Se refiere a la levadura muerta
lím	Se refiere al límite
líq	Se refiere al líquido
n	Se refiere al enésimo miembro de la serie
prop	Se refiere al propano
rxn	Se refiere a reacción química (fermentación)
sed	Se refiere a la sedimentación
sólidos a eliminar	Se refiere a lo que se eliminan por completo en la centrífuga
vap	Se refiere al vapor de agua saturado a 152 °C

Superíndices

*	Se refiere a la concentración de etanol que cesa el metabolismo
—	Se refiere al promedio
.	Se refiere a flujo

ANEXOS



Solicitante: Javier Chacón Barrantes
Empresa: Ingeniería Química, U.C.R.
Teléfono: 372-6491
Fecha ingreso al Laboratorio: 29/01/07
Fecha o período de análisis: 29/01/07 - 2/02/07
Fecha emisión del reporte: 5/02/07
Nº de Solicitud: 04-07

1. Descripción de la muestra

Se recibió una muestra de 60 frutos de naranjilla maduros provenientes de la zona de Pacayas en la provincia de Cartago. La cosecha fue realizada 2,5 días anteriores a realización de los análisis, tiempo en el que fueron almacenadas bajo refrigeración dentro de bolsa plástica. El estado de la muestra al momento del análisis es aceptable. A las muestras se les realizó análisis de sólidos solubles, acidez titulable y porcentajes de jugo y pulpa de los frutos.

2. Metodología

Para el análisis de los sólidos solubles y la acidez titulable se dividieron los frutos en 3 muestras compuestas cada una por 3 repeticiones y cada repetición con 5 frutos, cada una de las repeticiones de 5 frutos se homogenizó, según procedimiento para la preparación de muestras y de estas fueron tomados los analitos (2 en total por repetición de 5 frutos) para medir tanto sólidos solubles como acidez titulable.

Para medir el porcentaje de jugo y el porcentaje de pulpa presente en los frutos, se tomaron en total 18 frutos divididos en tres muestras con 2 repeticiones cada muestra y 3 frutos por cada repetición, cada grupo de 3 frutos enteros fue pesado, y se les extrajo el jugo por el mismo método utilizado para medir sólidos solubles y acidez. El jugo filtrado fue pesado, lo mismo que las cáscaras de los frutos para calcular el peso de la pulpa por diferencia, y posteriormente calcular el porcentaje de jugo presente.

Para el cálculo del peso de la pulpa, el porcentaje de pulpa y el porcentaje de jugo se aplicaron las siguientes fórmulas:

$$\text{Peso de pulpa (g)} = [\text{Peso de fruta (g)} - (\text{Peso cáscara (g)} + \text{Peso jugo (g)})]$$

$$\text{Porcentaje de pulpa (\%)} = [(\text{Peso pulpa (g)} * 100) / \text{Peso fruto (g)}]$$

$$\text{Porcentaje de jugo (\%)} = [(\text{Peso jugo (g)} * 100) / \text{Peso fruto (g)}]$$

3. Resultados

Cuadro 1. Valores obtenidos para la acidez titulable, sólidos solubles, pulpa y jugo en términos de porcentaje para frutos maduros de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam).

Muestra	Acidez titulable	Sólidos solubles (°Brix)	Pulpa	Jugo	Cáscara
		(%)			
1	3,27	9,15	40,80	20,81	38,39
2	2,91	9,50	40,54	24,97	34,50
3	3,07	9,37	41,55	25,24	33,21
Promedio general	3,08	9,34	40,96	23,67	35,37

Los resultados de los análisis realizados a los frutos maduros de naranjilla se resumen en el cuadro 1. En el caso de la acidez titulable en promedio los frutos presentaron un valor de 3,08 %, consultando en la literatura en una prueba similar se reporta un valor de 3,65%, y este valor depende del grado de maduración del fruto al momento de la evaluación.

Los sólidos solubles (°Brix) alcanzaron un valor promedio de 9,34 %, muy similar al reportado por la literatura, donde se señala un valor de 9,5 % para frutos maduros (completamente anaranjados), y si se observan los valores obtenidos por las muestras individualmente, se puede ver que los valores fueron muy similares entre sí.

Para el porcentaje de pulpa obtenido del fruto, como promedio general se obtuvo que alrededor de un 40,96 % del fruto está formado por pulpa, mientras que en el caso del porcentaje de jugo un 23,67 % del fruto es jugo, el restante 35,37% está conformado por la cáscara. Con estos resultados se puede ver que una gran parte del fruto corresponde a pulpa.

Cabe resaltar que los frutos tenían dos días y medio de cosechados al momento de realizados los análisis, sin embargo los resultados obtenidos se asemejan a los citados en la literatura.

Nota: Estos resultados se refieren únicamente al material presentado como muestra, el cual es muestreado por el usuario

-----Última línea-----



Ing. María Milagro Cerdas
Laboratorio de Tecnología Poscosecha



Ing. Milena Jiménez A.
Laboratorio de Tecnología Poscosecha



TEL 634-40-55, 634-42-41, 634-43-39, fax- 634-60-22
Correo: notur@hacienda.go.cr

Calculo de impuestos aproximado

Descripción de mercancía	Partida arancelaria	Valor Fob	Flote	Seguro	Valor CIF	TC.	Dal 8 %	Ley 634e 1 %	Ventas 13 %	Total Imp.
Despulpador de frutas 30 kg	8438,60,10,00	1.280,00	60,00	3,50	1.363,40	521,00	\$53.929,83	\$7.193,31	\$101.577,29	\$172.610,53
Centrifuga 200 kg	8421,19,00,96	14.500,00	360,00	37,13	14.887,13	571,00	\$60,80	\$77.581,96	\$1.018.288,37	\$1.086.950,29
Total de impuestos							\$53.929,83	\$84.685,26	\$1.119.965,76	\$1.268.560,85

Gastos por agenciamiento

\$50.000,00

M.S.A. Robert José Soto
Jefe Sección Técnica Operativa
Aduana de Caldera



INDUSTRIAS GOMEZ

FABRICANTES DE EQUIPOS EN ACERO INOXIDABLE

COTIZACION N- 3230.

Ubicación: San José - Costa Rica

Proyecto:

Contacto: Javier Chacon.

Fecha: 16 de mayo del 2007

Estimado(s) señor(es):

Tengo el gusto de presentarles la siguiente oferta, por la fabricación de MARMITA, en acero inoxidable. Los materiales a utilizar son lámina de acero inoxidable de calidad 304.

1- **HOLLA TIPO MARMITA.**

Dimensiones: Diámetro: 470mm.

Altura Cilindrica: 700mm.

Altura Cono: 100mm.

Construido en acero inoxidable calidad 304 de 3.2mm de espesor.

Tanto el cilindro como el cono.

Tanque interno se construira igual en 3.2mm de espesor.

Con una separacion entre paredes de 30mm.

Con tres patas de tubo de acero inoxidable de ½" de diámetro.

Calentamiento a vapor o gas.

Con un quemador tipo industrial.

PARTE SUPERIOR.

Con una tapa sin agitador.

PREVISTAS:

Previstas para niple de entrada y salida del agua y vapor.

Para termómetro.

Para nivel de agua.

Para válvula de seguridad.

Soldaduras hechas bajo el sistema tic gas argon de cordon invisible.

Acabado pulido mate sanitario.

El costo total por construcción de un mueble de trabajo, según diseño y medidas indicados, es de \$3.500.00 dólares más I.V.



El acabado de las soldaduras son de tipo sanitario y de primera calidad, así como los aditamentos que se utilizan.

Notas:

- No incluye la instalación en el sitio
- Cumplida la validez de la oferta, se aplicará un porcentaje acorde con el incremento de los materiales y otros costos de fabricación que se hayan dado hasta el momento de realizar el contrato
- Todos los equipos terminados serán entregados al cliente para su retiro en las instalaciones de Industrias Gómez

Alcances de la oferta:

Validez de la oferta: esta oferta tiene una validez de 15 días

Tiempo de entrega: es de 1 semana, después de recibida la orden de compra y el debido anticipo.

Forma de pago: 50 % contra orden de compra
50 % contra entrega final

Garantía: Todos los trabajos tienen garantía de un año, por defectos de fábrica. La garantía NO cubre daños por traslados y manipulación de los equipos, o por el mal y/o indebido uso que se les ha dado.

Esperando que esta oferta sea de su interés y lleguemos a un futuro acuerdo comercial, nos ponemos a su servicio. Atentamente,

Enrique Gómez Brenes.
Gerente General.
Industrias Gómez



MAQUINADO TÉCNICO

APARTADO: 3613-1000 SAN JOSÉ

TELÉFONO: (506) 2720954

SAN JOSÉ, COSTA RICA

FAX: (506) 2720792

5 de junio, 2007

TM-07-12506

Señores
Presente

At.: Sr. Javier Chacón Barrantes

Estimados señores:

Con base en su solicitud, presentamos continuación nuestra oferta por:

POS. 1 UN TANQUE DE ACERO INOXIDABLE.

Tanque construido en lámina de acero inoxidable calidad AISI-304 con una capacidad nominal de 12 litros y una capacidad real de 15 litros.

El tanque incluye pedestal con agitador tipo propela, accionado por motor eléctrico de 115 V.

**VALOR DE 1 TANQUE, SIN IMPUESTO ¢312.500,00
(TRESCIENTOS DOCE MIL QUINIENTOS COLONES CON 00/100)**

NOTA: El precio no incluye el 13% impuesto de ventas.

GARANTÍA DE FABRICACIÓN

Garantizamos por doce meses nuestra fabricación siempre y cuando los defectos no hubieren sido ocasionados por negligencia o mal uso de los equipos. No se garantizan las partes eléctricas.

FORMA DE PAGO

50% con la orden de compra y 50% contra entrega.



MAQUINADO TÉCNICO

APARTADO: 3613-1000 SAN JOSÉ

TELÉFONO: (506) 2720954

SAN JOSÉ, COSTA RICA

FAX: (506) 2720792

5 de junio, 2007

TM-07-12506

TIEMPO DE ENTREGA

6 semanas a partir del pago inicial.

VALIDEZ DE LA OFERTA.

45 días

Deseamos que nuestra oferta sea de su interés y agradecemos de antemano su valioso pedido.

Atentamente,

Ing. Ricardo Pacheco Carranza
Gerente General

svb

QUOTATION

DATE: May 2, 2007
REF NO.: QA-70502

by **GREYS Y ASOCIADOS S.A.**

Telephone: (506)222-4966

TeleFax: (506)222-4927

We have pleasure in offering you as follows:

Time of Shipment: WITHIN 20 DAYS AFTER RECEIPT OF YOUR ORDER & DEPOSIT

DESCRIPTION

PRICE (FOB Taiwan R.O.C.)

EMI AUTO CAPPING MACHINE

Model No.: **APLK-780**

Dimension : (H)65cm(W)40cm(L)48cm

Voltage : 110/220VAC, 50/60HZ

Output: 60W

Adjustable for width of bottle

Adjustable for spiral threaded rod

Capping speed : 2~3 seconds per bottle

Water filter of air compression

Necessary accessory : 1/4HP air compressor (not included)

Special design

The Capping Head is using flexible PU, it will not make the cap damage

Extra Capping Head for semi auto capping machine

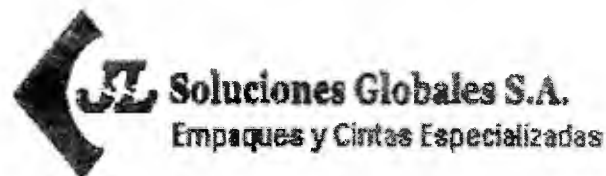
USD4250

+ USD500 / freight

+ USD250 / customs charges

USD5000.00 + TAX 13%





Junio 4 de 2007

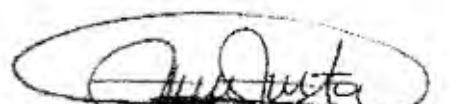
Sr. Javier Chacón
Presente

Sirva la presente para saludarlo y a la vez presentarle la siguiente cotización :

Etiqueta adhesiva impresa R-55 (7.62 cms. x 5.71 cms.)	¢ 6.800,00	c/millar
Planchas y negativos	¢ 9.500,00	
Etiqueta adhesiva impresa R-55 (7.62 cms. X 5.71 cms.)	¢ 8.500,00	c/millar
Planchas y negativos	¢ 9.500,00	

Precio no incluye I.V
Cantidad mínima de producción 8.000 etiquetas
Tiempo de entrega 15 días después firmado el arte

Esperando poder servirle se despide,



ALSA MARINA ACOSTA B.
Servicio al cliente



Imprimir - Cerrar ventana

De: "Yalile Esquivel" <y.esquivel@quimifarmacr.com>
Para: "javier chacon" <javiercb7@yahoo.com>
Asunto:
Fecha: Thu, 3 May 2007 09:27:58 -0600

Buenos días Javier:

De acuerdo a nuestra conversación te cotizo la siguiente maquinaria, lógicamente si se da el proyecto tendríamos que revisar que todo lo cotizado sea realmente lo que ocupas, o sea, es conveniente hacer pruebas antes, para que todo salga bien, pero creo que estamos bien.

Llenadora de líquidos manual

Mod. Auto Fill Semi-automática \$6.500+i.v.

Banda termoencogible

Medida aprox. 58x57 mm \$6.500+i.v.

Pistola de calor

Marca Kumas \$45.050 y HG \$27.000+i.v.

Javier perdóneme la tardanza, pero la tapadora nos atrazo todo, aparte de que tuve que volver a confeccionar la información.

Saludos,

Yalile
Asesora comercial
010 3700

Archivos adjuntos

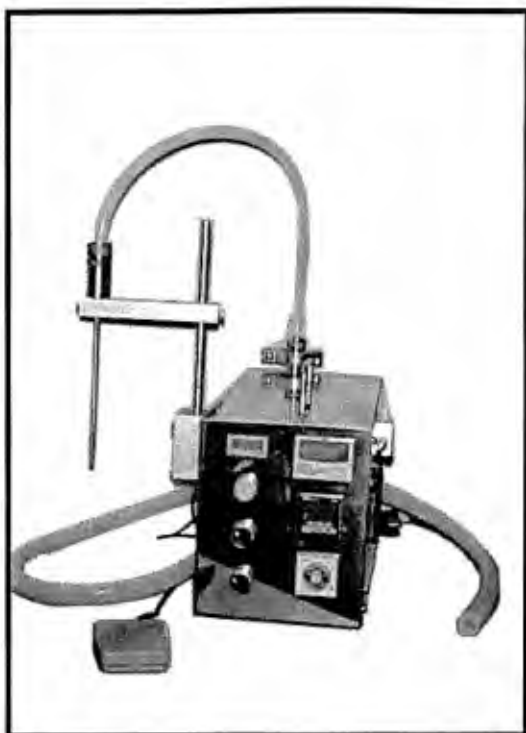
Archivos

 **LLENADORA_DE_LIQUIDOS_AUTOMATICA_AUTOFILL.ppt** (146k)

 **Pistola de Calor ATG.ppt** (457k)

LLENADORA DE LIQUIDOS SEMI-AUTOMATICA AUTOFILL

#QF/28



ESPECIFICACIONES

- Alcance de llenado: 2-2000cc.
Exactitud: 0.5-1%
- Es Fácil cambiar el volumen de llenado al ajustar con el dígito directamente.
- No hay derrames ni goteos durante el proceso
- Dimensiones de máquina: 550 x 200 x 220mm
- Peso de máquina : 22kg
- 40 botellas por minuto.
- La máquina puede ser operada manual o automáticamente.
- Puede utilizar cualquier tipo de botella
- Todas las partes están hechas en acero inoxidable.
- Poder: 0.2KW / AC220 / 1 HP

APLICACIONES

Líquidos farmacéuticos, líquidos bioquímicos, cosméticos líquidos, químicos, etc.

Visitenos en: www.quimifarmacr.com

QUIMICA INDUSTRIAL Y FARMACEUTICA S.A. – QUIMIFARMA S.A.

Tels: (506)222-8422 221-5708 Tel/fax: 222-4927 Email: greysco@sol.racsa.co.cr Apdo:7142-1000 San José Costa Rica

Pistola de Calor ATG



CARACTERISTICAS

CONSTRUCCION SOLIDA Y
CALENTADOR DE ALTA
CALIDAD

BOQUILLAS ESPECIALES
PARA REMOVER PINTURA Y
BARNIZ.

CALINTA PIESAS DE METAL
HELADAS / TUBE CALORIFICO
/ DOBLA CAÑERIAS DE PVC /
SUELTA CAPAS DE PINTURA
VIEJA / QUITA PIESAS DE
AZULEJO VIEJAS.

VOLTAJE: 100V / 1200W

Visitenos en: www.quimifarmacr.com

QUIMICA INDUSTRIAL Y FARMACEUTICA S.A. – QUIMIFARMA S.A.

Tels: (506)222-8422 221-5708 Tel/fax: 222-4927 Email: greysco@sol.racsa.co.cr Apdo:7142-1000 San José Costa Rica



Imprimir - Cerrar ventana

Equipos para la Industria Alimentaria

COTIZACIÓN

Para: Sr. Javier Chacon
Fecha: 10 de mayo de 2007
Reciba un cordial saludo.

A continuación encontrara los diferentes modelos de despulpadora con los que contamos, si tienen alguna inquietud no dude en comunicarse con nosotros.

Sirve prefectamnte para frutilla este equipo viene con tamizes para todo tipo de frutas

Equipos:

✓ DESPULPADORA DE FRUTAS

- Es también trozadora, licuadora y refinadora.
- Elaborada en acero inoxidable 304 en todas sus partes, incluso el cuerpo del equipo.-
- Sistema: Horizontal con corrector de inclinación que la convierte en semihorizontal, para mayor rendimiento.
Garantía absoluta de rendimiento, ya que el sistema de aspas patentado permite que el desecho salga totalmente seco, (libre de pulpa).
- Sistema de aspas protegidas para impedir que parta la semilla. Dotada de dos tamices para cualquier tipo de fruta, incluyendo frutas de alta dificultad.
- Medidas: Altura: 1,20 mts
Ancho: 80 mts
Profundidad: 60 mts
- Peso: 55 kilos
- Motor: SIEMENS 2 h.p. (1.750 r.p.m.)
- Capacidad: 500 kilos / hora.
- Precio: \$ USD 2.140

✓ DESPULPADORA DE FRUTAS. Ref. 250/h \$ USD 1.280

✓ DESPULPADORA DE FRUTAS. REF.1 TON/ h \$ USD 3.300

Nota: Valores EXW, Bogota – Colombia
Forma de pago: Prepago Bancario

Atentamente,

Andres Covelli J.
a.covelli@comek.com.co
+571 2818093 -5667436
www.comek.com.co
Bogotá – Colombia

Cra.4 N° 18-50 Of.1307 Tels: (571) 2818093/ 5667436 fax: 3424865 Bogotá , Colombia Email: ventas@comek.com.co Web: www.comek.com.co



Imprimir - Cerrar ventana

Asunto: Fw: Quotation #Q-0712912046 for JAVIER CHACON at from Laura Ojeda by Laura Ojeda/Perry Machinery
Para: javiercb7@yahoo.com
De: lojeda@perryvidex.com
Fecha: Wed, 30 May 2007 10:42:10 -0400

Laura Ojeda
Perry Videx
25 Mount Laurel Road
Hainesport, NJ 08036
609-2671600 EXT-3257
609-2674499 FAX

(Embedded image moved to file: pic03548.gif)

----- Forwarded by Laura Ojeda/Perry Machinery on 05/30/2007 10:42 AM

PERRY

VIDEX
PERRY VIDEX, LLC
THE PROVEN MARKETPLACE FOR THE PROCESS INDUSTRIES
USA: 25 Mt. Laurel Rd., Hainesport, NJ 08036-0010 Phone:+1

Fax:+1 609.267.4499

E-mail: info@perryvidex.com Web Site: www.perryvidex.com

United Kingdom: Phone: Fax: +44 1325.301.496

Poland: Phone/Fax:

Q#: Q-0712912046

May 30, 2007

Sr. JAVIER CHACON

Estimado Sr. Chacón:

De acuerdo a su solicitud de información, nos complacemos en detallarle el equipo siguiente:

USED WESTFALIA CENTRIFUGE/PURIFIER. MODEL EOM5004. WITH 5 HP 3/60/
230/460 V MOTRO. 5000 RPM BOWL SPEED. CAPABLE OF 20-30 GAL/MINUTE.
σ 125000 m2

LAST USED TO SEPARATE OILS AND SOLIDS FROM CITRUS JUICE.

Stock #: ZG33069

Price: \$14,500

Location: Florida

Sírvase notificar su dirección completa y numeros de telefono a fin de poder enviarle más información.

Todos los equipos están sujetos a previa venta, disponibilidad y confirmación escrita por Perry Videx LLC antes de finalizar la venta. Toda venta esta sujeta a los términos y condiciones de Perry Videz LLC.

Sírvase informarnos cómo más podemos ayudarle.

Atentamente,
PERRY VIDEX, LLC

Laura Ojeda
Phone: ext 3257
Email: lojeda@perryvidex.com

LO/lo

List Attachment:

APÉNDICES Y ANEXOS DIGITALES