

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIAL

**VALORIZACIÓN DEL LUPINO (LUPINUS MUTABILIS) Y DEL
SUBPRODUCTO DE LAVADO DE LAS SEMILLAS, MEDIANTE LA
PRODUCCIÓN DE CARNE VEGETAL, SUSTITUTO LÁCTEO Y
EXTRACCIÓN DE PRINCIPIOS BIACTIVOS**

**DESARROLLO DE UN SUSTITUTO LÁCTEO A PARTIR DEL
LUPINO (*Lupinus mutabilis*)**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
AGROINDUSTRIAL**

ANDREA JAHAIRA CASTRO VÁSQUEZ

andrea.castro@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. JENY CUMANDA RUALES NAJERA

jenny.ruales@epn.edu.ec

Quito, (Febrero 2022)

CERTIFICACIONES

Yo, Andrea Jahaira Castro Vásquez declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.


ANDREA JAHAIRA CASTRO VÁSQUEZ

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Andrea Jahaira Castro Vásquez, bajo mi supervisión.


JENY CUMANDA RUALES NAJERA
DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

Andrea Jahaira Castro Vásquez

Jeny Cumanda Ruales Nájera

DEDICATORIA

Dedico con mucho cariño este trabajo de integración curricular a mis padres, abuelitos y a mis queridos hermanos, quienes me han sabido apoyar incondicionalmente, dándome toda su ayuda, consejo, paciencia y amor durante mi trayectoria como estudiante hasta lograr el título profesional.

Con mucho cariño:

A mi Padre:

René Carlos Castro Puga

A mi Madre:

Janina Patricia Vásquez Cevallos

A mis abuelitos:

Elvira María Puga, Cecilia de las Mercedes Cevallos y Segundo Lizardo Vásquez

A mis hermanos:

Gabriela Anita Castro Vásquez y Bryan René Castro Vásquez

AGRADECIMIENTO

A la Pachamama, por darme la inspiración y conocimiento en cada rumbo que he tomado en mi vida, ayudándome a establecer un mundo sostenible y consciente a partir de las enseñanzas del ser humano y de la naturaleza, que han sido guías para seguir formando mis bases y poder cuidar de nuestro planeta.

A mi padre René Castro y mi madre Janina Vásquez, ejemplos de esfuerzo y perseverancia por darme su dedicación, esfuerzo, comprensión y paciencia. A ellos les agradezco haberme permitido culminar mis sueños y estudios.

A mis abuelas Cecilia Cevallos y Elvira Puga como a mis abuelos Segundo Vásquez y Julio Castro, por sus palabras de aliento, amistad, sabiduría y amor incondicional que nunca me han faltado. Por todas esas enseñanzas de vida y por el gran valor al trabajo que hoy representan un gran pilar en la familia.

A mi hermana Ana Castro y a mi hermano Bryan Castro, quienes se han preocupado de mi bienestar y han sido un apoyo fundamental. De igual forma al resto de mi familia que de alguna manera han aportado en mi vida. Agradezco a mis docentes por haberme enseñado el alcance y la fuerza del conocimiento para poder cambiar el mundo que nos rodea.

A la ingeniera Jeny Ruales, por brindarme sus conocimientos, guía, tiempo y paciencia en el desarrollo del Trabajo de Integración Curricular. Muchas gracias por el aprendizaje recibido ya que con ello lo plasmare en mi vida profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN	VIII
ABSTRACT.....	IX
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos	2
1.3 Alcance	2
1.4 Marco teórico	3
2 METODOLOGÍA.....	10
2.1 Materiales	10
2.2 Metodología	11
3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	12
3.1 Resultados	12
3.2 Conclusiones	25
3.3 Recomendaciones	26
4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
5 ANEXOS	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Morfología del Lupino (<i>Lupinus mutabilis</i>)	4
Figura 3.1. Diagrama de bloques del proceso de obtención de la bebida de lupino	17
Figura A.II.1. Ingesta recomendada de nutrientes (IRN) de la FAO/OMS.....	33
Figura A.III.1 Niveles máximos de ingesta tolerable (NM)	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Taxonomía del lupino.....	5
Tabla 1.2. Requisitos físicos y químicos del grano de lupino	6
Tabla 1.3. Minerales/microelementos del lupino amargo y desamargado	7
Tabla 1.4. Comparación nutricional entre el lupino y soya en 100 g de grano seco.	7
Tabla 3.1. Corrientes de entrada y salida	16
Tabla 3.2. Equipos empleados en la elaboración de la bebida de lupino.	18
Tabla 3.3. Consumo energético requerido para la elaboración de la bebida de lupino al día	20
Tabla 3.4. Requisitos de rotulado en la etiqueta de la bebida de lupino.....	21
Tabla 3.5. Características físicas del sustituto lácteo (bebida de Lupino) *	22
Tabla 3.6. Características químicas del sustituto lácteo (bebida de lupino), leche de vaca y bebida de soya *	23

RESUMEN

El proyecto tuvo como objetivo la obtención de un sustituto lácteo a partir del grano de lupino (*Lupinus mutabilis*) a través de la evaluación del proceso de obtención, sus unidades de operación y el contenido de nutrientes presentes en la bebida de lupino en relación a la leche de vaca y bebida de soya.

La realización de este trabajo de integración curricular buscó desarrollar un sustituto de la leche de vaca y no solo cubrir con las necesidades de los consumidores que tienen un estilo de vida diferente, sino también de personas que padecen de intolerancia a la lactosa y requieren una ingesta de calcio adecuada, además para quienes buscan una alternativa nutritiva y saludable. El lupino es una leguminosa que se cultiva en toda la sierra ecuatoriana y representa una importante fuente de calcio, proteínas vegetales, vitaminas y fibra, es por esta razón que la bebida de lupino resulta ser una excelente fuente de nutrientes.

Con el fin de desarrollar una bebida con alto valor nutricional, se realizó una mezcla de ingredientes como: lupino, estabilizante (goma guar), vitamina A y saborizante de vainilla, obteniendo como resultado una bebida ligera, con olor y sabor único. La producción estimada es de 641,2 kg al día, que representa 580 lt al día con un total de 580 botellas de bebida de lupino y un consumo energético al día de 21,8 kW-h.

Por lo antes mencionado, el presente trabajo de la obtención de un sustituto lácteo a base de lupino desamargado se considera un proyecto viable en cuanto a nutrición y maquinaria.

PALABRAS CLAVE: Leguminosa, sustituto, lupino, nutriente.

ABSTRACT

The objective of the project aimed to obtain a milk substitute from lupin grain (*Lupinus mutabilis*) by evaluating the production process, its operating units and the nutrient content of the lupin beverage in relation to cow's milk and soy beverage.

The realization of this curricular integration work seeks to develop a substitute for cow's milk and not only meet the needs of consumers who have a different lifestyle, but also for people who suffer from lactose intolerance and require adequate calcium intake, as well as for those seeking a nutritious and healthy alternative. Lupine is a legume that is grown throughout the Ecuadorian highlands and represents an important source of calcium, vegetable protein, vitamins and fiber, which is why lupine drink is an excellent source of nutrients.

In order to develop a beverage with high nutritional value, a mixture of ingredients such as lupine, stabilizer (guar gum), vitamin A and vanilla flavoring was used, resulting in a light beverage with a unique smell and taste. The estimated production is 580 liters per day, a total of 580 bottles of lupine beverage with a daily energy consumption of 21.8 Kw-h.

Due to the above mentioned, the present work of obtaining a milk substitute based on de-bittered lupine is considered a viable project in terms of nutrition and machinery.

KEYWORDS: Legume, substitute, lupin, nutrient.

El creciente interés de los consumidores ha elevado el nivel de las dietas, las cuales son las encargadas de brindar una alimentación sana, natural y completa o incluso sin componentes de origen animal. Se espera también que estos productos alimenticios puedan prevenir alguna enfermedad y puedan cubrir cualquier carencia nutricional. Además, ciertos consumidores al verse afectados por problemas digestivos por el consumo de alimentos lácteos, tienden a dejarlos y no suplirlos con otros. De modo que en los últimos años el sector alimenticio ha tomado acciones para proveer al consumidor de alimentos nutritivos, sanos y funcionales.

El presente trabajo tiene como finalidad determinar un diseño de producción para la obtención de un sustituto lácteo llamado bebida de lupino, una opción de bebidas vegetales para el cuidado de la salud.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

El componente que se desarrolló en el presente trabajo, consiste en la valorización integral del lupino (*Lupinus mutabilis*), a través de la elaboración de una bebida a base del grano, que representa un alimento alternativo a los de origen animal como la leche de vaca u otro animal mamífero, debido a que esta leguminosa es una gran fuente de calcio, hierro y proteínas como la lisina, incluso superior a la soya (Caicedo y Murillo, 2010). Por descrito, es ideal para personas con problemas de osteoporosis, mujeres menopáusicas y personas intolerantes a la lactosa (70% de los ecuatorianos), de igual manera para niños y mujeres gestantes. Además de ser una bebida nutritiva y saludable, es respetuosa con el bienestar animal como ambiental, pues su producción disminuye la explotación animal en las industrias y la generación de gases de efecto invernadero (GEI). De hecho, las estimaciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPPC) mencionan que la actividad ganadera genera un 14,5% de las emisiones globales de GEI (Gerber, 2013).

La bebida de lupino también se considera un producto sostenible debido a que la siembra de este grano, trae beneficios a las tierras cultivadas y a las personas que lo cultivan, generando así un cambio positivo en la agricultura. La demanda del lupino haría que las comunidades andinas del Ecuador opten más por el cultivo de este grano, en vez de otros que ya no son rentables en su zona. El aporte de nitrógeno que deja la siembra de esta leguminosa, ayudaría a cultivar otros productos vegetales donde antes no era posible hacerlo debido a la pobreza de las tierras y de la misma forma la generación de nuevas plazas de trabajo (Caicedo y Murillo, 2010).

Para la obtención del sustituto lácteo (bebida de lupino) se requirió de una línea de producción para tener un producto del agrado de todo el público, no solamente por su valor nutricional, sino también por su sabor, olor y textura. Para ello se requirió de las siguientes unidades de operación las cuales son: la molienda que se lo realizó con un molino coloidal, ideal para tener un producto con partículas finas, así mismo una filtración con un juego de Tamices y finalmente la esterilización (Ultra High Temperature, UHT) para que no solamente el producto conserve sus propiedades organolépticas con el tiempo sino también no exista la presencia de microorganismos, lo que hace que el producto final tenga mayor tiempo de vida útil a temperatura ambiente (Tetrapak, 2021).

1.1 Objetivo general

Obtención de un sustituto lácteo a partir del grano de lupino (*Lupinus mutabilis*).

1.2 Objetivos específicos

1. Plantear un proceso para la obtención del sustituto lácteo (bebida de lupino)
2. Evaluar las unidades de operación para la elaboración del sustituto lácteo (bebida de lupino)
3. Evaluar el contenido de nutrientes presentes en el sustituto lácteo y en la leche de vaca.

1.3 Alcance

El desarrollo del componente del presente trabajo consistió en la elaboración de un sustituto lácteo a partir del grano de lupino (*Lupinus mutabilis*), considerando que las características del proceso y unidades de operación se ajusten al producto deseado.

El proceso de obtención del sustituto lácteo (bebida de lupino), partió de la elaboración de un diseño de proceso, el cual comenzó con la recepción de la materia prima, adquirido del mercado, donde fue evaluada según los requerimientos de la Norma INEN del grano desamargado de lupino. Seguido, pasó por un proceso de pesado y luego a una selección del grano de forma manual. A continuación, el grano pasó por dos procesos de lavado, uno con hipoclorito de sodio y el otro lavado solamente con agua potable, de esta manera, el

lupino siguió con el proceso de molienda y el de filtrado. El siguiente paso, fue el mezclado donde se añadió la goma guar, la vitamina A y el saborizante a vainilla, una vez homogenizada la bebida, esta se colocó en una unidad de Ultra High Temperature (UHT) y finalmente se envasó el producto en envases de vidrio color ámbar.

Segundo, se evaluó la línea de producción mediante la determinación de parámetros tecnológicos para la obtención de 580 litros al día de producto, de acuerdo a un estudio de mercado. También, se seleccionó los equipos que se requieren para las diferentes etapas del proceso. Se realizó los balances de masa y energía para la obtención del sustituto lácteo. Además, se evaluó los resultados del rendimiento del producto final y de las diferentes unidades de operación. Igualmente, se dio alternativas de comercialización del producto (cantidad, material de empaque, conservación del producto, etc).

Finalmente, se comparó el contenido de los nutrientes de la leche de vaca, la bebida de soya con el sustituto lácteo (bebida de lupino), también se presenta el aporte nutricional del producto desarrollado.

1.4 Marco teórico

Las leguminosas son un tipo de alimento que presentan propiedades que favorecen a la disminución de factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares, incidencia de diabetes u obesidad, incluso ayudan a personas que presentan intolerancia a la lactosa, tal es el caso del género *Lupinus*. El término lupino hace referencia a tres principales tipos de especies llamadas *L. angustifolius* (lupino de hojas estrechas), *Lupinus albus* (lupino blanco) y *Lupinus mutabilis* (lupino andino), de hecho, este último es el lupino que mayor contenido proteico presenta de todos ellos (Benítez, 2016).

Por tal razón el *L. mutabilis* es considerado un potencial alimento funcional (Benítez, 2016), y es una de las razones por lo que las personas se inclinan cada vez más al consumo de este grano y sus coproductos, que son además amigables con el medio ambiente y generan una disminución de la explotación animal. En el 2021 en Glasgow se celebró la conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (COP26), y entre los acuerdos se estableció la reducción de las emisiones de metano en un 30% hasta el 2030 (Naciones Unidas, 2021), donde las emisiones de GFI en el sector agrícola y particularmente en el ganadero van en aumento (Parlamento Europeo, 2019).

En la industria de las bebidas de origen vegetal existe la de la soya la cual proporciona una composición nutricional idónea, que se adapta a los requerimientos de diversos sectores.

Sin embargo, estudios han demostrado que la bebida de lupino desamargado presenta mayor contenido nutricional que rivaliza con la soya, es así que al lupino se lo conoce como la soya andina (Baldeón, 2012).

Lupino (*Lupinus mutabilis*)

El lupino andino, es una leguminosa cultivada y domesticada por los antiguos habitantes de la región andina central en épocas preincaicas, esto se conoce debido al hallazgo de semillas en las tumbas de la cultura Nazca, Perú. Hoy en día se cultiva principalmente en las zonas templadas-frías en el altiplano y valles interandinos. La planta crece a una altitud desde los 800 metros hasta 3400 m.s.n.m y es una buena alternativa de asociación y rotación con otros cultivos. En el Ecuador se cultiva en las zonas de Machachi, Otavalo, Latacunga, Riobamba, Ibarra y Guaranda (Baldeón, 2012).

Morfología del lupino

La planta tiene una altura normal, aproximadamente de un metro, sin embargo, puede oscilar entre 0,4 a 2,0 metros. Las flores son de color azul y pueden cambiar a otros colores como el rosado o blanco con inflorescencia, así mismo presentan una grande corola aproximadamente de 1 a 2 cm, como se muestra en la Figura 1.1. Las hojas, son de forma lanceoladas u ovaladas, compuesta por ocho folículos. El tallo único de forma cilíndrica que en ocasiones es ligeramente aplanado. La raíz de la planta es pivotante, de alrededor de 3 metros de profundidad con nódulos, los cuales realizan un proceso de simbiosis con bacterias nitrogenadas. Por último su fruto, está conformado por una vaina, la cual cuenta con alrededor de 5 hasta 12 semillas y la forma de ellas es elipsoidal, redondeada o lenticular (Caicedo & Murillo, 2010).



Figura 1.1. Morfología del Lupino (*Lupinus mutabilis*) (Caicedo & Murillo, 2010).

Taxonomía del lupino

En la Tabla 1.1, se muestra la clasificación taxonómica del lupino (*Lupinus mutabilis*).

Tabla 1.1. Taxonomía del lupino

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Suborden	Leguminosae
Familia	Fabaceae
Genero	<i>Lupinus</i>
Especie	<i>L. mutabilis</i> Sweet
Nombre Común	Lupino o tarwi

(Tapia, 2015)

Composición química y propiedades nutritivas del lupino

El lupino andino (*Lupinus mutabilis*), es una leguminosa con un gran valor nutricional por su alto contenido de proteínas de lisina, macronutrientes y micronutrientes además de alcaloides (Huayna, 2017).

El grano de lupino debe su sabor amargo a la presencia de alcaloides quinolizidínicos, entre los más importantes esta: la Lupanina (46%), la esparteína (14%), entre otros. Por otra parte, pueden llegar a ser tóxicos en concentraciones altas, comprendidas entre 25-45 mg/kg del peso corporal en adultos y dosis de 11-25 mg/g en peso corporal en niños, incluso para animales. Sin embargo, el grano al ser expuesto a un proceso hidrotérmico se logra remover casi en su totalidad estas sustancias (Baldeón, 2012).

Los alcaloides, aunque aportan al grano un amargor, en la medicina tienen varias aplicaciones y una de ellas es el control ectoparásitos (Baldeón, 2012). En el proceso de desamargado (eliminación de alcaloides) para el consumo humano, el contenido de los nutrientes del grano aumenta hasta un 51% en base seca (Huayna, 2017), como se puede observar en la Tabla 1.2.

A continuación, se muestran los requisitos físicos y químicos del grano de lupino por las normas INEN, además la composición del grano de lupino en un estudio realizado.

Tabla 1.2. Requisitos físicos y químicos del grano de lupino.

PARÁMETROS	Lupino desamargado (%) NTE INEN 2 390	Lupino desamargado (%)(Baldeón, 2012)	Lupino amargo (%) NTE INEN 2 389	Lupino amargo (%)(Baldeón, 2012)
Humedad	72,00 – 75,00	77,05	11,0 – 12,0	10,13
Proteína	50,00 – 52,00	54,05	35,0 – 48,0	47,80
Fibra	7,00 – 9,00	10,37	6,0 – 20,0	11,07
Grasa	19,00 – 24,00	21,22	15,0 – 24,0	18,90
Cenizas	1,90 – 3,00	2,54	3,6 – 6,0	4,52
Alcaloides	0,02 – 0,07	0,03	-	3,26
Energía (cal/g)	5369 – 6476	-	-	-

Las semillas son extraordinariamente nutritivas: el aceite y las proteínas constituyen más de la mitad de su peso y particularmente de la lisina. Las proteínas del lupino se clasifican según sus propiedades bioquímicas y estas a su vez tienen diferentes beneficios potenciales para la salud. Cerca del 85% de la proteína total de la semilla está almacenada en las globulinas y éstas incluyen a las α -, β - y γ -conglutinas y el 15% restante es parte de las albúminas que incluyen δ -conglutinas (Al Saedi et al., 2021). Una fracción de la familia de las proteínas γ -conglutin tienen varios beneficios para la salud, disminuyen y regulan el contenido de azúcar en la sangre, por lo que se emplea en la prevención y en el tratamiento de la diabetes, con dosis diarias de 30 gramos al día (Mendoza et al., 2016).

Como se mencionó anteriormente el lupino tiene elevado contenido de aceite, donde predominan los ácidos grasos no saturados como el linoleico (omega 6), oleico (omega 9), linolénico (omega 3), palmítico entre otros. Los cuales son indispensables para el desarrollo óptimo del sistema nervioso central, crecimiento corporal y para la función inmunológica. De la misma forma, estos ácidos grasos insaturados tienen un efecto positivo en el contenido de colesterol presente en el individuo, ya que en ciertos casos tiende a disminuirlo (Baldeón, 2012).

El lupino cuenta con importantes minerales esenciales para la salud humana, y uno de ellos y de mayor predominancia es el calcio, con una concentración promedio del 0,48%. Este mineral se encuentra principalmente en la cáscara del grano, por ello no se recomienda pelar al lupino. Contiene además fósforo, el cual actúa como un controlador del calcio, con una concentración de 0,43% y esto a su vez ayuda a mantener el sistema óseo y generar energía. Entre los microelementos, sobresale en el lupino el hierro (78,45 ppm), que favorece al transporte de oxígeno y producción de hemoglobina (Ullco, 2019) (Tabla 1.3).

Tabla 1.3. Minerales/microelementos del lupino amargo y desamargado

MINERALES/ MICROELEMENTOS	Lupino desamargado	Lupino amargo
K(%)	0,02	1,22
Ca (%)	0,48	0,12
Mg (%)	0,07	0,24
P (%)	0,43	0,60
Fe (ppm)	74,25	78,45
Zn (ppm)	63,21	42,84

(Baldeón, 2012)

La proteína de lupino es una proteína vegetal que presenta atributos equivalentes a la de la soya, y podría ser una buena alternativa a la soya en la industria alimentaria (Al Saedi et al., 2020). Por otro lado, el lupino muestra ventajas nutricionales en comparación con la soya, como se observa en la Tabla 1.4, esto se debe a que se ha encontrado pequeñas cantidades de inhibidores de tripsina, taninos y saponinas en esta leguminosa llamada *L. mutabilis* (Campos et al., 2017).

Tabla 1.4. Comparación nutricional entre el lupino y soya en 100 g de grano seco.

Componente (g)	Lupino	Soya
Humedad	7,7	9,2
Proteína	44,3	33,4
Fibra	7,1	5,7
Grasa	16,5	16,4
Cenizas	3,3	5,5
Carbohidratos	28,2	35,5

(Baldeón, 2012)

Sustituto lácteo

Las alternativas lácteas de origen vegetal se han empleado durante décadas tanto en culturas orientales como occidentales, y hoy en día ha ido aumentando la aceptabilidad de los sustitutos lácteos vegetales en diferentes partes del mundo. Problemas de intolerancia a la lactosa, obesidad, preferencias por el sabor o el deseo de evitar el consumo de leches de origen animal, son responsables de la reducción de la explotación industrial que ocasiona la contaminación del medio ambiente. En la actualidad ya se encuentran disponibles en el mercado sustitutos lácteos, es el caso de EE.UU que en el 2012 y 2017 ha crecido el consumo a un 61 % (Al Zahrani y Shori, 2021).

Las bebidas vegetales son suspensiones de material vegetal desintegrado y disuelto en agua, donde su apariencia es similar a la de la leche de vaca. Además, estos productos

deben tener mayor contenido de materia prima (mayor al 10 % del total del producto) y no poseer azúcares añadidos (Consumer, 2019). En el caso de la bebida de lupino esta es considerada una solución, debido a que los hidratos de carbono como los minerales se encuentran disueltos, así también las sustancias proteicas están en suspensión en el agua. De igual forma a la bebida se la considera un tipo de emulsión puesto contiene una cantidad de grasa (Baldeón, 2012).

En el consumo habitual de las personas un sustituto lácteo es considerado como sustituto o sucedáneo, cuando este producto proporciona cierto bienestar no solamente nutricional sino también en el ámbito de salud. Por ejemplo, en la disminución de problemas de intolerancia a la lactosa, problemas cardiovasculares o incluso la diabetes, además de solventar alguna carencia como es la del calcio (Barreto y Uquillas, 2016). Incluso un sustituto lácteo puede llegar a ser un alimento funcional con la adición de componentes que favorecerán a la salud, al estado mental y a la capacidad física (Alvídrez et al., 2002).

Estudio de mercado

Existe un estudio de mercado realizado por la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) titulado “Leche de chocho”. Según Barreto y Uquillas (2016), primero se debe disminuir al mínimo el riesgo de lanzar un nuevo producto, a través de una metodología cualitativa y cuantitativa que logre acortar la brecha entre el comportamiento de compra futura y lo que el consumidor alega. En el estudio mencionado se usó la entrevista como técnica de investigación cualitativa, a posibles consumidores de la bebida de lupino (veganos/as, vegetarianos/as, consumidores de leche de vaca e intolerantes a la lactosa). Segundo, se realizó un análisis de percha en una cadena de supermercados. Tercero, se empleó una encuesta como técnica cuantitativa, donde se definió con un criterio de clasificación una muestra estratificada, y de acuerdo con el último Censo Poblacional del año 2010 en la ciudad de Quito la población es de 589 262,89 hogares, y para tener un número total de habitantes se multiplicó por el número promedio de integrantes por familia que es 3,8 (Barreto y Uquillas, 2016).

La justificación por la cual el estudio “Leche de chocho” de la USFQ definió esta muestra, es debido a que la bebida de lupino al ser un sustituto lácteo, se consideró como un producto de la canasta básica y al ser de consumo masivo, se midió por el número de hogares. Se realizaron las siguientes consideraciones, el nivel de confianza fue del 95%, el margen de error fue 9% y con ello el tamaño de la muestra fue de 119 encuestas, las

cuales fueron hechas en supermercados, tiendas especializadas y autoservicios (Barreto y Uquillas, 2016).

La entrevista mencionada anteriormente fue realizada al gerente comercial de una de las marcas de sustitutos lácteos más conocida llamada Nature's Heart, donde indicó que el 30% del mercado de la leche corresponde a los sustitutos lácteos y el 90% le pertenece a su marca de bebidas vegetales. Por lo expuesto, el mercado objetivo fue definido en base a los consumidores de bebidas de origen vegetal, como veganos, vegetarianos e intolerantes a la lactosa, lo cual tuvo un tamaño de 176 778 hogares (Barreto y Uquillas, 2016).

En cuanto a los resultados de la encuesta se tuvieron los siguientes porcentajes: un 42% de los entrevistados consumió bebidas de origen vegetal, un 20 % no consume leche de vaca y un 47% estaría dispuesto a consumir bebidas vegetales como sustituto lácteo debido a una insatisfacción por la leche de vaca. (Barreto y Uquillas, 2016).

Proyección de ventas

En cuanto al análisis de percha realizado por Barreto y Uquillas, 2016, se tuvo que la presentación de 1 litro es la adecuada en el mercado, debido a que dentro de la cadena de alimentos Supermaxi – Scala, esta presentación tiene una participación en percha del 86%.

En el cálculo del mercado de las bebidas de origen vegetal, se tuvo una acogida por parte del consumidor del 2,5% gracias a su marketing y gran producto, lo cual les permitirá una producción de 83 545,9 litros al año. De la misma forma en la encuesta realizada, se tuvo una insatisfacción del mercado, ocasionado por no poder consumir leche de origen animal por diferentes índoles. Se consideró que un 1,8% de este mercado consuma bebidas vegetales en especial la bebida de lupino, lo cual significa 83 272,2 litros al año; es decir que como empresa generaría una producción de 166 818,1 litros en el año o 579,2 litros sobre día laboral, cálculos que se justifican en el Anexo 1 (Barreto y Uquillas, 2016). De acuerdo al estudio de mercado planteado, el presente trabajo tiene como objetivo un volumen de producción de 580 litros al día.

Para la elaboración del sustituto lácteo, parte en la utilización del lupino desamargado (*Lupinus mutabilis*), un grano oleaginoso de la región andina. El cual pasa por diferentes unidades de operación donde se libera las proteínas que se encuentra en la masa celular fibrosa del grano junto a minerales, aceites, vitaminas y carbohidratos (Pilaraxi, 2019). Obteniendo como resultado un líquido blando llamado bebida de lupino.

2 METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Lupino desamargado (*Lupinus mutabilis*)

Es un grano limpio, húmedo y natural, que fue sometido a un proceso de desamargado (hídrico-térmico), y gracias a este procedimiento el grano de lupino no cuenta con la enzima lipoxigenasa. Además, el olor y sabor son característicos, el color es blanco-crema uniforme, está libre del sabor amargo y olores extraños (INEN, 2005).

Agua

El agua es el solvente universal y es el principal ingrediente de una bebida, puede proceder de manantiales o una red de abastecimiento municipal. El agua, ya potable que cumple con los requisitos de la norma NTE INEN 1108:2011, se somete a un tratamiento previo para su empleo en la bebida.

Goma guar CAS 9000-30-0 (E412)

La goma guar (E412) es un gelificante y espesante natural, es decir un polisacárido extraído por prensado de una legumbre asiática *Cyamopsis tetragonoloba*. Debido a sus características es empleada en la industria alimentaria. Presenta gran aceptabilidad debido a fácil acceso, precio económico, origen natural, su toxicidad es baja y no presenta efectos secundarios perjudiciales. Además, la goma guar cuenta con la capacidad de prevenir la sinéresis por el manejo de la fase acuosa lo cual proporciona cuerpo y textura al producto (Ovando y Aguilar, 2019). La dosis recomendada es de 2-10 g/kg de producto (Sosa, 2018)

Saborizante “vainilla”

El extracto de vainilla artificial es una solución de vainillina pura, además es una sustancia aromatizante que aporta olor y sabor a los alimentos procesados debido a que enmascara sabores no deseados como el amargor (Solvay, 2016). Por lo tanto, para la elaboración del sustituto lácteo (bebida de lupino) se emplea 5 mg de extracto de vainilla por 100 ml del producto (México y Madero, 2000).

Vitaminas A (retinol)

La vitamina A es un nutriente esencial importante en el ser humano en pequeñas cantidades para un correcto desempeño de la funciones inmunitaria, visual y reproductiva. Por otra parte, es un nutriente liposoluble y es fácil de añadir a alimentos basados en

sustancias oleosas o grasas. El palmitato de retinol, acetato de retinol junto con la provitamina A (β -caroteno) son las principales formas comerciales de vitamina A disponibles para uso en la fortificación de alimentos. Sin embargo, para alimentos líquidos es ideal el palmitato de retinol o acetato seco de vitamina A. Por consiguiente, la porción recomendada para hombres y mujeres entre 19 a 50 años de edad en la bebida de lupino es de 0,165 mg de retinol por cada 250 ml de producto (FAO & Organización Mundial de la Salud, 2017), como se muestra en el Anexo II.

Insumos

Envase

Recipiente de vidrio color ámbar con una capacidad de 1 litro que contiene el producto final, lo cual lo hace ideal en una economía circular. El envase contará con una etiqueta de papel y una tapa hermética (twist off), hecha de metal con recubrimiento en el interior de goma que asegura un buen sellado.

Hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio es conocido como cloro o lejía, su fórmula NaClO . Se emplea como desinfectante de hortalizas y frutas en la postcosecha (empacadora) debido al riesgo de contaminación con agentes biológicos (parásitos, virus y bacterias), como es el caso del *E. coli*. Se recomienda en el lavado de 50 ppm y 100 ppm con inmersión entre 2 a 5 minutos a temperatura ambiente, para así lograr una reducción de 2,2 y 1,9 Log UFC respectivamente (OIRSA, 2020).

2.2 Metodología

Descripción del proceso de obtención del sustituto lácteo a nivel de laboratorio

Para la obtención del sustituto lácteo, se consideró un proceso a nivel de laboratorio para la obtención de 10 litros/h de producto (bebida de lupino). El proceso inició con la recepción del grano de lupino desamargado, el cual fue adquirido en el mercado local, después la materia prima fue pesada con la ayuda de una balanza, para así pasar a una selección donde se separó al grano en mal estado o el que no haya cumplido con los requerimientos de la Norma INEN del grano desamargado de lupino. Seguido, el grano pasó por dos procesos de lavado con una duración de 2 minutos a 20 °C, uno con hipoclorito de sodio al 0,01% y el otro lavado con agua potable. A continuación, en una relación 3:2 de agua

(45°C) y grano de lupino lavado respectivamente se realizó la molienda a través de un molino coloidal vertical marca Fryma modelo MZ80, durante 5 minutos a alta velocidad para lograr una homogenización de la bebida de lupino. Luego el producto fue sometido a un proceso de filtración mediante un juego de tamices. Seguido, se mezcló la vitamina A, la goma guar y el saborizante de vainilla en un recipiente con agitador de paletas. Una vez homogenizada la bebida, el producto fue estabilizado térmicamente en un intercambiador de calor tubular modelo FT74XA -20 HTST/UHT a escala a nivel de laboratorio con una presión operativa máxima de 10 bar durante 2 segundos a 138 °C y finalmente se envasó de forma manual en envases de 1 litro de vidrio de color ámbar.

3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Resultados

Una vez establecido la línea de producción a nivel laboratorio, ahora se describe el diseño productivo para la obtención del sustituto lácteo a partir del lupino desamargado para la obtención de 580 litros al día, dato que se obtuvo a través del estudio de mercado.

Uno de los objetivos cumplidos es el planteamiento de un proceso productivo, el cual consiste en el aprovechamiento del grano debido a que este presenta un valor nutricional alto. Es así que el proceso productivo se centra en mantener el valor del grano dentro del producto final, por ello la recepción, pesado, selección, lavado I y II, molienda, filtrado, mezclado, esterilización, envasado y almacenamiento son las operaciones unitarias empleadas, que están descritas a continuación.

Planteamiento del proceso productivo del sustituto lácteo a nivel semiindustrial

Recepción

Se procede a la recepción de la materia prima que cumpla con todos los requerimientos emitidos por la norma ecuatoriana (NTE INEN 2390:2004) para el grano húmedo de Lupino (*Luninus mutabilis*) que previamente ya fue desamargado.

Pesado

Se pesa la cantidad de la materia prima que será utilizada mediante una balanza industrial modelo XY500E con una capacidad de 510 kg.

Selección

Se selecciona la materia prima de forma manual con la ayuda de una banda transportadora de faja marca Vysma. Permite circular la materia prima mediante el desplazamiento de la faja y con ello el personal desecha el grano que no se encuentra en buen estado dentro del control de calidad, esto es alrededor del 1 % de toda la materia prima.

Lavado

Esta operación se efectúa para remover alguna suciedad que haya adquirido la materia prima en el camino debido a que esta podría cambiar la composición del producto final. La operación se realiza en una maquina limpiadora de grano modelo QD-50, con una capacidad de 50 kg/h durante 2 min a 20 °C. La limpieza de los granos de lupino será con una solución de agua e hipoclorito de sodio al 0,01% de materia prima. Además, en este proceso se desecha el agua con impurezas y seguido se realiza un segundo lavado, el cual consiste en la remoción de trazas de hipoclorito en el grano y así se evita cualquier cambio en el sustituto lácteo.

Molienda

En este proceso el grano de lupino se lleva a trituración-molienda, para esto se emplea un molino coloidal vertical modelo JMf-80, que favorece la disminución del tamaño de partícula del grano hasta 2 μm de diámetro. Además, se utiliza agua precalentada a 45 °C lo que beneficia a la generación de una emulsión.

Filtrado

El líquido producto de la molienda se somete a un proceso de filtración. En esta operación se separa partículas de un tamaño mayor a 0,15 mm de diámetro, mediante un juego de tamices marca Tyler, utilizando tamices N° 70 y 100. Estas partículas se conocen como retenido, el cual será aproximadamente de un 10% del producto.

Mezclado

Seguido de la filtración, la bebida de lupino pasa por una estandarización por 15 min a 25°C mediante un tanque de mezcla con un agitador de ancla con raspador y una turbina a 37 rpm. Así mismo en este proceso se mezcla los aditivos como la goma guar y el extracto de vainilla. Además, se agrega la vitamina A en la mezcla mediante un sistema de dilución por dosificación, que consiste en diluir a la vitamina en 10 litros de la bebida previamente antes de agregar a la mezcla total.

Esterilización UHT

La bebida de lupino estandarizada se lleva a un proceso de UHT (Ultra High Temperature) mediante una unidad de esterilización tubular modelo UHT HH-XGZ-1. El tratamiento térmico es de 138 °C durante sólo 2 segundos (Goldschmidt, 2020), seguido pasa por un enfriamiento a temperaturas alrededor de 4 °C.

Envasado

Después del proceso de esterilización UHT la bebida se envasa en recipientes de vidrio color ámbar previamente esterilizados. Los envases son colocados debajo del cabezal de llenado del sistema estéril FT83 y se usa el pedal para llenar hasta el nivel requerido. Seguido se coloca la tapa para así asegurar su hermeticidad con la maquina tapadora marca Dogtai.

Almacenamiento

Finalmente, se coloca los envases de la bebida de lupino en un cuarto de almacenamiento a una temperatura alrededor ambiente alrededor de los 18 a 20 °C.

Una vez planteado el proceso productivo para la elaboración del sustituto lácteo se observó que ciertas operaciones unitarias son de importancia para lograr el producto final deseado, tales son: la molienda, el filtrado y la esterilización, las cuales son evaluadas en la sección Análisis de las operaciones.

Evaluación del diseño productivo para la elaboración del sustituto lácteo

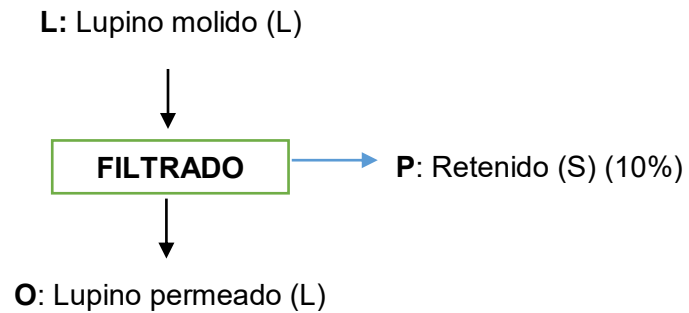
Otro objetivo que tuvo el presente trabajo es la evaluación del diseño o línea productiva para la elaboración de la bebida de lupino. Esto se logró mediante la realización de los balances de masa y energía, diagrama de bloques (BFD), diagrama de flujos (PFD) y el análisis de las operaciones relevantes, además de las alternativas de comercialización del producto.

Balance de masa

En ingeniería las leyes de conservación ocupan un lugar importante. Los balances de masa se establecen en esta ley, puesto que sirven para registrar los flujos y los cambios de masa que se generan en el sistema. Los cuales proporcionan información valiosa para evaluar los procesos de transformación que se producen en cualquier proceso industrial (Garavito, 2009).

Para este proyecto se calcularon los flujos de las corrientes del proceso y sus composiciones con la ayuda del PFD, los cálculos realizados se muestran en el Anexo IV.

Un ejemplo de cálculo del balance de masa en la operación unitaria FILTRADO, se muestra a continuación:



Relación:

Retenido = 10% de L

Entrada = Salida

$$L = O + P$$

$$L = 636,04 + 0,10 L$$

$$L = 706,71 \frac{\text{kg Lupino molido}}{\text{día}}$$

Diagrama de Bloques (BFD)

Una vez realizados los balances de masa de todas las operaciones unitarias empleadas en la elaboración del sustituto lácteo, se realizó el diagrama de flujo (BFD), como se muestra en la Figura 3.1. Además, en el BFD se describen las corrientes de entrada y salida de cada operación como sus parámetros tecnológicos, todo esto a nivel semiindustrial, como se observa en la Tabla 3.1 y Figura 3.1

Tabla 3.1. Corrientes de entrada y salida

Proceso	Corriente	Componente	Estado	T (°C)	Presión (bar)	Cantidad (kg/día)
Recepción	A	Lupino desamargado	S	∞	-	285,5
Recepción	B	Lupino de recepción	S	∞	-	285,5
Pesado	C	Lupino de pesado	S	∞	-	285,5
Selección	D	Lupino seleccionado	S	∞	-	282,6
Selección	E	Lupino (mal estado)	S	∞	-	2,8
Lavado I	F	Lupino lavado I	S	∞	-	282,6
Lavado I	G	Agua residual	L	∞	-	565,3
Lavado I	H	Agua + NaClO	L	∞	-	565,3
Lavado II	I	Lupino lavado II	S	∞	-	282,6
Lavado II	J	Agua residual	L	∞	-	565,3
Lavado II	K	Agua	L	∞	-	565,3
Molienda	L	Lupino molido	L	45	-	706,7
Molienda	N	Agua (60%)	L	45	-	424,0
Filtrado	O	Lupino permeado	L	∞	-	636,0
Filtrado	P	Retenido	S	∞	-	70,6
Mezclado	Q	Extracto de vainilla	L	∞	-	0,028
Mezclado	R	Bebida de lupino	L	25	-	641,2
Mezclado	S	Vitamina A	S	∞	-	4,59x10 ⁻⁴
Mezclado	T	Goma guar	S	∞	-	5,1
Esterilización	U	Bebida de lupino esterilizada	L	138	2,5	641,2
Envasado	V	Bebida de lupino envasada	L	∞	-	641,2
Almacenamiento	W	Bebida de lupino almacenada	L	∞	-	641,2

S=Sólido, L=Líquido, ∞ =Temperatura ambiente

En la Tabla 3.1, de acuerdo a los flujos máxicos en la entrada y salida de la línea de producción de la bebida de lupino se obtiene un rendimiento, debido a que existe una relación entre el producto final y los recursos empleados para la elaboración de la bebida. Además, permite verificar si el funcionamiento del proceso productivo está yendo bien, por ende, en el presente trabajo se tiene un rendimiento de 224,58%, es decir por cada kilogramo de lupino se obtiene 2,25 lt de producto final, un valor mayor al de bibliografía de 220% en el rendimiento (Colque, 2016),

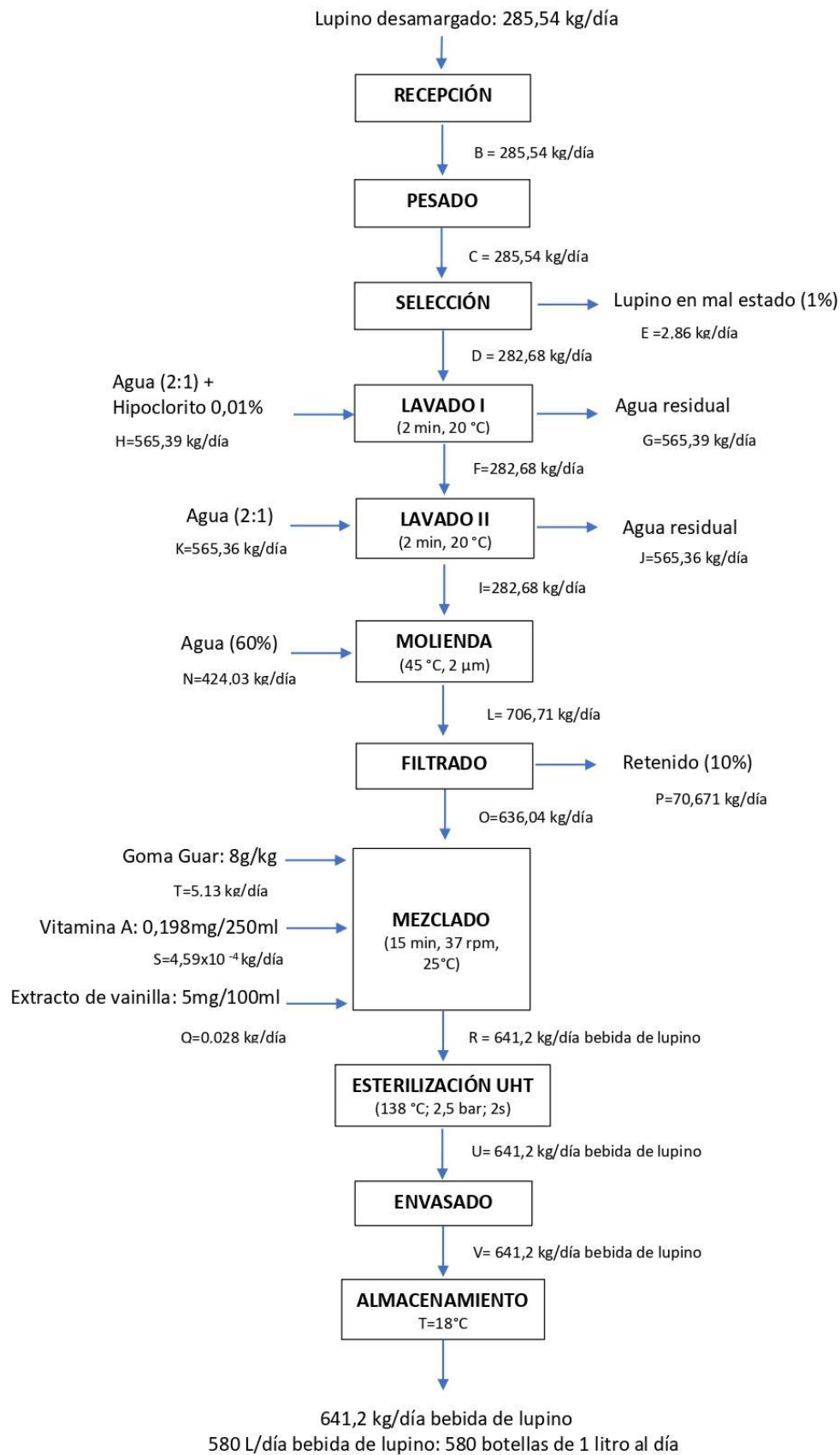


Figura 3.1. Diagrama de bloques del proceso de obtención de la bebida de lupino

Diagrama de Flujo (PFD)

El diagrama de flujo (PFD) es un esquema del proceso de producción, en este caso para la producción de un sustituto lácteo (bebida de lupino), donde se muestra los flujos másicos y las condiciones de operación. En el diagrama de flujo que se muestra en el Anexo VIII se presentan los equipos empleados, los cuales son identificados con código situado en la parte superior del plano. También se muestra las líneas del proceso enumeradas de acuerdo si son flujos másicos principales o secundarios.

Equipos

En la Tabla 3.2 se muestra los equipos empleados en las operaciones unitarias, durante la elaboración de la bebida de lupino en el proceso semiindustrial. Además, en el Anexo V se presenta las hojas técnicas de los equipos a detalles mencionados en el proceso semiindustrial.

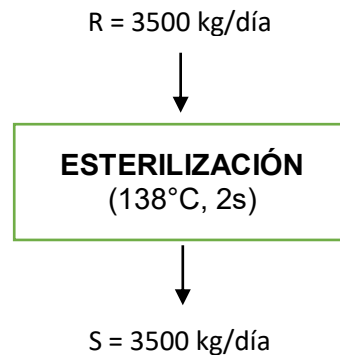
Tabla 3.2. Equipos empleados en la elaboración de la bebida de lupino.

Proceso	Equipo	Modelo
Recepción	Tolva de recepción	TRAM 1500-425
Pesado	Balanza industrial	XY500E
Selección	Transportadora de fajas	VYMSA
Lavado I y II	Limpiadora de granos	QD-50
Molienda	Molino coloidal vertical	JMf-80
Filtrado	Juego de tamices	Tyler
Mezclado	Mezclador con agitador	ACE
Esterilización UHT	Esterilizador tubular UHT	HH-XGZ-1
Envasado	Sistema de llenado esterilizado (gabinete)	FT83

Balance de energía

El balance de energía permite determinar el flujo calórico de una operación unitaria, en este caso no existe reacciones químicas, por lo que el balance se desarrolló en función de la capacidad calorífica de los componentes involucrados.

Un ejemplo de cálculo del balance de energía en la operación unitaria ESTERILIZACIÓN, se muestra a continuación



La bebida de lupino es un producto líquido compuesto por el 60 % de agua y 40 % de lupino desamargado además de aditivos los cuales dentro del balance de energía no tienen influencia en la razón de cálculo.

Datos:

$C_{p \text{ agua}} = \text{Calor específico del agua} = 1 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$

$C_{p \text{ lupino}} = \text{Calor específico del lupino} = 0,580 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$

$C_{p \text{ bebida de lupino}} = \text{Calor específico de la bebida de lupino}$

$$C_{p \text{ bebida de lupino}} = 60\% * C_{p \text{ agua}} + 40\% * C_{p \text{ lupino}}$$

$$C_{p \text{ bebida de lupino}} = 0,6 * 1 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} + 0,4 * 0,580 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$$

$$C_{p \text{ bebida de lupino}} = 0,832 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$$

En un intercambiador de calor, se realiza un balance de energía entre los flujos inmersos en el sistema, es decir, que la energía que pierde uno es igual a la energía que gana el otro, además no existe pérdida de calor al ambiente:

$$Q_{\text{ganado}} = Q_{\text{cedido}}$$

$$Q = m * C_p * \Delta T$$

$$Q_{\text{esterilización bebida de lupino}} = 641,2 \text{ kg} * 0,832 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C} * (138 - 25) ^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{esterilización bebida de lupino}} = 60283,06 \text{ kcal} = 251 \text{ 886,7 KJ} = 69,97 \text{ KW}$$

En la Tabla 3.3 se muestra el consumo energético al día de la línea de producción del sustituto lácteo (bebida de lupino).

Tabla 3.3. Consumo energético requerido para la elaboración de la bebida de lupino al día

Proceso	Equipo	Flujo calórico (kW)	Potencia eléctrica (kW)	Horas de consumo al día	Consumo energético al día (KW-h)
Selección	Banda transportadora	-	0,3	3	0,9
Molienda	Molino coloidal	-	3	2	6
Mezclado	Mezclador con agitadores	-	6,5	2	13
Esterilización	Esterilizador UHT	69,97	1,9	1	1,9
				Total	21,8

Análisis de las operaciones unitarias de relevancia

Dentro de la línea de producción de la bebida de lupino se tiene operaciones unitarias de interés como la molienda, filtrado y esterilización. En cuanto a la molienda según Al Saedi (2021), los efectos de la temperatura del agua durante la molienda del lupino se reflejan en el rendimiento. Dado que a una temperatura de 45 °C se tuvo un rendimiento mayor en relación a la molienda a 90 °C y esto podría deberse a un cambio en la matriz proteica, lo que significaría una disminución en el contenido de grasa a 90 °C (Al Saedi et al., 2021). Por lo que es conveniente durante la molienda utilizar una temperatura de agua estandarizada para la producción de la bebida, debido a que la temperatura influye tanto en la calidad como en el rendimiento.

Por otro lado, durante la molienda el empleo de un molino coloidal que tiene como producto resultante una emulsión con un tamaño de partícula de 2 µm evitará la separación de fases en la bebida de lupino durante el tiempo en percha. De acuerdo con esto, se estima que el mejor rendimiento se puede obtener con partículas de tamaño pequeño, no solamente por el volumen obtenido sino por el valor nutricional. Debido a que el aporte de calcio en una bebida con el grano entero puede tener cantidades superiores de este mineral en comparación del lupino sin cáscara (Vega, 2020). Además, dentro de la operación de mezclado, se agrega la goma guar, que le proporciona a la bebida cierta estabilidad ya que

se puede generar la separación de fases debido a que el producto cuenta con una cantidad de fibra que puede sedimentarse.

En relación a la unidad de operación de filtración se consideró el empleo de un juego de tamices, debido a que se tiene un mejor control del permeado que se desea obtener. El permeado al tener un tamaño de partícula menor a 0,15 mm de diámetro favorece a que el producto final cuente con todos los componentes de interés como las proteínas, fibra, calcio, carbohidratos, entre otros.

En cuanto a la unidad de operación de esterilización, según Lozano (1996), considera que la inactivación de los inhibidores de tripsina sucede durante el proceso esterilización, debido a que en el tratamiento de pasteurización que alcanza temperaturas de alrededor de 75°C, no presenta una inactivación exitosa. Por ello la esterilización a 138 °C por 2 segundos empleada en el proyecto si cumple con esta inactivación, además que asegura la inactivación casi total de la flora bacteriana presente en la bebida sin modificar o alterar el contenido nutricional y un mayor tiempo de conservación (Marchant y Arica, 2019).

Comercialización del producto

De acuerdo a la norma INEN 1334-1 se estableció la información que debe presentar la etiqueta del producto final, como se observa en la Tabla 3.4

Tabla 3.4. Requisitos de rotulado en la etiqueta de la bebida de lupino

Información requerida	Información disponible
Denominación	Bebida de lupino fortificada con vitamina A
Nombre del fabricante	LUPINOLIFE S.A
Marca comercial	Lupi-Drink
Ingredientes	Agua, Lupino, goma guar, extracto de vainilla y vitamina A
Cantidad	1 litro
Forma de conservación	Esterilización UHT, una vez abierto conservar en refrigeración.
Lema adicional	Industria Ecuatoriana – Retornable – Alimento funcional

(INEN 1334, 2011)

En cuanto a su aspecto comercial, el sustituto lácteo a base de lupino se presenta en un envase cilíndrico de vidrio color ámbar con capacidad de 1 litro, además cuenta con una tapa twist off, debido a que ofrece un cierre hermético a presión. Las dimensiones del envase son de altura 256,77 mm y de diámetro 87,91 mm (OI, 2022). Los envases vendrán en jabas plásticas reutilizables de 12 unidades de 1 litro. El producto final puede

mantenerse a temperatura ambiente lo que beneficiaría el tiempo en percha, sin embargo, una vez abierto deberá ser conservado en refrigeración entre 5 a 10 °C (Novaro, 2017)

Para el envasado también se consideró el tipo Tetrapack, sin embargo, el costo de producción de la bebida de lupino podría elevarse hasta en un 50 %, debido a que requiere de máquinas y operaciones sofisticadas elevadas. Sin embargo, otro aspecto a considerar aparte del costo de producción es la generación de envases de un solo uso. Es así que el envase de vidrio color ámbar retornable favorecen a la disminución de este tipo de contaminación y un aporte a la economía circular.

Evaluación del contenido nutricional presente en el sustituto lácteo (bebida de lupino), leche de vaca y bebida de soya.

A continuación, en la Tabla 3.5, se muestra las características físicas principales de la bebida de lupino.

Tabla 3.5. Características físicas del sustituto lácteo (bebida de Lupino) *

Parámetros	Requisitos / Valor
Olor	Agradable característico
Color	Blanco característico
Aspecto	Sin elementos extraños
Microorganismos	Requerimientos en norma NTE INEN 9:2015
Acidez (pH)	6,9
Viscosidad (μ) **	5,4
Densidad (Kg/m ³)	1105,6

(Baldeón, 2012) *; (Colque, 2016, p 36) **

En la Tabla 3.5, se observa que el sustituto lácteo (bebida de lupino) presenta características idóneas para ser un producto llamativo para el cliente. Asimismo, la bebida se compone básicamente de agua y de lupino, la cual está regulada en su mayoría por la normativa INEN 3028, que corresponde a bebidas de soya no fermentada ya que no existe una normativa para la bebida de lupino. De este modo, dentro de la norma se menciona que pueden ser aromatizados por extractos naturales o superficiales, por lo tanto, el producto ofertado cuenta con una sustancia aromatizante el cual es el extracto de vainilla, a más de ser una bebida fortificada con vitamina A.

En la Tabla 3.6 se observa las características químicas del sustituto lácteo (bebida de lupino) como las de la leche de la vaca y soya.

Tabla 3.6. Características químicas del sustituto lácteo (bebida de lupino), leche de vaca y bebida de soya *

Nutrientes	Unidad	Bebida de Lupino	Leche de vaca	Bebida de soya
Energía	Kcal/100g	71,30	59,00	41,00
Proteína	g/100g	3,25	2,90	2,47
Humedad	g/100g	93,60	88,60	-
Grasa	g/100g	0,22**	3,30	0,21
Fibra	g/100g	0,61**	0,00	0,40
Carbohidratos	g/100g	1,07	4,50	4,12
Minerales				
Calcio, Ca	mg/100g	50 - 280***	100,00	123
Hierro, Fe	mg/100g	2,50	0,10	0,44
Fósforo, P	mg/100g	95,00	36,00	-

*(Baldeón, 2012); (Herrera y Hidalgo, 2016) **; (Oca, 2015, p.43) ***

En la Tabla 3.6 se muestra la energía proporcionada por cada bebida, donde el lupino presenta la mayor cantidad, con lo cual podríamos decir que ya representa un excelente sustituto de la leche.

La bebida de lupino presenta mayor cantidad de proteínas en relación a las otras bebidas, lo que resulta ventajoso dado que cuenta con un contenido de lisina, un aminoácido importante para la construcción de tejido muscular y una correcta absorción del calcio (Herrera y Hidalgo, 2016). Además, el lupino al contar con un alto contenido de proteínas vegetales rivaliza con la soya, donde las globulinas tienen un 85% de concentración en la fracción proteica y el resto de albúmina. Lo cual es beneficioso ya que está presente γ -conglutin visto que regula y disminuye el contenido de azúcar en la sangre por lo que es ideal para el tratamiento o prevención de diabetes tipo II (Mendoza et al., 2016).

La capacidad de las proteínas de retener y absorber grasas en los sistemas alimentarios es buena, sin embargo, dependiendo de la fuente se ve afectada la absorción de grasas por parte de las proteínas. Lo que generaría un alza en la textura, sabor, color y en el rendimiento, posiblemente mejorados por la presencia de α -conglutinas, y la concentración de proteína total. Se podría decir que la bebida de lupino es un alimento funcional por la combinación de grasas y proteínas (Al Saedi et al., 2021).

Como se puede observar en la Tabla 3.6, en relación al contenido de grasa presente en las diferentes bebidas, la de lupino y de soya son las que presentan menor contenido en relación a la leche de vaca. Esto se debe a que las bebidas vegetales tienen menor grasa

saturada y más grasas insaturadas las cuales son indispensables para el correcto funcionamiento del organismo, asimismo estas grasas ayudan a disminuir el colesterol y mantener un peso saludable (Baldeón, 2012).

Por otra parte, la fibra de la bebida de lupino con un valor de 0,61 gramos es mayor a la de la soya con un 0,40g. Esto se debe a que la cáscara del lupino desamargado aporta un valor superior de fibra (Pilaraxi, 2019) en comparación con la leche de vaca que es nula.

En relación a los carbohidratos existe un bajo contenido en relación a la leche de vaca y de soya, lo que es beneficioso en cierta parte, ya que dentro de esta cantidad de carbohidratos tenemos a los oligosacáridos (α -galactosidasa) que no son absorbidos por el intestino del ser humano y son conocidos por generar flatulencias (Baldeón, 2012). Por otra parte, es conocido que la fermentación de estos oligosacáridos promueve una microbiota saludable por ello son considerados prebióticos (De Araújo et al, 2015).

De acuerdo con los datos de mortalidad de la Organización Mundial de la Salud (OMS), existe alrededor de 0,8 millones de muertes al año a nivel mundial (1,5% del total) esto se podría atribuir a la deficiencia de vitamina A. Por otra parte, dentro de la población objetivo de hombres y mujeres entre 19 a 50 años, el subgrupo identificado con mayor riesgo de carencia de vitamina A son las mujeres adultas, es por esto que la fortificación de la bebida parte de la ingesta adecuada de este sector (FAO & Organización Mundial de la Salud, 2017). Es así que para disminuir la deficiencia de esta vitamina mediante la ingesta de la bebida de lupino se agrega durante el mezclado la cantidad de 198,78 UI de vitamina A en 100 g de jugo permeado, adicional a las trazas existentes de vitamina presente en la bebida. Por otro lado, el nivel máximo de ingesta tolerable (NM) de vitamina A para el subgrupo mujeres es de 1 mg en 250 ml que corresponde a una porción diaria, como se muestra en el Anexo III.

Además, varios estudios han demostrado que la carencia de hierro en el organismo provoca que la vitamina A quede atrapada en el hígado y esto no permite que el retinol este accesible para otros órganos y tejidos (FAO & Organización Mundial de la Salud, 2017, p.96). Sin embargo, este fenómeno no podría generarse en una alimentación que contenga un adecuado contenido de hierro, es así que la bebida de lupino es idónea en vista de que esta cuenta con 2,50 mg de hierro, mayor a las otras bebidas presentes en la Tabla 3.6.

Como se observa en la Tabla 3.6 existe mayor cantidad de calcio en la bebida de lupino en relación a las otras bebidas, sin embargo, este valor de calcio en la bebida puede variar si el lupino se encuentre con o sin cáscara. En el caso que el contenido de calcio sea menor se puede realizar una fortificación con lactato de calcio de 277 mg de Ca en 250 mL que corresponde a una porción por día, sin embargo, su ingesta por día no puede ser mayor a 1 g, como se muestra en el Anexo III.

En resumen, la bebida de lupino contiene nutrientes y minerales importantes para ser considerado un buen sustituto lácteo que su homólogo la soya, y al ser fortificada con vitamina A la hace un alimento funcional pues favorece al mejoramiento de la salud. Además, forma parte de la economía circular debido a que contribuye a la disminución de envases de un solo uso, dado que la bebida está contenida en un envase de vidrio retornable.

3.2 Conclusiones

Se ha desarrollado un proceso para la obtención de una bebida de lupino, que es un sustituto lácteo

La bebida de lupino es un producto libre de lactosa, ideal para aquellas personas intolerantes, además por tener un contenido de vitamina adicional de 198,78 UI de vitamina A, lo que le convierte en un producto funcional.

El empleo de un molino coloidal en la molienda es idóneo para la obtención de un tamaño de partícula hasta 2 μm de diámetro, lo que favorece al momento del filtrado, ya el retenido consistirá solamente de partículas mayores a 0,15 mm y se tiene un producto rico en proteínas, calcio, entre otros componentes de importancia.

Se tiene una estandarización de la bebida de lupino ya que al presentar una viscosidad de 5,4 se recomienda el uso de una turbina y un agitador de ancla con raspador para favorecer la mezcla de los aditivos con el jugo permeado de lupino.

El uso de la esterilización UHT a 138°C por 2 segundos es un método para extender la vida útil del producto como la retención de compuestos nutritivos del lupino.

En el proceso de esterilización UHT a 138°C se puede inactivar a los inhibidores de tripsina causantes de la interrupción del proceso digestivo, lo que no se puede lograr a temperaturas de 75°C.

El diseño de producción tuvo un rendimiento del 224,58% el cual fue mayor al rendimiento de bibliografía de 220%.

El consumo energético al día para la elaboración de la bebida fue de 21,8 Kw-h y un flujo calórico por parte de la esterilización de 69,97 kW.

En la operación unitaria de molienda se tiene un mayor rendimiento en la matriz proteica cuando se trabaja con el agua a una temperatura de 45°C que a 90°C.

La bebida presenta mayor contenido de calcio cuando se utiliza al grano entero desamargado que cuando se emplea el grano sin su cobertura.

La bebida de lupino presenta mayor energía 71,30 kcal/100g y mayor contenido de 3,25 g proteína, 0,61 g fibra y 280 g calcio, lo que lo hace un sustituto lácteo idóneo para el consumo diario.

Los carbohidratos en la bebida de lupino son de 1,07 g/100 g de producto un valor menor a las otras bebidas, lo que resulta ser beneficioso puesto que tiene menor cantidad de oligosacáridos precursores de flatulencias, pero a la vez son considerados prebióticos.

La bebida de lupino además de ser un buen sustituto lácteo también es un alimento funcional por estar fortificado con 198,78 UI de vitamina A.

3.3 Recomendaciones

Se recomienda estrategias como la adición de enzimas, fermentación, la fortificación con nutrientes esenciales o incluso la mezcla con otras bebidas vegetales para lograr un producto con alto valor nutritivo si lo requiriese.

Se recomienda un análisis del pH en la bebida de lupino antes de entrar a la operación de esterilización, aunque la cantidad de aditivos es relativamente baja en la bebida con un 0,80%. Se debe asegurar que el pH se mantenga en 6,9. En el caso de que el pH aumente se recomienda ajustar una vez terminada la mezcla de todos los aditivos, este ajuste se lo hace con ácido cítrico al 10 % por un tiempo de 5 minutos. Esto logrará una homogenización correcta y evitar la presencia de grumos de proteínas precipitadas, debido a que estos grumos no se desintegran y pasan a ser parte del permeado.

En el etiquetado mencionar que la bebida de lupino de 1 litro cuenta con cuatro porciones y a su vez que el consumidor se recomienda el consumo diario de una porción de 250 mL que representa un vaso para evitar el exceso de vitamina A en la ingesta.

En la formulación de este tipo de bebidas, se recomienda no exceder el nivel máximo de fortificación, en el caso de la vitamina A el máximo es de 1 mg de retinol en 250 mL y para el calcio de 1 g en 250 mL que corresponde a una porción.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Al Saedi, N., Agarwal, M, Ma. W., Islam, S., y Ren, Y. (2020). Caracterización proteínica de la bebida de lupino (*Lupinus angustifolius*) según la influencia de las técnicas de extracción, cubierta de semillas y cultivares. *Moléculas*, 25(8). 1782. Recuperado <https://doi.org/10.3390/molecules25081782> (enero, 2022).

Al Saedi, N., Agarwal, M., Islam, S., y Lin Re, Y. (2021). Estudio sobre la correlación entre el perfil proteico de la leche de chocho y su producción de queso en comparación con la leche de vaca. *Moléculas*, 26(8). 2395. Recuperado <https://doi.org/10.3390/molecules26082395> (enero, 2022).

Al Zahrani, A., y Shori, A. (2021). Non-dairy plant-based milk products as alternatives to conventional dairy products for delivering probiotics. *Food Science and Technology*. Recuperado <https://doi.org/10.1590/fst.101321> (enero, 2022).

Alvídrez, A., González, B., y Jiménez, Z. (2002). Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales. *Revista salud pública y Nutrición*, 3(3).

Barreto, B., y Uquillas, A. (2016). Leche de Chocho. [Tesis de posgrado, Universidad San Francisco de Quito]. Recuperado <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6260/1/128681.pdf> (enero, 2022).

Benítez, N. (2016). Evidencia del efecto del consumo de especies del género *Lupinus* para la disminución del riesgo cardiovascular. [Trabajo de titulación, Universidad San Francisco de Quito USFQ]. Recuperado <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/5164>. (febrero, 2022).

Bruno, H., y Perl, W. (2009). Instalación de una planta procesadora de extruido de una mezcla de cañihua y tarwi: Estudio preliminar. *Ingeniería Industrial*, 27(1). 207-234. Recuperado <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337428493012> (enero, 2022).

- Caicedo, C., y Murillo, A. (2010). Variedad de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). INIAP 450 Andino. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2584/1/iniapscpd169.pdf> (diciembre, 2021).
- Campos, D., Chirinos, R., Gálvez, L, y Pedreschi, R. (2018). Capítulo Octavo- Potencial Bioactivo de frutas, semillas y tubérculos Andinos. *Avances en la Investigación de Alimentos y Nutrición*, 84(1), 287-343. Recuperado <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.12.005> (febrero, 2022)
- Castro, G. (2014). *Estudio de factibilidad para la creación de una micro-empresa de procesamiento y comercialización de leche de chocho, en la parroquia de San Pablo del Lago, cantón Otavalo, provincia de Imbabura*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ecuador]. Recuperado <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/3032> (enero, 2022).
- Colque, E. (2016). Elaboración de bebida probiótica de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) Empleando *Saccharomyces bouardi*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión]. Recuperado <http://hdl.handle.net/20.500.12840/653> (febrero, 2022).
- Consumer. (2019). Revista de los consumidores responsables. 34-39. Recuperado de <https://revista.consumer.es/portadas/2019/06/edicion-impresa/resources/revista-entera.pdf> (enero, 2022)
- De Araújo, U., Ramírez, L., Villadiego, O., y Campuzano, O. (2015). Técnicas para la microencapsulación de probióticos y el impacto en su funcionalidad: una revisión. *Alimentos Hoy*, 23(36), 112-126. Recuperado <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/download/349/299> (febrero, 2022)
- FAO y Organización Mundial de la Salud. (2017). Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes. Obtenido de: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255541/9789243594019-spa.pdf> (diciembre, 2021).
- Garavito, N. (2009). Balance de materia. Universidad Nacional de Colombia. (pp. 75-77). Academia.
- Gerber, P.J. et al., 2013: Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy, 115 pp.

- Goldschmidt, P. (2020). La gente y los microbios: seres invisibles con los que convivimos y nos enferman. Editorial Sb
- Herrera, T., y Hidalgo, A. (2016). *Diseño de un proceso para el tratamiento y elaboración de leche de chocho* [Proyecto Integrador, Espol]. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/36839> (febrero, 2022)
- Huayna, K. (2017). Obtención de un sucedáneo de leche a partir de dos ecotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet) y determinación de su vida útil. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Perú]. Recuperado <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/11054> (enero 2022).
- Marchant, I. M. S., & sede Arica, A. I. (2019). Manual conservacion de alimentos. Obtenido http://www.inacap.cl/web/material-apoyocedem/profesor/Gastronomia/Manuales/Manual_Conservacion_de_Alimentos.pdf. Recuperado de https://www.curriculumnacional.cl/docente/629/articulos-181497_recurso_pdf.pdf (febrero, 2022)
- Mendoza, G., Ramos, G., Riveros, R., y Sánchez, N. (2016). La organización e integración vertical-horizontal de la cadena de valor del tarwi (*Lupinus mutabilis*) una legumbre Andina. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 3(2), 79-89.
- México, D., y Madero, Q. (2000) NORMA Oficial Mexicana NOM-139-SCFI-1999. Información comercial-Etiquetado de extracto natural de vainilla (*Vanilla* spp), derivados y sustitutos.
- Naciones Unidas, (2021). COP26: Juntos por el planeta. Recuperado de <https://www.un.org/es/climatechange/cop26> (febrero, 2022).
- Navaro, F. (2017). *Producción y Comercialización de leche de Almendras*. [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico Buenos Aires (ITBA)]. Recuperado <http://ri.itba.edu.ar/handle/123456789/864> (enero, 2022).
- Oca, N. (2015). Leche de altramuz. [Tesis de pregrado, Universidad FASTA de Argentina]. Recuperado de: <http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/handle/123456789/921> (enero, 2021)
- OI. (2022). Vidrio OI. Recuperado <https://glass-catalog.com/ec-en/> (febrero, 2022).
- OIRSA, (2020). Guía para uso de cloro en desinfección de frutas y hortalizas de consumo fresco, equipos y superficies en establecimientos. Obtenido de:

<https://www.oirsa.org/contenido/2020/Guia%20para%20uso%20de%20cloro%20como%20desinfectante%20en%20establecimientos%2023.06.2020.pdf> (diciembre, 2021)

Ovando, A y Aguilar, L (2019). Goma Guar: Un aliado en la industria alimentaria. Recuperado de: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/download/4988/6827/> (diciembre, 2021).

Parlamento Europeo, (2019). Informa sobre una estrategia de la UE para reducir las emisiones de metano. Recuperado https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0277_ES.pdf (febrero, 2022)

Pilataxi, T. (2019). "Diseño de un proceso industrial para la obtención de un yogurt a partir de leche de chocho (*Lupinus mutabilis* sweet) para la planta de lácteos epoch". [Trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Recuperado <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/11022> (febrero, 2022)

Rasika, D., Vidanarachchi, J., Rocha, R., Balthazar, C., G Cruz, A. Sant'Ana, A., Ranadheera, C. (2021). Los sucedáneos de la leche de origen vegetal como portadores de probióticas emergentes. *Food Science*, 38(1), 8-20. Recuperado <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.10.025> (enero, 2022)

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2005). Leguminosas. Grano desamargado de chocho. Requisitos. Recuperado de: <https://ia601903.us.archive.org/14/items/ec.nte.2390.2005/ec.nte.2390.2005.pdf> (febrero, 2022).

Solvay, (2016). Los procesos sintéticos hacia vainillina. Obtenido de: https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060711019001464891186.pdf (diciembre, 2021).

Sosa, L. (2018). Ficha Técnica de la Goma Guar. Recuperado de <https://www.sumalisa.com/FTP/pdfs/11335P196137%20GOMA%20GUAR-FT.pdf> (diciembre, 2021).

Tetrapak. (2021). Tecnología UHT. Recuperado <https://www.tetrapak.com/es-es/solutions/processing/main-technology-area/uht-treatment#:~:text=TECNOLOG%3%8DA%20UHT,la%20distribuci%C3%B3n%20a%20temperatura%20ambiente.> (enero, 2021).

- Ullco, M. (2019). *Evaluación de estrategias poscosecha (temperatura y desinfección) en chocho verde a dos índices de cosecha, en campus experimental Salache, en el periodo 2018-2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Cotopaxi, Ecuador]. Recuperado <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6296/6/PC-000645.pdf> (enero, 2022).
- Vega, A. (2020). *Elaboración, análisis sensorial y nutricional de una bebida vegetal a base de chocho (Lupinus mutabilis sweet) endulzada con Jícama (Smallanthus sonchifolius) y saborizada con cacao en polvo para deportistas de fuerza* [Bachelor's thesis, PUCE-Quito]. Recuperado <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/17466> (febrero, 2022)

5 ANEXOS

ANEXO I ESTUDIO DE MERCADO

a. Mercado de las bebidas de origen vegetal

- El sector de la leche en general de animales y vegetales, sus ingresos son \$ 65 500 000 al año, donde un 30% corresponde al sector de las bebidas vegetales.

$$\$ 65 500 000 \text{ al año} * 30 \% = \$ 19 650 000 \text{ al año}$$

- Donde, el costo promedio de un litro de leche vegetal es de \$ 5,88.

$$\frac{\$ 19 650 000 \text{ al año}}{\$ 5,88 \text{ el litro}} = 3 341 836,7 \text{ litros al año}$$

- En el mercado de las bebidas vegetales, la empresa toma un 2,5% debido a que llama la atención de la clientela gracias a su marketing y gran producto, por lo cual tendría:

$$3 341 836,7 \text{ litros al año} * 2,5\% = 83 545,9 \text{ litros al año}$$

b. De acuerdo al estudio de mercado a través de una encuesta.

- Con relación a la encuesta, el 42% de los encuestados consumen bebidas vegetales y el 58 % consumen o no la leche de vaca.

$$\text{Población: } 589 262,8 \text{ habitantes} * 58\% = 341 772,4 \text{ habitantes restantes}$$

- Los encuestados mencionan que consumen leche de vaca, tres veces a la semana

$$\frac{341 772,4 \text{ habitantes}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ litro}}{1 \text{ habitante}} * \frac{144 \text{ días}}{1 \text{ año}} = 49 215 236,5 \text{ litros al año}$$

- De acuerdo a la encuesta existe un 20 % que no consume leche de vaca

$$49215 236,5 \text{ litro al día} * 20 \% = 9 843 047,3 \text{ millones de litros al año}$$

- Además, dentro del 20 % hay un 47 % que estaría dispuesto a consumir bebidas de origen vegetal como sustituto lácteo.

$$9 843 047,3 \text{ litro al año} * 47\% = 4 626 232,2 \text{ litros al año (solventar una insatisfacción por no consumen leche de vaca)}$$

- El mercado insatisfecho es de 4 626 232,2 litros al año, del cual la empresa toma un 1,8% para su venta.

4 626 232,2 litros anuales * 1,8% = 83 272,2 litros al año

ANEXO II

CÁLCULO DE LA FORTIFICACIÓN FOCALIZADA DE LA VITAMINA A Y EL CALCIO

La ingesta diaria de energía de una persona es de 2 000 Kcal, si el 30% de esta ingesta corresponde de alimentos procesados fortificados, la cantidad de energía proporcional sería:

$$2\,000\text{ Kcal} * 0,3 = 600\text{ Kcal}$$

De acuerdo, al número de porciones alimentarias de menor tamaño (50 g), expresado como densidad energética es de 40 Kcal, por lo que es igual a:

$$\frac{600\text{ Kcal}}{40\text{ kcal/porción}} = 15\text{ porciones}$$

En la Figura A.II.1 se muestra la ingesta recomendada de nutrientes (IRN) para subgrupos seleccionados de la población. Dentro del presente de trabajo estos subgrupos son los hombre y mujeres entre 19-50 años.

Nutriente (unidad)	1-3 años	4-6 años	19-50 años (mujeres)	Mujeres embarazadas (segundo trimestre)	Mujeres lactantes, (0-3 meses)	19-50 años (hombres)
Vitamina A (µg ER) ^a	400	450	500	800	850	600
Vitamina D (µg) ^b	5	5	5	5	5	5
Vitamina E (mg α-tocoferol)	5,0	5,0	7,5	7,5	7,5	10,0
Vitamina C (mg)	30	30	45	55	70	45

Nutriente (unidad)	1-3 años	4-6 años	19-50 años (mujeres)	Mujeres embarazadas (segundo trimestre)	Mujeres lactantes, (0-3 meses)	19-50 años (hombres)
Zinc (mg) ^c						
■ Biodisponibilidad alta	2,0	2,4	2,5	3,5	4,8	3,5
■ Biodisponibilidad moderada	3,4	4,0	4,1	5,8	7,9	5,8
■ Biodisponibilidad baja	6,9	8,0	8,2	11,7	15,8	11,7
Calcio (mg)	417	500	833	833	833	833
Selenio (µg)	14	17	22	23	29	28
Yodo (µg)	64	64	107	143	143	107

Figura A.II.1. Ingesta recomendada de nutrientes (IRN) de la FAO/OMS (FAO & Organización Mundial de la Salud, 2017)

A.II.1 Vitamina A

Por lo que se toma de referencia la ingesta de vitamina A del subgrupo de mujeres:

$$\frac{500\text{ ugER}}{15\text{ porciones}} * \frac{1\text{ ug Retinol}}{1\text{ ug ER}} * \frac{1\text{ mg}}{1000\text{ ug}} = 0,033\text{ } \frac{\text{mg retinol}}{\text{porción}}$$

De acuerdo al factor de conversión correspondiente en la Figura A.II.2 se calcula el contenido de retinol para una porción de bebida de 250 ml de la siguiente manera:

Presentación del alimento	Factor de conversión	
	Tamaño habitual de la porción	Por tamaño habitual de la porción
Sólido	50 g	4,0
Bebidas de leche o cereales	250 ml	5,0
Bebidas azucaradas	250 ml	2,5

Figura A.II.2. Factores para convertir el contenido de micronutrientes para porciones de 40 kcal a cantidades para diferentes presentaciones y tamaños de porciones (FAO & Organización Mundial de la Salud, 2017)

$$\text{Conversión de 50 g a 250 ml: } 0,033 \frac{\text{mg retinol}}{\text{porción}} * 5,0 = 0,165 \frac{\text{mg retinol}}{250 \text{ ml}}$$

Con una pérdida de ~ 20% se espera tener en el proceso térmico UHT:

$$0,165 \frac{\text{mg retinol}}{250 \text{ ml}} * 1,2 = 0,198 \frac{\text{mg retinol}}{250 \text{ ml}}$$

- Por ello, se estima que 0,198 mg retinol en 250 ml se debe añadir a la bebida de lupino considerando una pérdida en la esterilización UHT del 20 %.
- Para 100 g de producto se tiene:

$$0,165 \frac{\text{mg retinol}}{250 \text{ ml}} * \frac{1 \text{ ml}}{1 \times 10^{-6} \text{ m}^3} * \frac{1 \text{ m}^3}{1105,6 \text{ kg}} * \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} * \frac{1 \text{ ug ER}}{1 \text{ ug retinol}} * \frac{1000 \text{ ug}}{1 \text{ mg}}$$

$$* \frac{3,33 \text{ UI de vitamina A}}{1 \text{ ug ER}} = 198,78 \frac{\text{UI de vitamina A}}{100 \text{ g}}$$

A.II.2 Calcio

De acuerdo a la Figura A.II.1 se toma de referencia la ingesta de calcio para el subgrupo de mujeres en una porción de 250 ml:

$$\frac{833 \text{ mg Calcio}}{15 \text{ porciones}} = 55,5 \frac{\text{mg Calcio}}{\text{porción}}$$

$$\text{Conversión de 50 g a 250 ml: } 55,5 \frac{\text{mg calcio}}{\text{porción}} * 5,0 = 277,5 \frac{\text{mg calcio}}{250 \text{ ml}}$$

ANEXO III

CÁLCULO DEL NIVEL MÁXIMO DE FORTIFICACIÓN FOCALIZADA DE LA VITAMINA A Y CALCIO

A.III.1 Vitamina A

Se estable de acuerdo a la Figura A.III.1 el nivel máximo para la fortificación de la bebida de lupino con vitamina A.

Nutriente (unidad) ^a	1-3 años	4-8 años	9-13 años	19-70 años
Vitamina A (µg ER) ^b	600	900	1.700	3.000
Vitamina D (µg) ^c	50	50	50	50
Vitamina E (mg β-tocoferol)	200	300	600	1.000
Vitamina C (mg)	400	650	1200	1.000 ^d
Niacina (vitamina B ₃) (mg EN) ^e	10	15	20	35
Vitamina B ₆ (mg)	30	40	60	100
Ácido fólico (µg EDF) ^f	300	400	600	1.000
Colina (mg)	1.000	1.000	2.000	3.500
Hierro (mg)	40	40	40	45
Zinc (mg)	7	12	23	45 ^g
Cobre (mg)	1	3	5	10
Calcio (mg)	2.500	2.500	2.500	3.000 ^h
Fósforo (mg)	3.000	3.000	4.000	4.000

Figura A.III.1 Niveles máximos de ingesta tolerable (NM) (FAO & Organización Mundial de la Salud, 2017)

Debido a que la bebida de lupino está dirigida a mujeres y hombres entre 19-50 años, se toma su correspondiente dentro de la Figura A.III.1, para una porción y se tiene lo siguiente:

$$\frac{3000 \text{ ugER}}{15 \text{ porciones}} * \frac{1 \text{ ug Retinol}}{1 \text{ ug ER}} * \frac{1 \text{ mg}}{1000 \text{ ug}} = 0,2 \frac{\text{mg retinol}}{\text{porción}}$$

$$\text{Conversión de 50 g a 250 ml: } 0,2 \frac{\text{mg retinol}}{\text{porción}} * 5,0 = 1 \frac{\text{mg retinol}}{250 \text{ ml}}$$

- Por lo tanto, el NM es de 1mg de retinol en 250 ml que corresponde a una porción diaria

A.III.2 Calcio

De igual forma para el nivel máximo de fortificación de calcio en una porción se tiene:

$$\frac{3000 \text{ mg calcio}}{15 \text{ porciones}} = 200 \frac{\text{mg calcio}}{\text{porción}}$$

$$\text{Conversión de 50 g a 250 ml: } 200 \frac{\text{mg calcio}}{\text{porción}} * 5,0 = 1 \frac{\text{g calcio}}{250 \text{ ml}}$$

- Es así, que el NM para el calcio es de 1 gramo en 250 ml que corresponde a una porción diaria.

ANEXO IV

BALANCES DE MASA PARA LA PRODUCCIÓN DE BEBIDA DE LUPINO

A.IV.1 Balance de masa en el MEZCLADO

R= 580 litros/día de bebida de lupino = 641,2 kg/día

Densidad de bebida de lupino: 1105,6 kg/m³

Relaciones:

Extracto de vainilla (Q): $\frac{5 \text{ mg}}{100 \text{ ml}}$ de R ; Vitamina A (S): $\frac{0,198 \text{ mg}}{250 \text{ ml}}$ de R ; Goma Guar (T): $\frac{8 \text{ g}}{\text{kg}}$ de R

$$Q = \frac{5 \text{ mg}}{100 \text{ ml}} * \frac{1 \text{ ml bebida de lupino}}{1 \times 10^{-6} \text{ m}^3} * \frac{1 \text{ m}^3}{1105,6 \text{ kg}} * 641,2 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * 1 \times 10^{-6} \frac{\text{Kg}}{\text{mg}}$$

$$= \underline{\underline{0,028 \text{ Kg de extracto de vainilla}}}$$

$$\text{día}$$

$$S = \frac{0,198 \text{ mg}}{250 \text{ ml}} * \frac{1 \text{ ml bebida de lupino}}{1 \times 10^{-6} \text{ m}^3} * \frac{1 \text{ m}^3}{1105,6 \text{ kg}} * 641,2 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * 1 \times 10^{-6} \frac{\text{Kg}}{\text{mg}}$$

$$= \underline{\underline{4,59 \times 10^{-4} \text{ kg vitamina A}}}$$

$$\text{día}$$

$$T = \frac{8 \text{ g}}{\text{kg}} * 641,2 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * 1 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{g}}$$

$$= \underline{\underline{5,13 \text{ kg Goma Guar}}}$$

$$\text{día}$$

$$O + T + S + Q = R$$

$$O = R - T - S - Q$$

$$O = 641,2 - 5,13 - 4,59 \times 10^{-4} - 0,028$$

$$\underline{\underline{O = 636,04 \frac{\text{kg permeado de lupino}}{\text{día}}}}$$

A.IV.2 Balance de masa en FILTRADO

Relaciones:

Retenido (P): 10% de L

$$L = O + P$$

$$L = 636,04 + 0,10 L$$

$$L = 706,71 \frac{\text{kg Lupino molido}}{\text{día}}$$

A.IV.3 Balance de masa en MOLIENDA

Relaciones:

Agua(N): 60 % de L

$$N = 0,6 (706,71)$$

$$N = 424,03 \frac{\text{kg agua}}{\text{día}}$$

$$I + N = L$$

$$I + 424,03 = 706,71$$

$$I = 282,68 \frac{\text{kg Lupino lavado}}{\text{día}}$$

A.IV.4 Balance de masa en LAVADO II

Relaciones:

Agua (K): 2(F)

K=J; F=I

$$F = 282,68 \frac{\text{kg Lupino lavado I}}{\text{día}}$$

$$K = 2(282,68) = 565,36 \frac{\text{kg agua}}{\text{día}}$$

A.IV.5 Balance de masa en LAVADO I

Relaciones:

[Agua + Hipoclorito de sodio](H): 2 (D) + 0,0001(D)

H = G

D = F

$$D = F$$

$$D = 282,68 \frac{\text{kg Lupino seleccionado}}{\text{día}}$$

$$H = 2D + 0,0001D$$

$$H = 2(282,68) + 0,0001 (282,68)$$

$$H = G = 565,39 \frac{\text{kg agua+hipoclorito}}{\text{día}}$$

A.IV.6 Balance de masa SELECCIÓN

Relaciones:

Lupino en mal estado (E): 1% de C

$$C = D + E$$

$$C = 282,68 + 0,01C$$

$$C = 285,54 \frac{\text{kg lupino pesado}}{\text{día}}$$

$$E = 0,01 (285,54)$$

$$E = 2,86 \frac{\text{kg lupino en mal estado}}{\text{día}}$$

A.IV.7 Balance de masa PESADO Y RECEPCIÓN

Relación:

$$C = B = A = 285,54 \frac{\text{kg lupino pesado}}{\text{día}}$$

ANEXO V

HOJAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS #1				
EQUIPO (Ref): Tolva de recepción			SIMBOLOGÍA: T-101	
FUNCIÓN: Recepción de la materia prima			N° UNIDADES: 1	
ESPECIFICACIONES OPERATIVAS: Tolva de recepción TRAM 1500-425 totalmente fabricada en acero inoxidable, patas regulables en altura, paneles suplementarios para aumentar la capacidad acumulada, el elevador (400 x 2500 mm) cuenta con variador de velocidad para regular con facilidad la cantidad de producto en la salida de la tolva.				
COMPONENTES: Elevador				
DIMENSIONAMIENTO				
Geometría	Ancho	Largo	Alto	Peso
Rectangular con fondo piramidal	1550 mm	3100 mm	2300 mm	325 kg
Eléctrica		Potencia requerida (kW)	Tensión (V)	Frecuencia (Hz)
		0,394	-	-
Consumo		Agua (m ³)	Capacidad (T)	Aire comprimido
		0,8	0,3 (depende del producto)	-
Esquema del equipo:				
				

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS #2

EQUIPO (Ref): Balanza industrial XY500E		SIMBOLOGÍA: B-101		
FUNCIÓN: Balanza		N° UNIDADES: 1		
ESPECIFICACIONES OPERATIVAS: Balanza de plataforma electrónica de precisión				
COMPONENTES: Panel táctil				
DIMENSIONAMIENTO				
Geometría	Ancho	Largo	Alto	Peso
Plataforma rectangular	600 mm	500 mm	800 mm	13 kg
Eléctrica		Potencia requerida (kW)	Tensión (V)	Frecuencia (Hz)
		-	220	-
Consumo		Tipo de visualización	Capacidad	Clasificación precisión
		LED	510 kg	-

Esquema del equipo:



FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS # 3

EQUIPO (Ref): Transportador de cinta marca Diya-DY90	SIMBOLOGÍA: BT-101
FUNCIÓN: Selección del grano	N° UNIDADES: 1

ESPECIFICACIONES OPERATIVAS: Material de aluminio 2, cinturón: resistencia al desgaste


COMPONENTES: Placa plana de ruedas

DIMENSIONAMIENTO

Geometría	Ancho	Largo	Alto	Peso
Rectangular alargada	-	400 mm	-	65 kg
Eléctrica		Potencia requerida (KW)	Tensión (V)	Frecuencia (Hz)
		0,3-1,5	220	-
Consumo		Suministro	Capacidad	Aire comprimido
		-	100 kg	-

Esquema del equipo:



FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS # 4				
EQUIPO (Ref): Máquina limpiadora de grano			SIMBOLOGÍA: WM-201/202	
FUNCIÓN: Lavar al grano de impurezas			Nº UNIDADES: 2	
ESPECIFICACIONES OPERATIVAS: Modelo QD – 50, elaborado con acero, funciona inoxidable automáticamente				
COMPONENTES: Entrada para agua de lavado, vibrador ultrasónico				
DIMENSIONAMIENTO				
Geometría	Ancho	Largo	Alto	Peso
Envase circular con fondo ovoide	450 mm	560 mm	850 mm	17 kg
Eléctrica		Potencia requerida (kW)	Tensión (V)	Frecuencia (Hz)
		-	220	-
Consumo		Agua	Capacidad	Tiempo de trabajo
		50 kg	50 kg / h	8-10 min
Esquema del equipo:				
				

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS # 5

EQUIPO (Ref): Molino coloidal modelo JMf-80

SIMBOLOGÍA: M-301

FUNCIÓN: Triturador de rodillos

N° UNIDADES: 1

ESPECIFICACIONES OPERATIVAS: Elaborado con acero inoxidable. Grano de trituración: ultrafino, Emulsificación mayor igual a 2 µm

COMPONENTES

DIMENSIONAMIENTO

Geometría	Ancho	Largo	Alto	Peso
Cedazo con cilindro	410	830	860 mm	130 kg
Eléctrica		Potencia requerida (kW)	Tensión (V)	Frecuencia (Hz)
		3	380V	50
Consumo		Agua	Capacidad	Velocidad de giro
		-	300-1000 kg/h	1700-3500 rpm

Esquema del equipo:



FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS # 6

EQUIPO (Ref): Tamices Tyler	SIMBOLOGÍA: F-301
FUNCIÓN: Filtración	Nº UNIDADES: 2
ESPECIFICACIONES OPERATIVAS: Acero inoxidable 316, ASTM E11-09 ISO3310-1	

DIMENSIONAMIENTO

No. 100	Mesh	Diámetro	Altura del marco
		100	0,15 mm
No. 70	Mesh	Diámetro	Altura del marco
		70	0,21 mm

Esquema del equipo:



FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS # 7

EQUIPO (Ref): Mezclador con agitación	SIMBOLOGÍA TA-301
----------------------------------------------	--------------------------

FUNCIÓN: Mezclado de la leche con los ingredientes	N° UNIDADES: 1
-----------------------------------------------------------	-----------------------

ESPECIFICACIONES OPERATIVAS: Tanque de mezcla de acero inoxidable, espejo pulido Ra < 0,4 um.

COMPONENTES: Con o sin chaqueta, termómetro, respirador estéril Boca de inspección, turbina y mezclador de ancla con raspador.

DIMENSIONAMIENTO

Geometría	Ancho	Largo	Alto	Peso
				500 kg
Eléctrica	Potencia requerida (kW)		Tensión (V)	Frecuencia (Hz)
	6,5		110- 480	-
Consumo	Volumen del barril		Vapor	Velocidad del husillo
	300 L		-	1-3000 rpm

Esquema del equipo:



FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS # 8

EQUIPO (Ref): Esterilizador tubular UHT modelo UHT HH-XGZ-1

SIMBOLOGÍA: IC-401

FUNCIÓN: Esterilización de la bebida de lupino

N° UNIDADES: 1

ESPECIFICACIONES OPERATIVAS: Acero inoxidable 304/316.

COMPONENTES: Tanque con el enfriador

DIMENSIONAMIENTO

Geometría	Ancho	Largo	Alto	Peso
	1600 mm	3300 mm	2000 mm	1490 kg
Eléctrica	Potencia requerida (kW)		Tensión (V)	Frecuencia (Hz)
	1,9		220/380	50
Consumo	Vapor		Capacidad	Presión
	130 kg/h		500-1000 L/h	2,5 bar

Esquema del equipo:



FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS # 9

EQUIPO (Ref): Sistema de llenado esterilizado-FT83

SIMBOLOGÍA: E-501

FUNCIÓN: Llenado de envases

N° UNIDADES: 1

ESPECIFICACIONES OPERATIVAS:

COMPONENTES: Gabinete de flujo de aire laminar vertical con lámpara UV UVC dentro para ayudar a la desinfección.

DIMENSIONAMIENTO

Geometría	Ancho	Largo	Alto	Peso
Rectangular	1100 mm	1300 mm	2200 mm	400 kg
Eléctrica	Potencia requerida	Tensión (V)	Frecuencia (Hz)	
	-	220-240	50	
Cámara de trabajo	Calidad del aire	Eficiencia del filtro	Tamaño	
	Estándar federal 209e clase 100 ISO 16244 clase 5	99,995%	1200 x 580 mm	

Esquema del equipo:




FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS # 10

EQUIPO (Ref): Maquina Tapadora marca Dogtai		SIMBOLOGÍA: N/A		
FUNCIÓN: Tapadora de botellas		N° UNIDADES: 1		
ESPECIFICACIONES OPERATIVAS: Semiautomática de acero inoxidable.				
COMPONENTES: Control de panel				
DIMENSIONAMIENTO				
Geometría	Ancho	Largo	Alto	Peso
	500 mm	500 mm	600 mm	90
Eléctrica		Potencia requerida	Tensión (V)	Frecuencia (Hz)
		-	220	50
Consumo		Fuente de aire	Velocidad	Tapado diámetro
		0,4-06 Mpa	20 -40 bottle/min	10 – 55mm

Esquema del equipo:



FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS # 11				
EQUIPO (Ref): Bomba Centrífuga		SIMBOLOGÍA: BC-101, 301, 302, 401, 402		
FUNCIÓN: Modelo europeo, expert		N° UNIDADES: 5		
ESPECIFICACIONES OPERATIVAS: Motor cerrado, con aletas exteriores que ayudan a una mejor ventilación.				
COMPONENTES: Impulsor de latón				
DIMENSIONAMIENTO				
Geometría	Ancho	Largo	Alto	Peso
	170 mm	280 mm	220 mm	7,4 kg
Eléctrica		Potencia requerida	Consumo (A)	Frecuencia (Hz)
		1/2 HP	5	60
Consumo		Ciclo de trabajo	Descanso	Velocidad
		50 min – máx: 6 horas	20 min	3450 rpm
		Altura máx	Flujo máx	Máx succión
		23 m	90 L/min	8 m
Esquema del equipo:				
				

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS # 12				
EQUIPO (Ref): Compresor modelo SC1-1			SIMBOLOGÍA: CO-301	
FUNCIÓN: Maximiza la utilización del vapor mediante la recuperación del exceso de vapor a baja presión			N° UNIDADES: 1	
ESPECIFICACIONES OPERATIVAS:				
COMPONENTES: válvula de control de presión				
DIMENSIONAMIENTO				
Geometría	Ancho	Largo	Alto	Peso
	-	-	-	50 kg/h
Eléctrica		Temperatura máx	Presión de vapor de descarga (barg)	Flujo aplicable
		220	Min 1	
Consumo		Presión máx operación	Salida de descarga	Entrada de succión
		16 barg	80 mm	80 mm
Esquema del equipo:				
				

ANEXO VI

DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso Neto}}{\text{Peso Bruto}} * 100$$

Peso Neto = peso del producto empaquetado

Peso Bruto = peso de compra

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{641,2}{285,5} * 100 = 224.6\%$$

ANEXO VII

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ADITIVOS EN LA BEBIDA DE LUPINO

Aditivos:

- 0,028 kg/día de extracto de vainilla
- $4,59 \times 10^{-4}$ kg/día de vitamina A (retinol)
- 5,13 kg/día de goma guar

Dando un total de aditivos de: 5,158 kg/día

Elaboración de la bebida de lupino: 641,20 kg/día

$$\% \text{ de aditivos} = \frac{5,158 \text{ kg/día}}{641,20 \text{ kg/día}} * 100\% = 0,80\%$$

ANEXO VIII

DIAGRAMAS DE FLUJOS (PFD)

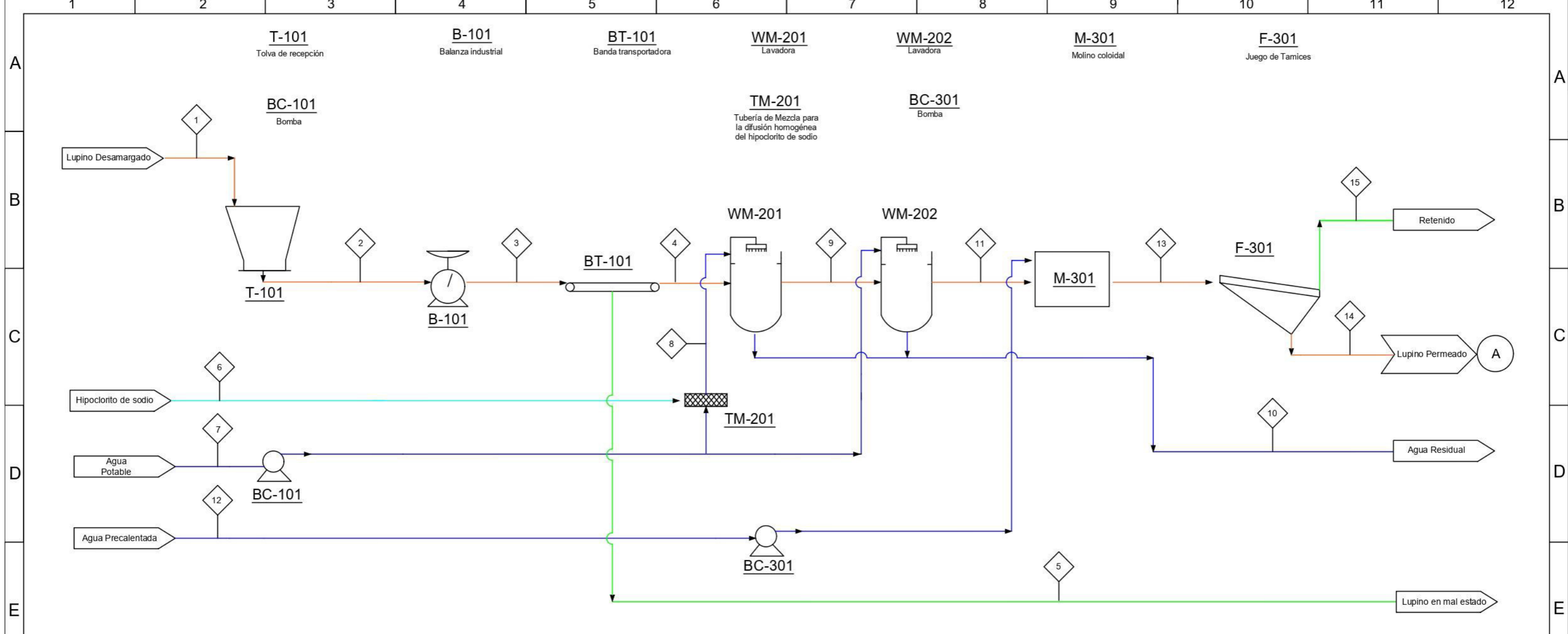
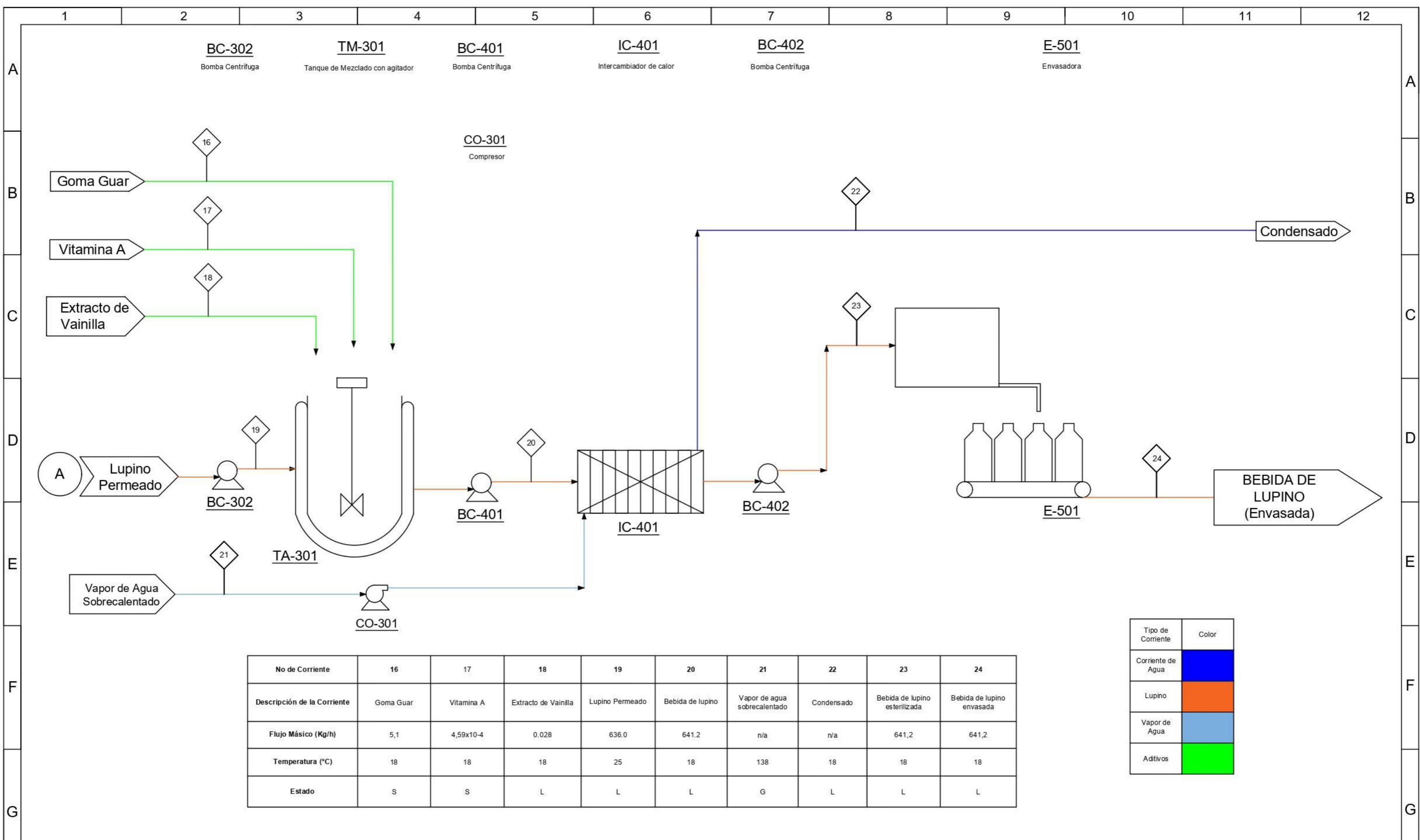


TABLA DE CORRIENTES DE ENTRADA Y SALIDA

N° Corriente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Descripción de la Corriente	Lupino desamargado	Lupino de recepción	Lupino pesado	Lupino seleccionado	Lupino en mal estado	Hipoclorito de sodio	Agua potable	Disolución de agua + NaClO	Lupino lavado I	Agua residual	Lupino lavado II	Agua Precaletada	Lupino molido	Lupino permeado	Retenido
Flujo Másico (kg/h)	285.5	285,50	285,50	285,50	2,80	0,03	565,30	565,33	282,60	1130,60	282,60	424	706,70	636	70,60
Temperatura (°C)	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	45	45	18	18
Estado	S	S	S	S	S	S	L	L	S	L	S	L	L	L	S

Tipo de Corriente	Color
Lupino	Orange
Retenido/ Lupino en mal estado	Green
Agua Líquida	Blue
Hipoclorito de sodio	Cyan
Desechos Orgánicos	Purple

OBSERVACIONES Indicaciones S = sólido; L=líquido.	REVISIONES			ENCARGADO DEL DISEÑO:	FIRMA	FECHA		PROYECTO:
	REV.	DESCRIPCIÓN	CALF.	Castro Andrea				TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
				REVISADO POR:				DESCRIPCIÓN:
				ING PROYECTO				PFD DEL SUSTITUTO LÁCTEO DE LUPINO
				APROBACIÓN DEL CLIENTE:				DIBUJO N°
						D01	HOJA	
						1 de 2	REV	
						1		



No de Corriente	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Descripción de la Corriente	Goma Guar	Vitamina A	Extracto de Vainilla	Lupino Permeado	Bebida de lupino	Vapor de agua sobrecalentado	Condensado	Bebida de lupino esterilizada	Bebida de lupino envasada
Flujo Másico (Kg/h)	5,1	4,59x10 ⁻⁴	0,028	636,0	641,2	n/a	n/a	641,2	641,2
Temperatura (°C)	18	18	18	25	18	138	18	18	18
Estado	S	S	L	L	L	G	L	L	L

Tipo de Corriente	Color
Corriente de Agua	Blue
Lupino	Orange
Vapor de Agua	Light Blue
Aditivos	Green

OBSERVACIONES Indicación: - n/a = aplica La bebida de lupino envasada para almacenamiento a 18°C.	REVISIONES <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>REV.</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>CALF.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	REV.	DESCRIPCIÓN	CALF.													ENCARGADO DEL DISEÑO: Castro Andrea REVISADO POR: ING PROYECTO: APROBACION DEL CLIENTE:	FIRMA 	FECHA 	 TAMAÑO: A3 ESCALA: N/S	PROYECTO: TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DESCRIPCIÓN: PDF DEL SUSTITUTO LÁCTEO DE LUPINO DIBUJO D01 HOJA 2 de 2 REV 1
REV.	DESCRIPCIÓN	CALF.																			