

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



“ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA INSTALAR UNA  
PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL HIDRATADO  
A PARTIR DE LA CAÑA DE AZÚCAR USANDO LEVADURA  
DE UVA QUEBRANTA”

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTADO POR:

**BARRUETO YANQUE, JACQUES RAMESH  
LAGOS LIBERATO, CÉSAR**

LIMA - PERÚ

2011

## DEDICATORIA

César:

A mis padres, mi hermano, familiares y amigos, quienes siempre me brindan su apoyo, comprensión y cariño. En especial, a mi querida madre, quien guía e ilumina -junto a Dios y Santa María- mi camino desde el cielo.

Jacques:

A mis padres, los pilares de mi carrera profesional. A mi familia y amigos, por sus consejos y apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos manifestar nuestro profundo y sincero agradecimiento:

En primer lugar, a Dios por darnos el maravilloso don de la vida y guiar siempre nuestro sendero.

A nuestros padres, familiares y amigos, quienes nos alentaron permanentemente para culminar el desarrollo del presente trabajo.

A nuestro asesor de tesis y amigo, el Ing. Mario De La Cruz Azabache, quien con su paciencia y sabios consejos supo guiar nuestros enriquecedores debates y análisis de resultados, propios de la envergadura de la investigación aplicada desarrollada.

A todos nuestros maestros catedráticos de la gran especialidad de Ingeniería Química, personal administrativo y de laboratorio (mención especial a los ingenieros Violeta Chavarri, Sun Kou, Emilio Porras, Jaime Santillana, Julia Salinas, Pedro Pizarro, Walter Zaldívar, Rafael Chero y Adolfo Marcelo Astocóndor, entre otros, así como al Sr. Víctor Rojas, técnico del Laboratorio de Operaciones Unitarias) de la Facultad de Ingeniería Química y Textil (FIQT) de nuestra alma máter, la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), quienes nos transmitieron los conocimientos y experiencia necesaria para nuestro desarrollo profesional, los cuales han sido plasmados en la realización de la presente tesis.

Al Ing. Emerson Collado Domínguez, director del Instituto General de Investigación de la UNI (IGI - UNI), quien bajo su gestión y a través del Instituto de Investigación de la FIQT (II - FIQT), apoyó y promovió el proyecto de investigación aplicada "Elaboración de bioetanol con materias primas nacionales" -en el cual se enmarca el desarrollo del

presente trabajo-, por la trascendencia del mismo y los frutos que daría a nuestra alma máter y al Perú.

A todos los docentes, tesisistas y alumnos investigadores de la FIQT que formaron parte de esta tesis, así como a todos nuestros compañeros de carpeta, quienes con su empeño y dedicación, característica de todo alumno UNI, supieron valorar la investigación realizada, aportando y colaborando en la misma de una u otra manera.

Al Dr. Abad Flores Paucarima y su empeñoso colaborador, el Sr. Biólogo Alejandro Patiño, ambos pertenecientes a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), quienes integraron activamente el equipo investigador, enriqueciendo la investigación biotecnológica a través de sus valiosos conocimientos y experiencia en la rama.

A todos los docentes, tesisistas y alumnos investigadores que se comprometieron con el proyecto madre "Elaboración y especificaciones técnicas del pisco peruano", realizado en la FIQT de la UNI desde el año 2004, el cual dio como fruto el proceso estandarizado y de calidad continua para la producción de Pisco-UNI.

Al Dr. Salomón Helfgott Lerner, miembro del departamento de cultivos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y autor de libros como "El cultivo de la caña de azúcar en la costa peruana", en 1997, quien brindó aportes e información significativa acerca de la caña de azúcar en el Perú.

Al personal directivo y administrativo del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y del Departamento de Promoción Agraria (DPA) del Ministerio de Agricultura (MINAG) en la ciudad de Pucallpa, quienes facilitaron la visita a sus instalaciones con la principal finalidad de conocer las variedades de la caña de azúcar existentes en la selva.



## ÍNDICE

|      |   |    |
|------|---|----|
| I.   | INTRODUCCIÓN  | 1  |
| II.  | OBJETIVOS   | 6  |
| III. | ALCANCE   | 7  |
| IV.  | ANTECEDENTES  | 9  |
| V.   | ESTUDIO DE LA CAÑA DE AZÚCAR  | 11 |
|      | 1. Reseña histórica, definición y obtención                                     | 11 |
|      | 2. Características físicas del jugo de la caña de azúcar                        | 21 |
|      | 3. Características químicas del jugo de la caña de azúcar                       | 21 |
|      | 4. Usos del jugo de la caña de azúcar   | 23 |
|      | 5. Disponibilidad actual de la caña de azúcar                                   | 23 |
|      | 6. Perspectivas futuras del abastecimiento de la caña de azúcar                 | 32 |
|      | 7. Descripción del tipo de caña de azúcar seleccionada                          | 37 |
| VI.  | ESTUDIO DE LA LEVADURA DE UVA QUEBRANTA   | 39 |
|      | 1. Reseña histórica, definición y obtención                                     | 39 |
|      | 2. Características culturales de reconocimiento de la levadura de uva quebranta | 43 |
|      | 3. Características fisiológicas de la levadura de uva quebranta                 | 45 |
|      | 4. Factores que influyen en la actividad de las levaduras                       | 46 |
|      | 5. Usos de la levadura de uva quebranta   | 48 |
|      | 6. Disponibilidad actual de la levadura de uva quebranta                        | 50 |
|      | 7. Perspectivas futuras de la levadura de uva quebranta                         | 56 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| VII.  | ESTUDIO DE MERCADO DE COMBUSTIBLES           | 59  |
| 1.    | Mercado mundial                              | 60  |
| 2.    | Mercado nacional                             | 65  |
| VIII. | CAPACIDAD Y LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA        | 67  |
| 1.    | Capacidad de la planta                       | 67  |
| 2.    | Localización de la planta                    | 67  |
| IX.   | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y EQUIPOS A USARSE   | 77  |
| 1.    | Investigación aplicada realizada en la FIQT  | 77  |
| 2.    | Descripción del proceso propuesto            | 84  |
| 3.    | Especificación de equipos a usarse           | 91  |
| 4.    | Distribución de planta                       | 99  |
| 5.    | Programa de trabajo                          | 101 |
| 6.    | Rendimiento del proceso                      | 101 |
| 7.    | Recursos humanos                             | 102 |
| X.    | INVERSIÓN                                    | 105 |
| 1.    | Consideraciones generales                    | 105 |
| 2.    | Capital de trabajo                           | 105 |
| 3.    | Inversión fija tangible                      | 108 |
| 4.    | Inversión fija intangible                    | 109 |
| XI.   | ESTUDIO DEL FINANCIAMIENTO                   | 111 |
| 1.    | Financiamiento de la inversión fija tangible | 111 |
| 2.    | Financiamiento del capital de trabajo        | 112 |
| 3.    | Financiamiento del proyecto                  | 112 |

|   |     |
|---|-----|
| XII. ESTUDIO DE LOS INGRESOS Y EGRESOS DEL PROYECTO | 114 |
| 1. Supuestos  | 114 |
| 2. Ingresos   | 115 |
| 3. Determinación de costos y gastos                 | 115 |
| 4. Determinación del punto de equilibrio            | 116 |
| 5. Estado de ganancias y pérdidas proyectado        | 117 |
| 6. Flujo de caja proyectado                         | 117 |
| 7. Evaluación de la inversión                       | 122 |
| XIII. CONCLUSIONES                                  | 124 |
| XIV. RECOMENDACIONES                                | 127 |
| XV. BIBLIOGRAFÍA                                    | 129 |
| XVI. REFERENCIAS                                    | 133 |
| XVII. GLOSARIO DE TÉRMINOS                          | 136 |
| 1. Vocabulario Técnico                              | 136 |
| 2. Locuciones Técnicas                              | 144 |
| XVIII. APÉNDICES                                    | 148 |

## RESUMEN EJECUTIVO

El mundo encara el agotamiento progresivo de sus recursos energéticos basados mayoritariamente en combustibles no renovables. Al mismo tiempo, el consumo de energía aumenta a ritmos cada vez más crecientes. Dentro de este contexto, la biotecnología ofrece múltiples alternativas tecnológicas, una de las cuales está orientada a la generación de biocombustibles (combustibles renovables) tales como el biodiésel y el bioetanol, siendo este último considerado como principal enfoque para la presente tesis.

Este trabajo estudia la viabilidad de utilizar como materia prima la caña de azúcar (recurso energético renovable) y la biomasa procedente de la levadura de uva quebranta (subproducto del proceso Pisco-UNI) para instalar una planta de producción de bioetanol hidratado (etanol al 94,8 % en volumen) que puede destinarse como insumo para la producción de alcohol carburante (bioetanol anhidro desnaturalizado), biodiésel, entre otros, mediante el uso de tecnología nacional adecuada, producto del proyecto de investigación aplicada “Elaboración de bioetanol con materias primas nacionales” desarrollado en la Facultad de Ingeniería Química y Textil (FIQT) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) con la participación directa de los suscritos tesisistas.

Las pruebas experimentales permitieron obtener satisfactoriamente bioetanol hidratado y proponer su producción a nivel industrial mediante el diseño de una planta técnica y económicamente viable, la cual se encuentra localizada en la Región San Martín y presenta un proceso estandarizado con las siguientes características tecnológicas más resaltantes: el empleo de la caña de azúcar “Azul Casa Grande” con alta adaptabilidad en la zona; el uso y recirculación de la levadura de uva quebranta; y, la realización de un ciclo de esterilización al jugo de la caña de azúcar (temperatura óptima de 80 °C), el cual permite minimizar la cantidad de microorganismos presentes en dicho jugo, alcanzando altos rendimientos de producción.

## I. INTRODUCCIÓN

Un grave problema de las economías nacionales es el grado de dependencia hacia el petróleo, lo que en los actuales momentos las ha llevado a exponer su fragilidad ante tal combustible. De ahí la necesidad de buscar fuentes alternativas de energía, de preferencia renovables, que se distingan por su menor precio relativo, así como por su fácil acceso y menor impacto negativo en el medio ambiente.

En este contexto aparecen los biocombustibles. Para la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, se denomina así a aquellos combustibles de origen biológico. En tal sentido, y siendo estrictos, incluso el petróleo sería un biocombustible en tanto procede de restos fósiles de seres vivos; sin embargo, se tiende a llamar biocombustible a aquellos combustibles de origen biológico y que son renovables a partir de los restos orgánicos de donde proceden. Dentro de este marco, los biocombustibles líquidos (o biocarburantes), obtenidos a partir de materias primas de origen agrícola, son productos que están siendo utilizados a nivel comercial como sustitutos de los combustibles derivados del petróleo.

Los biocombustibles se diferencian de los combustibles tradicionales o fósiles biológicos, tales como el petróleo y derivados y, de otras fuentes de energía como el carbón y la energía nuclear porque estos se consideran como renovables, es decir, que la materia prima utilizada para producir cualquier biocombustible puede ser repuesta a una tasa igual o más rápida a la que el biocombustible es consumido.

Es posible utilizar este tipo de combustible como complemento o para aprovechar ciertos recursos que serían -de todos modos- desperdiciados. Aunque cubra un pequeño porcentaje de la producción de energía total, aportaría su contribución definitivamente. En realidad, toda sustancia susceptible de ser oxidada produce energía. Si esta sustancia procede de plantas, entonces al ser quemada (oxidada) devuelve a la atmósfera el dióxido de carbono que la planta tomó del

aire tiempo atrás, si es que no se considera el uso de fertilizantes químicos (úrea) y herbicidas (atrazina, glifosato, triazina y el 2,4-D), los cuales son comúnmente empleados, por ejemplo, durante la fase agrícola de la caña de azúcar en una proporción aproximada de 500 g / TM y 300 g / TM, respectivamente.

De acuerdo al reciente "Estudio de Análisis de Ciclo de Vida de Biocombustibles en Perú", ejecutado por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), el Instituto Federal Suizo de Investigación y Prueba de Materiales (EMPA) y la Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico (SWISSCONTACT), se ha extraído la evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en todo el proceso productivo del bioetanol anhidro, comparado con los combustibles convencionales, la cual se muestra en el cuadro 1 y 2.

*Cuadro 1. Evaluación de las emisiones de GEI para los sistemas E100 y E7.8 por etapa*

| Etapa                           | Caña E100   | Caña E7.8   | Gasolina 97 | Gasolina 84 | Gas natural |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Cambio de uso de suelos (LUC)   | 0.035       | 0,003       | -           | -           | -           |
| Fase agrícola                   | 0.118       | 0,046       | 0,040       | 0,040       | 0.020       |
| Fase de producción              | 0,029       |             |             |             |             |
| Fase de uso                     | 0,022       | 0,212       | 0,210       | 0,230       | 0,170       |
| <b>Kg de CO<sub>2</sub> eq.</b> | <b>0,20</b> | <b>0,26</b> | <b>0,25</b> | <b>0,27</b> | <b>0,19</b> |

*Fuente: Estudio de Análisis de Ciclo de Vida de Biocombustibles en Perú (2009)*

*Cuadro 2. Evaluación de las emisiones de GEI para los sistemas E100 y E7.8*

| Emisión GEI                     | Caña E100   | Caña E7.8   | Gasolina 97 | Gasolina 84 | Gas natural |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| CO <sub>2</sub> fósil           | 0,117       | 0,248       | 0,246       | 0,255       | 0,175       |
| CO <sub>2</sub> LUC             | 0,035       | 0,003       | 0,001       | 0,001       | 0,000       |
| CO                              | 0,023       | 0,003       | 0,002       | 0,003       | 0,001       |
| N <sub>2</sub> O                | 0,006       | 0,001       | 0,001       | 0,001       | 0,000       |
| CH <sub>4</sub>                 | 0,021       | 0,005       | 0,005       | 0,004       | 0,008       |
| Otros                           | 0,001       | 0,000       | 0,000       | 0,000       | 0,000       |
| <b>Kg de CO<sub>2</sub> eq.</b> | <b>0,20</b> | <b>0,26</b> | <b>0,25</b> | <b>0,27</b> | <b>0,19</b> |

*Fuente: Estudio de Análisis de Ciclo de Vida de Biocombustibles en Perú (2009)*

Para este estudio, el cultivo de la caña de azúcar se realizó en terrenos eriazos de la costa norte del país y, según se puede apreciar en los cuadros anteriores, el bioetanol anhidro puro (E100) tiene una menor emisión de GEI que los combustibles fósiles, a pesar que la fase agrícola representa alrededor del 60 % de la emisión total de GEI (ver recomendaciones). En cambio, el bioetanol anhidro en mezcla (E7.8) tiene una menor emisión de GEI que los combustibles fósiles en algunos escenarios de comparación debido a que, según el marco legal peruano, aún se está considerando una mezcla al 7,8 % de bioetanol anhidro en gasolina, porcentaje que aún no muestra una reducción significativa o apreciable de la emisión de GEI. Cabe señalar que una de las conclusiones mostradas en el estudio, menciona que las plantaciones perennes de caña de azúcar pueden llegar a ser favorables al ambiente, pues se comportan como sumideros de carbono.

Según la ley de promoción del mercado de biocombustibles, Ley N° 28054, se busca promover el desarrollo del mercado de los biocombustibles sobre la base de la libre competencia y el libre acceso a la actividad económica. Para tal fin, en su segunda disposición transitoria, estableció la creación de una comisión técnica. Dicha comisión está encargada de proponer y recomendar las normas y disposiciones complementarias para el cumplimiento de la ley, observando los siguientes lineamientos básicos:

- a) Elaborar el cronograma y porcentajes de la aplicación y uso del bioetanol anhidro, como componente para la oxigenación de las gasolinas, así como el uso de biodiésel en el combustible diésel.
- b) Proponer un programa de sensibilización a los usuarios y a las instituciones públicas hacia el uso de bioetanol anhidro y biodiésel.

La comisión técnica de biocombustibles fue instalada el 17 de noviembre del 2003 y está presidida actualmente por el Ministerio del Ambiente (MINAM) -función que otrora le correspondiera al inexistente Consejo Nacional del Ambiente (CONAM)- e integrada por

representantes del Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de Economía y Finanzas, Ministerio de Agricultura, Agencia de Promoción de la Inversión-PROINVERSIÓN, Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas-DEVIDA, Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía y la Asociación Peruana de Productores de Azúcar y Biocombustibles.

Dentro de los biocombustibles está el etanol, el cual, en nuestro país, tiene la posibilidad de producirse en gran volumen y que, por el momento, se convierte en un producto exportable. La producción de bioetanol es una alternativa viable, considerando los precios internacionales del petróleo. La coyuntura ha generado que muchos países apunten a la producción de este tipo de combustible y, en otros casos, en buscar proveedores.

Perú tiene posibilidades de participar en este mercado que es liderado por Estados Unidos y Brasil (ver cuadro 3). Para tal caso ya se tienen alternativas de inversión que en pocos años, se harán realidad para la exportación. El mercado local es incipiente y sus perspectivas de crecimiento acelerado -al ritmo de la producción- son pocas. Aunque el mercado todavía es pequeño, su tasa de crecimiento lo hace atractivo y los inversionistas están a la búsqueda de campos agrícolas o que puedan ser convertidos para producir los insumos que son necesarios para el bioetanol. Uno de esos insumos es la caña de azúcar.

*Cuadro 3. Producción mundial de alcohol etílico (2004)*

| País              | Millones de litros |
|-------------------|--------------------|
| 1. Brasil         | 15 098.4           |
| 2. EE.UU.         | 13 380.0           |
| 3. China          | 3 648.7            |
| 4. India          | 1 748.7            |
| 5. Francia        | 828.9              |
| 6. Rusia          | 749.4              |
| 7. Sur África     | 416.4              |
| 8. Reino Unido    | 401.2              |
| 9. Arabia Saudita | 299.0              |
| 10. España        | 299.0              |
| <b>Total</b>      | <b>36 869.7</b>    |

*Fuente: Adaptado de RFA (2005)*



El Perú tiene la posibilidad de sembrar y cosechar la caña de azúcar todo el año, lo que permite tener permanentemente disponibilidad de insumos para la producción de azúcar. En la costa peruana se produce más caña de azúcar por hectárea que en cualquier otro país del mundo: 102,4 toneladas (Brasil produce el 75 % de este valor). Más adelante, si la producción de bioetanol se incrementa, se podrían incorporar al mercado automotor vehículos que permitan una mayor mezcla de bioetanol con gasolina, o biodiésel con petróleo o, tal vez, unidades que utilicen 100 % este tipo de biocombustibles.

La producción convencional de bioetanol en base de caña de azúcar comprende tres etapas: preparación de mostos, fermentación y destilación. A partir de la caña de azúcar se extrae el jugo, el cual contiene los azúcares reductores fermentables que luego será combinado con la biomasa procedente de las levaduras. Con la fermentación de dicha solución, se genera dióxido de carbono y mosto fermentado, el cual se somete a destilación, con el fin de obtener un alcohol de mayor pureza (bioetanol hidratado).

La industria del Pisco-UNI elaborado en la FIQT de la UNI, genera como subproducto una cantidad apreciable de levadura del tipo *Saccharomyce cerevisiae*, la cual será empleada como materia prima importante para el proceso de producción de bioetanol hidratado descrito.

En la industria pisquera del Perú las levaduras obtenidas son usadas como abono, alimento de ganado y, a veces, representan un problema de disposición de residuos sólidos. Precisamente, este trabajo busca dar un valor agregado a la *Saccharomyce cerevisiae*, microorganismo importante en el proceso de fermentación.

## II. OBJETIVOS

### General

Estudiar la viabilidad de utilizar como materia prima la caña de azúcar y la biomasa procedente de la levadura de uva quebranta, subproducto del proceso Pisco-UNI, para instalar una planta de producción de bioetanol hidratado, basándose en el estado del arte existente a nivel mundial, mediante el uso de tecnología nacional adecuada, producto del proyecto de investigación aplicada desarrollado en la FIQT de la UNI con la participación directa de los suscritos tesisistas.

### Específicos

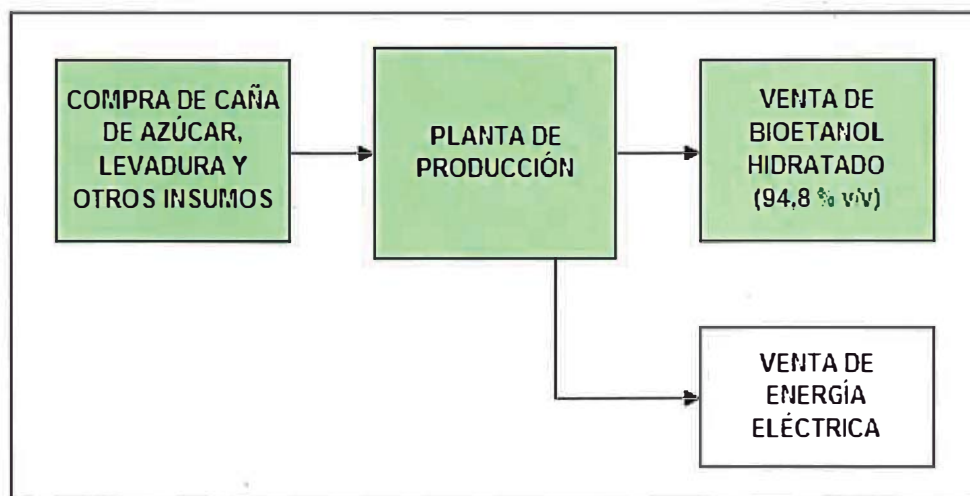
1. Proporcionar un proceso estándar e innovador para la obtención de bioetanol hidratado con el diseño apropiado de equipos, el cual podría emplearse como insumo para el desarrollo de una línea de investigación asociada al proceso de deshidratación en la FIQT de la UNI.
2. Se busca dar un valor agregado a la levadura de la uva generada en la industria pisquera, la cual se emplea actualmente como abono o alimento balanceado para ganado, utilizando para nuestro caso la levadura de uva quebranta que es un subproducto del proceso Pisco-UNI.
3. Mediante el proyecto desarrollado se busca dejar un *know-how* (experiencia acumulada) para todos los estudiantes que deseen entrar en la rama de los biocombustibles y continuar la línea de investigación e innovación tecnológica, fomentando de esta manera la biotecnología en el Perú.

### III. ALCANCE

Este proyecto tiene como alcance, en primer lugar, estudiar la viabilidad de producir bioetanol hidratado (etanol al 94,8 % en volumen) a partir de la caña de azúcar usando levadura de uva quebranta, que puede destinarse a la producción de alcohol carburante (bioetanol anhidro desnaturalizado para ser mezclado con la gasolina), biodiésel, entre otros.

Por otro lado, la tesis plantea el esquema general del proceso, contemplando las principales materias primas y equipos necesarios para la producción de bioetanol hidratado, sin considerar las etapas de tratamiento de los subproductos generados en esta fase. Asimismo, la caña de azúcar, principal materia prima del proceso propuesto, será comprada según los requerimientos mínimos exigidos por éste, motivo por el cual no se tomará en cuenta la fase agrícola en el presente estudio, la cual comprende la siembra, cultivo y cosecha de la misma. En la figura 1 se muestra el diagrama simplificado del alcance descrito, en donde se pueden apreciar los límites del sistema general.

Figura 1. Diagrama simplificado del alcance de la tesis



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, dentro del alcance se tomará en cuenta el análisis de la pre-factibilidad del proyecto, la cual abarca fundamentalmente el estudio de mercado, análisis de costos, proyección de ventas, localización de la planta, evaluación económica y financiera.

El bioetanol hidratado generado puede ser utilizado como insumo en la producción de biodiésel y ETBE (etil ter-butil éter), el cual puede sustituir al MTBE (metil ter-butil éter) de la gasolina, oxigenante actualmente prohibido, ya que dada su baja biodegradabilidad (lo que causa su gran movilidad) se han encontrado trazas de MTBE en cursos de agua naturales y manantiales. Asimismo, dicho bioetanol hidratado puede ser destinado a otras industrias.

Cabe resaltar que para que el bioetanol hidratado producido por la presente tesis pueda ser mezclado con la gasolina (en proporciones variables dentro del marco legal), se requerirá un tratamiento posterior adicional (deshidratación), el cual sale del alcance de este trabajo. Por la razón expuesta, el bioetanol hidratado obtenido podría emplearse como insumo para una planta productora de bioetanol anhidro, promoviendo para ello el desarrollo de una línea de investigación asociada al proceso de deshidratación en la FIQT de la UNI.

#### IV. ANTECEDENTES

El proceso estandarizado y de calidad continua para la producción de Pisco-UNI fue el fruto de la investigación realizada en la FIQT de la UNI desde el año 2004 bajo el nombre de “Elaboración y especificaciones técnicas del pisco peruano”, la cual contó con el trabajo comprometido de docentes y alumnos investigadores de esta casa de estudios y el apoyo constante de un equipo multidisciplinario y concluyó con el desarrollo y aprobación con excelencia de una tesis de grado, la cual estudió la viabilidad de instalar una planta de producción de pisco según proceso UNI acorde a la realidad nacional. Hoy en día, ya se cuenta con la patente de dicho proceso.

El Pisco-UNI es la primera empresa *spin-off* (creación de empresas basadas en los resultados de la investigación universitaria) que nace en el seno de la Universidad Nacional de Ingeniería como producto de la investigación e innovación tecnológica realizada en la FIQT, ayudando de esta manera a transferir el conocimiento y la investigación científica al mundo empresarial (principalmente a la industria artesanal) buscando su aplicación directa en los procesos productivos e incluso su comercialización a nivel nacional. Asimismo, por medio de este modelo de investigación aplicada, se busca mejorar la comunicación entre las universidades, el mercado y la sociedad. Como empresa *spin-off*, está fundada por profesores y alumnos de la FIQT y cuenta con el apoyo institucional de la UNI.

Uno de los subproductos generados durante todo el proceso Pisco-UNI es una cantidad apreciable de levadura; en particular, levadura de uva quebranta, la cual será utilizada en el presente trabajo como fuente de biomasa para la degradación de la materia orgánica presente en el jugo de la caña de azúcar. Dicha levadura es del tipo *Saccharomyce cerevisiae*, la cual es ampliamente utilizada en la industria alcoholera, por su gran capacidad de conversión de azúcares reductores a etanol.

De esta manera, se aprovecha el potencial de la levadura de uva quebranta generada en el proceso Pisco-UNI, para la producción de bioetanol hidratado, tesis que forma parte del proyecto de investigación aplicada denominado “Elaboración de bioetanol con materias primas nacionales”, el cual fue aprobado y desarrollado en la FIQT de la UNI durante el año 2009 con la participación directa de los suscritos tesisistas, así como de docentes y alumnos investigadores de la UNI y de la especialidad de microbiología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).

## V. ESTUDIO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

### 1. Reseña histórica, definición y obtención

La caña de azúcar es uno de los cultivos más viejos en el mundo, se cree que empezó hace unos 3 000 años como un tipo de césped en la isla de Nueva Guinea y de allí se extendió a Borneo, Sumatra e India. El proceso del azúcar se escuchó primero en la India tan temprano como en el 3 000 a.C.

Una leyenda local en las Islas de Salomón dice que los antepasados de la raza humana se generaron de un tallo de la caña. Una corona hecha de caña de azúcar se describe en el Atharvaveda, libro sagrado de los hindúes, escrito aproximadamente 800 a.C. El general griego Nearchus, quien acompañó a Alejandro El Grande a la India en el IV siglo a.C., cuenta de una caña que produjo 'miel' sin la ayuda de las abejas.

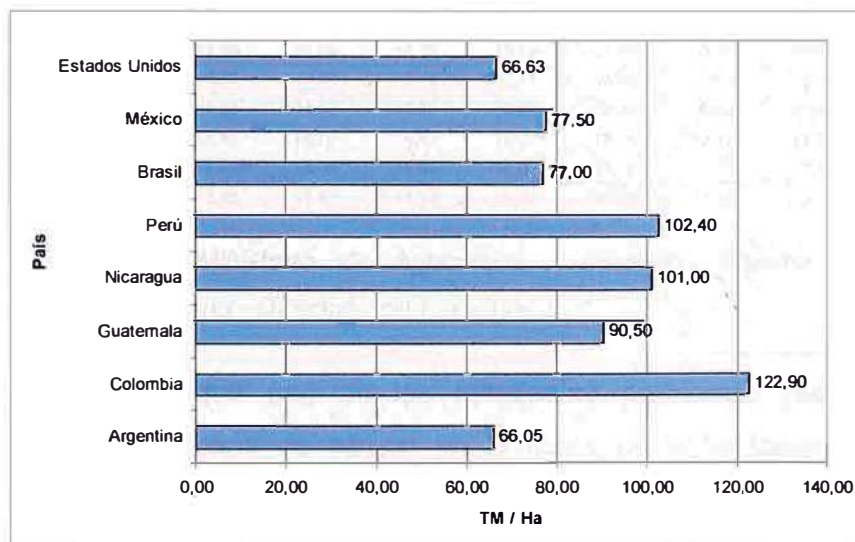
Cristóbal Colón introdujo la caña en América en su segundo viaje (1493) a la Isla de La Española, cañas que no prosperaron. Tan sólo en 1501 fueron introducidas plantas que sí crecieron. El éxito de las plantaciones de azúcar en Santo Domingo llevó a su cultivo a lo largo del Caribe y América del Sur.

La caña de azúcar es una planta tropical que puede utilizarse como fuente de materias primas para una amplia gama de derivados. La temperatura, humedad y luminosidad son los principales factores del clima que controlan el desarrollo de ese vegetal.

En el Perú se la cultiva en la costa, selva y valles interandinos. Sin embargo, es en la costa donde se localiza la mayor área sembrada, debido a que presenta condiciones climáticas y edáficas únicas que permiten sembrar y cosecharla durante todo el año y obtener rendimientos excepcionales.

La costa peruana cuenta con excelentes tierras de cultivo, por lo que la agricultura en esta parte del país es intensiva y altamente eficiente. Esto se debe principalmente a los efectos del fenómeno de inversión térmica por el cual el techo de nubes estrato que se forma, devuelve al espacio la energía solar que viene con destino a la costa, logrando que debajo de las nubes los valles aluviales existentes tengan un clima cálido y un aire estable. La ausencia de lluvias continuas ocasionada por la influencia de la corriente de aguas frías que corre a lo largo del litoral, en conjunto con los factores antes mencionados, propician un clima muy favorable para el cultivo de la caña de azúcar y, además, proporciona las condiciones necesarias para obtener altos rendimientos. De este modo las cosechas son abundantes y la producción por hectárea peruana ocupa el segundo lugar a nivel mundial (ver figura 2).

Figura 2. Rendimiento de la caña de azúcar (TM / Ha)



Fuente: FAO

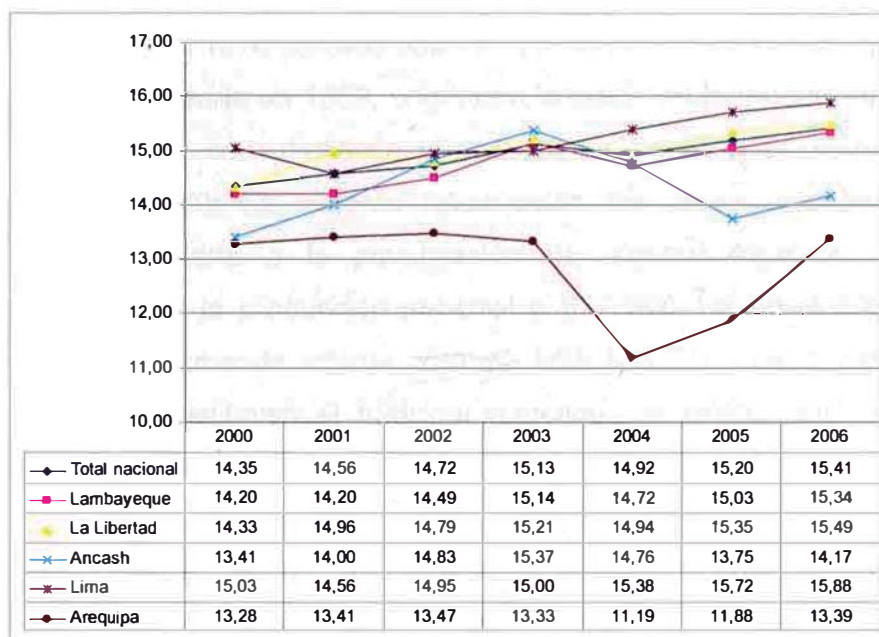
(La información corresponde a los reportes más actualizados entregados por cada país entre los años 2005 - 2007).

Estos factores sumados hacen que los valles aluviales de Chicama y Moche en el departamento de La Libertad, así como los de Lambayeque cuenten con las mejores condiciones climáticas del mundo, únicamente igualadas por Australia, para producir caña de



azúcar, pudiéndose cosechar todo el año; característica que permite que los ingenios azucareros peruanos estén abastecidos permanentemente de caña de excelente calidad (con contenidos de sacarosa de entre 14 y 16 °Brix) a diferencia de la mayoría de países que tienen que planificar una zafra (ver figura 3).

Figura 3. °Brix en caña de azúcar según departamentos (2000 - 2006)



Adaptado de: Ministerio de Agricultura - Dirección General de Información Agraria - Dirección de Estadística

Cabe señalar que uno de los principales problemas para la siembra de la caña de azúcar en la costa es la limitación del recurso hídrico. En algunos campos de la costa del Perú, se requiere menos de 10 000 m<sup>3</sup> / Ha y en otros puede necesitarse el doble de agua.

Asimismo, la selva cuenta con grandes extensiones de tierras que pueden aprovecharse para la siembra, además de contar con lluvias estacionales marcadas, suelos adecuados y agua suficiente, proveniente de los ríos; sin embargo, no existe cultura de siembra de este producto y las lluvias fuera de época, pueden

ocasionar que el contenido de sacarosa de caña de azúcar sea bajo.

El mayor uso industrial de la caña es para la producción de azúcar; que abarca 50 mil hectáreas sembradas, de las cuales el 65 % corresponde a 10 ingenios azucareros y el 35 % restante a sembradores independientes.

Históricamente, la producción de azúcar en el Perú, alcanzó niveles superiores a la demanda interna, lográndose la máxima producción en 1974 con 993 088 TM. Los cambios introducidos por la reforma agraria en 1969, originaron la caída en la producción y productividad, convirtiéndose el país en importador de azúcar a partir de 1980. La reciente reactivación del sector azucarero, debido en parte a la privatización de algunos ingenios, ha incrementado la producción nacional a 877 566 TM en el 2002, aunque la demanda interna alcanzó 953 113 TM. Los hogares peruanos constituyen el principal mercado del azúcar nacional, mientras que la industria de bebidas gaseosas y laboratorios industriales consumen la mayor parte del azúcar importado, que en el 2002 fue de 138 363 TM. Las exportaciones (que en su totalidad corresponden a la cuota americana) descendieron de 462 171 TM en 1974 a 62 816 TM en el 2002.

La productividad en caña (123,7 TM / Ha) y azúcar (13 TM / Ha), obtenida en el 2002, se sitúa por debajo de la lograda en 1973 que fue 176 TM / Ha y 18 TM / Ha respectivamente; si bien, la edad promedio de corte descendió de 18,6 a 15,78 meses en el mismo lapso. En promedio se obtiene 101 kg de azúcar por tonelada de caña, mientras que Colombia, país líder en la producción de azúcar, en el 2001 obtuvo 119 kg por tonelada de caña de 12,14 meses. La actual sobreproducción de azúcar en el mercado mundial, iniciada a comienzos de la década del 90, ha originado una caída sostenida en el precio internacional a US\$ 199 y US\$ 273 por tonelada de azúcar rubia y blanca respectivamente, por debajo del costo de producción promedio mundial de US\$ 320 por tonelada de azúcar de caña. Se estima que en el 2004 la

producción nacional superará a la demanda interna, generando un excedente productivo no competitivo en el contexto internacional, considerando el alto costo de producción por tonelada de azúcar que en el país es de aproximadamente US\$ 364.

Por otro lado, la apertura comercial en el mediano plazo en los países miembros de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), que contempla la reducción de los aranceles, obliga a ser más competitivo, incrementando la productividad o diversificando el cultivo de la caña de azúcar hacia otros usos. Una alternativa es la producción de bioetanol, que en el 2002 tuvo una demanda de aproximadamente 40 billones de litros, como combustible y aditivo de la gasolina, principalmente en los EEUU, los países de la Unión Europea (UE) y Asia. Según los datos del "Estudio de Competitividad de Etanol" realizado por la empresa Technoserve en el año 2003, la demanda potencial de bioetanol a nivel nacional en el 2005, para su mezcla al 7,8 % en la gasolina, se calcula en 115 mil m<sup>3</sup> / año y la producción implicada para el año 2012 para la mezcla E7.8 es de 136 mil m<sup>3</sup> / año. Otra alternativa potencial, es la producción de azúcar ecológica, que está teniendo una creciente demanda en países desarrollados, como Canadá, Holanda y Dinamarca.

Entre los principales problemas tecnológicos que limitan el nivel competitivo de la industria azucarera nacional están el uso de variedades que datan de la década de 1930, tales como 'H32-8560', 'H37-1933' y 'PCG12-745', que ocupan más del 90 % del área sembrada actualmente. Asimismo, las prácticas agrícolas que se utilizan en nuestro medio datan de la década del 70 y son aplicadas en forma ineficiente e inoportuna y sin tomar en cuenta consideraciones de manejo integrado del cultivo ni buenas prácticas agrícolas, aspectos de suma importancia actual. Por otro lado, no se dispone de variedades adaptadas a condiciones de selva y su respectivo manejo técnico para la producción industrial de bioetanol.

### **Variedades de caña de azúcar**

Las principales variedades de caña de azúcar que se cultivan en el Perú son dieciocho (ver cuadro 4). Estas variedades, difieren en características como brotamiento, formación de macollo, crecimiento, acamamiento, riqueza en pol y capacidad soquera. Las variedades de brote más rápido son la H44 - 3098, H50 - 7209, H52 - 4610, H55 - 8248 y H57 - 5134.

### **Calendario de siembra y cosecha**

Las características favorables de la temperatura, hacen que la costa del Perú sea, excepcionalmente, una zona donde se puede sembrar la caña en los doce meses del año siempre y cuando haya disponibilidad de agua.

Igualmente, el corte o cosecha se realiza todo el año interrumpiéndose sólo para realizar la parada de fábrica anual durante la cual se efectúa la limpieza, revisión y reparación de las máquinas de los ingenios así como los equipos de campo asociados a las labores de la cosecha. La parada usualmente se efectúa en abril / mayo cuando el porcentaje de sacarosa en el jugo es más bajo porque las cañas acaban de pasar por el verano. Por lo expuesto, la producción de caña de azúcar no tiene una estacionalidad definida por tanto la siembra y la cosecha se realiza durante todo el año, permitiendo que los ingenios azucareros estén abastecidos permanentemente de caña. Esta característica no permite planificar una zafra (ver cuadro 5).

Cuadro 4. Características agronómicas de algunas variedades de caña de azúcar

| Variedad de caña             | Brotamiento | Formación de macollos | Crecimiento | Acamamiento | Riqueza en Pol | Capacidad soquera |
|------------------------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|----------------|-------------------|
| H32 - 8560                   | Moderado    | Moderado              | Moderado    | Regular     | Regular        | Alta              |
| H37 - 1933                   | Moderado    | Moderado              | Moderado    | Regular     | Regular        | Alta              |
| H38 - 2915                   | Moderado    | Moderado              | Moderado    | Regular     | Regular        | Regular           |
| H39 - 5803                   | Lento       | Poco                  | Lento       | Lento       | Alta           | Baja              |
| H44 - 3098                   | Rápido      | Abundante             | Acelerado   | Rápido      | Baja           | Muy Alta          |
| H49 - 104                    | Moderado    | Moderado              | Moderado    | Regular     | Regular        | Alta              |
| H50 - 2036                   | Moderado    | Moderado              | Moderado    | Regular     | Regular        | Alta              |
| H50 - 7209                   | Rápido      | Abundante             | Acelerado   | Rápido      | Regular        | Muy Alta          |
| H51 - 8194                   | Moderado    | Moderado              | Moderado    | Regular     | Regular        | Alta              |
| H52 - 4610                   | Rápido      | Abundante             | Acelerado   | Rápido      | Regular        | Alta              |
| H54 - 2508                   | Moderado    | Poco                  | Moderado    | Regular     | Regular        | Regular           |
| H55 - 8248                   | Rápido      | Poco                  | Acelerado   | Lento       | Baja           | Regular           |
| H57 - 5174                   | Rápido      | Abundante             | Acelerado   | Regular     | Regular        | Muy Alta          |
| PCG57 - 0497                 | Lento       | Abundante             | Lento       | Moderado    | Regular        | Muy Alta          |
| PCG57 - 0586                 | Lento       | Poco                  | Lento       | Rápido      | Baja           | Baja              |
| PVG59 - 2194                 | Lento       | Poco                  | Lento       | Lento       | Alta           | Baja              |
| LAR52 - 604                  | Lento       | Poco                  | Lento       | Lento       | Alta           | Baja              |
| P12 - 745 (Azul Casa Grande) | ---         | Moderado              | Moderado    | ---         | Muy Alta       | ---               |

Fuente: Empresas Agrarias Azucareras

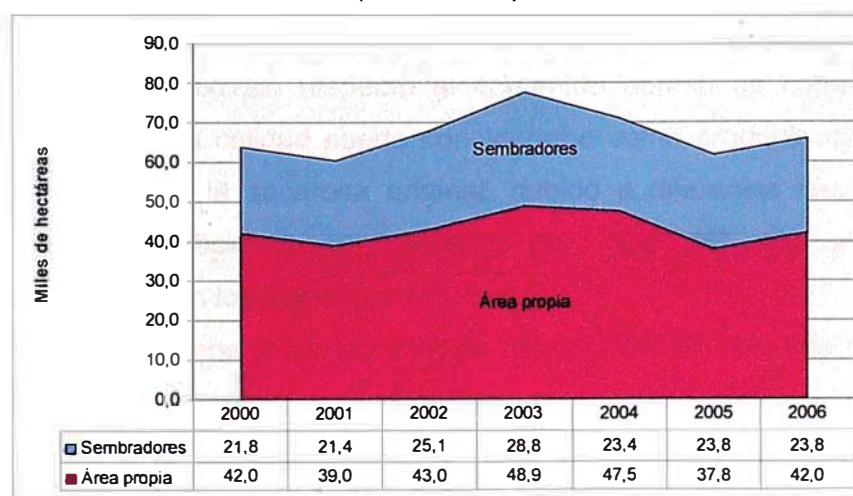
Cuadro 5. Siembra y cosecha

| SIEMBRA Y COSECHA |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                   | Ene   | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
| Ancash            | DURANTE TODO EL AÑO<br>(NO TIENE UNA ESTACIONALIDAD DEFINIDA) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Arequipa          |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| La Libertad       |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Lambayeque        |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Lima              |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Fuente: Ministerio de Agricultura - Dirección General de Información Agraria - Dirección de Estadística

Un aspecto a resaltar es la participación de los sembradores independientes, es decir aquellos agricultores que siembran la caña en campos que no son de las empresas agroindustriales. Así tenemos que para el año 2000 los sembradores independientes poseían el 34 % de la superficie cosechada de caña de azúcar, mientras que el 66 % restante se encontraba en manos de las empresas agroindustriales. En el año 2006 la situación no cambió mucho, los sembradores tuvieron el 36,2 % y las empresas el 63,8 % (ver figura 4).

Figura 4. Superficie cosechada propia\* y de sembradores\*\* (2000 - 2006)



Fuente: Ministerio de Agricultura - Dirección General de Información Agraria - Dirección de Estadística

*Nota: \* Superficie que pertenece a las empresas azucareras (Ingenios); \*\* Empresas o personas naturales que siembran caña y reciben servicio de molienda en las empresas azucareras*

### **Composición de la caña de azúcar (Valores referenciales)**

Existe un gran número de constituyentes que no se encuentran normalmente en la caña pero que aparecen en ciertas ocasiones, tanto en la caña como en sus productos, esto se debe fundamentalmente a efectos de fermentaciones y en ocasiones a factores que se presentan durante el proceso de fabricación.

Las gomas, por ejemplo, constan de varias clases pero la más perjudicial es la dextrana que se produce por fermentación causada por la bacteria *Leuconostoc* en cañas deterioradas.

También se pueden encontrar, tanto en cañas como en productos de fabricación (por fermentaciones y otras causas), ácidos como el fórmico, butírico, láctico, acético, propiónico, etc.; alcoholes como el etílico, amílico entre otros; éteres y gases que se manifiestan por lo general por su efecto fermentativo, con desprendimiento de gases como el CO<sub>2</sub>.

El azúcar invertido (glucosa-fructosa) no se puede considerar como un componente de la caña de azúcar ni de los jugos, su presencia en exceso respecto al contenido normal en cañas y jugos de buena calidad puede considerarse como producto de la destrucción de la sacarosa original, debido a diferentes causas como fermentaciones o inversión por bajo pH y/o altas temperaturas en los jugos que se procesan.

La Dirección General de Información Agraria (DGIA) del Ministerio de Agricultura (MINAG), ha difundido algunos valores referenciales respecto a la composición de la caña de azúcar peruana (ver cuadro 6).



Cuadro 6. Composición de la caña de azúcar

|                      | Por ciento    |                                | Por ciento    |
|----------------------|---------------|--------------------------------|---------------|
| Agua                 | 74,5          |                                | 74,5          |
| Cenizas              | 0,50          | SiO <sub>2</sub>               | 0,25          |
|                      |               | K <sub>2</sub> O               | 0,12          |
|                      |               | Na <sub>2</sub> O              | 0,01          |
|                      |               | CaO                            | 0,02          |
|                      |               | MgO                            | 0,01          |
|                      |               | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | vestigios     |
|                      |               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,07          |
|                      |               | SO <sub>3</sub>                | 0,02          |
|                      |               | Cl                             | vestigios     |
| Fibra                | 10,00         | Celulosa                       | 5,50          |
|                      |               | Pentosana xylan                | 2,00          |
|                      |               | Goma (araban)                  | 0,50          |
|                      |               | Lignina, etc.                  | 2,00          |
| Azúcares             | 14,00         | Sacarosa                       | 12,50         |
|                      |               | Dextrosa                       | 0,90          |
|                      |               | Lebulosa                       | 0,60          |
| Cuerpos nitrogenados | 0,40          | Albuminoides                   | 0,12          |
|                      |               | Amidos (asparagin)             | 0,07          |
|                      |               | Amido-ácidos                   | 0,20          |
|                      |               | Ácido nítrico                  | 0,01          |
| Grasa y cera         | 0,20          |                                | 0,20          |
| Pectina (gomas)      | 0,20          | Vestigios                      | 0,20          |
| Ácidos libres        | 0,08          | Ác. málico, succínico          | 0,08          |
| Ác. combinados       | 0,12          |                                | 0,12          |
|                      | <u>100,00</u> |                                | <u>100,00</u> |

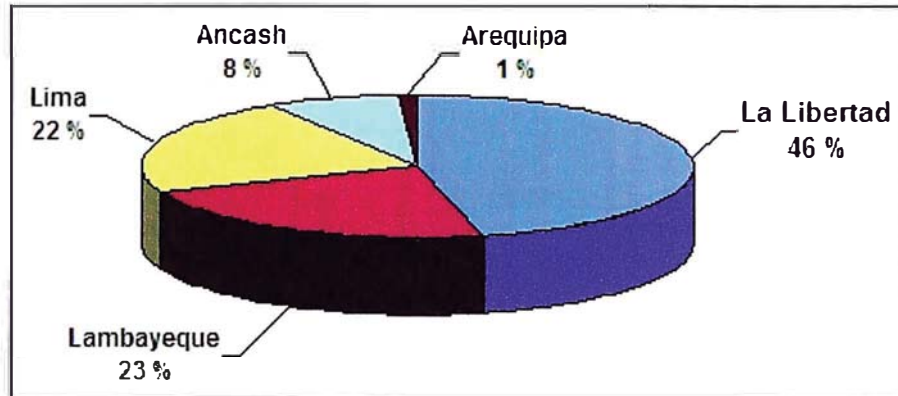
Fuente: Ministerio de Agricultura - Dirección General de Información Agraria - Dirección de Estadística

### Principales departamentos productores en el Perú

La caña de azúcar se cultiva en cinco departamentos y el 77 % se encuentra en la costa norte. La Libertad destaca como primer productor de caña de azúcar a nivel nacional con un 46 % de la producción. Lambayeque, con un 23 %, es el segundo mayor productor (ver figura 5).



Figura 5. Porcentaje de producción de caña de azúcar por departamento 2006



Fuente: Ministerio de Agricultura - Dirección General de Información Agraria - Dirección de Estadística

A continuación se listan las principales empresas productoras de azúcar y sus departamentos (provincias) de origen (ver cuadro 7).

## 2. Características físicas del jugo de la caña de azúcar

El jugo de la caña de azúcar es un líquido de color verdoso opaco, con una alta cantidad de sólidos disueltos y residuos de fibra leñosa procedente del material fibroso (bagazo), el cual se separó en la etapa de molienda. Es de consistencia melosa, tiene un sabor particular y evoca aromas de madera y caramelo.

## 3. Características químicas del jugo de la caña de azúcar

El jugo de la caña de azúcar es de carácter ácido, conteniendo impurezas orgánicas e inorgánicas propias del jugo.

Un análisis microbiológico del jugo de la caña de azúcar empleado en las pruebas experimentales fue realizado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), el cual se detalla en el cuadro 8.

**Cuadro 7. Principales empresas y departamentos (provincias) productores**

|                              |                        |                      |                                    |                       |                  |                       |
|------------------------------|------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
| <b>Empresas</b>              | Andahuasi              | Cartavio             | Casa Grande                        | Cayalti               | Chucarapi        | El Ingenio            |
| <b>Departamento (Ciudad)</b> | Lima (Huara)           | La Libertad (Áscope) | La Libertad (Áscope y Paján)       | Lambayeque (Chiclayo) | Árequipa (Islay) | Lima (Huara)          |
| <b>Empresas</b>              | Laredo                 | Paramonga            | Pomalca                            | Pucala                | San Jacinto      | Tumán                 |
| <b>Departamento (Ciudad)</b> | La Libertad (Trujillo) | Lima (Barranca)      | Lambayeque (Chiclayo y Lambayeque) | Lambayeque (Chiclayo) | Áncash (Santa)   | Lambayeque (Chiclayo) |

Fuente: Ministerio de Agricultura - Dirección General de Información Agraria - Dirección de Estadística

**Cuadro 8. Análisis microbiológico del jugo de caña de azúcar empleado en las pruebas experimentales**

|                              |  |   |                                      |                                      |   |
|------------------------------|--|---|--------------------------------------|--------------------------------------|---|
| <b>Muestra</b>               | <b>Bacterias heterotróficas mesófilas viables (ufc / mL)</b> | <b>Hongos miceliales viables y levaduras (ufc / mL)</b> | <b>Bacterias acéticas (ufc / mL)</b> | <b>Bacterias lácticas (ufc / mL)</b> | <b>Observaciones (Condiciones de la muestra)</b>  |
| Jugo de caña sin esterilizar | 1 000  | 240 000   | ---                                  | 2 100                                | Líquido de color verdoso opaco, con presencia de sólidos sedimentados, de olor azucarado y sin olor a fermento. |

Fuente: Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Facultad de Ciencias Biológicas

#### 4. Usos del jugo de la caña de azúcar

El jugo de la caña de azúcar puede ser fuente de energía directa mediante su utilización como consumo alimenticio. Por ejemplo, existe un estudio venezolano donde se ha utilizado el jugo de la caña de azúcar como dieta de crecimiento para cerdos [1].

Asimismo, el jugo de la caña de azúcar puede ser también consumido por cualquier persona, siempre y cuando se garanticen condiciones sanitarias y de higiene adecuadas. Un estudio realizado en Brasil, revela que uno de cada cuatro vasos de jugo de caña de azúcar que se venden en los quioscos de las calles de este país, presenta condiciones sanitarias pobres con agentes contaminantes más altos que los estándares brasileños permitidos [2].

Por otro lado, se puede aprovechar el contenido energético del jugo de la caña de azúcar mediante la fermentación de los azúcares reductores (formados durante la hidrólisis de la sacarosa) por acción de microorganismos específicos, los cuales producirán etanol. Este aprovechamiento implica el uso y dominio de procesos y operaciones unitarias adicionales a la simple trituración o molienda.

#### 5. Disponibilidad actual de la caña de azúcar

La información más actualizada con la que se cuenta hoy en día corresponde al año 2006, última fecha en que el Ministerio de Agricultura publicó datos e indicadores de la industria azucarera nacional.

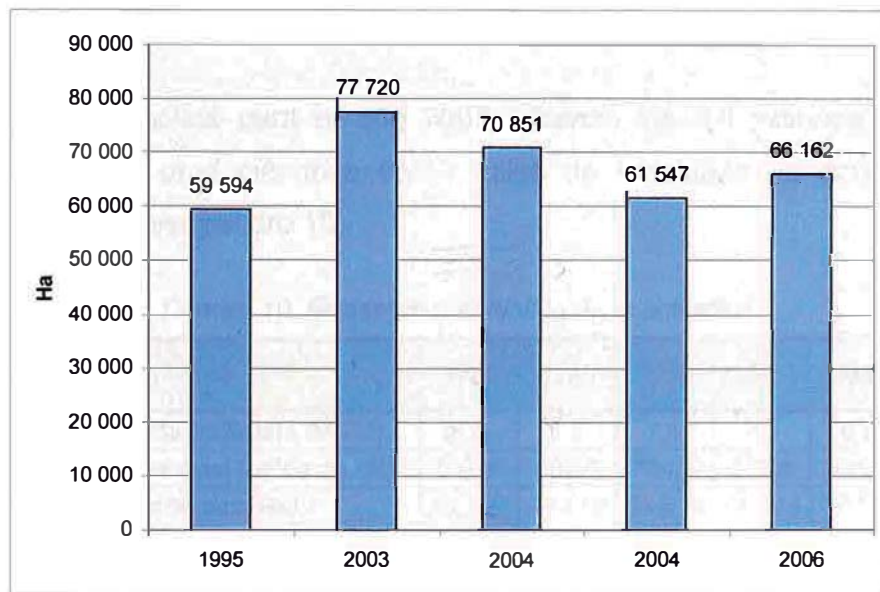
##### **Superficie sembrada de caña de azúcar**

La caña de azúcar en el Perú se cultiva en la costa, selva y valles interandinos.

La superficie sembrada de caña de azúcar en el Perú, para el mes de diciembre del año 2006 fue de 66 162 hectáreas; dentro de ésta, está incluida la superficie de los sembradores independientes que representa el 36 % (ver figura 6).

Actualmente, existe aproximadamente entre 70 y 80 mil hectáreas de cultivo de caña, siendo el potencial de caña para la producción de bioetanol de 150 mil hectáreas aproximadamente, la que no compite con las tierras dedicadas al azúcar.

Figura 6. Superficie sembrada de caña de azúcar (Ha)



Fuente: Ministerio de Agricultura - Dirección General de Información Agraria - Dirección de Estadística

### Producción de caña de azúcar

La producción de caña de azúcar no tiene una estacionalidad definida, por tanto la siembra y la cosecha se realizan durante todo el año, permitiendo que los ingenios azucareros estén abastecidos permanentemente de caña.

En el año 2006, la producción de caña fue de 7 251 toneladas, incrementándose en un 14 % comparado con el año anterior. De igual manera podemos observar el comportamiento de las

exportaciones y las importaciones en los últimos años (ver cuadro 9).

*Cuadro 9. Algunos indicadores de producción de caña de azúcar*

| Indicadores                      | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Producción de caña (miles de TM) | 8 886  | 6 947  | 6 370  | 7 251  |
| Exportación (miles de TM)        | 61     | 41     | 32     | 108    |
| Exportación (miles de US\$ FOB)  | 19 190 | 14 575 | 12 719 | 42 978 |
| Importación (miles de TM)        | 11     | 181    | 213    | 212    |
| Importación (miles de US\$ CIF)  | 2 962  | 50 055 | 63 998 | 93 384 |

*Fuente: Ministerio de Agricultura - Dirección General de Información Agraria - Dirección de Estadística*

La caña molida para el año 2003, alcanzó los 8,8 millones de toneladas, produciéndose 955,3 miles de toneladas de azúcar comercial (ver cuadro 10).

*Cuadro 10. Resumen estadístico de la actividad*

| Año                            | 1980   | 1990   | 2000   | 20002  | 2003   |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Caña molida (millones de TM)   | 5,6    | 5,9    | 7,1    | 8,5    | 8,8    |
| Azúcar comercial (miles de TM) | 537,4  | 592,0  | 724,1  | 877,6  | 955,3  |
| Hectáreas (Ha)                 | 49 137 | 48 419 | 64 814 | 68 044 | 77 176 |
| kg Azúcar / TM Caña            | 96,0   | 100,3  | 102,0  | 103,2  | 105,7  |

*Fuente: Asociación Peruana de Productores de Caña de Azúcar y Biocombustibles (APPAB)*

La caña de azúcar se cultiva en cinco departamentos y el 79 % aproximadamente se encuentra en la costa norte.

La producción nacional de caña de azúcar para el 2005 fue de 6 304 miles de toneladas, disminuyendo en 9,2 % con respecto al año anterior. La Libertad destaca como primer productor de caña de azúcar a nivel nacional con 2 889 miles de toneladas, seguido de Lima con 1 545 miles de toneladas (ver cuadro 11).

Como ya se ha visto, para el año 2006 la distribución en la producción de caña de azúcar sigue favoreciendo a La Libertad con una concentración del 46 %, posiblemente como consecuencia de las mayores áreas sembradas en su campaña agrícola y al

aumento de la caña molida por parte de las empresas agroindustriales: Casa Grande, Cartavio y Laredo.

*Cuadro 11. Producción de caña de azúcar según regiones  
(miles de TM)*

| Año         | Producción de caña de azúcar según regiones (miles de TM) |       |       |       |       |       | Crecimiento promedio 2001 - 2005 | Variación porcentual 2004 - 2005 |
|-------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------|----------------------------------|
|             | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  |                                  |                                  |
| Nacional    | 7 135   | 7 386 | 8 420 | 8 864 | 6 946 | 6 304 | -2,4                             | -9,2                             |
| Lambayeque  | 1 904   | 2 001 | 2 299 | 2 444 | 1 627 | 1 274 | -7,7                             | -21,7                            |
| La Libertad | 2 997   | 3 065 | 3 733 | 3 918 | 2 784 | 2 889 | -0,7                             | 3,8                              |
| Ancash      | 610   | 672   | 711   | 695   | 696   | 513   | -3,4                             | -26,4                            |
| Lima        | 1 513   | 1 553 | 1 527 | 1 649 | 1 713 | 1 545 | 0,4                              | -9,8                             |
| Arequipa    | 111   | 96    | 151   | 158   | 126   | 83    | -5,7                             | -33,9                            |

*Fuente: Dirección regional y subregional de agricultura*

### **Capacidad industrial instalada**

El Perú tiene diez empresas azucareras ubicadas en la costa, con una superficie total de 110 827 Ha y una superficie sembrada de 74 285 Ha.

En la actualidad, la industria azucarera, cuenta con una capacidad máxima de molienda de 37 300 toneladas de caña diaria, siendo la empresa Casa Grande la que cuenta con una mayor capacidad: 9 000 TM / día (ver cuadro 12).

El ingenio azucarero San Jacinto, tiene una superficie sembrada de 7 231 Ha con una capacidad de molienda de 2 800 TM / día. Cabe resaltar, que esta empresa cuenta con importantes innovaciones tecnológicas, como el uso del riego por goteo de baja presión, el programa de maduración química (que permite regular el crecimiento de la caña de azúcar, acelerando la concentración de sacarosa y logrando antes el punto de mayor acumulación en la planta), así como un nuevo centro de control de motores, entre otros. El ingenio azucarero que tiene la mayor capacidad de molienda es Casa Grande, seguida de Cartavio, quien en mayo del 2007 se unió al Grupo Gloria y a la empresa Tumán (ver figura 7).

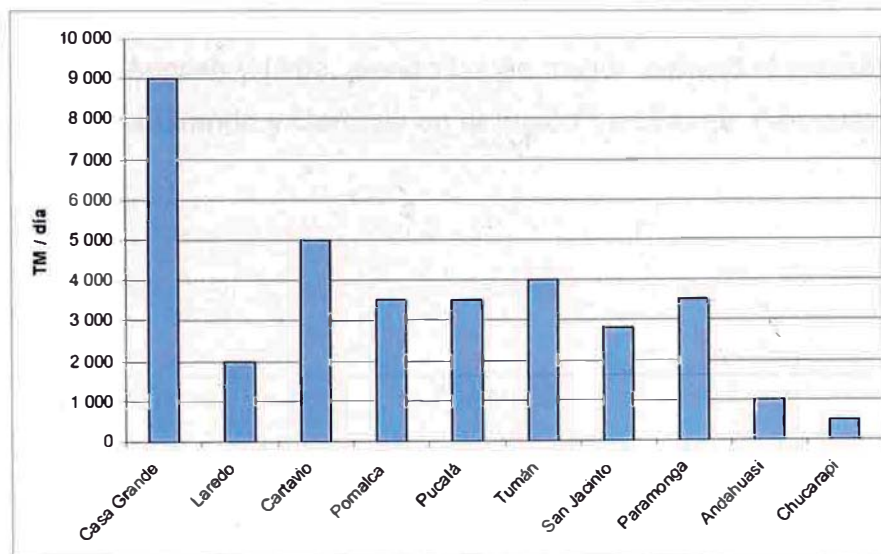


*Cuadro 12. Capacidad Instalada de las empresas azucareras 2004*

| Empresa              | Superficie total (Ha) | Superficie sembrada (Ha) | Capacidad de molienda (TM / día) | Capacidad de molienda 2007 (TM / día) |
|----------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| Casa Grande          | 29 394                | 12 000                   | 9 000                            | 4 000                                 |
| Laredo               | 5 080                 | 4 687                    | 2 000                            | 1 500                                 |
| Cartavio             | 6 566                 | 6 254                    | 5 000                            | 2 500                                 |
| Pomalca              | 15 819                | 12 495                   | 3 500                            | 2 000                                 |
| Pucallá              | 8 530                 | 6 866                    | 3 500                            | 2 000                                 |
| Tumán                | 12 311                | 8 200                    | 4 000                            | 2 200                                 |
| San Jacinto          | 10 422                | 7 231                    | 2 800                            | 2 000                                 |
| Paramonga            | 8 396                 | 6 566                    | 3 500                            | 2 800                                 |
| Andahuasi            | 4 617                 | 2 705                    | 1 000                            | ---                                   |
| Chucarapi            | 1 794                 | 1 256                    | 500                              | 369                                   |
| Cayalti y El Ingenio | 7 898                 | 6 025                    | 2 500                            | 1 284                                 |
| <b>Total</b>         | <b>110 827</b>        | <b>74 285</b>            | <b>37 300</b>                    | <b>20 653</b>                         |

*Adaptado de: USDA Foreign Agricultural Service 2004*

*Figura 7. Capacidad de molienda actual (TM / día) por empresas*



*Fuente: USDA Foreign Agricultural Service 2004*

En el cuadro 13 podemos observar los rendimientos de los ingenios azucareros del Perú, así como el área cosechada, la edad de corte en meses promedios, el rendimiento de la caña y del azúcar y el número de sacos por tonelada de caña.

*Cuadro 13. Capacidad de molienda actual (TM / día) por empresas*

| Empresas    | Área cosechada 2003 (Ha) | Edad de corte (meses promedios) | Rend. caña (TM / Ha) | Rend. azúcar (kg / TM Caña) | Nº Sacos (Sacos / TM Caña) |
|-------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Casa Grande | 16 966                   | 16,92                           | 90,00                | 107,59                      | 2,15                       |
| Laredo      | 6 899                    | 16,59                           | 134,64               | 120,88                      | 2,22                       |
| Cartavio    | 10 303                   | 15,56                           | 135,00               | 108,00                      | 2,16                       |
| Pomalca     | 7 638                    | 14,00                           | 78,00                | 99,41                       | 1,99                       |
| Pucalá      | 8 102                    | 13,79                           | 82,00                | 100,06                      | 2,00                       |
| Tumán       | 9 118                    | 14,80                           | 118,56               | 110,91                      | 2,22                       |
| San Jacinto | 5 434                    | 15,47                           | 121,60               | 108,74                      | 2,17                       |
| Paramonga   | 8 106                    | 16,65                           | 120,00               | 106,49                      | 2,13                       |
| Andahuasi   | 3 639                    | 15,00                           | 146,00               | 110,00                      | 2,20                       |
| Chucarapi   | 971                      | 20,35                           | 114,58               | 106,00                      | 2,11                       |

*Fuente: MINAG-APPAB 2003 (Datos nacionales), FAO / UNISYSTEMS (Brasil)*

Con respecto a la producción de alcohol en el Perú, las empresas productoras se encuentran localizadas en Lambayeque, La Libertad, Ancash y Lima, siendo las de mayor capacidad instalada la de Casa Grande y Cartavio en la región La Libertad (ver cuadro 14).



*Cuadro 14. Empresas productoras de alcohol en el Perú*

| Empresas productoras de alcohol en el Perú |                               |                      |                      |
|--|-------------------------------|----------------------|----------------------|
| Empresas                                   | Capacidad instalada (L / día) | Producción (L / día) | Producción (L / año) |
| <b>Lambayeque</b>                          |                               |                      |                      |
| Andesa Pucalá                              | 20 000                        | 18 000               | 4 500 000            |
| Vari - Ron Pomalca                         | 12 000                        | 10 000               |                      |
| Alvarado                                   | 14 000                        | 7 000                | 1 750 000            |
| Naylan                                     | 5 500                         | 3 500                | 542 500              |
| <b>La Libertad</b>                         |                               |                      |                      |
| Casa Grande                                | 60 000                        | 40 000               |                      |
| Andesa Casa Grande                         | 35 000                        |                      |                      |
| Cartavio                                   | 60 000                        | 60 000               | 12 000 000           |
| Destilerías Unidas                         | 40 000                        | 40 000               | 4 000 000            |
| Laredo                                     | 25 000                        |                      |                      |
| <b>Ancash</b>                              |                               |                      |                      |
| San Jacinto                                | 18 000                        | 14 000               | 2 800 000            |
| <b>Lima</b>                                |                               |                      |                      |
| Paramonga (Azúcar)                         | 20 000                        |                      |                      |
| Paramonga - Quimpac                        | 15 000                        | 10 000               | 2 000 000            |
| Andahuasi                                  | 12 000                        | 12 000               | 2 400 000            |
| <b>Total</b>                               | <b>336 500</b>                | <b>214 500</b>       | <b>29 992 500</b>    |

*Fuente: Ministerio de Agricultura - Dirección General de Información Agraria - Dirección de Estadística*

### **Costo de producción de la caña de azúcar**

A continuación se presenta el costo promedio de producción de la caña de azúcar y del bioetanol.

### **Costo promedio de producción de caña de azúcar**

Los costos de instalación del cultivo son variables, dependiendo de la calidad de la tierra y del nivel tecnológico. En el departamento de La Libertad, el costo de instalación está cercano a los US\$ 1 500 dólares por hectárea (ver cuadro 15). Los rubros que representan mayores costos son los relacionados a los insumos.

*Cuadro 15. Costo de instalación por hectárea de la caña de azúcar (tecnología media)*

| Variedad: Azul Casa Grande  |                    |
|---|--------------------|
| La Libertad (Costa)<br>Tipo de cambio: US\$ = S/. 2,80                                |                    |
| Rubros  | Instalación (US\$) |
| Mano de obra  | 154,3              |
| Insumos   | 525,0              |
| Maquinaria  | 425,0              |
| Cosecha   | 0,0                |
| Envase, transporte y gastos varios  | 33,6               |
| Otros*  | 113,9              |
| <b>Costos directos</b>  | <b>1 251,8</b>     |
| <b>Costos indirectos**</b>  | <b>250,4</b>       |
| <b>Costos totales</b>   | <b>1 502,1</b>     |
| * Incluye imprevistos y leyes sociales (9 % de los costos directos).                  |                    |
| ** Incluye gastos administrativos y gastos financieros (20 % de los costos directos). |                    |

*Adaptado de: Dirección Regional La Libertad 2000*

Los costos de mantenimiento de la caña de azúcar varían, siendo en promedio US\$ 4 100 dólares por hectárea (ver cuadro 16), en donde el rubro de envases, transporte y otros gastos representan alrededor del 50 % de los costos totales.

### **Costo promedio de producción de bioetanol**

En el cuadro 17, para el caso de la caña de azúcar, se estiman los costos promedios de producción de bioetanol, de acuerdo a datos preliminares disponibles.

**Cuadro 16. Costo de mantenimiento (1er. corte)  
por hectárea de la caña de azúcar  
(tecnología media)**

| Variedad: Azul Casa Grande  |                |
|---|----------------|
| La Libertad (Costa)<br>Tipo de cambio: US\$ = S/. 2,80                                |                |
| Rubros  | Mtto. (US\$)   |
| Mano de obra  | 167,1          |
| Insumos   | 282,8          |
| Maquinaria  | 0,0            |
| Cosecha   | 633,6          |
| Envase, transporte y gastos varios  | 2 030,4        |
| Otros*  | 311,4          |
| <b>Costos directos</b>  | <b>3 425,3</b> |
| <b>Costos indirectos**</b>  | <b>685,1</b>   |
| <b>Costos totales</b>   | <b>4 110,3</b> |
| * Incluye imprevistos y leyes sociales (9 % de los costos directos).                  |                |
| ** Incluye gastos administrativos y gastos financieros (20 % de los costos directos). |                |

*Adaptado de: Dirección Regional La Libertad 2000*

**Cuadro 17. Costo promedio de producción  
de bioetanol**

| Costo promedio de producción de bioetanol                          |        |
|--|--------|
| Materia prima requerida<br>(TM Caña / m <sup>3</sup> de Bioetanol) | 14,29  |
| Precio de caña puesta en ingenio<br>(US\$ / TM)                    | 15,00  |
| Costo de materia prima<br>(US\$ / m <sup>3</sup> de Bioetanol)     | 214,35 |
| Costo de proceso<br>(US\$ / m <sup>3</sup> de Bioetanol)           | 54,00  |
| Costo total<br>(US\$ / m <sup>3</sup> de Bioetanol)                | 266,35 |
| Costo total<br>(US\$ / galón)                                      | 1,02   |

*Fuente: CONAM*

6. Perspectivas futuras del abastecimiento de la caña de azúcar

En el año 2007, el Sr. Freddy Flores Herrera, gerente general de la Asociación Peruana de Productores de Azúcar y Biocombustibles (APPAB), dijo que “las empresas azucareras tienen capacidad instalada para producir 330 mil litros de bioetanol diarios y planes de inversión por 130 millones de dólares en este sector hasta el año 2010”. De esta manera, la empresa Cartavio ha empezado a producir desde el 2008, 15 millones de litros de bioetanol por año. Nelson Larrea, ex-coordinador ejecutivo del programa Pro Amazonía, manifestó que en la zona de la selva se contaba con un potencial de 200 hectáreas destinadas a la producción de caña de azúcar. En este sentido, el Ministerio de Agricultura, está promoviendo el cultivo de caña en la zona y el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) está trabajando con una variedad de caña de azúcar, con el propósito de encontrar la más adecuada para producir bioetanol.

**Área potencialmente cultivable de la caña de azúcar**

Para alcanzar una producción que pueda sustituir todo el combustible fósil que utiliza el Perú, sería necesario contar con un sembrío de 220 000 hectáreas aproximadamente, para producir 1 200 000 galones de bioetanol por día (4,5 millones de litros por día).

Según todo lo expuesto en este apartado, para ampliar las extensiones de tierra a áreas potencialmente cultivables para la producción de caña de azúcar, tanto para consumo humano como para la producción de bioetanol, sería necesario ampliar la frontera agrícola a terrenos eriazos o la posibilidad de sustituir un cultivo por otro, en este caso por el de la caña de azúcar.

Adicionalmente, el presente trabajo opta por la siembra de la caña de azúcar en terrenos deforestados y degradados, de tal manera de evitar la denominada “deuda del carbono”, generada por

convertir pastizales en tierras para cultivos destinados a la producción de biocombustibles.

De esta manera, beneficios sustanciales en términos de carbono se podrán adquirir mediante la expansión de cultivos de alto rendimiento en los terrenos deforestados y degradados.

La tierra destinada al cultivo de la caña de azúcar debe seguir el siguiente esquema propuesto:

$$\text{Tierra para la caña de azúcar} = \text{Tierra para alimentos (azúcar)} + \text{Tierra para bioetanol hidratado}$$

Siguiendo este esquema, se podría garantizar una producción de bioetanol hidratado a partir de la caña de azúcar en tierras independientes a aquellas utilizadas para la producción de azúcar para consumo humano, eliminando así los riesgos potenciales asociados a la generación de competencia, desabastecimiento y alteración de precios entre ambas industrias.

### **El factor hídrico en la producción de la caña de azúcar en el Perú**

La caña de azúcar es un cultivo mecanizado en la preparación de suelos, mientras que la fase de cosecha es manual, debido a que las plantas son maltratadas por la máquina y sus efectos son los bajos rendimientos en la siguiente cosecha.

El principal problema que enfrentaría la extensión de las áreas de cultivo a otras zonas del Perú, es principalmente el factor hídrico, tomando en cuenta que una hectárea requiere 15 000 m<sup>3</sup> en promedio. El cultivo de la caña de azúcar demanda una cantidad elevada de agua para su producción, es así que para poder ampliar su siembra es necesario contar con sistemas de riego para asegurar una producción sostenible, para ello es necesario encontrar financiamiento a través de inversiones provenientes tanto del sector público como privado.

Las empresas y sembradores con riego regulado se ubican en su mayoría en Lambayeque. En el caso de los valles de Chicama, Nepeña, Huaura y Tambo tienen agua de los ríos, cuyas cuencas están en la sierra, cuyo período de lluvias se inicia en diciembre y termina en marzo. Frente a la escasez del recurso hídrico las empresas riegan con agua del subsuelo.

De acuerdo con el CONAM, el Perú tiene 3 044 glaciares que representan el 77 % de los glaciares tropicales del mundo almacenando un total de 56,15 km<sup>3</sup> de hielo, que alimentan gran parte de nuestros ríos costeros cuyas aguas son utilizadas por el 60 % de la población peruana. Sin embargo, estos glaciares se ven afectados por el cambio climático y el incremento de la temperatura. La superficie total de glaciares en el Perú se redujo en un 22 % en los últimos 20 años, como consecuencia, se ha perdido alrededor del 12 % en volumen de agua. La disponibilidad de agua a nivel nacional se estima en 2 billones de metros cúbicos (ver cuadro 18).

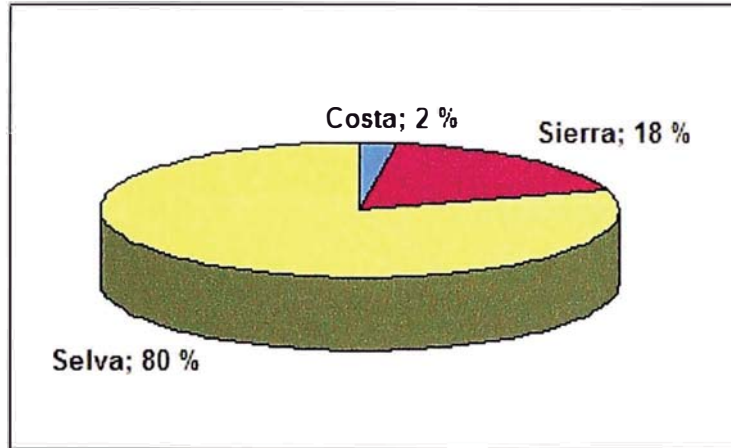
Cuadro 18. Disponibilidad de agua según regiones

| Disponibilidad de agua según regiones   |                         |                   |  |  |   |
|---|-------------------------|-------------------|--|--|---|
| Región  | Área (km <sup>2</sup> ) | Población 2003    | Disponibilidad del agua* (millones de m <sup>3</sup> ) | Disponibilidad per cápita (m <sup>3</sup> por Persona) | Usos del agua** (millones de m <sup>3</sup> ) |
| Costa   | 141 373,65              | 14 249 441        | 43 596,79  | 3 059,54   | 15 557,80                                     |
| Sierra  | 334 155,90              | 9 116 029         | 367 716,60   | 40 337,37  | 3 035,67                                      |
| Selva   | 809 685,45              | 3 782 631         | 1 634 296,00   | 432 052,72   | 379,46  |
| <b>Total</b>  | <b>1 285 215,00</b>     | <b>27 148 101</b> | <b>2 045 609,39</b>                                    | <b>475 449,63</b>                                      | <b>18 972,93</b>                              |
| * Incluye agua superficial (volumen escurrido).                                       |                         |                   |  |  |   |
| ** Uso consuntivo: en actividad agrícola, poblacional, minera, industrial o pecuaria. |                         |                   |  |  |   |

Fuente: CUANTO, página 177 del anuario estadístico "Perú en números 2005"

La disponibilidad de agua según regiones naturales muestra claramente la concentración del recurso hídrico en la región selva del país (80 %) tanto a nivel total como per cápita (ver figura 8).

Figura 8. Disponibilidad de agua según regiones (%)



Fuente: CUANTO, página 177 del anuario estadístico "Perú en números 2005"

Las aguas superficiales están distribuidas en tres grandes vertientes:

Vertiente del Pacífico: cubre 279 689 km<sup>2</sup> (1,7 %), cuenta con 53 cuencas hidrográficas y la disponibilidad de agua se estima en 34 625 millones de metros cúbicos.

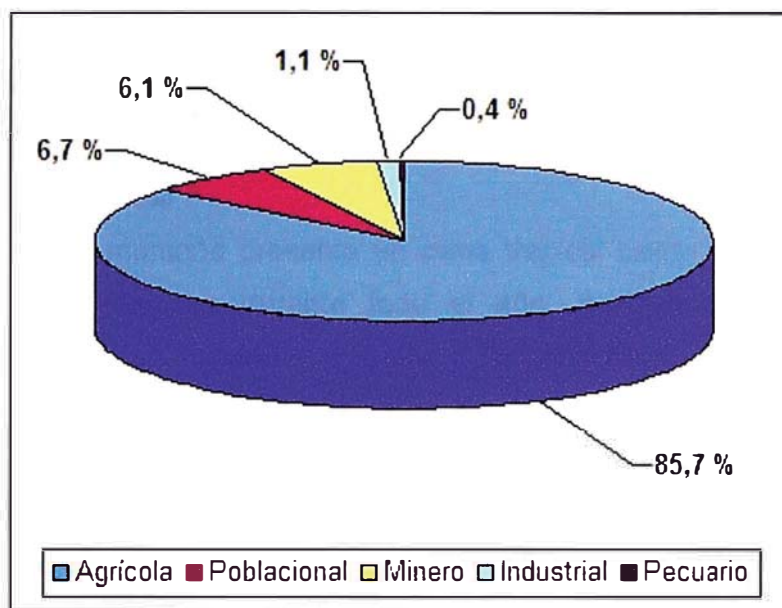
Vertiente del Atlántico: ocupa 956 751 km<sup>2</sup> (97,8 %) y está conformada por 44 cuencas y la disponibilidad de agua se estima en 1 998 752 millones de metros cúbicos que drenan al río Amazonas.

Vertiente del Titicaca: alcanza a 48 775 km<sup>2</sup> (0,5 %), comprende 9 cuencas, cuya disponibilidad de agua se estima en 10 172 millones de metros cúbicos que descargan sus aguas en el lago Titicaca.

Con respecto al uso del agua, de acuerdo con el gráfico siguiente, podemos observar que el mayor porcentaje del recurso hídrico es empleado en la actividad agrícola (85,7 %), seguida de la población, la minería, la actividad industrial y finalmente la pecuaria (ver figura 9).



Figura 9. Uso del agua - 1992 (%)



Fuente: CUANTO

Es importante tener en cuenta la disponibilidad del recurso hídrico en las regiones del país y la importancia que tiene éste en la producción de la caña de azúcar, ya que de esta manera podremos optimizar -desde un inicio- el uso del agua para la producción de este cultivo mediante la aplicación de producción más limpia, siendo conscientes de su demanda tanto para el consumo humano como para el desarrollo de los biocombustibles.

### Régimen de distribución de lluvias en las zonas productoras

La región costa es extremadamente seca, con precipitaciones anuales inferiores a 40 mm desde Chimbote hasta Tacna y de 400 mm en el extremo norte. A pesar de su aridez, algunas partes de la costa reciben suficiente humedad de las nieblas invernales ("garúa") para desarrollar vegetación, siendo aptas para el cultivo de caña de azúcar.

En la sierra, la latitud, altitud, presencia de vientos locales y el efecto pantalla de la cordillera, dan lugar a diferentes condiciones climáticas. En general, las temperaturas decrecen al aumentar la altitud, mientras que la precipitación lo hace de norte a sur y de



este a oeste. Durante la estación húmeda (diciembre - marzo), las precipitaciones más altas se dan en el norte y en el flanco este de la cordillera. Las temperaturas varían estacionalmente, siendo la oscilación térmica diaria (hasta 22 °C en un solo día) mucho mayor que la estacional.

La selva o montaña presenta un clima tropical cálido y húmedo, con precipitaciones durante todo el año, aunque con mayor intensidad entre diciembre - enero y con una oscilación térmica estacional muy pequeña.

En el cuadro 19, se resumen las principales características climáticas de estas regiones.

*Cuadro 19. Características de las principales áreas climáticas del Perú*

| Características de las principales áreas climáticas del Perú |             |                              |                                |           |
|--|-------------|------------------------------|--------------------------------|-----------|
| Región   | Altitud (m) | Temperatura media anual (°C) | Precipitación media anual (mm) | ETo* (mm) |
| Costa  | 0 - 500     | 18 - 20                      | 40                             | 1 600     |
| Sierra   | 500 - 6 780 | 8 - 11                       | 600                            | 1 235     |
| Selva  | 400 a 1 000 | 24                           | 3 000 - 4 000                  | 1 265     |

\*ETo = Evapotranspiración sobre un cultivo de referencia.

Fuente: FAO

## 7. Descripción del tipo de caña de azúcar seleccionada

Para la selección de la caña de azúcar más adecuada en el proceso productivo de bioetanol hidratado a nivel industrial, se requirió la asesoría directa del Dr. Salomón Helfgott Lerner, miembro del departamento de cultivos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y autor de libros como "El cultivo de la caña de azúcar en la costa peruana", 1997, con lo que se pudo apreciar que la mayor parte de la información acerca de la caña de azúcar en el Perú está enfocada actualmente a los cultivos en la zona costera.

Asimismo, con la principal finalidad de conocer las variedades de la caña de azúcar en la selva, se realizó una visita al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y al Departamento de Promoción Agraria (DPA) del Ministerio de Agricultura (MINAG) en la ciudad de Pucallpa.

Según la información recopilada y su análisis respectivo, se seleccionó la variedad de caña de azúcar "Azul Casa Grande", la cual cumple con los altos parámetros de calidad (% de azúcares, % fibra y % de agua de la caña, etc.) necesarios para el proceso productivo planteado, siendo ésta la más utilizada actualmente en la región Ucayali por presentar ciertas ventajas competitivas, tales como su tiempo de crecimiento, rendimiento, adaptabilidad, entre otras.

## VI. ESTUDIO DE LA LEVADURA DE UVA QUEBRANTA

### 1. Reseña histórica, definición y obtención

#### 1.1. Reseña histórica de la uva quebranta

La uva quebranta es una variedad que resulta de la mutación genética de la uva negra traída por los españoles, inducida por la adaptación de la planta a las condiciones ambientales del suelo pedregoso y del clima desértico propio de la provincia de Pisco, que se extiende a los valles de los departamentos de Lima, Ica, Arequipa, Moquegua y algunos valles del departamento de Tacna donde existen condiciones similares. La "quebranta" es una variedad no aromática, de un gusto muy peculiar y que da el sabor inconfundible al aguardiente de uva (Pisco) [3].

Según el destacado investigador Fernando Rovira, la uva quebranta es de baya casi redonda, hollejo duro y grueso. Generalmente es grande, aunque su tamaño y coloración dependen de diversos factores relacionados con su cultivo. Su pulpa es carnosa y dulce pero un poco áspera al paladar. Puede considerarse como una variedad peruana por excelencia debido a que no guarda similitud con aquellas conocidas en otras partes del mundo. Su rusticidad, producto de su aclimatación al suelo de los valles vitivinícolas de la costa sur del Perú, le ha permitido ser resistente al insecto de la filoxera (*Dactylosphaera vitifoliae*). Se ha podido comprobar la presencia de nódulos y aún del insecto propiamente dicho en las raíces de la uva quebranta, pero sin que ello afecte en absoluto la producción de uva. Esta característica hace que las cepas de uva quebranta sirvan como porta injertos [4].

De acuerdo a estudios científicos efectuados por la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), se han comprobado los siguientes componentes en 100 gramos de fruto de la uva quebranta (ver cuadro 20):

*Cuadro 20. Componentes en 100 gramos de fruto de la uva quebranta*

| Tabla de componentes de la uva quebranta<br>(Universidad Nacional Agraria La Molina) |            |
|--|------------|
| <b>Componentes mayores</b>   |            |
| Agua   | 81,40 g    |
| Proteínas  | 0,50 g     |
| Extracto etéreo  | 0,10 g     |
| Carbohidratos azúcares, fibras y otros   | 17,70 g    |
| Cenizas  | 0,27 g     |
| <b>Minerales</b>   |            |
| Calcio   | 14,00 mg   |
| Fósforo  | 11,00 mg   |
| Hierro   | 0,40 mg    |
| <b>Vitaminas</b>   |            |
| Tiamina  | 0,05 mg    |
| Riboflavina  | 0,07 mg    |
| Niacina  | 0,11 mg    |
| Ácido ascórbico  | 0,70 mg    |
| <b>Calorías</b>  | 66 cal     |
| <b>Contenido de azúcares en el mosto</b>   | 269 g / L  |
| <b>Contenido de ácido tartárico en el mosto</b>                                      | 4,22 g / L |

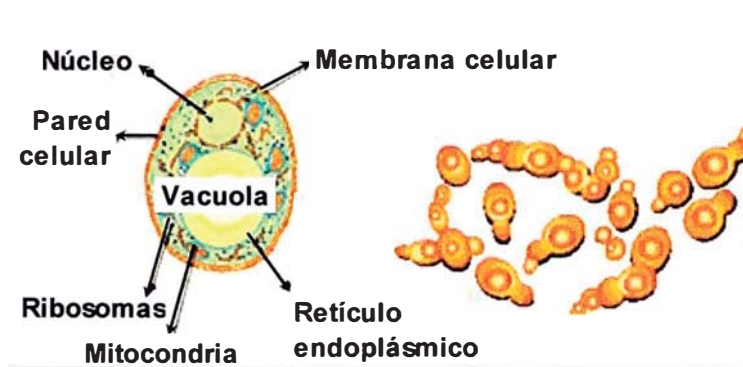
*Fuente: Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)*

## 1.2. Definición de la levadura de uva quebranta

Las levaduras en general son hongos y se distinguen de los mohos por ser unicelulares; vistos al microscopio, aparecen como pequeñas células redondeadas u ovoides. La rapidez con que se multiplican se asemeja a las bacterias, pero en realidad, se trata de hongos microscópicos de los que hay muchísimos géneros que poseen muchas de las propiedades de las células de organismos superiores (eucariontes). La mayoría de las levaduras utilizadas por el hombre pertenecen

al género *Saccharomyces*, literalmente “hongo del azúcar” (ver figura 10) [5].

*Figura 10. Vista al microscopio de las células de la levadura Saccharomyces*



*Fuente: Tetra Pak del Grupo Tetra Laval (1995)*

Cada célula de levadura, mide aproximadamente 5 micras ( $\mu\text{m}$ ) en su longitud mayor y está rodeada por una pared rígida. A diferencia de una bacteria, que no posee núcleo delimitado (organismo procarionte), la levadura tiene un núcleo que encierra los cromosomas portadores de la información genética, en forma de una molécula de ADN: es un eucarionte. El núcleo contiene además entre 20 y 100 copias de una especie de mini cromosoma circular llamado “plásmido 2 micras”, constituido por ADN. En el citoplasma se encuentran mitocondrias que son las centrales energéticas de la célula. La mitocondria posee una información genética propia, en forma de varias moléculas circulares de ADN. La vacuola es un orgánulo de almacenamiento de los productos de la célula y de enzimas. Finalmente, hay una compleja red de membranas, el retículo endoplásmico y el aparato de Golgi, que interviene en los mecanismos de producción y secreción de proteínas.

Las levaduras se reproducen de forma asexual por gemación, quedando como resultado cicatrices en la célula madre, en los sitios donde nacieron las yemas. Los del

género *Saccharomyces* tienen una sola yema en cada proceso de gemación. Una célula madura puede producir durante su vida un promedio de 24 células hijas.

Para los biotecnólogos, las levaduras son seres vivos que combinan propiedades de las bacterias (velocidad de multiplicación, simplificación de sus exigencias nutritivas) y propiedades de los organismos superiores.

Dentro del género *Saccharomyces*, la especie *cerevisiae* constituye la levadura y el microorganismo eucariota más estudiado, empleado en el más tradicional de los procesos biotecnológicos: la fermentación. En la fabricación del pan es necesario agregarla a la masa que se utiliza para preparar el pan para que éste esponje o levante; de hecho el término levadura proviene del latín *levare*, que significa levantar. Por otro lado para la elaboración de bebidas alcohólicas (cerveza, vino, pisco, entre otros), garantiza la producción de alcohol y de gas carbónico a partir de los azúcares.

La levadura de uva quebranta (*Saccharomyces cerevisiae*) será empleada en el proceso de fermentación para la producción de bioetanol hidratado en la presente tesis.

### 1.3. Obtención de levadura a partir de proceso Pisco-UNI

Según el proceso tradicional de producción de vinos y piscos, para producir un litro de vino se necesita 1,5 kilos de uva, mientras que para el pisco son necesarios de 6 a 8 kilos. Si bien el vino presenta un menor precio que el pisco, se vende en mayor volumen, la relación es aproximadamente de 1 litro de pisco por 6 litros de vino.

El proyecto de investigación "Elaboración y especificaciones técnicas del pisco", sólo contempla la producción de pisco a partir de uva quebranta hasta el momento. Gracias a este conocimiento ahora se produce un litro de Pisco-UNI con menos de 5 kilos de uva quebranta, un ratio que está por

debajo del usado actualmente en la industria peruana. De acuerdo a esta producción se han registrado los siguientes rendimientos de levadura de uva quebranta:

30 a 60 kg levadura / TM uva quebranta

150 a 300 kg levadura / m<sup>3</sup> Pisco-UNI

Considerando que el requerimiento promedio de uva quebranta en el Perú es de 7 kilos para producir un litro de pisco, se obtendría un rendimiento promedio de levadura de 315 kg levadura / m<sup>3</sup> pisco quebranta.

## 2. Características culturales de reconocimiento de la levadura de uva quebranta

### 2.1. Morfología macroscópica

Las colonias desarrolladas en la superficie de los medios sólidos agar yeast extract-peptone-dextrose (YEPD) o agar papa dextrosa (APD), tienen en algunas ocasiones ciertas características que sirven para diferenciar ciertos géneros o especies, como por ejemplo las colonias de los *Saccharomyces* se presentan redondas, blancas y de un blanco-gamuza, con bordes irregulares festoneados, semiesféricos o con el centro puntiagudo.

El agar YEPD, extracto de levadura al 0,5 %, peptona al 1 %, dextrosa al 2 %, agar al 1,8 %, es un medio adecuado para realizar estudios de caracterización de las colonias de levaduras.

### 2.2. Morfología microscópica

Las levaduras son siempre examinadas en estado fresco, colocadas entre porta y cubreobjeto a fin de observar la

forma exacta de las células, ya que los procedimientos de fijación y coloración pueden deformar las células. Constituye una técnica muy útil realizar el examen en una gota de tinta china o coloración Gram. El examen mediante el uso de contraste de fases pone en valor la estructura interna así como la forma de las células.

La forma de las células puede constituir una ayuda sumamente útil. Los *Saccharomyces* son en general ovoides. Las dimensiones se pueden apreciar mediante el micrómetro ocular contrastado que ayuda igualmente para fácil determinación de algunos géneros o especies.

Las cepas de levaduras deben ser sembradas en caldo YEPD, pH de 5,5 e incubadas a 28 °C por 24 horas a fin de obtener células jóvenes, luego con una pipeta Pasteur se coloca una gota de cultivo en la lamina portaobjeto y cubierta con una laminilla, se observa al microscopio de fases a 640 aumentos. La coloración Gram también es recomendable, las células se observan a 1 000 de aumento, usando aceite de inmersión.

### 2.3. Tipos de reproducción asexual vegetativa

Uno de los tipos más comunes de reproducción asexual es la gemación, existiendo otros tipos como la fisión binaria y la escisión, propia del género *Schizosaccharomyces*.

Los del género *Saccharomyces* se reproducen únicamente por gemación, pudiendo reconocerlos por la posición de la yema (una sola yema en cada proceso de gemación) sobre la célula madre, la cual se forma en las proximidades en uno de los polos de la célula.

El tipo y la reproducción vegetativa de las levaduras, se observan fácilmente a partir de cultivos de levadura de 24 horas a 28 °C, colocando una alícuota de cultivo en una lámina porta-objetos y cubriendo con una laminilla. Luego se



observa al microscopio de fases a 640 aumentos o coloreando por la técnica de Gram.

### 3. Características fisiológicas de la levadura de uva quebranta

#### 3.1. Aspecto de los cultivos sobre un medio líquido

Es indispensable apreciar el aspecto que exhiben las levaduras sobre el medio líquido para establecer la determinación de los géneros o de ciertas especies. Para este estudio, las levaduras pueden ser agrupadas en dos categorías:

Levaduras con metabolismo fermentativo dominante.

Levaduras con metabolismo oxidativo dominante.

Los *Saccharomyces* pertenecen a la primera categoría, con metabolismo fermentativo dominante, caracterizada por un desprendimiento gaseoso (CO<sub>2</sub>) más o menos abundante. El líquido se encuentra en un principio alterado (régimen turbulento), apareciendo más tarde un depósito en el fondo mientras que el líquido se clarifica. Se debe apreciar el aspecto de este depósito: "pulverulento", es decir, que se torna en una suspensión homogénea mediante simple agitado, o "graso", cuando queda más o menos adherido a la pared.

Cabe señalar que la mayor parte de las levaduras de la segunda categoría, con metabolismo oxidativo dominante, forman sobre el medio líquido un velo inmediato, en ocasiones reducido a un simple anillo, más o menos graso, pudiendo presentarse al mismo tiempo una débil fermentación. Otras levaduras no forman velo, pero si un depósito y no hay proceso fermentativo.

Para apreciar el comportamiento cultural de las levaduras, se utiliza caldo YEPD. El examen de los cultivos se realiza a las 24 horas de incubación y a 28 °C.

### 3.2. Utilización de carbohidratos por vía fermentativa

El catabolismo de los azúcares como la glucosa es anaerobio (fermentación) o aerobio (respiración).

El proceso más típico es el catabolismo anaeróbico, también conocido como fermentación alcohólica. Los productos finales son alcohol etílico y CO<sub>2</sub>.

Las pruebas de fermentación de hidratos de carbono (carbohidratos, glúcidos o sacáridos) son útiles para complementar los resultados de las pruebas de asimilación de carbohidratos, para la identificación de las especies de levaduras.

Los azúcares empleados habitualmente son glucosa, lactosa, sacarosa, maltosa, galactosa y rafinosa.

## 4. Factores que influyen en la actividad de las levaduras

### 4.1. Oxígeno

La levadura requiere para su reproducción oxígeno, pero la producción de alcohol por ella se da en ausencia de éste.

Es conveniente oxigenar, inicialmente, el mosto virgen (sin fermentar) para promover el crecimiento de las levaduras y tener una masa celular adecuada que lleve a cabo la fermentación alcohólica, la cual se realiza en ausencia de oxígeno, obteniéndose así el mosto fermentado.

## 4.2. Temperatura

El desarrollo de la fermentación es muy dificultoso por debajo de los 13 ó 14 °C, ya que los microorganismos se inhiben a dichas temperaturas. La actividad de la levadura empieza a los 20 °C y, conforme aumente la temperatura hasta 35 °C, la fermentación se hace más rápida. Pero, por encima de estos 35 °C, la fermentación se hace más lenta y puede detenerse, debido a que muchos microorganismos empezarán a morir por efecto térmico.

Una buena temperatura de fermentación debe estar comprendida entre 25 y 33 °C.

Las consecuencias de realizar fermentaciones a altas temperaturas son:

Trasformación incompleta de los azúcares, obteniéndose por consiguiente un alcohol con menor grado alcohólico y con azúcares residuales.

Muerte de las levaduras y la generación de un medio propicio para el desarrollo de microorganismos contaminantes como bacterias acéticas o lácticas.

## 4.3. Acidez y pH

La fermentación se desarrolla correctamente a un pH comprendido entre 4,5 y 5,0 que es óptimo para las levaduras y perjudicial para otros microorganismos.

La acidez real elevada no es favorable al desarrollo y a la actividad de las levaduras. Por debajo de valores de pH de 2,5 ó 2,6, la fermentación es difícil, usualmente se detiene, aunque no obstante, estas condiciones son difíciles de encontrar en los mostos tratados.

El ácido que tiene una acción negativa sobre la actividad fermentativa de la levadura es el ácido acético, pudiendo

paralizar la actividad de la misma cuando existe un grado de acidificación (acetificación) mayor a 1 g / L.

#### 4.4. Alcohol

A partir de los 14 °GL, el alcohol tiene una acción tóxica sobre las levaduras. La mayoría de las levaduras alcohólicas no resisten más de 12 °GL, pero no es el caso de la levadura utilizada en el presente trabajo, la cual ha llegado a alcanzar valores hasta los 14 °GL.

#### 4.5. Azúcar

El azúcar a concentraciones elevadas (mayores a 30 °Brix; 30 %), también tiene un efecto nocivo (inhibidor) sobre las levaduras, causando la deshidratación de la célula ya que el agua sale del medio intracelular (vacuola) por ósmosis y el protoplasma se retrae, produciéndose finalmente un espacio o separación entre la membrana plasmática y la pared celular (efecto plasmólisis).

#### 4.6. Nutrientes

Una dosis de 10 a 20 g / HL de fosfato de amonio, acelera el desarrollo de la levadura y por ende la fermentación alcohólica. Además, evita la formación excesiva de alcoholes superiores.

### 5. Usos de la levadura de uva quebranta

#### 5.1. Usos actuales

En la bibliografía consultada no se menciona ningún destino para la levadura de uva quebranta específicamente en el

Perú, pero de acuerdo a la experiencia de los productores artesanales nacionales, la utilizan como abono o alimento para el ganado. El proyecto de investigación para la elaboración del Pisco-UNI nos evidencia que si no se usara la levadura generada una vez terminado el proceso, ésta constituiría un residuo sólido, al cual se le tendría que disponer apropiadamente.

## 5.2. Usos potenciales

La levadura de uva quebranta se podría emplear de la misma forma que se viene utilizando la levadura de la cerveza como alimento funcional (*functional food*), término acuñado recientemente en Japón, de los cuales los nutracéuticos son una categoría especial, ya que ésta posee dos atributos nutricionales:

Fuente natural de proteínas concentradas de alta calidad.

Abundancia del complejo vitamínico B.

Se pueden definir como alimentos (o suplementos dietarios) que contienen sustancias que promueven una buena salud y/o contribuyen a evitar enfermedades crónicas relacionadas con una mala nutrición. Las preparaciones nutracéuticas incluyen a todas las preparaciones nutricionales que suponen una elaboración industrial y que sirven a una finalidad dietoterápica, las mismas están sujetas a la aprobación de los organismos sanitarios correspondientes y deberá figurar en el envase su composición química exacta.

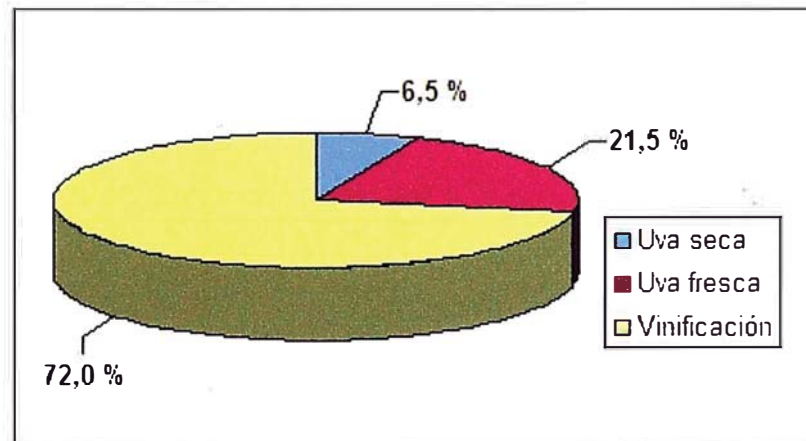
## 6. Disponibilidad actual de la levadura de uva quebranta

### 6.1. El cultivo de la uva a nivel mundial

La producción de uva a nivel mundial se ha mantenido alrededor de 624 millones de quintales (1 quintal = 46 kilos), cifra estable desde 1980. No obstante, los rendimientos promedio por hectárea (mundiales) se han elevado de 6,1 a 7,9 TM de uva / Ha, entre 1980 y 2001. En ese periodo, las hectáreas dedicadas a la vid se redujeron de 10,2 a 7,9 millones encontrándose el 45 % de éstas en los países de la Unión Europea, estando la mayor parte en España, Francia e Italia.

Cabe señalar que el 72 % de la producción mundial de uva se destina a la vinificación, 21,5 % a la uva fresca y el 6,5 % a la uva seca (ver figura 11) [6].

Figura 11. Destino de la uva a nivel mundial, 2000



Fuente: O.I.V. Elaboración: PROMPEX

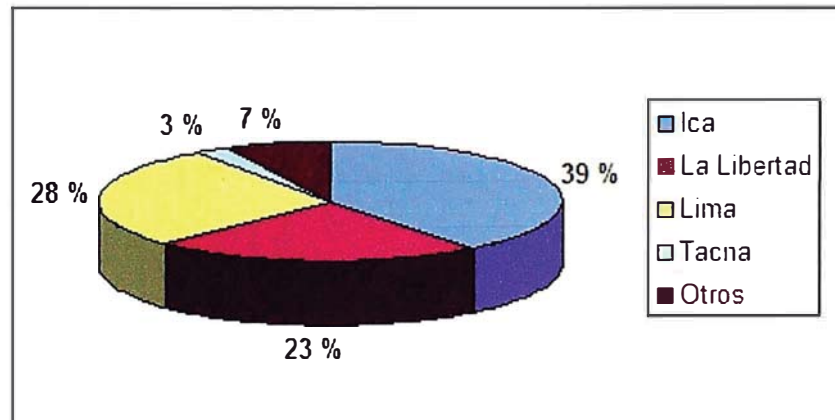
Respecto a la oferta mundial, Italia ha ocupado el primer puesto en exportación de uva en la última década; situación que ha cambiado progresivamente a favor de Chile, que se ha convertido en el principal líder exportador de uva (año 2003), con un valor exportado de 630 millones de dólares.

## 6.2. El cultivo de la uva en el Perú

La uva se cultiva tradicionalmente en la costa sur del país, principalmente en Ica, Lima y Tacna siendo la época de cosecha entre noviembre y febrero. En los últimos años, la provincia de Trujillo, en la región de La Libertad (ubicada en la costa norte del Perú) ha incrementado significativamente su producción vitícola. Este es el caso del Valle de Cascas, que cuenta con características climáticas que permiten mayor producción anual a causa de una doble cosecha anual pero con uvas de distintas características a las sureñas.

La producción nacional de uvas ascendió a 196 499 TM durante el año 2007 (lo que significa un crecimiento del 2 % con relación al año anterior) y ésta se encuentra concentrada en los departamentos de Ica, Lima y La Libertad (cerca del 91 % de la producción nacional total). Esto hace ver que es un cultivo principalmente desarrollado en la costa (ver figura 12). Ica es el departamento que posee también los mayores rendimientos a nivel nacional, siendo el promedio nacional de 14,02 TM / Ha (ver cuadro 21).

Figura 12. Distribución porcentual de la superficie cultivada (2007)



Fuente: AGROBANCO

Cuadro 21. Uva: Producción, superficie y rendimientos en el 2007

| Departamento | Producción (TM)   | Superficie cultivada (Ha) | Rendimiento (TM / Ha) | Distribución porcentual de la producción (%) | Distribución porcentual de la superficie cultivada (%) |
|--------------|-------------------|---------------------------|-----------------------|--|--|
| Ica          | 83 034,00         | 5 535,58                  | 15,00                 | 42,3 %                                       | 39,5 %   |
| La Libertad  | 45 177,00         | 3 226,96                  | 14,00                 | 23,0 %                                       | 23,0 %   |
| Lima         | 50 481,00         | 3 883,12                  | 13,00                 | 25,7 %                                       | 27,7 %   |
| Tacna        | 4 653,00          | 357,92                    | 13,00                 | 2,4 %  | 2,6 %  |
| Otros        | 13 154,00         | 1 011,86                  | 13,00                 | 6,7 %  | 7,2 %  |
| <b>Total</b> | <b>196 499,00</b> | <b>14 015,44</b>          | <b>14,02</b>          | <b>100,0 %</b>                               | <b>100,0 %</b>   |

Fuente: AGROBANCO



En cuanto al cultivo de la vid que ya ocupa el tercer lugar en la región y en franco crecimiento, las estadísticas señalan a Ica como la principal región productora a nivel nacional con un volumen de 50 566 toneladas de uva al año. La región Ica cuenta con 4 979 Ha de vid (hectáreas cosechadas, 2002) de las cuales el mayor valle productor es el de Ica con 3 387 Ha, seguido de Chincha con 1 416 Ha.

El cultivo de la vid en Ica, se ha reordenado en función a las nuevas variedades de uva de exportación como la Red Globe, quebranta y las uvas sin pepa o seedless. Es importante señalar que el flujo de inversiones en fruticultura se viene acentuando en la región y se orienta fundamentalmente a la agroexportación, como en el caso de la uva de mesa, espárrago, palta, tomate, cítricos y recientemente la alcachofa. Esta situación ha originado una disminución sustantiva en el cultivo de las variedades pisqueras, principalmente en los grandes productores que son los que utilizan tecnologías de punta. De esta manera, los cultivos de uvas pisqueras han quedado concentrados en menores extensiones, pertenecientes a pequeños productores que comparten sus hectáreas de vid con otros frutales y/o hortalizas y que, por lo general, no utilizan tecnologías modernas.

El cultivo de la vid tradicional para la elaboración del pisco en Ica, es la quebranta y se da mayormente en unidades productivas de menor tamaño que usualmente no llegan a una hectárea, son trabajadas sin manejo tecnológico y obtienen rendimientos muy bajos.

#### Variedades de uvas pisqueras

Las variedades de uvas pisqueras son:

No aromáticas: quebranta, negra corriente, mollar y uvina (esta última sujeta a análisis para determinar su pertenencia a la especie *Vitis vinífera*).

Aromáticas: italia, moscatel, albilla y torontel.

Estas variedades se han adecuado de manera particular en los distintos valles, según la calidad de los suelos y el tipo de clima. En Ica, se producen todas las variedades, siendo la uva quebranta la de mayor producción. La uva italia se ha adaptado mejor en el valle de Tacna. En el caso de la uva uvina, ésta se produce en los valles de Cañete y Lunahuaná (Lima). La variedad de uva quebranta es originada en el valle de Pisco en la costa sur del Perú y se utiliza para el procesamiento del pisco [7].

### 6.3. Disponibilidad actual de la levadura de uva quebranta

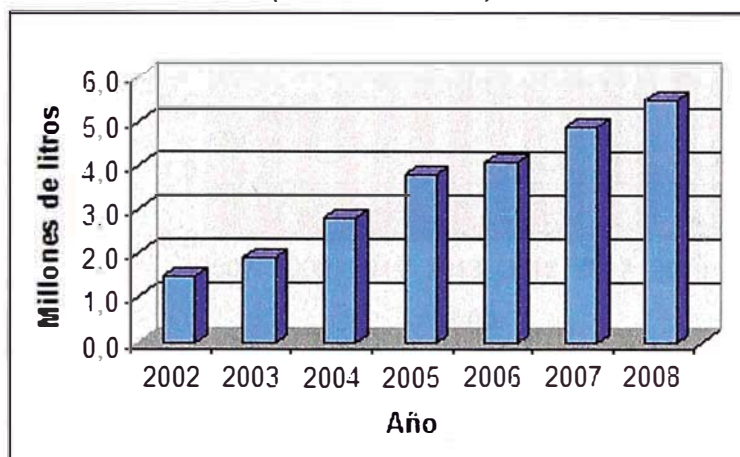
La región Ica constituye la principal zona productora de uva, siendo una zona con ventajas climáticas y donde mayor inversión en sistemas de riego se realiza. Según la Comisión Nacional de Pisco, en el año 2007 se obtuvo un consumo de 4,9 mil m<sup>3</sup> de pisco. Sabiendo que el requerimiento promedio de uva en el Perú es de 7 kg de uva quebranta para elaborar un litro de pisco [8] y conociendo además que se obtienen entre 30 y 60 kg de levadura por TM de uva quebranta según proceso UNI, en dicho año se tuvo una producción promedio nacional de 1,5 mil TM de levadura.

A partir del año 2002, el consumo de pisco ha mostrado un incremento significativo, con proyecciones alentadoras, lo que ha implicado una reactivación de las áreas de vid pisqueras, ya que existe un gran interés mostrado por muchos inversionistas en este negocio (ver figura 13).

Asumiendo que la cantidad de levadura obtenida durante el proceso de elaboración del pisco es proporcional al aumento

de la producción de este último, podemos pronosticar la generación de levadura de uva quebranta a nivel nacional, la cual se resume en el cuadro 22 y figura 14 para los próximos 10 años (hasta el 2020).

Figura 13. Producción de pisco en el Perú  
(millones de litros)



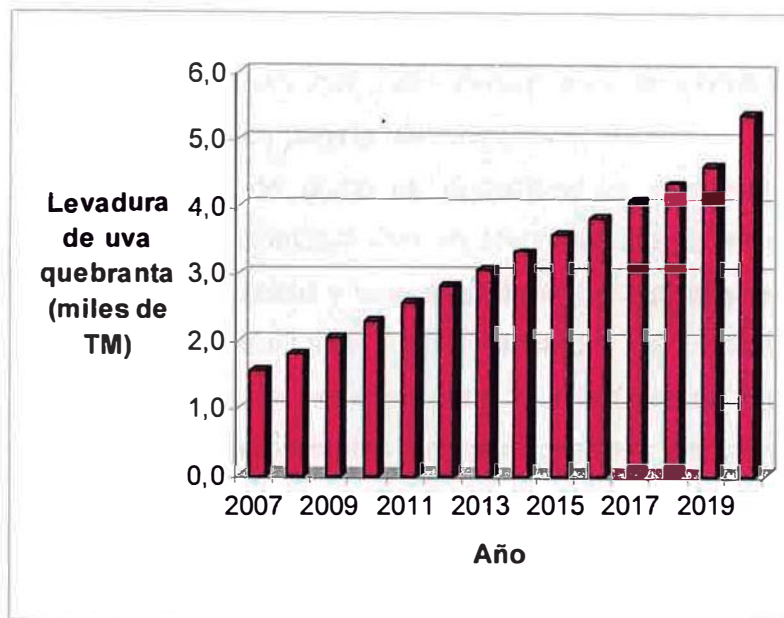
Fuente: Comisión Nacional de Pisco

Cuadro 22. Generación de levadura de uva quebranta estimada en el Perú (miles de TM) hasta el 2020

| Año  | Generación de levadura de uva quebranta estimada en el Perú (miles de TM) |
|------|---|
| 2007 | 1.5   |
| 2008 | 1.8   |
| 2009 | 2.1   |
| 2010 | 2.3   |
| 2011 | 2.6   |
| 2012 | 2.8   |
| 2013 | 3.1   |
| 2014 | 3.3   |
| 2015 | 3.6   |
| 2016 | 3.8   |
| 2017 | 4.1   |
| 2018 | 4.3   |
| 2019 | 4.6   |
| 2020 | 5.4   |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 14. Generación de levadura de uva quebranta en el Perú (miles de TM) hasta el 2020



Fuente: Elaboración propia

Conociendo que la generación de levadura fresca de uva quebranta (materia prima principal del proceso planteado) se da básicamente durante febrero y marzo, meses donde se lleva a cabo la producción de pisco, será necesario su almacenamiento mediante refrigeración para garantizar así un proceso continuo de producción de bioetanol hidratado durante todo el año.

#### 7. Perspectivas futuras de la levadura de uva quebranta

Según el balance de la cadena productiva del pisco en el Perú elaborado por el Centro de Innovación Tecnológica Vitivinícola (CITEvid) [8], es importante señalar los siguientes aspectos que determinarán su futuro inmediato:

La uva quebranta y demás variedades pisqueras presentan una tendencia a dejar de ser consumidas como fruta, principalmente por la creciente demanda de las bodegas

pisqueras. En este contexto, se evidencia la necesidad de elaborar un plan de cultivo con los agricultores ya que se observa marcado interés de algunos inversionistas privados, que han adquirido tierras para la siembra de dichas variedades para la elaboración de pisco.

La producción de pisco se encuentra en crecimiento y cuenta en la actualidad con un favorable marco promotor por parte del Estado y una entusiasta participación de las empresas productoras. Su demanda se concentra principalmente en hoteles, pubs y restaurantes de las ciudades más importantes del país; gozando de un mejor posicionamiento en sectores medio y medio-alto.

Con relación a las exportaciones de pisco, estas vienen creciendo de manera moderada. Existe una tendencia a diferenciarse en el mercado internacional, por lo que la exportación se orienta al pisco de más alta calidad PREMIUM; y su estrategia apunta a un posicionamiento entre los licores finos.

El gobierno ha dictado medidas para un mayor control de calidad de los piscos y viene impulsando iniciativas orientadas a combatir la falsificación y adulteración, con el establecimiento del decreto ley sobre el estatuto y reglamento del consejo regulador del pisco. Estas acciones contribuirán a reducir significativamente el consumo de bebidas alcohólicas de baja calidad.

Se observan crecientes inversiones tanto en la uva de mesa como en el pisco, lo cual fortalece la dinámica de la cadena productiva fundamentalmente en los valles de Ica y, en menor medida, en el resto de la costa sur.

En este contexto, podemos afirmar que la generación de levadura de uva quebranta aumentará siguiendo la misma tendencia marcada de crecimiento del pisco a nivel nacional, lo cual

garantizará un abastecimiento seguro de dicha materia prima para el proceso de producción de bioetanol hidratado en estudio.

## VII. ESTUDIO DE MERCADO DE COMBUSTIBLES

La creciente necesidad de ampliar de modo sostenible el uso de fuentes renovables de energía para proporcionar mayor seguridad al suministro energético y reducir los impactos ambientales asociados a los combustibles fósiles, encuentra en el bioetanol a partir de la caña de azúcar una alternativa económicamente viable y con significativo potencial de expansión.

La caña de azúcar representa actualmente la segunda fuente primaria más importante y la principal forma de energía renovable en la matriz energética brasileña. La producción a partir de esta materia prima y el uso del bioetanol como combustible automotriz se practican regularmente desde 1931.

Cabe señalar que el bioetanol se considera un tipo de biocarburante o biocombustible, junto con el biodiésel, entendiéndose como biocarburantes a aquellos combustibles líquidos que se producen de la fermentación de cultivos agrícolas que contienen azúcares, almidones o celulosa que por sus características físico-químicas resultan adecuados para sustituir a la gasolina o al diésel bien sea de manera total, en mezcla con estos últimos o como aditivo. Se debe recordar, en términos generales, que la fermentación implica el empleo de microorganismos para llevar a cabo transformaciones de la materia orgánica catalizadas por enzimas [9].

Por medio de la fotosíntesis, la radiación solar se transforma en productos vegetales que pueden ser utilizados como combustible directamente o después de procesados. El bioetanol producido a base de la caña de azúcar u otras fuentes y la leña de eucalipto son ejemplos de vectores bioenergéticos. Los biocombustibles líquidos están siendo considerados en los últimos tiempos una fuente energética renovable alternativa a los combustibles fósiles, capaces de atenuar graves problemas ambientales. Una condición fundamental a ser observada para la viabilidad de la producción bioenergética es la eficiencia en la

captación de la energía solar, asociada a la productividad por unidad de recursos naturales utilizados.

Distintos países están demostrando interés por el desarrollo de la producción y el uso del bioetanol. Existe interés, tanto en satisfacer sus propias necesidades energéticas (especialmente como combustible líquido en el sector transporte) como también en el eventual desarrollo de un mercado mundial, que relacione países que puedan producir este biocombustible de forma sostenible con países potencialmente importadores, de manera ventajosa para ambos.

El mercado de los biocombustibles, si bien es incipiente, está en crecimiento debido a la demanda mundial por un combustible renovable y apropiado para el medio ambiente. El bioetanol a partir de la caña de azúcar presenta un potencial enorme para poder ser desarrollado en este mercado.

## 1. Mercado mundial

### 1.1. Estado actual

En función del lugar de producción y de la materia prima utilizada, los tres principales países productores de biocombustibles líquidos en la actualidad son Brasil, con el bioetanol de la caña de azúcar; los Estados Unidos (EE.UU.), con el bioetanol a partir de maíz y Alemania, con su biodiésel de colza. En un segundo plano está Europa con la producción de bioetanol de remolacha y trigo. La producción de biocombustibles todavía está concentrada en unos pocos países: en los últimos años, Brasil y los Estados Unidos produjeron, conjuntamente, el 90 % de bioetanol, mientras que Alemania fue responsable por el 50 % de la producción global de biodiésel.

Algunos datos sobre la producción de bioetanol revelan importantes tendencias de expansión y diversificación. En el año 2006, la producción total mundial de este biocombustible



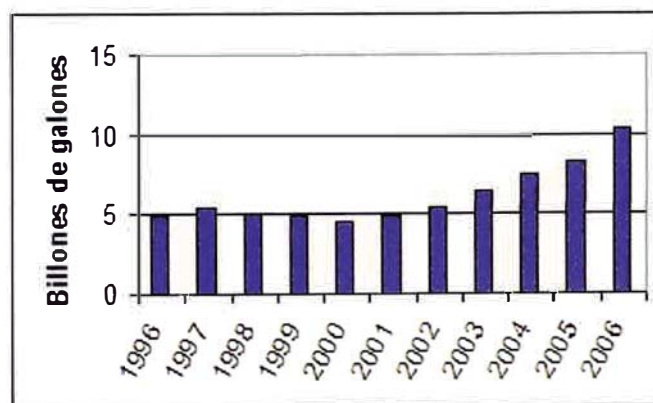
fue de 51,3 mil millones de litros y al año siguiente alcanzó los 55,7 mil millones de litros, con una producción de 26 mil millones de litros a base de maíz por parte de los Estados Unidos, continuando con su liderazgo de la producción global de bioetanol y Brasil, segundo productor mundial, produjo en ese mismo año cerca de 20 mil millones de litros de bioetanol derivado de la caña de azúcar.

También en el 2007, la producción de todos los países asiáticos alcanzó los 7,4 mil millones de litros, siendo China e India los principales productores con 3,7 mil millones y 2,3 mil millones de litros, respectivamente.

En la Unión Europea, la producción de bioetanol aumentó de 1,6 mil millones de litros en el 2006, a cerca de 2,3 mil millones de litros en el 2007. Francia, el mayor productor europeo de bioetanol, produjo en el 2007 alrededor de 1,2 mil millones de litros, seguido de Alemania, con 850 millones de litros.

La figura 15 muestra la producción de etanol en el mundo desde el año 1997 hasta el 2006.

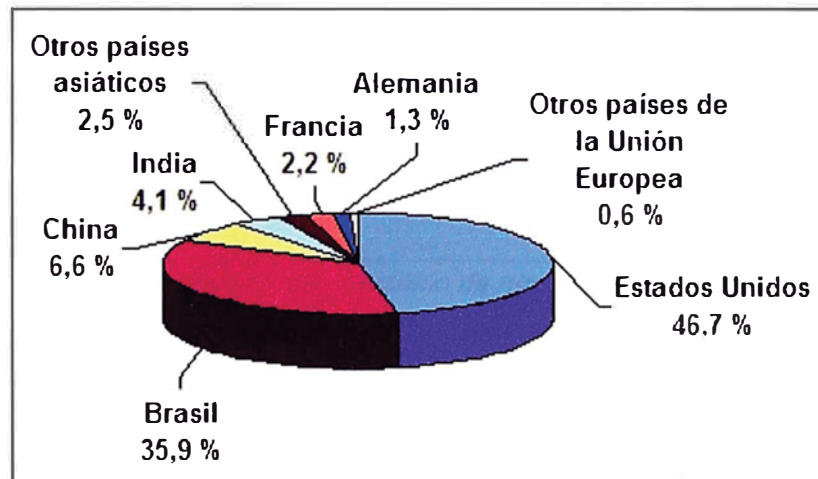
Figura 15. Producción mundial de etanol (1997 - 2006)



Fuente: Compilado por el Earth Policy Institute con información de F.O. Licht, *World Ethanol and Biofuels Report*, vol. 6, no. 4 (23 October 2007), p. 63, para el período de 1996 - 1998; y de F.O. Licht, *World Ethanol and Biofuels Report*, vol. 7, no. 18 (26 May 2009), p. 365, para el período de 1999 - 2006.

En la figura 16 se sintetiza la participación de los principales productores de bioetanol en la oferta total mundial para el año 2007.

*Figura 16. Distribución de la producción de etanol por regiones (2007)*



*Fuente: Elaborado en base a WWI (2007) y E. O. Licht (2007)*

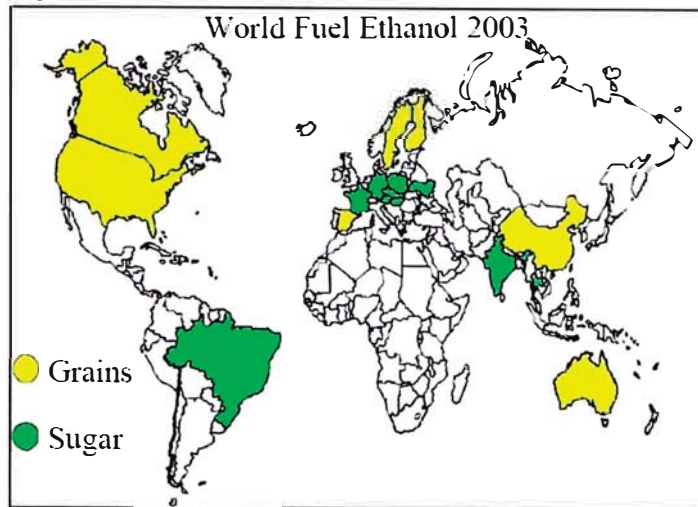
## 1.2. Perspectivas del mercado

A lo largo de los últimos años, se denota que la demanda de biocombustibles tiende a aumentar a un ritmo bastante acelerado, principalmente en Brasil, Alemania, Italia y el Reino Unido, mientras que en Francia, Japón, India y México tiende a mantenerse estable.

El mercado del bioetanol tiene una proyección de crecimiento muy acelerada en la mayoría de los grandes países consumidores de energía, debido a la adopción de políticas que apuntan a una utilización mucho mayor de biocombustibles para la próxima década.

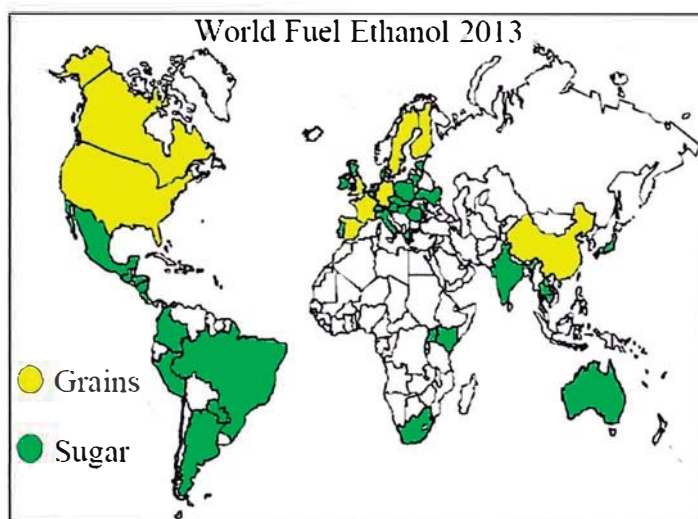
En las figuras 17 y 18 se puede observar que el mercado mundial del bioetanol a partir de la caña de azúcar en el año 2003, comparado con las proyecciones para el 2013, se abrirá paso en diversos países.

Figura 17. Mercado mundial del bioetanol en el año 2003



Fuente: Reporte del ministerio de economía, comercio e industria de Japón (METI)

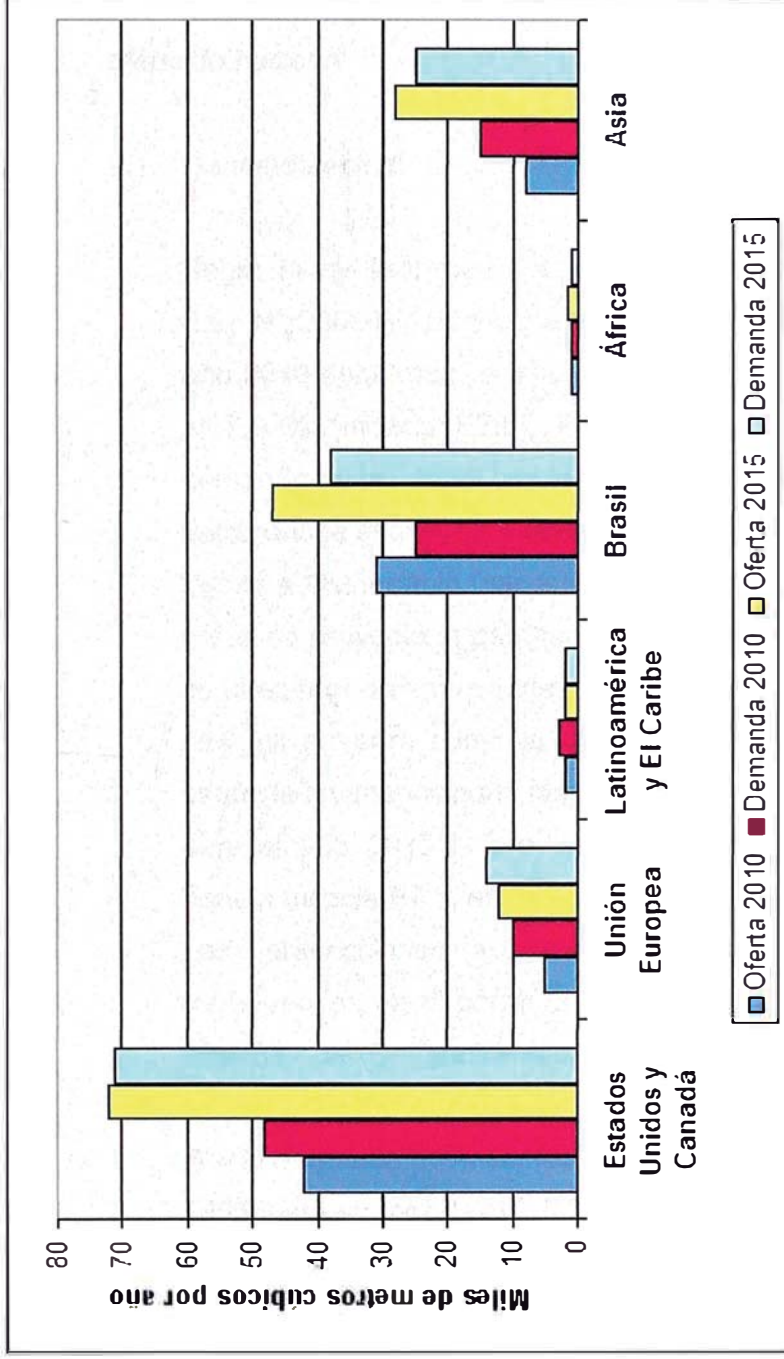
Figura 18. Mercado mundial del bioetanol proyectado para el año 2013



Fuente: Reporte del ministerio de economía, comercio e industria de Japón (METI)

Asimismo, del libro brasileño "Bioetanol de caña de azúcar - Energía para el desarrollo sostenible", elaborado por el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) y el Centro de Gestión y Estudios Estratégicos (CGEE) de Brasil por encargo de Luiz Lula da Silva, se reportan en la figura 19 las estimaciones de la oferta y demanda de los

Figura 19. Estimativas de oferta y demanda del bioetanol combustible para el 2010 y 2015



Fuente: Libro "Bioetanol de caña de azúcar: Energía para el desarrollo sostenible", coordinado por el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) y el Centro de Gestión y Estudios Estratégicos (CGEE).

años 2010 y 2015 para los diferentes grupos de países contemplados.

## 2. Mercado nacional

### 2.1. Demanda actual

Según la ley de “Promoción del mercado de biocombustibles (Ley N° 28054)”, promulgada en el año 2007, el Perú en el año 2010 debe mezclar sus gasolinas con bioetanol anhidro al 7,8 % (mezcla E7.8), Por tal motivo, se relacionó la demanda de bioetanol con la de las gasolinas, recopilándose datos desde el año 2006 hasta fines del 2009 tomando como fuente a Osinergmin (ver apéndice C). Asimismo, con estos datos se proyectó la demanda total actual de gasolinas que es alrededor de 1,6 millones m<sup>3</sup>, por tanto el país necesitará 124 mil m<sup>3</sup> para cubrir la demanda nacional de bioetanol según la ley mencionada líneas arriba. De la misma manera, para el año 2015 la producción proyectada de bioetanol, para la mezcla E7.8, es de 155 mil m<sup>3</sup>.

Las proyecciones realizadas en la presente tesis, mencionadas en el párrafo anterior, son respaldadas por el “Estudio de Competitividad de Etanol” elaborado por la Empresa Technoserve en el año 2003, en la cual se estimó que la demanda potencial de bioetanol a nivel nacional en el 2005, para su mezcla al 7,8 % en la gasolina, era de 115 mil m<sup>3</sup> y la producción implicada para el año 2012, para la mezcla E7.8, sería de 136 mil m<sup>3</sup>.

### 2.2. Exportaciones e importaciones

Para poder determinar los países potenciales a los cuales se podría distribuir y comercializar el bioetanol hidratado obtenido mediante el proceso propuesto en la presente tesis,

se realizó un análisis de las exportaciones e importaciones del país en el año 2010.

Con este fin, se requirió efectuar una búsqueda en el banco de datos de la aduana, perteneciente a la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT), debiendo tener en cuenta la partida arancelaria en que se ubica el bioetanol hidratado producido por el presente proyecto para su distribución y comercialización respectiva con el extranjero, la cual corresponde a la 22.07.10.00.00, cuya denominación es "alcohol etílico sin desnaturalizar con un grado alcohólico o volumétrico". Cabe señalar que cada exportación o importación realizada queda registrada en la declaración única de aduanas (DUA), documento que facilitó la búsqueda general de información (ver apéndice L y M).

De acuerdo al análisis de la información recopilada, se puede evidenciar que en el año 2010 los principales países para destinar las exportaciones nacionales de alcohol etílico sin desnaturalizar con un grado alcohólico o volumétrico eran Ecuador y Colombia, con un precio FOB (Free on board) promedio de 99,7 US\$ / bbl; mientras que, dentro de los países importadores en el mismo año, se encontraban Bolivia y Ecuador, con un precio CIF (Cost, insurance and freight) promedio de 47,8 US\$ / bbl y 147,7 US\$ / bbl, respectivamente.

Asimismo, se puede apreciar que en ese año, las importaciones nacionales de dicho alcohol etílico proceden mayoritariamente de Bolivia, debido a que este país cuenta con precios más económicos para dicho producto. Dado que el proyecto no tendría posibilidad de competir con dicho precio CIF (47,8 US\$ / bbl), las ventas del bioetanol hidratado se podrían orientar estratégicamente a los países de Ecuador y Colombia para obtener mayor rentabilidad en una primera etapa del mismo, buscando posteriormente mercados potenciales en países europeos.

## VIII. CAPACIDAD Y LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

### 1. Capacidad de la planta

La capacidad de la planta ha sido determinada por medio de un análisis de mercado de los combustibles al presente año, específicamente al de las gasolinas (desarrollado en el capítulo VII), a las cuales por norma se les deberá mezclar con bioetanol anhidro según la ley de “Promoción del mercado de biocombustibles (Ley N° 28054)”, promulgada en el año 2007.

Según el estudio de mercado mencionado, la demanda nacional de bioetanol anhidro es de 124 mil m<sup>3</sup> / año al 2010, el cual será mezclado con la gasolina al 7,8 %. Asimismo, la producción proyectada para el año 2015, para la mezcla E7.8, es de 155 mil m<sup>3</sup> / año.

Los datos calculados en el análisis de mercado han sido respaldados de acuerdo al “Estudio de competitividad de etanol” realizado por la Empresa Technoserve en el año 2003, en la cual se estimó que la demanda potencial de bioetanol a nivel nacional en el 2005, para su mezcla al 7,8 % en la gasolina, era de 115 mil m<sup>3</sup> / año y la producción implicada para el año 2012, para la mezcla E7.8, sería de 136 mil m<sup>3</sup> / año.

Teniendo como base las referencias encontradas y los cálculos realizados en la presente tesis, se ha decidido abarcar una parte de todo el mercado, eligiéndose así una capacidad de planta que cubrirá sólo el 26,4 % de la demanda nacional actual, es decir, 32,8 mil m<sup>3</sup> / año de producción de bioetanol hidratado.

### 2. Localización de la planta

La localización de la planta es determinada analizando el potencial de recursos disponibles de las diferentes zonas del país, la materia



prima requerida para la fabricación de bioetanol hidratado y otros factores indirectos relacionados, así como las políticas nacionales existentes.

Dichos factores de producción se resumen a continuación:



Se analizan cuatro regiones de la costa y tres de la selva, evaluando las ventajas y desventajas de cada una de ellas de acuerdo a los factores de producción mencionados anteriormente:



## 2.1. Terreno

El terreno es el ítem de mayor importancia puesto que de éste obtendremos la principal materia prima para nuestro proceso de producción.



### 2.1.1. Disponibilidad de clasificación de tierras

Esta sección se refiere a la posibilidad de dar un valor agregado a los terrenos deforestados, degradados y/o eriazos con que cuenta cada región mencionada para cultivar en ellas la caña de azúcar, no compitiendo de esta manera con la industria alimentaria, discusión tan en boga hoy en día.

Los datos fueron obtenidos del II Congreso de biocombustibles y energías renovables (2008) [10].

### 2.1.2. Rendimiento

Considera los rendimientos de la caña de azúcar (TM / Ha) en la costa y en la selva obtenidos de los datos del Ministerio de Agricultura [11] y del II Congreso de biocombustibles y energías renovables (2008) [10], respectivamente.

### 2.1.3. Costo de terreno

Se realiza una búsqueda de los precios de terrenos (US\$ / m<sup>2</sup>) en las diferentes regiones evaluadas al año 2010 [12].

## 2.2. Recurso hídrico

Este ítem se considera como el segundo en importancia, dado que es exclusivo para el riego del terreno donde será cultivada la caña de azúcar.

#### 2.2.1. Agua subterránea

Este subtema toma en cuenta el agua que se podría obtener de los pozos disponibles y/o potenciales en cada una de las regiones evaluadas, según los datos reportados en el II Congreso de biocombustibles y energías renovables (2008) [10].

#### 2.2.2. Agua superficiales

Este acápite considera la existencia de ríos en cada una de las regiones evaluadas para garantizar el suministro de agua al cultivo de la caña de azúcar. Dichos ríos están considerados dentro del mapa hidrográfico del Perú [13].

#### 2.2.3. Factores externos (lluvias, etc.)

En esta sección se consideran las características de las principales áreas climáticas del Perú, mencionadas en la quinta sección de la presente tesis.

### 2.3. Materia prima

En esta parte solo se considera la levadura como materia prima principal, ya que la caña de azúcar está contemplada dentro de los ítems anteriores.

#### 2.3.1. Caña de azúcar para contingencias

Se toma en cuenta la producción de azúcar en cada una de las regiones evaluadas al año 2006 según los datos registrados por el Ministerio de Agricultura [11].

Esta producción garantiza la posible compra de caña de azúcar en caso de contingencia (sobredemanda, plagas, lluvias, factores externos, etc.).

#### 2.3.2. Levadura de uva quebranta

Esta sección considera el costo de transportar la levadura asociado a la distancia de recorrido entre la región analizada e Ica [14].

#### 2.3.3. Barriles

Está referido a la facilidad de adquisición de barriles, la cual se halla indirectamente con la población económicamente activa (PEA) transporte, almacenamiento y comunicaciones según el censo del 2007 en cada una de las regiones evaluadas.

### 2.4. Clima

El clima es otro factor a considerar ya que puede afectar a los cultivos de la caña de azúcar, originando pérdidas, bajos rendimientos, entre otros.

#### 2.4.1. Probabilidad de ausencia de plagas

Está asociado al aumento o disminución de la vegetación por presencia o ausencia de lluvias, respectivamente. A mayor vegetación, mayor proliferación de plagas las cuales perjudicarán a los cultivos.

#### 2.4.2. Probabilidad de menores daños por fenómeno del Niño

Este subtema contempla la influencia del fenómeno del Niño en Perú; analizando cómo y en qué intensidad afecta menos en cada zona.

Históricamente, el fenómeno del Niño afectó gran parte del Perú y Chile en 1997-1998, concentrándose sus efectos entre noviembre de 1997 y abril de 1998. Las lluvias promedio mensuales alcanzaron 701 mm en Tumbes, 623 mm en Piura y 202 mm en Chiclayo, superando ampliamente los niveles normales. Pero puede afectar a otros países.

Los departamentos más afectados del país fueron los de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Ancash, Ica, Junín, Cusco y Cajamarca. Los principales daños ocasionados por desbordes de los ríos y por precipitaciones pluviales ocurrieron en los casos de Tumbes, Piura, Lambayeque e Ica.

#### 2.5. Servicios

En esta parte se analiza la disponibilidad de otros servicios complementarios a la producción de bioetanol hidratado.

##### 2.5.1. Diesel

Se considera el precio (soles / galón) del diesel B2 para cada una de las regiones analizadas a enero del 2010, obtenidos de la página web del OSINERGMIN [15].

#### 2.5.2. Otros combustibles (gas natural)

Se considera el precio (soles / m<sup>3</sup>) del gas natural vehicular para cada una de las regiones analizadas a noviembre del 2009, obtenidos de la página web del OSINERGMIN [15].

#### 2.5.3. Agua

Se considera el precio (soles / m<sup>3</sup>) del agua potable para cada una de las regiones analizadas a mayo del 2009, obtenidos de la página web de PROINVERSIÓN (Agencia de promoción de la inversión privada - Perú) [16].

#### 2.5.4. Electricidad

Se considera el precio (soles / kWh) de la energía eléctrica para cada una de las regiones analizadas a febrero del 2010, obtenidos de la página web del OSINERGMIN [15].

### 2.6. Mercado

Se considera este factor para tener otras opciones de venta diferente al mercado local, así como proyectarla a otros mercados potenciales.

#### 2.6.1. Demanda potencial local

Esta demanda está estimada de acuerdo a la población censada en el 2007.

#### 2.6.2. Exportación

Este subtema está relacionado con la cercanía a los puertos existentes para cada una de las regiones evaluadas, los cuales se ubican principalmente en el Callao, Chimbote y Paita.

#### 2.6.3. Políticas regionales

Está relacionado con los planes y programas de cada región analizada que impulsen o no al desarrollo de los biocombustibles.

#### 2.6.4. Distancia hacia clientes

Se considera la cercanía a nuestros clientes, los cuales se encuentran en Piura (Caña Brava y Maple).

### 2.7. Transporte

Este ítem sólo se considera para evaluar los costos involucrados en el transporte.

#### 2.7.1. Carreteras

Se toma en cuenta la accesibilidad a la zona de destino según la existencia de carreteras registradas en el mapa vial del Perú [17].

#### 2.7.2. Distancia recorrida

Se considera la distancia a Piura, donde se ubican nuestros clientes (Caña Brava y Maple).

## 2.8. Mano de obra

Esta parte sólo se considera para evaluar los costos involucrados en la mano de obra, tanto directa como indirecta.

### 2.8.1. Disponibilidad

Se evalúa la PEA de cada región analizada según el censo del 2007, para de esta manera conocer dónde existe mayor disponibilidad de mano de obra.

### 2.8.2. Calificada

Se considera para el análisis la PEA - Técnicos de nivel medio y trabajadores asimilados; PEA - Jefes y empleados de oficina; PEA Agricultores, trabajadores calificados, agropecuarios y pesqueros; y PEA - Obreros y operarios mineros y otros, registrados en el censo del 2007.

### 2.8.3. Sueldos

Se evalúan los ingresos percibidos según el costo de vida de cada región analizada, considerando para ello los servicios de comunicación (telefonía fija, móvil, Internet y TV por cable) según el censo del 2007.

## 2.9. Resumen

De acuerdo al método cualitativo por puntos (técnica subjetiva) empleado para desarrollar el análisis de localización de planta, que evalúa las diferentes alternativas de ubicación y las compara con respecto a todos los criterios

expuestos anteriormente (ver apéndice D), existen dos regiones que sobresalen: San Martín y Loreto.

Al comparar entre estas dos, la localización en la región San Martín es la más conveniente por tener la mayor disponibilidad de terrenos degradados y deforestados, económicos y con altos rendimientos; así como por encontrarse más cerca a la región de Ica, donde se encuentra la levadura de uva quebranta requerida para el proceso.



## **IX. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y EQUIPOS A USARSE**

### **1. Investigación aplicada realizada en la FIQT**

A partir del proyecto de investigación aplicada “Elaboración de bioetanol a partir de insumos nacionales”, que propone la obtención de bioetanol a escala banco en su primera etapa, utilizando tecnología e insumos nacionales, tales como el jugo de caña de azúcar y la levadura de uva quebranta generada en la elaboración de Pisco-UNI, así como el caolín, ácido clorhídrico y soda cáustica para la elaboración de zeolita, se crea una base tecnológica y un conocimiento primario sobre reacciones de naturaleza enzimática, utilizando jugo de caña de azúcar como primera fuente de azúcares fermentables.

Con la experiencia adquirida una vez terminado el proyecto y con el análisis de los resultados de las pruebas realizadas a nivel laboratorio y banco, se han podido establecer las principales variables de operación y condiciones necesarias que aseguren un proceso bioquímico estable de fermentación con altos rendimientos.

#### **1.1. Metodología aplicada**

El método consistió en realizar varias corridas experimentales con el jugo de la caña de azúcar en un reactor de tanque agitado a condiciones controladas y estables de operación. En primer lugar, la caña de azúcar utilizada fue sometida a un proceso de molienda, de tal manera de obtener el jugo de la misma y el bagazo, los cuales fueron pesados por separado. Seguidamente, para lograr la fermentación de la materia orgánica contenida en dicho jugo, se inoculó (añadió) levadura de uva quebranta

(3 % v/v). Luego, el mosto fermentado fue descargado del reactor para proceder a la sedimentación por gravedad de la levadura y a su separación por decantación. Finalmente, se procedió a realizar una destilación tipo batch en una columna simple (una etapa) para comparar los rendimientos obtenidos (L etanol / TM caña) en cada experiencia realizada.

La reacción de conversión de azúcares reductores a etanol se siguió mediante la medición de los siguientes parámetros: densidad, °Brix y/o °Baumé, para los diferentes tiempos de avance de reacción.

En cada experiencia se registraron los siguientes datos:

Masa del jugo después de la molienda.

Masa del bagazo de caña después de la molienda.

Nº Reynolds, temperatura y pH del fermentador.

Volumen del jugo antes y después de la fermentación.

Temperatura, densidad, °Brix y/o °Baumé del jugo antes, durante y después de la fermentación.

Volumen, densidad y/o °GL del etanol obtenido durante la destilación del mosto fermentado.

De todas las experiencias realizadas (ver apéndice A), sólo tres fueron seleccionadas con el objetivo de comparar las variaciones de las eficiencias de proceso resultantes para diferentes tipos de tratamiento previo de las materias primas (jugo de la caña de azúcar y levadura).

La primera experiencia seleccionada siguió la metodología descrita líneas arriba, sin ningún tratamiento previo de las materias primas. La segunda experiencia seleccionada consistió en un tratamiento previo del jugo de la caña de azúcar, para lo cual se efectuó un calentamiento a 95 °C y se dejó enfriar hasta 44 °C (conocido como ciclo de esterilización). Para determinar el procedimiento de esterilización óptimo se realizó un ensayo de laboratorio

(descrito en los análisis y resultados citados posteriormente), en el que a cada muestra obtenida se le efectuó un análisis microbiológico por el equipo del Dr. Abad Flores Paucarima de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) [18]. La tercera experiencia seleccionada fue realizada con las mismas condiciones de esterilización que la segunda para estandarizar un contenido mínimo de microorganismos presentes en el jugo de la caña de azúcar, pero además se trató la levadura usada, aislando sólo dos cepas (cepa mixta) de la misma por medio de métodos microbiológicos, realizados por el equipo del doctor arriba señalado [19]. De esta manera, se consiguió evidenciar el efecto neto del aislamiento.

## 1.2. Discusión y resultados

### 1.2.1. Proceso experimental

En el cuadro 23 se sintetizan los resultados obtenidos durante la investigación realizada. Como se puede apreciar, la conversión del sustrato alcanzada en la primera, segunda y tercera experiencia fue total (100 % de conversión), es decir, que se llegó a obtener 0 °Brix en cada una de las experiencias realizadas.

Asimismo, el rendimiento teórico de la primera experiencia fue de 74 L etanol / TM caña de azúcar con un rendimiento de la caña usada de 0,62 L jugo extraídos / kg caña de azúcar; el rendimiento teórico de la segunda experiencia fue de 72 L etanol / TM caña de azúcar con un rendimiento de la caña usada de 0,60 L jugo extraídos / kg caña de azúcar; y, el rendimiento teórico de la tercera experiencia fue de 67 L etanol / TM caña de azúcar con un rendimiento de la caña usada de 0,62 L jugo extraídos / kg caña de azúcar (ver cuadro 23).

Cuadro 23. Resultados obtenidos durante la investigación

| Exp. | Levadura usada como inóculo | Pre-trat. del jugo de la caña de azúcar         | Temp. prom. (°C) | °Brix de jugo a ferm. | °Brix de mosto ferm. | Rend. de la caña usada | Rend. teóri. | °Alcoh. del mosto ferm. | Rend. real | Efic. de proceso |
|------|-----------------------------|---|------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|--------------|-------------------------|------------|------------------|
|      |                             |   |                  |                       |                      |                        |              |                         |            |                  |
| 1    | PISCO-UNI                   | NINGUNO   | 29.3             | 16.2                  | 0.0                  | 0.62                   | 74           | 9.1 %                   | 56.8       | 76.8 %           |
| 2    | PISCO-UNI                   | CALENTAM. A 95 °C Y SE DEJA ENFRIAR HASTA 44 °C | 29.1             | 16.5                  | 0.0                  | 0.60                   | 72           | 11.4 %                  | 66.5       | 92.9 %           |
| 3    | CEPA MIXTA AISLADA          | CALENTAM. A 95 °C Y SE DEJA ENFRIAR HASTA 44 °C | 28.5             | 15.0                  | 0.0                  | 0.62                   | 67           | 10.2 %                  | 62.5       | 93.5 %           |

Fuente: Elaboración propia en base a los informes

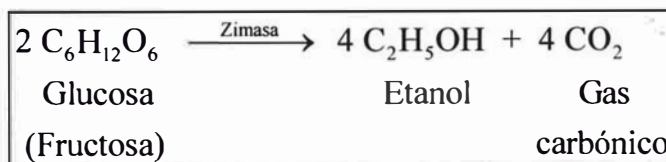
Adicionalmente, con la destilación de la primera experiencia, calculamos que el mosto fermentado tenía un grado alcohólico de 9,1 % v/v y un rendimiento real de 56,8 L etanol / TM caña de azúcar, resultando así un 76,8 % de eficiencia de proceso; con la destilación de la segunda experiencia, calculamos que el mosto fermentado tenía un grado alcohólico de 11,4 % v/v y un rendimiento real de 66,5 L etanol / TM caña de azúcar, resultando así un 92,9 % de eficiencia de proceso; y, con la destilación de la tercera experiencia, calculamos que el mosto fermentado tenía un grado alcohólico de 10,2 % v/v y un rendimiento real de 62,5 L etanol / TM caña de azúcar, resultando así un 93,5 % de eficiencia de proceso (ver cuadro 23).

Los cálculos de rendimiento teórico fueron obtenidos de las siguientes reacciones estequiométricas globales:

Hidrólisis de la sacarosa:



Degradación de la glucosa y/o fructosa:



La glucosa y la fructosa son isómeros. Cada una de ellas es sintetizada por acción de la biomasa (levaduras) para formar dos moléculas de etanol y dos moléculas de dióxido de carbono, así como otros productos secundarios (no deseados) en una mínima proporción.

Un análisis más detallado al comparar la primera y segunda experiencia, nos permite afirmar que por el hecho de pre-

tratar el jugo de la caña de azúcar, aplicándosele un ciclo de esterilización, se pueden obtener *12,00 moles de etanol adicionales experimentales* ó *11,73 L etanol / TM caña de azúcar, adicionales experimentales*, lo cual representa un *18,9 % adicional de producción de etanol*. Por otro lado, la comparación de la segunda y tercera experiencia nos evidencia que por el hecho de utilizar una levadura aislada como inóculo (cepa mixta aislada), se pueden obtener *1,15 moles de etanol adicionales experimentales* ó *0,40 L etanol / TM caña de azúcar, adicionales experimentales*, lo cual representa un *0,6 % adicional de producción de etanol*.

#### 1.2.2. Esterilización del jugo de la caña de azúcar

Para obtener un procedimiento de esterilización óptimo, se realizaron ensayos de esterilización del jugo de la caña de azúcar a diferentes temperaturas:

Muestra 1: 75 °C por 15 minutos

Muestra 2: 85 °C por 15 minutos

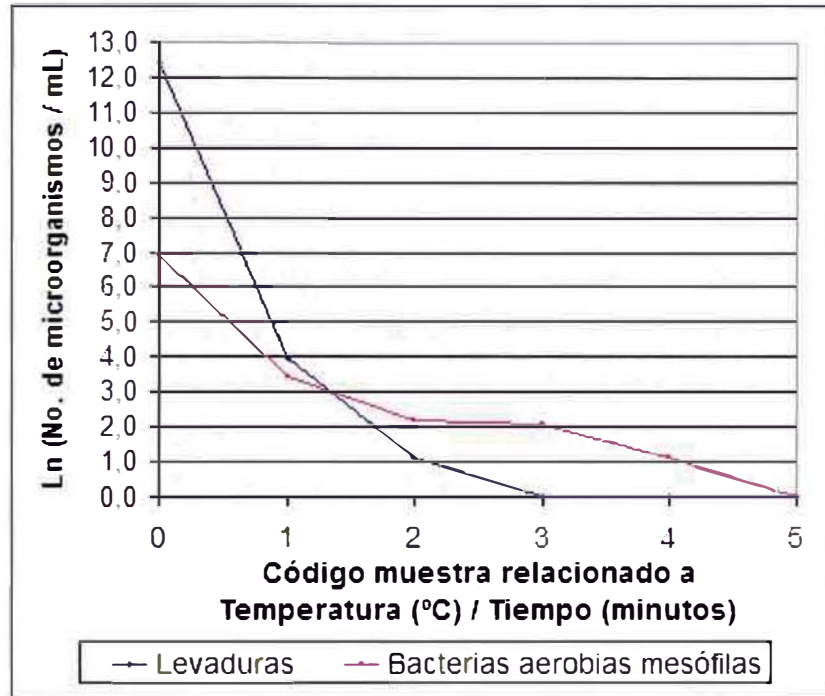
Muestra 3: 95 °C por 10 minutos

Muestra 4: 105 °C por 10 minutos

Muestra 5: 110 °C por 10 minutos

Según la figura 20, cuando la esterilización se realiza a partir de una temperatura de 95 °C por 10 minutos, se elimina en su totalidad la concentración de levaduras presentes propias del jugo de la caña de azúcar, quedando aún un contenido de bacterias, el cual es mínimo (menor de 10 ufc / mL). Asimismo, una esterilización efectuada a 110 °C por 10 minutos da como resultado un jugo de la caña de azúcar totalmente libre, no sólo de levaduras propias del mismo, sino también de las bacterias heterotróficas mesófilas viables.

Figura 20. Gráfica de ensayos para la esterilización del jugo de la caña de azúcar



| Código muestra | Temperatura (°C) / Tiempo (minutos) |
|----------------|-------------------------------------|
| 0              | --                                  |
| 1              | 75 °C / 15'                         |
| 2              | 85 °C / 15'                         |
| 3              | 95 °C / 15'                         |
| 4              | 105 °C / 15'                        |
| 5              | 110 °C / 10'                        |

Fuente: Elaboración propia en base a los informes microbiológicos de la UNMSM

### 1.3. Conclusiones

A continuación se presentan algunas de las conclusiones más específicas que se obtuvieron durante la investigación aplicada realizada en la FIQT:

- El hecho de pre-tratar el jugo de la caña de azúcar, aplicándosele un ciclo de esterilización, permite obtener una mejor eficiencia de proceso que si no se efectuara,

generando una mayor producción de etanol (18,9 % adicional).

El hecho de aislar la levadura de uva quebranta permite obtener una mejor eficiencia de proceso que si no se realizara, generando una mayor producción de etanol (0,6 % adicional).

Ambos tratamientos previos realizados se deberán analizar comparando todos los costos involucrados que representa pre-tratar el jugo de la caña de azúcar y/o aislar la levadura de uva quebranta para un volumen determinado de producción, de tal manera de optar por pre-tratar dicho jugo o por ambos.

De esta manera, la investigación aplicada desarrollada en la FIQT, nos permitió conocer la tecnología adecuada y así proponer un escenario de producción del bioetanol hidratado a nivel industrial, lo cual permitirá determinar su viabilidad técnico-económica por medio de la presente tesis.

## 2. Descripción del proceso propuesto

El bioetanol hidratado puede obtenerse principalmente a partir de la caña de azúcar (Brasil) y el maíz (EE.UU.). Para su obtención se requiere el empleo de microorganismos, quienes llevan a cabo una serie de reacciones enzimáticas, transformando la materia orgánica en bioetanol hidratado, el cual se puede comercializar a un mercado nacional y/o internacional.

Para el presente proceso productivo se utilizará como materia prima principal la caña de azúcar "Azul Casa Grande", tal como se menciona en la sección 7 del capítulo V, con la finalidad de alcanzar altos rendimientos de producción (71,5 litros de bioetanol hidratado por tonelada de caña de azúcar). Esta caña es empleada específicamente para el sector industrial por su mayor dureza y contenido de azúcares en comparación a las de uso comercial



(comerciantes de jugo de la caña de azúcar, entre otros). A continuación se detalla el esquema de producción planteado:

### 2.1. Acondicionamiento de la caña de azúcar

La caña cosechada en el campo es transportada hacia la fábrica por medio de camiones. Con el objeto de conocer el peso de caña transportada se proceden a pesar, en las básculas, los camiones. Una vez pesados, se distribuyen hacia el "área de acondicionamiento de la caña de azúcar", donde ésta es descargada en las fajas transportadoras para ser desmenuzada en las desfibradoras, que la convierten en pequeños trozos facilitando la extracción del jugo en los molinos. Mientras más desmenuzada esté la caña se logrará un mejor trabajo de extracción en los molinos y se mejorará el rendimiento. Durante este proceso sólo se realiza una fragmentación de la caña pero sin extraerle el jugo, pues no hay acción de compresión.

La caña desmenuzada es transportada a través de un conductor hacia el tándem de molinos para proceder, por compresión, a extraer el jugo contenido en la misma.

### 2.2. Molienda

Con esta etapa se inicia el proceso productivo donde se extrae el jugo de la caña de azúcar, para lo cual se utiliza comúnmente un tándem de molinos, armado en series de cuatro hasta siete ternas, donde la extracción se realiza en cada una de ellas bajo la presión de los rodillos, cuyas dimensiones variarán según la cantidad de la caña de azúcar a procesar. Para el proceso descrito se emplearán 4 ternas para una capacidad de 52,3 toneladas por hora.

En el tándem de molinos se separa, por un lado, 32,1 m<sup>3</sup> de jugo por hora (el cual contiene sacarosa) y, por otro lado, el

bagazo (fibra) a una tasa de 18,3 toneladas por hora, el cual será enviado a la caldera bagacera para ser utilizado como combustible.

El jugo extraído, denominado mosto virgen o guarapo, es enviado al “área de esterilización”, donde se registrará su volumen y la densidad promedio por muestreo para determinar finalmente su peso.

### 2.3. Esterilización

El mosto virgen proveniente de la molienda es transportado a los esterilizadores donde se realizará un ciclo de esterilización que comprende el calentamiento del jugo a una temperatura determinada, la cual se mantiene por un lapso de quince minutos, y su posterior enfriamiento natural hasta alcanzar la temperatura de fermentación.

En el proceso planteado se ha determinado que la temperatura de esterilización óptima a nivel industrial es de 80 °C, lo cual permite asegurar una reducción del 95 % de los microorganismos que competirán con la levadura específica en la fermentación, aumentando los rendimientos de producción.

Para permitir el ingreso de la nueva carga en el esterilizador, el mosto esterilizado a 80 °C se bombeará a los tanques de almacenamiento donde se registrará su volumen y la densidad promedio por muestreo para determinar finalmente su peso. Dicho mosto aún contiene tierra, arena, residuos de caña y otras impurezas por lo que se enviará al equipo de filtración al vacío 1.

### 2.4. Filtración al vacío 1

El mosto esterilizado obtenido es llevado al filtro rotatorio al vacío para separar las impurezas propias del jugo de la caña

de azúcar y evitar que se mezclen con la levadura posteriormente inoculada, registrando a la salida su volumen y la densidad promedio por muestreo para determinar su peso.

Esta operación permitirá separar 1,9 toneladas de impurezas por hora, conteniendo una humedad de alrededor del 46 %. Este subproducto del proceso es llamado torta de filtro o cachaza, la cual se podría vender como abono para los campos de cultivo.

Posteriormente, el mosto filtrado se dividirá en dos flujos, uno de los cuales se llevará al fermentador respectivo y el otro al pre-fermentador.

El método de tratamiento de la cachaza no está dentro del alcance de la presente tesis; sin embargo, se podría recomendar su acondicionamiento con el fin de venderla como abono.

## 2.5. Pre-fermentación

En esta etapa, el mosto filtrado se mezclará con la levadura reciclada del proceso proveniente del filtro al vacío 2 (detallado líneas abajo) o con la nueva carga de levadura (levadura fresca), la cual servirá para reemplazar a la carga anterior (levadura gastada) una vez que haya concluido su tercer reciclo (cuatro (4) fermentaciones).

Se alimentará controladamente levadura fresca de uva quebranta proveniente de la borra de la industria pisquera, la cual deberá cumplir con ciertos parámetros de calidad para su uso inmediato o su almacenamiento temporal en una cámara frigorífica, la cual se mantendrá a una temperatura entre 5 y 8 °C. La carga inicial de levadura fresca a un pre-fermentador será de 5,7 toneladas y de la levadura del reciclo alrededor de 17,6 toneladas por día.

Este mosto con levadura inoculada será bombeado hacia su respectivo fermentador en el cual ya estará contenido el flujo proveniente del filtro al vacío 1, para así completar la carga e iniciar el proceso de fermentación.

## 2.6. Fermentación

En los tanques de fermentación se produce la conversión de los azúcares reductores fermentables a etanol por medio de la inoculación controlada de levaduras (hongos unicelulares de la especie *Saccharomyces cerevisiae*).

Según el proceso planteado se ha definido un tiempo de fermentación óptimo a nivel industrial de 60 horas, el cual se ha determinado por medio de un análisis costo-beneficio tomando en cuenta el tiempo de residencia y el porcentaje de conversión de azúcares en etanol.

Asimismo, las experiencias realizadas a nivel piloto con un número de Reynolds adecuado y condiciones estables de operación, permitieron estimar un comportamiento de la levadura de uva quebranta durante la fermentación, pudiéndose establecer que el porcentaje de conversión a las 60 horas de iniciada la reacción enzimática sería alrededor del 80 %.

Debido a que el jugo de la caña industrial "Azul Casa Grande" posee un alto contenido de azúcares (21 °Brix) y que se mantienen los parámetros mencionados anteriormente, se producirá un mosto fermentado con una concentración alrededor del 13 % v/v de etanol.

Seguidamente, el mosto fermentado es enviado a un equipo de centrifugación que permita separar la levadura de dicho mosto, con un flujo de 29,7 m<sup>3</sup> por hora.

## 2.7. Centrifugación

El proceso de fermentación más utilizado en las destilerías del Brasil es el Melle-Boinot, cuya característica principal es la recuperación de las levaduras del mosto fermentado mediante su centrifugación. De esta manera, luego de la fermentación, las levaduras se recuperan y se recirculan al proceso.

El mosto fermentado proveniente del sistema de fermentadores será enviado a las centrifugas continuas con la finalidad de separar la mayor cantidad de borra (levadura e impurezas) generada en la etapa anterior. Para recuperar el mosto centrifugado residual contenido en dicha borra, ésta será enviada al filtro al vacío 2.

El mosto centrifugado será enviado a un tanque de almacenamiento donde se registrará su volumen y la densidad promedio por muestreo para determinar finalmente su peso. Luego, será enviado a la columna de destilación.

## 2.8. Filtración al vacío 2

La levadura húmeda (alrededor del 60 %) proveniente de la centrifugación es llevada al filtro rotatorio al vacío para recuperar la levadura reciclada (levadura seca, alrededor del 7 %), la cual será enviada al pre-fermentador, o para desechar la levadura gastada (cuatro (4) fermentaciones). El mosto centrifugado residual obtenido será enviado al mismo tanque de almacenamiento del mosto centrifugado, para después ser bombeado a la columna de destilación.

El método de tratamiento de la levadura gastada no está dentro del alcance de la presente tesis; sin embargo, se podría recomendar su deshidratación para venderla como alimento balanceado para ganado o simplemente su

empaquetado con el fin de expenderla como abono para campos de cultivo.

## 2.9. Destilación

Durante la destilación, primero se recuperará el bioetanol con aproximadamente 83 - 84 °GL (% v/v), correspondiente a cerca de 79 - 80 % en peso, dejando la vinaza como residuo, en una proporción media de 6 a 8 litros por litro de bioetanol producido en esta operación.

El flujo de entrada de la destilación será de 29,5 m<sup>3</sup> de mosto fermentado por hora, para lo cual se ha diseñado una columna de 18 platos reales, con una altura de 14 metros, un diámetro de 2 metros y su plato de alimentación será el séptimo. De esta forma se garantizará obtener un flujo de tope de 4,6 m<sup>3</sup> de bioetanol por hora y un flujo de fondos de 25,8 m<sup>3</sup> de vinaza por hora.

Directamente después de la destilación, el producto será enviado a la columna de rectificación en forma de líquido saturado.

## 2.10. Rectificación

La alimentación a la columna de rectificación tendrá un grado alcohólico entre 83 y 84 °GL (% v/v), obteniéndose como producto final el bioetanol hidratado con aproximadamente 94 - 95 °GL (% v/v), valor muy cercano al azeótropo (96,5 % v/v ó 95,6 % w/w), dejando al igual que la destilación, la vinaza en una proporción media de 1 a 2 litros por cada 10 litros de bioetanol hidratado producido.

El flujo de entrada de la rectificación será de 4,6 m<sup>3</sup> de bioetanol por hora, para lo cual se ha diseñado una columna de 33 platos reales, con una altura de 23 metros, un diámetro de 3 metros y su plato de alimentación será el cuarto. De

esta forma se garantizará obtener un flujo de tope de 3,7 m<sup>3</sup> de bioetanol hidratado por hora a la temperatura ambiente de la Región San Martín (29 °C) y un flujo de fondos de 0,6 m<sup>3</sup> de vinaza por hora.

El bioetanol hidratado obtenido será luego enviado al “área de almacenamiento de productos”.

La vinaza total obtenida, subproducto de la destilación y rectificación, será de 26,4 m<sup>3</sup> de vinaza por hora. Aunque el método de tratamiento de esta vinaza no está dentro del alcance de la presente tesis, se podría recomendar el uso de lagunas de oxidación con la finalidad de reutilizar el agua en el proceso.

#### 2.11. Almacenamiento de productos

El bioetanol hidratado será almacenado en tanques de cabeza flotante, para su posterior comercialización de acuerdo con las normas establecidas en la ley de promoción del mercado de biocombustibles (Ley N° 28054) y su reglamento respectivo (D.S. N° 013-2005-EM).

### 3. Especificación de equipos a usarse

Las maquinarias y equipos que conforman la planta para producir bioetanol hidratado se han desagregado por áreas, las cuales determinan un tipo de operación diferente entre ellas y en su totalidad forman la planta en mención. Estas áreas son:

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>Área 100</b> | Calderas bagaceras, turbinas y tratamiento de aguas  |
| <b>Área 200</b> | Acondicionamiento de la caña de azúcar               |
| <b>Área 300</b> | Molienda   |
| <b>Área 400</b> | Esterilización                                       |
| <b>Área 500</b> | Filtración al vacío, pre-fermentación y fermentación |
| <b>Área 600</b> | Centrifugación                                       |

- Área 700** Destilación  
**Área 800** Rectificación  
**Área 900** Tratamiento de efluentes  
**Área 1000:** Almacenamiento de productos  
**Equipos auxiliares**

El listado detallado de las especificaciones de los equipos a usarse en cada una de las áreas de la planta se presenta a continuación:

**Área 100** Calderas bagaceras, turbinas y tratamiento de aguas

Caldera bagacera

Código: A100 - CB

Flujo: 50 TM de vapor / hora

Presión de vapor: 30 bar

Material: Acero inoxidable.

Función: Proveer vapor sobrecalentado a toda la planta, para abastecer a los equipos que requieren energía.

Turbina

Código: A100 - T

Potencia entregada máxima: 1.6 MW

Presión de entrada máxima: 30 bar

Temperatura de entrada máxima: 350 °C

Material: Acero inoxidable.

Función: Generar energía eléctrica a partir del vapor sobrecalentado excedente de la planta.

Filtros de grava y arena

Código: A100 - FGA

Flujo: 10,2 m<sup>3</sup> / h



Material: Polietileno reforzado de fibra de vidrio.

Función: Remover los sólidos suspendidos de la línea de agua que se alimenta al ablandador.

#### Ablandador automático twin

Código: A100 - AAT

Flujo: 10,2 m<sup>3</sup> / h

Material: Polietileno reforzado de fibra de vidrio.

Función: Secuestrar los iones calcio y magnesio del agua, con la finalidad de impedir incrustaciones internas en las calderas (altas temperaturas).

### **Área 200**      Acondicionamiento de la caña de azúcar

#### Desfibradora

Código: A200 - D

Flujo: 53 TM caña / h

Material: Acero inoxidable.

Función: Reducir la caña de azúcar en pequeños trozos facilitando la extracción del jugo en los molinos.

### **Área 300**      Molienda

#### Tándem de molinos

Código: A300 - M

Flujo: 53 TM caña / h

Material: Acero al carbono.

Función: Extraer el jugo fermentable contenido en la caña de azúcar.

**Área 400** Esterilización

Esterilizador

Código: A400 - E

Capacidad: 154 m<sup>3</sup>

Material: Acero al carbono.

Función: Eliminar las bacterias contenidas en el jugo de la caña de azúcar por medio del calentamiento y enfriamiento natural del mismo.

Tanque de techo fijo 1

Código: A400 - TTFC1

Capacidad: 200 m<sup>3</sup>

Material: Acero inoxidable.

Función: Servir de tanque pulmón para el almacenamiento del jugo de la caña de azúcar esterilizado.

**Área 500** Filtración al vacío, pre-fermentación y fermentación

Filtro rotatorio al vacío 1

Código: A500 - FRV

Flujo: 32 m<sup>3</sup> / h

Material: Acero inoxidable.

Función: Separar las impurezas propias del jugo de la caña de azúcar.

Pre-fermentador

Código: A500 - PF

Capacidad: 15 m<sup>3</sup>

Material: Acero inoxidable.

Función: Mezclar la levadura reciclada del proceso o la levadura fresca con el mosto filtrado para poder bombearlo hacia el fermentador.

#### Fermentador

Código: A500 - F

Capacidad: 220 m<sup>3</sup>

Material: Acero inoxidable.

Función: Convertir los azúcares reductores fermentables en bioetanol.

#### Filtro rotatorio al vacío 2

Código: A500 - FRV

Flujo: 5 m<sup>3</sup> / h

Material: Acero inoxidable.

Función: Recuperar el mosto fermentado de la borra proveniente de la centrifugación.

### **Área 600**      Centrifugación

#### Centrifuga

Código: A600 - C

Flujo: 30 m<sup>3</sup> / h

Material: Acero inoxidable.

Función: Separar los sólidos suspendidos (levadura) del mosto fermentado.

#### Tanque de techo fijo 2

Código: A600 - TTFC2

Capacidad: 500 m<sup>3</sup>

Material: Acero inoxidable.

Función: Servir de tanque pulmón para el almacenamiento del mosto fermentado sin levadura.

## **Área 700 Destilación**

### Columna de destilación

Código: A700 - CD

Altura: 14 m

Diámetro: 2 m

Material: Acero inoxidable.

Función: Separar mediante propiedades físicas el etanol contenido en el mosto fermentado.

### Condensador

Código: A700 - C

Área de transferencia: 2 m<sup>2</sup>

Material: Acero al carbono.

Función: Condensar el vapor del bioetanol obtenido por el tope de la columna de destilación.

### Rehervidor

Código: A700 - R

Área de transferencia: 12 m<sup>2</sup>

Material: Acero al carbono.

Función: Evaporar el etanol contenido en el mosto fermentado.

## **Área 800**      Rectificación

### Columna de rectificación

Código: A800 - CR

Altura: 23 m

Diámetro: 3 m

Material: Acero inoxidable.

Función: Lograr la concentración requerida de bioetanol hidratado, purificando la mezcla etanol - agua proveniente de la columna de destilación.

### Condensador

Código: A800 - C

Área de transferencia: 14 m<sup>2</sup>

Material: Acero al carbono.

Función: Condensar el vapor del bioetanol hidratado obtenido por el tope de la columna de rectificación.

### Enfriador

Código: A800 - E

Área de transferencia: 17 m<sup>2</sup>

Material: Acero al carbono.

Función: Enfriar el bioetanol hidratado, después de haber sido condensado, para su respectivo almacenamiento.

### Rehervidor

Código: A800 - R

Área de transferencia: 2 m<sup>2</sup>

Material: Acero al carbono.

Función: Evaporar el bioetanol contenido en la mezcla etanol - agua proveniente de la columna de destilación.

**Área 900** Tratamiento de efluentes

Torre de enfriamiento

Código: A900 - TE

Flujo de entrada: 220 m<sup>3</sup> / h

Función: Enfriar agua de proceso para recircularla a los equipos de fermentación, destilación y rectificación.

Lagunas de oxidación

Código: A900 - LO

Flujo a tratar: 27 m<sup>3</sup> / h

Función: Reducir la demanda bioquímica de oxígeno proveniente de la vinaza de las columnas de destilación y rectificación.

**Área 1000:** Almacenamiento de productos

Tanque de cabeza flotante

Código: A1000 - TCF

Capacidad: 1,2 mil m<sup>3</sup>

Material: Acero inoxidable.

Función: Almacenar el bioetanol hidratado con todas las medidas de seguridad y estándares requeridos.

Cámara frigorífica

Código: A1000 - CF

Temperatura de almacenamiento: 5 - 8 °C

Material: Acero inoxidable.

Función: Conservar durante todo el año la levadura generada de la industria pisquera para su utilización respectiva en el proceso.

#### **Equipos auxiliares:**

##### Bombas centrífugas 1

Código: EA - BC1

Flujo: 64,9 m<sup>3</sup> / h

Head: 46,5 m

Material: Acero inoxidable.

Función: Impulsa los diferentes líquidos de densidades cercanas a la unidad.

##### Bombas centrífugas 2

Código: EA - BC2

Flujo: 16,1 m<sup>3</sup> / h

Head: 19,0 m

Material: Acero inoxidable.

Función: Impulsa líquidos con alta densidad obtenidos en la planta.

#### 4. Distribución de planta

La distribución de planta ha sido elaborada con cierto detalle, lo cual permite comprobar la ubicación de cada uno de los equipos y maquinarias dados en el apéndice J, cuya distribución se resume en un área de 4 994,53 m<sup>2</sup>. En el diseño de la planta se especifica la distribución de las siguientes áreas:

|  | <u>m<sup>2</sup></u> |
|--|----------------------|
| <b>Área 100</b>                          | <b>214,38</b>        |
| 01 Caldera bagacera                      | 67,50                |
| 01 Turbina                               | 72,00                |
| 04 Filtros automáticos                   | 3,34                 |
| 04 Ablandadores automáticos              | 71,54                |
| <b>Área 200</b>                          | <b>94,57</b>         |
| 01 Bandeja receptora de caña             | 71,79                |
| 01 Faja transportadora con desfibradora  | 22,78                |
| <b>Área 300</b>                          | <b>95,26</b>         |
| 01 Faja transportadora para caña inicial | 22,78                |
| 03 Fajas transp. para caña entre molinos | 21,15                |
| 01 Faja transportadora para bagazo       | 22,78                |
| 01 Molino de 4 ternas                    | 28,55                |
| <b>Área 400</b>                          | <b>444,76</b>        |
| 03 Esterilizadores                       | 201,76               |
| 03 Tanques de techo fijo 1               | 243,00               |
| <b>Área 500</b>                          | <b>1 221,82</b>      |
| 03 Filtros rotatorios al vacío 1         | 20,66                |
| 04 Pre-fermentadores                     | 81,00                |
| 13 Fermentadores                         | 1 107,15             |
| 02 Filtros rotatorios al vacío 2         | 13,01                |
| <b>Área 600</b>                          | <b>451,61</b>        |
| 03 Centrifugas                           | 19,61                |
| 03 Tanques de techo fijo 2               | 432,00               |
| <b>Área 700</b>                          | <b>40,96</b>         |
| 01 Columna de destilación                | 40,96                |
| <b>Área 800</b>                          | <b>92,16</b>         |
| 01 Columna de rectificación              | 92,16                |
| <b>Área 900</b>                          | <b>850,00</b>        |
| 01 Torre de enfriamiento                 | 50,00                |
| 04 Lagunas de oxidación                  | 800,00               |



|                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| <b>Área 1000</b>              | <b>1 489,00</b> |
| 04 Tanques de cabeza flotante | 1 089,00        |
| 01 Cámara frigorífica         | 400,00          |

5. Programa de trabajo

La planta de producción de bioetanol hidratado será planteada con un programa de trabajo de tal forma que el proceso sea continuo y se trabaje tres turnos al día, teniéndose en cuenta equipos adicionales de respaldo para el período de mantenimiento, garantizando así una operatividad de planta de 365 días al año y una optimización del consumo energético de los equipos.

Para mantener la productividad de la planta uniforme y minimizar el riesgo de incumplimiento a nuestros clientes, será conveniente considerar como capital de trabajo las siguientes existencias:

Materia en proceso (jugo caña dentro de ferment.): 2,5 días

Producto terminado (bioetanol hidratado): 28 días

6. Rendimiento del proceso

Las características de rendimiento del proceso productivo y los requerimientos de insumos para una operación de 365 días al año y tres turnos diarios (24 horas de trabajo al día), se muestran a continuación:

|                           |       |                               |
|---------------------------|-------|-------------------------------|
| Caña de azúcar            | 457,9 | mil TM / año                  |
| Levadura uva quebranta    | 2,2   | mil TM / año                  |
| Vapor a 30 bar y 350 °C : | 296,9 | mil TM / año                  |
| Agua tratada              | 298,3 | mil m <sup>3</sup> / año      |
| Agua de enfriamiento      | 1,9   | millones m <sup>3</sup> / año |
| Energía cogenerada        | 10,9  | mil MWh / año                 |

Estos elementos, unidos a la mano de obra necesaria para cumplir con el programa de trabajo generarán la siguiente producción:

|                        |       |                          |
|------------------------|-------|--------------------------|
| Bioetanol hidratado    | 32,8  | mil m <sup>3</sup> / año |
| Bagazo                 | 159,9 | mil TM / año             |
| Levadura gastada       | 10,5  | mil TM / año             |
| Dióxido de carbono     | 25,4  | mil TM / año             |
| Impurezas jugo de caña | 17,4  | mil TM / año             |
| Vinaza                 | 231,4 | mil m <sup>3</sup> / año |

Del balance de masa se ha determinado que el rendimiento del proceso es de 85 %, teniéndose mermas en la cachaza, la levadura gastada (desechada) y la vinaza.

La información mencionada anteriormente permite calcular los siguientes ratios:

|                            |       |   |
|----------------------------|-------|---|
| Ratio bioetanol hidratado: | 71,5  | L Bioetanol / TM Caña                     |
| Ratio levadura 1           | 104,3 | kg Levadura / m <sup>3</sup> Mosto virgen |
| Ratio levadura 2           | 850,4 | kg Levadura / m <sup>3</sup> Bioetanol    |
| Ratio levadura 3           | 60,8  | kg Levadura / TM Caña                     |
| Ratio vinaza               | 7,1   | L Vin / L Bioetanol                       |

## 7. Recursos humanos

Como en todo proceso productivo, el elemento humano cumple un papel indispensable, teniendo en cuenta que éste sea el más capacitado para el tipo de operación prevista, elaborándose así el siguiente cuadro de personal necesario (considera los tres turnos de operación de la planta) con su respectiva remuneración anual:

|                        | <u>US\$</u> |
|------------------------|-------------|
| 01 Gerente general     | 90 000,00   |
| 01 Gerente comercial   | 64 286,00   |
| 01 Gerente operaciones | 51 429,00   |

|   |            |
|---|------------|
| 09 Asistentes de gerencia                   | 77 143,00  |
| 03 Contadores                               | 32 143,00  |
| 03 Abogados                                 | 32 143,00  |
| 06 Personas de logística                    | 64 286,00  |
| 06 Administradores                          | 64 286,00  |
| 06 Personas de limpieza                     | 18 000,00  |
| 01 Jefe de planta                           | 21 429,00  |
| 03 Jefes de turno                           | 45 000,00  |
| 09 Supervisores de sector                   | 96 429,00  |
| 42 Supervisores de 10 áreas de la planta    | 324 000,00 |
| 03 Jefes de seguridad, salud y m. ambiente  | 19 286,00  |
| 03 Jefes de mantenimiento                   | 19 286,00  |
| 03 Jefes de laboratorio                     | 19 286,00  |
| 09 Operadores de caldera y turbina          | 27 771,00  |
| 06 Operadores de tratamiento de agua        | 18 514,00  |
| 06 Operadores de desfibradoras              | 18 514,00  |
| 09 Operadores de tándem de molinos          | 27 771,00  |
| 12 Operadores de esterilizadores            | 37 029,00  |
| 06 Operadores de tanque 1                   | 18 514,00  |
| 09 Operadores de filtros al vacío           | 27 771,00  |
| 06 Operadores de pre-fermentadores          | 18 514,00  |
| 18 Operadores de fermentadores              | 55 543,00  |
| 12 Operadores de centrifugas                | 37 029,00  |
| 06 Operadores de tanque 2                   | 18 514,00  |
| 12 Operadores de destilación                | 37 029,00  |
| 12 Operadores de rectificación              | 37 029,00  |
| 09 Operadores de tratamiento de efluentes   | 27 771,00  |
| 12 Operadores de almacenamiento             | 37 029,00  |
| 06 Operadores de bombas                     | 18 514,00  |
| 09 Asistentes de seguridad, salud y m. amb. | 30 857,00  |
| 15 Asistentes de mantenimiento              | 51 429,00  |
| 09 Asistentes de laboratorio                | 30 857,00  |

La utilización eficaz de la mano de obra requerida se logrará mediante un plan de capacitación anual del personal mencionado, asegurando así su permanente entrenamiento y actualización. Asimismo, se tendrán en cuenta programas relacionados a la seguridad y salud del trabajador, así como su sensibilización y actuación ambientalmente responsable dentro de la empresa.

## X. INVERSIÓN

### 1. Consideraciones generales

El desarrollo de este capítulo tiene por objetivo estimar la inversión fija y el capital de trabajo necesario para la instalación y puesta en marcha de una planta de producción de bioetanol hidratado a partir de la caña de azúcar usando levadura de uva quebranta.

Los costos de la inversión fija de algunos equipos han sido estimados en base a catálogos y cotizaciones al presente año, y de otros por medio de proyecciones haciendo uso de los índices de costos del año 2009, sacados de la revista Chemical Engineering.

Los precios de las maquinarias, equipos y demás costos están expresados en dólares americanos para poder trabajar en una moneda más estable.

### 2. Capital de trabajo

Llamado también capital circulante, es el recurso (dinero) que la empresa necesita para atender las operaciones de producción, una vez instalada todas las maquinarias y equipos.

Según como se indica en el programa de trabajo, será conveniente considerar las siguientes existencias:

Materia en proceso (jugo caña dentro de ferment.): 2,5 días

Producto terminado (bioetanol hidratado): 28 días

Cabe señalar que, tanto la compra de la materia prima como la venta del producto terminado, será realizada al contado, razón por la cual no se considerarán las cuentas por pagar, las cuentas por cobrar, los pagos ni los cobros adelantados.

Por lo tanto, en la presente tesis, para el cálculo del capital de trabajo sólo se considerarán los costos de inventario de materia en proceso y de producto terminado, los cuales se expresarán en sueldos, costos de materia prima e insumos y costos de producción asociados, tomando en cuenta un mes de operación a partir de iniciada la puesta en marcha (ver cuadro 24).

*Cuadro 24. Capital de trabajo (KUS\$)*

| Capital de trabajo (KUS\$)             |               |
|--|---------------|
| Rubro                                  | Año 0         |
| Materia prima e insumos                | 705.31        |
| Sueldos (MOD)                          | 48.00         |
| Costos indirectos de fabricación (CIF) | 60.35         |
| Gastos administrativos (GA)            | 53.09         |
| Marketing                              | 3.70          |
| <b>Capital de trabajo (KUS\$)</b>      | <b>870.46</b> |

*Fuente: Elaboración propia*

Para el desarrollo del presente trabajo, se asumirá que los componentes del capital de trabajo se mantendrán constantes en el tiempo, razón por la cual a partir del primer año el cambio en el capital de trabajo será nulo.

#### 2.1. Materia prima e insumos

Mensualmente la planta producirá 17,2 mil barriles de bioetanol hidratado.

Para el mes considerado como capital de trabajo se requerirá una cantidad necesaria de materia prima e insumos para su producción, expresada en miles de dólares americanos como se muestra en el cuadro 24.

## 2.2. Sueldos

Como se puede apreciar en los cuadros 25 y 26, la planta deberá contar con un capital humano de 36 administrativos, 64 empleados y 183 operarios para los tres turnos de trabajo. La suma total de sueldos anual será alrededor de 1,2 millones de dólares americanos. Para la presente tesis, se considerará un 30 % para los beneficios sociales, EsSalud, AFP, etc. Por lo tanto, el monto total será, aproximadamente, 1,6 millones de dólares americanos.

*Cuadro 25. Sueldos administrativos y de mano de obra indirecta (KUS\$)*

| Sueldos (KUS\$)                                |                |              |
|--|----------------|--------------|
| Cargo  | Personal / día | Pago anual   |
| <b>Sueldos administrativos (SA)</b>            |                |              |
| Gerente general                                | 1              | 90.0         |
| Gerente comercial                              | 1              | 64.3         |
| Gerente operaciones                            | 1              | 51.4         |
| Asistente de gerencia                          | 9              | 77.1         |
| Contador                                       | 3              | 32.1         |
| Abogado  | 3              | 32.1         |
| Logística                                      | 6              | 64.3         |
| Administrador                                  | 6              | 64.3         |
| Personal de limpieza                           | 6              | 18.0         |
| <b>Total SA (KUS\$)</b>                        |                | <b>493.7</b> |
| <b>Sueldos de mano de obra indirecta (MOI)</b> |                |              |
| Jefe de planta                                 | 1              | 21.4         |
| Jefe de turno                                  | 3              | 45.0         |
| Supervisor de sector                           | 9              | 96.4         |
| Supervisor de área                             | 42             | 324.0        |
| Jefe de seg., salud y m. ambiente              | 3              | 19.3         |
| Jefe de mantenimiento                          | 3              | 19.3         |
| Jefe de laboratorio                            | 3              | 19.3         |
| <b>Total MOI (KUS\$)</b>                       |                | <b>544.7</b> |

*Fuente: Elaboración propia*

Cuadro 26. Sueldos de mano de obra directa (KUS\$)

| Sueldos (KUS\$)                              |                |                |
|--|----------------|----------------|
| Cargo  | Personal / día | Pago anual     |
| <b>Sueldos de mano de obra directa (MOD)</b> |                |                |
| Operadores de calderas y turbinas            | 9              | 27,8           |
| Operadores de eq. de trat. de agua           | 6              | 18,5           |
| Operadores de desfibradoras                  | 6              | 18,5           |
| Operadores de tándem de molinos              | 9              | 27,8           |
| Operadores de esterilizadores                | 12             | 37,0           |
| Operadores de tanque 1                       | 6              | 18,5           |
| Operadores de filtros rotatorios al vacío    | 9              | 27,8           |
| Operadores de pre-fermentadores              | 6              | 18,5           |
| Operadores de fermentadores                  | 18             | 55,5           |
| Operadores de centrifugas                    | 12             | 37,0           |
| Operadores de tanque 2                       | 6              | 18,5           |
| Operadores de colum. de destilación          | 12             | 37,0           |
| Operadores de colum. de rectificación        | 12             | 37,0           |
| Operadores de eq. de trat. de efluentes      | 9              | 27,8           |
| Operadores de eq. de almacenamiento          | 12             | 37,0           |
| Operadores de bombas                         | 6              | 18,5           |
| Asistentes de seg., salud y m. ambiente      | 9              | 30,9           |
| Asistentes de mantenimiento                  | 15             | 51,4           |
| Asistentes de laboratorio                    | 9              | 30,9           |
| <b>Total MOD (KUS\$)</b>                     |                | <b>576,0</b>   |
| <b>Total sueldos (KUS\$)</b>                 |                | <b>1 614,4</b> |

Fuente: Elaboración propia

### 3. Inversión fija tangible

La inversión fija tangible toma en cuenta los costos de terreno, edificio, obras civiles, instalaciones en general (tuberías, accesorios y otros), maquinarias y equipos (ver cuadro 27).

Esta inversión es determinada de acuerdo al escenario de producción propuesto, considerando los precios actuales, proyectados, áreas de construcción, entre otros.



Cuadro 27. Maquinaria y equipos (KUS\$)

| Maquinaria y equipos (KUS\$)      |          |       |                 |                |
|-----------------------------------|----------|-------|-----------------|----------------|
|                                   | P. Unit. | Cant. | P. Total        | %              |
| <b>Maquinaria y Equipos</b>       |          |       | <b>14 430,0</b> | <b>100,0 %</b> |
| Filtro automático                 | 2,2      | 4     | 8,9             | 0,1 %          |
| Ablandador automático             | 9,6      | 4     | 38,5            | 0,3 %          |
| Caldera bagacera                  | 2 323,3  | 1     | 2 323,3         | 16,1 %         |
| Turbina de vapor                  | 735,4    | 1     | 735,4           | 5,1 %          |
| Faja transp. para caña de azúcar  | 100,0    | 5     | 500,0           | 3,5 %          |
| Desfibradora                      | 500,0    | 1     | 500,0           | 3,5 %          |
| Tándem de molinos                 | 1 200,0  | 1     | 1 200,0         | 8,3 %          |
| Faja transportadora para bagazo   | 100,0    | 1     | 100,0           | 0,7 %          |
| Equipo de esterilización          | 169,7    | 3     | 509,1           | 3,5 %          |
| Filtro rotatorio al vacío 1       | 108,0    | 3     | 324,0           | 2,2 %          |
| Filtro rotatorio al vacío 2       | 54,0     | 2     | 108,0           | 0,7 %          |
| Pre-fermentador                   | 30,3     | 4     | 121,1           | 0,8 %          |
| Fermentador                       | 103,0    | 13    | 1 339,5         | 9,3 %          |
| Centrífuga                        | 181,3    | 3     | 544,0           | 3,8 %          |
| Columna de destilación            | 764,4    | 1     | 764,4           | 5,3 %          |
| Columna de rectificación          | 1 918,3  | 1     | 1 918,3         | 13,3 %         |
| Torre de enfriamiento             | 145,5    | 1     | 145,5           | 1,0 %          |
| Bombas centrífugas                | 4,4      | 24    | 105,7           | 0,7 %          |
| Bombas cent. (fluidos densos)     | 5,9      | 8     | 47,0            | 0,3 %          |
| Agitadores y motores de agitad.   | 2,1      | 13    | 26,8            | 0,2 %          |
| Sopladores                        | 339,4    | 2     | 678,8           | 4,7 %          |
| Tanques de almacenamiento 1       | 90,8     | 3     | 272,5           | 1,9 %          |
| Tanques de almacenamiento 2       | 143,8    | 3     | 431,5           | 3,0 %          |
| Tanques de almacenamiento 3       | 416,4    | 4     | 1 665,4         | 11,5 %         |
| Eq. laboratorio (infraestructura) | 20,3     | 1     | 20,3            | 0,1 %          |
| Instrumentos de laboratorio       | 2,0      | 1     | 2,0             | 0,0 %          |

Fuente: Elaboración propia

#### 4. Inversión fija intangible

En este punto se considerarán todos los gastos que se realizarán antes de ser construida la planta, incluyendo los costos de estudios técnicos y de mercado, gastos pre-operativos y otros (ver cuadro 28).

Para nuestro caso, estos gastos se tomarán como un porcentaje de los costos fijos tangibles.

Cuadro 28. Inversión total (KUS\$)

| Inversión total (KUS\$)                      |               |                |
|--|---------------|----------------|
|  | Precio total  | % Inv. Total   |
| <b>Inversión fija</b>                        | <b>16 319</b> | <b>90,4 %</b>  |
|  |               |                |
| <b>Inversión fija tangible</b>               | <b>16 246</b> | <b>90,0 %</b>  |
| Terreno                                      | 577           | 3,2 %          |
| Edificios y obras civiles                    | 1 010         | 5,6 %          |
| Cámara frigorífica                           | 115           | 0,6 %          |
| Instalaciones (tuberías, accesorios y otros) | 114           | 0,6 %          |
| Maquinaria y equipos                         | 14 430        | 80,0 %         |
|  |               |                |
| <b>Inversión fija intangible</b>             | <b>72</b>     | <b>0,4 %</b>   |
| Registro sanitario y demás estudios previos  | 72            | 0,4 %          |
|  |               |                |
| <b>Inversión en capital de trabajo</b>       | <b>870</b>    | <b>4,8 %</b>   |
|  |               |                |
| Materia prima                                | 705           | 3,9 %          |
| Mano de obra directa                         | 48            | 0,3 %          |
| Costos indirectos de fabricación             | 60            | 0,3 %          |
| Gastos administrativos                       | 53            | 0,3 %          |
| Gastos de marketing                          | 4             | 0,0 %          |
|  |               |                |
| <b>Imprevistos (% de la inversión total)</b> | <b>859</b>    | <b>4,8 %</b>   |
|  |               |                |
| <b>Total (KUS\$)</b>                         | <b>18 048</b> | <b>100,0 %</b> |

Fuente: Elaboración propia

## XI. ESTUDIO DEL FINANCIAMIENTO

### 1. Financiamiento de la inversión fija tangible

Para el financiamiento de la inversión fija tangible se requerirá un préstamo alrededor de 16,2 millones de dólares americanos (ver cuadro 29), la cual abarca el costo del terreno, edificio, obras civiles, cámara frigorífica, instalaciones en general (tuberías, accesorios y otros), maquinarias y equipos, entre otros, como ya se ha detallado anteriormente. Por ser inmuebles que no se pueden movilizar fácilmente o simplemente son fijos, los bancos acceden al préstamo, no representando un alto riesgo, lo cual se reflejará en la tasa efectiva anual (TEA).

De las principales entidades financieras nacionales, se tomará en cuenta una tasa de interés promedio del 15 %, la cual variará dependiendo de la magnitud del préstamo, la confianza crediticia y del banco en donde se solicite la transacción.

Para este tipo de préstamos, el banco dará un plazo máximo de cinco (5) años para pagar la deuda; también se puede pedir un período de gracia, el cual tiene una duración máxima de seis (6) meses, teniendo en cuenta que en dicho período de gracia, si bien es cierto no se irá amortizando la deuda, se deberá ir pagando los intereses generados por ella. Por este motivo, para la presente tesis no se considerará un período de gracia y veremos cómo esto no altera la rentabilidad del proyecto.

*Cuadro 29. Condiciones de financiamiento*

| Condiciones de financiamiento |          |       |
|-------------------------------|----------|-------|
| Monto del préstamo:           | 16 246.4 | KUS\$ |
| Tasa efectiva anual:          | 15.0 %   |       |
| Plazo de amortización:        | 5.0      | años  |

*Fuente: Elaboración propia*

## 2. Financiamiento del capital de trabajo

Para el financiamiento del capital de trabajo se necesitará un préstamo aproximado de 870 mil dólares americanos (ver cuadro 24), el cual considerará los costos de la materia prima, insumos, sueldos, gastos administrativos y marketing.

Como el capital de trabajo es un capital circulante será más complicado de financiar mediante un banco, debido a que existen barreras mayores para acceder a un préstamo, tales como un riesgo alto, una TEA elevada, entre otras, en comparación con las que se tiene por solicitar un préstamo de la inversión fija.

La tasa de interés para este tipo de préstamos varía entre un 30 a 60 %, dependiendo de la magnitud del préstamo, la confianza crediticia y del banco en donde se solicite la transacción. Otra de las barreras para acceder a un préstamo del capital de trabajo es el plazo para pagar la deuda, el cual será de un año como máximo. Por esta razón, en la presente tesis, no se financiará dicho capital (aporte en efectivo).

## 3. Financiamiento del proyecto

La inversión total para el proyecto será alrededor de 18,0 millones de dólares americanos, por lo cual el préstamo representará un 90,0 % (ver cuadro 30).

*Cuadro 30. Estructura de financiamiento (KUS\$)*

| Estructura de financiamiento (KUS\$) |                 |                |
|--------------------------------------|-----------------|----------------|
| Fuente                               | Monto           | % Inv.         |
| Préstamo                             | 16 246.4        | 90,0 %         |
| Aporte en efectivo                   | 1 802.1         | 10,0 %         |
| <b>Total (KUS\$)</b>                 | <b>18 048.4</b> | <b>100,0 %</b> |

*Fuente: Elaboración propia*

Según las condiciones del financiamiento, el programa de pago tendrá cinco (5) anualidades de 4,8 millones de dólares

americanos (servicio de la deuda), las cuales se detallan en el cuadro 31.

*Cuadro 31. Programa de pago (KUS\$)*

| Programa de pago (KUS\$) |               |          |            |                |             |
|--------------------------|---------------|----------|------------|----------------|-------------|
| Año                      | Deuda inicial | Interés  | Amortizac. | Servicio deuda | Deuda saldo |
| 1                        | 16 246,36     | 2 436,95 | 2 409,59   | 4 846,54       | 13 836,77   |
| 2                        | 13 836,77     | 2 075,52 | 2 771,03   | 4 846,54       | 11 065,74   |
| 3                        | 11 065,74     | 1 659,86 | 3 186,68   | 4 846,54       | 7 879,06    |
| 4                        | 7 879,06      | 1 181,86 | 3 664,68   | 4 846,54       | 4 214,38    |
| 5                        | 4 214,38      | 632,16   | 4 214,38   | 4 846,54       | -           |
| 6                        | -             | -        | -          | -              | -           |
| 7                        | -             | -        | -          | -              | -           |
| 8                        | -             | -        | -          | -              | -           |
| 9                        | -             | -        | -          | -              | -           |
| 10                       | -             | -        | -          | -              | -           |

*Fuente: Elaboración propia*

## XII. ESTUDIO DE LOS INGRESOS Y EGRESOS DEL PROYECTO

### 1. Supuestos

Para el escenario de producción planteado será necesario tener como base los supuestos detallados en el cuadro 32, los cuales fueron recopilados de una serie de fuentes actuales: información técnica, estudios de mercado, entidades financieras y gubernamentales, entre otras.

*Cuadro 32. Supuestos*

| Supuestos   |        |
|---|--------|
| Concepto  | Valor  |
| Tipo de cambio (S/. / US\$)                               | 2.8    |
| Período de análisis (años)                                | 10.0   |
| Precio de compra de la caña de azúcar (US\$ / TM)         | 18.4   |
| Precio de compra de la levadura uva quebranta (US\$ / TM) | 110.5  |
| Precio de venta de bioetanol hidratado (US\$ / bbl)       | 83.7   |
| Precio de venta de energía eléctrica (US\$ / MWh)         | 59.5   |
| Imprevistos   | 5.0 %  |
| Impuesto a la renta anual                                 | 30.0 % |
| Incremento en sueldos (MOD y MOI) y gastos adm. (GA)      | 0.0 %  |
| Tasa de descuento (COK)                                   | 20.0 % |
| Tasa efectiva anual (TEA)                                 | 15.0 % |

*Fuente: Elaboración propia*

Para esta evaluación, la tasa de descuento (COK) ha sido determinada tomando en cuenta el costo de oportunidad de invertir en la bolsa de valores de Lima (BVL) y en las entidades financieras (bancos) actuales.

Asimismo, se tendrá en cuenta un valor residual nulo para los equipos y maquinarias, ya que se considerará un tiempo de vida útil de 10 años (horizonte del proyecto) para los mismos.

## 2. Ingresos

Los ingresos estarán constituidos por las ventas del bioetanol hidratado como producto principal y de la energía eléctrica generada por las turbinas con el excedente de vapor producido por la quema de todo el bagazo, subproducto del proceso de producción planteado.

El precio de venta en planta del bioetanol hidratado se ha determinado tomando en cuenta el precio de exportación de la aduana y los gastos respectivos del transporte en cisternas (flete), almacenaje en puerto y del agente aduanero, resultando un valor de 83,7 dólares americanos por barril para el año 2010. Por otro lado, el precio medio de generación de electricidad para el año 2008 en la Región San Martín fue de 59,5 dólares americanos por megawatt-hora (ver cuadro 32).

La producción anual de la planta es de 206 mil barriles de bioetanol hidratado, los cuales representan un ingreso alrededor de 17,2 millones de dólares americanos. Por otro lado, esta producción generará 159,9 mil toneladas métricas de bagazo al año, con el cual se obtendrá vapor que cubrirá las necesidades de toda la planta, teniéndose un excedente de 10,9 mil megawatt-hora por año generados por las turbinas de cogeneración, representando un ingreso anual de 648,4 mil dólares americanos.

## 3. Determinación de costos y gastos

Los costos están asociados directamente con la fabricación del producto y se subdividen en costos fijos y costos variables. Los costos fijos son aquellos que no varían con el nivel de producción, mientras que los costos variables sí lo hacen (caña de azúcar, levadura, barriles para la venta del producto, entre otros). En cambio, los gastos son todos aquellos costos que no están asociados directamente con la producción (transporte, marketing, sueldos administrativos, etc.).



En los cuadros 33 y 34 se pueden apreciar los costos y gastos que se tomarán en cuenta para la planta de producción de bioetanol hidratado.

*Cuadro 33. Costos variables de la producción (KUS\$)*

| Costos variables de la producción (KUS\$)   |                |
|---|----------------|
| Costos variables                            | Costo total    |
| Caña de azúcar                              | 7 796,3        |
| Levadura                                    | 251,4          |
| Barriles                                    | 414,0          |
| Combustible (diésel)                        | 2,0            |
| <b>Costo variable total (KUS\$)</b>         | <b>8 463,8</b> |
| <b>Costo variable unitario (US\$ / bbl)</b> | <b>41,1</b>    |

*Fuente: Elaboración propia*

*Cuadro 34. Costos fijos de la producción (KUS\$)*

| Costos fijos de la producción (KUS\$)              |                |                             |                |
|--|----------------|-----------------------------|----------------|
| De producción                                      |                | De administración y ventas  |                |
| Sueldos MOD  | 576,0          | Sueldos administ. (SA)      | 493,7          |
| Sueldos MOI  | 544,7          | Luz                         | 115,0          |
| Depreciación                                       | 1 443,0        | Água                        | 7,2            |
| Mantenimiento y reparación                         | 163,2          | Teléfono e internet         | 1,0            |
| Suministros de operación                           | 16,3           | Transporte (gasolina)       | 2,5            |
|  |                | Seguros                     | 16,3           |
|  |                | Artículos de limpieza       | 1,5            |
|  |                | Marketing                   | 14,8           |
| <b>Costos fijos (KUS\$)</b>                        | <b>2 743,2</b> | <b>Gastos fijos (KUS\$)</b> | <b>651,9</b>   |
| <b>Costos y gastos fijos total (KUS\$)</b>         |                |                             | <b>3 395,2</b> |
| <b>Costos y gastos fijos unitario (US\$ / bbl)</b> |                |                             | <b>16,5</b>    |

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4. Determinación del punto de equilibrio

También llamado umbral de rentabilidad, es un concepto económico muy sencillo pero de gran utilidad, pues nos sirve para determinar la cantidad mínima de unidades anuales que la empresa deberá vender para comenzar a tener ganancias.

Para la presente tesis, el punto de equilibrio será alrededor de 79,6 mil barriles de bioetanol hidratado (ver cuadro 35).



Cuadro 35. Punto de equilibrio

| Punto de equilibrio (miles de barriles)             |  |
|---|--|
| Costos y gastos fijos anuales (KUS\$)               | 3 395  |
| Precio de venta unitario (US\$ / bbl)               | 83,7   |
| Costo variable unitario (US\$ / bbl)                | 41,1   |
| Margen contrib. unit. a los CF y Util. (US\$ / bbl) | 42,6   |
| <b>Punto de equilibrio</b>                          | <b>= <math>\frac{\text{Costos y gastos fijos}}{\text{Margen contrib. unit.}}</math> = 79,6</b> |

Fuente: Elaboración propia

5. Estado de ganancias y pérdidas proyectado

En los cuadros 36 y 37 se muestra la proyección de los estados de ganancias y pérdidas económico y financiero, respectivamente.

6. Flujo de caja proyectado

En los cuadros 38 y 39 se muestra la proyección de los flujos de caja económico y financiero, respectivamente.

Cuadro 36. Estado de ganancias y pérdidas económico (KUS\$)

| Estado de ganancias y pérdidas económico (KUS\$) |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|  | Año 1         | Año 2         | Año 3         | Año 4         | Año 5         | Año 6         | Año 7         | Año 8         | Año 9         | Año 10        |
| <b>Ingresos</b>                                  | <b>17 895</b> | <b>17 895</b> | <b>17 895</b> | <b>17 895</b> | <b>17 895</b> | <b>17 895</b> | <b>17 895</b> | <b>17 895</b> | <b>17 895</b> | <b>17 895</b> |
| Ventas barriles biotanol                         | 17 247        | 17 247        | 17 247        | 17 247        | 17 247        | 17 247        | 17 247        | 17 247        | 17 247        | 17 247        |
| Otros venta electric. (MWh)                      | 648           | 648           | 648           | 648           | 648           | 648           | 648           | 648           | 648           | 648           |
| <b>Egresos</b>                                   |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| Materia prima                                    | 8 464         | 8 464         | 8 464         | 8 464         | 8 464         | 8 464         | 8 464         | 8 464         | 8 464         | 8 464         |
| Suelido MOD                                      | 576           | 576           | 576           | 576           | 576           | 576           | 576           | 576           | 576           | 576           |
| Costos indirectos fabric.                        | 724           | 725           | 726           | 727           | 728           | 729           | 730           | 731           | 732           | 733           |
| Gastos de producción                             | 9 764         | 9 765         | 9 766         | 9 767         | 9 768         | 9 769         | 9 770         | 9 771         | 9 772         | 9 773         |
| <b>Utilidad bruta</b>                            | <b>8 131</b>  | <b>8 130</b>  | <b>8 129</b>  | <b>8 128</b>  | <b>8 127</b>  | <b>8 126</b>  | <b>8 125</b>  | <b>8 124</b>  | <b>8 123</b>  | <b>8 122</b>  |
| Gastos administrativos                           | 637           | 637           | 637           | 637           | 637           | 637           | 637           | 637           | 637           | 637           |
| Gastos de marketing                              | 15            | 15            | 15            | 15            | 15            | 15            | 15            | 15            | 15            | 15            |
| Amortización intangibles                         | 72            | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| <b>Utilidad de operaciones</b>                   | <b>7 407</b>  | <b>7 478</b>  | <b>7 477</b>  | <b>7 476</b>  | <b>7 475</b>  | <b>7 474</b>  | <b>7 473</b>  | <b>7 472</b>  | <b>7 471</b>  | <b>7 470</b>  |
| Gastos financieros                               | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| Depreciación                                     | 1 443         | 1 443         | 1 443         | 1 443         | 1 443         | 1 443         | 1 443         | 1 443         | 1 443         | 1 443         |
| <b>Utilidad antes de impuestos</b>               | <b>5 964</b>  | <b>6 035</b>  | <b>6 034</b>  | <b>6 033</b>  | <b>6 032</b>  | <b>6 031</b>  | <b>6 030</b>  | <b>6 029</b>  | <b>6 028</b>  | <b>6 027</b>  |
| Impuesto a la renta                              | 1 789         | 1 811         | 1 810         | 1 810         | 1 810         | 1 809         | 1 809         | 1 809         | 1 809         | 1 808         |
| <b>Utilidad neta</b>                             | <b>4 175</b>  | <b>4 225</b>  | <b>4 224</b>  | <b>4 223</b>  | <b>4 223</b>  | <b>4 222</b>  | <b>4 221</b>  | <b>4 221</b>  | <b>4 220</b>  | <b>4 219</b>  |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 37. Estado de ganancias y pérdidas financiero (KUS\$)

| Estado de ganancias y pérdidas financiero (KUS\$) |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|   | Año 1         | Año 2         | Año 3         | Año 4         | Año 5         | Año 6         | Año 7         | Año 8         | Año 9         | Año 10        |
| <b>Ingresos</b>                                   | <b>17 895</b> | <b>17 895</b> | <b>17 895</b> | <b>17 895</b> | <b>17 895</b> | <b>17 895</b> | <b>17 895</b> | <b>17 895</b> | <b>17 895</b> | <b>17 895</b> |
| Ventas barriles bioetanol                         | 17 247        | 17 247        | 17 247        | 17 247        | 17 247        | 17 247        | 17 247        | 17 247        | 17 247        | 17 247        |
| Otros venta electric. (MWh)                       | 648           | 648           | 648           | 648           | 648           | 648           | 648           | 648           | 648           | 648           |
| <b>Egresos</b>                                    |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| Materia prima                                     | 8 464         | 8 464         | 8 464         | 8 464         | 8 464         | 8 464         | 8 464         | 8 464         | 8 464         | 8 464         |
| Sueldo MOD  | 576           | 576           | 576           | 576           | 576           | 576           | 576           | 576           | 576           | 576           |
| Costos indirectos fabric.                         | 724           | 725           | 726           | 727           | 728           | 729           | 730           | 731           | 732           | 733           |
| Gastos de producción                              | 9 764         | 9 765         | 9 766         | 9 767         | 9 768         | 9 769         | 9 770         | 9 771         | 9 772         | 9 773         |
| <b>Utilidad bruta</b>                             | <b>8 131</b>  | <b>8 130</b>  | <b>8 129</b>  | <b>8 128</b>  | <b>8 127</b>  | <b>8 126</b>  | <b>8 125</b>  | <b>8 124</b>  | <b>8 123</b>  | <b>8 122</b>  |
| Gastos administrativos                            | 637           | 637           | 637           | 637           | 637           | 637           | 637           | 637           | 637           | 637           |
| Gastos de marketing                               | 15            | 15            | 15            | 15            | 15            | 15            | 15            | 15            | 15            | 15            |
| Amortización intangibles                          | 72            | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             |
| <b>Utilidad de operaciones</b>                    | <b>7 407</b>  | <b>7 478</b>  | <b>7 477</b>  | <b>7 476</b>  | <b>7 475</b>  | <b>7 474</b>  | <b>7 473</b>  | <b>7 472</b>  | <b>7 471</b>  | <b>7 470</b>  |
| Gastos financieros                                | 2 437         | 2 076         | 1 560         | 1 182         | 632           | -             | -             | -             | -             | -             |
| Depreciación                                      | 1 443         | 1 443         | 1 443         | 1 443         | 1 443         | 1 443         | 1 443         | 1 443         | 1 443         | 1 443         |
| <b>Utilidad antes de impuestos</b>                | <b>3 527</b>  | <b>3 960</b>  | <b>4 374</b>  | <b>4 851</b>  | <b>5 400</b>  | <b>6 031</b>  | <b>6 030</b>  | <b>6 029</b>  | <b>6 028</b>  | <b>6 027</b>  |
| Impuesto a la renta                               | 1 058         | 1 188         | 1 312         | 1 455         | 1 620         | 1 809         | 1 809         | 1 809         | 1 809         | 1 808         |
| <b>Utilidad neta</b>                              | <b>2 469</b>  | <b>2 772</b>  | <b>3 062</b>  | <b>3 396</b>  | <b>3 780</b>  | <b>4 222</b>  | <b>4 221</b>  | <b>4 221</b>  | <b>4 220</b>  | <b>4 219</b>  |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 38. Flujo de caja proyectado económico (KUS\$)

|                       | Flujo de caja proyectado económico (KUS\$) |         |        |        |        |        |       |       |       |       |       |
|-----------------------|--|---------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                       | Año  |         |        |        |        |        |       |       |       |       |       |
|                       | 0  | 1       | 2      | 3      | 4      | 5      | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| Utilidad neta         | -  | 4 175   | 4 225  | 4 224  | 4 223  | 4 223  | 4 222 | 4 221 | 4 221 | 4 220 | 4 219 |
| Inversión             | 18 048                                     | -       | -      | -      | -      | -      | -     | -     | -     | -     | -870  |
| Inversión tangible    | 16 246                                     |         |        |        |        |        |       |       |       |       |       |
| Inversión intangibles | 72   |         |        |        |        |        |       |       |       |       |       |
| Cambios en cap. trab. | 870  | -       | -      | -      | -      | -      | -     | -     | -     | -     | -870  |
| Imprevistos           | 859  |         |        |        |        |        |       |       |       |       |       |
| Depreciación          | -  | 1 443   | 1 443  | 1 443  | 1 443  | 1 443  | 1 443 | 1 443 | 1 443 | 1 443 | 1 443 |
| FIIF Económico        | -18 048                                    | 5 618   | 5 668  | 5 667  | 5 666  | 5 666  | 5 665 | 5 664 | 5 664 | 5 663 | 6 533 |
| VAN Acum. Econ.       | -18 048                                    | -13 367 | -9 431 | -6 151 | -3 419 | -1 142 | 755   | 2 336 | 3 653 | 4 751 | 5 806 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 39. Flujo de caja proyectado financiero (KUS\$)

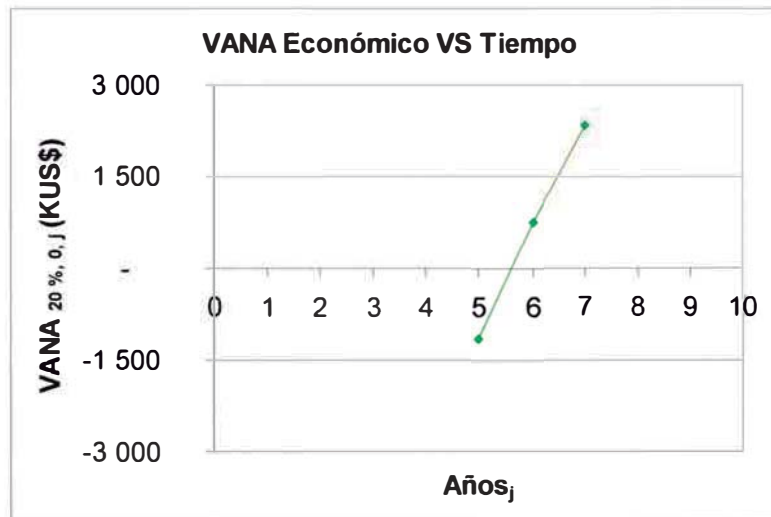
|                       | Flujo de caja proyectado financiero (KUS\$) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                       | Año   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                       | 0   | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| Utilidad neta         | -   | 2 469 | 2 772 | 3 062 | 3 396 | 3 780 | 4 222 | 4 221 | 4 221 | 4 220 | 4 219 |
| Inversión             | 1 802                                       | 2 410 | 2 771 | 3 187 | 3 665 | 4 214 | -     | -     | -     | -     | -870  |
| Inversión intangibles | 72  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Cambios en cap. trab. | 870   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -870  |
| Imprevistos           | 859   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Amortización          | -   | 2 410 | 2 771 | 3 187 | 3 665 | 4 214 | -     | -     | -     | -     | -     |
| Depreciación          | -   | 1 443 | 1 443 | 1 443 | 1 443 | 1 443 | 1 443 | 1 443 | 1 443 | 1 443 | 1 443 |
| FMF Financiero        | -1 802                                      | 1 502 | 1 444 | 1 318 | 1 174 | 1 009 | 5 665 | 5 664 | 5 664 | 5 663 | 6 533 |
| VAII Acum. Finan.     | -1 802                                      | -550  | 453   | 1 216 | 1 782 | 2 187 | 4 085 | 5 665 | 6 983 | 8 080 | 9 135 |

Fuente: Elaboración propia

## 7. Evaluación de la inversión

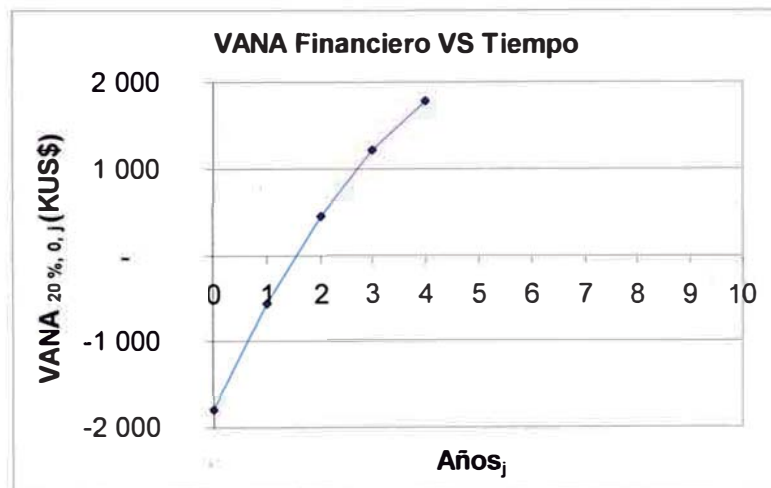
Se han calculado los principales criterios de evaluación, tales como la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN), de los estados financieros expuestos anteriormente (ver cuadros 36, 37, 38 y 39); también se ha determinado el período de recuero, para lo cual se graficó el VAN acumulado versus los años que dura el proyecto, tanto económico como financiero (ver las figuras 21 y 22).

Figura 21. VAN acumulado económico VS años del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Figura 22. VAN acumulado financiero VS años del proyecto



Fuente: Elaboración propia



Estos criterios de evaluación se han detallado en el cuadro 40, con lo cual se puede apreciar la rentabilidad del proceso productivo planteado.

*Cuadro 40. Criterios de evaluación*

| Criterios de evaluación |                  |
|-------------------------|------------------|
| Análisis económico      |                  |
| COK                     | 20 %             |
| VANE (KUS\$)            | 23 854           |
| TIRE                    | 29 %             |
| Período de recupero     | 5 años y 8 meses |
| Análisis financiero     |                  |
| COK                     | 20 %             |
| VANF (KUS\$)            | 10 937           |
| TIRF                    | 88 %             |
| Período de recupero     | 1 año y 7 meses  |

*Fuente: Elaboración propia*

### **XIII. CONCLUSIONES**

1. Dentro del proyecto de investigación aplicada denominado “Elaboración de bioetanol con materias primas nacionales” realizado en la FIQT de la UNI, se realizaron una serie de pruebas experimentales que permitieron obtener satisfactoriamente bioetanol hidratado a partir del jugo de la caña de azúcar usando levadura de uva quebranta, subproducto del proceso Pisco-UNI, así como proponer un escenario de producción a nivel industrial con la tecnología adecuada que garantiza altos rendimientos de producción mediante un proceso estandarizado, estableciendo un número de Reynolds adecuado y condiciones estables de operación; todo ello analizado ampliamente en el desarrollo de la presente tesis.
2. El escenario propuesto para una planta de producción de bioetanol hidratado a partir del jugo de la caña de azúcar usando levadura de uva quebranta es viable técnica y económicamente, representando una inversión de 18,0 millones de dólares americanos y un valor actual neto económico de 23,9 millones de dólares americanos, con una tasa interna de retorno del 29 % y un período de recupero de la inversión de 5 años y 8 meses.
3. El préstamo de una entidad bancaria se puede considerar siempre y cuando se tenga una alta confianza crediticia, pues la mayor barrera que se tiene es la magnitud de este préstamo, el cual tiene un valor de 16,2 millones de dólares americanos (inversión fija tangible) para el presente proyecto. Además, para completar la inversión total se realizará un aporte en efectivo (propio) de 1,8 millones de dólares americanos. De acuerdo a la evaluación financiera realizada se obtiene un valor actual neto financiero de 10,9 millones de dólares americanos, con una tasa interna de



retorno del 88 % y un período de recupero de la inversión de 1 año y 7 meses.

4. Las experiencias realizadas en el proyecto de investigación también permitieron conocer que con un ciclo de esterilización se conseguía una estandarización del jugo de la caña de azúcar que es indispensable para un proceso continuo, ya que así se garantiza un contenido mínimo de microorganismos presentes para las subsiguientes etapas del proceso. El análisis energético desarrollado permitió definir una temperatura de esterilización óptima adecuada a nuestro proceso, mejorando los rendimientos de producción de la fermentación y evitando un consumo innecesario de energía en la etapa de esterilización.
5. El hecho de pre-tratar el jugo de la caña de azúcar, aplicándosele un ciclo de esterilización, permite obtener una mejor eficiencia de proceso que si no se efectuara, generando prácticamente un 19 % adicional de producción de bioetanol hidratado.
6. La generación de levadura fresca de uva quebranta se da básicamente durante febrero y marzo, meses donde se lleva a cabo la producción de pisco, razón por la cual se hace necesario su almacenamiento mediante refrigeración para ser utilizada en el escenario propuesto, garantizando así un proceso continuo de producción de bioetanol hidratado durante todo el año.
7. El proceso planteado considera la recirculación de la levadura, lo cual permite disminuir en 2,7 veces la cantidad anual de levadura a desechar respecto a un proceso sin dicho ciclo. Es decir, el volumen de levadura que desecharíamos si no existiese recirculación sería de 28,8 mil toneladas métricas al año, mientras que para el presente trabajo se desecharán 10,5 mil toneladas métricas al año.

8. El bagazo, subproducto del proceso de molienda de la caña de azúcar, es utilizado como combustible en las calderas bagaceras, produciendo vapor para todo el proceso y aprovechando el excedente (10,9 TWh / año) en las turbinas con el fin de generar energía eléctrica, representando un costo adicional de 2,2 millones de dólares americanos, el cual generará un ingreso de 648,4 miles de dólares americanos al año.
  
9. Se realizó un análisis para diferentes composiciones de salida del tope de la columna de destilación, resultando en la selección de dos escenarios potenciales según el número de etapas teóricas, altura y diámetro obtenidos. Posteriormente, se evaluaron las posibles columnas de rectificación para estos dos valores de composición encontrados, seleccionando finalmente las dos mejores columnas (destilación y rectificación) que permitan obtener los menores costos para una misma calidad de bioetanol hidratado producido (alrededor del 95 % v/v).
  
10. Durante el desarrollo de la tesis, se aprendió que para escoger la mejor variedad de la caña de azúcar a utilizar en el proceso no necesariamente se debe analizar desde el enfoque del ingeniero químico (% de azúcares, % fibra y % de agua de la caña, etc.), sino también habrá que tener en cuenta el punto de vista del ingeniero agrónomo (tiempo de crecimiento, rendimiento, adaptabilidad, etc.), de tal manera que haya sostenibilidad en la producción del bioetanol hidratado propuesto.

#### **XIV. RECOMENDACIONES**

1. Continuar con los esfuerzos por estandarizar la industria pisquera nacional con la finalidad de utilizar la levadura de uva quebranta generada en ésta, garantizando de esta manera una materia prima con propiedades constantes en el tiempo y calidad estándar, la cual podrá ser aprovechada en un proceso de producción de bioetanol hidratado como el descrito en la presente tesis.
2. Evaluar la viabilidad técnica-económica de producir bioetanol hidratado a partir del jugo de la caña de azúcar usando levadura proveniente de los otros tipos de uva que existen en la industria pisquera nacional.
3. Desarrollar diversas líneas de investigación en la FIQT de la UNI asociadas al proceso de producción de bioetanol hidratado planteado, tales como la deshidratación del mismo, la obtención de bioetanol a partir del bagazo a nivel industrial, subproducto del proceso, entre otras.
4. Considerar el tratamiento y venta de la torta de filtro, subproducto del proceso de filtración al vacío descrito, la cual podría ser empleada como abono para los campos de cultivo y/o como alimento balanceado para ganado.
5. Evaluar la viabilidad técnica-económica de realizar un pre-tratamiento a la vinaza, subproducto de los procesos de destilación y rectificación del bioetanol, con la finalidad de reutilizar el agua en el proceso.
6. Promover en los agricultores de la caña de azúcar el uso de cultivos orgánicos, de tal manera de minimizar el porcentaje de

emisiones de gases de efecto invernadero debido a la utilización de fertilizantes químicos y herbicidas que requieren los cultivos tradicionales para su desarrollo.

## XV. BIBLIOGRAFÍA

### Fuentes bibliográficas

1. Campos Ruiz, Julio C.; Cerquin Ríos, Luis Alberto. Tesis de grado No. 330 para optar el título profesional de ingeniero químico "Estudio experimental del proceso de producción de alcohol a partir del jugo de naranja (*Citrus sinensis*) por fermentación enzimática". *Facultad de Ingeniería Química y Textil - UNI*. Perú, 1993.
2. Chen, James C. P. "Cane sugar handbook". Ed. Wiley-Interscience, 11th ed. 1985.
3. Loebel Z., Gabriel. Tesis de grado No. 003 para optar el título profesional de ingeniero químico "Destilería de alcohol y recuperación de levadura". *Facultad de Ingeniería Química y Textil - UNI*. Perú, 1951.
4. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Información Agraria. "Industria azucarera nacional 1999 - 2006". Perú, 2007.
5. Obregón Luna, Joaquín de Jesús; Hernández León, Rolando A. Tesis en opción al grado de doctor en ciencias técnicas "Estudio para la obtención de bioetanol a partir de jugos de caña energética como componente del sustrato". Editorial Universitaria. Cuba, 2009.
6. Organização Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE): "Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável". Brasil, 2008.

7. Perry, Robert H.; Green, Don W. "Manual del ingeniero químico". Ed. McGraw - Hill, Séptima Edición. Impreso en USA, 2001.
8. Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Instituto Federal Suizo de Investigación y Prueba de Materiales (EMPA), Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico (SWISSCONTACT), "Estudio de análisis de ciclo de vida de biocombustibles en Perú". Perú, 2009.
9. Quillama Polo, Elena L. "Técnicas para la selección de levaduras, bacterias lácticas y bacterias acéticas de importancia en la industria alimentaria". *Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Departamento Académico de Microbiología y Parasitología*. Perú, 2004.
10. Treybal, Robert. E. "Operaciones de transferencia de masa". Ed. McGraw - Hill, Segunda Edición. Impreso en México, 1980.
11. Ulrich, Gael D. "Diseño y economía de los procesos de ingeniería química". Ed. McGraw - Hill, Segunda Edición en Español. Impreso en México, 1993.
12. Valle-Riestra, Frank. "Project evaluation in the chemical process industries". Ed. McGraw - Hill. Impreso en USA, 1983.

#### **Normativa legal peruana**

13. Decreto Supremo (D. S.) N° 013-2005-EM: Reglamento de la ley de promoción del mercado de biocombustibles.
14. Ley N° 28054: Ley de promoción del mercado de biocombustibles.
15. Ley N° 28611: Ley general del ambiente.

16. Ordenanza Regional (O. R.) N° 027-2008-GRSM/CR.

### **Revistas virtuales, fichas técnicas y manuales**

17. Asociación Peruana de Productores de Azúcar. "Situación de la actividad azucarera en el Perú". Perú, 2004.
18. Flores, Alejandro. "Sector vitivinícola: El caso del pisco". Perú, 2009.
19. García C., Juan M; García L., José A. "Biocarburantes líquidos: biodiésel y bioetanol". *Vigilancia tecnológica*. España, 2006.
20. Irudex. "Filtro rotativo de vacío". España.  
[http://www.irudex.com/uploads/mosnic\\_irudex/filtros\\_tambor/irp/catalogo\\_es.pdf](http://www.irudex.com/uploads/mosnic_irudex/filtros_tambor/irp/catalogo_es.pdf). Visitado el 18 de abril del 2010.
21. Link Industrial. "Process engineering equipment - Agitators". España.  
[http://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos\\_y\\_documentos/7932/agitadores\\_2.pdf](http://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/7932/agitadores_2.pdf). Visitado el 31 de mayo del 2010.
22. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Información Agraria. "Situación del sector azucarero 2006 - 2007" Perú, 2007.
23. Siemens AG. "Turbinas de vapor industriales". Alemania, 2009.  
[http://www.energy.siemens.com/us/pool/hq/power-generation/steam-turbines/downloads/E50001-W410-A101-V3-7800\\_ST%20Broschuere\\_SP\\_LR.pdf](http://www.energy.siemens.com/us/pool/hq/power-generation/steam-turbines/downloads/E50001-W410-A101-V3-7800_ST%20Broschuere_SP_LR.pdf). Visitado el 26 de mayo del 2010.

**Seminarios y congresos**

24. Congreso Nacional de Biocombustibles y Energías Renovables (COBER). Perú, 2008 - 2009.
25. Seminario Internacional "Desarrollo de cultivos alternativos para la producción de biocombustibles". Perú, 2007.



## XVI. REFERENCIAS

- [1]. García, A. C.; Spano, A. S.; Paiva, C.; Oliveira, C. W. "Avaliação microbiológica de caldo de cana comercializado em ruas e condições de manuseio de manipuladores em São Carlos, São Paulo, Brasil". *Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 22(5): 1111-1114, mai, 2006.*
- [2]. González, D.; González, C.; Machado, W.; Mendoza, J.; Ly, J. "Jugo de caña de azúcar en dietas de crecimiento y finalización para cerdos: efectos en el comportamiento productivo y rasgos de canal". *Revista Científica FCV-LUZ, Vol. XVI (4), 406 - 413, 2006.*
- [3] Página Web de PROCHINCHA.  
<http://www.prochincha.com/historia.htm>. Visitado el 20 de Marzo del 2010.
- [4] Rovira, Fernando. "La Industria del Pisco en el Perú". *Instituto Nacional de la Promoción Industrial, Banco Industrial*. Lima, 1966.  
[http://www.piscoesperu.com/asi\\_se\\_produce\\_pisco.php](http://www.piscoesperu.com/asi_se_produce_pisco.php). Visitado el 10 de Marzo del 2010.
- [5] Empresa Tetra Pak del Grupo Tetra Laval. Artículo virtual "¿Por qué enfriar la leche?". España, 1995.  
[http://www.delaval.es/Dairy\\_Knowledge/EfficientCooling/Why\\_Cool\\_Milk.htm](http://www.delaval.es/Dairy_Knowledge/EfficientCooling/Why_Cool_Milk.htm). Visitado el 03 de marzo del 2010.
- [6] La información ha sido recopilada de distintas exposiciones del Primer Congreso del Pisco 2002 y del documento "Competitividad del sector vitivinícola" (*Technoserve-CITEvid, 2002*).

- [7] Banco Latino. "Crónicas y relaciones que se refieren al origen y virtudes del pisco: bebida tradicional y patrimonio cultural del Perú". Primera Edición. Lima, 1990.
- [8] CITEvid. "La uva y el pisco: potencialidades productivas". Perú, 2004.
- [9] Hernández Pérez, Yballa; Melo Rodríguez, C. Irene. "Fermentación alcohólica bioetanol". *Fundamentos de la Biomasa*. España, 2006 - 2007.
- [10] II Congreso de Biocombustibles y Energías Renovables (COBER). Perú, 2008.
- [11] Ministerio de Agricultura, Dirección General de Información Agraria. "Situación del sector azucarero 2006 - 2007" Perú, 2007.
- [12] Páginas web:  
<http://www.bienesonline.com/peru/mostrarpropiedad.php?tipo=agricola&pagina=1>  
<http://www.bienesonline.com/peru/mostrarpropiedad.php?tipo=agricola&pagina=2>  
<http://www.bienesonline.com/peru/mostrarpropiedad.php?tipo=agricola&pagina=3>  
<http://www.alfredograf.com/es/terreno-agricola-venta-tarapoto-peru-predio-rustico-vista-alegre-rumisapa-inmobiliarias-32094.html>  
<http://redeparede.com.pe/pucallpa/inmuebles/venta-de-terrenos/posts/remato-terreno-en-pucallpa-25has-a-us-3-00-m2-224731>
- [13] Mapa Hidrográfico del Perú.
- [14] Página web:  
<http://www.elbuscapersonas.com.pe/distancias.htm>

- [15] Página web de OSINERGMIN:  
<http://facilito.osinerg.gob.pe/portal/actions/PreciosCombustibleAutomotorAction.do>. Visitado el 26 de enero del 2010.
- [16] PROINVERSIÓN (Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú)  
<http://www.proinversion.gob.pe/0/0/modulos/JER/PlantillaSectorHijo.aspx?ARE=0&PFL=0&JER=2501>
- [17] Mapa Vial del Perú.
- [18] Flores Paucarima, Abad y colaboradores. "Informe de análisis microbiológicos de los ensayos de esterilización". *Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)*, Lima, Perú, 2009.
- [19] Mas, A.; Torija, M. J.; Beltrán, G.; Novo, M.; Hierro, N.; Poblet, M.; Rozés, N.; Guillamón, J. M. "Selección de levaduras. Unitat d'enologia del Centre de Referència en Tecnologia dels Aliments". *Facultad de Enología de Tarragona Universidad Rovira i Virgili*, pp 39 - 44.

## XVII. GLOSARIO DE TÉRMINOS

### 1. Vocabulario Técnico

**Alícuota:** Volumen o cantidad de masa que se va a emplear en una prueba de plataforma o de laboratorio. Normalmente, las alícuotas son el resultado de repartir un volumen inicial en varias partes iguales.

**Aparato de Golgi:** Orgánulo presente en todas las células eucariotas excepto los glóbulos rojos y las células epidérmicas. Pertenece al sistema de endomembranas del citoplasma celular. Está formado por unos cuatro (4) u ocho (8) dictiosomas, que son sáculos aplanados rodeados de membrana y apilados unos encima de otros, cuya función es completar la fabricación de algunas proteínas. Funciona como una planta empaquetadora, modificando vesículas del retículo endoplasmático rugoso. El material nuevo de las membranas se forma en varias cisternas del Golgi. Dentro de las funciones que posee el aparato de Golgi se encuentran la glicosilación de proteínas, selección, destinación, glicosilación de lípidos, almacenamiento y distribución de lisosomas y la síntesis de polisacáridos de la matriz extracelular.

**Asexual:** Sin sexo. Reproducción asexuada, sin fecundación.

**Azeótropo:** Mezcla líquida de dos o más componentes que posee un único punto de ebullición constante y fijo, la cual al pasar a la fase vapor o gas se comporta como un compuesto puro, adquiriendo propiedades tal como si fuese un solo componente.

**Bagazo:** Residuo leñoso de la caña de azúcar después de extraído su jugo. En estado fresco, el bagazo contiene un

porcentaje medio de agua y suele utilizarse como combustible para las calderas de los ingenios. También se emplea en la industria del papel y fibras, por la celulosa que contiene.

**Báscula:** Aparato que sirve para pesar; esto es para determinar el peso, o más apropiadamente la masa de los cuerpos.

**Bioetanol anhidro:** Es un tipo de biocarburante o biocombustible, el cual se produce de la fermentación de cultivos agrícolas que contienen azúcares, almidones o celulosa que por sus características físico-químicas resulta adecuado para su mezcla con la gasolina en proporciones variables dentro del marco legal, conocida como gasohol.

**Bioetanol hidratado:** Es un tipo de biocarburante o biocombustible, adecuado para sustituir a la gasolina de manera total o utilizarlo como insumo en la producción de biodiésel, ETBE (etil ter-butil éter), alcohol antiséptico y bioetanol anhidro.

**Biomasa:** Cantidad de materia orgánica que hay por unidad de volumen o unidad de superficie en un ecosistema.

**Borra:** Subproducto de la reacción de fermentación alcohólica constituido por levaduras, impurezas y mosto residual.

**Cachaza:** También llamada torta de filtro, la cual contiene impurezas propias del jugo de la caña de azúcar y representa un subproducto del proceso de producción de bioetanol hidratado.

**Caolín:** Arcilla blanca muy pura que se utiliza para la fabricación de porcelanas y de aprestos para almidonar. También es utilizada en ciertos medicamentos y como agente adsorbente. Cuando la materia no es muy pura, se utiliza en fabricación de papel. Conserva su color blanco durante la cocción.

**Células:** Unidad fundamental (anatómica y fisiológica) en la organización de los seres vivos. Morfológicamente se define como un volumen de citoplasma rodeado de una membrana citoplasmática, que contiene en su interior un núcleo y diversos orgánulos estructuralmente definidos. Las células pueden presentarse aisladas (seres unicelulares) o asociadas a otras (seres pluricelulares).

**Cepa:** Conjunto de virus, bacterias u hongos que tienen el mismo patrimonio genético.

**Citoplasma:** Parte fundamental de la célula que rodea al núcleo y donde ocurre el metabolismo celular.

**Colonia:** Conjunto de microorganismos, en un medio de cultivo sólido, visible macroscópicamente.

**Colza:** Especie de col, cuya semilla produce un aceite.

**Desinfección:** Destrucción selectiva de patógenos, la cual se consigue mediante el uso de agentes bactericidas químicos como el cloro, yodo y ozono. Estos agentes destruyen la célula o partes de ella con lo que se evita su posterior duplicación.

**Dietoterapia:** Es la aplicación del arte de la nutrición a los problemas de la alimentación, basada en modificaciones de la alimentación habitual que respondan a las necesidades de cada individuo.

**Edáficas:** Referido a la composición y naturaleza fisicoquímica del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea.

**Escisión:** También conocida como fragmentación, es un tipo de reproducción en que una célula se divide en dos o más

fragmentos, cada uno de los cuales regenera un organismo completo. Este tipo de reproducción se puede clasificar como un mecanismo asexual.

**Espora:** Célula reproductora asexual, generalmente haploide y unicelular. La espora es un elemento importante en los ciclos vitales biológicos de plantas, hongos y algas, clasificándose según su función, estructura, origen del ciclo vital o por su movilidad.

**Esporulación:** Tipo de reproducción mediante esporas.

**Esterilización:** Destrucción gradual de la vida bacteriana mediante un incremento en la temperatura por sobre 85 °C.

**Etanol:** Compuesto químico conocido como alcohol etílico, es un alcohol que se presenta como un líquido incoloro, volátil e inflamable con un punto de ebullición de 78 °C. Mezclable con agua en cualquier proporción; a la concentración de 96,5 % en volumen se forma una mezcla azeotrópica. El etanol que se produce a partir de la biomasa, se denomina bioetanol.

**Eucariontes:** Organismos formados por células eucariotas.

**Eucariotas:** Células que tienen su material hereditario fundamental (su información genética) encerrado dentro de una doble membrana, la envoltura nuclear, que delimita un núcleo celular. Igualmente estas células vienen a ser microscópicas pero de tamaño grande y variado comparado con las otras células.

**Filoxera:** Género de insectos hemípteros muy pequeños, vecinos de los pulgones, que atacan la vid: la filoxera es oriunda de América.

**Fotosíntesis:** Síntesis de un cuerpo químico en presencia de la luz solar, por la acción de la clorofila.

**Fructosa:** Isómero de la glucosa.

**Gemación:** Formación de un abultamiento que se denomina yema sobre el individuo progenitor.

**Glaciares:** Masas gruesas de hielo que se originan en la superficie terrestre por acumulación, compactación y recristalización de la nieve, mostrando evidencias de flujo en el pasado o en la actualidad.

**Glucosa:** Es un monosacárido con fórmula empírica  $C_6H_{12}O_6$ , la misma que la fructosa pero con diferente posición relativa de los grupos [-OH] y [O=]. Es una hexosa, es decir, que contiene seis (6) átomos de carbono. Es una forma de azúcar que se encuentra libre en las frutas y en la miel.

**Grados Baumé:** Es una escala usada para medir las concentraciones de ciertas soluciones (jarabes, ácidos). Se simboliza por "°Be".

**Grados Brix:** Unidad que mide la gravedad específica de un líquido en función del contenido de sacarosa disuelta en el mismo. Se simboliza por "°Brix".

**Hidrólisis:** Es una reacción química entre el agua y otra sustancia.

**Hollejo:** Piel de la fruta o cáscara.

**Incubación:** Almacenamiento de cultivos en condiciones adecuadas.



**Inóculo:** Suspensión de microorganismos vivos que se han adaptado para reproducirse en un medio específico.

**Isómeros:** Pareja de compuestos que tienen la misma fórmula molecular pero diferente fórmula estructural y, por tanto, diferentes propiedades.

**Macollo (a):** Conjunto de tallos que nacen de un mismo pie.

**Mitocondrias:** Orgánulos citoplasmáticos provistos de doble membrana que se encuentran en la mayoría de las células eucariotas. Las mitocondrias se describen en ocasiones como "generadoras de energía" de las células, debido a que producen la mayor parte del suministro de adenosín trifosfato (ATP), que se utiliza como fuente de energía química. Además de proporcionar energía a la célula, las mitocondrias están implicadas en otros procesos, como la señalización celular, diferenciación celular, muerte celular programada, así como el control del ciclo celular y el crecimiento celular.

**Mol:** Unidad de masa con que se mide la cantidad de sustancia, una de las siete magnitudes físicas fundamentales del Sistema Internacional de Unidades.

**Molienda:** Proceso mediante el cual se extrae el jugo de diversos productos, tales como la caña de azúcar.

**Nódulo:** Tumor duro y redondeado.

**Número de Reynolds:** Es un número adimensional utilizado en mecánica de fluidos, diseño de reactores y fenómenos de transporte para caracterizar el movimiento de un fluido. Este número recibe su nombre en honor de Osborne Reynolds (1842 - 1912), quien lo describió en 1883. Se simboliza por "Re".

**Nutracéuticos:** Palabra derivada de nutrición y farmacéutico, hace referencia a todos aquellos alimentos que se proclaman como poseedores de un efecto beneficioso sobre la salud humana.

**Orgánulo:** También llamado organoide, son las diferentes estructuras suspendidas en el citoplasma de la célula eucariota, que poseen una forma y unas funciones especializadas bien definidas, diferenciadas y están envueltas por una membrana (bicapa lipídica).

**Ósmosis:** Fenómeno que, cuando están separados dos líquidos por un tabique poroso, hace pasar ciertos cuerpos de una disolución a otra.

**Parámetro:** Variable utilizada para controlar un proceso determinado.

**Pipeta:** Tubo de cristal ensanchado en su parte media, que se utiliza en laboratorios.

**Procariontes:** Organismos formados por células procariotas.

**Procariotas:** Células sin núcleo celular diferenciado, es decir, cuyo ADN se encuentra disperso en el citoplasma. Casi sin excepción los organismos basados en células procariotas son unicelulares, formados por una sola célula.

**Regadío:** Que se riega. Terreno fertilizado mediante el regadío.

**Reticulo endoplasmático liso:** Orgánulo celular formado por cisternas, tubos aplanados y sáculos membranosos constituyendo un sistema de tuberías que participa en el transporte celular y en la síntesis de triglicéridos, fosfolípidos y esteroides. También dispone de enzimas destoxicantes, que metabolizan el alcohol y otras

sustancias químicas. A diferencia del retículo endoplasmático rugoso, carece de ribosomas adosados a su membrana. En realidad los retículos endoplasmáticos lisos tienen diferentes variantes funcionales que sólo tienen en común su aspecto y la ausencia de ribosomas.

**Retículo endoplasmático rugoso:** Orgánulo que se encarga de la síntesis y transporte de proteínas en general; también llamado retículo endoplasmático granular o ergastoplasma. Existen retículos sólo en las células eucariotas. En las células nerviosas es también conocido como cuerpos de Nissl. El retículo endoplasmático rugoso está formado por una serie de canales que se encuentran distribuidas por todo el citoplasma de la célula. Son sacos aplanados por los que circulan todas las proteínas de la célula antes de ir al Aparato de Golgi. Existe una conexión física entre el retículo endoplasmático rugoso y el retículo endoplasmático liso. El término rugoso se refiere a la apariencia de este orgánulo en las microfotografías electrónicas, la cual es resultado de la presencia de múltiples ribosomas en su superficie, sobre su membrana.

**Sacarosa:** También conocido como azúcar de mesa, es un disacárido de glucosa y fructosa.

**UFC:** Unidades Formadoras de Colonias, término que, según norma, debe utilizarse para reportar la cuenta de colonias en placa, las cuales pueden surgir de una célula o de un cúmulo de células.

**Uva quebranta:** Es una variedad de uva no aromática. Tiene un gusto muy peculiar que produce el sabor inconfundible al pisco.

**Vacuola:** Cavidad del citoplasma de una célula que contiene diversas sustancias disueltas en una solución acuosa.

**Vinaza:** Subproducto líquido de las columnas de destilación y rectificación del proceso de bioetanol hidratado.

**Vinificación:** Conjunto de los procedimientos empleados para transformar la uva en vino.

**Zeolita:** Son aluminosilicatos con cavidades de dimensiones moleculares de ocho (8) a 10 ángstrom.

## 2. Locuciones Técnicas

**Ablandador automático twin:** Equipo de tratamiento empleado para secuestrar los iones calcio y magnesio del agua, con la finalidad de impedir incrustaciones internas en las calderas (altas temperaturas).

**Bacterias acéticas:** Bacterias utilizadas para efectuar la fermentación acética, mediante la cual se produce ácido acético y agua con ayuda de abundante oxígeno.

**Bacterias heterotróficas mesófilas viables:** Organismos microscópicos unicelulares (**bacterias**) que obtienen su energía y carbono desde un compuesto orgánico o materia orgánica (**heterotróficas**) y que se desarrollan en el rango de 30 a 40 °C (**mesófilas**), con gran posibilidad de vivir o existir (**viables**).

**Bacterias lácticas:** Bacterias utilizadas para efectuar la fermentación maloláctica, mediante la cual se produce ácido láctico y dióxido de carbono.

**Corridas experimentales:** Ensayos o pruebas de investigación realizadas en un laboratorio.

**Deuda del carbono:** Es la deuda generada por los países industrializados debido al exceso de emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera por utilizar de forma masiva el servicio ambiental de absorción de CO<sub>2</sub> que brinda la atmósfera, la nueva vegetación, los suelos y los océanos.

**Factor hídrico:** Referido al recurso hídrico utilizado como uno de los criterios de evaluación en el método cualitativo por puntos, el cual se empleó para desarrollar el análisis de localización de planta.

**Fisión binaria:** Es una forma de reproducción asexual que se lleva a cabo en bacterias, levaduras de fisión, algas unicelulares y protozoos. La célula madre se divide en dos células hijas de igual tamaño.

**Levadura fresca:** Levadura proveniente de la borra de la industria pisquera, la cual servirá para reemplazar a la levadura gastada una vez que haya concluido su tercer ciclo (cuatro (4) fermentaciones).

**Levadura gastada:** Levadura reciclada que ha sido utilizada en cuatro fermentaciones sucesivas, por lo cual será desechada después del proceso de filtración al vacío 2.

**Levadura húmeda:** Levadura obtenida después del proceso de centrifugación, la cual tiene una humedad alrededor del 60 %.

**Levadura inoculada:** Levadura fresca o reciclada que será mezclada con el mosto filtrado en el fermentador para dar inicio al proceso de fermentación.

**Levadura reciclada:** Levadura seca que se recupera después de hacer pasar la levadura húmeda por el proceso de filtración al

vacío 2 para luego ser enviada al pre-fermentador. Ésta tiene una humedad alrededor del 7 %.

**Morfología macroscópica:** Es la disciplina encargada del estudio de la forma y estructura de un organismo o sistema cuando sus dimensiones geométricas o magnitud física sobrepasa de un cierto tamaño, normalmente visible a simple vista.

**Morfología microscópica:** Es la disciplina encargada del estudio de la forma y estructura de un organismo o sistema cuyas dimensiones geométricas o magnitud física no son visibles a simple vista.

**Mosto centrifugado residual:** Mosto fermentado que se encuentra inmerso en la levadura húmeda, el cual se recupera después del proceso de filtración al vacío 2 y que se envía al proceso de destilación.

**Mosto esterilizado:** Mosto virgen que se obtiene después del proceso de esterilización.

**Mosto fermentado:** Mosto que se obtiene después del proceso de fermentación alcohólica. Se abrevia como "Mf".

**Mosto filtrado:** Mosto esterilizado que se obtiene después del proceso de filtración al vacío 1.

**Mosto virgen:** También denominado guarapo, es el jugo extraído después del proceso de molienda de la caña de azúcar. Se abrevia como "Mv".

**Oscilación térmica:** Es la variación, perturbación o fluctuación en el tiempo de la temperatura.

**Tándem de molinos:** Armado en series de cuatro (4) hasta siete (7) ternas, cuyas dimensiones variarán según la cantidad de la caña de azúcar a procesar.

**Tanque de cabeza flotante:** Tanque de recepción utilizado para el almacenamiento del bioetanol hidratado con todas las medidas de seguridad y estándares requeridos.

**Ternas:** Unidad de molino o conjunto de tres rodillos donde la extracción del jugo de la caña de azúcar se realiza bajo la presión de los mismos.

**Terrenos deforestados:** Terrenos cuya superficie forestal ha sido destruída como consecuencia de la acción humana sobre la naturaleza, principalmente debido a las talas o quemas realizadas por la industria maderera, así como la utilización del suelo para la agricultura y ganadería.

**Terrenos degradados:** Terrenos que han sido afectados por la actividad minera y/o las construcciones urbanas.

**Terrenos eriazos:** Terrenos sin cultivar ni labrar.

## **XVIII.APÉNDICES**

APÉNDICE A: RESUMEN DE CORRIDAS EXPERIMENTALES.

APÉNDICE B: PRINCIPALES CORRIDAS EXPERIMENTALES.

APÉNDICE C: DEMANDA DE GASOLINAS (2006 - 2009) Y PROYECCIÓN DE DEMANDA DE ETANOL AL 7,8 % (2010 - 2020).

APÉNDICE D: CUADRO RESUMEN DEL MÉTODO CUALITATIVO POR PUNTOS PARA DETERMINAR LA LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.

APÉNDICE E: DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PROPUESTO.

APÉNDICE F: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO PROPUESTO.

APÉNDICE G: BALANCE DE MASA DEL PROCESO PROPUESTO.

APÉNDICE H: BALANCE DE ENERGÍA DEL PROCESO PROPUESTO.

APÉNDICE I: DIMENSIONAMIENTO Y COSTO DE EQUIPOS.

APÉNDICE J: DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA.

APÉNDICE K: DISTRIBUCIÓN DE LA MANO DE OBRA EN LA PLANTA.



APÉNDICE L: EXPORTACIÓN DE "ALCOHOL ETÍLICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHÓLICO O VOLUMÉTRICO" SEGÚN ADUANAS (PARTIDA ARANCELARIA 22.07.10.00.00).

APÉNDICE M: IMPORTACIÓN DE "ALCOHOL ETÍLICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHÓLICO O VOLUMÉTRICO" SEGÚN ADUANAS (PARTIDA ARANCELARIA 22.07.10.00.00).

## APÉNDICE A: RESUMEN DE CORRIDAS EXPERIMENTALES

| Corrida (Fi) | Reactor usado (capacidad en litros) | Levadura (inóculo)      | Pre-tratamiento del jugo de la caña de azúcar                         | °Brix jugo a fermentar (°Brix) | °Brix mosto fermentado (°Brix) | Conversión lograda (%) | Moles etanol experiment. (gmol) |
|--------------|-------------------------------------|-------------------------|---|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| FA           | Lab. 23A (45 L)                     | Pisco-UNI               | Calentamiento a 60 °C y enfriamiento hasta 25 °C                      | 15,6                           | 0,0                            | 100,0 %                | 72,91                           |
| FB           | Lab. 23A (45 L)                     | Pisco-UNI               | Calentamiento a 60 °C y enfriamiento hasta 25 °C                      | 20,7                           | 0,0                            | 100,0 %                | 98,41                           |
| F1           | Lab. 23 (40 L)                      | Pisco-UNI               | Ninguno   | 15,5                           | 5,0                            | 72,1 %                 | *                               |
| F2           | Lab. 23 (40 L)                      | Pisco-UNI               | Calentamiento a 60 °C y enfriamiento con agua de chaqueta hasta 20 °C | 17,0                           | 2,0                            | 90,4 %                 | 54,85                           |
| F3           | Lab. 23 (40 L)                      | Cepa mixta aislada (1G) | Calentamiento a 110 °C y enfriamiento natural hasta 20 °C             | 15,5                           | 2,5                            | 86,8 %                 | **                              |
| F4           | Lab. 23A (45 L)                     | Cepa mixta aislada (2G) | Calentamiento a 95 °C y enfriamiento natural hasta 44 °C              | 15,0                           | 0,0                            | 100,0 %                | 74,14                           |
| F5           | Lab. 23A (45 L)                     | Pisco-UNI               | Calentamiento a 95 °C y enfriamiento natural hasta 44 °C              | 16,5                           | 0,0                            | 100,0 %                | 75,54                           |
| F6           | Lab. 23A (45 L)                     | Pisco-UNI               | Ninguno   | 16,2                           | 0,0                            | 100,0 %                | 56,46                           |

\* Al realizar la destilación del mosto fermentado de la primera corrida (F1) perdimos nuestro producto.

\*\* Durante la destilación del mosto fermentado se evidenció la formación de abundante espuma, presentándose problemas operativos, sumado al hecho que no se pudieron mantener condiciones estables de operación durante la fermentación.

## **APÉNDICE B: PRINCIPALES CORRIDAS EXPERIMENTALES**

En este apéndice se detallan todos los resultados de las experiencias del proceso bioquímico de fermentación y destilación del mosto fermentado realizadas en los Laboratorios de Operaciones Unitarias (LOU) de la Facultad de Ingeniería Química y Textil (FIQT) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), mostrando únicamente los análisis de los resultados obtenidos en la cuarta (F4), quinta (F5) y sexta (F6) corrida, debido a que en estas tres últimas pruebas experimentales se representa mejor el proceso y las condiciones de operación propuestas en la presente tesis.

A continuación se resumen las condiciones experimentales de la etapa de fermentación:

### **Primera corrida (F1):**

La prueba se llevó a cabo en el reactor del Laboratorio 23 (Lab. 23), cuya capacidad es de 40 L.

Se empleó la levadura proveniente del Pisco-UNI.

No se efectuó ningún pre-tratamiento al jugo de la caña de azúcar.

Se mantuvo la temperatura en 31 °C en promedio.

Se mantuvo una agitación continua a 161 RPM en promedio.

### **Segunda corrida (F2):**

La prueba se llevó a cabo en el reactor del Laboratorio 23 (Lab. 23), cuya capacidad es de 40 L.

Se empleó la levadura proveniente del Pisco-UNI.

Se calentó el jugo de la caña de azúcar hasta 60 °C y se enfrió luego con agua de enfriamiento hasta 20 °C (ciclo de esterilización acelerado).

Se mantuvo la temperatura en 32 °C en promedio.

Se mantuvo una agitación continua a 147 RPM en promedio.

**Tercera corrida (F3):**

La prueba se llevó a cabo en el reactor del Laboratorio 23 (Lab. 23), cuya capacidad es de 40 L.

Se empleó una levadura aislada a partir de la levadura del Pisco-UNI, realizado por el equipo de microbiólogos de la Universidad Mayor de San Marcos (UNMSM), a la cual denominaremos cepa mixta aislada (primera generación).

Se calentó el jugo de la caña de azúcar hasta 110 °C y se dejó enfriar hasta temperatura ambiente, 20 °C (ciclo de esterilización).

Se mantuvo la temperatura en 25 °C en promedio.

No se registró el valor de las RPM de agitación continua.

**Cuarta corrida (F4):**

La prueba se llevó a cabo en el reactor del Laboratorio 23A (Lab. 23A), cuya capacidad es de 45 L.

Se empleó la levadura generada al término de la tercera corrida (reutilización de la levadura), a la cual denominaremos cepa mixta aislada (segunda generación).

Se calentó el jugo de la caña de azúcar hasta 95 °C y se dejó enfriar hasta una temperatura de 44 °C (ciclo de esterilización).

Se mantuvo la temperatura en 29 °C en promedio.

Se mantuvo una agitación continua a 40 RPM en promedio.

**Quinta corrida (F5):**

La prueba se llevó a cabo en el reactor del Laboratorio 23A (Lab. 23A), cuya capacidad es de 45 L.

Se empleó la levadura proveniente del Pisco-UNI.

Se calentó el jugo de la caña de azúcar hasta 95 °C y se dejó enfriar hasta una temperatura de 44 °C (ciclo de esterilización).

Se mantuvo la temperatura en 29 °C en promedio.

Se mantuvo una agitación continua a 41 RPM en promedio.

**Sexta corrida (F6):**

La prueba se llevó a cabo en el reactor del Laboratorio 23A (Lab. 23A), cuya capacidad es de 45 L.

Se empleó la levadura proveniente del Pisco-UNI, la cual se encontraba con una alta viabilidad (levadura activa de segunda generación).

No se efectuó ningún pre-tratamiento al jugo de la caña de azúcar.

Se mantuvo la temperatura en 29 °C en promedio.

Se mantuvo una agitación continua a 40 RPM en promedio.

En los cuadros siguientes se muestran los resultados de la etapa de fermentación para la cuarta, quinta y sexta corrida, respectivamente. Asimismo, se presenta un cuadro resumen del análisis de los datos para dichas corridas experimentales y las gráficas respectivas.

| Cuarta corrida experimental |             |            |         |      |              |                        |  |
|-----------------------------|-------------|------------|---------|------|--------------|------------------------|--|
| Día                         | No. de toma | Hora       | T (°C)  |      | Densidad (ρ) |                        | Observaciones  |
|                             |             |            | Reactor | Hg   | (°Brix)      | (g / cm <sup>3</sup> ) |  |
| 07/09/2009                  | 0           | 11:40 p.m. | 44,0    | 31,0 | 15,5         | 1,060                  | Caña de azúcar esterilizada. Sólidos suspendidos y otros sedimentan. RPM = 38  |
|                             | 1           | 11:45 p.m. | 44,0    | 31,0 | 15,0         | 1,056                  | Se inocularon 800 mL de levadura. RPM = 38   |
| 08/09/2009                  | 2           | 12:00 p.m. | 36,0    | 32,0 | 12,0         | 1,034                  | Presencia de grandes burbujas. RPM = 42  |
|                             | 3           | 03:24 p.m. | 36,0    | 31,5 | 10,0         | 1,028                  | Presencia de burbujas en menor cantidad (casi a la mitad del punto anterior). RPM = 40   |
|                             | 4           | 05:45 p.m. | 32,0    | 32,0 | 10,0         | 1,025                  | Burbujas en la superficie. RPM = 40  |
|                             | 5           | 08:23 p.m. | 31,0    | 31,0 | 7,0          | 1,021                  | Pocas burbujas. Temperatura estable. RPM = 40  |
| 09/09/2009                  | 6           | 08:15 a.m. | 27,0    | 27,0 | 4,0          | 1,007                  | Pocas burbujas. Temperatura descendió y se acercó el foco. RPM = 40  |
|                             | 7           | 11:15 a.m. | 26,5    | 26,5 | 2,0          | 1,005                  | Se acercó el foco. Lodo verde alrededor. Presencia de burbujas (burbujeo). RPM = 41,38   |
|                             | 8           | 02:15 p.m. | 27,0    | 26,0 | 2,0          | 1,004                  | RPM = 42,86  |
|                             | 9           | 03:30 p.m. | 26,5    | 26,0 | 1,8          | 1,003                  | RPM = 39   |
|                             | 10          | 06:12 p.m. | 26,0    | 25,0 | 1,5          | 1,002                  | Abundante espuma. Burbujeo suave. Olor muy agradable (diferente al de las corridas anteriores). RPM = 33,33<br>Se ajustaron los RPM a 38,71. |
| 10/09/2009                  | 11          | 04:30 p.m. | 26,0    | 25,0 | 0,0          | 0,995                  | RPM = 30. Se ajustaron los RPM a 41,38.  |

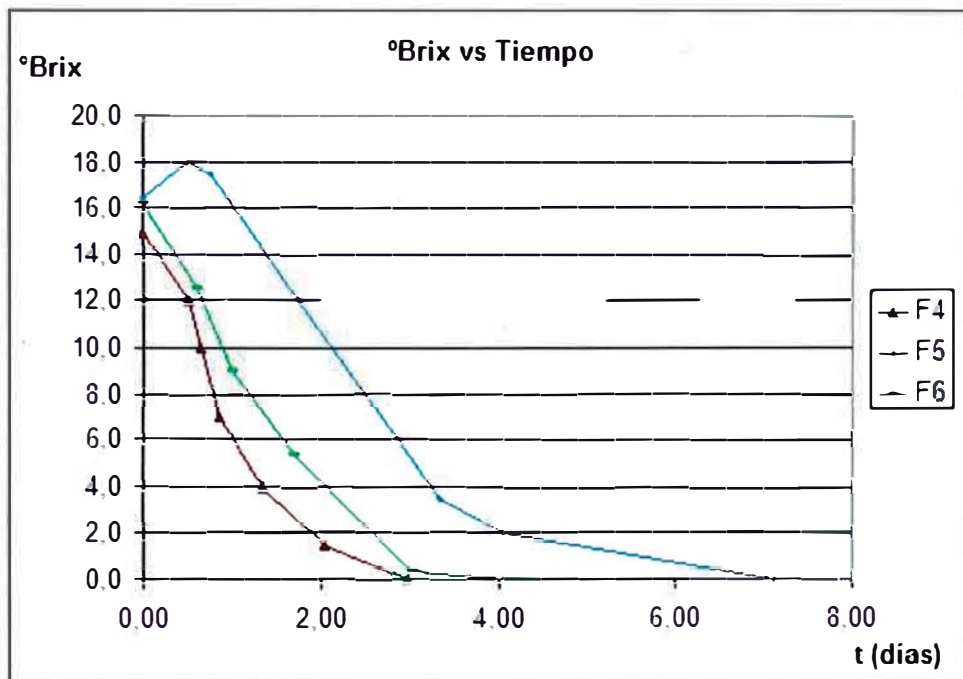
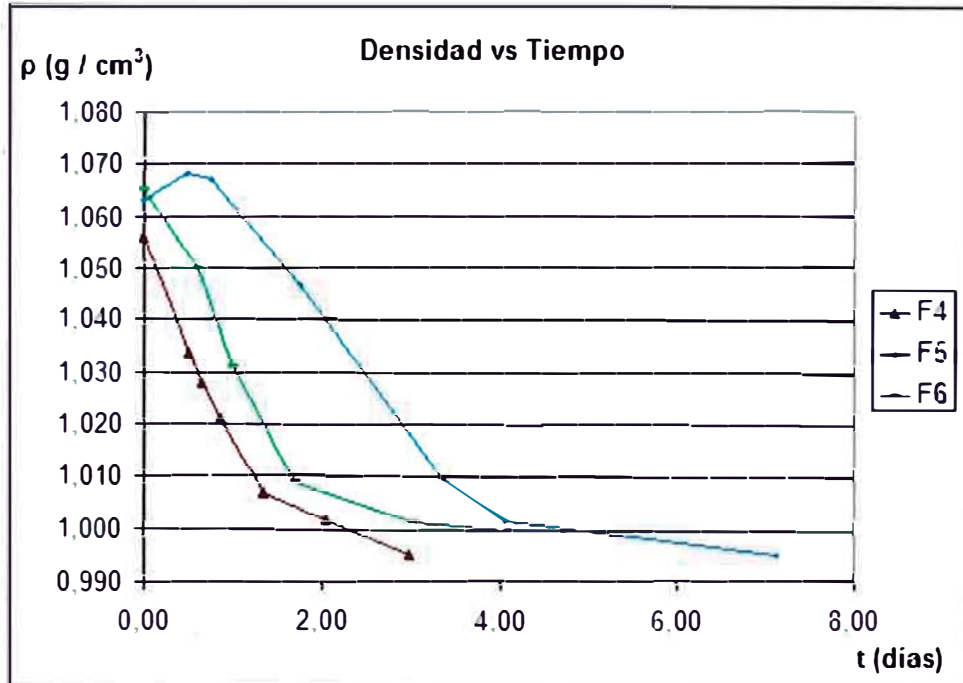
| Quinta corrida experimental |             |            |         |      |              |                        |   |
|-----------------------------|-------------|------------|---------|------|--------------|------------------------|---|
| Día                         | No. de toma | Hora       | T (°C)  |      | Densidad (ρ) |                        | Observaciones   |
|                             |             |            | Reactor | Hg   | (°Brix)      | (g / cm <sup>3</sup> ) |   |
| 14/09/2009                  | -1          | 11:55 a.m. | ---     | 22,0 | 17,0         | 1,064                  | Caña de azúcar, tal cual como nos la venden (primera vez que se registra este valor).                                     |
|                             | 0           | 10:51 p.m. | 46,5    | 31,0 | 16,5         | 1,062                  | Caña de azúcar esterilizada. Sólidos sedimentados.<br>RPM = 40  |
|                             | 1           | 11:25 p.m. | 42,0    | 39,0 | 16,5         | 1,063                  | Se inocularon tres (3) litros de levadura Pisco-UNI. RPM = 40   |
| 15/09/2009                  | 2           | 11:15 a.m. | 29,0    | 28,0 | 18,0         | 1,068                  | Se encontró un foco quemado. RPM = 41   |
|                             | 3           | 01:53 p.m. | 31,0    | 30,0 | 18,0         | 1,069                  | RPM = 41  |
|                             | 4           | 05:35 p.m. | 29,0    | 28,0 | 17,5         | 1,067                  | RPM = 40  |
|                             | 5           | 08:38 p.m. | 28,0    | 28,0 | 19,0         | 1,069                  | Presencia de grandes burbujas. RPM = 40   |
| 16/09/2009                  | 6           | 08:36 a.m. | 27,0    | 30,0 | 12,0         | 1,047                  | Presencia de burbujas pequeñas. RPM = 40  |
|                             | 7           | 12:30 p.m. | 32,0    | 31,0 | 11,0         | 1,043                  | RPM = 40  |
|                             | 8           | 04:05 p.m. | 32,0    | 31,0 | 10,0         | 1,038                  | RPM = 42  |
|                             | 9           | 05:33 p.m. | 32,0    | 30,0 | 10,0         | 1,034                  | Presencia de burbujas pequeñas (CO <sub>2</sub> ). Formación de nata.<br>RPM = 38   |
| 17/09/2009                  | 10          | 10:12 a.m. | 32,5    | 30,5 | 5,0          | 1,016                  | Presencia de burbujas pequeñas (CO <sub>2</sub> ). Formación de nata.<br>RPM = 51. Se redujeron los RPM a 44.             |
|                             | 11          | 01:40 p.m. | 32,0    | 31,0 | 4,0          | 1,012                  | RPM = 41  |
|                             | 12          | 04:40 p.m. | 30,5    | 29,5 | 3,5          | 1,010                  | RPM = 41 (minutos más tarde, se quemaron los fusibles del laboratorio, influyendo en la temperat. del reactor y los RPM). |
|                             | 13          | 07:34 p.m. | 28,5    | 27,0 | 3,5          | 1,012                  | No se registraron los RPM.  |
| 18/09/2009                  | 14          | 09:44 a.m. | 25,5    | 24,5 | 2,0          | 1,002                  | No se registraron los RPM.  |
| 21/09/2009                  | 15          | 11:25 a.m. | 19,0    | 19,0 | 0,0          | 0,995                  | RPM = 43,64   |

| Sexta corrida experimental |             |            |         |      |              |                      |      |   |
|----------------------------|-------------|------------|---------|------|--------------|----------------------|------|---|
| Día                        | No. de toma | Hora       | T (°C)  |      | Densidad (ρ) |                      | °Be  | Observaciones   |
|                            |             |            | Reactor | Hg   | (°Brix)      | (g/cm <sup>3</sup> ) |      |   |
| 02/11/2009                 | -1          | 05:08 p.m. | —       | 23,0 | 16,2         | 1,0650               | 9,00 | Caña de azúcar, tal cual como nos la venden.  |
|                            | 0           | —          | —       | —    | —            | —                    | —    | No se tomó porque no se esterilizó.   |
|                            | 1           | 06:00 p.m. | 23,0    | 22,0 | 16,2         | 1,0650               | 9,00 | Se inocularon 0,9 litros de levadura Pisco-UNI. RPI.I = 40,22   |
|                            | 2           | 07:00 p.m. | 23,0    | 23,0 | 16,2         | 1,0650               | 9,00 | RPI.I = 36,92   |
| 03/11/2009                 | 3           | 07:30 a.m. | 31,5    | 30,0 | 14,4         | 1,0530               | 8,00 | Pequeñas burbujas de CO <sub>2</sub> . La fermentación ya empezó. RPM = 68,7. Se redujeron a 39,03 RPI.I. |
|                            | 4           | 08:40 a.m. | 34,0    | 31,5 | 12,6         | 1,0500               | 7,00 | Burbujeo intenso. No giraba el agitador. Se ajustó a 40 RPI.I.  |
|                            | 5           | 11:34 a.m. | 33,0    | 31,5 | 10,8         | 1,0440               | 6,00 | Burbujeo pequeño de CO <sub>2</sub> . RPI.I = 31,5. Se ajustó a 40 RPM.                                   |
|                            | 6           | 04:31 p.m. | 34,0    | 32,5 | 9,0          | 1,0350               | 5,00 | Burbujas pequeñas. RPM = 42,6   |
|                            | 7           | 05:55 p.m. | 33,0    | 33,0 | 9,0          | 1,0310               | 5,00 | Burbujas muy pequeñas. No se registraron los RPM.   |
| 04/11/2009                 | 8           | 08:26 p.m. | 34,0    | 32,0 | 8,1          | 1,0270               | 4,50 | Presencia de bastantes sólidos en suspensión. No se registraron los RPM.                                  |
|                            | 9           | 11:00 a.m. | 34,0    | 32,0 | 5,4          | 1,0090               | 3,00 | Confirmar datos del cuaderno de bitácora.   |
|                            | 10          | 01:00 p.m. | 33,0    | 31,0 | 1,8          | 1,0060               | 1,00 | Presencia de bastantes sólidos flotantes y burbujeo vigoroso. RPI.I = 40                                  |
|                            | 11          | 04:00 p.m. | 32,0    | 31,0 | 1,7          | 1,0045               | 0,95 | Se ajustó a 40 RPI.I.   |
| 05/11/2009                 | 12          | 06:35 p.m. | 32,0    | 30,0 | 1,6          | 1,0050               | 0,90 | RPI.I = 13. Se ajustó a 41 RPM.   |
|                            | 13          | 09:00 a.m. | 30,0    | 29,0 | 1,4          | 1,0030               | 0,80 | RPM = 53. Se ajustó a 40 RPM.   |
|                            | 14          | 11:00 a.m. | 30,0    | 29,0 | 1,3          | 1,0020               | 0,70 | No se registraron los RPM.  |
|                            | 15          | 04:00 p.m. | 29,0    | 28,0 | 1,1          | 1,0015               | 0,60 | Leve burbujeo interno; pH = 3,48 @ 27,4 °C. RPM = 37,77   |
|                            | 16          | 05:00 p.m. | 29,0    | 28,0 | 0,4          | 1,0020               | 0,20 | Poco burbujeo; pH = 3,5 @ 26,6 °C. RPM = 40   |
| 06/11/2009                 | 17          | 06:50 p.m. | 29,0    | 28,0 | 0,4          | 1,0015               | 0,20 | Se reducen los RPI.I de 59 a 41.  |
|                            | 18          | 11:00 a.m. | 29,0    | 28,0 | 0,2          | 1,0005               | 0,10 | Se reducen los RPM de 49 a 42.  |
| 09/11/2009                 | 19          | 08:23 p.m. | 29,0    | 28,0 | 0,0          | 1,0000               | 0,00 | Se ajustó a 42 RPM.   |
|                            | 20          | 04:45 p.m. | 31,0    | 29,0 | 0,0          | 1,0000               | 0,00 | Se apagó todo el equipo. RPI.I = 47,04  |



| Cuadro resumen de corridas experimentales |                          |                          |                       |                       |                    |                               |                                |                                      |   |   |                                       |
|---|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| Corrida (Fi)                              | Volumen jugo a fermentar | Volumen mosto fermentado | Masa jugo a fermentar | Masa mosto fermentado | Conversión lograda | Masa total bioetanol obtenida | Rendimient. másico             | Rendimient. volumétrico              | Rendimient. bagazo                      | Rendimient. de la caña usada            | Rendimient. teórico                   |
|   | L                        | L                        | kg                    | kg                    | %                  | kg                            | <u>g Etanol</u><br>kg Sacarosa | <u>mL Etanol</u><br>L Caña de azúcar | <u>T.M Bagazo</u><br>T.M Caña de azúcar | <u>L Jugo ext.</u><br>kg Caña de azúcar | <u>L Etanol</u><br>T.M Caña de azúcar |
| F4  | 42,8                     | 42,4                     | 45,2                  | 42,2                  | 100,0 %            | 3,6                           | 538                            | 108                                  | 0,34                                    | 0,62                                    | 67                                    |
| F5  | 40,0                     | 38,9                     | 42,5                  | 38,7                  | 100,0 %            | 3,8                           | 538                            | 119                                  | 0,37                                    | 0,60                                    | 72                                    |
| F6  | 36,5                     | 36,3                     | 38,9                  | 36,3                  | 100,0 %            | 3,4                           | 538                            | 119                                  | 0,34                                    | 0,62                                    | 74                                    |

**Gráfico resumen de corridas experimentales F4, F5 y F6:**



Finalmente, se detallan los datos y un cuadro resumen del análisis de los resultados correspondientes a la destilación del mosto fermentado obtenido en la cuarta, quinta y sexta corrida experimental, respectivamente.

| Destilación del mosto fermentado de la cuarta corrida experimental (Carga inicial = 15 L) |             |       |                               |      |        |                               |      |        |            |         |               |
|---|-------------|-------|-------------------------------|------|--------|-------------------------------|------|--------|------------|---------|---------------|
| N°  | Volumen (L) |       | Muestra                       |      |        | Mezcla                        |      |        | Hora       | E (kWh) | T. Vapor (°C) |
|   | Corte       | Acum. | $\rho$ (g / cm <sup>3</sup> ) | °GL  | T (°C) | $\rho$ (g / cm <sup>3</sup> ) | °GL  | T (°C) |            |         |               |
| 1   | 0.495       | 0.495 | 0.890                         | 69.0 | 22.0   | 0.890                         | 69.0 | 22.0   | 03:57 p.m. | 3 479.7 | 92.3          |
| 2   | 0.495       | 0.990 | 0.910                         | 61.0 | 23.0   | 0.900                         | 65.0 | 22.0   | 04:04 p.m. | 3 480.0 | 93.9          |
| 3   | 0.500       | 1.490 | 0.930                         | 51.0 | 23.0   | 0.910                         | 60.0 | 22.0   | 04:12 p.m. | 3 480.4 | 95.4          |
| 4   | 0.500       | 1.990 | 0.940                         | 43.0 | 23.0   | 0.920                         | 55.0 | 22.0   | 04:21 p.m. | 3 480.8 | 96.6          |
| 5   | 0.515       | 2.505 | 0.955                         | 34.0 | 23.0   | 0.925                         | 51.0 | 22.5   | 04:31 p.m. | 3 481.3 | 97.8          |
| 6   | 0.500       | 3.005 | 0.970                         | 22.0 | 23.0   | 0.935                         | 46.0 | 23.0   | 04:40 p.m. | 3 481.7 | 98.4          |
| 7   | 0.505       | 3.510 | 0.980                         | 12.0 | 23.0   | 0.945                         | 42.0 | 23.0   | 04:51 p.m. | 3 482.2 | 98.8          |
| 8   | 0.500       | 4.010 | 0.985                         | 8.0  | 23.0   | 0.950                         | 38.0 | 24.0   | 05:01 p.m. | 3 482.6 | 99.0          |
| 9   | 0.510       | 4.520 | 0.990                         | 4.0  | 22.5   | 0.955                         | 34.0 | 24.0   | 05:11 p.m. | 3 483.1 | 99.1          |
| 10  | 0.505       | 5.025 | 0.990                         | 3.0  | 22.5   | 0.960                         | 32.0 | 24.0   | 05:20 p.m. | 3 483.5 | 99.2          |
| 11  | 0.505       | 5.530 | 0.990                         | 2.0  | 22.5   | 0.960                         | 28.0 | 24.0   | 05:29 p.m. | 3 483.9 | 99.2          |
| 12  | 0.500       | 6.030 | 0.995                         | 1.0  | 22.5   | 0.965                         | 26.0 | 24.0   | 05:37 p.m. | 3 484.3 | 99.2          |
| 13  | 0.525       | 6.555 | 0.995                         | 0.0  | 22.5   | 0.965                         | 24.0 | 24.0   | 05:47 p.m. | 3 484.7 | 99.4          |

| Destilación del mosto fermentado de la quinta corrida experimental (Carga inicial = 15 L) |             |       |                               |      |        |                               |      |        |            |         |               |
|---|-------------|-------|-------------------------------|------|--------|-------------------------------|------|--------|------------|---------|---------------|
| N°  | Volumen (L) |       | Muestra                       |      |        | Mezcla                        |      |        | Hora       | E (kWh) | T. Vapor (°C) |
|   | Corte       | Acum. | $\rho$ (g / cm <sup>3</sup> ) | °GL  | T (°C) | $\rho$ (g / cm <sup>3</sup> ) | °GL  | T (°C) |            |         |               |
| 1   | 0,515       | 0,515 | 0,885                         | 71,0 | 23,0   | 0,885                         | 71,0 | 23,0   | 04:21 p.m. | 3 498,9 | 91,2          |
| 2   | 0,500       | 1,015 | 0,900                         | 65,0 | 24,0   | 0,895                         | 68,0 | 23,0   | 04:29 p.m. | 3 499,2 | 93,2          |
| 3   | 0,510       | 1,525 | 0,920                         | 56,0 | 23,0   | 0,905                         | 63,0 | 23,0   | 04:37 p.m. | 3 499,6 | 94,9          |
| 4   | 0,500       | 2,025 | 0,935                         | 47,0 | 24,0   | 0,910                         | 59,0 | 23,0   | 04:46 p.m. | 3 500,0 | 96,5          |
| 5   | 0,510       | 2,535 | 0,955                         | 36,0 | 23,5   | 0,920                         | 55,0 | 23,5   | 04:57 p.m. | 3 500,5 | 97,7          |
| 6   | 0,505       | 3,040 | 0,970                         | 22,0 | 24,0   | 0,930                         | 50,0 | 24,0   | 05:08 p.m. | 3 501,0 | 98,5          |
| 7   | 0,510       | 3,550 | 0,980                         | 12,0 | 23,5   | 0,940                         | 45,0 | 25,0   | 05:18 p.m. | 3 501,5 | 98,9          |
| 8   | 0,505       | 4,055 | 0,985                         | 8,0  | 24,0   | 0,945                         | 41,0 | 25,5   | 05:29 p.m. | 3 502,0 | 99,1          |
| 9   | 0,520       | 4,575 | 0,990                         | 4,0  | 24,0   | 0,950                         | 38,0 | 26,0   | 05:39 p.m. | 3 502,5 | 99,2          |
| 10  | 0,505       | 5,080 | 0,990                         | 3,0  | 24,0   | 0,955                         | 34,0 | 26,0   | 05:49 p.m. | 3 503,0 | 99,3          |
| 11  | 0,510       | 5,590 | 0,990                         | 2,0  | 24,0   | 0,960                         | 32,0 | 26,0   | 05:59 p.m. | 3 503,5 | 99,3          |
| 12  | 0,500       | 6,090 | 0,995                         | 1,0  | 24,0   | 0,965                         | 30,0 | 26,0   | 06:09 p.m. | 3 503,9 | 100,0         |
| 13  | 0,525       | 6,615 | 0,995                         | 0,0  | 24,0   | 0,965                         | 28,0 | 26,0   | 06:19 p.m. | 3 504,4 | 111,5         |

| Destilación del mosto fermentado de la sexta corrida experimental (Carga inicial = 15 L) |             |       |                               |      |        |                               |      |        |            |         |               |
|--|-------------|-------|-------------------------------|------|--------|-------------------------------|------|--------|------------|---------|---------------|
| N°   | Volumen (L) |       | Muestra                       |      |        | Mezcla                        |      |        | Hora       | E (kWh) | T. Vapor (°C) |
|  | Corte       | Acum. | $\rho$ (g / cm <sup>3</sup> ) | °GL  | T (°C) | $\rho$ (g / cm <sup>3</sup> ) | °GL  | T (°C) |            |         |               |
| 1  | 0.500       | 0.500 | 0.890                         | 69.0 | 26.0   | 0.890                         | 69.0 | 26.0   | 12:30 p.m. | 3 508.7 | 93.4          |
| 2  | 0.500       | 1.000 | 0.920                         | 56.0 | 25.0   | 0.905                         | 63.0 | 25.0   | 12:41 p.m. | 3 509.0 | 94.7          |
| 3  | 0.500       | 1.500 | 0.940                         | 45.0 | 25.0   | 0.915                         | 57.0 | 25.0   | 12:50 p.m. | 3 509.4 | 96.5          |
| 4  | 0.500       | 2.000 | 0.950                         | 38.0 | 25.0   | 0.925                         | 52.0 | 25.0   | 12:59 p.m. | 3 509.9 | 97.5          |
| 5  | 0.500       | 2.500 | 0.965                         | 25.0 | 26.0   | 0.935                         | 47.0 | 25.5   | 01:11 p.m. | 3 510.3 | 98.4          |
| 6  | 0.500       | 3.000 | 0.975                         | 14.0 | 26.0   | 0.945                         | 43.0 | 26.0   | 01:20 p.m. | 3 510.9 | 98.7          |
| 7  | 0.500       | 3.500 | 0.980                         | 10.0 | 27.0   | 0.950                         | 39.0 | 27.0   | 01:30 p.m. | 3 511.4 | 98.9          |
| 8  | 0.500       | 4.000 | 0.985                         | 4.0  | 27.5   | 0.955                         | 35.0 | 27.5   | 01:41 p.m. | 3 511.9 | 99.1          |
| 9  | 0.500       | 4.500 | 0.985                         | 4.0  | 27.0   | 0.960                         | 32.0 | 27.0   | 01:51 p.m. | 3 512.4 | 99.1          |
| 10   | 0.500       | 5.000 | 0.990                         | 2.0  | 27.0   | 0.960                         | 30.0 | 27.5   | 01:58 p.m. | 3 512.6 | 99.2          |
| 11   | 0.500       | 5.500 | 0.990                         | 2.0  | 27.0   | 0.965                         | 26.0 | 27.5   | 02:08 p.m. | 3 513.0 | 99.3          |
| 12   | 0.657       | 6.157 | 0.995                         | 2.0  | 28.0   | 0.970                         | 24.0 | 28.0   | 02:18 p.m. | 3 513.4 | 105.6         |

**Cuadro resumen de destilación del mosto fermentado de corridas experimentales**

| Corrida (Fi) | Grado Alcoh. del mosto fermentado<br>% | Moles de etanol experimental<br>gmol | Energía disponible del etanol a la salida (E2*) experimental |       | Moles de etanol teórico<br>gmol | Energía disponible del etanol a la salida (E2*) teórico |       | Eficiencia de moles<br>% | Rendimiento real<br><u>L Etanol</u><br>TM Caña de azúcar | Eficiencia de operación unitaria<br>% |
|--------------|--|--------------------------------------|--|-------|---------------------------------|---|-------|--------------------------|--|---------------------------------------|
|              |  |                                      | kJ   | BTU   |                                 | kJ  | BTU   |                          |  |                                       |
| F4           | 10,2 %                                 | 74,14                                | 91 567,0   | 86,79 | 79,17                           | 97 779,7  | 92,68 | 93,6 %                   | 62,5   | 93,5 %                                |
| F5           | 11,4 %                                 | 75,54                                | 93 297,2   | 88,43 | 81,93                           | 101 187,6   | 95,91 | 92,2 %                   | 66,5   | 92,9 %                                |
| F6           | 9,1 %                                  | 56,46                                | 69 728,0   | 66,09 | 73,54                           | 90 825,4  | 86,08 | 76,8 %                   | 56,8   | 76,8 %                                |

**APÉNDICE C: DEMANDA DE GASOLINAS (2006 - 2009) Y PROYECCIÓN DE DEMANDA DE ETANOL AL 7,8 % (2010 - 2020)**

| Demanda total de combustibles en MBPA por tipo de gasolina (miles barriles / año) |             |             |             |             |                |         |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|---------|
| Año   | Gasolina 84 | Gasolina 90 | Gasolina 95 | Gasolina 97 | Gasolina 98 BA | Total   |
| 2006  | 4 019,5     | 2 496,1     | 386,9       | 355,3       | 34,3           | 7 292,1 |
| 2007  | 4 300,6     | 2 534,3     | 444,7       | 196,9       | 203,6          | 7 680,2 |
| 2008  | 4 458,1     | 2 566,7     | 502,8       | 187,3       | 194,3          | 7 909,2 |
| 2009  | 4 909,8     | 3 464,7     | 610,1       | 249,3       | 233,5          | 9 467,3 |
| Promedio  | 4 422,0     | 2 765,5     | 486,1       | 247,2       | 166,4          | 8 087,2 |

| Proyección de demanda de combustibles por tipo de gasolina (miles barriles / año) |             |             |             |             |                |          |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|----------|
| Año   | Gasolina 84 | Gasolina 90 | Gasolina 95 | Gasolina 97 | Gasolina 98 BA | Total    |
| 2010  | 5 129,1     | 3 638,2     | 668,0       | 311,2       | 272,7          | 10 019,1 |
| 2011  | 5 411,9     | 3 673,4     | 740,7       | 373,2       | 311,8          | 10 511,1 |
| 2012  | 5 694,7     | 3 708,7     | 813,5       | 435,1       | 351,0          | 11 003,0 |
| 2013  | 5 977,6     | 3 744,0     | 886,2       | 497,1       | 390,2          | 11 495,0 |
| 2014  | 6 260,4     | 3 779,2     | 959,0       | 559,0       | 429,4          | 11 987,0 |
| 2015  | 6 543,2     | 3 814,5     | 1 031,7     | 621,0       | 468,5          | 12 478,9 |
| 2016  | 6 826,1     | 3 849,8     | 1 104,5     | 682,9       | 507,7          | 12 970,9 |
| 2017  | 7 108,9     | 3 885,0     | 1 177,2     | 744,8       | 546,9          | 13 462,9 |
| 2018  | 7 391,7     | 3 920,3     | 1 250,0     | 806,8       | 586,0          | 13 954,8 |
| 2019  | 7 674,6     | 3 955,5     | 1 322,7     | 868,7       | 625,2          | 14 446,8 |
| 2020  | 7 957,4     | 3 990,8     | 1 395,5     | 930,7       | 664,4          | 14 938,7 |
| Promedio  | 6 543,2     | 3 814,5     | 1 031,7     | 621,0       | 468,5          | 12 478,9 |



**APÉNDICE C (Continuación)**

| <b>Proyección de demanda de etanol al 7,8 % por tipo de gasolina (miles barriles / año)</b> |                    |                    |                    |                    |                       |                |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|----------------|
| <b>Año</b>  | <b>Gasolina 84</b> | <b>Gasolina 90</b> | <b>Gasolina 95</b> | <b>Gasolina 97</b> | <b>Gasolina 98 BA</b> | <b>Total</b>   |
| <b>2010</b>   | 400,1              | 283,8              | 52,1               | 24,3               | 21,3                  | <b>781,5</b>   |
| <b>2011</b>   | 422,1              | 286,5              | 57,8               | 29,1               | 24,3                  | <b>819,9</b>   |
| <b>2012</b>   | 444,2              | 289,3              | 63,5               | 33,9               | 27,4                  | <b>858,2</b>   |
| <b>2013</b>   | 466,3              | 292,0              | 69,1               | 38,8               | 30,4                  | <b>896,6</b>   |
| <b>2014</b>   | 488,3              | 294,8              | 74,8               | 43,6               | 33,5                  | <b>935,0</b>   |
| <b>2015</b>   | 510,4              | 297,5              | 80,5               | 48,4               | 36,5                  | <b>973,4</b>   |
| <b>2016</b>   | 532,4              | 300,3              | 86,2               | 53,3               | 39,6                  | <b>1 011,7</b> |
| <b>2017</b>   | 554,5              | 303,0              | 91,8               | 58,1               | 42,7                  | <b>1 050,1</b> |
| <b>2018</b>   | 576,6              | 305,8              | 97,5               | 62,9               | 45,7                  | <b>1 088,5</b> |
| <b>2019</b>   | 598,6              | 308,5              | 103,2              | 67,8               | 48,8                  | <b>1 126,8</b> |
| <b>2020</b>   | 620,7              | 311,3              | 108,8              | 72,6               | 51,8                  | <b>1 165,2</b> |
| <b>Promedio</b>   | <b>510,4</b>       | <b>297,5</b>       | <b>80,5</b>        | <b>48,4</b>        | <b>36,5</b>           | <b>973,4</b>   |



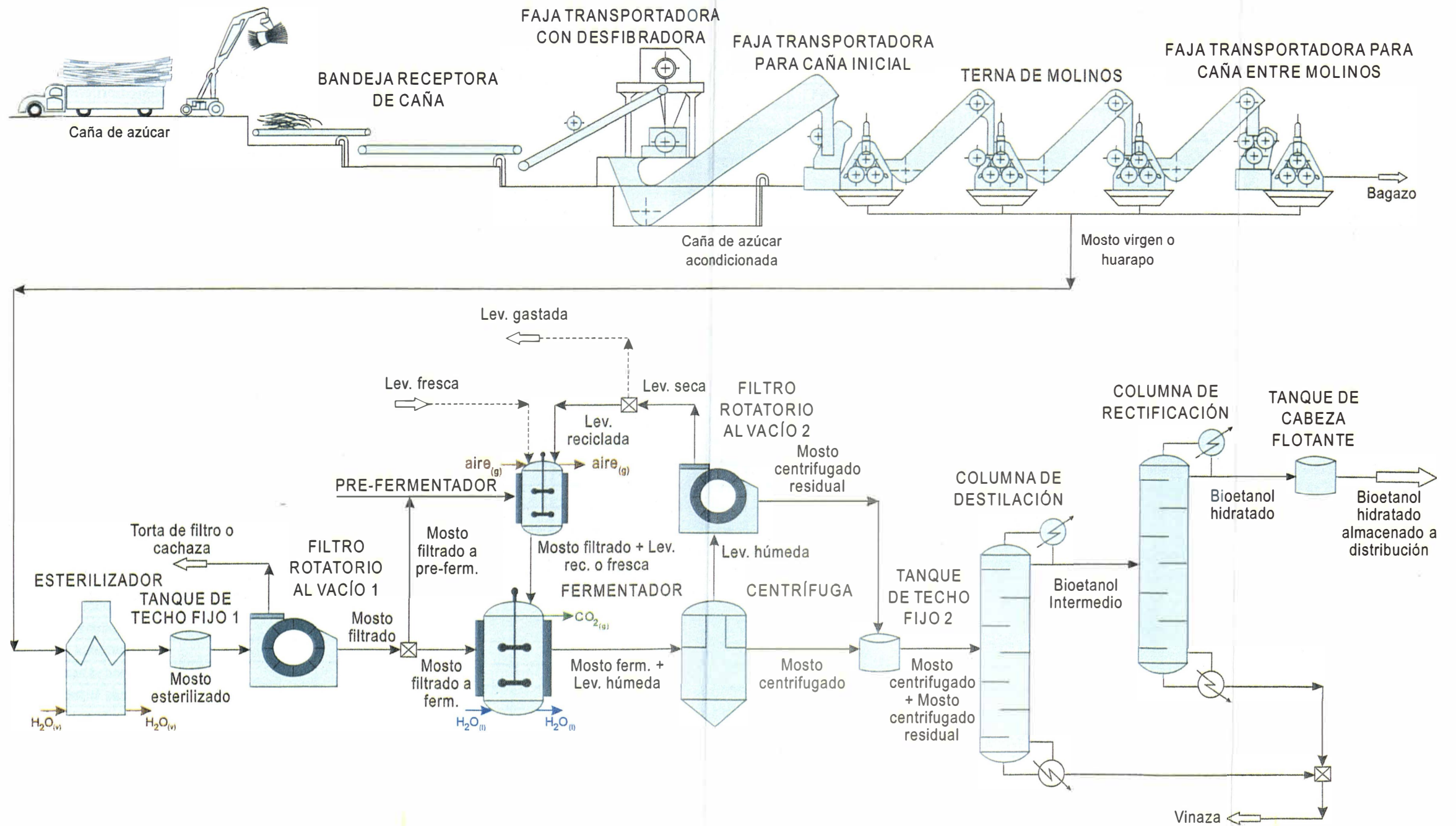
**APÉNDICE C (Continuación)**

| Proyección de demanda total de etanol al 7,8 % |                         |                                   |                         |                         |                                   |                             |
|--|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Año  | <u>miles bbl</u><br>año | <u>miles m<sup>3</sup></u><br>año | <u>miles bbl</u><br>mes | <u>miles gal</u><br>mes | <u>miles m<sup>3</sup></u><br>mes | <u>m<sup>3</sup></u><br>día |
| 2010   | 781,5                   | 124,2                             | 65,1                    | 2 735,2                 | 10,4                              | 340,4                       |
| 2011   | 819,9                   | 130,3                             | 68,3                    | 2 869,5                 | 10,9                              | 357,1                       |
| 2012   | 858,2                   | 136,4                             | 71,5                    | 3 003,8                 | 11,4                              | 373,8                       |
| 2013   | 896,6                   | 142,5                             | 74,7                    | 3 138,1                 | 11,9                              | 390,5                       |
| 2014   | 935,0                   | 148,6                             | 77,9                    | 3 272,4                 | 12,4                              | 407,2                       |
| 2015   | 973,4                   | 154,7                             | 81,1                    | 3 406,7                 | 12,9                              | 423,9                       |
| 2016   | 1 011,7                 | 160,8                             | 84,3                    | 3 541,1                 | 13,4                              | 440,6                       |
| 2017   | 1 050,1                 | 166,9                             | 87,5                    | 3 675,4                 | 13,9                              | 457,4                       |
| 2018   | 1 088,5                 | 173,0                             | 90,7                    | 3 809,7                 | 14,4                              | 474,1                       |
| 2019   | 1 126,8                 | 179,1                             | 93,9                    | 3 944,0                 | 14,9                              | 490,8                       |
| 2020   | 1 165,2                 | 185,2                             | 97,1                    | 4 078,3                 | 15,4                              | 507,5                       |
| Promedio                                       | 973,4                   | 154,7                             | 81,1                    | 3 406,7                 | 12,9                              | 423,9                       |

**APÉNDICE D: CUADRO RESUMEN DEL MÉTODO CUALITATIVO POR PUNTOS PARA DETERMINAR LA LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA**

| Factores  | Peso         | Costa       |             |             |              | Selva        |             |             |
|---|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
|   |              | Lima        | Ancash      | La Libertad | Lambayeque   | San Martín   | Loreto      | Ucayali     |
| <b>Terreno</b>                                      | <b>30,0</b>  | <b>18,6</b> | <b>18,1</b> | <b>19,5</b> | <b>14,6</b>  | <b>100,0</b> | <b>74,4</b> | <b>56,6</b> |
| Disponibilidad de clasificación de tierras          | 60,0         | 0,5         | 2,7         | 0,0         | 0,0          | 100,0        | 68,0        | 46,8        |
| Rendimiento   | 25,0         | 70,8        | 58,2        | 67,4        | 46,8         | 100,0        | 100,0       | 100,0       |
| Costo de terreno                                    | 15,0         | 4,3         | 13,0        | 17,4        | 19,4         | 100,0        | 56,9        | 23,1        |
| <b>Recurso hídrico</b>                              | <b>20,0</b>  | <b>36,8</b> | <b>27,9</b> | <b>32,9</b> | <b>6,5</b>   | <b>36,2</b>  | <b>70,0</b> | <b>42,3</b> |
| Agua subterránea (pozos potenciales disponibles)    | 30,0         | 50,0        | 10,0        | 37,0        | 0,1          | 0,0          | 0,0         | 0,0         |
| Agua superficiales (ríos, lagos)                    | 40,0         | 53,8        | 61,5        | 53,8        | 15,4         | 15,4         | 100,0       | 30,8        |
| Factores externos (lluvias, etc.)                   | 30,0         | 1,0         | 1,0         | 1,0         | 1,0          | 100,0        | 100,0       | 100,0       |
| <b>Materia prima</b>                                | <b>10,0</b>  | <b>79,4</b> | <b>29,9</b> | <b>59,4</b> | <b>34,2</b>  | <b>14,0</b>  | <b>10,5</b> | <b>14,4</b> |
| Caña de azúcar para contingencias                   | 40,0         | 48,5        | 15,9        | 100,0       | 45,9         | 0,0          | 0,0         | 0,0         |
| Levadura de uva quebranta                           | 50,0         | 100,0       | 45,8        | 36,3        | 29,4         | 27,2         | 19,9        | 27,9        |
| Barriles  | 10,0         | 100,0       | 6,7         | 12,9        | 11,2         | 4,0          | 5,4         | 4,2         |
| <b>Clima</b>  | <b>10,0</b>  | <b>60,0</b> | <b>50,0</b> | <b>50,0</b> | <b>50,0</b>  | <b>70,0</b>  | <b>70,0</b> | <b>70,0</b> |
| Probabilidad de ausencia de plagas                  | 50,0         | 80,0        | 80,0        | 80,0        | 80,0         | 50,0         | 50,0        | 50,0        |
| Probabilidad de menores daños por Fenómeno del Niño | 50,0         | 40,0        | 20,0        | 20,0        | 20,0         | 90,0         | 90,0        | 90,0        |
| <b>Servicios</b>                                    | <b>10,0</b>  | <b>78,9</b> | <b>70,7</b> | <b>58,4</b> | <b>57,7</b>  | <b>57,0</b>  | <b>80,0</b> | <b>30,6</b> |
| Diésel  | 35,0         | 73,9        | 68,7        | 76,1        | 73,5         | 72,4         | 100,0       | 10,0        |
| Otros combustibles (Gas Natural)                    | 15,0         | 100,0       | 10,0        | 10,0        | 10,0         | 10,0         | 10,0        | 10,0        |
| Agua  | 25,0         | 52,3        | 89,0        | 30,4        | 34,8         | 57,5         | 100,0       | 25,0        |
| Electricidad  | 25,0         | 100,0       | 91,6        | 90,9        | 87,0         | 63,0         | 74,0        | 77,4        |
| <b>Mercado</b>                                      | <b>10,0</b>  | <b>78,3</b> | <b>49,2</b> | <b>49,4</b> | <b>76,8</b>  | <b>70,8</b>  | <b>28,2</b> | <b>33,3</b> |
| Demanda potencial local                             | 30,0         | 100,0       | 12,6        | 19,1        | 13,2         | 8,6          | 10,6        | 5,1         |
| Exportación   | 25,0         | 100,0       | 100,0       | 80,0        | 80,0         | 60,0         | 10,0        | 70,0        |
| Políticas regionales                                | 25,0         | 10,0        | 10,0        | 10,0        | 70,0         | 100,0        | 40,0        | 10,0        |
| Distancia hacia clientes                            | 20,0         | 25,7        | 40,6        | 56,3        | 100,0        | 70,1         | 34,6        | 25,7        |
| <b>Transporte</b>                                   | <b>5,0</b>   | <b>62,9</b> | <b>70,3</b> | <b>78,1</b> | <b>100,0</b> | <b>65,1</b>  | <b>22,3</b> | <b>42,9</b> |
| Carreteras  | 50,0         | 100,0       | 100,0       | 100,0       | 100,0        | 60,0         | 10,0        | 60,0        |
| Distancia recorrida                                 | 50,0         | 25,7        | 40,6        | 56,3        | 100,0        | 70,1         | 34,6        | 25,7        |
| <b>Mano de obra</b>                                 | <b>5,0</b>   | <b>80,4</b> | <b>14,6</b> | <b>16,3</b> | <b>12,4</b>  | <b>19,9</b>  | <b>20,0</b> | <b>23,5</b> |
| Disponibilidad                                      | 40,0         | 100,0       | 9,7         | 15,7        | 10,6         | 7,6          | 8,1         | 4,2         |
| Calificada  | 40,0         | 100,0       | 10,6        | 16,9        | 8,4          | 10,8         | 9,6         | 4,5         |
| Sueldos   | 20,0         | 1,8         | 32,4        | 16,5        | 24,2         | 62,6         | 64,8        | 100,0       |
| <b>Total</b>  | <b>100,0</b> | <b>49,8</b> | <b>35,3</b> | <b>38,9</b> | <b>33,2</b>  | <b>62,7</b>  | <b>57,3</b> | <b>43,6</b> |

**APÉNDICE E: DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PROPUESTO**



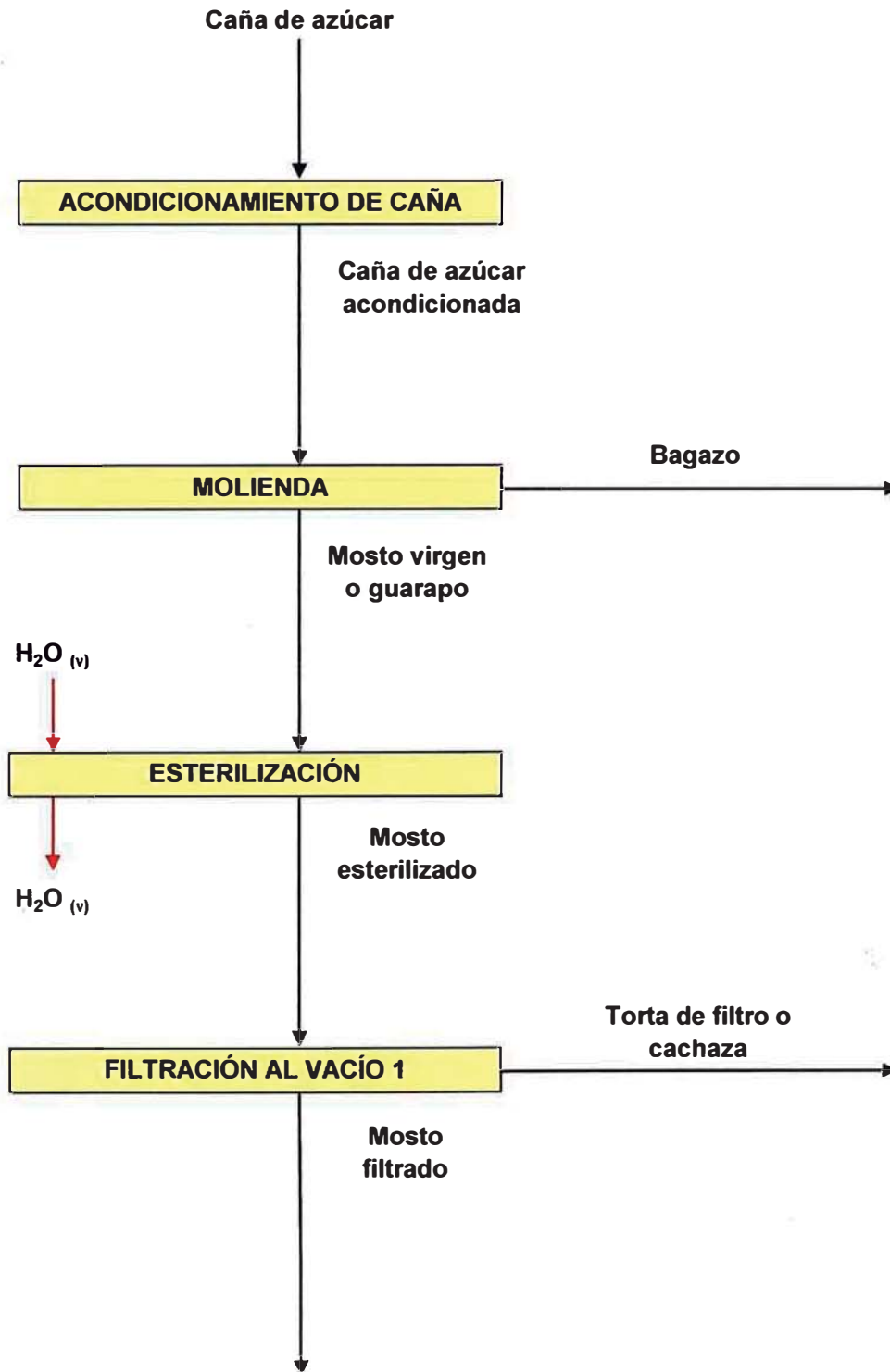


**APÉNDICE E (Continuación)**

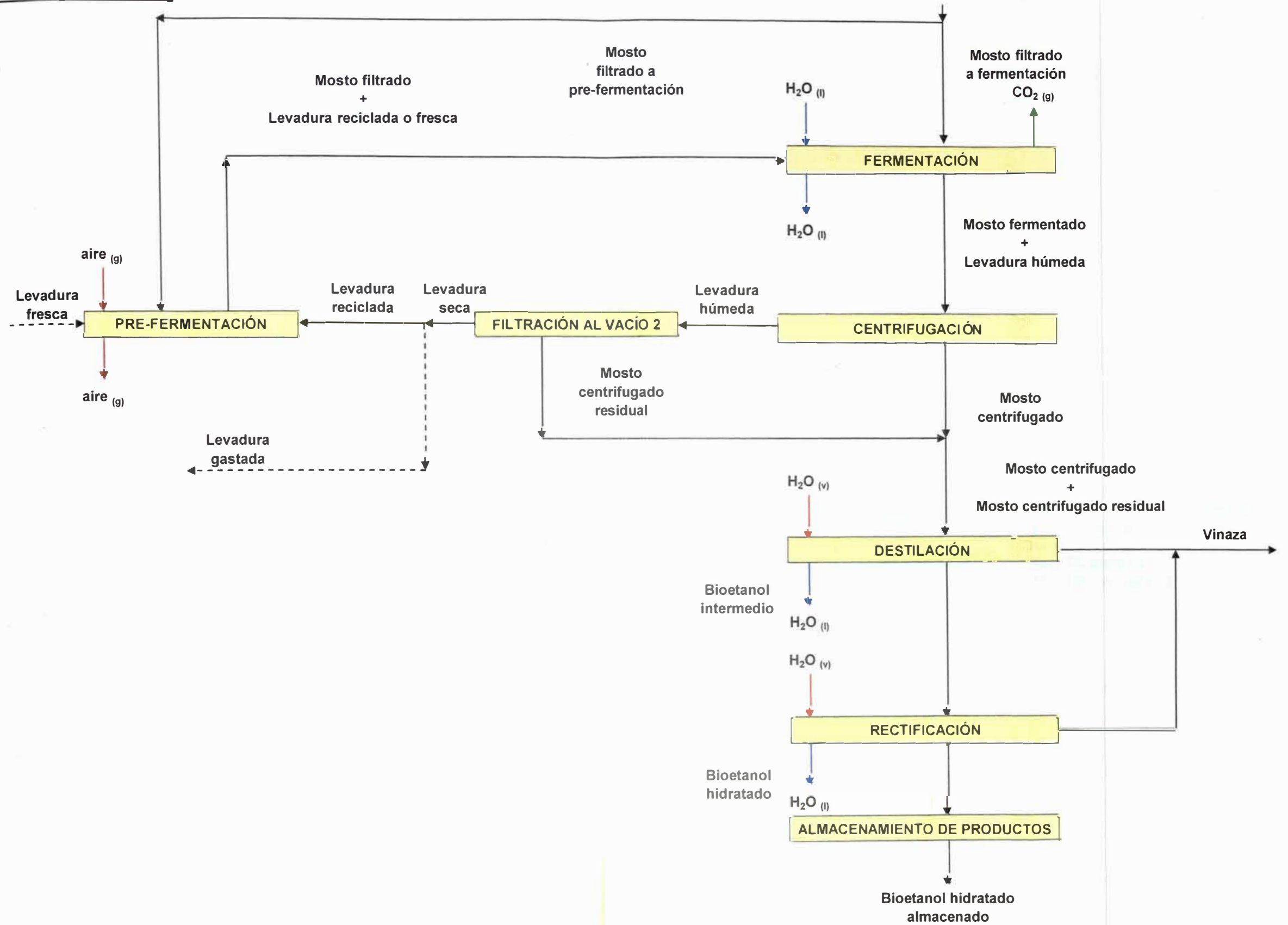
| Etapa  | Ac. caña de azúcar |                       |                     |                        | Molienda           |                     |                        |                          | Esterilización         |                          |                          |                      | Filtrac. al vacío, pre-ferment. y ferment. |                       |                       |                     |            |           | Centrifugación |           |            |           | Destilac.  |           | Rectific.  |           | Alm. prod. |           |            |      |
|--|--------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|--------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|--|-----------------------|-----------------------|---------------------|------------|-----------|----------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------|
| Equipo   | Bandeja rec. caña  | F. tr. con desfibrad. | F. tr. caña inicial | F. tr. caña entre mol. | Terna de molinos   | Esteriliz.          | Tanque de tech. fijo 1 | Filtr. rotat. al vacío 1 | Pre-ferment.           | Ferment.                 | Filtr. rotat. al vacío 2 | Centrífuga           | Tanque de tech. fijo 2                     | Colum. de destilac.   | Colum. de rectificac. | Tanq. de cab. flot. |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Cantidad                                       | 1,0                | 1,0                   | 1,0                 | 3,0                    | 4,0                | 3,0                 | 3,0                    | 3,0                      | 4,0                    | 13,0                     | 2,0                      | 3,0                  | 3,0  | 1,0                   | 1,0                   | 4,0                 |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Nombre de corriente de entrada                 | Caña de azúcar     | Caña de azúcar        | C. azúcar acondic.  | C. azúcar acondic.     | C. azúcar acondic. | M. virgen o huarapo | Mosto esteriliz.       | Mosto esteriliz.         | M. filtr. + L. recicl. | M. filtr. + L. re. o fr. | Lev. húmeda              | M. ferm. + Lev. húm. | M. cent. + M. c. res.                      | M. cent. + M. c. res. | Bioetanol intermed.   | Bioetanol hidratado |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Flujo másico entrada (TM / d)                  | 1 254,6            | 1 254,6               | 1 254,6             | 1 254,6                | 1 254,6            | 816,5               | 816,5                  | 816,5                    | 155,1                  | 775,7                    | 106,7                    | 711,1                | 705,7                                      | 705,7                 | 84,7                  | 71,5                |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Temperatura (°C)                               | ambiente           | ambiente              | ambiente            | ambiente               | ambiente           | ambiente            | ambiente               | ambiente                 | ambiente               | ambiente                 | ambiente                 | ambiente             | ambiente                                   | ambiente              | ambiente              | 25,0                |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Densidad (TM / m <sup>3</sup> )                | ---                | ---                   | ---                 | ---                    | ---                | 1,0603              | 1,0603                 | 1,0603                   | 1,0603                 | 1,0603                   | 0,9967                   | 0,9967               | 0,9967                                     | 0,9967                | 0,7720                | 0,7967              |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Flujo volumétrico entrada (m <sup>3</sup> / d) | ---                | ---                   | ---                 | ---                    | ---                | 770,1               | 770,1                  | 770,1                    | 146,3                  | 731,6                    | 107,0                    | 713,4                | 708,1                                      | 708,1                 | 109,8                 | 89,7                |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Δ Entalpía por Equipo (MJ / d)                 | 0,0                | 0,0                   | 0,0                 | 0,0                    | 0,0                | 187 058,8           | 0,0                    | -138 840,6               | 0,0                    | -100 991,7               | 0,0                      | -11 578,2            | 0,0  | 202 953,9             | -12 697,0             | 0,0                 |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Componente                                     | %                  | TM d (in)             | TM d (out)          | TM d (in)              | TM d (out)         | TM d (in)           | TM d (out)             | TM d (in)                | TM d (out)             | TM d (in)                | TM d (out)               | TM d (in)            | TM d (out)                                 | TM d (in)             | TM d (out)            | TM d (in)           | TM d (out) | TM d (in) | TM d (out)     | TM d (in) | TM d (out) | TM d (in) | TM d (out) | TM d (in) | TM d (out) | TM d (in) | TM d (out) | TM d (in) | TM d (out) |      |
| Caña de azúcar                                 |                    | 1254,6                |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Caña de azúcar                                 | 100,0 %            | 1254,6                | 1254,6              | 1254,6                 |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Caña de azúcar acondicionada                   |                    |                       |                     | 1254,6                 | 1254,6             | 1254,6              | 1254,6                 | 1254,6                   |                        |                          |                          |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Mosto virgen o huarapo                         | 65,1 %             |                       |                     |                        |                    |                     |                        | 816,5                    | 816,5                  |                          |                          |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Bagazo   | 34,9 %             |                       |                     |                        |                    |                     |                        | 438,1                    |                        |                          |                          |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Mosto virgen o huarapo                         |                    |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Mosto virgen esterilizado                      | 100,0 %            |                       |                     |                        |                    |                     |                        | 816,5                    | 816,5                  | 816,5                    | 816,5                    |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Mosto esterilizado                             |                    |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Mosto filtrado a pre-ferm.                     | 19,0 %             |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        | 155,1                    | 155,1                    |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Mosto filtrado a ferm.                         | 76,0 %             |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        | 620,5                    |                          | 775,7                |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Torta de filtro o cachaza                      | 5,0 %              |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        | 40,8                     |                          |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Mosto filtrado + Lev. reciclada                |                    |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Lev. reciclada o fresca                        | 100,0 %            |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        | 5,3                      | 5,3                      | 5,3                  | 5,3  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| M. filtr. + L. rec. o fresca                   | 100,0 %            |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        | 155,1                    |                          |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Mosto filtrado + Lev. rec. o fresca            |                    |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| M. fer. + L. h. (cont. borra)                  | 91,0 %             |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          | 705,7                | 711,1                                      |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| CO <sub>2</sub>                                | 9,0 %              |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          | 69,5                 |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Mosto ferm. + Lev. húmeda                      |                    |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Lev. húm. (cont. borra)                        | 15,0 %             |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          | 106,7                | 106,7                                      |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Mosto centrifugado                             | 85,0 %             |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          |                      | 604,4                                      |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Lev. húmeda                                    |                    |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Lev. seca (borra)                              | 5,0 %              |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          | 5,3                  |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| Mosto centrif. residual                        | 95,0 %             |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          | 101,3                |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| M. centrif. + M. centrif. residual             |                    |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          |                      |  | 705,7                 | 705,7                 | 705,7               |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| B. int. (20,7 % w/w agua)                      | 12,0 %             |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            | 84,7      | 84,7       |           |            |           |            |      |
| Vinaza (0,8 % w/w etanol)                      | 88,0 %             |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            | 821,0     |            |           |            |      |
| Bioetanol intermedio                           |                    |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            |           |            |      |
| B. hidr. (6,5 % w/w agua)                      | 84,4 %             |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            | 71,5      | 71,5       | 71,5 |
| Vinaza (2,5 % w/w etanol)                      | 15,6 %             |                       |                     |                        |                    |                     |                        |                          |                        |                          |                          |                      |  |                       |                       |                     |            |           |                |           |            |           |            |           |            |           |            | 13,2      |            |      |

89,7  
(m<sup>3</sup> / d)

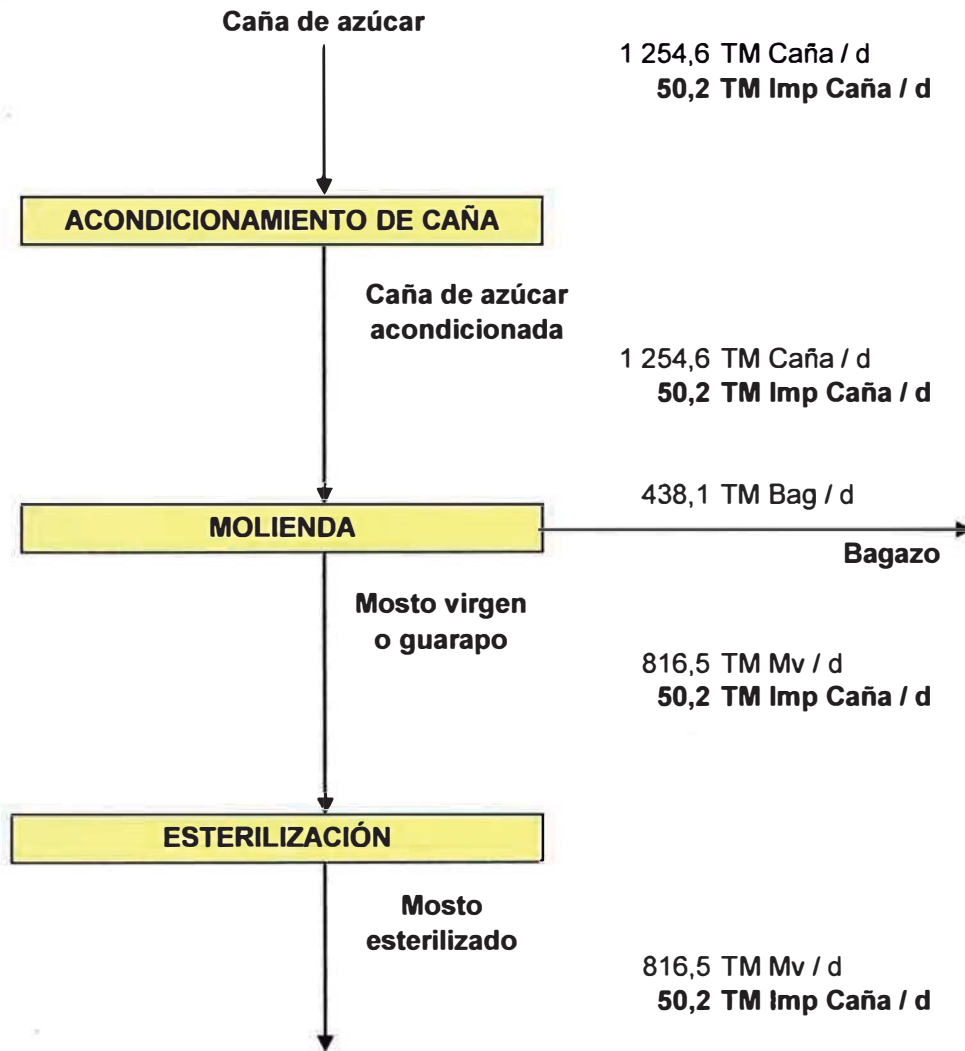
**APÉNDICE F: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO PROPUESTO**



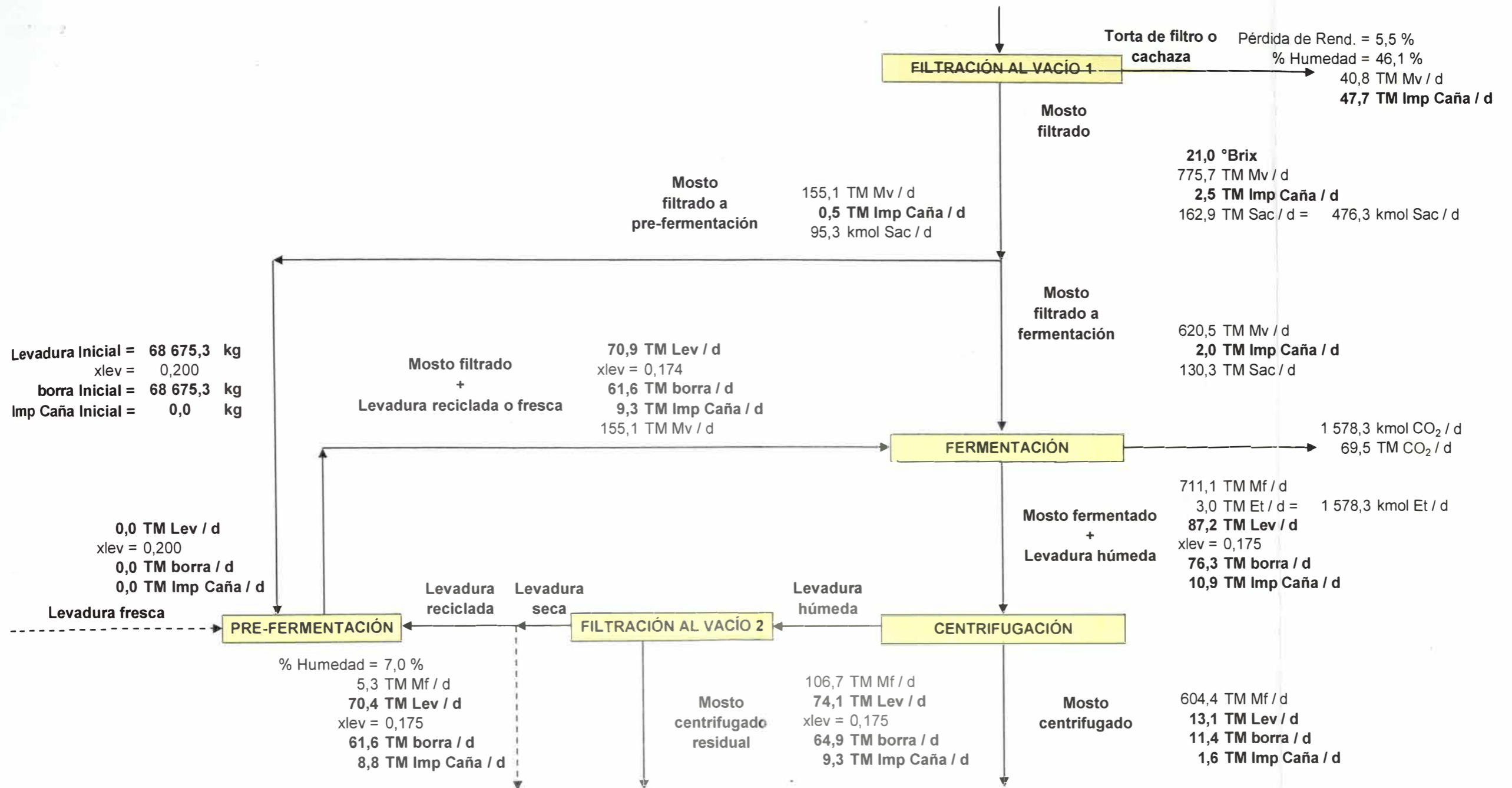
APÉNDICE F (Continuación)



**APÉNDICE G: BALANCE DE MASA DEL PROCESO PROPUESTO**



**APÉNDICE G (Continuación)**

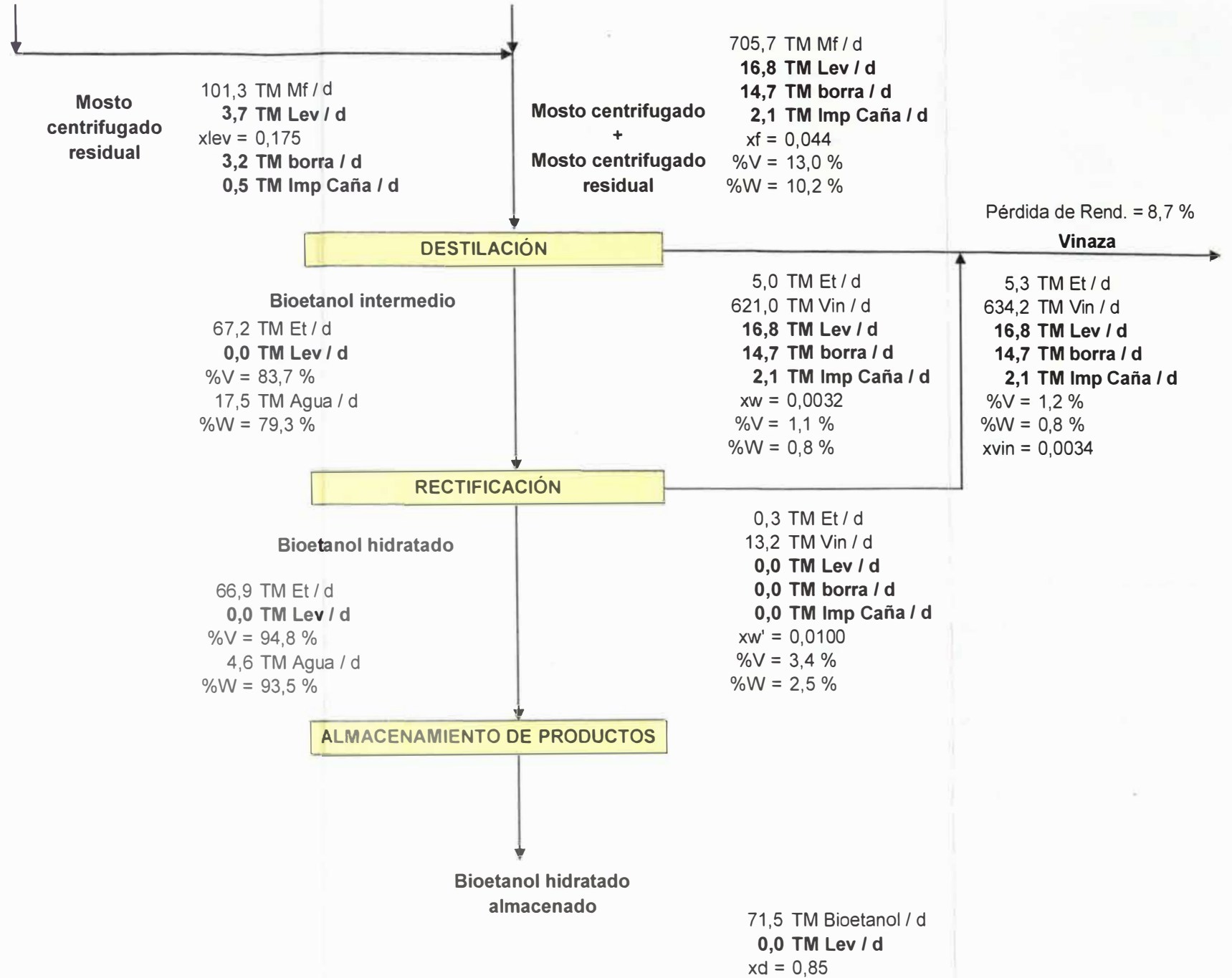




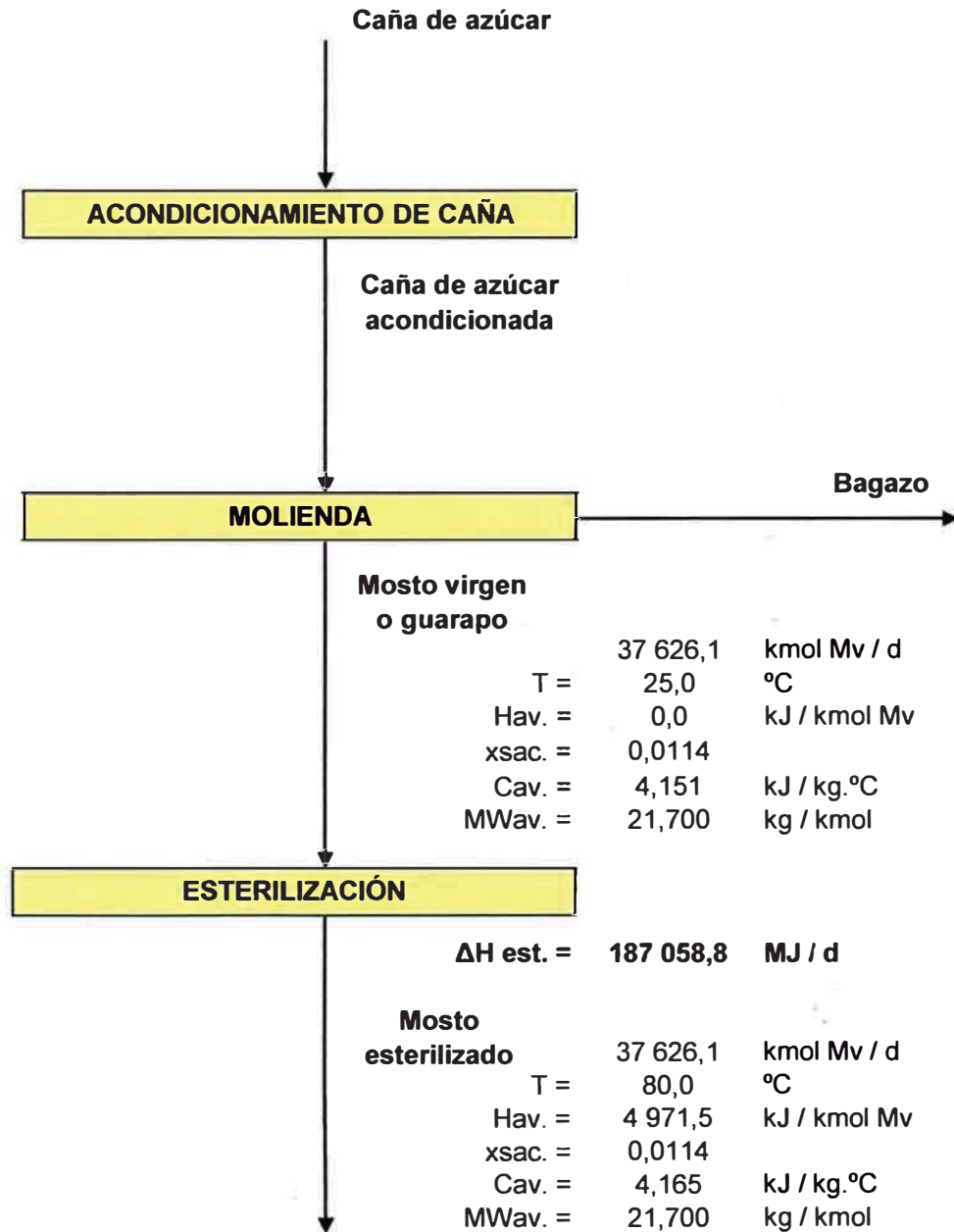
**APÉNDICE G (Continuación)**

Pérdida de Rend. = 0,0 %  
 % Humedad = 7,0 %  
 0,0 TM Mf / d  
**0,0 TM Lev / d**  
 $x_{lev} = 0,175$   
 0,0 TM borra / d  
 0,0 TM Imp Caña / d

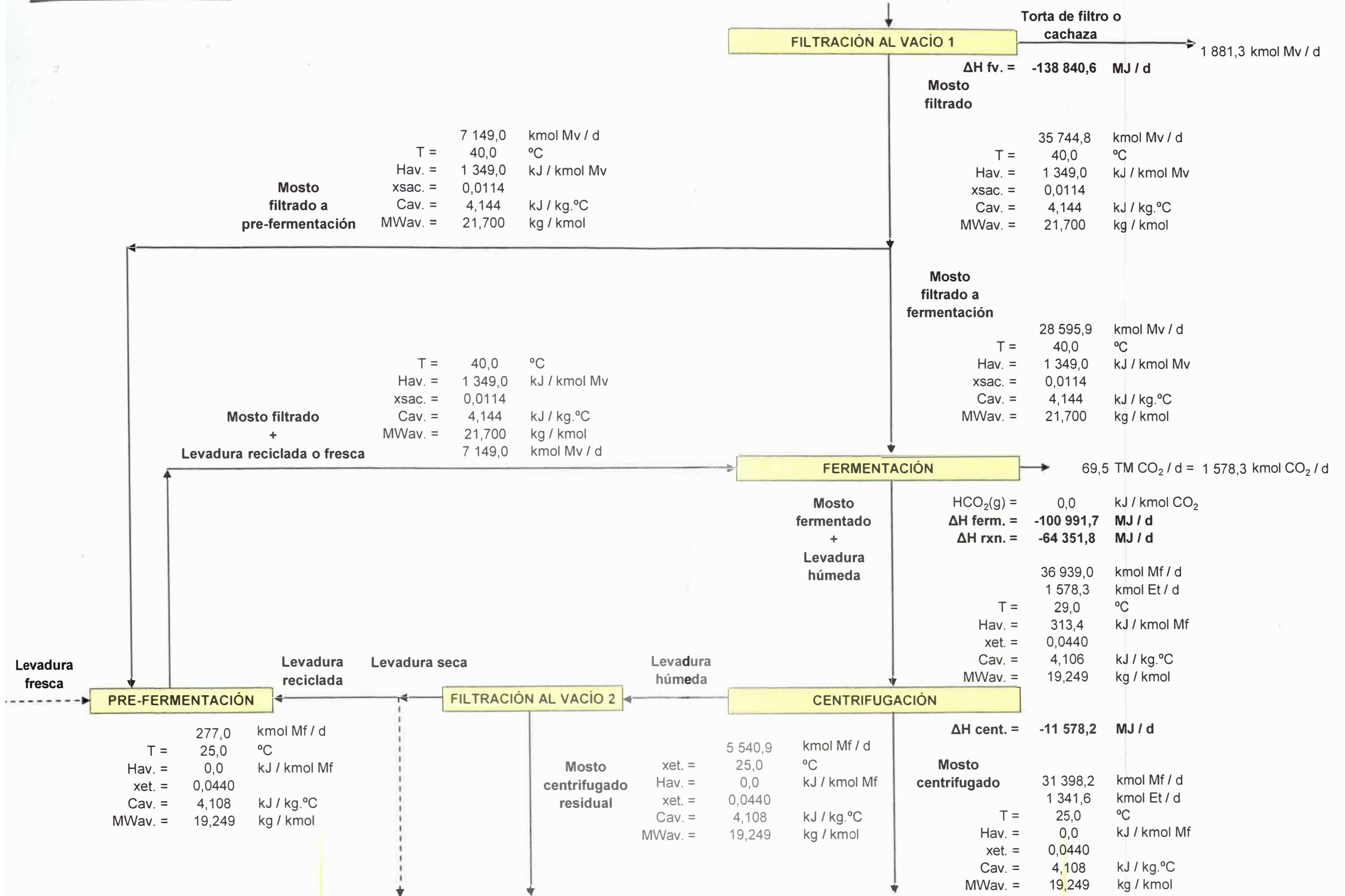
Levadura  
gastada



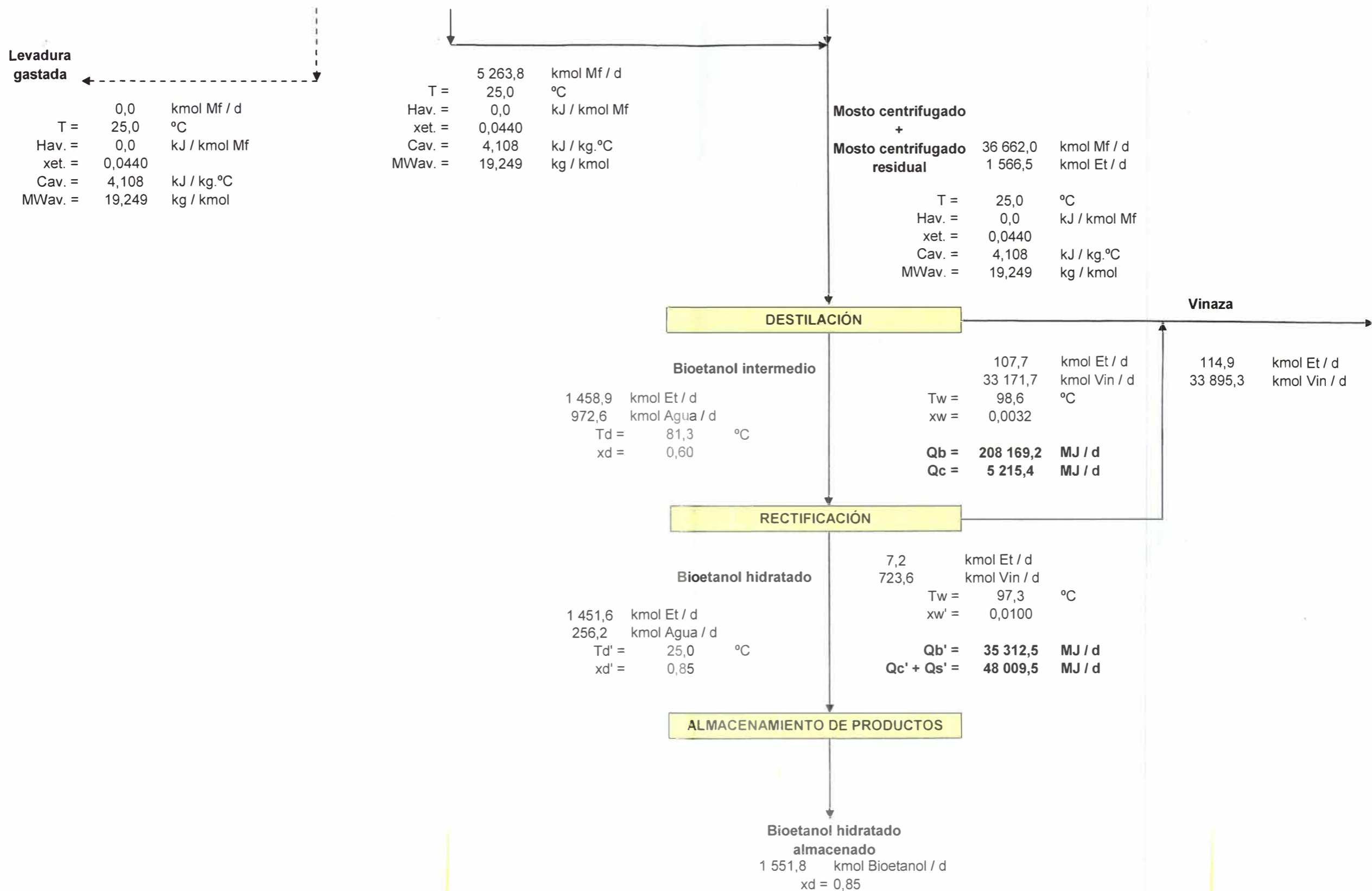
**APÉNDICE H: BALANCE DE ENERGÍA DEL PROCESO PROPUESTO**



**APÉNDICE H (Continuación)**



**APÉNDICE H (Continuación)**



## APÉNDICE I: DIMENSIONAMIENTO Y COSTO DE EQUIPOS

### Dimensionamiento de equipos

#### 1. Esterilizador

$$\text{Flujo IN} = 32,1 \text{ m}^3 \text{ Mv} / \text{h} = 770,1 \text{ m}^3 \text{ Mv} / \text{d} \quad (\text{Mv} = \text{Mosto virgen})$$

Se parte de considerar:

$$\begin{aligned} t_{\text{llenado}} &= 4,0 \text{ horas} \\ t_{\text{calent.}} &= 1,0 \text{ horas} \\ t_{\text{vaciado}} &= 3,0 \text{ horas} \end{aligned}$$

$$\text{No. esterilizad.} = 2,0$$

$$\text{No. total ester.} = 3,0$$

$$\text{Capac. neta est.} = 128,4 \text{ m}^3 / \text{esterilizador}$$

$$\text{Factor de segur.} = 20 \%$$

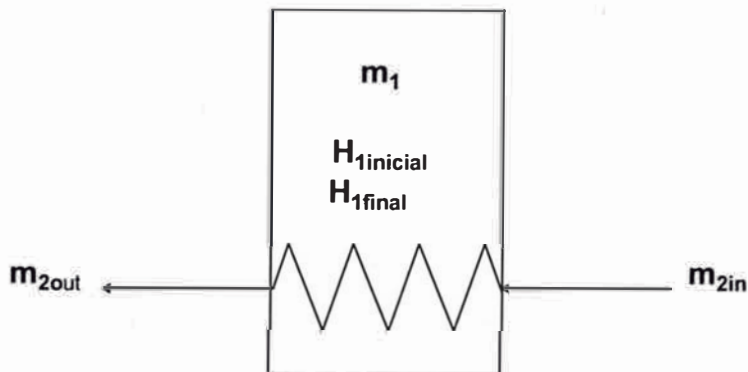
$$\text{Capac. esteriliz.} = 154,0 \text{ m}^3 / \text{esterilizador}$$

Se asume "D<sub>t</sub>" como la altura del líquido (H), entonces:

$$D_t = 5,5 \text{ m}$$

$$H_t = 6,6 \text{ m}$$

Diseño del intercambiador de calor con serpentín sumergido:



donde:

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Q = Flujo de calor                                     | MMBTU / h                   |
| m <sub>1</sub> = Masa jugo caña a esterilizar          | lb / h                      |
| m <sub>2</sub> = Flujo másico del vapor                | lb / h                      |
| H <sub>1inicial</sub> = Entalpía inicial del jugo caña | MMBTU / lb                  |
| H <sub>1final</sub> = Entalpía final del jugo caña     | MMBTU / lb                  |
| H <sub>2in</sub> = Entalpía del vapor in               | MMBTU / lb                  |
| H <sub>2out</sub> = Entalpía del vapor out             | MMBTU / lb                  |
| U = Coeficiente global int. calor                      | BTU / h.ft <sup>2</sup> .°F |
| LMTD = Diferencia media logarítmica                    | °F                          |
| A = Área intercambiador de calor                       | ft <sup>2</sup>             |

**Balance de energía:**

$$Q = \frac{m_1 (H_{1\text{final}} - H_{1\text{inicial}})}{T_{\text{esterilización}}} = m_2 (H_{2\text{out}} - H_{2\text{in}}) \quad (1)$$

$$Q = U \times A \times \text{LMTD} \quad (2)$$

donde:

$$\text{LMTD} = \left( \frac{(T_{2\text{in}} - T_{1\text{inicial}}) - (T_{2\text{out}} - T_{1\text{final}})}{\ln \left( \frac{(T_{2\text{in}} - T_{1\text{inicial}})}{(T_{2\text{out}} - T_{1\text{final}})} \right)} \right) \quad (3)$$

**Asunciones:**

- a) El sistema debe encontrarse en régimen permanente.
- b) El coeficiente global de transferencia de calor (U) debe ser constante a través de todo el intercambiador.
- c) Es un intercambiador con serpentín sumergido.

Ahora, se calcula el valor del LMTD haciendo uso de la ecuación (3):

|                            |                         |                 |
|----------------------------|-------------------------|-----------------|
| Solución<br>(jugo de caña) | $T_{1\text{inicial}} =$ | 25.0 °C         |
|                            | $T_{1\text{final}} =$   | 80.0 °C         |
| Vapor<br>(agua)            | $T_{2\text{in}} =$      | 350.0 °C        |
|                            | $T_{2\text{out}} =$     | 280.0 °C        |
| <b>LMTD =</b>              |                         | <b>257.5 °C</b> |

Según la tabla 10-8 del Perry de la sexta edición:

$$U = 50,0 \frac{\text{BTU}}{\text{h.ft}^2.\text{°F}} = 283,9 \frac{\text{J}}{\text{s.m}^2.\text{°C}}$$

**Cálculo del área del serpentín:**

De la ecuación (1), se halla:

$$Q_{\text{est.}} = 31\,176\,468,9 \text{ kJ / h} = 8\,660\,130,2 \text{ J / s}$$

Finalmente, de la ec. (2) se despeja el área del serpentín:

$$A \text{ diseño} = 118,5 \text{ m}^2 \quad \text{Factor de sobrediseño} = 25 \%$$

$$A \text{ real} = 149,0 \text{ m}^2$$

## 2. Fermentador

$$\text{Flujo IN} = 30,5 \text{ m}^3 \text{ Mv} / \text{h} = 731,6 \text{ m}^3 \text{ Mv} / \text{d}$$

Se parte de considerar: 2,5 días de fermentación

$$t_{\text{llenado}} = 6,0 \text{ horas}$$

$$t_{\text{ferment.}} = 60,0 \text{ horas}$$

$$t_{\text{vaciado}} = 6,0 \text{ horas}$$

$$\text{No. fermentad.} = 12,0$$

$$\text{No. total ferm.} = 13,0$$

$$\text{Capac. neta ferm.} = 182,9 \text{ m}^3 / \text{fermentador}$$

$$\text{Factor de segur.} = 20 \%$$

$$\text{Capac. ferm.} = 219,5 \text{ m}^3 / \text{fermentador}$$

Se asume "D<sub>t</sub>" como la altura del líquido (H), entonces:

$$D_t = 6,2 \text{ m}$$

$$H_t = 7,4 \text{ m}$$

$$J = 0,5 \text{ m}$$

$$C = 2,1 \text{ m}$$

$$D_a = 2,1 \text{ m}$$

$$W = 0,4 \text{ m}$$

$$h' = 3,1 \text{ m}$$

Factor de escalamiento:

$$R_1 = 2,327$$

$$R_2 = 15,408$$

$$R_{\text{aux.}} = 6,622$$

$$n = 0,750$$

| Tanq. fermentador | Unidades       | Banco | Piloto | Planta    |
|-------------------|----------------|-------|--------|-----------|
| Capacidad         | L              | 50.0  | 630.0  | 182 900.0 |
| Altura total      | m              | 0.595 | 1.385  | 9.2       |
| Diámetro chaqueta | m              | 0.000 | 0.900  | 6.0       |
| Altura tronco     | m              | 0.425 | 0.989  | 6.5       |
| Diámetro tronco   | m              | 0.365 | 0.849  | 5.6       |
| Deflector         | m              | 0.030 | 0.071  | 0.5       |
| Altura cono       | m              | 0.170 | 0.396  | 2.6       |
| Diámetro tubería  | m              | 0.060 | 0.060  | 0.9       |
| Área de la Tapa   | m <sup>2</sup> | 0.105 | 0.636  | 27.9      |
| Superficie        | m <sup>2</sup> | 0.598 | 3.507  | 172.2     |

### 3. Columna de destilación

Se efectuaron los cálculos de dimensionamiento de las columnas de destilación para diferentes valores de composición del destilado ( $x_d$ ). A continuación se detalla el procedimiento efectuado para el valor elegido ( $x_d = 0,60$ ).

Algunos datos importantes a considerar son:

| Comp. i | MW <sub>i</sub><br>(g / gmol) | λ <sub>i</sub> a T <sub>b</sub><br>(kJ / kg) | C <sub>L,i</sub> a T <sub>F</sub><br>(kJ / kg.°C) | n <sub>i</sub><br>(kmol / h) | ρ <sub>i</sub><br>(kg / L) |
|---------|-------------------------------|--|---|------------------------------|----------------------------|
| Agua    | 18.015                        | 2 077.2                                      | 4.185   | 1 418.191                    | 0.995                      |
| Etanol  | 46.069                        | 892.5  | 2.439   | 65.272                       | 0.786                      |

$$\begin{aligned}
 C_L &= 4,108 \quad \text{kJ / kg.}^\circ\text{C} \\
 \text{MW pr.} &= 19,249 \quad \text{kg / kmol} \\
 x_F &= 0,044 \\
 T_f &= 25,000 \quad ^\circ\text{C} \\
 T_b &= 93,173 \quad ^\circ\text{C} \\
 T_r &= 99,195 \quad ^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Se sabe que:

$$y = \frac{q}{q-1}x - \frac{x_F}{q-1} \quad (4)$$

(recta q)

donde:

$$q = \frac{H_G - H_F}{H_G - H_L} \quad (5)$$

$$H_L = C_{L,A} \cdot (t_L - t_0) \cdot \text{MW}_{av} + \Delta H_S \quad H_L = C_{L,B} \cdot (t_b - t_f) \cdot \text{MW}_{av} + \Delta H_S$$

$$H_G = y [C_{L,A} \cdot \text{MW}_A \cdot (t_G - t_0) + \lambda_A \cdot \text{MW}_A] + (1-y) [C_{L,B} \cdot \text{MW}_B \cdot (t_G - t_0) + \lambda_B \cdot \text{MW}_B]$$

$$H_G = y [C_{L,A} \cdot \text{MW}_A \cdot (t_r - t_f) + \lambda_A \cdot \text{MW}_A] + (1-y) [C_{L,B} \cdot \text{MW}_B \cdot (t_r - t_f) + \lambda_B \cdot \text{MW}_B]$$



De la ecuación (5) hallamos el valor de "q":

$$\left. \begin{array}{l} H_F = 0,0 \text{ kJ / kmol} \\ H_L = 5\,390,5 \text{ kJ / kmol} \\ H_G = 43\,297,3 \text{ kJ / kmol} \end{array} \right\} q = 1,14$$

Luego, con la ecuación (5) hallamos algunos valores de la "recta q":

| y    | x    | y tend |
|------|------|--------|
| 0,04 | 0,04 | 0,04   |
| 0,12 | 0,05 | 0,12   |
| 0,20 | 0,06 | 0,20   |
| 0,28 | 0,07 | 0,28   |
| 0,37 | 0,08 | 0,37   |
| 0,45 | 0,09 | 0,45   |
| 0,53 | 0,10 | 0,53   |
| 0,61 | 0,11 | 0,61   |

El valor de "R" se considera como 1,3 veces el valor del "R<sub>min</sub>", el cual se determina gráficamente. A continuación se presentan los valores de la recta de enriquecimiento y empobrecimiento, así como el gráfico resumen que permite hallar el número de etapas teóricas de la columna de destilación:

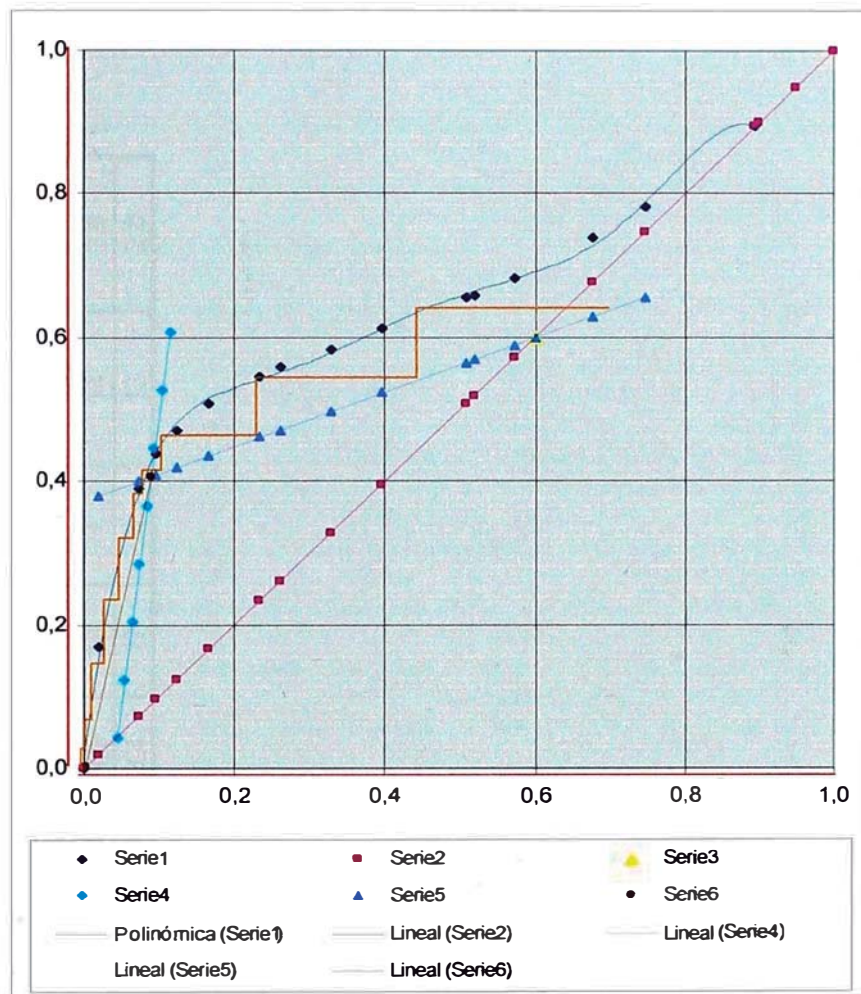
| y    | x    | y tend |
|------|------|--------|
| 0,60 | 0,60 | 0,60   |
| 0,66 | 0,75 | 0,66   |
| 0,63 | 0,68 | 0,63   |
| 0,59 | 0,57 | 0,59   |
| 0,57 | 0,52 | 0,57   |
| 0,57 | 0,51 | 0,57   |
| 0,52 | 0,40 | 0,52   |
| 0,50 | 0,33 | 0,50   |
| 0,47 | 0,26 | 0,47   |
| 0,46 | 0,23 | 0,46   |
| 0,44 | 0,17 | 0,44   |
| 0,42 | 0,12 | 0,42   |
| 0,41 | 0,10 | 0,41   |
| 0,40 | 0,07 | 0,40   |
| 0,38 | 0,02 | 0,38   |

$$y_{n+1} = \frac{R}{R+1} x_n + \frac{x_D}{R+1} \quad (6)$$

(recta de enriquecimiento)

| y    | x    |
|------|------|
| 0,41 | 0,09 |
| 0,00 | 0,00 |

(recta de empobrecimiento)



- Serie 1** Curva de equilibrio
- Serie 2**  $y = x$
- Serie 3**  $y = x_d$
- Serie 4** Recta q
- Serie 5** Recta de enriquecimiento
- Serie 6** Recta de empobrecimiento

El siguiente cuadro muestra un resumen de los resultados obtenidos luego de evaluar distintos escenarios (diferentes valores de  $x_d$ ):

| $x_d$      | $y$<br>( $x = 0$ ) | R min        | q           | R            | No.<br>Etapas<br>teóricas | No.<br>Platos<br>reales | Plato<br>de alim. | H<br>(m)  | $\emptyset$<br>(m) |
|------------|--------------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|-----------|--------------------|
| 0.8        | 0.333              | 1.400        | 1.14        | 1.820        | 17.9                      | 34                      | 5                 | 24        | 3.0                |
| 0.7        | 0.392              | 0.787        | 1.14        | 1.023        | 11.6                      | 22                      | 7                 | 16        | 2.0                |
| <b>0.6</b> | <b>0.408</b>       | <b>0.469</b> | <b>1.14</b> | <b>0.610</b> | <b>9.6</b>                | <b>18</b>               | <b>7</b>          | <b>14</b> | <b>2.0</b>         |
| 0.5        | 0.417              | 0.200        | 1.14        | 0.260        | 9.4                       | 17                      | 8                 | 13        | 2.0                |

#### 4. Torre de enfriamiento

##### Cálculo del agua enfriamiento necesaria para fermentación

Del balance de energía se conoce:

$$\Delta H_{\text{rxn.}} = -41,1 \quad \text{kJ / gmol Et}$$

$$\text{Moles Et / lote} = 394,6 \quad \text{kmol Et}$$

$$\Delta H_{\text{rxn.por lote}} = -16\,209,0 \quad \text{MJ}$$

$$Q \text{ por lote} = -1\,620,9 \quad \text{MJ / h}$$

Ahora, se calcula la cantidad de agua necesaria para enfriar este calor

$$Q = m_1 \cdot (H_{1\text{out}} - H_{1\text{in}}) = m_2 \cdot C_e \cdot (T_{2\text{out}} - T_{2\text{in}}) \quad (7)$$

donde:

|  |         |
|--|---------|
| Q = Flujo calor por lote / t. enfriam.               | MJ / h  |
| $m_1$ = Masa jugo de caña a esterilizar              | TM / h  |
| $m_2$ = Flujo másico agua de enfriam.                | TM / h  |
| $H_{1\text{in}}$ = Entalpía inicial del jugo de caña | kJ / kg |
| $H_{1\text{out}}$ = Entalpía final del jugo de caña  | kJ / kg |
| $T_{2\text{in}}$ = Temp. del agua de enfriam. in     | °C      |
| $T_{2\text{out}}$ = Temp. del agua de enfriam. out   | °C      |

$$C_e = 4,181 \quad \text{kJ / kg.°C}$$

$$T_{2\text{in}} = 29,0 \quad \text{°C}$$

$$T_{2\text{out}} = 32,0 \quad \text{°C}$$

$$\rightarrow m_2 = 129,2 \quad \text{TM / h}$$

La densidad del agua a la temperatura promedio es:

$$T \text{ prom.} = 30,5 \quad \text{°C}$$

$$\rho (T \text{ prom.}) = 0,9936 \quad \text{TM / m}^3$$

$$\rightarrow m_2 = 130,1 \quad \text{m}^3 / \text{h}$$

De la misma manera se calcula el agua de enfriamiento necesaria para los condensadores de las columnas de destilación y rectificación, así como para el enfriador ubicado a la salida de la torre de rectificación, resultando un valor total de:

$$m_2 = 219,1 \quad \text{m}^3 / \text{h}$$

### Costo de equipos

Para el caso de los costos actualizados (al año 2009) de los esterilizadores, la columna de destilación y torre de enfriamiento, se utilizaron los siguientes índices de costo de equipos (CE):

$$\text{CE (1982)} = 315,0$$

$$\text{CE (2009)} = 509,1$$

Ahora, con el fin de hallar el costo de los fermentadores, se aplica el procedimiento conocido como la regla del factor seis décimos:

$$\boxed{\frac{C_2}{C_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{6/10}} \quad (8)$$

donde:

$C_1$  = Costo reactor piloto

$C_2$  = Costo reactor planta

$V_1$  = Capacidad reactor piloto

$V_2$  = Capacidad reactor planta

Para ello, se tienen los siguientes datos:

$$C_1 = 3\,429,9 \text{ US\$}$$

$$V_1 = 630,0 \text{ L}$$

$$V_2 = 182\,900,0 \text{ L}$$

Entonces, se hace uso de la ecuación (8) para obtener el costo del reactor de la planta, resultando:

$$C_2 = 103\,040,4 \text{ US\$}$$

A continuación se muestra un resumen de los costos de los esterilizadores, columna de destilación y torre de enfriamiento.

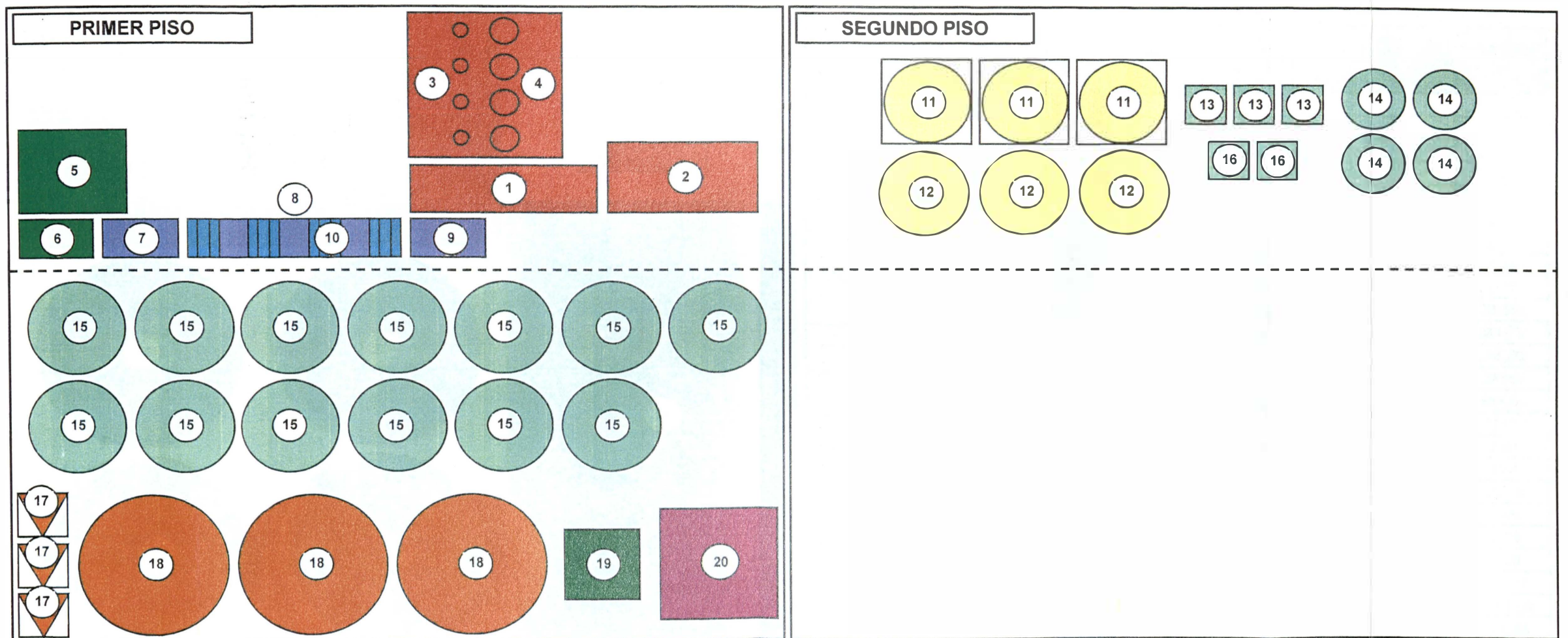
| Costo de esterilizadores |                   |                                  |               |                 |             |       |            |                         |                    |
|--------------------------|-------------------|----------------------------------|---------------|-----------------|-------------|-------|------------|-------------------------|--------------------|
| Núm. esteriliz.          | Tiemp calent. (h) | Area serpentín (m <sup>2</sup> ) | Costo adq. Cp | Factor pres. Fp | Material FM | Fp*FM | Factor FBM | Costo unit. 2009 (US\$) | Costo total (US\$) |
| 3.0                      | 1.0               | 149.0                            | 35 000.0      | 1.0             | 1.20        | 1.2   | 3.0        | 169 700.0               | 509 100.0          |

| Costo de torre de enfriamiento |                                |                         |                    |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------|
| No. torres enfriam.            | Capacidad (m <sup>3</sup> / s) | Costo unit. 2009 (US\$) | Costo total (US\$) |
| 1.0                            | 0.0609                         | 145 457.1               | 145 457,1          |

| Costo de columna de destilación                     |         |                     |               |                   |                  |           |                      |                         |                    |
|---|---------|---------------------|---------------|-------------------|------------------|-----------|----------------------|-------------------------|--------------------|
| Columna   |         |                     |               |                   |                  |           |                      |                         |                    |
| Núm. de columnas                                    | H (m)   | Ø (m)               | Costo adq. Cp | Factor presión Fp | Material FM      | Fp*FM     | Factor FBM           | Costo unit. 2009 (US\$) | Costo total (US\$) |
| 1   | 14.0    | 2.0                 | 40 000.0      | 1.3               | 4.0              | 5.2       | 11.2                 | 724 053.3               | 724 053,3          |
| Platos  |         |                     |               |                   |                  |           |                      |                         |                    |
| Núm. de columnas                                    | Platos  |                     | Costo adq. Cp | Factor FBM        | N <sub>ACT</sub> | Factor Fq | C. unit. 2009 (US\$) | Costo total (US\$)      |                    |
| 1   | 18.0    |                     | 480.0         | 2.0               | 18.0             | 1.0       | 27 927.8             | 27 927,8                |                    |
| Condensadores y rehervidores                        |         |                     |               |                   |                  |           |                      |                         |                    |
| Núm. de columnas                                    | Tipo    | A (m <sup>2</sup> ) | Costo adq. Cp | Factor presión Fp | Material FM      | Fp*FM     | Factor FBM           | Costo unit. 2009 (US\$) | Costo total (US\$) |
| 1   | Conden. | 2.0                 | 900.0         | 1.0               | 1.0              | 1.0       | 1.9                  | 2 763.7                 | 2 763,7            |
| 1   | Reherv. | 12.0                | 3 000.0       | 1.1               | 1.0              | 1.1       | 2.0                  | 9 697.1                 | 9 697,1            |
| Costo total de columna de destilación 2009 (US\$) = |         |                     |               |                   |                  |           |                      |                         | 764 441,9          |

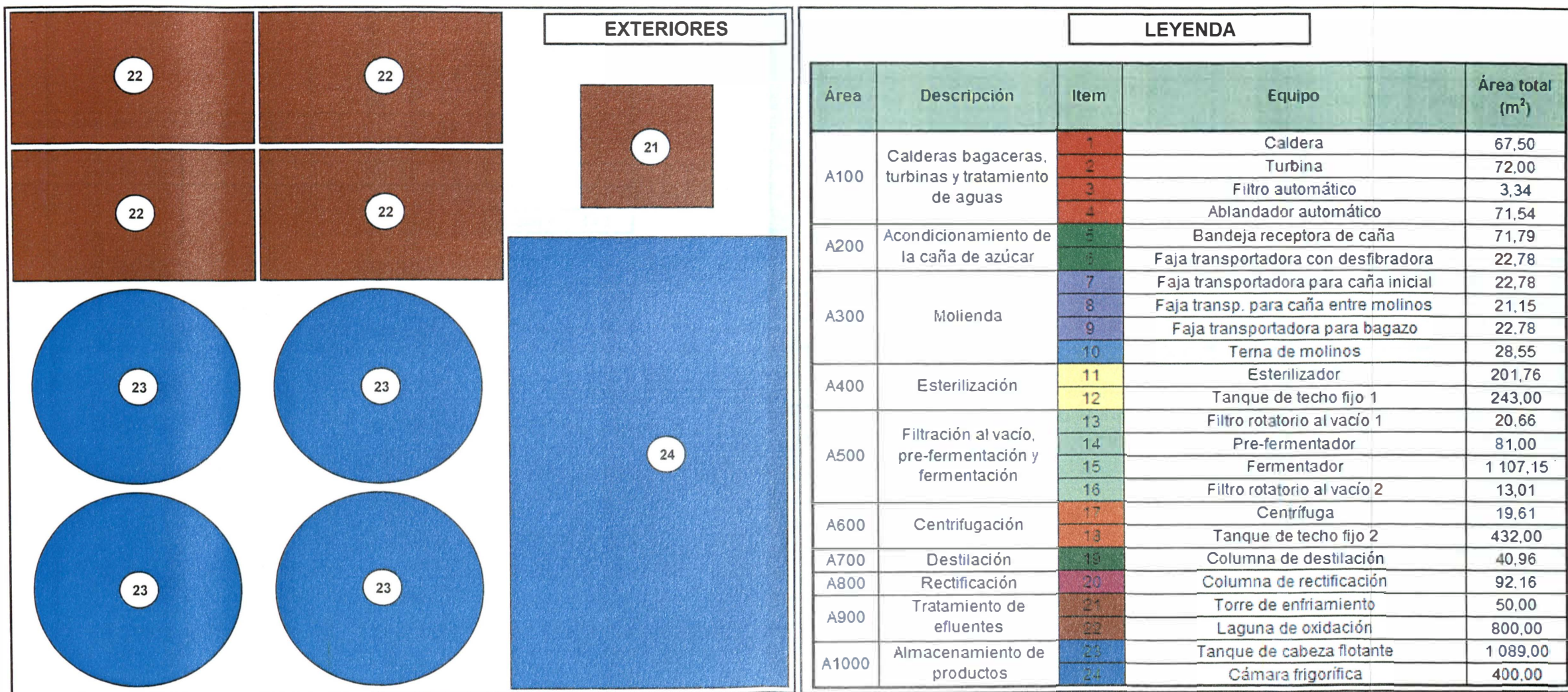


**APÉNDICE J: DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA**





APÉNDICE J (Continuación)



**APÉNDICE K: DISTRIBUCIÓN DE LA MANO DE OBRA EN LA PLANTA**

| Mano de obra indirecta               |       | Personal turno | Turnos día | No. Total personal |
|--------------------------------------|-------|----------------|------------|--------------------|
| Jefe de planta                       |       | 0.3            | 3          | 1                  |
| Jefe de turno                        |       | 1.0            | 3          | 3                  |
| Supervisor de sector                 |       | 3.0            | 3          | 9                  |
| Supervisores                         | A100  | 1.0            | 3          | 3                  |
|                                      | A200  | 1.0            | 3          | 3                  |
|                                      | A300  | 1.0            | 3          | 3                  |
|                                      | A400  | 2.0            | 3          | 6                  |
|                                      | A500  | 3.0            | 3          | 9                  |
|                                      | A600  | 2.0            | 3          | 6                  |
|                                      | A700  | 1.0            | 3          | 3                  |
|                                      | A800  | 1.0            | 3          | 3                  |
|                                      | A900  | 1.0            | 3          | 3                  |
|                                      | A1000 | 1.0            | 3          | 3                  |
| Jefe de seg., salud y medio ambiente |       | 1.0            | 3          | 3                  |
| Jefe de mantenimiento                |       | 1.0            | 3          | 3                  |
| Jefe de laboratorio                  |       | 1.0            | 3          | 3                  |

**Total = 64.0**

**APÉNDICE K (Continuación)**

| Mano de obra directa (operarios)        | Área    | Operarios Eq. x turno | Nº Equipos operativos | Operar. turno | Turnos día | Nº Total operar. |
|---|---------|-----------------------|-----------------------|---------------|------------|------------------|
| Operadores de calderas y turbinas       | A100    | 1,5                   | 2,0                   | 3,0           | 3,0        | 9,0              |
| Operadores de eq. de tratamiento agua   |         | 1,0                   | 2,0                   | 2,0           | 3,0        | 6,0              |
| Operadores de desfibradoras             | A200    | 2,0                   | 1,0                   | 2,0           | 3,0        | 6,0              |
| Operadores de tándem de molinos         | A300    | 3,0                   | 1,0                   | 3,0           | 3,0        | 9,0              |
| Operadores de esterilizadores           | A400    | 2,0                   | 2,0                   | 4,0           | 3,0        | 12,0             |
| Operadores de tanque 1                  |         | 1,0                   | 2,0                   | 2,0           | 3,0        | 6,0              |
| Operadores de filtros rotat. al vacío   | A500    | 1,0                   | 3,0                   | 3,0           | 3,0        | 9,0              |
| Operadores de pre-fermentadores         |         | 0,5                   | 3,0                   | 2,0           | 3,0        | 6,0              |
| Operadores de fermentadores             |         | 0,5                   | 12,0                  | 6,0           | 3,0        | 18,0             |
| Operadores de centrifugas               | A600    | 2,0                   | 2,0                   | 4,0           | 3,0        | 12,0             |
| Operadores de tanque 2                  |         | 1,0                   | 2,0                   | 2,0           | 3,0        | 6,0              |
| Operadores de colum. de destilac.       | A700    | 4,0                   | 1,0                   | 4,0           | 3,0        | 12,0             |
| Operadores de colum. de rectificac.     | A800    | 4,0                   | 1,0                   | 4,0           | 3,0        | 12,0             |
| Operadores de eq. de trat. de efluentes | A900    | 1,5                   | 2,0                   | 3,0           | 3,0        | 9,0              |
| Operadores de eq. de almacenamiento     | A1000   | 0,8                   | 5,0                   | 4,0           | 3,0        | 12,0             |
| Operadores de bombas                    | General | 0,1                   | 32,0                  | 2,0           | 3,0        | 6,0              |
| Asistentes de seg. salud y m. ambiente  | General | 3,0                   | 1,0                   | 3,0           | 3,0        | 9,0              |
| Asistentes de mantenimiento             | General | 5,0                   | 1,0                   | 5,0           | 3,0        | 15,0             |
| Asistentes de laboratorio               | General | 3,0                   | 1,0                   | 3,0           | 3,0        | 9,0              |

**Total = 183,0**

**Total R.R.H.H. = 247,0**



**APÉNDICE L: EXPORTACIÓN DE "ALCOHOL ETÍLICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHÓLICO O VOLUMÉTRICO" SEGÚN ADUANAS (PARTIDA ARANCELARIA**

**22.07.10.00.00)**

| Producto   | Origen    | Destino     |             | DUA      | Empresa exportadora                      | Peso (kg) | Cantidad (L) | P. FOB (US\$) | P. FOB Unitario (US\$ / L) |
|--|-----------|-------------|-------------|----------|--|-----------|--------------|---------------|----------------------------|
|  |           | Pais        | Puerto      |          |  |           |              |               |                            |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY | ECUADOR     | GUAYAQUIL   | 000579-1 | DESTILERIAS UNIDAS S.A.C                 | 29 770    | 40 000       | 26 180,0      | 0,655                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES    | ECUADOR     | HUAQUILLAS  | 000021-1 | ALCOHOLERA DEL PACIFICO S.A.C.           | 61 020    | 80 000       | 40 600,0      | 0,507                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES    | ECUADOR     | HUAQUILLAS  | 000051-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 29 390    | 37 000       | 18 930,0      | 0,511                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY | ECUADOR     | GUAYAQUIL   | 000001-1 | DESTILERIAS UNIDAS S.A.C                 | 59 540    | 74 000       | 48 330,0      | 0,653                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES    | ECUADOR     | HUAQUILLAS  | 000081-1 | AGROINDUSTRIAS SAN JUAN S.A.C.           | 118 270   | 148 000      | 84 055,2      | 0,567                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES    | ECUADOR     | HUAQUILLAS  | 000103-1 | AGROINDUSTRIAS SAN JUAN S.A.C.           | 29 640    | 37 000       | 21 110,0      | 0,570                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES    | ECUADOR     | HUAQUILLAS  | 000074-1 | AGROINDUSTRIAS SAN JUAN S.A.C.           | 29 180    | 37 000       | 18 915,0      | 0,511                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES    | ECUADOR     | HUAQUILLAS  | 000113-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 118 210   | 147 000      | 66 621,0      | 0,453                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY | NETHERLANDS | SAN ANTONIO | 000002-2 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 18 560    | 23 000       | 11 871,1      | 0,516                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY | NETHERLANDS | SAN ANTONIO | 000002-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 18 560    | 23 000       | 11 871,1      | 0,516                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY | NETHERLANDS | ROTTERDAM   | 000020-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 1 622 253 | 2 011 876    | 1 135 467,0   | 0,564                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY | NETHERLANDS | ROTTERDAM   | 000019-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 1 216 304 | 1 508 429    | 851 330,1     | 0,564                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY | COLOMBIA    | MEDELLIN    | 000003-1 | DESTILERIAS UNIDAS S.A.C                 | 59 540    | 74 000       | 47 999,4      | 0,648                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY | NETHERLANDS | ROTTERDAM   | 000021-1 | CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A.      | 1 216 271 | 1 508 389    | 851 307,1     | 0,564                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES    | ECUADOR     | HUAQUILLAS  | 000207-1 | AGROINDUSTRIAS SAN JUAN S.A.C.           | 148 000   | 185 000      | 105 069,0     | 0,567                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES    | ECUADOR     | HUAQUILLAS  | 000242-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 780    | 37 000       | 28 160,0      | 0,761                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES    | ECUADOR     | HUAQUILLAS  | 000242-2 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 780    | 37 000       | 28 160,0      | 0,761                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES    | ECUADOR     | HUAQUILLAS  | 000249-1 | AGROINDUSTRIAS SAN JUAN SAC              | 30 180    | 38 000       | 20 940,0      | 0,551                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES    | ECUADOR     | HUAQUILLAS  | 000290-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 29 790    | 37 000       | 23 000,0      | 0,621                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES    | ECUADOR     | GUAYAQUIL   | 000300-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 119 590   | 148 000      | 67 044,0      | 0,453                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES    | ECUADOR     | HUAQUILLAS  | 000397-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 59 600    | 75 000       | 46 600,0      | 0,621                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES    | COLOMBIA    | BOGOTA      | 000413-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 160    | 37 000       | 29 160,0      | 0,788                      |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES    | ECUADOR     | HUAQUILLAS  | 000428-1 | AGROINDUSTRIAS SAN JUAN SAC              | 146 910   | 149 370      | 105 069,0     | 0,703                      |



|  |                     |          |             |          |                                      |         |         |           |       |
|--|---------------------|----------|-------------|----------|--------------------------------------|---------|---------|-----------|-------|
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 000462-1 | AGROINDUSTRIAS SAN JUAN SAC          | 57 090  | 75 000  | 43 600,0  | 0,581 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS  | 000559-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A. | 29 780  | 37 000  | 28 400,0  | 0,767 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | GUAYAQUIL   | 000575-1 | AGROINDUSTRIAS SAN JUAN SAC          | 146 780 | 185 000 | 105 069,0 | 0,567 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | COLOMBIA | MEDELLIN    | 000049-1 | DESTILERIAS UNIDAS S.A.C             | 59 560  | 74 000  | 47 999,4  | 0,648 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 000657-1 | ALCOHOLERA DEL PACIFICO S.A.C.       | 29 980  | 37 500  | 23 300,0  | 0,621 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS  | 000693-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A. | 29 810  | 37 000  | 28 160,0  | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | MARITIMA DEL CALLAO | CHILE    | SAN ANTONIO | 004995-1 | DESTILERIAS UNIDAS S.A.C             | 73 810  | 96 000  | 72 000,0  | 0,750 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 000690-1 | AGROINDUSTRIAS SAN JUAN SAC          | 58 800  | 74 000  | 42 027,6  | 0,567 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | MARITIMA DEL CALLAO | CHILE    | SAN ANTONIO | 008460-1 | DESTILERIAS UNIDAS S.A.C             | 74 043  | 96 000  | 72 000,0  | 0,750 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | LA TINA             | ECUADOR  | MACARA      | 000024-1 | ALCOHOLERA DEL PACIFICO S.A.C.       | 30 175  | 37 500  | 22 500,0  | 0,600 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 000856-1 | AGROINDUSTRIAS SAN JUAN SAC          | 59 360  | 75 000  | 41 350,0  | 0,551 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS  | 000892-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A. | 29 790  | 37 000  | 28 160,0  | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 000890-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A. | 30 180  | 37 000  | 16 650,0  | 0,450 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 000948-1 | AGROINDUSTRIAS SAN JUAN SAC          | 86 960  | 111 000 | 63 041,4  | 0,567 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 000954-1 | AGROINDUSTRIAS SAN JUAN SAC          | 30 270  | 37 500  | 20 675,0  | 0,551 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 000920-1 | ALCOHOLERA DEL PACIFICO SAC          | 63 420  | 80 000  | 50 600,0  | 0,632 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 001016-1 | AGROINDUSTRIAS SAN JUAN SAC          | 145 910 | 185 000 | 105 069,0 | 0,567 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | LA TINA             | ECUADOR  | MACARA      | 000039-1 | ALCOHOLERA DEL PACIFICO S.A.C.       | 30 780  | 38 000  | 24 700,0  | 0,650 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS  | 001043-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A. | 29 790  | 37 000  | 28 160,0  | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 000992-1 | AGRO INDUSTRIAL PARAMONGA S.A.A.     | 31 820  | 40 000  | 24 328,0  | 0,608 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | COLOMBIA | MEDELLIN    | 000061-1 | DESTILERIAS UNIDAS S.A.C             | 29 780  | 37 000  | 23 999,7  | 0,648 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS  | 001069-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.             | 29 790  | 37 000  | 22 795,0  | 0,616 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 001129-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A. | 29 140  | 37 000  | 16 650,0  | 0,450 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 001116-1 | AGROINDUSTRIAS SAN JUAN SAC          | 55 260  | 75 000  | 44 895,0  | 0,598 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 001148-1 | AGROINDUSTRIAS SAN JUAN SAC          | 145 940 | 185 000 | 105 069,0 | 0,567 |

|  |                     |          |              |          |  |         |           |           |       |
|--|---------------------|----------|--------------|----------|--|---------|-----------|-----------|-------|
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 001176-1 | ALCOHOLERA DEL PACIFICO S.A.C.           | 29 930  | 37 500    | 25 175,0  | 0,671 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 001254-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 56 730  | 70 500    | 44 795,0  | 0,635 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS   | 001249-2 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 790  | 37 000    | 28 160,0  | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS   | 001249-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 790  | 37 000    | 28 160,0  | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 001229-1 | AGROINDUSTRIAS SAN JUAN SAC              | 57 290  | 74 000    | 42 027,6  | 0,567 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | MARITIMA DEL CALLAO | CHILE    | SAN ANTONIO  | 016756-1 | DESTILERIAS UNIDAS S.A.C                 | 55 471  | 72 000    | 54 000,0  | 0,750 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | COLOMBIA | BUENAVENTURA | 000084-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 629 029 | 752 379   | 420 380,7 | 0,558 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | COLOMBIA | BUENAVENTURA | 000085-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 838 576 | 1 003 017 | 560 421,0 | 0,558 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | COLOMBIA | BUENAVENTURA | 000083-1 | CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A.      | 629 033 | 752 383   | 420 382,9 | 0,558 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 001349-1 | AGROINDUSTRIAS SAN JUAN SAC              | 143 380 | 185 000   | 105 069,0 | 0,567 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 001222-1 | ALCOHOLERA DEL PACIFICO S.A.C.           | 63 960  | 80 000    | 54 600,0  | 0,682 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS   | 001409-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 790  | 37 000    | 28 160,0  | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS   | 001409-2 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 790  | 37 000    | 28 160,0  | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 001468-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 60 500  | 75 000    | 45 850,0  | 0,611 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 001470-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 29 419  | 36 500    | 23 185,0  | 0,635 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 001439-1 | ALCOHOLERA DEL PACIFICO SAC              | 29 160  | 38 000    | 26 400,0  | 0,694 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 001412-1 | ALCOHOLERA DEL PACIFICO SAC              | 29 280  | 40 000    | 27 300,0  | 0,682 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 001556-1 | CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A.      | 87 320  | 109 800   | 49 775,4  | 0,453 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 001585-1 | ALCOHOLERA DEL PACIFICO SAC              | 31 000  | 38 000    | 26 280,0  | 0,691 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 001704-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 29 090  | 36 000    | 23 240,0  | 0,645 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 001703-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 30 270  | 37 500    | 22 925,0  | 0,611 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 001695-1 | CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A.      | 88 950  | 111 000   | 50 283,0  | 0,453 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS   | 001749-2 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 840  | 37 000    | 28 160,0  | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS   | 001749-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 810  | 37 000    | 28 160,0  | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 001743-1 | ALCOHOLERA DEL PACIFICO SAC              | 29 730  | 37 000    | 26 160,0  | 0,707 |



|  |                     |             |              |          |  |           |           |           |       |
|--|---------------------|-------------|--------------|----------|--|-----------|-----------|-----------|-------|
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | NETHERLANDS | ROTTERDAM    | 000096-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 806 597   | 1 000 953 | 532 947,9 | 0,532 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | NETHERLANDS | ROTTERDAM    | 000097-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 805 787   | 999 948   | 532 412,2 | 0,532 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | NETHERLANDS | ROTTERDAM    | 000094-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 806 200   | 1 000 459 | 532 684,2 | 0,532 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | NETHERLANDS | ROTTERDAM    | 000095-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 805 702   | 999 842   | 532 355,8 | 0,532 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | MARITIMA DEL CALLAO | CHILE       | SAN ANTONIO  | 023882-1 | DESTILERIAS UNIDAS S.A.C                 | 73 744    | 96 000    | 76 800,0  | 0,800 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | NETHERLANDS | ROTTERDAM    | 000100-1 | CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A.      | 805 614   | 999 734   | 532 298,1 | 0,532 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | NETHERLANDS | ROTTERDAM    | 000098-1 | CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A.      | 805 976   | 1 000 182 | 532 536,9 | 0,532 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 001912-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 60 030    | 74 000    | 33 522,0  | 0,453 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 001911-1 | CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A.      | 60 260    | 74 000    | 33 522,0  | 0,453 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 001975-1 | CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A.      | 58 060    | 72 000    | 46 400,0  | 0,644 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 001989-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 31 210    | 40 000    | 26 700,0  | 0,667 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 001990-1 | ALCOHOLERA DEL PACIFICO SAC              | 60 700    | 76 000    | 54 950,0  | 0,723 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA    | HUAQUILLAS   | 002062-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 130    | 37 000    | 28 160,0  | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 002137-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 88 950    | 111 000   | 49 135,7  | 0,442 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA    | HUAQUILLAS   | 002154-2 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 790    | 37 000    | 28 160,0  | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA    | HUAQUILLAS   | 002154-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 790    | 37 000    | 28 160,0  | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 002257-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 61 705    | 75 000    | 46 225,0  | 0,616 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | COLOMBIA    | BUENAVENTURA | 000114-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 363 008   | 450 193   | 272 276,6 | 0,604 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | COLOMBIA    | BUENAVENTURA | 000112-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 242 025   | 300 153   | 157 143,2 | 0,523 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | COLOMBIA    | BUENAVENTURA | 000111-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 564 758   | 700 398   | 423 600,7 | 0,604 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | COLOMBIA    | BUENAVENTURA | 000113-1 | CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A.      | 1 250 239 | 1 550 516 | 811 762,4 | 0,523 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 002317-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 29 470    | 40 000    | 26 700,0  | 0,667 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 002437-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 28 890    | 37 000    | 29 200,0  | 0,789 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA    | HUAQUILLAS   | 002552-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 420    | 37 000    | 28 160,0  | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA    | HUAQUILLAS   | 002552-2 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 810    | 37 000    | 28 160,0  | 0,761 |

|  |                     |          |             |          |  |        |        |          |       |
|--|---------------------|----------|-------------|----------|--|--------|--------|----------|-------|
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 002551-1 | ALCOHOLERA DEL PACIFICO SAC              | 27 980 | 31 976 | 22 443,7 | 0,701 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 002554-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 29 810 | 40 000 | 26 700,0 | 0,667 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 002556-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 28 980 | 40 000 | 26 700,0 | 0,667 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 002571-1 | ALCOHOLERA DEL PACIFICO SAC              | 29 550 | 38 000 | 27 700,0 | 0,728 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 002597-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 61 360 | 75 000 | 46 225,0 | 0,616 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 002727-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 60 610 | 75 000 | 46 400,0 | 0,618 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 002794-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 210 | 37 000 | 16 650,0 | 0,450 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS  | 002793-2 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 820 | 37 000 | 28 160,0 | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS  | 002793-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 130 | 37 000 | 28 160,0 | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 002822-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 64 200 | 80 000 | 53 400,0 | 0,667 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 002887-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 30 240 | 37 500 | 23 300,0 | 0,621 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 002888-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 27 820 | 34 500 | 22 350,0 | 0,647 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS  | 002873-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 820 | 37 000 | 28 160,0 | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS  | 002873-2 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 790 | 37 000 | 28 160,0 | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | MARITIMA DEL CALLAO | CHILE    | SAN ANTONIO | 038746-1 | DESTILERIAS UNIDAS S.A.C                 | 73 772 | 96 000 | 76 800,0 | 0,800 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 002895-1 | ALCOHOLERA DEL PACIFICO SAC              | 30 520 | 37 500 | 26 400,0 | 0,704 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 002908-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 30 415 | 37 000 | 22 815,0 | 0,616 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 003413-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 30 270 | 37 500 | 23 300,0 | 0,621 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 003226-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 30 280 | 37 500 | 23 300,0 | 0,621 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 003333-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 30 260 | 37 500 | 23 300,0 | 0,621 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 003142-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 30 260 | 37 500 | 22 700,0 | 0,605 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS  | 003377-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 790 | 37 000 | 28 160,0 | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS  | 003051-2 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 290 | 37 000 | 28 160,0 | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS  | 003051-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 780 | 37 000 | 28 160,0 | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS  | 003229-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 790 | 37 000 | 28 160,0 | 0,761 |



|  |                     |          |              |          |  |           |           |             |       |
|--|---------------------|----------|--------------|----------|--|-----------|-----------|-------------|-------|
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 002962-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 60 630    | 74 000    | 45 630,0    | 0,616 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS   | 003286-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 60 310    | 74 000    | 41 520,0    | 0,561 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 003890-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 30 260    | 37 500    | 24 050,0    | 0,641 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 003664-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 30 260    | 37 500    | 24 050,0    | 0,641 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS   | 003881-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 820    | 37 000    | 28 500,0    | 0,770 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS   | 003705-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 810    | 37 000    | 28 160,0    | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS   | 003482-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 790    | 37 000    | 28 160,0    | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS   | 003482-2 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 790    | 37 000    | 28 160,0    | 0,761 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | MARITIMA DEL CALLAO | CHILE    | SAN ANTONIO  | 047159-1 | DESTILERIAS UNIDAS S.A.C                 | 55 167    | 72 000    | 57 600,0    | 0,800 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | MARITIMA DEL CALLAO | CHILE    | SAN ANTONIO  | 049905-1 | DESTILERIAS UNIDAS S.A.C                 | 55 423    | 72 000    | 57 600,0    | 0,800 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | MARITIMA DEL CALLAO | CHILE    | SAN ANTONIO  | 053636-1 | DESTILERIAS UNIDAS S.A.C                 | 57 950    | 72 000    | 57 600,0    | 0,800 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 003985-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 93 440    | 117 500   | 66 050,0    | 0,562 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | CALI         | 003920-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 32 140    | 40 000    | 22 200,0    | 0,555 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 003550-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 29 865    | 37 000    | 20 040,0    | 0,541 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | COLOMBIA | BUENAVENTURA | 000140-1 | CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A.      | 2 450 004 | 3 039 990 | 1 840 518,0 | 0,605 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 004469-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 30 420    | 37 000    | 17 151,0    | 0,463 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | COLOMBIA | BUENAVENTURA | 000207-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 958 240   | 1 143 068 | 720 132,8   | 0,629 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 004288-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 118 310   | 148 000   | 68 604,0    | 0,463 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | COLOMBIA | BUENAVENTURA | 000205-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 1 516 909 | 1 809 495 | 1 139 982,0 | 0,630 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 004336-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 30 260    | 37 500    | 24 250,0    | 0,646 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 004115-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 30 230    | 37 500    | 23 750,0    | 0,633 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 004052-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 118 580   | 148 000   | 70 604,0    | 0,477 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS   | 004597-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 88 590    | 111 000   | 52 953,0    | 0,477 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS   | 004293-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 810    | 37 000    | 28 500,0    | 0,770 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS   | 004065-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 790    | 37 000    | 28 500,0    | 0,770 |



|  |                     |             |              |          |  |           |           |             |       |
|--|---------------------|-------------|--------------|----------|--|-----------|-----------|-------------|-------|
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 004553-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 870    | 36 990    | 16 646,2    | 0,450 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | MARITIMA DEL CALLAO | CHILE       | SAN ANTONIO  | 054600-1 | DESTILERIAS UNIDAS S.A.C                 | 55 091    | 72 000    | 57 600,0    | 0,800 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | MARITIMA DEL CALLAO | CHILE       | SAN ANTONIO  | 057005-1 | DESTILERIAS UNIDAS S.A.C                 | 36 822    | 48 000    | 38 400,0    | 0,800 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 004581-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 32 430    | 40 000    | 22 500,0    | 0,562 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 004430-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 96 610    | 120 000   | 67 500,0    | 0,562 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 004152-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 93 780    | 114 500   | 64 310,0    | 0,561 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 004234-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 30 160    | 37 000    | 19 740,0    | 0,533 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | COLOMBIA    | BUENAVENTURA | 000206-1 | CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A.      | 1 615 405 | 1 925 787 | 1 213 246,0 | 0,630 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | COLOMBIA    | BUENAVENTURA | 000130-1 | CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A.      | 83 840    | 100 048   | 53 551,0    | 0,535 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | COLOMBIA    | BUENAVENTURA | 000128-1 | CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A.      | 1 173 910 | 1 400 863 | 749 815,8   | 0,535 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | COLOMBIA    | BUENAVENTURA | 000129-1 | CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A.      | 419 376   | 500 453   | 267 868,8   | 0,535 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA    | HUAQUILLAS   | 004664-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 26 630    | 37 000    | 28 500,0    | 0,770 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | MARITIMA DEL CALLAO | CHILE       | SAN ANTONIO  | 063219-1 | DESTILERIAS UNIDAS S.A.C                 | 73 654    | 96 000    | 76 800,0    | 0,800 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | COLOMBIA    | BUENAVENTURA | 000131-1 | CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A.      | 419 316   | 500 383   | 315 241,3   | 0,630 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 005019-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 28 940    | 35 783    | 16 636,2    | 0,464 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | NETHERLANDS | ROTTERDAM    | 000221-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 1 535 742 | 1 905 862 | 1 154 253,0 | 0,605 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 004886-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 29 710    | 37 000    | 17 151,0    | 0,463 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 004885-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 28 950    | 37 000    | 17 651,0    | 0,477 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | NETHERLANDS | ROTTERDAM    | 000219-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 1 173 446 | 1 456 250 | 772 214,4   | 0,530 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 005020-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 30 250    | 37 500    | 23 750,0    | 0,633 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 004726-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 30 870    | 39 000    | 30 100,0    | 0,771 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 004926-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 64 250    | 80 000    | 45 000,0    | 0,562 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA    | HUAQUILLAS   | 004860-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 29 630    | 37 000    | 21 870,0    | 0,591 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR     | HUAQUILLAS   | 005089-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 96 750    | 120 000   | 67 500,0    | 0,562 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | NETHERLANDS | ROTTERDAM    | 000220-1 | CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A.      | 1 481 777 | 1 838 889 | 975 118,2   | 0,530 |



|  |                     |          |             |          |  |         |         |           |       |
|--|---------------------|----------|-------------|----------|--|---------|---------|-----------|-------|
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 005094-1 | CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A.      | 29 650  | 37 000  | 17 651,0  | 0,477 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 005228-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 30 250  | 37 500  | 23 750,0  | 0,633 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 005239-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 59 870  | 74 000  | 35 302,0  | 0,477 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 005427-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 30 250  | 37 500  | 23 750,0  | 0,633 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 005626-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 29 840  | 37 000  | 23 440,0  | 0,633 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | MEDELLIN    | 005370-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 29 290  | 37 000  | 26 900,0  | 0,727 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 005464-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 128 990 | 160 000 | 90 000,0  | 0,562 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 005283-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 30 300  | 37 000  | 19 740,0  | 0,533 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | CHILE    | SAN ANTONIO | 000257-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE SOCIE | 755 050 | 900 192 | 567 120,9 | 0,629 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 005745-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 60 520  | 75 000  | 47 500,0  | 0,633 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 006030-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 60 520  | 75 000  | 47 500,0  | 0,633 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 006269-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 30 260  | 37 500  | 23 750,0  | 0,633 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | HUAQUILLAS  | 005622-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 780  | 37 000  | 28 100,0  | 0,759 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | N/A         | 006221-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 30 040  | 37 000  | 14 800,0  | 0,400 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 006177-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 30 040  | 37 000  | 16 650,0  | 0,450 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | COLOMBIA | N/A         | 006051-1 | EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.     | 29 760  | 37 000  | 25 900,0  | 0,700 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | MARITIMA DEL CALLAO | CHILE    | SAN ANTONIO | 081577-1 | DESTILERIAS UNIDAS S.A.C.                | 73 616  | 96 000  | 76 800,0  | 0,800 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 005830-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 30 635  | 37 500  | 20 000,0  | 0,533 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 005946-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 64 130  | 80 000  | 45 000,0  | 0,562 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 006099-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 63 810  | 80 000  | 45 000,0  | 0,562 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | N/A         | 006115-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 30 585  | 37 500  | 19 500,0  | 0,520 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | SALAVERRY           | CHILE    | SAN ANTONIO | 000258-1 | CORPORACION AZUCARERA DEL PERU S.A.      | 253 043 | 301 686 | 190 062,2 | 0,630 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | MARITIMA DEL CALLAO | CHILE    | VALPARAISO  | 082168-1 | KODELX S.A.C.                            | 55 257  | 75 000  | 60 000,0  | 0,800 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | N/A         | 006413-1 | COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.A.  | 30 240  | 37 500  | 23 250,0  | 0,620 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES              | ECUADOR  | HUAQUILLAS  | 006239-1 | ALAMBIQUE TUMAN E.I.R.L.                 | 64 150  | 80 000  | 45 000,0  | 0,562 |



**APÉNDICE M: IMPORTACIÓN DE "ALCOHOL ETÍLICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHÓLICO O VOLUMÉTRICO" SEGÚN ADUANAS (PARTIDA ARANCELARIA**

**22.07.10.00.00)**

| Producto   | Destino     | Origen  |            | DUA      | Importador                                      | Peso (kg) | Cantidad (L) | P. FOB (US\$) | C. Flete (US\$) | C. Segur. (US\$) | P. CIF (US\$) | P. CIF Unit. (US\$ / L) |
|--|-------------|---------|------------|----------|---|-----------|--------------|---------------|-----------------|------------------|---------------|-------------------------|
|  |             | País    | Puerto     |          |   |           |              |               |                 |                  |               |                         |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES      | ECUADOR | GUAYAQUIL  | 000409-1 | COMERCIAL LAZO ROMO S.R.L                       | 32 060    | 39 834       | 31 070,5      | 4 780,1         | 543,7            | 36 394,3      | 0,914                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES      | ECUADOR | GUAYAQUIL  | 000743-1 | COMERCIAL LAZO ROMO S.R.L                       | 31 590    | 39 900       | 31 122,0      | 4 788,0         | 544,6            | 36 454,6      | 0,914                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES      | ECUADOR | GUAYAQUIL  | 002618-1 | COMERCIAL LAZO ROMO S.R.L                       | 29 860    | 39 962       | 31 969,6      | 4 795,4         | 559,5            | 37 324,5      | 0,934                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES      | ECUADOR | GUAYAQUIL  | 002821-1 | COMERCIAL LAZO ROMO S.R.L                       | 31 290    | 39 000       | 30 420,0      | 4 680,0         | 532,4            | 35 632,4      | 0,914                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES      | ECUADOR | GUAYAQUIL  | 002981-1 | COMERCIAL LAZO ROMO S.R.L                       | 63 320    | 79 560       | 63 648,0      | 9 547,2         | 1 113,8          | 74 309,0      | 0,934                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES      | ECUADOR | GUAYAQUIL  | 003189-1 | COMERCIAL LAZO ROMO S.R.L                       | 32 150    | 39 813       | 31 850,0      | 4 777,6         | 557,4            | 37 184,9      | 0,934                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES      | ECUADOR | GUAYAQUIL  | 003243-2 | COMERCIAL LAZO ROMO S.R.L                       | 32 260    | 40 036       | 32 028,8      | 4 800,0         | 560,5            | 37 389,3      | 0,934                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES      | ECUADOR | GUAYAQUIL  | 003243-1 | COMERCIAL LAZO ROMO S.R.L                       | 32 570    | 39 974       | 31 979,2      | 4 800,0         | 559,6            | 37 338,8      | 0,934                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES      | ECUADOR | GUAYAQUIL  | 003424-1 | COMERCIAL LAZO ROMO S.R.L                       | 32 070    | 39 801       | 31 840,8      | 4 776,1         | 557,2            | 37 174,1      | 0,934                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES      | ECUADOR | GUAYAQUIL  | 003724-1 | COMERCIAL LAZO ROMO S.R.L                       | 32 190    | 40 000       | 32 000,0      | 4 800,0         | 560,0            | 37 360,0      | 0,934                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES      | ECUADOR | GUAYAQUIL  | 003723-1 | COMERCIAL LAZO ROMO S.R.L                       | 64 800    | 80 000       | 64 000,0      | 9 600,0         | 1 120,0          | 74 720,0      | 0,934                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | TUMBES      | ECUADOR | GUAYAQUIL  | 004222-1 | COMERCIAL LAZO ROMO S.R.L                       | 65 050    | 80 000       | 64 000,0      | 9 600,0         | 1 120,0          | 74 720,0      | 0,934                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000103-1 | O.G.S. INVERSIONES E.I.R.LTDA.                  | 27 800    | 34 000       | 9 520,0       | 759,0           | 166,6            | 10 445,6      | 0,307                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000117-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                            | 56 440    | 70 000       | 18 200,0      | 1 610,0         | 318,5            | 20 128,5      | 0,288                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000134-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.            | 28 550    | 35 000       | 9 100,0       | 1 400,0         | 159,3            | 10 659,3      | 0,305                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000148-1 | GEAL DISTRIBUCIONES SOCIEDAD COMERCIAL D        | 28 300    | 35 000       | 9 100,0       | 950,0           | 159,3            | 10 209,3      | 0,292                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000160-1 | GRUPO ALCONOR S.R.L.                            | 56 700    | 70 000       | 19 600,0      | 1 610,0         | 343,0            | 21 553,0      | 0,308                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000168-1 | GRUPO ALCONOR S.R.L.                            | 25 980    | 32 000       | 9 600,0       | 736,0           | 168,0            | 10 504,0      | 0,328                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000153-1 | IMPORTAC. Y EXPORTACIONES ALTIPLANO S.C.R.LTDA. | 55 630    | 69 000       | 19 320,0      | 1 587,0         | 338,1            | 21 245,1      | 0,308                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000155-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                            | 26 609    | 33 000       | 8 580,0       | 759,0           | 150,2            | 9 489,2       | 0,288                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000187-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                            | 82 240    | 102 000      | 26 520,0      | 2 346,0         | 464,1            | 29 330,1      | 0,288                   |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000179-1 | J.C. DISTRIBUCIONES E.I.R.L.                    | 26 980    | 33 000       | 9 240,0       | 759,0           | 161,7            | 10 160,7      | 0,308                   |



|  |             |         |            |          |   |         |         |          |         |       |          |       |
|--|-------------|---------|------------|----------|---|---------|---------|----------|---------|-------|----------|-------|
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000272-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 54 000  | 67 000  | 17 420,0 | 1 541,0 | 304,9 | 19 265,9 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000291-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 28 150  | 35 000  | 9 100,0  | 1 050,0 | 159,3 | 10 309,3 | 0,295 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000315-1 | O.G.S. INVERSIONES E.I.R.LTDA.                          | 27 400  | 34 000  | 10 200,0 | 759,0   | 178,5 | 11 137,5 | 0,328 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000333-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 28 200  | 35 000  | 9 100,0  | 1 400,0 | 159,3 | 10 659,3 | 0,305 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000371-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 28 220  | 35 000  | 9 100,0  | 805,0   | 159,3 | 10 064,3 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000372-1 | J.C. DISTRIBUCIONES E.I.R.L.                            | 26 700  | 33 000  | 9 570,0  | 759,0   | 167,5 | 10 496,5 | 0,318 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000402-1 | GRUPO ALCONOR S.R.L.                                    | 56 600  | 70 000  | 20 300,0 | 1 610,0 | 355,3 | 22 265,3 | 0,318 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000418-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 54 830  | 68 000  | 17 680,0 | 1 564,0 | 309,4 | 19 553,4 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000424-1 | INTERN. BUSINESS VILLAFUERTE S.R.L. - INTERBUSVI S.R.L. | 56 850  | 70 000  | 18 200,0 | 1 800,0 | 318,5 | 20 318,5 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000439-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 82 240  | 102 000 | 26 520,0 | 2 436,0 | 464,1 | 29 420,1 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000441-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 54 020  | 67 000  | 17 420,0 | 1 541,0 | 304,9 | 19 265,9 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000443-1 | IMPORTAC. Y EXPORTACIONES ALTIPLANO S.C.R.LTDA.         | 27 410  | 34 000  | 9 860,0  | 782,0   | 172,6 | 10 814,6 | 0,318 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000477-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 28 100  | 35 000  | 9 100,0  | 1 400,0 | 159,3 | 10 659,3 | 0,305 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000491-1 | ANDINA DISTRIBUCIONES E.I.R.L.                          | 51 830  | 64 000  | 18 560,0 | 1 800,0 | 324,8 | 20 684,8 | 0,323 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000552-1 | O.G.S. INVERSIONES E.I.R.LTDA.                          | 27 400  | 34 000  | 9 860,0  | 759,0   | 172,6 | 10 791,6 | 0,317 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000600-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 54 830  | 68 000  | 17 680,0 | 1 564,0 | 309,4 | 19 553,4 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000598-1 | GEAL DISTRIBUCIONES SOCIEDAD COMERCIAL D                | 28 200  | 35 000  | 9 100,0  | 950,0   | 159,3 | 10 209,3 | 0,292 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000614-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 28 220  | 35 000  | 9 100,0  | 805,0   | 159,3 | 10 064,3 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000617-1 | J.C. DISTRIBUCIONES E.I.R.L.                            | 26 850  | 33 000  | 9 570,0  | 759,0   | 167,5 | 10 496,5 | 0,318 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000615-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 28 250  | 35 000  | 9 100,0  | 1 400,0 | 159,3 | 10 659,3 | 0,305 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000646-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 136 260 | 169 000 | 43 940,0 | 3 887,0 | 769,0 | 48 596,0 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000657-1 | INTERN. BUSINESS VILLAFUERTE S.R.L. - INTERBUSVI S.R.L. | 85 320  | 105 000 | 27 300,0 | 2 700,0 | 477,8 | 30 477,8 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000688-1 | GRUPO ALCONOR S.R.L.                                    | 56 540  | 70 000  | 18 200,0 | 1 610,0 | 318,5 | 20 128,5 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000708-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 28 350  | 35 000  | 9 100,0  | 1 400,0 | 159,3 | 10 659,3 | 0,305 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000712-1 | INTERN. BUSINESS VILLAFUERTE S.R.L. - INTERBUSVI S.R.L. | 113 350 | 140 000 | 36 400,0 | 3 600,0 | 637,0 | 40 637,0 | 0,290 |



|  |             |         |            |          |  |         |         |          |         |       |          |       |
|--|-------------|---------|------------|----------|--|---------|---------|----------|---------|-------|----------|-------|
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000745-1 | O.G.S. INVERSIONES E.I.R.LTDA.           | 27 680  | 34 000  | 8 840,0  | 759,0   | 154,7 | 9 753,7  | 0,287 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000755-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                     | 110 460 | 137 000 | 35 620,0 | 3 151,0 | 623,4 | 39 394,4 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000778-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                     | 83 049  | 103 000 | 26 780,0 | 2 369,0 | 468,7 | 29 617,7 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000777-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                     | 25 805  | 32 000  | 8 320,0  | 736,0   | 145,6 | 9 201,6  | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000783-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                     | 27 410  | 34 000  | 8 840,0  | 782,0   | 154,7 | 9 776,7  | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000815-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.     | 56 050  | 70 000  | 18 200,0 | 1 800,0 | 318,5 | 20 318,5 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000829-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                     | 28 225  | 35 000  | 9 100,0  | 810,0   | 159,3 | 10 069,3 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000831-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.     | 28 200  | 35 000  | 9 100,0  | 1 400,0 | 159,3 | 10 659,3 | 0,305 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000835-1 | GEAL DISTRIBUCIONES SOCIEDAD COMERCIAL D | 28 000  | 35 000  | 9 100,0  | 950,0   | 159,3 | 10 209,3 | 0,292 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000887-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                     | 82 243  | 102 000 | 26 520,0 | 2 346,0 | 464,1 | 29 330,1 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000889-1 | O.G.S. INVERSIONES E.I.R.LTDA.           | 27 450  | 34 000  | 8 840,0  | 759,0   | 154,7 | 9 753,7  | 0,287 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000977-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                     | 83 050  | 103 000 | 26 780,0 | 2 369,0 | 468,7 | 29 617,7 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000970-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.     | 28 100  | 35 000  | 9 100,0  | 1 400,0 | 159,3 | 10 659,3 | 0,305 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 000991-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                     | 51 620  | 64 000  | 10 240,0 | 1 600,0 | 179,2 | 12 019,2 | 0,188 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001037-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                     | 28 219  | 35 000  | 9 100,0  | 805,0   | 159,3 | 10 064,3 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001083-1 | J.C. DISTRIBUCIONES E.I.R.L.             | 24 350  | 30 000  | 15 000,0 | 690,0   | 262,5 | 15 952,5 | 0,532 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001139-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.     | 28 100  | 35 000  | 9 100,0  | 1 400,0 | 159,3 | 10 659,3 | 0,305 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001132-1 | GEAL DISTRIBUCIONES SOCIEDAD COMERCIAL D | 28 010  | 35 000  | 9 100,0  | 950,0   | 159,3 | 10 209,3 | 0,292 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001186-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                     | 52 870  | 68 000  | 17 680,0 | 1 700,0 | 309,4 | 19 689,4 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001309-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                     | 51 630  | 64 000  | 10 240,0 | 1 600,0 | 179,2 | 12 019,2 | 0,188 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001475-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.     | 28 050  | 35 000  | 9 100,0  | 900,0   | 159,3 | 10 159,3 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001613-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                     | 82 240  | 102 000 | 26 520,0 | 2 346,0 | 464,1 | 29 330,1 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001668-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                     | 54 000  | 67 000  | 17 420,0 | 1 541,0 | 304,9 | 19 265,9 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001673-1 | O.G.S. INVERSIONES E.I.R.LTDA.           | 27 500  | 34 000  | 9 860,0  | 759,0   | 172,6 | 10 791,6 | 0,317 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001670-1 | GEAL DISTRIBUCIONES SOCIEDAD COMERCIAL D | 28 100  | 35 000  | 9 100,0  | 950,0   | 159,3 | 10 209,3 | 0,292 |



|  |             |         |            |          |   |         |         |          |         |       |          |       |
|--|-------------|---------|------------|----------|---|---------|---------|----------|---------|-------|----------|-------|
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001695-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 28 100  | 35 000  | 9 100,0  | 1 050,0 | 159,3 | 10 309,3 | 0,295 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001692-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 27 950  | 35 000  | 9 100,0  | 1 400,0 | 159,3 | 10 659,3 | 0,305 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001716-1 | J.C. DISTRIBUCIONES E.I.R.L.                            | 26 631  | 33 000  | 8 580,0  | 825,0   | 150,2 | 9 555,2  | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001705-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 27 438  | 34 000  | 8 840,0  | 850,0   | 154,7 | 9 844,7  | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001755-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 54 830  | 68 000  | 17 680,0 | 1 564,0 | 309,4 | 19 553,4 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001822-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 82 300  | 102 000 | 26 520,0 | 2 550,0 | 464,1 | 29 534,1 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001858-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 27 950  | 35 000  | 9 100,0  | 1 400,0 | 159,3 | 10 659,3 | 0,305 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001897-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 112 830 | 140 000 | 36 400,0 | 3 220,0 | 637,0 | 40 257,0 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001889-1 | INTERN. BUSINESS VILLAFUERTE S.R.L. - INTERBUSVI S.R.L. | 56 420  | 70 000  | 18 200,0 | 1 610,0 | 318,5 | 20 128,5 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001892-1 | GEAL DISTRIBUCIONES SOCIEDAD COMERCIAL D                | 28 050  | 35 000  | 9 100,0  | 950,0   | 159,3 | 10 209,3 | 0,292 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001923-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 27 950  | 35 000  | 9 100,0  | 1 050,0 | 159,3 | 10 309,3 | 0,295 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001933-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 108 900 | 135 000 | 35 100,0 | 3 375,0 | 614,3 | 39 089,3 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001965-1 | IMPORTAC. Y EXPORTACIONES ALTIPLANO S.C.R.LTDA.         | 27 410  | 34 000  | 10 880,0 | 782,0   | 190,4 | 11 852,4 | 0,349 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001966-1 | O.G.S. INVERSIONES E.I.R.LTDA.                          | 27 400  | 34 000  | 8 840,0  | 759,0   | 154,7 | 9 753,7  | 0,287 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001997-1 | ANDINA DISTRIBUCIONES E.I.R.L.                          | 25 750  | 32 000  | 10 240,0 | 950,0   | 179,2 | 11 369,2 | 0,355 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 001975-1 | J.C. DISTRIBUCIONES E.I.R.L.                            | 26 600  | 33 000  | 8 580,0  | 825,0   | 150,2 | 9 555,2  | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002041-1 | GRUPO ALCONOR S.R.L.                                    | 56 450  | 70 000  | 18 200,0 | 1 750,0 | 318,5 | 20 268,5 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002076-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 82 200  | 102 000 | 26 520,0 | 2 346,0 | 464,1 | 29 330,1 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002065-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 27 950  | 35 000  | 9 100,0  | 1 400,0 | 159,3 | 10 659,3 | 0,305 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002125-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 27 400  | 34 000  | 8 840,0  | 782,0   | 154,7 | 9 776,7  | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002170-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 54 000  | 67 000  | 17 420,0 | 1 541,0 | 304,9 | 19 265,9 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002169-1 | O.G.S. INVERSIONES E.I.R.LTDA.                          | 27 400  | 34 000  | 9 860,0  | 759,0   | 172,6 | 10 791,6 | 0,317 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002179-1 | INTERN. BUSINESS VILLAFUERTE S.R.L. - INTERBUSVI S.R.L. | 56 300  | 70 000  | 18 200,0 | 1 610,0 | 318,5 | 20 128,5 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002267-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 54 800  | 68 000  | 17 680,0 | 1 564,0 | 309,4 | 19 553,4 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002266-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 112 800 | 140 000 | 36 400,0 | 3 220,0 | 637,0 | 40 257,0 | 0,288 |



|  |             |         |            |          |   |        |         |          |         |       |          |       |
|--|-------------|---------|------------|----------|---|--------|---------|----------|---------|-------|----------|-------|
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002263-1 | J.C. DISTRIBUCIONES E.I.R.L.                            | 26 600 | 33 000  | 8 580,0  | 825,0   | 150,2 | 9 555,2  | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002286-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 1 050,0 | 159,3 | 10 309,3 | 0,295 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002313-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 82 240 | 102 000 | 26 520,0 | 2 346,0 | 464,1 | 29 330,1 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002309-1 | GRUPO ALCONOR S.R.L.                                    | 56 450 | 70 000  | 18 200,0 | 1 750,0 | 318,5 | 20 268,5 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002334-1 | JUSTO MAMANI MIGUEL                                     | 28 200 | 35 000  | 11 200,0 | 805,0   | 196,0 | 12 201,0 | 0,349 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002346-1 | GEAL DISTRIBUCIONES SOCIEDAD COMERCIAL D                | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 950,0   | 159,3 | 10 209,3 | 0,292 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002361-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 1 400,0 | 159,3 | 10 659,3 | 0,305 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002360-1 | ANDINA DISTRIBUCIONES E.I.R.L.                          | 51 850 | 64 000  | 16 640,0 | 1 800,0 | 291,2 | 18 731,2 | 0,293 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002407-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 27 400 | 34 000  | 8 840,0  | 782,0   | 154,7 | 9 776,7  | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002406-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 79 820 | 99 000  | 25 740,0 | 2 277,0 | 450,5 | 28 467,5 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002443-1 | INTERN. BUSINESS VILLAFUERTE S.R.L. - INTERBUSVI S.R.L. | 56 350 | 70 000  | 18 200,0 | 1 610,0 | 318,5 | 20 128,5 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002514-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 54 020 | 67 000  | 17 420,0 | 1 541,0 | 304,9 | 19 265,9 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002536-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 27 980 | 35 000  | 9 100,0  | 1 400,0 | 159,3 | 10 659,3 | 0,305 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002559-1 | O.G.S. INVERSIONES E.I.R.LTDA.                          | 27 410 | 34 000  | 10 880,0 | 759,0   | 190,4 | 11 829,4 | 0,348 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002603-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 28 100 | 35 000  | 9 100,0  | 1 050,0 | 159,3 | 10 309,3 | 0,295 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002680-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 82 240 | 102 000 | 26 520,0 | 2 346,0 | 464,1 | 29 330,1 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002687-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 79 010 | 98 000  | 25 480,0 | 2 254,0 | 445,9 | 28 179,9 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002685-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 56 450 | 70 000  | 18 200,0 | 1 750,0 | 318,5 | 20 268,5 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002677-1 | J.C. DISTRIBUCIONES E.I.R.L.                            | 26 600 | 33 000  | 8 580,0  | 825,0   | 150,2 | 9 555,2  | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002743-1 | JUSTO MAMANI MIGUEL                                     | 28 220 | 35 000  | 11 200,0 | 805,0   | 196,0 | 12 201,0 | 0,349 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002777-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 54 020 | 67 000  | 17 420,0 | 1 541,0 | 304,9 | 19 265,9 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002823-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 27 400 | 34 000  | 8 840,0  | 782,0   | 154,7 | 9 776,7  | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002879-1 | O.G.S. INVERSIONES E.I.R.LTDA.                          | 27 400 | 34 000  | 10 880,0 | 759,0   | 190,4 | 11 829,4 | 0,348 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002898-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 82 200 | 102 000 | 26 520,0 | 2 346,0 | 464,1 | 29 330,1 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002889-1 | INTERN. BUSINESS VILLAFUERTE S.R.L. - INTERBUSVI S.R.L. | 56 400 | 70 000  | 18 200,0 | 1 610,0 | 318,5 | 20 128,5 | 0,288 |



|  |             |         |            |          |   |        |         |          |         |       |          |       |
|--|-------------|---------|------------|----------|---|--------|---------|----------|---------|-------|----------|-------|
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 002955-1 | GEAL DISTRIBUCIONES SOCIEDAD COMERCIAL D                | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 950,0   | 159,3 | 10 209,3 | 0,292 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003005-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 1 050,0 | 159,3 | 10 309,3 | 0,295 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003030-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 78 100 | 97 000  | 25 220,0 | 2 231,0 | 441,4 | 27 892,4 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003039-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 1 400,0 | 159,3 | 10 659,3 | 0,305 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003038-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 53 200 | 66 000  | 17 160,0 | 1 650,0 | 300,3 | 19 110,3 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003065-1 | J.C. DISTRIBUCIONES E.I.R.L.                            | 26 600 | 33 000  | 8 580,0  | 825,0   | 150,2 | 9 555,2  | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003098-1 | JUSTO MAMANI MIGUEL                                     | 28 200 | 35 000  | 11 200,0 | 805,0   | 196,0 | 12 201,0 | 0,349 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003108-1 | INTERN. BUSINESS VILLAFUERTE S.R.L. - INTERBUSVI S.R.L. | 56 400 | 70 000  | 18 200,0 | 1 610,0 | 318,5 | 20 128,5 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003092-1 | ANDINA DISTRIBUCIONES E.I.R.L.                          | 51 500 | 64 000  | 16 640,0 | 1 600,0 | 291,2 | 18 531,2 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003288-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 82 200 | 102 000 | 26 520,0 | 2 346,0 | 464,1 | 29 330,1 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003135-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 27 350 | 34 000  | 8 840,0  | 782,0   | 154,7 | 9 776,7  | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003572-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 82 200 | 102 000 | 26 520,0 | 2 346,0 | 464,1 | 29 330,1 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003470-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 27 350 | 34 000  | 8 840,0  | 782,0   | 154,7 | 9 776,7  | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003473-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 54 000 | 67 000  | 17 420,0 | 1 541,0 | 304,9 | 19 265,9 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003218-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 54 000 | 67 000  | 17 420,0 | 1 541,0 | 304,9 | 19 265,9 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003476-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 78 150 | 97 000  | 25 220,0 | 2 231,0 | 441,4 | 27 892,4 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003428-1 | INTERN. BUSINESS VILLAFUERTE S.R.L. - INTERBUSVI S.R.L. | 56 400 | 70 000  | 18 200,0 | 1 610,0 | 318,5 | 20 128,5 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003326-1 | O.G.S. INVERSIONES E.I.R.LTDA.                          | 27 350 | 34 000  | 10 880,0 | 759,0   | 190,4 | 11 829,4 | 0,348 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003625-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 1 400,0 | 159,3 | 10 659,3 | 0,305 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003424-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 27 900 | 35 000  | 9 100,0  | 1 400,0 | 159,3 | 10 659,3 | 0,305 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003426-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 1 050,0 | 159,3 | 10 309,3 | 0,295 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003222-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 1 400,0 | 159,3 | 10 659,3 | 0,305 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003171-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 1 050,0 | 159,3 | 10 309,3 | 0,295 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003237-1 | GEAL DISTRIBUCIONES SOCIEDAD COMERCIAL D                | 27 980 | 35 000  | 9 100,0  | 950,0   | 159,3 | 10 209,3 | 0,292 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003312-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 53 200 | 66 000  | 17 160,0 | 1 650,0 | 300,3 | 19 110,3 | 0,290 |



|  |             |         |            |          |   |        |         |          |         |       |          |       |
|--|-------------|---------|------------|----------|---|--------|---------|----------|---------|-------|----------|-------|
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003408-1 | J.C. DISTRIBUCIONES E.I.R.L.                            | 26 600 | 33 000  | 8 580,0  | 825,0   | 150,2 | 9 555,2  | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004631-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 56 450 | 70 000  | 18 200,0 | 1 750,0 | 318,5 | 20 268,5 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004632-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 27 430 | 34 000  | 8 840,0  | 850,0   | 154,7 | 9 844,7  | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004642-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 52 600 | 65 000  | 16 900,0 | 1 625,0 | 295,8 | 18 820,8 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004621-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 26 450 | 33 000  | 8 580,0  | 825,0   | 150,2 | 9 555,2  | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004731-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 700,0   | 159,3 | 9 959,3  | 0,285 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004509-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 700,0   | 159,3 | 9 959,3  | 0,285 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004680-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 900,0   | 159,3 | 10 159,3 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003688-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.                    | 28 100 | 35 000  | 9 100,0  | 1 050,0 | 159,3 | 10 309,3 | 0,295 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004171-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 82 200 | 102 000 | 26 520,0 | 2 346,0 | 464,1 | 29 330,1 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004257-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 79 800 | 99 000  | 25 740,0 | 2 277,0 | 450,5 | 28 467,5 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003943-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 79 820 | 99 000  | 25 740,0 | 2 277,0 | 450,5 | 28 467,5 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004031-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 28 220 | 35 000  | 9 100,0  | 805,0   | 159,3 | 10 064,3 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003789-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 52 410 | 65 000  | 16 900,0 | 1 495,0 | 295,8 | 18 690,8 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003766-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 27 400 | 34 000  | 8 840,0  | 782,0   | 154,7 | 9 776,7  | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003853-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 82 240 | 102 000 | 26 520,0 | 2 346,0 | 464,1 | 29 330,1 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004041-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 52 410 | 65 000  | 16 900,0 | 1 495,0 | 295,8 | 18 690,8 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004335-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 52 400 | 65 000  | 16 900,0 | 1 495,0 | 295,8 | 18 690,8 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004468-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 24 100 | 30 000  | 7 800,0  | 690,0   | 136,5 | 8 626,5  | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004214-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                                    | 27 350 | 34 000  | 8 840,0  | 782,0   | 154,7 | 9 776,7  | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003861-1 | INTERN. BUSINESS VILLAFUERTE S.R.L. - INTERBUSVI S.R.L. | 28 500 | 35 000  | 9 100,0  | 805,0   | 159,3 | 10 064,3 | 0,288 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003706-1 | J.C. DISTRIBUCIONES E.I.R.L.                            | 26 700 | 33 000  | 10 560,0 | 759,0   | 184,8 | 11 503,8 | 0,349 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004099-1 | O.G.S. INVERSIONES E.I.R.LTDA.                          | 27 350 | 34 000  | 10 880,0 | 759,0   | 190,4 | 11 829,4 | 0,348 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004281-1 | COMERCIAL LAZO ROMO S.R.L                               | 56 400 | 70 000  | 35 000,0 | 2 800,0 | 70,0  | 37 870,0 | 0,541 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004228-1 | COMERCIAL LAZO ROMO S.R.L                               | 59 500 | 74 000  | 49 580,0 | 2 800,0 | 99,2  | 52 479,2 | 0,709 |



|  |             |         |            |          |  |        |         |          |         |       |          |       |
|--|-------------|---------|------------|----------|--|--------|---------|----------|---------|-------|----------|-------|
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004244-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.     | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 900,0   | 159,3 | 10 159,3 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004223-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.     | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 700,0   | 159,3 | 9 959,3  | 0,285 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004492-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.     | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 900,0   | 159,3 | 10 159,3 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003950-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.     | 28 150 | 35 000  | 9 100,0  | 1 050,0 | 159,3 | 10 309,3 | 0,295 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003991-1 | CIA IMPORTS EXPORTS CABALLERO S.A.C.     | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 1 400,0 | 159,3 | 10 659,3 | 0,305 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004154-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                     | 53 250 | 66 000  | 17 160,0 | 1 650,0 | 300,3 | 19 110,3 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004493-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                     | 82 280 | 102 000 | 26 520,0 | 2 550,0 | 464,1 | 29 534,1 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004435-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                     | 56 400 | 70 000  | 18 200,0 | 1 750,0 | 318,5 | 20 268,5 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003872-1 | ALKOHLER E.I.R.LTDA.                     | 53 290 | 66 000  | 17 160,0 | 1 650,0 | 300,3 | 19 110,3 | 0,290 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003772-1 | ANDINA DISTRIBUCIONES E.I.R.L.           | 51 650 | 64 000  | 16 640,0 | 1 700,0 | 291,2 | 18 631,2 | 0,291 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004336-1 | ANDINA DISTRIBUCIONES E.I.R.L.           | 51 500 | 64 000  | 16 640,0 | 1 700,0 | 291,2 | 18 631,2 | 0,291 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 004081-1 | GEAL DISTRIBUCIONES SOCIEDAD COMERCIAL D | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 950,0   | 159,3 | 10 209,3 | 0,292 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003663-1 | GEAL DISTRIBUCIONES SOCIEDAD COMERCIAL D | 27 950 | 35 000  | 9 100,0  | 950,0   | 159,3 | 10 209,3 | 0,292 |
| ALCOHOL ETILICO SIN DESNATURALIZAR CON UN GRADO ALCOHOLICO VOLUMETRICO | DESAGUADERO | BOLIVIA | SANTA CRUZ | 003869-1 | J.C. DISTRIBUCIONES E.I.R.L.             | 26 700 | 33 000  | 8 580,0  | 825,0   | 150,2 | 9 555,2  | 0,290 |