

Universidad de Costa Rica
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

Estudio de prefactibilidad técnico-financiero para la instalación de una planta productora de ron a partir del destilado del fermento de caña de azúcar

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

Roberto Aguilar Meza

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio Brenes
San José, Costa Rica
2022

Proyecto de graduación presentado ante la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica, como requisito final para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería Química.

Sustentante:

Roberto Aguilar Meza

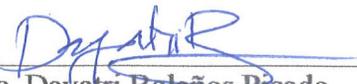
Aprobado por:


Mag. Adolfo Ulate Brenes
Escuela de Ingeniería Química, UCR
Presidente del Tribunal


Lic. Natalia Montero Rambla
Escuela de Ingeniería Química, UCR
Directora del Proyecto


M.Sc. Randall Ramírez Loría
Escuela de Ingeniería Química, UCR
Miembro asesor


Lic. Esteban Gamboa Gamboa
Escuela de Ingeniería Química, UCR
Miembro asesor


Lic. Dayatri Bolaños Picado
Escuela de Ingeniería Química, UCR
Miembro invitado

Agradecimiento

Quisiera agradecer a Dios y las personas que me acompañaron en todo este proceso universitario, en especial en este último esfuerzo. Quiero agradecer a mi familia, a mi novia y a mis amigos y amigas que siempre estuvieron pendiente en este proceso. También a todos los profesores que fueron parte de mi carrera universitaria y, por último, a todos los contribuyentes que hicieron posible que yo estudiara en esta universidad.

¡Gracias!

Resumen

El objetivo de este proyecto consistió en determinar la prefactibilidad técnico-financiera de la instalación de una empresa de producción de ron a base de destilado del fermento de caña de azúcar en Costa Rica. Se determinó el volumen de producción y también la determinación de la demanda por medio del análisis de encuestas como también de los datos de producción a nivel nacional. Para realizar la prefactibilidad, se debe tomar en cuenta el marco legal como el ambiental, con esto se tendrá en cuenta cualquier tipo de requerimiento para la puesta en marcha. Se realizó el estudio técnico de la instalación de la planta productora de ron donde aparte del estudio de cómo debe ser el proceso también se realizó un balance de masa y energía para tener los requerimientos de este producto. Ya obteniendo estos requerimientos previamente mencionados se realizó el estudio financiero con el que se le da el cierre a la prefactibilidad.

Inicialmente se realizó un estudio del posible mercado, para ello se formuló una encuesta la cual fue respondida por 474 personas adultas en el país. La intención de desarrollar este cuestionario fue conocer la posible demanda del producto. Con los resultados obtenidos de la encuesta y tomando en cuenta la demanda en el país se estableció que se producirá un volumen de 48 358 L de ron al año. A su vez se visitaron ciertas cadenas de supermercados y se obtuvieron los precios que tiene la potencial competencia.

Para poder poner en marcha cualquier empresa PYME se debe seguir una serie de pasos para cumplir con los diferentes requerimientos de la ley. Por esta razón, se hizo una investigación del marco legal, y reglamentario, permisos y donde tramitarlos, como también de la parte ambiental de este. Incluyendo todos los diferentes lineamientos necesarios para poder producir alguna bebida proveniente del alcohol de caña, así como inscribir una empresa en el país.

Con la investigación bibliográfica realizada se seleccionó un proceso de producción, para ello, en las diferentes etapas y operaciones se realizaron matrices de decisión tomando en cuenta criterios como mantenimiento, tipo de operación, costo, ventajas, desventajas, entre otros, esto con el fin de seleccionar la tecnología adecuada y con un mejor

rendimiento para este proyecto. Seguidamente, se realizó el balance de masa y de energía de las diferentes operaciones para el dimensionamiento de los equipos.

Como se mencionó anteriormente se realizó el dimensionamiento del equipo para las diferentes operaciones del proceso. Estas operaciones son inicialmente la lixiviación, donde se obtiene el producto de ron mezcla, este se mezcla con alcohol. En seguida, se deja reposar este producto en un proceso de sedimentación por tres meses, al finalizar se pasa por un filtro hasta el mezclador, donde se utiliza este producto con alcohol para llevar al volumen final requerido. Luego se pasa a añejar el líquido por 3 años y 7 años dependiendo del producto. Al pasar el tiempo de añejamiento se filtra y se embotella.

Finalmente, se realizó el análisis financiero, con diferentes cotizaciones para el terreno e inmueble, mano de obra necesaria para el funcionamiento, los equipos, materia prima y diferentes activos y pasivos. Luego, se realizó un análisis de la rentabilidad en este se obtuvo un resultado no factible para el escenario base del proyecto donde el resultado fue de VAN de \$ 1 464 497.96 desfavorables y una tasa de retorno de inversión de -10 %. Por otro lado, el análisis de sensibilidad se hizo aumentando el valor del precio hasta obtener el punto de equilibrio con precios de ¢ 14 810.54 para el de 3 años y ¢ 18 513.18 para el de 7 años, precios que tomando una postura de estilo artesanal se podrían poner en venta.

Índice

Agradecimiento.....	v
Resumen.....	vii
Índice de Cuadros	xv
Índice de Figuras.....	xvii
Capítulo I. Introducción.....	1
1.1 Objetivo General.....	2
1.2 Objetivo Específicos	2
Capítulo II. Estimación de la demanda, del volumen de producción y características del producto.	3
2.1 Situación actual del mercado de Ron.....	3
2.2 Análisis de precios en cadenas de supermercados.....	4
2.3 Investigación del consumidor	4
2.4 Estimación del volumen de producción y características del producto	12
Capítulo III. Legislación en Costa Rica sobre producción de ron	15
3.1 Marco Legal.....	15
3.2 Procedimiento para establecer una empresa	19
3.2.1 Paso 1. Inscripción de la empresa ante el registro civil	19
3.2.2 Paso 2. Determinar el tipo de empresa	20
3.2.3 Paso 3. Determinar si se requiere construir	20
3.2.4 Paso 4. Inscripción de la empresa como contribuyente tributario	20
3.2.5 Paso 5. Suscripción de póliza de riesgos de trabajo	21
3.2.6 Paso 6. Suscripción de la empresa ante la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS).....	21

3.2.7 Paso 7. Solicitud de los permisos sanitarios de funcionamiento (PSF) ante el Ministerio de Salud	21
3.2.8 Paso 8. Solicitud de patente municipal.....	21
3.2.9 Paso 9. Registro Sanitario de productos específicos	21
3.3 Marco Ambiental.....	21
Capítulo IV. Propuesta de proceso productivo para la producción de ron.....	23
4.1 Fundamento teórico.....	23
4.1.1 Materia Prima.....	23
4.1.2 Aditivos	24
4.1.3 Barriles	24
4.1.4 Tostado de las duelas.....	24
4.1.5 Lixiviación	25
4.1.6 Mezclado	25
4.1.7 Sedimentación	26
4.1.8 Filtración	26
4.1.9 Añejamiento	27
4.1.10 Embotellamiento	28
4.2 Metodología de la selección de las condiciones de operación del proceso tecnológico	28
4.3 Selección de las condiciones de operación del proceso tecnológico	28
4.3.1 Suavizado del agua.....	28
4.3.2 Lixiviación de la infusión.....	29
4.3.3 Mezclado de la infusión con alcohol rectificado.....	31
4.3.4 Sedimentación de ron-mezcla	32
4.3.5 Filtración de ron-mezcla.....	33

4.3.6 Mezcla final de ron-mezcla con alcohol.....	34
4.3.7 Añejamiento de producto final	34
4.3.8 Filtración de producto final.....	35
4.3.9 Embotellamiento.....	36
4.3.10 Resumen de la selección de las tecnologías.....	36
4.3.11 Diagrama de Flujo de Proceso	37
4.4 Metodología del balance de masa y energía de las tecnologías seleccionadas.....	37
4.5 Balance de Masa y Energía.....	37
4.5.1 Suavizado del agua	37
4.5.2 Lixiviación de la infusión	38
4.5.3 Mezclado de la infusión con alcohol rectificado	45
4.5.4 Sedimentación de ron-mezcla.....	46
4.5.5 Filtración de ron-mezcla	47
4.5.6 Mezcla final de ron-mezcla con alcohol.....	47
4.5.7 Añejamiento de producto final	49
4.5.8 Filtración de producto final.....	49
4.5.9 Embotellado	49
4.5.10 Selección de bombas.....	49
4.6 Distribución de la Planta.....	51
4.7 Tratamiento de efluentes.....	52
Capítulo V. Análisis financiero	53
5.1 Inversión total de capital.....	53
5.1.1 Materia Prima	53
5.1.2 Salarios.....	53

5.1.3 Servicios auxiliares	54
5.1.4 Alquiler.....	55
5.1.5 Capital de trabajo	55
5.1.6 Inversión de capital fijo.....	56
5.1.7 Depreciación.....	56
5.1.8 Financiamiento	57
5.1.9 Resultados del flujo de caja.....	57
5.2 Análisis de rentabilidad y sensibilidad.....	58
5.2.1 Rentabilidad	58
5.2.2 Sensibilidad	58
Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones.....	61
6.1 Conclusiones	61
6.2 Recomendaciones.....	61
Bibliografía.....	63
Apéndice.....	69
Matrices de pros y contras.....	69
Lixiviación	69
Intercambiador de calor.....	72
Tanques de mezclado	73
Filtración	75
Muestra de calculo	77
Lixiviación:	77
Mezclado de la infusión con alcohol rectificado:.....	80
Sedimentación de ron-mezcla	81

Mezcla final de ron-mezcla con alcohol	81
Añejamiento.....	82
Nomenclatura.....	84
Flujo de caja.....	86
Diagrama flujo de Proceso.....	87
Anexos	89

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Litros por marca consumidos en Costa Rica	3
Cuadro 2. Precio de diferentes rones en colones por mililitro	4
Cuadro 3. Características requeridas por ley para el ron liviano y ron pesado.	16
Cuadro 4. Fracciones másicas para el ron mezcla.....	40
Cuadro 5. Resultados del volumen mensual durante la sedimentación.....	47
Cuadro 6. Cantidad de bombas por proceso.....	50
Cuadro 7. Estimación del costo de la materia prima por año.....	53
Cuadro 8. Estimación del costo de salarios.....	54
Cuadro 9. Estimación de costos para los servicios auxiliares	54
Cuadro 10. Estimación de costos para el capital de trabajo.....	55
Cuadro 11. Estimación de la inversión de capital fijo.....	56
Cuadro 12. Estimación de la depreciación de los equipos.....	57
Cuadro 13. Resultados del flujo de caja para 10 años.....	57

Índice de Figuras

Figura 1. Edad de los encuestados.....	5
Figura 2. Regiones socioeconómicas de los encuestados.....	6
Figura 3. Porcentaje de encuestados que consumen de bebidas alcohólicas.....	6
Figura 4. Frecuencia de consumo de los encuestados	7
Figura 5. Porcentaje de encuetados que consumen de ron	7
Figura 6. Frecuencia de consumo de ron de los encuestados	8
Figura 7. Lealtad de los encuestados para su marca de ron de preferencia	9
Figura 8. Porcentaje de encuestados que consumirían una nueva marca de ron	9
Figura 9. Porcentaje de encuestados que probarían una nueva marca nacional de ron	10
Figura 10. Añejamiento preferido por los encuestados	10
Figura 11. Preferencia de presentación de botella de ron.....	11
Figura 12. Rango de precio de botella de 1 L que los encuestados ven adecuado	11
Figura 13. Añejamiento preferido de los encuestados que son consumidores habituales de ron	12
Figura 14. Diagrama generalizado de suavizado del agua	29
Figura 15. Diagrama generalizado de la operación de lixiviación	31
Figura 16. Diagrama generalizado del proceso de mezclado de la infusión con el alcohol rectificado	32
Figura 17. Diagrama de la sedimentación del ron-mezcla	33
Figura 18. Diagrama generalizado de la operación de filtración.....	34
Figura 19. Diagrama generalizado del proceso de mezclado	34
Figura 20. Diagrama generalizado del añejamiento final.....	35
Figura 21. Diagrama generalizado de la operación de filtración final	35
Figura 22. Proceso de lixiviación	38
Figura 23. Proceso de Mezclado.....	45
Figura 24. Proceso de mezclado final.....	48
Figura 25. Ejemplo distribución por proceso.	51
Figura A1. Flujo de caja nominal.....	86

Figura A2. Flujo de caja en el punto de equilibrio.....	86
Figura A3. Flujo de caja con 30% menos en el valor del equipo	86
Figura A4. Flujo de caja con un ahorro de 20% en la materia prima	87
Figura A5. Diagrama flujo de proceso para proyecto de elaboración de ron	87
Figura A6. Cotización Tanque Agitado	89
Figura A7. Cotización Autoclave	89
Figura A8. Cotización Intercambiador de Calor	90
Figura A9. Cotización Uvas	90
Figura A10. Cotización Filtro Prensa	91
Figura A11. Cotización del Alcohol	91
Figura A12. Filtro de Osmosis Inversa	92
Figura A13. Alquiler Bodega en Guápiles	92
Figura A14. Precio Botella	93
Figura A15. Precio Caldera	93
Figura A16. Precio Barril	94
Figura A17. Precio Camión	94
Figura A18. Tarifa de electricidad bloque de 0 a 300 kWh	95
Figura A19. Cotización Bomba	95

Capítulo I. Introducción

Es importante conocer el producto al que se va a realizar la prefactibilidad. Donde a gran escala el ron es un fermentado a partir de la caña de azúcar que se produce en varias regiones del mundo. Existen varios países americanos que se caracterizan por elaborar este producto. Algunos de estos son, Nicaragua, Cuba, República Dominicana y Costa Rica. Se podría decir que dentro del ron existen seis tipos, blanco, dorado, oscuro, agrícola, ron con especias y la cachaca que es el ron de Brasil (Roskrow, 2018).

En Costa Rica la Fábrica Nacional de Licores (FANAL) es la única permitida para distribuir los productos destilados de la caña esto está establecido en el artículo N° 50 de la Reforma de la ley Orgánica del Consejo Nacional de Producción. Razón por la cual el proceso para la producción de Ron debe ser a partir del producto destilado por la FANAL ya que es la única empresa con potestad de vender y producir el destilado de caña de azúcar.

A partir del destilado suministrado por la FANAL se debe añejar en barriles de madera, dependiendo de la pureza y de la elección del producto que se quiera. Después del añejamiento se debe pasar por un proceso de filtración, luego se mezclan diferentes rones con diferentes añejamientos que terminan el producto de ron. Este último mezclado es el que dan los sabores particulares del ron. Un ron nunca presenta un solo añejamiento en su composición (Hacienda Moterrey Wines & Spirits, s.f.).

Según datos obtenidos del sitio web del IAFA un 35 % de los hombres y un 21 % de las mujeres mayores de edad son consumidores activos de alcohol (Instituto sobre Alcoholismo y Farmacodependencia, 2020). En Costa Rica, se producen y comercializan diferentes productos alcohólicos donde el ron es uno de los más consumidos, en el año 2019 se consumieron 2 305 800 L de ron (Euromonitor, 2020). Aunado a esto, es la bebida de más consumo alrededor de América Latina consumiéndose alrededor de 262 145 500 L de ron en el 2019 (Euromonitor, 2020). Lo que hace de este un producto llamativo, debido al alto consumo dentro del país como en la región.

1.1 Objetivo General

Determinar la prefactibilidad técnico-financiera para la instalación de una planta productora de ron a partir del destilado del fermento de caña de azúcar.

1.2 Objetivo Específicos

1. Determinar el volumen de producción y la estimación de la demanda de la bebida alcohólica a base de fermentado de caña de azúcar
2. Determinar el marco legal y ambiental para la operación del proyecto
3. Realizar el estudio técnico para la instalación de la planta productora
4. Realizar un estudio financiero del proyecto

Capítulo II. Estimación de la demanda, del volumen de producción y características del producto.

Para conocer la demanda se realizó un estudio del mercado actual y de la producción del país. Esta información es de gran importancia para proyectar la potencial demanda del producto, estimar el volumen de producción, el precio de venta, la información de los proveedores, los consumidores y la competencia. Los estudios de mercado se dirigen hacia la identificación del “nicho de mercado”, su naturaleza y el uso que se le da es para llegar a la cuantificación de mercados potenciales y lograr que se facilite la venta de los productos (Baca Urbina, 2013).

2.1 Situación actual del mercado de Ron

Se investigó la situación actual y la tendencia del mercado del ron en nuestro país. Para estimar la posible demanda y su potencial consumo. En el cuadro 1 se muestran cuantos litros se compraron de las diferentes marcas de ron en Costa Rica entre los años 2014 y 2019 (Euromonitor Internacional, 2021).

Cuadro 1. Litros por marca consumidos en Costa Rica

Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Colorado	387 733	373 644	373 053	398 237	437 773	454 069
Flor de caña	437 763	435 918	435 229	435 572	437 773	441 096
Bacardi	412 748	423 463	422 793	423 127	425 265	428 122
Ron Cortez	362 718	373 644	373 053	373 347	362 726	363 255
Ron Centenario Añejo	275 165	286 460	286 007	286 233	287 679	285 415
Ronrico	175 105	174 367	174 091	174 229	175 109	181 628
Captain Morgan	62 538	74 729	62 176	62 225	62 539	64 867
Total	2 113 770	2 142 225	2 126 402	2 152 970	2 188 864	2 218 452

Con esta información se conocen los principales competidores con los que puede contender el producto de ron. En los diferentes supermercados se pueden encontrar estos productos en varias presentaciones. Por ejemplo, para el añejamiento se pueden encontrar productos de 3 años, 4 años, 5 años, 7 años, 10 años, 12 años, 18 años y se puede seguir

continuando donde entre mayor añejamiento se espera que se tenga un precio más alto. Por otro lado, también hay diferentes tipos de presentación de volumen el más pequeño sería 375 mL comúnmente, también hay 750 mL y 1 L, principalmente. Claro que existen botellas más grandes, sin embargo, no son tan común de encontrar.

2.2 Análisis de precios en cadenas de supermercados

Se hizo una revisión del precio de los distintos rones de alto consumo en el país en cinco de los supermercados de mayor venta. Debido a que no se encontró en todos los abastecedores la botella con el mismo volumen se tabularon los datos con el precio por mililitro para lograr llegar a una misma unidad de medida. Esta información se puede observar en el cuadro 2.

Cuadro 2. Precio de diferentes rones en colones por mililitro

	Automercado	Walmart	MásxMenos	Maxi Pali	Pricesmart
Centenario 4 años	9.85	10.67	10.93	9.33	-
Centenario 7 años	14.33	15.00	16.80	16.80	12.20
Bacardi Blanco	10.43	11.87	12.00	11.73	9.18
Bacardi Oro	10.76	11.53	12.33	12.00	-
Flor de caña 4 años blanco	8.63	9.20	9.33	9.13	-
Flor de caña 4 años	11.17	8.75	11.07	10.93	8.00
Flor de caña 7 años	13.33	11.70	13.33	15.33	-
Capitán Morgan	10.84	10.80	10.25	-	-

2.3 Investigación del consumidor

Para conocer la aceptación y la potencial demanda que puede llegar a tener un determinado producto es importante hacer una investigación del perfil del consumidor, en este caso esta investigación, se realizó por medio de una encuesta abierta con divulgación en las redes sociales a 474 personas partiendo de los 18 años en adelante. En este caso, el tamaño de muestra mínimo es 385 personas para un 95 % de confianza y un 5 % de margen de error, por lo tanto, la encuesta realizada es representativa de la población.

Se extrajeron 6 grupos de edades, en la figura 1 se puede ver como el rango de (18 a 29) años presenta la mayor concentración con un 48.95 % seguido por los rangos (40 a 49)

años y de (60 a 69) años donde ambos obtuvieron un 14.35 %. La razón por la que se puede ver una cantidad tan alta del rango (18 a 29) años es debido a que se utilizó principalmente las redes Facebook e Instagram, también la encuesta la compartió el perfil de la Escuela de Ingeniería Química que es mayormente seguido por estudiantes de la universidad que suelen caer dentro de este rango.

¿En que rango se encuentra su edad?

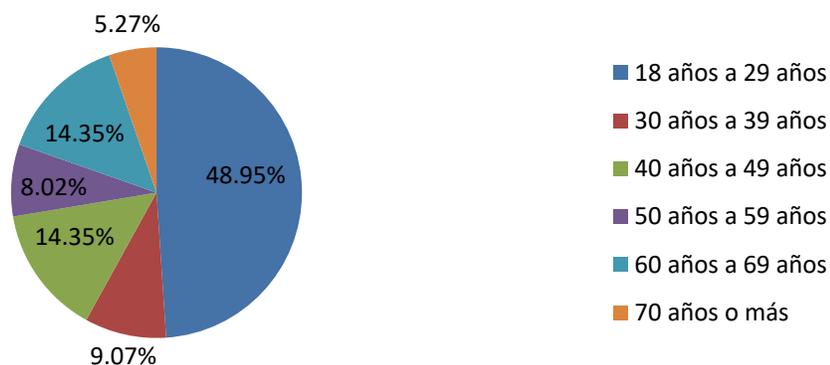


Figura 1. Edad de los encuestados

Costa Rica está dividida en seis regiones, en este caso la mayoría de los encuestados son parte de la región central con el 93.04 %, figura 2. La región siguiente es la Huetar Norte con el 2.53 %. Este resultado puede llegar a sesgar la información ya que se está contemplando principalmente la opinión de la región central, a pesar de que esta es la de mayor densidad de población. Esto se debe a los canales de divulgación de la información, sin embargo, se va a considerar que esto no afecta ya que es la región del mercado meta que tiene el proyecto.

¿En que región socioeconómica de Costa Rica vive?

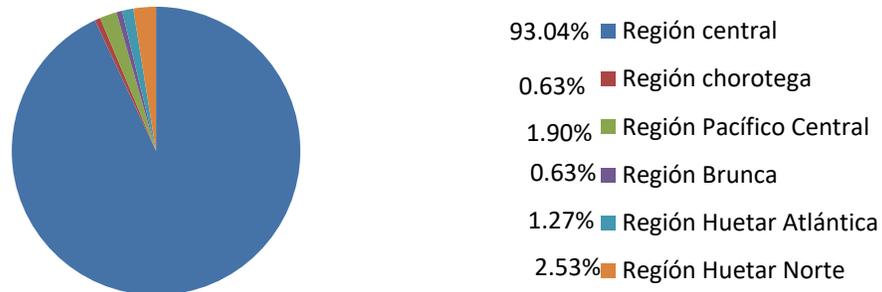


Figura 2. Regiones socioeconómicas de los encuestados

Para determinar los potenciales consumidores se consultó si consumían bebidas alcohólicas, esto a su vez da un indicio de la tendencia que puede llegar a tener el país respecto al consumo. Como se puede ver de los 474 encuestados 426 consumen bebidas alcohólicas, siendo un 89.87 %, como se observa en la figura 3, este resultado es positivo ya que se ve que se tiene una gran mayoría de consumidores respecto a los que no.

¿Consume bebidas alcohólicas?

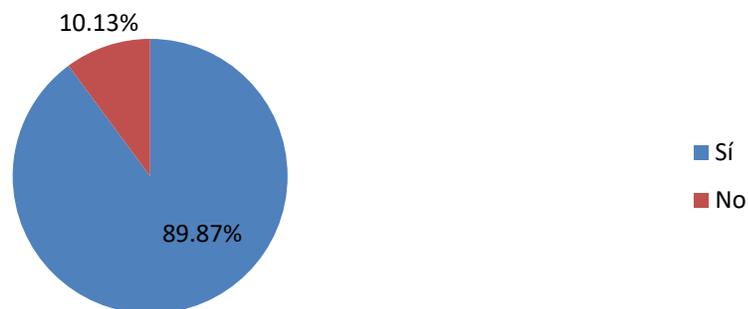


Figura 3. Porcentaje de encuestados que consumen de bebidas alcohólicas

Para conocer una posible demanda de producto también es importante conocer la frecuencia en la que los encuestados consumen alcohol. La frecuencia más seleccionada fue 1 vez por semana con un 28.40 %, muy seguido por 2 a 3 veces por semana con un 28.17

%. Esto nos indica que de los 474 encuestados, 263 son consumidores semanales, esto se puede ver en la figura 4.

¿Cuál es su frecuencia de consumo?

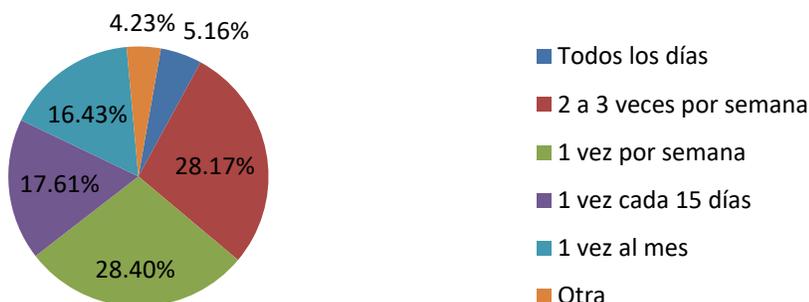


Figura 4. Frecuencia de consumo de los encuestados

De los 426 encuestados que consumen bebidas alcohólicas, se les preguntó si son consumidores de ron. Se obtuvo que el 63.15 % de los encuestados consumen ron, figura 5. Al igual que el gráfico anterior esto nos da aún más información sobre la posible aceptación que pueda tener el producto a nivel nacional.

¿Consume ron?

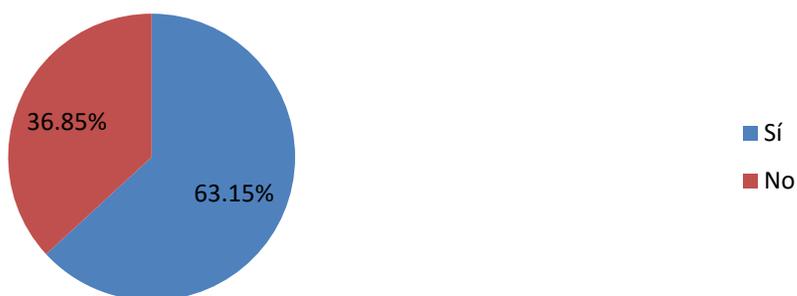


Figura 5. Porcentaje de encuestados que consumen de ron

También se consultó a las personas porque no consumían ron, en su mayoría la respuesta fue que no les gusta o que es muy dulce. Varios indican que solo toman un tipo de alcohol, ya sea whiskey, vodka, por citar algunos. El motivo de esta pregunta era

conocer si algún cambio en el producto podría hacerlos cambiar de opinión y así que sean consumidores de ron.

Es importante conocer la preferencia del ron en comparación con los demás tipos de bebidas alcohólicas. Tomando en cuenta una escala de 5 a 1 donde 5 es preferido, el 39.0 % de los encuestados colocaron el ron en la posición 3, donde un 21.9 % lo coloca en la posición 4 y un 18.6 % indicaron que el ron es su licor preferido.

La encuesta realizada indica que las marcas más conocidas de ron son Flor de caña, Bacardi, Centenario y Zacapa. Donde la primera la conoce un 87.7 % de los encuestados, la siguiente un 85.9 %, seguida por Centenario con un 76.2 % de conocimiento y por último Zacapa con un 68 %.

Al igual que con el consumo de bebidas alcohólicas es importante conocer la frecuencia de consumo de ron. El 45.72 % de las 269 personas que consumen ron lo hacen 1 vez al mes. Las personas que consumen ron cada 15 días son un 18.22 %, 10.04 % lo consumen 1 vez por semana, como se puede observar en la figura 7.

¿Cuál es su frecuencia de consumo de ron?

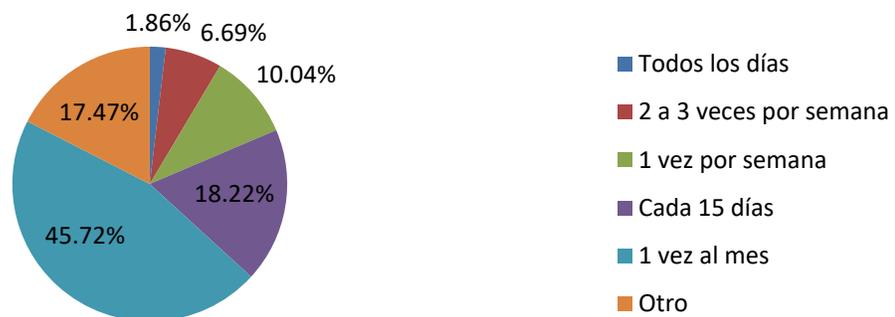


Figura 6. Frecuencia de consumo de ron de los encuestados

Es de importancia conocer la fidelidad de los encuestados respecto a la marca que acostumbran a consumir. Se preguntó si consume otra marca además de la de su preferencia, figura 8, un 73.98 % contestó que si acostumbra a consumir otro tipo de ron

diferente de su favorito. Esto indica que es posible ganar consumidores ya que no están completamente cerrados a solamente consumir una marca de este producto.

¿Acostumbra consumir otra marca de ron diferente a su favorita?

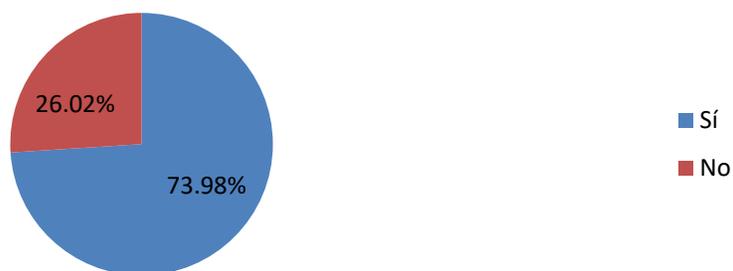


Figura 7. Lealtad de los encuestados para su marca de ron de preferencia

También se incluyó la pregunta si estaban dispuestos a probar una marca nueva de ron, figura 9. Esto es importante saberlo ya que ciertamente en muchas de las ocasiones introducir un producto nuevo al mercado puede generar un poco de rechazo por parte del consumidor. En este caso, un 95.17 % indicó que si está dispuesto a probar un nuevo ron.

¿Probaría una nueva marca de ron?

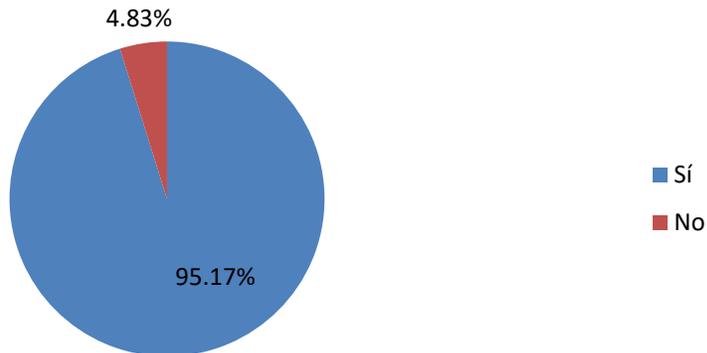


Figura 8. Porcentaje de encuestados que consumirían una nueva marca de ron

Se consultó si estaría dispuesto a probar un nuevo producto de ron conociendo que este es de Costa Rica. El 92.94 % de las personas contestaron que si lo consumirían, figura

10. Lo importante de preguntar esta pregunta es saber si el hecho de que sea nacional puede llegar a llamar la atención del consumidor.

¿Probaría una nueva marca nacional de ron?

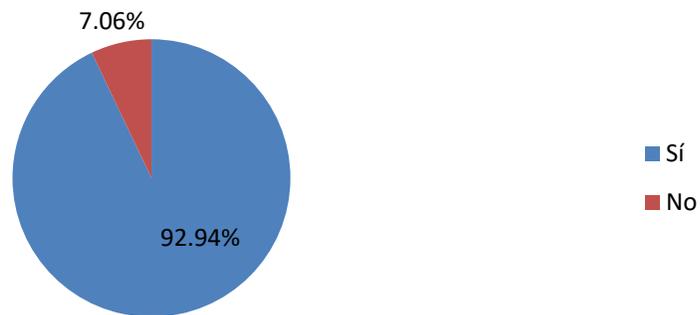


Figura 9. Porcentaje de encuestados que probarían una nueva marca nacional de ron

De esta encuesta también se quiso obtener preferencia en características del ron, para un 35.32 % de los encuestados contestaron que les era indiferente el añejamiento del ron. Luego, un 26.77 % indica que prefiere 10 años de añejamiento para el ron y un 23.79 % indica que 7 años de añejamiento, figura 11.

¿Cuál es su añejamiento de ron preferido?

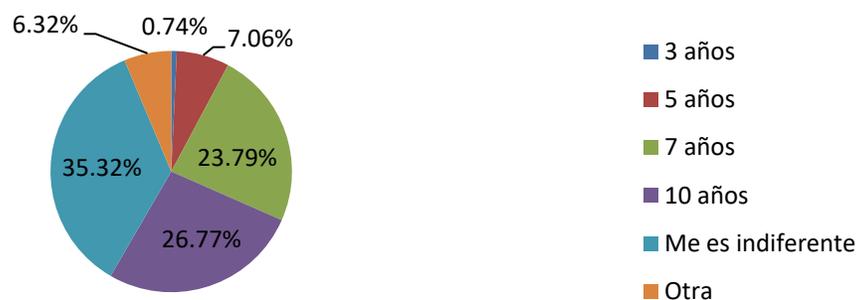


Figura 10. Añejamiento preferido por los encuestados

Para lograr conocer la preferencia en la presentación de este producto se hizo una pregunta en la que consultaba la presentación de preferencia. Donde 65.4 % de los encuestados indican que su presentación de preferencia es 1 L, refiérase a la figura 12.

Esto ayudó a lograr elegir con cual volumen de presentación se lanzaría el producto al mercado en caso de que la prefactibilidad sea positiva.

¿Que presentación de botella prefiere?

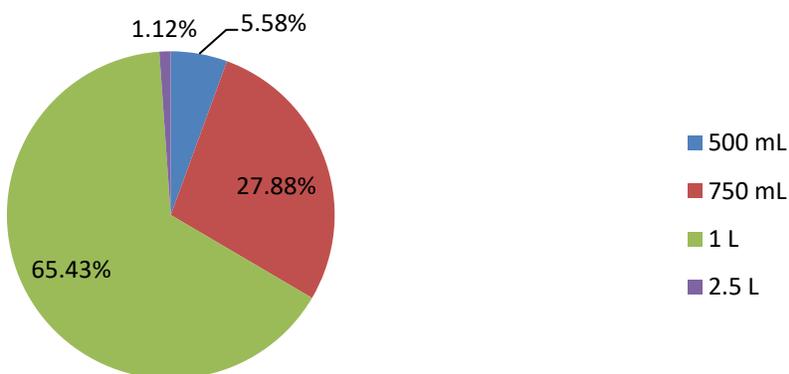


Figura 11. Preferencia de presentación de botella de ron

Por último, se consultó si estaría dispuesto a pagar por una botella de 1 L de ron. El 47.2 % de los encuestados indicaron que el rango de precio de su preferencia para una botella de ron es de 10 000 colones a 15 000 colones, figura 13. Con el resultado de esta pregunta obtenemos un rango en el que se puede mover el precio de los productos de este proyecto.

¿Que rango de precio ve correcto para la presentación de 1 L?



Figura 12. Rango de precio de botella de 1 L que los encuestados ven adecuado

2.4 Estimación del volumen de producción y características del producto

Son importantes las características del producto, debido a que influyen en el volumen de producción. Una de estas es el añejamiento del producto, en este caso como se puede ver en la figura 13, en su mayoría las personas cuando toman ron les es indiferente el añejamiento, esto tomando en cuenta los resultados que se obtuvieron en la figura 11. Sin embargo, al tomar en cuenta la opinión de las personas que toman ron por lo menos 1 vez cada 15 días, por ende, consumidores habituales de ron, podemos ver que esto cambia y se prefiere en su mayoría un añejamiento de 10 años con un 32.32 % de los 99 encuestados que contestaron tomar ron por lo menos una vez cada 15 días. Luego de este el más cercano fueron los 7 años con un 23.23 % y la respuesta me es indiferente con un 21.21 %.

Añejamiento preferido para el consumidor habitual

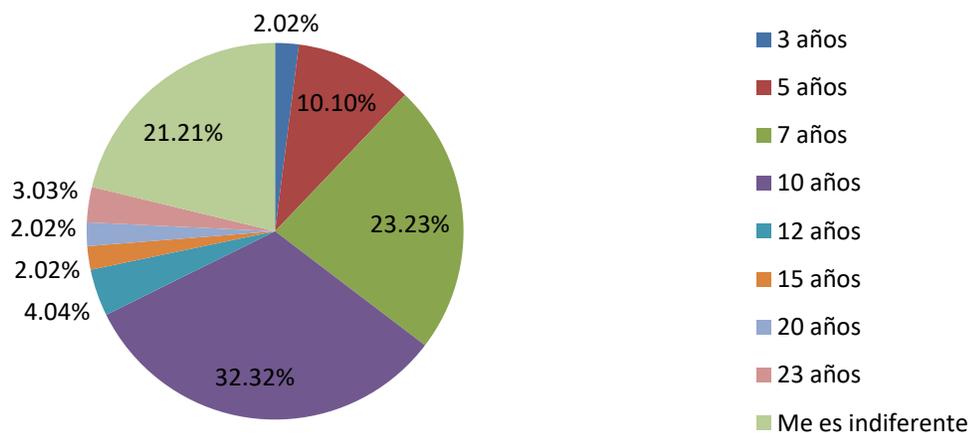


Figura 13. Añejamiento preferido de los encuestados que son consumidores habituales de ron

Debido a que el estudio es para una empresa nueva se considera que un producto de 10 años de añejamiento no se aconseja. Ya que la inversión de un producto tan lejano se va a ver retornada hasta un punto muy lejano lo que puede causar problemas en la rentabilidad de la nueva empresa. De esta manera se ofrecerán dos diferentes tipos de añejamiento. Se decide hacer un producto de 3 años y un producto de 7 años. El cambio del añejamiento solamente llega a afectar el proceso en la cantidad de años que se mantiene el producto en

el barril de añejamiento. Este último sería el producto estrella y principal, sin embargo, el otro producto se hará para tener ingresos y a su vez para comenzar a hacer un nombre a la empresa.

La elección de 7 años de añejamiento se da debido a los resultados obtenidos con la encuesta de los consumidores habituales de ron. Este añejamiento no es el más alto en la encuesta, pero es el que mejor se acomoda a la apertura de esta nueva empresa, esto debido al problema que se mencionó anteriormente con los rones de añejamiento de muchos años. El producto de 3 años de añejamiento se da debido a que permite generar ingresos desde los primeros años que la marca ingrese al mercado y sea reconocida.

Otra característica importante del producto a vender es la presentación de este. En este caso podemos ver en la figura 12 que en su gran mayoría los encuestados prefieren la presentación de 1 L de ron, luego le sigue la de 750 mL. Para este estudio se selecciona la presentación de 1 L, esto para tener un mejor enfoque a los diferentes productos dependiendo de su añejamiento y no por su presentación.

Debido a esta razón, a la hora de determinar el volumen inicial se debe contemplar la división que este debe tener respecto a los distintos añejamientos. De esta manera se debe estimar cuál será el volumen con el que se va a iniciar para ambos tipos de añejamientos. Se puede tomar este volumen de dos formas, tomando los porcentajes de la encuesta y extrapolarlo a la población de Costa Rica. La otra forma es identificando un porcentaje del mercado del cuadro 1 que se quiera abarcar con este producto.

Si se hace de la primera forma, tenemos según datos del INEC (2021) que la población mayor de edad es un 74.1 %. Tomando un estimado de 5 200 000 como la población de Costa Rica, son 3 853 200 personas mayores de edad. De éstas con los resultados obtenidos en la encuesta se sabe que 3 462 871 consumen bebidas alcohólicas. Sin embargo, no todas estas personas consumen ron, se conoce que 63.15 % consume ron, lo que se traduce a 2 185 802 personas. En Costa Rica se consume 3 L de alcohol per cápita, siendo el segundo país de la región de menor consumo (Barquero, 2018). Con una

suposición que del consumo per cápita 1 L es de ron, tenemos un número de personas muy similar al total obtenido en el cuadro 1.

Tomando en cuenta que los valores de volúmenes consumidos están muy similares se tomará el del cuadro 1 para tener un mejor respaldo, ya que este es un valor obtenido realmente sin ninguna suposición. De este volumen de consumo se va a desarrollar producto para abarcar cerca del 1.5 % de la demanda con el producto con 3 años de añejamiento y para el producto de 7 años de añejamiento se va a querer cumplir con cerca del 1 % de la demanda.

Estos resultados son parte importante para el estudio de mercado, debido a que de esta manera se puede estimar del precio de venta producto. Con los precios obtenidos de la competencia, más conociendo cuanto es lo que están dispuestos a pagar los consumidores se obtiene el precio de venta de los productos. El precio seleccionado al mercado será de ¢ 10 000 para el de 3 años y de ¢ 12 500 para el de 7 años, esto tomando en cuenta los resultados obtenidos de la encuesta (figura 13) donde en su mayoría las personas encuestadas indicaron que un precio adecuado es entre ¢ 10 000 y ¢ 15 000. Para 3 años se eligió este precio debido a que en su mayoría los precios para el de 4 años rondan este valor. Por otro lado, para el de 7 años se propone ¢ 12 500 ya que en el mercado se pueden encontrar productos con menor valor y con mayor valor. Al ponerlo más barato que el promedio se intenta generar que el producto sea más atractivo para empezar a dar a conocer la marca.

Capítulo III. Legislación en Costa Rica sobre producción de ron

3.1 Marco Legal

El proceso de producción de ron está regulado a nivel nacional, existe la Norma de Bebida Alcohólica Ron, N° 20372. Esta norma define las características y establece los requisitos que debe tener un producto de ron en nuestro país. En esta ley se definen las diferentes características del ron como, por ejemplo, por su contenido de congéneres se puede clasificar por ron liviano y ron pesado. Por otro lado, por el color existen también dos identificaciones claro y oscuro (Decreto ejecutivo N°20732, 1991).

También se tienen diferentes tipos de identificaciones por el añejamiento del ron. Para poder llamar al ron como “reserva”, “reserva especial” o “especial añejo” debe tener como mínimo un añejamiento por 3 años. Para poder utilizar la palabra “añejo”, se debe colocar los años de añejamiento en seguida, por ejemplo, “añejo 3 años” (Decreto ejecutivo N°20732, 1991).

El ron se debe preparar con su materia prima alcohólica con un título alcohólico no menor a 75 % en volumen, y este destilado debe ser incoloro. El período de añejamiento no puede ser menor a un año. El recipiente de añejamiento debe ser de roble blanco, donde las duelas pueden estar quemadas interiormente. Se puede utilizar madera de segundo uso, si este fue utilizado para vino, brandy, whisky, para citar algunos (Decreto ejecutivo N°20732, 1991).

Por otra parte, la norma decreta ciertos requisitos químicos que el ron debe cumplir en Costa Rica, estos son los siguientes (Decreto ejecutivo N°20732, 1991):

Cuadro 3. Características requeridas por ley para el ron liviano y ron pesado.

Requisitos	Ron liviano		Ron pesado	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Título alcohólico, en porcentaje en volumen, a 20 °C (% vol.)	35.0 ± 0.5	55.0 ± 0.5	35.0 ± 0.5	55.0 ± 0.5
Extracto seco, en g por 1 000 mL de producto	N/A	20	N/A	20
Azúcares totales, expresados en g de azúcares reductores por 1000 mL del producto	N/A	20	N/A	20
Alcoholes superiores (aceite fusel), en mg por 100 mL de alcohol etílico anhidro	N/A	150	N/A	400
Aldehídos, expresados en mg de acetaldehído por 100 mL de alcohol etílico anhidro	N/A	8	N/A	10
Esteres, expresados en mg de acetato de etilo por 100 mL de alcohol etílico anhidro	N/A	200	N/A	300
Acidez total, expresada en mg de ácido acético por 100 mL de alcohol etílico anhidro	N/A	100	N/A	100
Furfural, en mg por 100 mL de alcohol etílico anhidro	N/A	1.5	1	2
Metanol, en mg por 100 mL de alcohol etílico anhidro	N/A	10.0	1	10.0
Suma de los componentes volátiles diferentes del alcohol etílico (congéneres) en mg por 100 mL de alcohol etílico anhidro	20	200	200	600
Taninos, en mg por 100 mL de alcohol etílico anhidro	N/A	20	N/A	30

Las materias primas también son tomadas en cuenta en esta “Norma de bebidas alcohólicas ron”, para el mosto deben ser exclusivamente productos o subproductos de la caña de azúcar: jugos crudos o cocidos, mieles, melaza, azúcar y panelas. El diluyente solamente puede ser agua potable desmineralizada. Los edulcorantes pueden ser sacarosa, glucosa o dextrosa, miel de abejas o vinos dulces concentrados, los colorantes, caramelo u colorante natural autorizado por el ministerio de salud y los saborizantes y aromatizantes pueden ser vino, extractos, infusiones, espíritus y mezclas de origen vegetal, no deben modificar sustancialmente el sabor y aroma del ron (Decreto ejecutivo N°20732, 1991).

Se debe hacer un muestreo de acuerdo con la Norma NCR 107:1990. Solo se tolerarán como contaminantes presentes en el ron el Arsénico y el plomo en trazas menores a 1.0 mg/kg de ron, el zinc y cobre en trazas menores a 10.0 mg/kg de ron y el máximo de metales pesados expresados como plomo 40.0 mg/kg de ron (Decreto ejecutivo N°20732, 1991).

Las etiquetas deben ir de acuerdo con las secciones 1, 2, 4 y 5 de la NCR 108:1989. Debe llevar el nombre del producto, el contenido neto en volumen en unidades SI, el porcentaje de alcohol por volumen que también es conocido como título. También el nombre y a la dirección del fabricante, envasador, distribuidor o importador. Debe llevar el país de origen o que fue envasado en Costa Rica, por ejemplo “Producto Centroamericano hecho en Costa Rica” o “Producto envasado en Costa Rica”. Deberá llevar grabado el lote y la fábrica, los permisos del Ministerio de Salud. El número de licencia y código del Ministerio de Salud deberán ir en la etiqueta. Los embalajes deberán fabricarse de manera que protejan el producto en el almacenamiento y su transporte (Decreto ejecutivo N°20732, 1991).

Por otro lado, en Costa Rica la Fábrica Nacional de Licores es la única entidad autorizada para distribuir los productos destilados de la caña esto está establecido en el artículo N° 50 de la Reforma de la ley Orgánica del Consejo Nacional de Producción. El artículo establece “En tanto no se dé una nueva ley sobre el monopolio de licores nacionales y la Fábrica Nacional de licores pertenezca al Consejo Nacional de Producción,

éste la administrará como una unidad adscrita al Consejo, a fin de que cuente con medios propios y organización suficiente para bastarse por sí misma, en lo administrativo” (Ley N° 6050, 1977). Esto afecta al proyecto ya que se tiene una limitante para poder conseguir la materia prima necesaria para elaborar el producto.

El Reglamento sobre la concesión para la elaboración de bebidas alcohólicas de FANAL. En su primer artículo se establece que el Consejo Nacional de Producción otorgará concesiones para la elaboración de licores, esto por medio de la FANAL. Cualquier solicitante de una concesión deberá cumplir las siguientes obligaciones (Junta Directiva del Consejo Nacional de Producción, 2009):

- a) Una solicitud escrita y formal a la Administración General de FANAL
- b) El formulario de información básica del solicitante
- c) Planos de distribución de la planta ya sea propia o alquilada
- d) Si las instalaciones son arrendadas, copia del certificado por un notario del contrato de arrendamiento
- e) Presentar formulación básica y las características fisicoquímicas de cada base alcohólica
- f) Bocetos de las etiquetas de cada una de las bebidas
- g) Sistema de trazabilidad y seguridad de las marcas incluidas en la concesión
- h) Certificados autorizados por el contador público autorizado sobre la solidez financiera del proyecto
- i) Formulario para la solicitud de alcohol para uso en los productos varios y cumplir con los requisitos
- j) Dos muestras de cada bebida alcohólica sobre la que solicita la concesión
- k) Permisos del Ministerio de Salud al día

La Administración General, autorizará la venta de alcohol para hacer pruebas y preparar muestras, siempre que se respete lo estipulado en el procedimiento de venta de alcohol a granel. La cuota máxima estimada para este fin es de 25 L para cualquier tipo de

producto. Se puede llegar a 100 L si se consigue una justificación debido a la escala de la planta (Junta Directiva del Consejo Nacional de Producción, 2009).

Una vez aprobada la concesión se debe formalizar el contrato, lo elabora la asesora legal de FANAL y la administración o subadministración general de FANAL lo avala, antes de ser firmados por las personas correspondientes (Junta Directiva del Consejo Nacional de Producción, 2009).

Como concesionario se tiene las obligaciones de cumplir las disposiciones del contrato, como por ejemplo: presentar el formulario para la solicitud de alcohol, comprar la totalidad de la cuota anual establecida en el contrato de concesión, mantener actualizados todos los documentos legales, permitir siempre el ingreso de funcionarios de la FANAL y pagar el canon establecido en el Reglamento (Junta Directiva del Consejo Nacional de Producción, 2009).

Por otro lado, se debe iniciar las operaciones máximo seis meses después de ser aprobada la concesión. El precio del alcohol será el que se encuentre vigente al momento de la facturación. El pago de la materia prima debe realizarse antes de que se entregue esta (Junta Directiva del Consejo Nacional de Producción, 2009).

Otros decretos o normas importantes que se deben de tomar en cuenta son el D31595-S que es el reglamento para producto alimentario. También, la ley 17 que es la que obliga a cotizar a la Caja Costarricense de Seguro Social. Por último, el D 1-2 que es el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y el D13466 que es Reglamento para riesgo en el Trabajo.

3.2 Procedimiento para establecer una empresa

La cámara de comercio de Costa Rica estableció en un manual una serie de etapas del procedimiento para establecer una empresa (Cámara de Comercio de Costa Rica, 2016).

3.2.1 Paso 1. Inscripción de la empresa ante el registro civil

La empresa puede operar registrándose como persona física o como persona jurídica. Para inscribir una empresa domiciliada en Costa Rica como persona jurídica, se debe

constituir ante un notario una escritura pública conforme el Artículo 18 del Código de Comercio. El notario debe presentar testimonio de escritura ante el registro Mercantil, de esta manera queda registrada y se obtiene un número de identificación o cedula jurídica. Si el notario utiliza el portal “crearempresa”, los plazos son menores pero los requisitos siempre son los mismos (Cámara de Comercio de Costa Rica, 2016).

Este primer proceso puede durar entre 15 y 30 días, los primeros dos pasos los debe hacer un notario los últimos tres lo puede hacer el interesado o bien el notario (Cámara de Comercio de Costa Rica, 2016).

Inscripción de una marca y nombre comercial

Luego de inscribir la empresa en el registro público se puede inscribir la marca y el nombre comercial en el Registro de la Propiedad Industrial. Previo a la inscripción se debe hacer un estudio de novedad, esto para saber si existen distintivos iguales o similares que se hayan registrado y estén vigentes en la misma clase. Se debe llevar el formulario firmado por el solicitante o representante y firmado por el notario (Cámara de Comercio de Costa Rica, 2016).

3.2.2 Paso 2. Determinar el tipo de empresa

Existen dos tipos de empresas las turísticas y exportadores. Dentro de este tipo de empresas exportadoras también se divide en dos tipos, el régimen de Zona Franca y régimen de Perfeccionamiento Activo (Cámara de Comercio de Costa Rica, 2016). Para el caso de esta empresa productora de ron estas categorías no aplican, por ende, se omite este paso.

3.2.3 Paso 3. Determinar si se requiere construir

Como en este caso se va a alquilar la propiedad, este paso se omite.

3.2.4 Paso 4. Inscripción de la empresa como contribuyente tributario

Esta inscripción es requerida para toda persona física o jurídica que realice actividades económicas. Deben tributar las empresas lucrativas y los consumidores al efectuar las compras. Para esta empresa productora de ron el régimen tradicional sería el

que aplica. En este los contribuyentes deben llevar la contabilidad en un libro para ventas y otro para renta. El impuesto de ventas es 15 %, mientras que el de renta varía de acuerdo con los ingresos (Cámara de Comercio de Costa Rica, 2016).

3.2.5 Paso 5. Suscripción de póliza de riesgos de trabajo

El patrono debe asegurar a todos sus empleados por cualquier riesgo que se tenga en el trabajo. Debido a esto se debe suscribir una póliza con alguna entidad autorizada en el país para vender seguros. Al momento de la expedición de la guía de la Cámara de Comercio de Costa Rica solamente el Instituto Nacional de Seguros, presentaba en su portafolio de seguros el seguro de trabajo (Cámara de Comercio de Costa Rica, 2016).

Una vez que se suscribe la póliza, se debe remitir al INS un estado de planilla mensualmente donde se indica: nombre y apellidos de los trabajadores, días y horas laborados y salarios pagados (Cámara de Comercio de Costa Rica, 2016).

3.2.6 Paso 6. Suscripción de la empresa ante la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS)

3.2.7 Paso 7. Solicitud de los permisos sanitarios de funcionamiento (PSF) ante el Ministerio de Salud

3.2.8 Paso 8. Solicitud de patente municipal

3.2.9 Paso 9. Registro Sanitario de productos específicos

Se debe registrar en producto en el registro de alimentos, si se desea fabricar, comercializar, importar y distribuir algún producto alimenticio se debe inscribir previamente en el Ministerio de Salud (Cámara de Comercio de Costa Rica, 2016).

3.3 Marco Ambiental

Los residuos que la empresa genera se deben tratar para impactar lo menos posible el medio ambiente. Existen diferentes reglamentos que se deben seguir, a continuación, se enumeraran los necesarios para que esta empresa cumpla con todo lo necesario para funcionar en el suelo costarricense.

Para el correcto vertido de los desechos residuales existe el Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales, N°33601-MINAE-S, La Gaceta 55, Alcance 8 este tiene por objetivo “la protección de la salud pública y del ambiente, a través de una gestión ambientalmente adecuada de las aguas residuales”.

En este reglamento mencionado se establecen los diferentes parámetros que se deben analizar. Los parámetros obligatorios para el tipo ordinario y especial serían el caudal, Demanda Bioquímica de Oxígeno ($DBO_{5,20}$), Demanda Química de Oxígeno (DQO), potencial de hidrógeno (pH), grasas y aceites (GyA), sólidos sedimentables (SSed), sólidos suspendidos totales (SST), sustancias activas al azul de metileno (SAAM) y temperatura (T). Para la producción de bebidas espirituosas los límites establecidos si el agua residual es vertida a un alcantarillado sanitario son 100 mg/L para $DBO_{5,20}$, 250 mg/L para DQO y 100 mg/L para SST, 5 mL/L para SSed, 50 mg/L para GyA, un pH de 6 a 9, una temperatura entre 15 °C y 40 °C, por último, SAAM 5 mg/L. (Poder Ejecutivo, 2007).

También existe un canon por pagar regulado por el N°33431-MINAE-S su fundamento es básicamente que el que contamina debe pagar por esa contaminación. Donde se tiene un cobro de \$ 0.22 / kg DQO y \$ 0.19 / kg de SST. Sin embargo, se hizo una modificación a este reglamento donde se establecen exoneración del permiso de vertido a las personas que descarguen en un alcantarillado sanitario, reúsen sus aguas según el Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales, descarguen en tanque séptico o se entreguen a un tercero para su tratamiento (Poder Ejecutivo, 2010).

Por último, los demás decretos o normas que se deben seguir son el D39887-S-MINAE, este es el reglamento de aprobación y operación STAR. También el de viabilidad ambiental D31849-MINAE-S-Salud-MOPT.

Capítulo IV. Propuesta de proceso productivo para la producción de ron

Este capítulo consta de cinco partes donde se verán el fundamento teórico de este proceso, la selección de las condiciones de operación, el balance de masa y energía de los procesos, tratamiento de efluentes y la distribución de la planta.

4.1 Fundamento teórico

4.1.1 Materia Prima

Son dos tipos diferentes de alcoholes los que componen el ron, alcohol natural o neutro rectificado y el alcohol natural no rectificado. Aunado a esto, se debe utilizar agua para reducir el grado alcohólico al inicio del añejamiento y al momento de embotellar si es necesario. El agua agregada antes del añejamiento no debe tener sales, en especial hierro, magnesio o calcio. Esta agua generalmente viene de los condensados de la destilería, ya que no presentan sales. Por otro lado, el agua que se utiliza a la hora del embotellamiento si puede presentar sales (Diez, Salazar, & Cárdenas, 2013).

La desmineralización debe efectuarse de manera correcta, debido a que la contaminación influirá retención de sílice, este no debe estar entre 0.02 ppm a 0.05 ppm. No solo la dureza es imprescindible también se debe tomar en cuenta la alcalinidad y el pH del agua. Lo más importante para la calidad del agua es la conductividad debe estar entre 0.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 0.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Diez, Salazar, & Cárdenas, 2013).

Agua suavizada

La calidad del agua es de suma importancia en diferentes aplicaciones en la industria. Debe ser pura en ciertos casos como, por ejemplo; Agua de calderas, laboratorios, industria textil, farmacéutica, entre muchos otros. Es agua pura la que está libre de minerales y sólidos disueltos en su totalidad. Para lograr esto se lleva a cabo el proceso de desmineralización, este se basa en eliminar los iones inorgánicos presentes (Keiken Engineering, 2018).

El agua suavizada para este proyecto se consiguió con un filtro de osmosis inversa:

- Osmosis inversa (Una o dos etapas): Esta técnica se basa en membranas, estas son barreras semipermeables selectivas que permiten el paso del agua por difusión. Las sustancias disueltas, iones, quedan retenidas en esta membrana (Keiken Engineering, 2018).

4.1.2 Aditivos

Por lo general se utilizan aditivos para mejorar algunas características organolépticas del producto, en este caso para el ron, los más comunes son la glicerina, vinos, esencias de vainilla o almendras, extractos de pasas o ciruelas, colorante color caramelo, azúcar refinado, entre otros (Diez, Salazar, & Cárdenas, 2013).

Para utilizar un colorante se debe tomar en cuenta el punto isoeléctrico, por esta razón se debe realizar pruebas de turbidez en alcohol y pruebas con ácido tánico, para definir la coloración deseada del ron. Si no se utiliza la pureza adecuada del azúcar refinado pueden presentarse sedimentos (Diez, Salazar, & Cárdenas, 2013).

4.1.3 Barriles

No forman parte de la formulación como tal, pero son importantes ya que aportan una cantidad significativa de componentes orgánicos. La relación volumen superficie de contacto con el aire es importante debido a que incorpora los componentes de la madera a la mezcla, como el coniferaldehído, sinapaldehído y los elagitaninos. También, favorece a la oxidación de los componentes provenientes de la materia prima como de los aportados por la madera (Diez, Salazar, & Cárdenas, 2013). Esto es positivo ya que logra darle un sabor característico al ron.

4.1.4 Tostado de las duelas

La madera con la que se vayan a producir los barriles y la tecnología utilizada para el tostado de la madera influyen significativamente la calidad del producto. Los barriles quemados permiten acelerar el añejamiento del ron y también ayuda a que tome su color natural más rápido y también un sabor a madera. Este calentamiento principalmente se realiza para lograr la curvatura de las tablas (Diez, Salazar, & Cárdenas, 2013).

Al tostar la superficie de las tablas de los barriles (conocidas como duelas) la textura de estas se vuelve más porosa, en estos poros se retiene líquidos, el líquido absorbido resiste mejor el proceso de oxidación del etanol. Uno de los componentes que se obtiene al realizar este calentamiento es la lactona del roble, esta tiene influencia en el bouquet de los rones añejados. Para el añejamiento es importante saber que otros productos han sido utilizados en los mismos barriles para saber si son útiles para la función (Diez, Salazar, & Cárdenas, 2013).

4.1.5 Lixiviación

En la lixiviación la cantidad de material separado es mayor que el lavado por filtración ordinaria, frecuentemente, también las propiedades pueden variar en una operación de lixiviación. En este caso la corriente de alimentación se desintegra y se forma una pulpa cuando se logra retirar el material soluble, esta corriente es de sólidos gruesos, duros o granulados (McCabe, Smith, & Harriott, 2007).

Para lograr obtener características deseadas en el ron se debe preparar una infusión que vaya a ser mezclada con el alcohol ya añejado. Esta infusión se llevará a cabo con una mezcla de uva pasa, algarrobo y agua desmineralizada. Este es un proceso en el cual, con el solvente apropiado, se separan una sustancia soluble de un compuesto insoluble (Guarín Mendoza, 2003).

El producto obtenido de esta lixiviación debe pasar a un proceso de enfriamiento para lograr bajar su temperatura a cerca de 30 °C. Esto se lleva a cabo con un intercambiador de calor (Guarín Mendoza, 2003).

4.1.6 Mezclado

La operación de mezclado generalmente va de la mano con la agitación, las técnicas de agitación y mezclado son: suspensión de partículas sólidas, dispersión de gases o líquidos en otro líquido y agitación de líquidos miscibles (McCabe, Smith, & Harriott, 2007).

Los rones en su mayoría consisten en mezclas de diferentes rones con edades y tipos diferentes. Las marcas internacionales que venden grandes volúmenes combinan rones hasta de diferentes países. En este mezclado se puede agregar caramelos, especias y sabores. Este es un momento importante ya que es donde resalta la experiencia del maestro mezclador. Es importante que cada botella se consistente en sabor y calidad, ya que los consumidores esperan que siempre mantenga el mismo sabor. Luego de la mezcla se dejan reposando por un tiempo para que se terminen de fusionar los sabores, luego se embotella con agua pura (Hacienda Moterrey Wines & Spirits, s.f.).

4.1.7 Sedimentación

La sedimentación es el proceso físico donde las partículas sólidas suspendidas en un fluido son depositadas en el fondo por medio de alguna fuerza, por lo general con fuerza gravitacional, pero también puede ser centrífuga. Este fenómeno se ve en la naturaleza y posee grandes aplicaciones en la industria (Bustos, Concha, & Bürger, 1999). A continuación, se pueden observar cuatro de los principales tipos de sedimentación; Libre, interferida, Zonal y compresión.

Para este producto la sedimentación utilizada es la libre, que es, el fenómeno ocurre cuando la concentración de los sólidos es baja, provocando que la distancia de cada partícula sea menor que la distancia entre las partículas o flóculos, se considera que no existe interacción entre estos. Esto quiere decir que cada partícula se deposita independientemente (Bustos, Concha, & Bürger, 1999).

4.1.8 Filtración

La filtración consiste en separar las partículas sólidas contenidas en un fluido, pasando este fluido por un medio filtrante o pared separadora, en este se depositan los sólidos. El fluido puede estar presente como líquido o como gas. Esta filtración puede darse por medio de tres de mecanismos; filtro de torta, filtro clarificador y filtro de flujo transversal. La elección del mecanismo depende de los materiales a filtrar, las condiciones de operación, etc. (McCabe, Smith, & Harriott, 2007).

Los filtros de torta separan grandes cantidades de sólidos, formando una torta de cristales o lodo. Por lo general, estos tienen incluidos dispositivos que ayudan al lavado de la torta y para lograr eliminar la mayor parte posible del líquido en los sólidos (McCabe, Smith, & Harriott, 2007).

Por otro lado, los filtros clarificadores tienen la función de remover pequeñas cantidades de sólidos para obtener un líquido transparente o gas limpio. Los sólidos se atrapan en el interior del medio filtrante o en la superficie externa. Por último, los filtros de flujo transversal, la suspensión fluye bajo presión a velocidades altas atravesando el medio filtrante. Este medio filtrante puede ser una membrana de cerámica, metal o de algún polímero con poros pequeños (McCabe, Smith, & Harriott, 2007).

Otra forma de clasificar los diferentes filtros es por la forma en la que cruzan el medio filtrante. Los filtros que operan a presión mayor a la atmosférica, los que operan a presión atmosférica y los que operan al vacío. Cuando es a mayor presión que la atmosférica esta se genera por acción de la gravedad actuando sobre una columna de líquido, por medio de bombas o sopladores (McCabe, Smith, & Harriott, 2007).

4.1.9 Añejamiento

El añejamiento no transforma el ron sino desarrolla y sublima algunas cualidades latentes. La madera del roble logra un balance razonable entre las pérdidas por evaporación y el nivel extractivo de esta. Al dejar en reposo el líquido en el barril de roble se produce un cambio de aroma, por lo general el añejamiento es de dos a diez años, sin embargo, existen tipos de ron que no llevan añejamiento o menos de dos años (Diez, Salazar, & Cárdenas, 2013).

El proceso de añejamiento permite la oxidación de los componentes de la materia prima y los de la madera, lo que desencadena procesos físicos y químicos. Por lo general el ron sufre pérdidas durante el añejamiento, al entrar en contacto con la madera se pierde un 5 % del volumen y luego al tiempo del añejamiento se pierde 3 % por evaporación. La temperatura y la humedad relativa del lugar de almacenaje influye en el añejamiento (Diez, Salazar, & Cárdenas, 2013).

4.1.10 Embotellamiento

El paso final antes de llevar el producto al mercado es el embotellamiento, este se debe acoplar al volumen producido. El procedimiento de embotellamiento tiene varias etapas, la introducción de las botellas, enjuagado de las botellas, el llenado, taponado, lavado y secado, capsulado, encapsulado, etiquetado, codificado, embalado y paletizado (Monsalve Vega & Vásquez Durán, 2016).

4.2 Metodología de la selección de las condiciones de operación del proceso tecnológico

La selección de la tecnología a utilizar y las condiciones de operación del proceso tecnológico se realizó una matriz de selección tomando en cuenta diferentes características de cada una de estas tecnologías. Considerando criterios importantes para la producción en forma de ventajas y desventajas para ver cual equipo es el más apropiado para este proceso en específico.

4.3 Selección de las condiciones de operación del proceso tecnológico

El proceso de fabricación del ron consta de varias etapas, sin embargo, como se había mencionado anteriormente, el proceso inicia a partir del producto destilado. Esto debido al monopolio de la Fábrica Nacional de Licores. El proceso tecnológico varía dependiendo de las características que se desean del producto final, para este caso se quiere un ron de 40 % de volumen de ron de 3 años y 7 años de añejamiento con el uso de aditivos como algarrobo y uva pasa.

4.3.1 Suavizado del agua

Se tomo en cuenta la posibilidad de comprar el agua suavizada en lugar de realizar el proceso. Sin embargo, al realizar las cotizaciones de las dos posibilidades se notó que al realizar el proceso de manera interna se tenía un costo todavía menor, el costo de comprar el agua previamente mineralizada es alrededor de \$ 600 000. Al preguntar a una empresa nacional productora de ron, indicaron que el agua suavizada ellos la producen por medio de osmosis inversa. De esta manera se selecciona esté como el proceso que se va a seguir para

este caso. El equipo utilizado es el F-1 en el diagrama de flujo de proceso, como se puede observar en la figura 14.



Figura 14. Diagrama generalizado de suavizado del agua

4.3.2 Lixiviación de la infusión

Existen dos métodos de lixiviación, en estado estacionario y no estacionario. En este caso se realizará la lixiviación utilizando el estado no estacionario, esto debido al volumen que se quiere producir y debido a como es el proceso es más sencillo para una empresa que recién inicia tener un proceso en lotes. Esta lixiviación tendrá una fuente de alimentación conteniendo agua, otra con algarrobo y la última con uva pasa. Esta mezcla se calentará por 5 h a una temperatura de 120 °C con una presión de 40 psi.

Sin embargo, se debe tomar en cuenta un calentamiento inicial para llevar la mezcla como también el equipo de 20 °C a 120 °C. Este calentamiento se llevará a cabo en 50 min esté se hará en la marmita porque esta tiene un serpentín con el que se llevará a la temperatura deseada.

Luego de la cocción se separa la parte sólida de la líquida, dejando esta última en el equipo. Se bombea este hacia un tanque para luego pasar por un intercambiador, donde se enfría, antes de llevarlo al tanque de almacenamiento.

Es importante resaltar que el calentamiento del equipo se obtiene con un serpentín al fondo de la marmita, donde pasa vapor saturado. Este vapor saturado viene de una caldera.

Para la lixiviación se compararán los diferentes métodos de operación que se tienen para determinar el más adecuado en este caso. Primero, se tomarán en cuenta el ciclo de operación; lotes, continuo o intermitente. Luego, la dirección de las corrientes; contracorriente, equicorriente o flujo híbrido. También, por las etapas; una sola etapa, etapas múltiples o etapa diferencial. Por último, se tomará en cuenta el método de contacto; percolación por rociado, percolación por inmersión o dispersión de sólidos (Green & Perry, 2008). En el cuadro A1 se pueden ver los pros y contras de los diferentes equipos de lixiviación.

Con ayuda de la matriz de decisión se tomará en cuenta el que con sus pros y contras será más calificado. Debido a la naturaleza del proceso de lixiviación que se trabajará todos los equipos que son de lixiviación continua serán descartados. También aparte de que sea en lotes se debe tener un porcentaje alto de recuperación. El que mejor se ajusta al proceso de producción de ron es el Autoclave, este puede trabajar a altas temperaturas como es este caso y también presenta la automatización necesaria para la empresa. Su única desventaja es que es costoso, sin embargo, al ponerlo en una balanza sus pros hacen que esto no sea algo prioritario.

Como se mencionó previamente se debe pasar el resultado de la lixiviación por un intercambiador de calor. Este intercambiador también debe pasar por un proceso de selección, se puede observar en el cuadro A2, para decidir cuál sería la opción y el tipo de intercambiador que mejor cumpla la función y del que se obtenga un mayor beneficio. Para este caso como el primero de sus pros lo indica el intercambiador de placas es el que se acostumbra a usar cuando es un producto para consumo humano. Pero aunado a esto, son los de más fácil instalación ya automatización, también, presenta buenas características de eficiencia y también de exactitud en las temperaturas de sus corrientes. El proceso de lixiviación se puede observar en la figura 15, donde, el equipo J-1 es el autoclave o marmita y la I-1 es el intercambiador de calor.

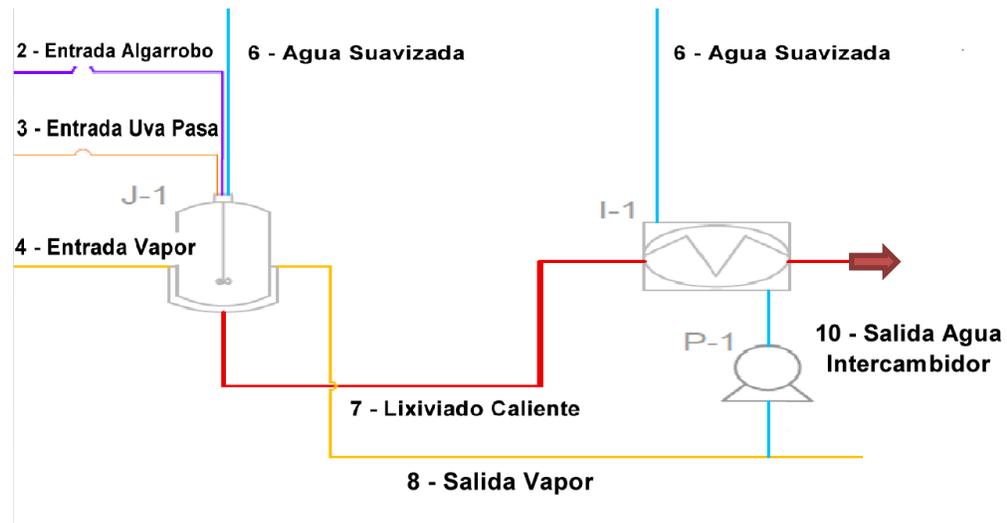


Figura 15. Diagrama generalizado de la operación de lixiviación

4.3.3 Mezclado de la infusión con alcohol rectificado

Al terminar el proceso de lixiviación y almacenar el líquido obtenido se crea el Ron-mezcla, este es la mezcla entre este líquido obtenido de la marmita, con agua y alcohol al 95 °GL, para poder llegar a tener una mezcla con 35 °GL. Esto se realiza en un tanque de mezclado donde el orden de adición de los componentes de la mezcla son el ron-mezcla, alcohol y agua para llevarlo al nivel de alcohol previamente mencionado.

A partir de los principios de la ingeniería y los tanques agitados, se conocen las características que este debe tener para lograr una mejor mezcla, así como la importancia del uso de las mamparas para reducir el movimiento tangencial. Por otro lado, se realizará una matriz de decisión para lograr elegir el tipo de agitador que cumpla una mejor función en este mezclado.

Debido a la naturaleza del proceso que se va a llevar a cabo en esta producción de ron solo se tomarán en cuenta los tanques de mezclado por lotes. Los tanques agitados continuos salen del alcance del proyecto, el proceso será un proceso por lotes.

Debido a la forma en la que se va a comenzar con la que se va a comenzar a producir este producto, el equipo para mezclado a elegir será un tanque agitado. Este tiene un funcionamiento sencillo y su construcción y operación no es cara. A su vez, conociendo

que el fluido que vamos a tener no tendrá una viscosidad muy elevada los tanques agitados son perfectos para este caso. Debido a la posibilidad de que se generen vórtices en el fluido aireando la mezcla este tanque tendrá mamparas para lograr prevenir este movimiento. Por otro lado, las características del fluido a mezclar el agitador que presente un mejor funcionamiento.

Para este proceso de mezclado se utilizará un impulsor de flujo axial para obtener el mejor resultado posible. Tomando en cuenta los pros y contras del cuadro A4, este tipo agitador es el mejor para fluidos con baja densidad, que es este caso. El diagrama del proceso se puede observar en la figura 16.

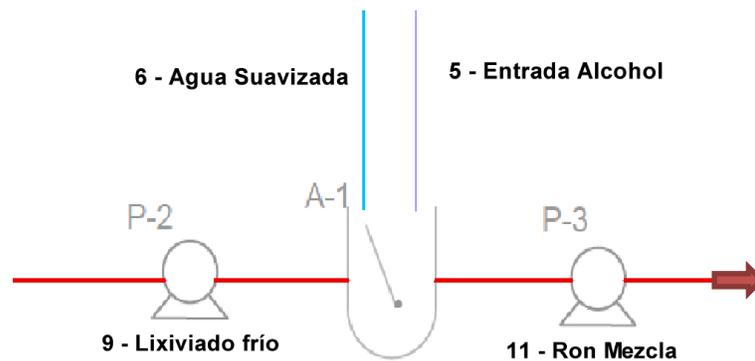


Figura 16. Diagrama generalizado del proceso de mezclado de la infusión con el alcohol rectificado

4.3.4 Sedimentación de ron-mezcla

Luego de realizar la mezcla en el tanque mencionado se lleva hasta las cavas de añejamiento donde se dejará reposar, no añejar, por tres meses. Este reposo causará que se sedimenten ciertos sólidos que están suspendidos en la mezcla.

Esta sedimentación se realizará en las mismas cavas y no en un sedimentador aparte para lograr abaratar costos al inicio de la producción e intentar ahorrar dinero utilizando las cavas que se tienen para el añejamiento, referirse a la figura 17.

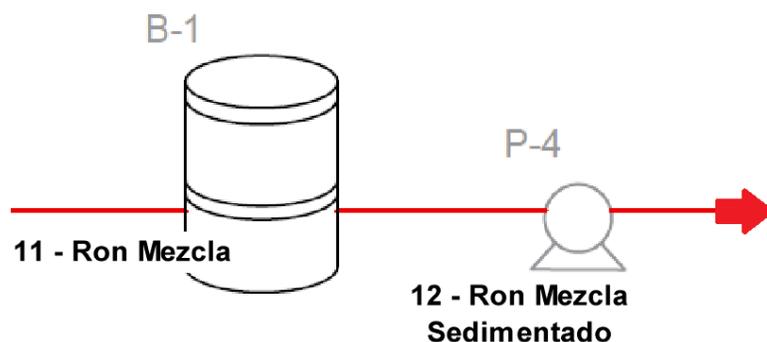


Figura 17. Diagrama de la sedimentación del ron-mezcla

4.3.5 Filtración de ron-mezcla

Se pasa la mezcla que lleva 3 meses en los barriles sedimentándose por un filtro. La selección del tipo de filtro se llevará a cabo con a una matriz de decisión, tomando en cuenta diferentes características importantes que ayuden a este mecanismo de separación.

Para este caso se deberá tomar en cuenta los diferentes tipos de filtros; puede ser filtro torta, filtros clarificadores y filtros de flujo transversal. Dentro de estos tipos también existen variaciones que tienen diferentes funciones y también serán tomados en cuenta en esta matriz de decisión, cuadro A5.

Con la matriz de selección anterior se seleccionó un filtro prensa para el proceso de filtración de ron mezcla. Esto debido a que, las partículas de este proceso son finas y presentan poca filtrabilidad y este tipo de filtro es especial para este tipo de partículas. Por otro lado, son económicos y pueden trabajar a altas temperaturas. Finalmente, el de vacío generalmente se utiliza para procesos continuos, el proceso de recubrimiento previo puede llegar a presentar rastros de coadyuvantes que puede ser perjudicial para el ron y la filtración centrífuga es costosa y solo se puede llegar a aprovechar si lo que se desea es secar los sólidos para utilizarlos. El filtro sería el equipo F-2 como se observa en la figura 18.

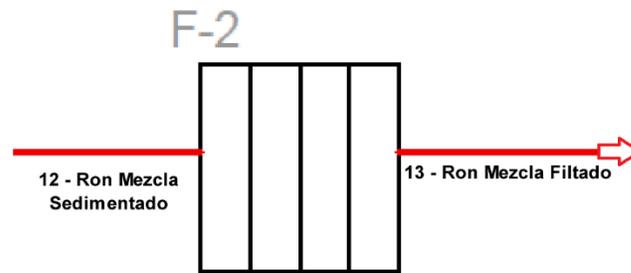


Figura 18. Diagrama generalizado de la operación de filtración

4.3.6 Mezcla final de ron-mezcla con alcohol

El líquido filtrado se mezcla con alcohol proveniente de la Fábrica Nacional de Licores, caramelo como un aditivo y agua suavizada. Este mezclado se realiza en un tanque agitado. Debido a la similitud de las propiedades de este líquido con el mezclado previamente se utilizará el mismo tanque agitado que en el punto anterior. El diagrama del mezclado se puede ver en la figura 19.

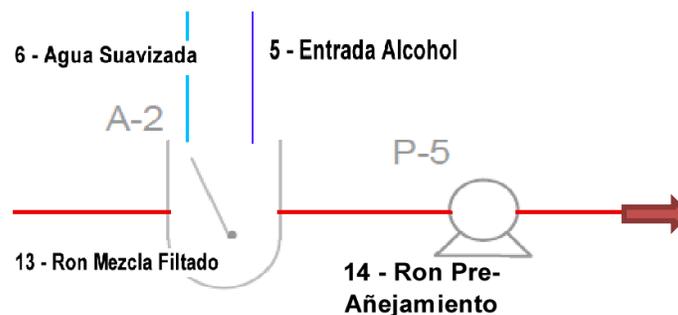


Figura 19. Diagrama generalizado del proceso de mezclado

4.3.7 Añejamiento de producto final

El añejamiento se hará en barricas de roble, en bodegas con poca entrada de luz y que presenten una humedad alta, referirse a la figura 20, equipo B-2.

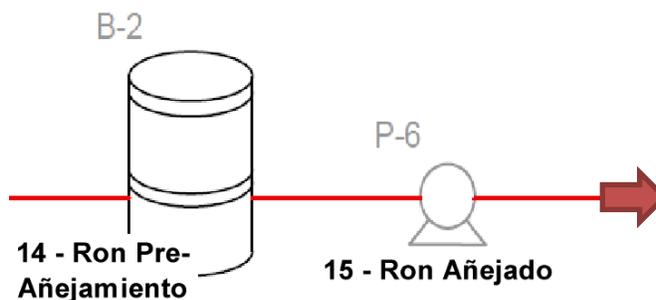


Figura 20. Diagrama generalizado del añejamiento final

4.3.8 Filtración de producto final

Esta segunda filtración se lleva a cabo para poder eliminar cualquier sólido que haya quedado en el producto proveniente de las cavas de añejamiento. Debido a que la filtración se va a hacer de forma discontinua se utilizará el mismo filtro que se utilizó en las etapas previas.

Al utilizar el mismo equipo que en la etapa previa tendremos un ahorro en la inversión para un equipo de filtración extra. Los líquidos de ambas etapas presentan características similares lo que generará que en ambos casos se obtengan buenos resultados. El equipo F-3, de la figura 21.

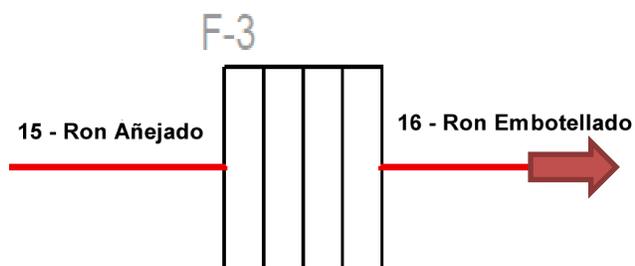


Figura 21. Diagrama generalizado de la operación de filtración final

4.3.9 Embotellamiento

El proceso de embotellamiento sería por una operación por cada vez que se tenga un lote de producto terminado. El proceso de embotellado se hará de manera manual dada las condiciones del proceso, un operario se encargará del proceso, ya que cada lote representará 7940 botellas para el producto añejado por 3 años y 5532 botellas para el añejado por 7 años. Se tendrán 5 meses para realizar este embotellamiento lo que sería alrededor de 135 botellas al día.

4.3.10 Resumen de la selección de las tecnologías

- Suavizado del agua: El agua se hará pasar por un filtro de osmosis inversa donde será suavizada y podrá pasar al proceso de lixiviación.
- Lixiviación de la infusión: La función de esta lixiviación es crear la infusión que va a dar propiedades características del ron. Las diferentes variaciones que se pueden crear de estos aditivos son los que dan características del sabor, aroma, entre otras.
- Mezclado de la infusión con alcohol rectificado: El producto de la lixiviación se mezcla con alcohol rectificado para lograr un producto de aproximadamente 50° Gay-Lussac.
- Sedimentación de ron-mezcla: Se lleva el líquido mezclado a sedimentar por tres meses para lograr separar los sólidos suspendidos en el ron-mezcla.
- Filtración de ron-mezcla: Al salir el ron-mezcla de la sedimentación debe pasar por una filtración para lograr eliminar los sólidos suspendidos de la mezcla.
- Mezcla final de ron-mezcla con alcohol: Esta mezcla sería el ron-mezcla previamente trabajado, agua, caramelo y más alcohol. Se lleva a un líquido con grado alcohólico de 36° Gay-Lussac.
- Añejamiento de producto final: El añejamiento se da dependiendo del producto que se quiere llegar a tener en este caso se tendrán dos añejamientos el de 3 años y el de 7 años. Las duelas que componen los barriles son quemadas previo a su uso.
- Filtración de producto final: Luego de terminar el añejamiento se pasa a filtrar el producto final para lograr una mejor pureza de este.
- Embotellamiento: El paso final antes de lograr comercializar el producto es el embotellamiento del producto final.

4.3.11 Diagrama de Flujo de Proceso

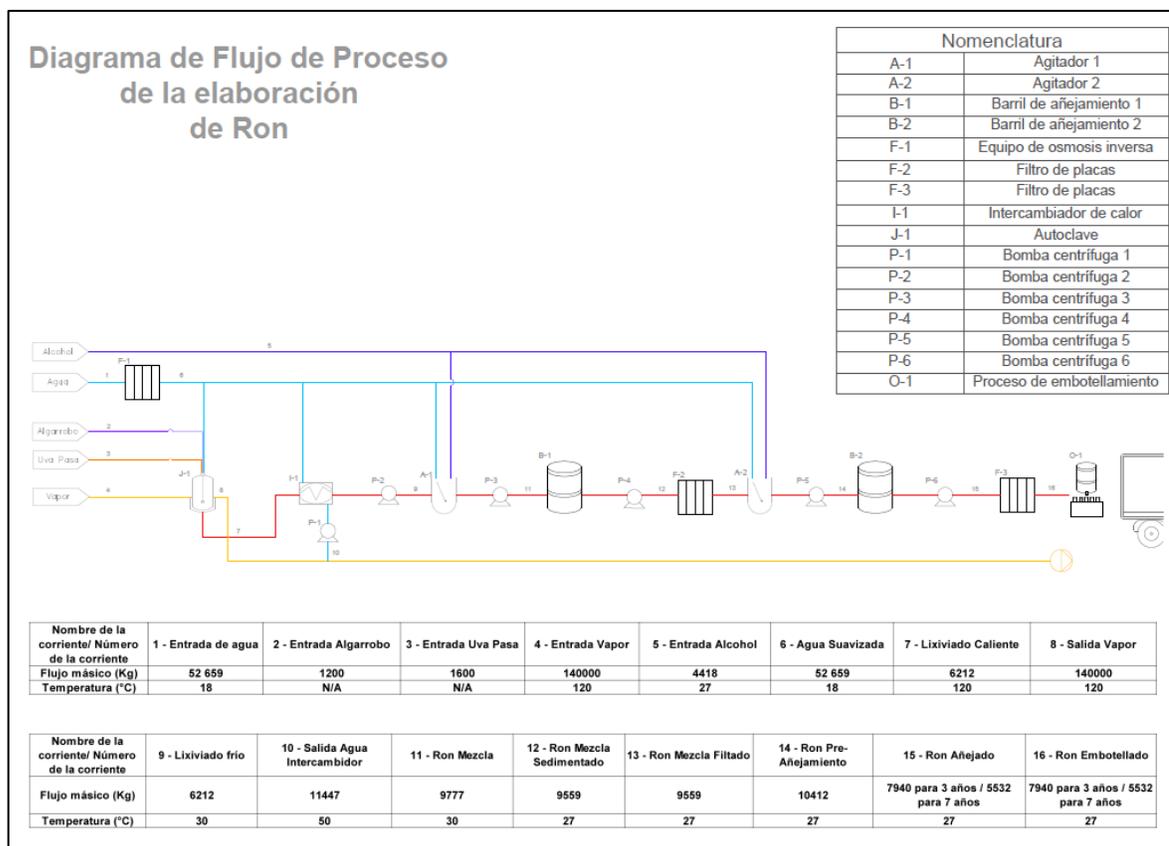


Figura 22. Diagrama de Flujo de Proceso de la elaboración de ron

4.4 Metodología del balance de masa y energía de las tecnologías seleccionadas

El balance de masa se realizó tomando en cuenta el volumen de producción a partir de la demanda para los productos de 3 años y 7 años. Por otro lado, el balance de energía se realizó en aquellos equipos donde existe un cambio de energía en el proceso.

4.5 Balance de Masa y Energía

4.5.1 Suavizado del agua

Por parte del suavizado del agua, solamente cambiarán las condiciones del agua para desmineralizarla, se eliminan ciertas sales, especialmente hierro, magnesio y calcio

(Diez, Salazar, & Cárdenas, 2013). Con esto es apta para poder formar parte por esta razón se asumirá que lo mismo que entra es lo mismo que sale de agua.

4.5.2 Lixiviación de la infusión

Como se ha explicado en los capítulos anteriores la primera etapa del proceso es la lixiviación de la infusión donde se tienen involucradas como materia prima uva pasa, algarrobo y agua suavizada, referirse figura 23. Para un proceso de lixiviación se debe calentar la marmita para poder realizar el proceso. Dependiendo del vapor vivo que se le agregue al tanque se evaporará cierta cantidad de agua, esto se verá en el balance de masa.

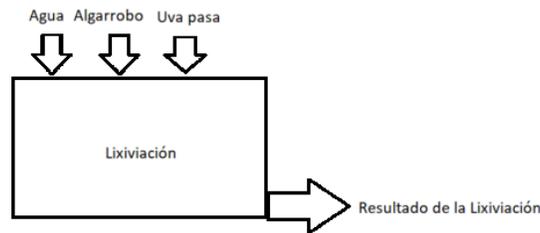


Figura 22. Proceso de lixiviación

Para lograr obtener la cantidad de agua evaporada se debe obtener el calor suministrado al sistema en estado estacionario. Para un estado estacionario a 120 °C donde se toma en cuenta que de las 5 h se está en este estado 4.17 h (Guarín Mendoza, 2003), el cálculo se puede ver en la ecuación 1 de la muestra de cálculo. El calor suministrado en estado estable es de 8 324 599.88 kJ.

$$q_{EE} = F_{vv} \cdot \rho_{vv} \cdot (H_{ent} - H_{sal}) \cdot T_{EE} \quad (1)$$

Donde:

q_{EE} : Calor en estado estable, kJ.

F_{vv} : Flujo de vapor vivo, L/h.

ρ_{vv} : Densidad del vapor vivo, kg/L.

H_{ent} : Entalpía de entrada a 101 °C, kJ/kg.

H_{sal} : Entalpía de salida a 121 °C, kJ/kg.

T_{EE} : Tiempo en estado estable, h.

$$25\,000 \frac{\text{L}}{\text{h}} \cdot 0.9431 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \cdot \left(503.71 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 419.04 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) \cdot 4.17 \text{ h} = 8\,324\,599.88 \text{ kJ} \quad (2)$$

Sabiendo el calor suministrado el estado estable solo se debe tener la capacidad calorífica de la mezcla, esta se obtiene de la siguiente correlación utilizada específicamente para alimentos (Singh & Heldman, 2009). Se puede referir a la ecuación 3.

$$C_{p_{mezcla}} = 1.424 \cdot X_a + 1.549 \cdot X_p + 1.675 \cdot X_g + 0.837 \cdot X_c + 4.187 \cdot X_{H_2O} \quad (3)$$

Donde:

$C_{p_{mezcla}}$: Capacidad calorífica de la mezcla, kJ/kg°C.D

X_a : Fracción másica de azúcar, g de azúcar/g de mezcla.

X_p : Fracción másica de proteína, g de proteína/g de mezcla.

X_g : Fracción másica de grasa, g de grasa/g de mezcla.

X_c : Fracción másica de ceniza, g de ceniza/g de mezcla.

X_{H_2O} : Fracción másica de agua, g de agua/g de mezcla.

Para este cálculo se utilizará el resultado obtenido de fracciones másicas (Cuadro 9) en el documento elaborado por Guarín Mendoza (2003) para mejoramiento del equipo utilizado para la elaboración de ron mezcla en el área de elaboración de licores. Con los resultados obtenidos se puede concluir que la capacidad calorífica de la mezcla que se desea producir en este proyecto es de 3.029 kJ/(kg°C).

Cuadro 4. Fracciones másicas para el ron mezcla.

Determinación	g/100 g de muestra
Humedad	0.5876
Proteína	0.0566
Grasa	0.0213
Azúcar	0.3125
Cenizas	0
Otros	0.022

De esta manera se obtiene una capacidad calórica de:

$$1.424 \cdot 0.3125 + 1.549 \cdot 0.0566 + 1.675 \cdot 0.0213 + 4.187 \cdot 0.5876 = 3.029 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \quad (4)$$

Por parte de la lixiviación el balance de masa se da por la evaporación del agua que sucede en el calentamiento de esta. Por esta razón este balance de masa es dependiente del balance de calor ya que el calor suministrado a la mezcla es el que causará esta evaporación y la pérdida de masa. Con el calor obtenido en la ecuación 2 y la capacidad calórica de la mezcla de la ecuación 4, se puede obtener la cantidad de masa evaporada, como se muestra en la ecuación 5. En este caso obtenemos un resultado de 3776.21 kg de agua evaporada en este proceso.

$$m_{\text{evap}} = \frac{q_{EE}}{C_{p_{\text{mezcla}}} \cdot (T_{\text{sat}40\text{psi}} - T_{EE}) + \lambda_{40\text{psi}}} \quad (5)$$

Donde:

m_{evap} : masa de agua evaporada, kg.

$T_{\text{sat}40\text{psi}}$: Temperatura de saturación a 40 psi, °C.

T_{EE} : Temperatura en estado estacionario, °C.

$\lambda_{40\text{psi}}$: Calor latente a 40 psi, kJ/kg

$$\frac{8\,324\,599.88 \text{ kJ}}{3.029 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot (130 - 120)^\circ\text{C} + 2\,174.2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 3\,776.21 \text{ kg} \quad (6)$$

Luego conociendo la masa y la densidad (Ecuación 7) se puede obtener el volumen evaporado, en este caso es 3 788 L. Con este volumen y asumiendo que el volumen solo lo da el agua en el producto se puede obtener el volumen que sale de la lixiviación, en este caso serían 6 212 L de mezcla.

$$\frac{m_{\text{evap}}}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}} = V_{\text{evap}} \quad (7)$$

Donde:

$\rho_{\text{H}_2\text{O}}$: Densidad del agua, kg/L

V_{evap} : Volumen de agua evaporado, L

$$\frac{3\,776.21 \text{ kg}}{0.997 \frac{\text{kg}}{\text{L}}} = 3\,788 \text{ L} \quad (8)$$

El volumen del resultado de la lixiviación sería:

$$V_{\text{RL}} = V_{\text{en}} - V_{\text{evap}} \quad (9)$$

Donde:

V_{RL} : Volumen del resultado de la Lixiviación, L.

V_{en} : Volumen entrante, L.

$$6\,212 \text{ L} = 10\,000 \text{ L} - 3\,788 \text{ L} \quad (10)$$

El resultado de la lixiviación debe pasar por un proceso de enfriamiento para poder llegar al mezclado con el alcohol rectificado. Este enfriamiento se llevará a cabo en un

intercambiador de calor de placas de una sola etapa. Se requiere que la temperatura del líquido antes de entrar al mezclador sea de 30 °C. Este proceso se debe hacer en 60 minutos como máximo para evitar contaminación bacteriana. Se utilizará flujo contra corriente, en este caso el calor transferido está dado por la ecuación 11.

$$Q_{IC} = \frac{V_{IC} \cdot \rho_{mezcla} \cdot C_{pmezcla} \cdot (T_{mezcla,i} - T_{mezcla,s})}{t_{IC}} \quad (11)$$

Donde:

Q_{IC} : Calor transferido en el intercambiador de calor, kW.

V_{IC} : Volumen de intercambio de calor, L.

ρ_{mezcla} : Densidad de la mezcla, kg/L.

$T_{mezcla, i}$: Temperatura inicial de la mezcla, °C

$T_{mezcla, s}$: Temperatura de la mezcla a la salida, °C

t_{IC} : Tiempo de intercambio de calor, s.

Del estudio realizado en la Industria Licorera de Caldas se supone la densidad del líquido que se obtiene luego de la lixiviación, en este caso sería 1.05 kg/L (Guarín Mendoza, 2003). Con esta densidad se obtiene un calor transferido en el intercambio de calor de 493.86 kW.

$$Q_{IC} = \frac{6212 \text{ L} \cdot 1.05 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \cdot 3.029 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot (120^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C})}{3600 \text{ s}} = 493.86 \text{ kW} \quad (12)$$

Este calor calculado ayuda a conocer cuanto líquido es necesario para poder llevar la mezcla que sale de la lixiviación a la temperatura deseada. La capacidad del agua es de 4.2 kJ/kg°C, entra a la temperatura normal del agua potable en Costa Rica, va de 8 °C a 18 °C (Poder Ejecutivo, 2007), se toma 18 °C ya que la ubicación de la planta es Guápiles y sufre un calentamiento hasta 50 °C.

$$m_{fa} = \frac{Q_{IC}}{Cp_{agua} \cdot (T_{fa,s} - T_{fa,e})} \quad (13)$$

Donde:

m_{fa} : Masa del flujo de agua, kg/s.

Cp_{agua} : Capacidad calorífica del agua, kJ/kg°C

$T_{fa,s}$: Temperatura de salida del agua, °C

$T_{fa,e}$: Temperatura de entrada del agua, °C

Utilizando la fórmula 13:

$$m_{fa} = \frac{493.86 \text{ kW}}{4.2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot (50 \text{ }^\circ\text{C} - 18 \text{ }^\circ\text{C})} = 3.67 \text{ kg/s} \quad (14)$$

El resultado del flujo de agua para este intercambiador de calor es de 3.67 kg/s, esta masa se calcula con la ecuación 13. Se debe calcular la diferencia logarítmica de temperatura para poder calcular el área de intercambio, en este caso la ecuación a utilizar es la 15. Para las condiciones propuestas en este proyecto la diferencia logarítmica es de 32.89 °C.

$$\Delta T_{log} = \frac{\Delta T_{alta} - \Delta T_{baja}}{\ln \left(\frac{\Delta T_{alta}}{\Delta T_{baja}} \right)} \quad (15)$$

Donde:

ΔT_{log} : Diferencia logarítmica de temperatura, °C.

ΔT_{alta} : Diferencia de temperaturas altas en ambas corrientes, °C.

ΔT_{baja} : Diferencia de temperaturas bajas en ambas corrientes, °C.

$$\Delta T_{alta} = 120 \text{ }^\circ\text{C} - 70 \text{ }^\circ\text{C} = 50 \text{ }^\circ\text{C} \quad (16)$$

$$\Delta T_{\text{baja}} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} - 18 \text{ }^{\circ}\text{C} = 12 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (17)$$

$$\Delta T_{\text{log}} = \frac{50 \text{ }^{\circ}\text{C} - 12 \text{ }^{\circ}\text{C}}{\ln \left(\frac{50 \text{ }^{\circ}\text{C}}{12 \text{ }^{\circ}\text{C}} \right)} = 32.89 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (18)$$

Para todo cálculo de un intercambiador de calor es importante calcular también el área de transferencia. Para esta área de transferencia se calculará con la ecuación 19 y también se tomará la constante de conductividad del acero inoxidable como $7.0 \text{ kW/m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Al realizar el cálculo tenemos que el área de transferencia es de 2.15 m^2 .

$$A_t = \frac{Q_{\text{IC}}}{\Delta T_{\text{log}} \cdot k} \quad (19)$$

Donde:

A_t : Área de transferencia, m^2

k : Constante de conductividad del acero, $\text{kW/m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$A_t = \frac{493.86 \text{ kW}}{32.89 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot 7.0 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}}} = 2.15 \text{ m}^2 \quad (20)$$

Un valor común para el área de transferencia de las placas es de 0.5 m^2 ; de esta manera dividiendo el área de transferencia con el área de transferencia de las placas, se conoce el número de placas que debe tener el intercambiador de calor. En este caso el número de placas para el intercambiador de calor es de 5 placas.

$$\frac{2.15 \text{ m}^2}{0.5 \text{ m}^2} \approx 5 \text{ placas} \quad (21)$$

4.5.3 Mezclado de la infusión con alcohol rectificado

El balance de masa para el primer proceso de mezclado de la producción se ve alimentado por dos corrientes que serían el resultado de la lixiviación, esta no contiene alcohol y el alcohol al 96 % de la FANAL, por otro lado, la corriente de salida tendrá el nombre de ron mezcla y este se desea que tenga un 35 % de volumen de alcohol, referirse a la figura 23.

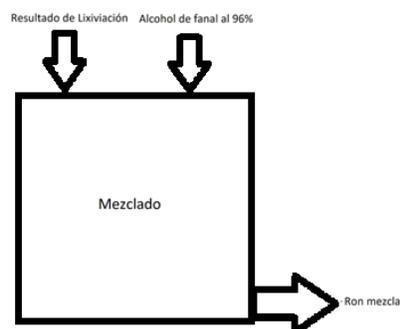


Figura 23. Proceso de Mezclado

Para este balance de masa se tienen los 3 porcentajes de etanol mencionados y también el volumen del resultado de la lixiviación. Se debe hacer un balance de masa para lograr obtener el volumen, este se hará con las ecuaciones de la 22 a la 28. En este caso se obtiene que el volumen de este mezclado es 6 212 L de resultado de lixiviación, 9 777 L de ron mezcla como resultado y se debe agregar 3 565 L de alcohol al 96 % de la FANAL. Al saber que se debe llenar solamente un 80 % de su capacidad se obtiene que el volumen del tanque debe ser por lo menos 12 221 L.

$$V_{RL} + V_{A96} = V_{RM} \quad (22)$$

$$V_{A96} = V_{RM} - 6\,212\text{ L} \quad (23)$$

$$0 \% \times V_{RL} + 96 \% \times V_{A96} = 35 \% \times V_{RM} \quad (24)$$

$$V_{RM} = \frac{96 \% \times V_{RL}}{(96 \% - 35 \%)} \quad (25)$$

$$9\,777 \text{ L} = \frac{96 \% \times 6\,212 \text{ L}}{(96 \% - 35 \%)} \quad (26)$$

$$3\,565 \text{ L} = 9\,777 \text{ L} - 6\,212 \text{ L} \quad (27)$$

$$\frac{9\,777 \text{ L}}{80 \%} = 12\,221 \text{ L} \quad (28)$$

Se decide utilizar un volumen de 14 000 L, para poder utilizar los mismos tanques en ambos procesos de mezclado. Las dimensiones óptimas para un tanque de mezclado es que su diámetro y su altura sean las mismas (de Rivas & Cobos, 2004). Para conocer el diámetro y la altura del tanque se debe seguir la ecuación 29 ya que ambas dimensiones serán iguales, obteniendo un diámetro del tanque de 2.61 m.

$$V_T = \pi \cdot \frac{D_T^3}{4} \quad (29)$$

$$\sqrt[3]{\frac{4 \cdot 14 \text{ m}^3}{\pi}} = 2.61 \text{ m} = D_T \quad (30)$$

4.5.4 Sedimentación de ron-mezcla

Para la sedimentación, se tiene la pérdida de masa por evaporación en los toneles de madera siendo de 0.75 % de volumen por mes (Diez, Salazar, & Cárdenas, 2013). De esta manera para este balance de masa se puede ver como disminuye mes a mes el volumen en el barril:

$$V_{\text{mes}(n+1)} = V_{\text{mes}(n)} \times 99.25 \% \quad (31)$$

Cuadro 5. Resultados del volumen mensual durante la sedimentación.

Mes	Volumen
0	9 777 L
1	9 704 L
2	9 631 L
3	9 559 L

Para el procedimiento de sedimentación se utilizarán los mismos barriles que para el proceso de añejamiento, como se había mencionado anteriormente. De esta manera se tomará el volumen mayor en estos dos procesos que sería el de la parte del añejamiento. El dimensionamiento para estos toneles se podrá ver en la sección de añejamiento.

Los resultados arrojados por Diez, Salazar, & Cárdenas en *Experiencia de producción piloto de ron en Tucumán, R. Argentina (2013)* indican que al estar el líquido en los barriles con el paso del tiempo los cambios en el volumen alcohólico son prácticamente despreciables, por lo que no se tomará en cuenta para los cálculos.

4.5.5 Filtración de ron-mezcla

La pérdida de masa en esta etapa se considera despreciable ya que la función de este filtro es remover las partículas dispersas más grandes luego del proceso de sedimentación en los barriles de añejamiento (Alpízar Quirós, 2018).

4.5.6 Mezcla final de ron-mezcla con alcohol

Para la mezcla final se van a tener dos corrientes de alimentación y una corriente producto. Las primeras dos son el ron mezcla al 35 % volumen de etanol y alcohol de la FANAL al 96 % volumen de etanol, como se observa en la figura 24.

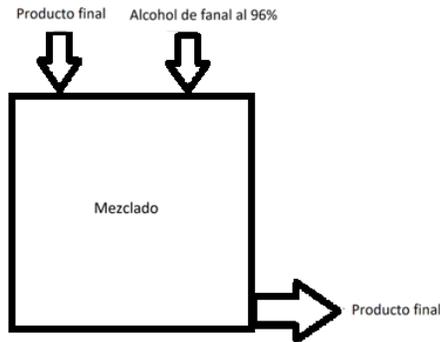


Figura 24. Proceso de mezclado final

Para este balance de masa se tienen los 3 porcentajes de etanol mencionados y también el volumen del ron mezcla. Utilizando la misma ecuación al balance de masa anterior se obtiene que teniendo 9 559 L de Ron-mezcla y 853 L de alcohol 96 % se obtienen 10 412 L de volumen del producto final con un porcentaje alcohólico del 40 %. El volumen total del producto a mezclar es de 10 412 L, referir a ecuación 38, para conocer el volumen del tanque se debe tomar en cuenta un 20 % de volumen de seguridad. Se debe utilizar un tanque de mezclado de 14 000 L aproximadamente.

$$V_{RM} + V_{A96} = V_{PF} \quad (32)$$

$$V_{A96} = V_{PF} - 9\,559 \text{ L} \quad (33)$$

$$35 \% \times V_{RM} + 96 \% \times V_{A96} = 40 \% \times V_{PF} \quad (34)$$

$$V_{PF} = \frac{(96 \% - 35 \%) \times V_{RM}}{(96 \% - 40 \%)} \quad (35)$$

$$10\,412 \text{ L} = \frac{(96 \% - 35 \%) \times 9\,648 \text{ L}}{(96 \% - 40 \%)} \quad (36)$$

$$853 \text{ L} = 10\,412 \text{ L} - 9\,559 \text{ L} \quad (37)$$

$$\frac{10\,412 \text{ L}}{80\%} = 13\,015 \text{ L} \approx 14\,000 \text{ L} \quad (38)$$

4.5.7 Añejamiento de producto final

En esta parte como en la parte de la sedimentación se hizo la estimación de pérdidas por evaporación donde se pierde 0.75 % del volumen por mes (Diez, Salazar, & Cárdenas, 2013). De esta manera, se obtiene el volumen al finalizar el añejamiento de 3 años y de 7 años, cabe destacar que el segundo va a tener mayor pérdida. Para ambos añejamientos el volumen inicial sería 10 412 L como se obtuvo de la sección 4.5.6, para el producto de 3 años de añejamiento se terminaría con un volumen de 7 940 L y para el de 7 años se terminaría con 5 532 L.

4.5.8 Filtración de producto final

La pérdida de masa en esta etapa se considera despreciable ya que la función de este filtro es remover las partículas dispersas más grandes luego del proceso de añejamiento en los barriles (Alpízar Quirós, 2018).

4.5.9 Embotellado

El proceso de embotellamiento se realizará manualmente, de esta manera no hay ningún balance de masa o energía para este proceso.

4.5.10 Selección de bombas

Las bombas requeridas para este proceso se determinarán con el flujo y las características de cada uno de estos procesos.

A continuación, un resumen de los procesos y la necesidad de las bombas:

Cuadro 6. Cantidad de bombas por proceso.

Proceso	Cantidad de bombas	Descripción de la necesidad
Lixiviación de la infusión	2	Al inicio el transporte de las materias primas a la marmita se hará por medio de operadores, sin embargo, se necesitará una bomba para llevar el agua de desecho que sale del intercambiador. Por otro lado, al terminar el proceso de lixiviación se necesitará una bomba que lleve el producto que sale del intercambiador y lleve a los tanques de mezclado.
Mezclado de la infusión con alcohol rectificado	1	Se necesitará una bomba que lleve del tanque de mezclado a los toneles de sedimentación. El volumen de alcohol y agua extra serán agregados por un operario sin necesidad de bombas.
Sedimentación de ron-mezcla	0	En este proceso no será necesario agregar ninguna bomba.
Filtración de ron-mezcla	1	Se necesitará una bomba que haga pasar el líquido por el filtro para que pase al segundo tanque de mezclado.
Mezcla final de ron-mezcla con alcohol	1	Se necesitará una bomba que lleve del tanque de mezclado a las barricas de añejamiento. El volumen de alcohol y agua extra serán agregados por un operario sin necesidad de bombas.
Añejamiento de producto final	0	En este proceso no será necesario agregar ninguna bomba.
Filtración de producto final	1	Se necesitaría una bomba que pase por el filtro y lleve a los tanques de almacenamiento donde luego se llevará a cabo el embotellamiento.
Embotellado producto final	0	Este embotellamiento se hará a mano y directo de los tanques de almacenamiento sin necesidad de que se utilice una bomba.
Total	6	

Estas bombas deben tener varias características importantes para un adecuado funcionamiento en este proceso. Inicialmente debe ser de grado alimenticio, también es preferible que necesite poco mantenimiento. Tomando en cuenta que cada lote es de alrededor de 10 000 L. Luego de una investigación se definió que la bomba que mejor se

adapta a este proceso sería el modelo TE-5.5S-MD 1&3 Ph Mag Drive Pump de las Bombas March de 50 Hz. Este puede trabajar hasta la temperatura de 121 °C, en este caso la temperatura máxima que se tiene estimada es de 30 °C, también puede trabajar con presiones internas de 200 psi. Por otro lado, tiene una cabeza de 9 m y un caudal máximo de 102 L/min.

4.6 Distribución de la Planta

Principalmente hay tres tipos clásicos de distribución de planta, la primera es la distribución por componente fijo, distribución por proceso y distribución por producto. Para este caso la distribución sería por proceso, este proceso cumple las principales aplicaciones que tiene este tipo de distribución, tiene una demanda pequeña e intermitente, se puede adaptar a este tipo de demandas. También, es común en maquinaria costosa que no se puede mover, algo que se da en este proceso de producción donde la maquinaria es grande y debe quedarse en un lugar fijo. En la figura 25 se puede observar un ejemplo de cómo sería esta distribución (López Peralta, 2008).

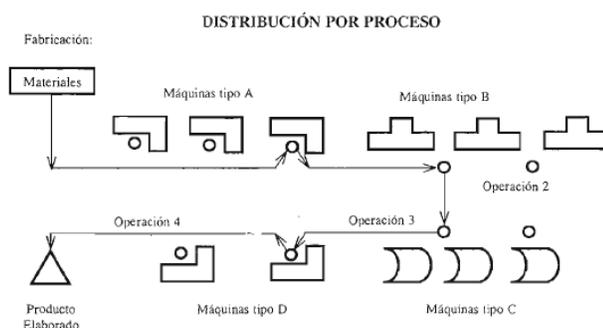


Figura 25. Ejemplo distribución por proceso.

También se llevará a cabo la distribución de la planta utilizando el “Systematic Layout Planning” para este se llevarán a cabo las tres fases que son la localización del área a ser distribuida, distribución general que incluya todo, plan de distribución de planta detallada e instalación de la distribución. Cada distribución tiene 3 fundamentos; relaciones entre las áreas o equipos, reconocer las cantidad y clase de áreas por distribuir y ajustar para que sea el mejor arreglo posible (López Peralta, 2008).

4.7 Tratamiento de efluentes

Se debe seguir la ley N° 8839, Ley para la Gestión Integral de Residuos, el objetivo principal de esta es regular la gestión integral de los residuos y su uso eficiente, por medio de la planificación y ejecución de acciones de monitoreo y evaluación (Asamblea Legislativa, 2010).

Se debe dividir el proceso de tratamiento en cuatro efluentes, los residuos sólidos, los residuos líquidos del proceso y los residuos líquidos del lavado de las botellas, se tienen las aguas ordinarias que se deben tomar en cuenta.

Por otro lado, los residuos líquidos provienen del lavado de los tanques y las botellas. Para poder desechar estas aguas se debe regular el pH, por esta razón, se necesita medir el pH y agregar soda caustica o ácido sulfúrico dependiendo de cuál sea el caso y la necesidad de subir o bajar el nivel de pH. Este sería el tratamiento normal para aguas que vienen del lavado de tanques de mezclado (Cabildo Miranda & Claramunt Vallespí, 2010).

Debido a la ubicación de la planta en la Guácima de la provincia de Limón y también los volúmenes y su intermitencia, una PTAR quedaría sobre dimensionada y al no ser regular no se va a obtener un balance nunca y el proceso nunca se estabilizará. En este caso se necesitaría un tanque ecualizador donde este tendría un volumen mucho mayor al necesario en la mayor parte del tiempo o en el caso contrario un volumen que demande mucho al tanque y no pueda cumplir su función. Por esta razón, se tendrán dos fosas sépticas una para las aguas ordinarias y otra para las especiales. Se considera que esta es una adecuada solución financiera y técnica para este diseño, si crece la planta se puede llegar a plantear una PTAR. Dentro de esta PTAR las etapas serán propuestas con el conocimiento adquirido en estos primeros años donde se utilizará las fosas sépticas.

Capítulo V. Análisis financiero

5.1 Inversión total de capital

En este capítulo se desarrollará la estimación de los costos de la inversión total de capital y los costos de producción. La inversión total de capital incluye la suma inversión de capital fijo y del capital de trabajo. Para el caso de este proyecto el tipo de cambio utilizado es de ₡ 645 es lo correspondiente a \$ 1.

5.1.1 Materia Prima

En el siguiente cuadro se pueden obtener con detalle los valores de la materia prima de manera anual. Estos se obtuvieron por medio de las páginas de proveedores de estos productos, o contactando directamente con los proveedores como es el caso del alcohol que se compraría de la FANAL. Por parte del agua esta se tomará en cuenta en el rubro de servicios auxiliares a pesar de ser materia prima. Es importante mencionar que los precios del algarrobo y uva pasa pueden presentar un ahorro a la hora de realizar este proyecto, esto debido a que los precios conseguidos son precios minoristas.

Cuadro 7. Estimación del costo de la materia prima por año.

Materia Prima	Cantidad requerida	Precio por unidad requerida	Costo total
Alcohol 95 %	30 926 L	\$ 1.58 / L	\$ 48 858
Algarrobo	8 400 kg	\$ 12.16 / kg	\$ 102 102
Uva Pasa	9 912 kg	\$ 7.12 / kg	\$ 70 613
Total			\$ 221 574

5.1.2 Salarios

Por otro lado, tenemos los costos asociados a los salarios, para esta planta se tendrá un ingeniero que será a su vez el encargado de la gerencia y un operario que se encargará de los procesos necesarios para la producción. El salario para el operario está compuesto por el salario bruto, cargas sociales y prestaciones. Estos salarios y las necesidades se consultaron en el ministerio de trabajo con datos formados del último corte del 2021 para el primer semestre del 2022 (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 2021). En este caso

debido a la cierta especialidad que debe tener el operario se colocó un valor de salario entre el técnico de educación superior y el diplomado de educación superior.

Para el ingeniero se considerará un regente de ingeniería con una asignación de 4 horas a la semana, debido al tamaño de la planta y forma de operación. En este caso al ser servicios profesionales de regencia no se estaría incluyendo en el costo asociado cargas patronales ni aguinaldo. Por el tipo de operación cumple la ley 8412 título B, ya que se necesita un Ingeniero Químico en planta o un regente externo. Según el CIQPA, la hora mensual vale \$ 65. En este caso como son 4 horas el valor mínimo sería ₡ 168 000 a tipo de cambio del ₡ 645 debido a que este fue el valor que se ha utilizado a lo largo del proyecto, pero se le pagarán ₡ 200 000 para que el pago de los honorarios sea más atractivo.

Cuadro 8. Estimación del costo de salarios

Cargo	Salario Bruto mensual / (₡)	Cargas Patronales mensuales / (₡)	Salario Anual / (₡)
Operario de planta	480 403.40	123 703.88	7 729 498.54
Ingeniero de planta/ Agente de ventas	200 000.00	N/A	2 400 000.00
	Total		10 129 498.54

5.1.3 Servicios auxiliares

Los servicios auxiliares, en este caso sería la electricidad con fuerza y luz como prestador y el agua, el cual tiene como prestador del servicio el AyA, que también llega a formar parte de la materia prima. Para la electricidad se tomará en cuenta el cargo fijo que pone el ente encargado para consumos de 0 a 3000 kWh al mes. Cabe destacar que el agua que se está tomando en cuenta en este segmento de servicios auxiliares es la utilizada como materia prima, la utilizada para calentar la marmita y la utilizada para enfriar el intercambiador de calor.

Cuadro 9. Estimación de costos para los servicios auxiliares

Servicio	Costo anual / (₡)
Electricidad	2 725 920.00
Agua	10 375 869.48

5.1.4 Alquiler

Para la producción de este producto se cotizaron lugares en diferentes zonas del país. El lugar elegido es Guápiles, debido a varios aspectos que se comentan a continuación. El terreno que se alquilará era una bodega de 3 000 m² en un terreno de 10 000 m² a \$ 8 500 al mes. Si ponemos en comparación este valor con los conseguidos en algunas zonas de la GAM; en Coyoil donde una bodega de 4 500 m² y un terreno de 9 500 m² tiene un alquiler de \$ 35 950, en Cartago una de 3 000 m² totales tiene un valor de \$ 15 000 y los valores en lugares más céntricos se pueden observar así de elevados.

Esta bodega está frente a la carretera ruta 32 lo que hace que se tenga un fácil y rápido acceso. Por otro lado, la distancia entre esta y el valle central no es demasiada lo que hace un buen punto para tener la distribución del producto.

El clima es cálido donde mayoritariamente la temperatura ronda los 25 °C, esto ayuda a la producción de ron. Solamente presenta tres meses con marcada precipitación mientras los demás meses es una precipitación regular (Meteoblue, 2022). Esta zona se conoce por tener una humedad alta, los países fuertes en la producción de ron también presentan un clima húmedo, esta humedad ayuda a que se logró un añejamiento más rápido (Cava San Miguel, 2022).

5.1.5 Capital de trabajo

Este capital es el necesario para poder mantener el funcionamiento del primer mes de producción. Al final de la vida del proyecto es recuperado, en este caso será a los 10 años. En este están los salarios, materia prima, alquiler, servicios auxiliares, entre otros, referir al cuadro 12.

Cuadro 10. Estimación de costos para el capital de trabajo.

Rubro	Costo/ (\$)
Materia Prima	31 653.36
Mano de obra	1 308.72
Servicios Auxiliares	1 692.74
Alquiler	8 500.00
Total	43 154.82

5.1.6 Inversión de capital fijo

La inversión de capital fijo es el capital requerido para comprar el equipo y todos los insumos necesarios para la producción.

Cuadro 11. Estimación de la inversión de capital fijo

Activo	Costo / (\$)	Cantidad	Costo total / (\$)
Marmita	30 000.00	1	30 000.00
Barril (200 L)	110.69	303	33 539.00
Filtros	25 000.00	1	25 000.00
Bombas	2 590.00	6	15 540.00
Tanques de mezclado	15 000.00	1	15 000.00
Intercambiador de calor	12 500.00	1	12 500.00
Ósmosis inversa	46.00	2	92.00
Camión	25 700.00	1	25 700.00
Muebles de oficina	2 500.00	1	2 500.00
Caldera	15 000.00	1	15 000.00
Total			159 871.00

5.1.7 Depreciación

En este caso el método de depreciación utilizado será la depreciación lineal, este método está aceptado por la administración tributaria. En este método los activos se deprecian de una manera lineal en el tiempo como su nombre lo indica. Al terminar el plazo de años de vida útil llega al valor residual, en este caso para los equipos se les asigna un valor de rescate de \$ 0, esto debido a que el valor residual se debe obtener por medio de la contratación de un perito, para esta prefectibilidad no se tendrán los servicios de este profesional (Gómez Hernández, 2018). En este caso se estableció que la vida útil de los equipos es de 10 años. Según el artículo 6 de las normas específicas de contabilidad, el valor residual de un activo a menudo es insignificante, por esta razón para este caso se tomará como \$ 0 para todos los equipos (CCECR, 1997).

Cuadro 12. Estimación de la depreciación de los equipos.

Equipo	Costo / (\$)	Vida útil / (años)	Depreciación Anual / (\$)
Marmita	30 000.00	10	3 000.00
Barril (200 L)	33 539.00	10	3 353.91
Filtros	25 000.00	10	2 500.00
Bombas	15 540.00	10	1 554.00
Tanques de mezclado	15 000.00	10	1 500.00
Intercambiador de calor	12 500.00	10	1 250.00
Osmosis inversa	92.00	10	9.20
Camión	25 700.00	10	2 570.00
Caldera	15 000.00	10	15 000.00
Total depreciación	17 237.11		

5.1.8 Financiamiento

Para el financiamiento se solicitará un préstamo que cubra el 80 % de la inversión. Se revisaron las condiciones de los diferentes bancos del territorio costarricense y el que presentaba una mejor propuesta era el BAC San José. Este brinda un interés fijo de 5.32 %, de esta forma el financiamiento del préstamo. Se obtiene para un plazo de 10 años que se tiene una cuota de \$ 151 662.58, referirse a los cálculos en el cuadro A6 del apéndice.

5.1.9 Resultados del flujo de caja

Obteniendo todos los valores mencionados previamente se procede a realizar el flujo de caja. Se puede ver el cuadro 16 los resultados obtenidos para la utilidad neta.

Cuadro 13. Resultados del flujo de caja para 10 años

Año	Utilidad Neta / (\$)
1	-129 184.87
2	-129 184.87
3	-129 184.87
4	-129 184.87
5	130 982.18
6	130 982.18

Cuadro 13 (Continuación). Resultados del flujo de caja para 10 años

Año	Utilidad Neta / (\$)
7	130 982.18
8	130 982.18
9	130 982.18
10	168 526.87

5.2 Análisis de rentabilidad y sensibilidad

En esta sección se realizará el análisis de rentabilidad con los parámetros utilizados en el flujo de caja del capítulo anterior. Por otro lado, se realizó el análisis de sensibilidad variando algunas variables del proceso para ver su impacto en la prefactibilidad del proyecto.

5.2.1 Rentabilidad

Se realizó el análisis de rentabilidad al obtener el Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR). El VAN es un indicador que define la viabilidad de un proyecto, luego de tomar en cuenta la inversión y los flujos de ingresos y egresos del proyecto, si queda alguna ganancia el proyecto es viable. Por otro lado, el TIR, mide la rentabilidad e indica si la inversión es verdaderamente retornable.

Como se observa en el cuadro 16, al realizar el estudio de prefactibilidad para la empresa de ron esta demuestra no ser factible. Se obtiene un resultado de VAN de \$ 1 464 497.96 desfavorables y una tasa de retorno de inversión de -10 %. Los precios de venta para este caso son ₡ 10 000 para el producto de 3 años y ₡ 12 500 para el de 7 años. El volumen sería 31 761 L por año para el de 3 años y 16 597 L para el de 7 años.

5.2.2 Sensibilidad

Esto se debe a múltiples motivos, al ser un producto que necesita añejamiento se debe hacer una fuerte inversión en un inicio donde por los años de maduración no se va a obtener ninguna ganancia y va a ser necesario seguir invirtiendo más año a año. En este

caso se debe esperar 3 años por un porcentaje del producto y 7 por el otro, donde los años en donde inician los ingresos del producto de 7 años se ven ganancias anuales, pero no son muy significativas y tampoco ayudan a contrarrestar la fuerte inversión inicial que se debió hacer.

En este caso, al intentar hacer un producto distinto se utilizó algarrobo como aditivo. Este producto causó que el precio de la materia prima se elevara mucho ya que fue la materia prima que implicó mayor costo, no es un producto muy común y conseguirlo no es tarea tan sencilla.

A su vez, en este país se tiene la limitante de que existe un monopolio de los destilados. Esto imposibilita ver diferentes opciones en el mercado donde se pueda comprar alcohol a un precio más favorable del que FANAL ofrece.

También se quiso calcular el punto donde el VAN es 0 ya que este es conocido como el punto de equilibrio, esto como parte del análisis de sensibilidad. En este caso para el precio se deben aumentar el precio de ambos, producto de 3 años y de 7 años en un 48.11 % para lograr el punto de equilibrio. Lo que equivale a que el valor del producto 3 años sea ₡ 14 810.54 y el del producto 7 años sea ₡ 18 513.18. Estos precios están dentro del rango de precios de la categoría del producto por lo que este planteamiento puede competir como un producto artesanal por las características de este producto en lugar de competir con los precios de las empresas de ron reconocidas.

La sensibilidad también se puso a prueba haciendo un supuesto de que el equipo fuese un 30 % más barato. Este supuesto se hace tomando en cuenta de que existe la posibilidad de que se encuentre alguno de estos equipos usados a un mejor precio y se pueda ahorrar un cierto valor. Al hacer esta rebaja se obtuvo un VAN de -\$ 1 332 889.6 y un TIR del -9 %. Esto indica que el valor del equipo realmente se podría atacar, pero no es de los puntos más importantes.

Por último, si se consiguiese un ahorro del 20 % en la materia prima es otro de los supuestos que pudiesen llegar a pasar y que forman parte del estudio de sensibilidad. Al

realizar este cambio, se obtiene una mejora significativa llevando el TIR a un 2 % y el VAN a -\$ 733 503.76. Este ahorro se podría intentar al lograr precios mayoristas como se había mencionado anteriormente que este podría llegar a ser un buen camino a la mejora en los costos.

Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

- Al producir 4 lotes de 3 años y 3 lotes de 7 años, se obtiene un total de 48 358 L de producto donde 31 761 L son de 3 años y 16 597 L son de 7 años. Esto se debe a las diferentes pérdidas de volumen que se tiene a lo largo del proceso. Estas pérdidas llegan a generar que el proceso sea muy costoso.
- Se requiere de una inversión inicial de \$ 1 441 388.32. Conseguir inversores al igual que financiamiento por parte de un ente bancario.
- Con las condiciones seleccionadas a lo largo del desarrollo de este proyecto el análisis financiero demostró que no es rentable ya que se obtuvo un VAN de -\$ 1 464 487.96 y un TIR de -10 %.
- Para lograr llegar al punto de equilibrio se debe aumentar el precio de ambos productos (3 años y 7 años) en un 48.11 % al establecido en un inicio. Esto dejaría a los productos con un valor de ¢ 14 810.54 para el de 3 años y ¢ 18 513.18 para el de 7 años.
- Al hacer el análisis de sensibilidad con el valor del equipo y la materia prima, hay un impacto más grande al disminuir el gasto en la materia prima que con el valor del equipo. Siempre es importante obtener ahorros, pero al obtener un ahorro en la materia prima se lograría llegar a la factibilidad de una mejor manera.

6.2 Recomendaciones

- Debido a que no es factible este proceso desde el proceso de añejamiento se recomienda buscar el producto en mercados fuera del territorio nacional. Importar este producto y enfocarse en la marca más no en el producto. De esta manera el costo de los primeros años de producción los asumiría el proveedor.
- Se recomienda realizar un análisis del mercado más exhaustivo con el objetivo de ampliar el segmento de mercado o aumentar el precio de venta del producto.

- Se recomienda establecer vínculos con productores de algarrobo para lograr conseguir esta materia prima a un valor mucho más accesible lo ayudaría en una posible factibilidad para este proyecto.
- Se recomienda buscar otros procesos de fabricación de ron diferente al expuesto en este proyecto, donde puedan utilizarse diferentes equipos con un menor costo al igual que material prima de menor costo.
- Considerando la diferencia de volúmenes con el que se inicia y el del producto final se recomienda evaluar formas para disminuir la pérdida de volumen en el proceso.
- Se recomienda hacer una búsqueda intensiva de los equipos a utilizar de segunda mano. Al ser de segunda mano y en buen estado se podría tener un mejor precio para estos.
- Se recomienda buscar de alguna manera reducir los costos de la materia prima, primordialmente del algarrobo y de la uva pasa. El alcohol es un trámite más complicado ya que como se tiene el monopolio, conseguir un rebajo es más difícil.

Bibliografía

- Aguilar, M., Sáez, J., Llórens, M., Soler, A., & Ortuño, J. (2002). *Tratamiento físico-químico de aguas residuales: Coagulación-Floculación*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Aguirre, E., & Martínez, E. (2009). *Selección de la mejor alternativa en lo que respecta al estudio de intercambiadores de calor*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Alpizar Quirós, J. (2018). *Prefactibilidad técnico y financiera de una micro cervecera de cerveza artesanal*. Universidad de Costa Rica.
- Asamblea Legislativa. (2010). N° 8839: *Ley para la Gestión Integral de Residuos*. San José.
- Baca Urbina, G. (2013). *Evaluación de Proyectos*. Ciudad de México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A.
- Barquero, K. (04 de September de 2018). Costa Rica: segundo país de la región con menor consumo de alcohol. *La República*. Recuperado el 04 de August de 2022, de <https://www.larepublica.net/noticia/costa-rica-segundo-pais-de-la-region-con-menor-consumo-de-alcohol#:~:text=Costa%20Rica%20tiene%20una%20prevalencia,con%203%20litros%20per%20c%C3%A1pita>).
- Benavente, O. (2004). *Hidrometalurgia I*. Antofagasta: Universidad Católica del Norte.
- Bustos, M. C., Concha, F., & Bürger, R. T. (1999). *Sedimentation and Thickening: Phenomenological Foundation and Mathematical Theory*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Cabildo Miranda, M., & Claramunt Vallespi, R. (2010). *Reciclado y tratamiento de residuos*. San José: UNED.

Cámara de Comercio de Costa Rica. (2016). *Guía básica para abrir un negocio en Costa Rica*. San José: Cámara de Comercio de Costa Rica.

Cava San Miguel. (4 de March de 2022). *Cava San Miguel*. Obtenido de El añejamiento, define la personalidad y carácter de un Ron: <https://www.centurcava.com.ec/el-anejamiento-define-la-personalidad-y-caracter-de-un-ron>

CCECR. (1997). *Normas Específicas de Contabilidad*. San José: Colegio de Profesionales en Ciencias Económicas de Costa Rica.

Chico Proaño, F. M. (2011). *Premezclado de sólidos inertes para la producción de dinamita, mediante el diseño construcciónde un mezclador cónico vertical piloto*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

de Rivas, M., & Cobos, S. (2004). Escalamiento del proceso de mezclado de emulsiones o/w concentradas. *Ciencia e Ingeniería*, 125-133.

Decreto ejecutivo N°20732. (10 de Septiembre de 1991). *Norma de Bebida Alcohólica Ron*. Costa Rica.

Diez, O., Salazar, R., & Cárdenas, G. (2013). Experiencia de producción piloto de ron en Tucumán, R. Argentina. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, 25-36.

Euromonitor. (Septiembre de 2020). *Spirits in Costa Rica*. Obtenido de Passport: <https://www-portal-euromonitor-com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/portal/analysis/related>

Euromonitor. (Septiembre de 2020). *Spirits in Latin America*. Obtenido de Passport: <https://www-portal-euromonitor-com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/portal/analysis/related>

Euromonitor. (Septiembre de 2020). *Spirits in World*. Obtenido de Passport: <https://www-portal-euromonitor-com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/portal/analysis/related>

Euromonitor Internacional. (2021). *Spirits Brand Shares in Costa Rica*.

Fluid Mix. (s.f.). *Agitadores de ancla*. Obtenido de <https://www.agitadoresfluidmix.com/agitadores-de-ancla/>

- Girón Lezana, S. G. (2006). *Análisis y guía de montaje de centrifugas batch y continuas en Ingenio La Unión, S.A.* Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Gómez Hernández, A. (2018). *El ciclo contable*. Costa Rica: Editorial EUNED.
- Green, D., & Perry, R. (2008). *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. McGraw-Hill.
- Guarín Mendoza, L. M. (2003). *Mejoramiento del equipo utilizado para la elaboración de ron mezcla en el área de elaboración de licores Industria Licorera de Caldas*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Hacienda Moterrey Wines & Spirits. (s.f.). *Elaboración del Ron*. Obtenido de <https://ronmonterrey.com/elaboracion-del-ron/>
- Instituto sobre Alcoholismo y Farmacodependencia. (2020). *Alcohol*. Obtenido de Información sobre drogas: <https://www.iafa.go.cr/informacion-general-sobre-drogas/alcohol>
- Junta Directiva del Consejo Nacional de Producción. (30 de Septiembre de 2009). *Reglamento sobre la Concesión para la Elaboración de Bebidas Alcohólicas de FANAL*. Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=66694&nValor3=117109&strTipM=TC
- Keiken Engineering. (27 de Septiembre de 2018). *Proceso de desmineralización del agua*. Obtenido de <https://www.keiken-engineering.com/procesos-de-desmineralizacion-del-agua/>
- Ley N° 6050. (14 de Marzo de 1977). *Reforma Ley Orgánica del Consejo Nacional Producción*. Costa Rica.
- López Badillo, V. (2015). *Evaluación financiera de un proyecto para la producción y comercialización de ron en Puebla*. Puebla: Universidad Iberoamericana de Puebla.

- López Peralta, J. (2008). *Notas de Distribución de Planta*. Ciudad de Mexico : UAM-Azcapotzalco.
- Machuca, D., & Hervás, M. (2014). *UFO228: Operaciones unitarias y procesos químicos*. Antequera: IC Editorial.
- McCabe, W., Smith, J., & Harriott, P. (2007). *Operaciones unitarias en ingeniería química*. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana.
- Meteoblue. (2022). *Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para Guápiles*.
Obtenido de https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/gu%c3%a1piles_costa-rica_3623580?msclkid=e58b7108ce6911ec9573d634582eb7c2
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (2021). *Nº 43365-MTSS: Lista de Salarios Mínimos por ocupación, primer semestre año 2022*. Costa Rica: La Gaceta.
- Monsalve Vega, J. A., & Vásquez Durán, J. J. (2016). *Modelo de gestión por procesos en el embotellado de "Ron 100 Fuegos", de la fábrica "Cósmica Cia. Ltda."*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Navas Segura, C. (2011). *Obtención de tinturas del rizoma de zarzaparrilla y de las hojas de eucalipto por percolación y maceración dinámica a escala laboratorio determinando las condiciones de operación con el mayor rendimiento de extracción y actividad antibacteriana*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Phillips, R. (2014). *Alcohol: A history*. North Carolina: UNC Press Books.
- Poder Ejecutivo. (30 de Abril de 2007). Decreto No 38924-S: Reglamento para la calidad del Agua Potable. San José, Costa Rica.
- Poder Ejecutivo. (19 de Marzo de 2007). Nº 33601-MINAE-S: Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales. La Gaceta 55, Alcance 8.

- Poder Ejecutivo. (1 de marzo de 2010). DECRETO N° 35992-MINAET-S: Reforma Reglamento del Canon Ambiental por Vertidos. San José.
- Ricoy Vicente, J. (2017). *Planta de extracción y purificación de proteínas del lactosuero*. Cádiz: Universidad de Cádiz.
- Roskrow, D. (2018). *Rum*. Glasgow: HarperCollins Publishers.
- Sapag Chain, N. (2011). *Proyectos de inversión: Formulación y evaluación*. Santiago de Chile: Pearson Educación de Chile.
- Singh, P., & Heldman, D. (2009). *Introduction to Food Engineering, Fourth Edition*. California: Elsevier Inc.
- Tarleton, S., & Wakeman, R. (2007). *Solid/Liquid Separation: Equipment Selection and Process Design*. Massachusetts: Elsevier Linacre House.
- Ulate Brenes, A. (2005). *Determinación de un modelo para el consumo de energía para la suspensión total de sólidos en fluidos Newtonianos*. San José: Universidad de Costa Rica.
- Vilca Taype, S. (2013). *PROCESO DE LIXIVIACIÓN DINÁMICA DE MINERALES AURÍFEROS DE BAJA LEY EN SMRL. SAN JUAN CIEN DE CABANILLA-PUNO*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Visser Sales Corp. (2015). *Understanding the Difference Between Axial Flow Impellers and Radial Flow Impellers*. Obtenido de <https://visserssales.com/Blog/Difference-Between-Axial-Flow-Impellers-and-Radial-Flow-Impellers.html>
- Whittle, J. (2021). *Impeller Types*. Obtenido de <https://www.euromixers.co.uk/impeller-types/>

Apéndice

Matrices de pros y contras

Lixiviación

Cuadro A1. Matriz de pros y contras para el equipo de lixiviación.

Equipo	Pros	Contras
Percoladores en lotes	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo para producción en lotes (Green & Perry, 2008). • No se requiere de etapas de molienda y separación sólido-líquido (Benavente, 2004). 	<ul style="list-style-type: none"> • La recuperación máxima es de 65-90 % (Benavente, 2004). • Se requiere más entrenamiento de operadores, el sistema tiene poca automatización (Benavente, 2004).
Percoladores continuos: Extractor tipo Bollman	<ul style="list-style-type: none"> • Permite el uso de escamas finas que produce un extracto de buena claridad (Green & Perry, 2008). • No se requiere de etapas de molienda y separación sólido-líquido (Benavente, 2004). 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite canalización, lo que produce baja eficiencia (Green & Perry, 2008). • Es un tipo de percolador continuo (Green & Perry, 2008). • La recuperación máxima es de 65-90 % (Benavente, 2004). • Se requiere más entrenamiento de operadores, el sistema tiene poca automatización (Benavente, 2004).
Percoladores continuos: Extractor Rotocel	<ul style="list-style-type: none"> • Es simple, barato y requiere poca cabeza de presión (Green & Perry, 2008). • Lo producen diferentes fabricantes (Green & Perry, 2008). 	<ul style="list-style-type: none"> • Es un tipo de percolador continuo (Green & Perry, 2008). • La recuperación máxima es de 65-90 % (Benavente, 2004). • Se requiere más entrenamiento de operadores, el sistema tiene poca automatización (Benavente, 2004).
Percoladores continuos: Percolador de banda sinfin	<ul style="list-style-type: none"> • No se requiere de etapas de molienda y separación sólido-líquido (Benavente, 2004). 	<ul style="list-style-type: none"> • Es un tipo de percolador continuo (Green & Perry, 2008). • La recuperación máxima es de 65-90 % (Benavente, 2004). • Se requiere más entrenamiento de operadores, el sistema tiene poca automatización (Benavente, 2004).

Cuadro A1 (Continuación). Matriz de pros y contras para el equipo de lixiviación.

Equipo	Pros	Contras
Percoladores continuos: Extractor Kennedy	<ul style="list-style-type: none"> • También requiere poca cabeza de presión (Green & Perry, 2008). • Se pueden realizar drenajes entre etapas (Green & Perry, 2008). • No se requiere de etapas de molienda y separación sólido-líquido (Benavente, 2004). 	<ul style="list-style-type: none"> • Es un tipo de percolador continuo (Green & Perry, 2008). • La recuperación máxima es de 65-90 % (Benavente, 2004). • Se requiere más entrenamiento de operadores, el sistema tiene poca automatización (Benavente, 2004).
Lixiviación de sólidos dispersos: Tanque agitado en lote	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de lixiviación en lote (Green & Perry, 2008). • Se obtienen altas recuperaciones (Benavente, 2004). • Tiene fácil extracción (Benavente, 2004). • Se puede automatizar fácilmente (Benavente, 2004). 	<ul style="list-style-type: none"> • El sólido tiene que estar finamente molido (molienda previa) • Altos costos de inversión y operación (Benavente, 2004).
Lixiviación de sólidos dispersos: Tanques Pachuca: Agitado	<ul style="list-style-type: none"> • Se utilizan mamparas para evitar remolinos e ineficiencia energética (Green & Perry, 2008). • Se obtienen altas recuperaciones (Benavente, 2004). • Tiene fácil extracción (Benavente, 2004). • Se puede automatizar fácilmente (Benavente, 2004). 	<ul style="list-style-type: none"> • Son continuos (Green & Perry, 2008). • El sólido tiene que estar finamente molido (molienda previa) (Benavente, 2004). • Altos costos de inversión y operación (Benavente, 2004).
Lixiviación de sólidos dispersos: Tanques Pachuca: Autoclave	<ul style="list-style-type: none"> • Permite operar en condiciones de alta presión y temperatura (Green & Perry, 2008). • Puede trabajar en medio ácido o alcalino (Vilca Taype, 2013). • Se puede llegar a tener recuperaciones por encima del 90% (Vilca Taype, 2013). 	<ul style="list-style-type: none"> • Es un proceso costoso (Vilca Taype, 2013).

Cuadro A1 (Continuación). Matriz de pros y contras para el equipo de lixiviación.

Equipo	Pros	Contras
Lixiviación continua de sólidos dispersos: Extractores tornillo sinfin	<ul style="list-style-type: none"> • Diferente a una percolación ortodoxa (Green & Perry, 2008). 	<ul style="list-style-type: none"> • Lixiviación continua (Green & Perry, 2008). • Dependiendo de los materiales involucrados puede ser destructivo (Navas Segura, 2011).
Lixiviación continua de sólidos dispersos: Extractor de inmersión total Hildebrandt	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta una compactación continua de los sólidos (Navas Segura, 2011). 	<ul style="list-style-type: none"> • Al ser un tornillo es lixiviación continua (Green & Perry, 2008). • Puede presentar pérdidas de disolvente y flujo excesivo de alimentación (Navas Segura, 2011). • Dependiendo de los materiales involucrados puede ser destructivo (Navas Segura, 2011).
Lixiviación continua de sólidos dispersos: De Danske Sukkerfabriker	<ul style="list-style-type: none"> • Al estar inclinada 10° elimina la necesidad de dos tornillos (Green & Perry, 2008). 	<ul style="list-style-type: none"> • Es otra forma de tornillo sinfin, por ende es continua (Green & Perry, 2008). • Dependiendo de los materiales involucrados puede ser destructivo (Navas Segura, 2011).

Intercambiador de calor

Cuadro A2. Matriz de pros y contras para el intercambiador de calor.

Equipo	Pros	Contras
Intercambiadores de tubo y coraza	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación y mantenimiento sencillo (Aguirre & Martínez, 2009). • Son baratos y fáciles de conseguir (Aguirre & Martínez, 2009). • Trabajan prácticamente todo tipo de flujos (Aguirre & Martínez, 2009). • Presenta rangos de temperatura eficientes (Aguirre & Martínez, 2009). • Puede tener varios pasos para tener una mejor transferencia de calor (Aguirre & Martínez, 2009). • Tienen una vida útil de 25 a 30 años (Aguirre & Martínez, 2009). 	<ul style="list-style-type: none"> • No se consigue rangos de temperatura exactos (Aguirre & Martínez, 2009). • Puede llegar a presentar problemas de expansión térmica (Aguirre & Martínez, 2009). • Pueden presentarse incrustaciones en las partes curvas cuando se trabaja con alimentos (Aguirre & Martínez, 2009).
Intercambiadores de placas	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando se trata de productos de consumo humano se acostumbra a elegirlos (Aguirre & Martínez, 2009). • Fácil instalación y automatización (Aguirre & Martínez, 2009). • Su característica más llamativa es la exactitud que tienen en los rangos de temperatura (Aguirre & Martínez, 2009). • Puede presentar varias etapas para una mejor transferencia (Aguirre & Martínez, 2009). • Tienen buena eficiencia (Aguirre & Martínez, 2009). 	<ul style="list-style-type: none"> • Son los más caros (Aguirre & Martínez, 2009). • No son buenos con líquidos viscosos o con sólidos suspendidos (Aguirre & Martínez, 2009). • Tiene a presentar incrustaciones cuando se trabaja con agua (Aguirre & Martínez, 2009). • Generalmente es continuo (Aguirre & Martínez, 2009).

Tanques de mezclado

Cuadro A3. Matriz de pros y contras para los mezcladores.

Equipo	Pros	Contras
Tanque Agitado	<ul style="list-style-type: none"> • Su construcción es simple (Ulate Brenes, 2005). • Puede estar abierto a la atmósfera o ser presurizado (Ulate Brenes, 2005). • Puede presentar accesorios como serpentines o chaquetas (Ulate Brenes, 2005). • Utilizado para fluidos de baja viscosidad (Green & Perry, 2008) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dependiendo de diferentes características propias del sistema de mezclado puede llegar a presentar vórtices (Green & Perry, 2008).
Mezclador de tambor cilíndrico o cúbico	<ul style="list-style-type: none"> • Mezcla a través de gravedad (Chico Proaño, 2011). • Mezclado por difusión (Chico Proaño, 2011). • La inclinación mejora su función (Chico Proaño, 2011). 	<ul style="list-style-type: none"> • Poco eficiente (Chico Proaño, 2011). • Adhesión en las paredes (Chico Proaño, 2011). • Difícil de vaciar (Chico Proaño, 2011). • Las cuchillas del ancla producen muy poco flujo entre la parte de arriba y de debajo del tanque (Green & Perry, 2008). • Diferencias entre las viscosidades de los fluidos pueden extender el tiempo de mezclado (Green & Perry, 2008).
Mezcladores de ancla	<ul style="list-style-type: none"> • Son los más simples y comunes para líquidos de alta viscosidad (Green & Perry, 2008). • Su forma cónica o curvada logra un exitoso barrido de la superficie del tanque (Fluid Mix, s.f.). 	<ul style="list-style-type: none"> • Se acostumbra a utilizarlos en combinación con otros mezcladores (Green & Perry, 2008). • Trabajan a una velocidad baja al ser principalmente para fluidos de viscosidad media, alta o no newtonianos (Fluid Mix, s.f.). • Se deben agregar barredoras para evitar que se adhieran partículas en el borde (Fluid Mix, s.f.).

Cuadro A3 (Continuación). Matriz de pros y contras para los mezcladores.

Equipo	Pros	Contras
Mezcladores de cinta helicoidales	<ul style="list-style-type: none"> • Producen fuerza de movimiento de arriba abajo, hasta con fluidos viscosos (Green & Perry, 2008). • Es de los mezcladores más versátiles (Green & Perry, 2008). • Funciona en fluidos viscosos hasta 4 000 000 cP (Green & Perry, 2008). • Moderado consumo de energía (Chico Proaño, 2011). • Buen barrido del material (Chico Proaño, 2011). 	<ul style="list-style-type: none"> • Son de los mezcladores más caros (Green & Perry, 2008). • No se aprovecha su alto costo en fluidos de baja viscosidad (Green & Perry, 2008). • Requieren mucha energía para su funcionamiento (Chico Proaño, 2011). • Su limpieza es difícil (Chico Proaño, 2011). • Solo funciona en ciclos cortos de mezclado (Chico Proaño, 2011). • Mal movimiento de arriba abajo del mezclador (Green & Perry, 2008).
Mezcladores planetarios	<ul style="list-style-type: none"> • Las cuchillas causan cizallamiento y estiramiento local al material (Green & Perry, 2008). • Útil para fluidos viscosos (Green & Perry, 2008). • Práctico para producir en lotes debido a su facilidad de limpieza (Green & Perry, 2008). 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumen bastante energía (Chico Proaño, 2011). • Generan calor dentro de las sustancias a mezclar (Chico Proaño, 2011). • Son lentos (Chico Proaño, 2011).
Mezcladoras de doble y triple eje	<ul style="list-style-type: none"> • Al poder presentar diferentes tipos de impulsores logra diferentes mezclados al mismo tiempo (Green & Perry, 2008). • Puede ser utilizado para procesos en lotes (Green & Perry, 2008). • Se obtiene la mezcla del tanque completo (Green & Perry, 2008). 	<ul style="list-style-type: none"> • Es especial para fluidos de alta viscosidad y no tanto para los de baja viscosidad (Green & Perry, 2008).

Cuadro A4. Matriz de pros y contras para los agitadores.

Equipo	Pros	Contras
Impulsores de espacio reducido	<ul style="list-style-type: none"> • Efectivo en fluidos pseudoplasticos (Green & Perry, 2008). • Utilizados para mejorar la transferencia de calor en fluidos de alta consistencia (Green & Perry, 2008). 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizado para fluidos con alta viscosidad (Whittle, 2021). • Tienen el tamaño del tanque (Whittle, 2021).

Cuadro A4 (Continuación). Matriz de pros y contras para los agitadores.

Equipo	Pros	Contras
Impulsores de flujo axial	<ul style="list-style-type: none"> • Rangos de velocidad van de 1150 o 1750 r/min con accionamiento directo y 350 o 420 r/min con accionamiento por engranaje (Green & Perry, 2008). • Para suspensión de sólidos se puede utilizar el accionamiento por engranaje (Green & Perry, 2008). • Para dispersiones o reacciones rápidas se utiliza accionamiento directo (Green & Perry, 2008). • Mezcla fluidos de baja densidad menores a 0.1 Pa s (Green & Perry, 2008). 	<ul style="list-style-type: none"> • Su consumo de energía ronda los 2.2 kW (Green & Perry, 2008).
Impulsores de flujo radial	<ul style="list-style-type: none"> • Útil en procesos donde se presente corrosión (Green & Perry, 2008). 	<ul style="list-style-type: none"> • El nivel de flujo es bajo (Vissers Sales Corp., 2015). • Se utilizan principalmente para dispersión (Vissers Sales Corp., 2015).

Filtración

Cuadro A5. Matriz de pros y contras para el filtro.

Equipo	Pros	Contras
Filtros de vacío	<ul style="list-style-type: none"> • Soporta presiones hasta los 85 kPa (Tarleton & Wakeman, 2007). • Tienen la capacidad de lavarse en contracorriente (Tarleton & Wakeman, 2007). • Pueden conservar calor y vapores (Tarleton & Wakeman, 2007). 	<ul style="list-style-type: none"> • En su mayoría este filtro es para uso en procesos continuos (Tarleton & Wakeman, 2007). • Componentes volátiles pueden generar problemas (Tarleton & Wakeman, 2007).

Cuadro A5 (Continuación). Matriz de pros y contras para el filtro.

Equipo	Pros	Contras
Filtros de presión y prensa	<ul style="list-style-type: none"> • Trabaja entre el rango de 0 a 800 kPa (Tarleton & Wakeman, 2007). • Generalmente son utilizados en de forma en lote (Tarleton & Wakeman, 2007). • Trabajan con una superficie semipermeable que retiene los sólidos en forma de torta (Tarleton & Wakeman, 2007). • Trabaja con partículas finas que se depositan lentamente y presentan poca filtrabilidad (Tarleton & Wakeman, 2007). • Puede utilizarse para componentes volátiles, calientes, saturados o con un punto de ebullición cerca de la temperatura ambiente (Green & Perry, 2008). • Son económicos (McCabe, Smith, & Harriott, 2007). • Filtra pequeñas cantidades de solidos gelatinosos que normalmente burlan la capa filtrante (McCabe, Smith, & Harriott, 2007). • Pueden operar bajo presión (McCabe, Smith, & Harriott, 2007). 	<ul style="list-style-type: none"> • Son dependientes del diferencial de presión que se pueda formar (McCabe, Smith, & Harriott, 2007).
Filtros de recubrimiento previo	<ul style="list-style-type: none"> • Pueden operar bajo presión (McCabe, Smith, & Harriott, 2007). 	<ul style="list-style-type: none"> • Los sólidos se desechan (McCabe, Smith, & Harriott, 2007). • Por lo general quedan rastros del coadyuvante (McCabe, Smith, & Harriott, 2007).
Filtros de fuerza centrífuga	<ul style="list-style-type: none"> • Quedan los sólidos más secos (McCabe, Smith, & Harriott, 2007). • Puede trabajar de forma continua o discontinua (McCabe, Smith, & Harriott, 2007). 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto costo de operación y mantenimiento (Girón Lezana, 2006). • Alto consumo energético (Girón Lezana, 2006).

Cuadro A6. Estimación del financiamiento con una cuota de \$ 164 448.05 y un plazo de 10 años.

Año	Inicial / (\$)	Cuota / (\$)	Interés / (\$)	Amortización / (\$)	Saldo / (\$)
1	1 250 320.52	164 448.05	66 517.05	97 931.00	1 152 389.52
2	1 152 389.52	164 448.05	61 307.12	103 140.93	1 049 248.60
3	1 049 248.60	164 448.05	55 820.03	108 628.02	940 620.57
4	940 620.57	164 448.05	50 041.01	114 407.04	826 213.54
5	826 213.54	164 448.05	43 954.56	120 493.49	705 720.05
6	705 720.05	164 448.05	37 544.31	126 903.74	578 816.30
7	578 816.30	164 448.05	30 793.03	133 665.02	445 161.28
8	445 161.28	164 448.05	23 682.58	140 765.47	304 395.81
9	304 395.81	164 448.05	16 193.86	148 254.19	156 141.62
10	156 141.62	164 448.05	8 306.73	156 141.32	0

Muestra de calculo**Lixiviación:**Calor en estado estable:

$$q_{EE} = F_{vv} \cdot \rho_{vv} \cdot (H_{ent} - H_{sal}) \cdot T_{EE} \quad (1)$$

$$8\,324\,599.88 \text{ kJ} = 25\,000 \frac{\text{L}}{\text{h}} \cdot 0.9431 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \cdot \left(503.71 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 419.04 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) \cdot 4.17 \text{ h} \quad (2)$$

Capacidad calórica de la mezcla:

$$C_{p_{mezcla}} = 1.424 \cdot X_a + 1.549 \cdot X_p + 1.675 \cdot X_g + 0.837 \cdot X_c + 4.187 \cdot X_{H_2O} \quad (3)$$

$$3.029 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} = 1.424 \cdot 0.3125 + 1.549 \cdot 0.0566 + 1.675 \cdot 0.0213 + 4.187 \cdot 0.5876 \quad (4)$$

Masa de agua evaporada:

$$m_{\text{evap}} = \frac{q_{\text{EE}}}{C_{p_{\text{mezcla}}} \cdot (T_{\text{sat40psi}} - T_{\text{EE}}) + \lambda_{40\text{psi}}} \quad (5)$$

$$3\,776.21 \text{ kg} = \frac{8\,324\,599.88 \text{ kJ}}{3.029 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot (130 - 120)^\circ\text{C} + 2\,174.2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} \quad (6)$$

Volumen de agua evaporada:

$$\frac{m_{\text{evap}}}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}} = V_{\text{evap}} \quad (7)$$

$$\frac{3\,776.21 \text{ kg}}{0.997 \frac{\text{kg}}{\text{L}}} = 3\,788 \text{ L} \quad (8)$$

Volumen final de la Lixiviación:

$$V_{\text{RL}} = V_{\text{en}} - V_{\text{evap}} \quad (9)$$

$$6\,212 \text{ L} = 10\,000 \text{ L} - 3\,788 \text{ L} \quad (10)$$

Calor transferido en el intercambio de calor:

$$Q_{\text{IC}} = \frac{V_{\text{IC}} \cdot \rho_{\text{mezcla}} \cdot C_{p_{\text{mezcla}}} \cdot (T_{\text{mezcla,i}} - T_{\text{mezcla,s}})}{t_{\text{IC}}} \quad (11)$$

$$Q_{\text{IC}} = \frac{6212 \text{ L} \cdot 1.05 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \cdot 3.029 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot (120^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C})}{3600 \text{ s}} = 493.86 \text{ kW} \quad (12)$$

Masa de flujo de agua:

$$m_{fa} = \frac{Q_{IC}}{C_{p_{agua}} \cdot (T_{fa,s} - T_{fa,e})} \quad (13)$$

$$m_{fa} = \frac{493.86 \text{ kW}}{4.2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot (50^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C})} = 3.67 \text{ kg/s} \quad (14)$$

Diferencia logarítmica de temperatura:

$$\Delta T_{\log} = \frac{\Delta T_{\text{alta}} - \Delta T_{\text{baja}}}{\ln \left(\frac{\Delta T_{\text{alta}}}{\Delta T_{\text{baja}}} \right)} \quad (15)$$

$$\Delta T_{\text{alta}} = 120^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C} = 70^\circ\text{C} \quad (16)$$

$$\Delta T_{\text{baja}} = 30^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C} = 12^\circ\text{C} \quad (17)$$

$$\Delta T_{\log} = \frac{50^\circ\text{C} - 12^\circ\text{C}}{\ln \left(\frac{50^\circ\text{C}}{12^\circ\text{C}} \right)} = 32.89^\circ\text{C} \quad (18)$$

Área de transferencia:

$$A_t = \frac{Q_{IC}}{\Delta T_{\log} \cdot k} \quad (19)$$

$$A_t = \frac{493.86 \text{ kW}}{32.89^\circ\text{C} \cdot 7.0 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2^\circ\text{C}}} = 2.15 \text{ m}^2 \quad (20)$$

Número de placas:

$$\frac{2.15 \text{ m}^2}{0.5 \text{ m}^2} \approx 5 \text{ placas} \quad (21)$$

Mezclado de la infusión con alcohol rectificado:

Volumen de Ron-mezcla

$$V_{RL} + V_{A96} = V_{RM} \quad (22)$$

$$V_{A96} = V_{RM} - 6\,212 \text{ L} \quad (23)$$

$$0 \% \times V_{RL} + 96 \% \times V_{A96} = 35 \% \times V_{RM} \quad (24)$$

$$V_{RM} = \frac{96 \% \times V_{RL}}{(96 \% - 35 \%)} \quad (25)$$

$$9\,777 \text{ L} = \frac{96 \% \times 6\,212 \text{ L}}{(96 \% - 35 \%)} \quad (26)$$

$$3\,565 \text{ L} = 9\,777 \text{ L} - 6\,212 \text{ L} \quad (27)$$

$$\frac{9\,777 \text{ L}}{80 \%} = 12\,221 \text{ L} \approx 14\,000 \text{ L} \quad (28)$$

Volumen del tanque:

$$V_T = \pi \cdot \frac{D_T^3}{4} \quad (29)$$

$$\sqrt[3]{\frac{4 \cdot 14 \text{ m}^3}{\pi}} = 2.61 \text{ m} = D_T \quad (30)$$

Sedimentación de ron-mezcla

Pérdidas en el barril:

$$V_{\text{mes}(n+1)} = V_{\text{mes}(n)} \times 99.25 \% \quad (31)$$

Mezcla final de ron-mezcla con alcohol

Volumen Mezcla final:

$$V_{\text{RM}} + V_{\text{A96}} = V_{\text{PF}} \quad (32)$$

$$V_{\text{A96}} = V_{\text{PF}} - 9\,559 \text{ L} \quad (33)$$

$$35 \% \times V_{\text{RM}} + 96 \% \times V_{\text{A96}} = 40 \% \times V_{\text{PF}} \quad (34)$$

$$V_{\text{PF}} = \frac{(96 \% - 35 \%) \times V_{\text{RM}}}{(96 \% - 40 \%)} \quad (35)$$

$$10\,412 \text{ L} = \frac{(96 \% - 35 \%) \times 9\,648 \text{ L}}{(96 \% - 40 \%)} \quad (36)$$

$$853 \text{ L} = 10\,412 \text{ L} - 9\,559 \text{ L} \quad (37)$$

$$\frac{10\,412 \text{ L}}{80\%} = 13\,015 \text{ L} \approx 14\,000 \text{ L} \quad (38)$$

Añejamiento**Cuadro A7.** Resultados del volumen mensual durante el añejamiento de 3 años.

3 años					
Mes	Volumen	Mes	Volumen	Mes	Volumen
0	10 412 L	13	9 441 L	26	8 561 L
1	10 334 L	14	9 371 L	27	8 497 L
2	10 256 L	15	9 300 L	28	8 433 L
3	10 180 L	16	9 230 L	29	8 370 L
4	10 103 L	17	9 161 L	30	8 307 L
5	10 027 L	18	9 093 L	31	8 245 L
6	9 952 L	19	9 024 L	32	8 183 L
7	9 878 L	20	8 957 L	33	8 122 L
8	9 803 L	21	8 889 L	34	8 061 L
9	9 730 L	22	8 823 L	35	8 000 L
10	9 657 L	23	8 757 L	36	7 940 L
11	9 585 L	24	8 691 L		
12	9 513 L	25	8 626 L		

Cuadro A8. Resultados del volumen mensual durante el añejamiento de 7 años.

7 años					
Mes	Volumen	Mes	Volumen	Mes	Volumen
0	10 412 L	18	9 093 L	36	7 940 L
1	10 334 L	19	9 024 L	37	7 881 L
2	10 256 L	20	8 957 L	38	7 822 L
3	10 180 L	21	8 889 L	39	7 763 L
4	10 103 L	22	8 823 L	40	7 705 L
5	10 027 L	23	8 757 L	41	7 647 L
6	9 952 L	24	8 691 L	42	7 590 L
7	9 878 L	25	8 626 L	43	7 533 L
8	9 803 L	26	8 561 L	44	7 476 L
9	9 730 L	27	8 497 L	45	7 420 L
10	9 657 L	28	8 433 L	46	7 364 L
11	9 585 L	29	8 370 L	47	7 309 L
12	9 513 L	30	8 307 L	48	7 254 L
13	9 441 L	31	8 245 L	49	7 200 L

Cuadro A8 (Continuación). Resultados del volumen mensual durante el añejamiento de 7 años.

7 años					
Mes	Volumen	Mes	Volumen	Mes	Volumen
50	7 146 L	62	6 529 L	74	5 965 L
51	7 092 L	63	6 480 L	75	5 920 L
52	7 039 L	64	6 431 L	76	5 876 L
53	6 986 L	65	6 383 L	77	5 832 L
54	6 934 L	66	6 335 L	78	5 788 L
55	6 882 L	67	6 288 L	79	5 744 L
56	6 830 L	68	6 240 L	80	5 701 L
57	6 779 L	69	6 194 L	81	5 659 L
58	6 728 L	70	6 147 L	82	5 616 L
59	6 678 L	71	6 101 L	83	5 574 L
60	6 628 L	72	6 055 L	84	5 532 L
61	6 578 L	73	6 010 L		

Nomenclatura

q_{EE} : Calor en estado estable, kJ.

F_{vv} : Flujo de vapor vivo, L/h.

ρ_{vv} : Densidad del vapor vivo, kg/L.

H_{ent} : Entalpía de entrada a 101 °C, kJ/kg.

H_{sal} : Entalpía de salida a 121 °C, kJ/kg.

T_{EE} : Tiempo en estado estable, h.

$C_{pmezcla}$: Capacidad calorífica de la mezcla, kJ/kg°C.

X_a : Fracción másica de azúcar, g de azúcar/g de mezcla.

X_p : Fracción másica de proteína, g de proteína/g de mezcla.

X_g : Fracción másica de grasa, g de grasa/g de mezcla.

X_c : Fracción másica de ceniza, g de ceniza/g de mezcla.

X_{H_2O} : Fracción másica de agua, g de agua/g de mezcla.

m_{evap} : masa de agua evaporada, kg.

$T_{sat40psi}$: Temperatura de saturación a 40psi, °C.

T_{EE} : Temperatura en estado estacionario, °C.

λ_{40psi} : Calor latente a 40 psi, kJ/kg

ρ_{H_2O} : Densidad del agua, kg/L

V_{evap} : Volumen de agua evaporado, L

V_{RL} : Volumen del resultado de la Lixiviación, L.

V_{en} : Volumen entrante, L.

Q_{IC} : Calor transferido en el intercambiador de calor, kW.

V_{IC} : Volumen de intercambio de calor, L.

ρ_{mezcla} : Densidad de la mezcla, kg/L.

$T_{mezcla, i}$: Temperatura inicial de la mezcla, °C

$T_{mezcla, s}$: Temperatura de la mezcla a la salida, °C

t_{IC} : Tiempo de intercambio de calor, s.

m_{fa} : Masa del flujo de agua, kg/s.

Cp_{agua} : Capacidad calorífica del agua, kJ/kg°C

$T_{fa, s}$: Temperatura de salida del agua, °C

$T_{fa, e}$: Temperatura de entrada del agua, °C

ΔT_{log} : Diferencia logarítmica de temperatura, °C.

ΔT_{alta} : Diferencia de temperaturas altas en ambas corrientes, °C.

ΔT_{baja} : Diferencia de temperaturas bajas en ambas corrientes, °C.

A_t : Área de transferencia, m²

k : Constante de conductividad del acero, kW/m²°C

V_{A96} : Volumen alcohol de Fanal al 96 %, L.

V_{RM} : Volumen Ron-mezcla al 35 %, L.

V_T : Volumen del tanque, m³

D_T : Diámetro del tanque, m

$V_{mes(n)}$: Volumen del mes n, L.

$V_{mes(n+1)}$: Volumen del mes n+1, L.

V_{PF} : Volumen del producto final, L.

Flujo de caja

Flujo de caja del Proyecto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingreso		\$ 492,419.24	\$ 492,419.24	\$ 492,419.24	\$ 492,419.24	\$ 814,059.96	\$ 814,059.96	\$ 814,059.96	\$ 814,059.96	\$ 814,059.96	\$ 814,059.96
Costo Variable		\$ (327,008.52)	\$ (327,008.52)	\$ (327,008.52)	\$ (327,008.52)	\$ (371,485.80)	\$ (371,485.80)	\$ (371,485.80)	\$ (371,485.80)	\$ (371,485.80)	\$ (371,485.80)
Costos Fijos		\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)
Depreciación activos		\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)
Interés		\$ (61,345.49)	\$ (56,540.62)	\$ (51,480.13)	\$ (46,150.42)	\$ (40,537.18)	\$ (34,625.30)	\$ (28,398.92)	\$ (21,841.29)	\$ (14,934.80)	\$ (7,660.88)
Amortización		\$ (90,317.09)	\$ (95,121.96)	\$ (100,182.45)	\$ (105,512.16)	\$ (111,125.40)	\$ (117,037.28)	\$ (123,263.66)	\$ (129,821.29)	\$ (136,727.78)	\$ (144,001.70)
Capital de trabajo		(\$43,154.82)									\$43,154.82
Utilidad antes de impuestos		\$ (129,184.87)	\$ (129,184.87)	\$ (129,184.87)	\$ (129,184.87)	\$ 147,978.57	\$ 147,978.57	\$ 147,978.57	\$ 147,978.57	\$ 147,978.57	\$ 191,133.39
Impuestos		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 19,237.21	\$ 19,237.21	\$ 19,237.21	\$ 19,237.21	\$ 19,237.21	\$ 24,847.34
Inversión		(\$1,441,388.32)									
Utilidad después de impuestos		\$ (129,184.87)	\$ (129,184.87)	\$ (129,184.87)	\$ (129,184.87)	\$ 128,741.36	\$ 128,741.36	\$ 128,741.36	\$ 128,741.36	\$ 128,741.36	\$ 166,286.05
Depreciación activos		\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11
Utilidad Neta		(\$1,484,543.13)	\$ (111,947.76)	\$ (111,947.76)	\$ (111,947.76)	\$ 145,978.46	\$ 145,978.46	\$ 145,978.46	\$ 145,978.46	\$ 145,978.46	\$ 183,523.15

Figura A1. Flujo de caja nominal

Flujo de caja del Proyecto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingreso		\$ 729,299.56	\$ 729,299.56	\$ 729,299.56	\$ 729,299.56	\$ 1,205,666.88	\$ 1,205,666.88	\$ 1,205,666.88	\$ 1,205,666.88	\$ 1,205,666.88	\$ 1,205,666.88
Costo Variable		\$ (327,008.52)	\$ (327,008.52)	\$ (327,008.52)	\$ (327,008.52)	\$ (371,485.80)	\$ (371,485.80)	\$ (371,485.80)	\$ (371,485.80)	\$ (371,485.80)	\$ (371,485.80)
Costos Fijos		\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)
Depreciación activos		\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)
Interés		\$ (61,345.49)	\$ (56,540.62)	\$ (51,480.13)	\$ (46,150.42)	\$ (40,537.18)	\$ (34,625.30)	\$ (28,398.92)	\$ (21,841.29)	\$ (14,934.80)	\$ (7,660.88)
Amortización		\$ (90,317.09)	\$ (95,121.96)	\$ (100,182.45)	\$ (105,512.16)	\$ (111,125.40)	\$ (117,037.28)	\$ (123,263.66)	\$ (129,821.29)	\$ (136,727.78)	\$ (144,001.70)
Capital de trabajo		(\$43,154.82)									\$43,154.82
Utilidad antes de impuestos		\$ 107,695.45	\$ 107,695.45	\$ 107,695.45	\$ 107,695.45	\$ 539,585.49	\$ 539,585.49	\$ 539,585.49	\$ 539,585.49	\$ 539,585.49	\$ 539,585.49
Impuestos		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 70,146.11	\$ 70,146.11	\$ 70,146.11	\$ 70,146.11	\$ 70,146.11	\$ 70,146.11
Inversión		(\$1,441,388.32)									
Utilidad después de impuestos		\$ 107,695.45	\$ 107,695.45	\$ 107,695.45	\$ 107,695.45	\$ 469,439.38	\$ 469,439.38	\$ 469,439.38	\$ 469,439.38	\$ 469,439.38	\$ 469,439.38
Depreciación activos		\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11
Utilidad Neta		(\$1,484,543.13)	\$ 124,932.55	\$ 124,932.55	\$ 124,932.55	\$ 124,932.55	\$ 486,676.49	\$ 486,676.49	\$ 486,676.49	\$ 486,676.49	\$ 486,676.49

Figura A2. Flujo de caja en el punto de equilibrio

Flujo de caja del Proyecto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingreso		\$ 492,419.24	\$ 492,419.24	\$ 492,419.24	\$ 492,419.24	\$ 814,059.96	\$ 814,059.96	\$ 814,059.96	\$ 814,059.96	\$ 814,059.96	\$ 814,059.96
Costo Variable		\$ (327,008.52)	\$ (327,008.52)	\$ (327,008.52)	\$ (327,008.52)	\$ (371,485.80)	\$ (371,485.80)	\$ (371,485.80)	\$ (371,485.80)	\$ (371,485.80)	\$ (371,485.80)
Costos Fijos		\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)
Depreciación activos		\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)
Interés		\$ (57,326.53)	\$ (52,836.44)	\$ (48,107.49)	\$ (43,126.95)	\$ (37,881.45)	\$ (32,356.88)	\$ (26,538.41)	\$ (20,410.40)	\$ (13,956.38)	\$ (7,159.00)
Amortización		\$ (84,400.10)	\$ (88,890.18)	\$ (93,619.14)	\$ (98,599.68)	\$ (103,845.18)	\$ (109,369.74)	\$ (115,188.21)	\$ (121,316.23)	\$ (127,770.25)	\$ (134,567.63)
Depreciación activos		\$ (12,065.97)	\$ (12,065.97)	\$ (12,065.97)	\$ (12,065.97)	\$ (12,065.97)	\$ (12,065.97)	\$ (12,065.97)	\$ (12,065.97)	\$ (12,065.97)	\$ (12,065.97)
Capital de trabajo		(\$43,154.82)									\$43,154.82
Utilidad antes de impuestos		\$ (114,077.78)	\$ (114,077.78)	\$ (114,077.78)	\$ (114,077.78)	\$ 163,085.66	\$ 163,085.66	\$ 163,085.66	\$ 163,085.66	\$ 163,085.66	\$ 163,085.66
Impuestos		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 21,201.14	\$ 21,201.14	\$ 21,201.14	\$ 21,201.14	\$ 21,201.14	\$ 21,201.14
Inversión		(\$1,346,957.94)									
Utilidad después de impuestos		\$ (114,077.78)	\$ (114,077.78)	\$ (114,077.78)	\$ (114,077.78)	\$ 141,884.52	\$ 141,884.52	\$ 141,884.52	\$ 141,884.52	\$ 141,884.52	\$ 141,884.52
Depreciación activos		\$ 12,065.97	\$ 12,065.97	\$ 12,065.97	\$ 12,065.97	\$ 12,065.97	\$ 12,065.97	\$ 12,065.97	\$ 12,065.97	\$ 12,065.97	\$ 12,065.97
Utilidad Neta		(\$1,390,112.76)	\$ (102,011.81)	\$ (102,011.81)	\$ (102,011.81)	\$ 153,950.50	\$ 153,950.50	\$ 153,950.50	\$ 153,950.50	\$ 153,950.50	\$ 153,950.50

Figura A3. Flujo de caja con 30 % menos en el valor del equipo

Flujo de caja del Proyecto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingreso		\$ 541,661.16	\$ 541,661.16	\$ 541,661.16	\$ 541,661.16	\$ 895,465.96	\$ 895,465.96	\$ 895,465.96	\$ 895,465.96	\$ 895,465.96	\$ 895,465.96
Costo Variable		(\$282,694)	\$ (282,693.82)	\$ (282,693.82)	\$ (282,693.82)	\$ (327,171.10)	\$ (327,171.10)	\$ (327,171.10)	\$ (327,171.10)	\$ (327,171.10)	\$ (327,171.10)
Costos Fijos		(\$125,696)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)	\$ (125,695.90)
Interés		(\$55,687.39)	(\$51,325.69)	(\$46,731.94)	(\$41,893.82)	(\$36,798.30)	(\$31,431.70)	(\$25,779.60)	(\$19,826.80)	(\$13,557.32)	(\$6,954.30)
Amortización		(\$81,986.83)	(\$86,348.53)	(\$90,942.28)	(\$95,780.40)	(\$100,875.92)	(\$106,242.52)	(\$111,894.62)	(\$117,847.42)	(\$124,116.90)	(\$130,719.92)
Depreciación activos		\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)	\$ (17,237.11)
Capital de trabajo		(\$36,824.15)									\$36,824.15
Utilidad antes de impuestos		\$ (21,639.89)	\$ (21,639.89)	\$ (21,639.89)	\$ (21,639.89)	\$ 287,687.63	\$ 287,687.63	\$ 287,687.63	\$ 287,687.63	\$ 287,687.63	\$ 324,511.77
Impuestos		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 37,399.39	\$ 37,399.39	\$ 37,399.39	\$ 37,399.39	\$ 37,399.39	\$ 42,186.53
Inversión		(\$1,308,444.21)									
Utilidad después de impuestos		\$ (21,639.89)	\$ (21,639.89)	\$ (21,639.89)	\$ (21,639.89)	\$ 250,288.24	\$ 250,288.24	\$ 250,288.24	\$ 250,288.24	\$ 250,288.24	\$ 282,325.24
Depreciación activos		\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11	\$ 17,237.11
Utilidad Neta		(\$1,345,268.36)	\$ (4,402.78)	\$ (4,402.78)	\$ (4,402.78)	\$ (4,402.78)	\$ 267,525.34	\$ 267,525.34	\$ 267,525.34	\$ 267,525.34	\$ 299,562.35

Figura A4. Flujo de caja con un ahorro de 20 % en la materia prima

Diagrama flujo de Proceso

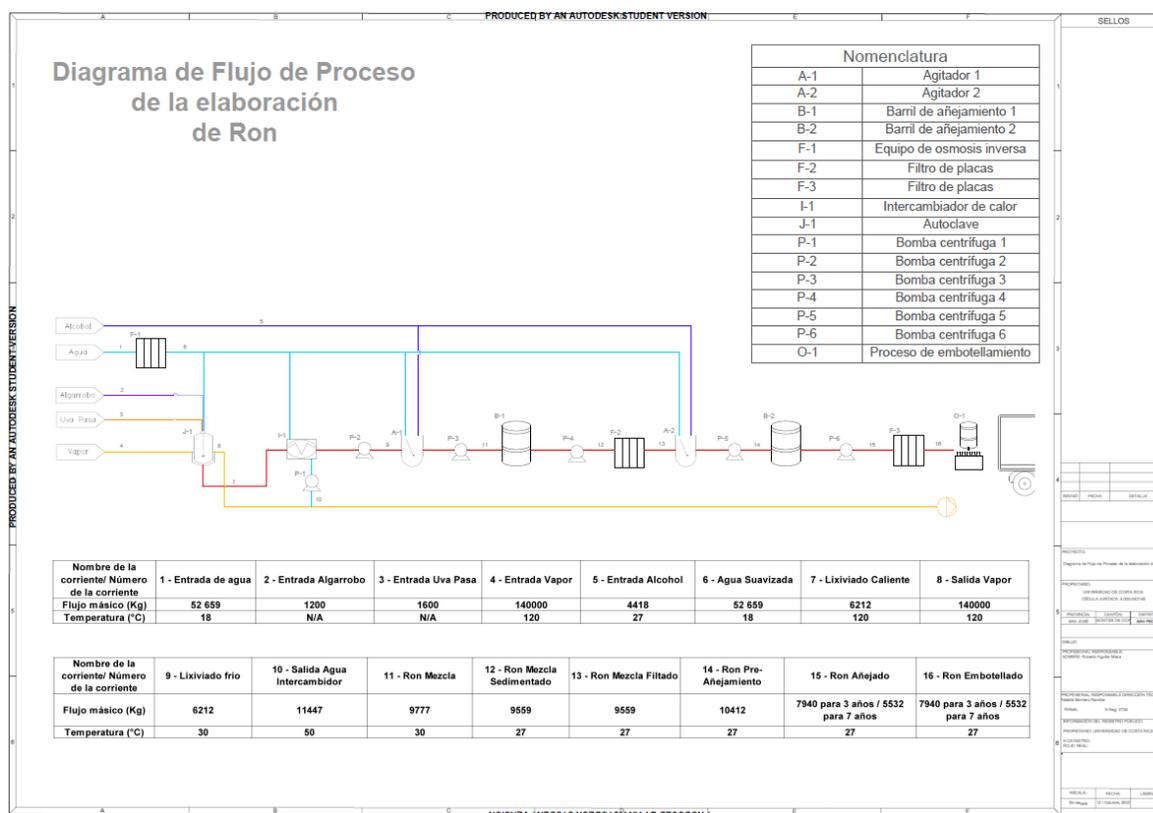


Figura A5. Diagrama flujo de proceso para proyecto de elaboración de ron

Anexos

Inicio > Maquinaria de Procesamiento > Maquinaria para Alimentación, Bebida y Cereal > Maquinaria de Elaboración de Productos Lácteos



For more details, please visit www.machinery.com

Acero inoxidable de grado sanitario depósito mezclador para la industria de bebidas, industria alimentaria, la industria farmacéutica, etc.

Precio FOB de Referencia [Conseguir Precio Último >](#)

US \$1,000-15,000 / Pieza

1 Pieza (Cantidad Mínima)

After-sales Service:	Lifelong
Warranty:	1 Year
Proceso:	Procesamiento Térmico
Fuente de alimentación:	Eléctrico
Proceso de dar un título:	ISO 9001

Contactar al Proveedor

 Mr. Lin
Manager

[✉ Contacta Ahora](#)

[Charlar](#)

 **Wenzhou Lihong Machinery Technology...**

Miembro Diamante **Desde 2006**
Proveedor Auditado

Figura A6. Cotización Tanque Agitado



PRODUCTION

Réplica de aire/vapor esterilizador Autoclave/de los alimentos, bebidas y de la línea de producción de cereales

Precio FOB de Referencia [Conseguir Precio Último >](#)

US \$30,000-150,000 / SET

1 SET (Cantidad Mínima)

Solicitud:	Baby Food, Ready-to-Eat Meals
Personalizado:	Personalizado
Proceso de dar un título:	CE, CSA, Dosh, ASME, SGS, TUV, BV, Eac, Crn, Mom, PED

Contactar al Proveedor

 Mrs. Michelle Wang

[✉ Contacta Ahora](#)

[Charlar](#)

 **SHANDONG DINGTAISHENG...**

Miembro Diamante **Desde 2020**
Proveedor Auditado

Fabricante/Fábrica

Figura A7. Cotización Autoclave



Placa de sanitarios de la leche leche Pasteurizer intercambiador de calor calefacción/refrigeración.

Precio FOB de Referencia [Conseguir Precio Último >](#)

US \$330-12,500 / Pieza |
1 Pieza (Cantidad Mínima)

Proceso de dar un título: CE, ISO

Solicitud: Calentador, Enfriador, Vaporizador, Condensador

Principio: Intercambiador de calor recuperativo

Estilo: Tipo de acero

Contactar al Proveedor

 **Mr. Loui**
International Sales Rep.

[✉ Contacta Ahora](#)

[Dejar un mensaje](#)

 **TRANP(GUANGZHOU) ENERGY EQUIPMENT CO., LTD.** >

Miembro de Oro **Desde 2020**

Proveedor Auditado

Fabricante/Fábrica 

[Favoritos](#) | [Compartir](#)

Figura A8. Cotización Intercambiador de Calor



Mariani
Mariani Uvas Pasas 40 oz / 1.13 kg
Número de ítem 181190

4,595,00

Estás viendo: ✔ En inventario
Santa Ana
Cambiar club

- ✔ Alajuela
- ✔ Santa Ana
- ✔ Tres Ríos
- ✔ Liberia
- ✔ Llorente
- ✔ Heredia
- ✔ Escazú
- ✔ Zapote

Métodos de entrega

- ✔ Recoger en el club
- ✔ Entrega el mismo día
- ✔ Entrega al día siguiente

[Descripción](#)



Figura A9. Cotización Uvas



[Favoritos](#)
[Compartir](#)

Prensa automática de filtro de membrana para alimento / proteína de maíz / aceite de nuez de tierra Máquina de filtro/Expelente de aceite/máquina de filtro de sirope

Precio FOB de Referencia [Conseguir Precio Último >](#)

US \$12,000-25,000 / Set

1 Set (Pedido Mínimo)

Estructura:	Side Bar Type
Material del filtro:	FRPP
Presión:	Presión hidráulica

Contactar al Proveedor

 Ms. Cynthia

[✉ Contacta Ahora](#)

[Charlar](#)

Hangzhou Xingyuan Environmental Protectio...

Miembro Diamante Desde 2014

Proveedor Auditado

Fabricante/Fábrica & Empresa Comercia

Figura A10. Cotización Filtro Prensa

From: [Roberto Aguilar](#)
To: [Kenneth Ocampo Chinchilla](#)
Subject: Re: Ayuda Preguntas Ron
Date: Wednesday, March 16, 2022 4:25:25 PM

Muchas gracias por la ayuda Kenneth!

El lun, 14 mar 2022 a la(s) 17:29, Kenneth Ocampo Chinchilla (kocampo@fanal.co.cr) escribió:

Buenas tardes, adjunto...

----- Forwarded message -----
 De: **Aitza Grillo** <agrillo@fanal.co.cr>
 Date: mar., 8 mar. 2022 1:49 p. m.
 Subject: Re: Ayuda Preguntas Ron
 To: Cinthya Calderon <ccalderon@fanal.co.cr>
 Cc: David Arce Duran <darce@fanal.co.cr>, Kenneth Ocampo Chinchilla <kocampo@fanal.co.cr>

Buenas tardes alcohol puro por litro €1019.

Figura A11. Cotización del Alcohol



Hot Vender sistema de Osmosis inversa RO Purificador de agua sin bomba

Precio FOB de Referencia ● [Conseguir Precio Último >](#)

US\$ 46,00 / Pieza

100 Piezas (Pedido Mínimo)

Contactar al Proveedor

 Mrs. Nicole
Sales Director

✉ Contacta Ahora

Dejar un mensaje

Certificación: RoHS, CE

Style for Purifier: Cabinet

Pipe Design Rate: Incremental

Water Temperature: Normal Temperature
No Pump

Pump: No Pump

Especificación: 5 Stage RO system with without pump

< >







[Favoritos](#) | [Compartir](#)

Charlar

Figura A12. Filtro de Osmosis Inversa

Bodega en Alquiler | Bodega en Guápiles Jiménez Frente a Ruta 32 de 3000m2 ID 1073

Alquiler de Bodegas en: [Limón](#) | [Limón](#) | [Guápiles](#)

\$6.88

\$2,500

\$235

\$0.00









US\$ 8,500.00

Código: CR0000268-21-2745

Última actualización: 04-03-2022

Área del Terreno: 10000 Mt²

Área de Construcción: 3000 M²

Utilidades

Búsqueda Avanzada

Convertor de Medidas

Calculadora de Hipoteca

Información del Anunciante

Nombre: Gravitas Inmobiliaria

Empresa: Gravitas Inmobiliaria

Teléfono: 89907399

Celular: 89907399

Sitio Web: www.gravitasinmobiliaria.com

Más Anuncios de este Anunciante

Anuncios Relacionados del Anunciante

Bodega en Guápiles Jiménez Frente a Ruta 32 de 750m2 ID 1072

Guápiles, Limón

BODEGA de 750m2 en Guápiles Jiménez FRENTE A CARRETERA RUTA 32. Precio incluye mantenimiento. Uso de suelo industrial. Ubicado en un terreno con amplia visibilidad para clientes Facilitar

US\$2,500.00

Figura A13. Alquiler Bodega en Guápiles



envases
COSTA RICA

Envase vidrio, cristalino, 1000 ml / 33.814 onzas, con tapa, aro de silición.

€1,800⁰⁰ IVA.

Código: 60213407197165
 Peso: 0.1 Kg
 Marca: **Envases Costa Rica**
 Disponibles: **21**

Envase vidrio, cristalino, 1000 ml / 33.814 onzas, con tapa, aro de silición.

- 1 +

Figura A14. Precio Botella



**Precio Wns 0.5 1 2 3 4 5 6 8 10
12 15 20 toneladas de Gas
Natural de tubo Automática de
incendios Los residuos de
petróleo diesel gas Industrial
dispararon caldera de vapor para
la venta**

Precio FOB de Referencia [Conseguir Precio Último >](#)

US\$ 3.000,00-15.000,00
/ set |
1 set (Pedido Mínimo)

Contactar al Proveedor



Miss Tina Lee
Director

[✉ Contacta Ahora](#)

[Charlar](#)



Sichuan Zhugen Boiler Co., Ltd.

Miembro Diamante **Desde 2021**
Proveedor Auditado

Figura A15. Precio Caldera



Barrica americana para 200 litros, reposo o decoración.

Barrica americana para 200 litros.
Ideal en reposo o decoración.
Anteriormente tuvieron tequila, 100 % roble blanco americano.
Medidas de 91 cm de altura, 55 cm de diámetro en la tapa y 61 cm de diámetro en la panza.

Los precios están expresados en Dólares Americanos.

\$110.69

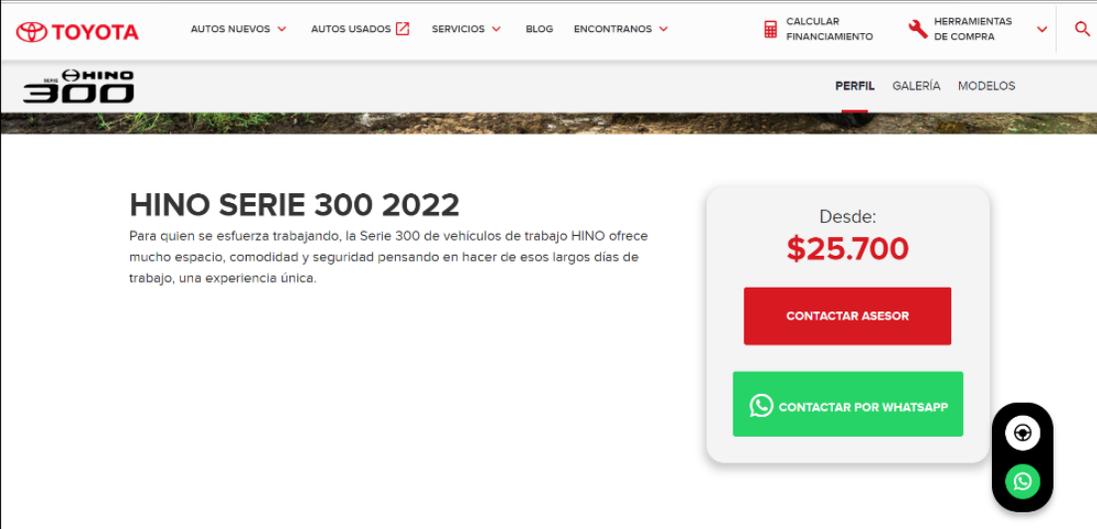
Precio final. [Más gastos de envío aplicables.](#)

🔒 41 kg ✓ Disponible / In Stock

📍 Entregas en México de 6 a 8 días / United States Deliveries 8 to 10 day / Entregas en España de 12 a 14 días

[Añadir / Add](#)

Figura A16. Precio Barril



TOYOTA AUTOS NUEVOS ▾ AUTOS USADOS ☑ SERVICIOS ▾ BLOG ENCONTRAMOS ▾ CALCULAR FINANCIAMIENTO HERRAMIENTAS DE COMPRA ▾ 🔍

HINO 300 PERFIL GALERÍA MODELOS

HINO SERIE 300 2022

Para quien se esfuerza trabajando, la Serie 300 de vehículos de trabajo HINO ofrece mucho espacio, comodidad y seguridad pensando en hacer de esos largos días de trabajo, una experiencia única.

Desde:
\$25.700

[CONTACTAR ASESOR](#)

[CONTACTAR POR WHATSAPP](#)



Figura A17. Precio Camión

The screenshot shows the CFSL website interface. At the top, there is a navigation menu with links for SERVICIOS, PRODUCTOS, TRANSPARENCIA, DE INTERÉS, CONTACTO, and a user profile icon. Below the navigation, a disclaimer states: "Los precios no incluyen cargos tarifarios por alumbrado público, costo variable de generación para alumbrado público (CV6), impuesto de ventas, ni importe de bomberos." On the left, there is a sidebar menu with options: "Tarifas para hogares", "Tarifas para industria y comercios" (highlighted), "Recarga Vehicular", and "Cargos tarifarios". The main content area is titled "Tarifa Industrial T-IN y Tarifa Comercios y Servicios T-CO". It contains two sections: "Tarifa Industrial T-IN" and "Tarifa Comercios y Servicios T-CO". The "Tarifa Industrial T-IN" section describes a service for manufacturing products from raw materials. The "Tarifa Comercios y Servicios T-CO" section describes a service for selling finished products or providing services in commercial establishments. Below these sections is a "Bloques de consumo" section with a table of rates:

Bloques de consumo	
Consumo menor o igual a 3.000 kWh cada kWh	€ 125,75
Por Consumo de Energía	
Bloque de 0- 3.000 kWh Cargo Fijo	€ 227.160,00
Bloque mayor a 3.000 kWh cada kWh	€ 75,72
Cargo por Potencia	
Bloque 0- 8 kW Cargo Fijo	€ 100.964,32
Bloque mayor a 8 kW cada kW	€ 12.620,54

Figura A18. Tarifa de electricidad bloque de 0 a 300 kWh

The screenshot shows a product listing for a Mag Drive Pump. The product name is "March 0151-0002-0400, TE-5.5S-MD, 1/3 HP, 30 GPM, 3 Phase, 230/460V, TEFC Motor, Series 5.5, Mag Drive Pump". The item number is "Item # 0151-0002-0400". The shipping information is "SHIPS IN 1-2 WEEKS" and "SUBJECT TO MANUFACTURER AVAILABILITY". The price is "\$2,590.20" with a crossed-out price of "\$2,878.00". Below the price, there is a quantity selector showing "1" and a "Subtotal: \$2,590.20". At the bottom, there is a "COMPARE" button.

Figura A19. Cotización Bomba