

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
CARRERA QUÍMICA INDUSTRIAL



**“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UNA PLANTA
PILOTO PARA LA OBTECIÓN DE ALGARROBINA”**

Proyecto de Grado presentado para la obtención del Grado de Licenciatura

POR:

VALLEJO RAMOS BETTY ISABEL

QUISBERT SALAS MARCO ANTONIO

TUTOR:

Ing. RAFAEL GARCIA PADILLA

LA PAZ-BOLIVIA
Octubre, 2020

DEDICATORIA

El proyecto está dedicado muy especialmente a Dios quien nos guía en cada paso, su palabra nos reconforta y enseña.

A nuestros padres Jacinto Vallejo, Flora Ramos, Marisol Salas que nos apoyaron en cada etapa de mi vida siempre con su cariño, dedicación.

A nuestros hermanos y sobrinos Eva Rosmery Vallejo Ramos, Alcides Leonardo Vallejo Ramos, Jorge Luis Vallejo Ramos, Edwin Paz Zambrana, Edwin Alejandro Paz Vallejo, Eva Laura Paz Vallejo

.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestro tutor Ing. Rafael García Padilla que con su paciencia, comprensión, conocimientos colaboro y guio el proyecto, asimismo también al Ing. Daniel Alejandro Duran Peña quien nos apoyó en la elaboración del proyecto.

A nuestros tribunales Ing. Hernán Andrade Ballesteros e Ing. Cesar Ruiz Ortiz quienes encaminaron el proyecto con sus conocimientos en cada etapa de su redacción contando con paciencia y comprensión.

A Lic. Osvaldo Valenzuela Méndez, Lic. Rafael Onofre, Lic. Edmundo Ovando por su apoyo, ánimo y consejos.

A nuestros docentes que han establecido conocimientos y bases sólidas en nuestra etapa universitaria.

INDICE

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTOS.....	2
INDICE.....	3
INDICE DE TABLA	8
RESUMEN.....	10
CAPITULO 1.....	11
1.1. ANTECEDENTES	12
1.2. OBJETIVOS	13
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	13
1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	13
1.3. JUSTIFICACION	13
1.3.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	13
1.3.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	14
1.3.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL	14
1.3.4. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA.....	14
1.3.5. JUSTIFICACIÓN INDIVIDUAL	15
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
CAPITULO 2.....	17

2.1.	MARCO TEORICO	18
2.1.1.	ALGARROBO	18
2.2.	MARCO CONCEPTUAL	26
2.2.1.	ALGARROBA.....	26
2.2.2.	REDUCCIÓN DE TAMAÑO	26
2.2.3.	LAVADO	33
CAPITULO 3.	44
3.1.	ESTUDIO DE MERCADO.....	45
3.1.1.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE MERCADO.....	45
3.2.	IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO	45
3.2.1.	LA ALGARROBINA.....	45
3.2.2.	USOS	45
3.2.3.	PROTOTIPO	46
3.3.	PERFIL DEL CONSUMIDOR.....	48
3.4.	ANÁLISIS DE LA OFERTA ACTUAL.....	48
3.5.	DETERMINACIÓN DE LA METODOLOGÍA QUE SE EMPLEARÁ EN LA INVESTIGACIÓN DE MERCADO.....	49
3.6.	ANÁLISIS DE LA DEMANDA	49
3.6.1.	DEMANDA DEL MERCADO	49

3.7.	ANÁLISIS DE LA OFERTA	50
3.7.1.	OFERTA PROYECTADA.....	51
3.8.	ANÁLISIS DE LA DEMANDA	52
3.8.1.	DEMANDA PROYECTADA.....	53
3.9.	BALANCE DE OFERTA Y DEMANDA	54
CAPITULO 4.....		56
4.1.	TAMAÑO	57
4.1.1.	POBLACION PACEÑA	57
4.1.2.	PROYECCIÓN DEL NÚMERO DE HABITANTES EN LA CIUDAD DE LA PAZ	58
4.1.3.	POBLACIÓN VEGANA Y VEGETARIANA EN LA PAZ.....	60
4.2.	LOCALIZACIÓN.....	60
4.2.2.	MICRO LOCALIZACIÓN	61
CAPITULO 5.....		65
5.1.	ACOPIO DE MATERIA PRIMA	66
5.1.1.	ALGARROBA	66
5.1.2.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN EL PROCESO DE ACOPIO	70
5.1.3.	TRANSPORTE AL CENTRO DE ACOPIO.....	71

5.1.4.	INSTRUMENTOS Y EQUIPOS	71
5.1.5.	METODOLOGÍA DE RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	72
5.1.6.	DETERMINAR EL CRONOGRAMA DE RECORRIDO E ITINERARIO PARA EL ACOPIO.....	72
5.2.	DISEÑO DEL PRODUCTO	73
5.2.1.	DEFINICIÓN	73
5.2.2.	ETAPAS DEL DESARROLLO.....	73
5.2.3.	DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD, CAPACIDAD Y UBICACIÓN DE LOS CENTROS DE ACOPIO.	73
5.2.4.	SELECCIÓN	76
5.2.5.	ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS.....	77
5.2.6.	LAVADORES DE CINTA Y ASPERSIÓN.....	79
5.2.7.	SECADO	80
5.2.8.	EXTRACCIÓN SÓLIDO-LÍQUIDO.....	87
5.2.9.	FILTRACIÓN	95
5.2.10.	EVAPORACIÓN.....	96
5.3.	PROTOTIPO DE PRODUCCIÓN	103
5.3.1.	DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO.....	104
5.3.2.	PROCESO PRODUCTIVO	105

5.3.3.	DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA (LAY OUT)	136
CAPITULO 6.		144
6.	ANÁLISIS ECONÓMICO- FINANCIERO	145
6.1.	INDICADORES DE EVALUACIÓN	145
6.1.1.	VALOR ACTUAL NETO (VAN)	145
6.1.2.	TAZA DE INTERÉS DE RETORNO (TIR)	146
6.1.3.	RELACIÓN COSTO-BENEFICIO	146
CAPITULO 7.		148
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	149
7.1.	CONCLUSIONES	149
7.2.	RECOMENDACIONES	151
CAPITULO 8.		152
	ANEXOS	152
	BIBLIOGRAFÍA	206

INDICE DE TABLA

TABLA 3.1. Datos de cantidad de endulzante natural en 2010-2014.....	50
TABLA 3.2. Gestión vs. oferta de endulzante natural	51
TABLA 3.3. Cantidad de endulzante natural de 2010 al 2018.....	52
TABLA 3.4, Gestión vs Demanda de endulzante natural	53
TABLA 3.5 Proyección de la demanda vs. oferta.....	54
TABLA 5.1Composición nutricional	66
TABLA 5.2. Horarios de Recepción de la materia prima.	72
TABLA 5.3. Estimación aproximada de la superficie de Tiataco.....	75
TABLA 5.4Tabla de humedades críticas de diferentes materiales.	87
TABLA 5.5Esquema del evaporador	100
TABLA 5.6. Cantidad producida de la gestión 2020-2025.....	103
TABLA 5.7 Crecimiento de producción	105
TABLA 5.8Tabla de reducción de tamaño.....	107
TABLA 5.9Tabla de °Brix perdidos durante el tiempo de lavado.....	109
TABLA 5.10. Velocidad secado a 60°C.	110
TABLA 5.11 Tabla de cálculo de la difusividad de algarroba en el secado	112
TABLA 5.12. Material conductividad térmica.....	116
TABLA 5.13. Relación tiempo vs, °Brix en extracción Sólido-Líquido a volumen constante.....	120
TABLA 5.14. Datos de extracción de algarrobina	121
TABLA 5.15Composición de la algarroba.....	121
TABLA 5.16Composición de la algarroba.....	121
TABLA 5.17 Composición de la algarrobina.....	122
TABLA 5.18. Tiempo vs, °Brix	128
TABLA 5.19. Producción de algarrobina.....	129
TABLA 5.20 Tabla analítica de recepción de la Materia Prima	139
TABLA 5.21Diagrama analítico del proceso de obtención de algarrobina	140
TABLA 5.22. Producción de producto por kg/día	141
TABLA 6.1. Cuadro costos	145
TABLA 8.1. Resultado de análisis de minerales por absorción atómica	154
TABLA 8.2. Resultado de análisis de fosforo UV-VIS:	154
TABLA 8.3, Resultados de fósforo en %.....	155
TABLA 8.4 Material conductividad térmica.....	159
TABLA 8.5 Costo de maquinaria.....	183
TABLA 8.6. Costo de muebles y útiles.....	184
TABLA 8.7. Costo de equipo y otros	185
TABLA 8.8.costo total de materia prima y materiales directos	186

TABLA 8.9. Costo de energía eléctrica	186
TABLA 8.10. Costo de agua	186
TABLA 8.11. Costo de gas	187
TABLA 8.12. Costo de materiales indirectos.....	187
TABLA 8.13 Costo de mano de obra indirecta y directa	188
TABLA 8.14 Diagrama de costos	189
TABLA 8.15. Producción de unidades de algarrobina por año.....	191
TABLA 8.16 Ingresos por año	192
TABLA 8.17 Tabla de maquinaria y equipo	192
TABLA 8.18 Cuadro de amortización e interés del préstamo bancario.....	193
TABLA 8.19 Flujo monetario del empresario	193
TABLA 8.20 Flujo de evaluación para el análisis de sensibilidad.....	193
TABLA 8.21 Flujo de caja para el análisis de sensibilidad	194
TABLA 8.22. Producción alcanzada según la capacidad del evaporador.....	194
TABLA 8.23. Producción alcanzada según la capacidad del extractor.....	195

RESUMEN

El proyecto tiene como fundamental objetivo realizar el estudio de prefactibilidad de una planta piloto para la obtención de algarrobina, pretendiendo así también incentivar la elaboración de investigaciones con similares características, colaborar a empresas, fabricas artesanales y pequeñas empresas tales como la micro empresa NATUVID la cual está destinada a la elaboración de productos naturales bolivianos andinos y pretende el lanzamiento de este nuevo producto el cual podría llegar a ser un sustituto potencial del azúcar. Así mismo el proyecto pretende dar una propuesta que coadyuvé a la producción de la algarrobina y su gestión.

Con el fin de cumplir con lo mencionado, se recopiló información sobre los últimos estudios realizados a productos derivados del algarrobo. Fundamentalmente se analizó bajo cuatro aspectos (calidad, producto, mercado y producción). Más adelante, durante el análisis económico-financiero se detalla el tipo, costo, capacidad entre otros aspectos de maquinaria, equipos y utensilios empleados en la elaboración de algarrobina con el fin de tecnificar el proceso de producción.

CAPITULO 1.

ANTECEDENTES, OBJETIVOS, JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Considero a la naturaleza como un amplio laboratorio químico en el que tiene lugar toda clase de síntesis y descomposiciones.

Frases de: Lavoisier

1.1. ANTECEDENTES

NATUVID es un emprendimiento especializado en la elaboración de Alimentos Naturales y Orgánicos a cargo del Señor Raúl Quispe con especial énfasis en el manejo de cereales exóticos y andinos como la Kañawa, la Quinoa, el Amaranto, variedades de maíz y el Tarhui entre otros.

La Misión de NATUVID es la de recuperar el potencial agroecológico del país y la cultura alimentaria de todos los habitantes de Bolivia y combinarla con la mejor cultura alimentaria.

La Visión es demostrar con su ejemplo pionero que la producción agrícola, ecológica basada en los pequeños y medianos agricultores de todos los pisos ecológicos de Bolivia, es el camino para lograr un desarrollo sostenible con justicia social entre los seres humanos, en armonía con la Madre Tierra y con la rentabilidad suficiente para hacer de la empresa un modelo sustentable.

Pretende incorporar una línea de nuevos productos endulzantes naturales debido a que en el mercado estos productos son muy escasos y en muchos casos estos son adulterados con azúcar como la miel de abeja que transcurrido un cierto lapso de tiempo su calidad se ve afectada (Figura 8.1. ANEXOS) debido a esto se pensó realizar un producto derivado de la algarroba que es poco conocida en nuestro medio por ello se desconoce sus propiedades y bondades nutritivas para el ser humano.

1.2.OBJETIVOS

1.2.1.OBJETIVO GENERAL

- ❖ Realizar un proyecto de pre factibilidad de una planta piloto para la obtención de algarrobina

1.2.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ❖ Efectuar el estudio de mercado de la algarrobina en la ciudad de La Paz mediante análisis estadístico
- ❖ Caracterización química y física de la materia prima mediante mediciones de minerales, azúcar (sacarosa) y aspectos físicos.
- ❖ Plantear un proceso de extracción de algarrobina mediante extracción solido-líquido y concentración por evaporación
- ❖ Determinar el tamaño y localización de la planta mediante tratamiento estadístico de la demanda y evaluación de factores de micro y macro localización.
- ❖ Efectuar la ingeniería del proyecto mediante balances de masa y energía por etapas de procesos.
- ❖ Efectuar una evaluación económica-financiera mediante indicadores de eficiencia como TIR, VAN, C/B.

1.3. JUSTIFICACION

1.3.1.JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Las propiedades de la algarrobina actualmente a nivel nacional son desconocidas y el proyecto pretende desarrollar un fundamento teórico y práctico que sustente las propiedades atribuibles a esta materia prima como ser: ayuda a prevenir la anemia, vigoriza el corazón,

mantiene los músculos completamente saludables, excelente energizante, fuente natural de calcio, contribuye a reforzar el sistema nervioso, mejora la actividad cerebral, ayuda efectiva en la etapa de la menopausia, ayuda a prevenir la ansiedad, nerviosismo y la depresión, combatir el estreñimiento¹ entre otros.

1.3.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

El proyecto pretende desarrollar procesos de separación convencional para la obtención de algarrobina líquida basada en separaciones sólido-líquido, sin embargo es suma importante el enfoque en la determinación de los mejores parámetros de separación aplicada a materia prima proveniente de Tiataco en el departamento de Cochabamba debido a que es una zona de reserva de algarrobo en el país y se proyecta como una zona de alto potencial industrial para el aprovechamiento de algarroba.

1.3.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

El estudio de prefactibilidad pretende identificar los posibles beneficios que la población de Tiataco obtendría si se convirtiera en una zona de aprovechamiento de algarroba. Asimismo, exponer los beneficios económicos al que la industria privada llegaría a obtener si se implementa el proyecto con los beneficios sociales consecuentes como generación de empleo mejora de la calidad de vida de los pobladores, aprovechamiento sostenible, minimización de impactos ambientales e incentivo a la producción nacional.

1.3.4. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

El proyecto emplea el conocimiento adquirido en la formación académica para caracterizar la materia prima mediante métodos instrumentales, gravimétricos y volumétricos, además de

¹ www.lineayforma.com/nutricion

establecer variables de operación, cantidades precisas para la producción derivados de algarrobina.

Se aplicará conocimientos inherentes a análisis de alimentos, tecnología de alimentos microbiología para su aplicación y experimentación posible en laboratorio.

1.3.5. JUSTIFICACIÓN INDIVIDUAL

En cumplimiento a resolución del Honorable Consejo Universitario N°. 118/2011, con el ánimo de coadyuvar al desarrollo industrial y tecnológico del país, pretendemos desarrollar el proyecto denominado “ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA OBTENCIÓN DE ALGARROBINA” con el fin de determinar las condiciones operativas, técnicas, económicas y sociales por las cuales se podría explotar sosteniblemente el algarrobo de la localidad de Tiataco- Cochabamba en el marco del desarrollo regional e incentivo a localidades periurbanas – campesinas del Departamento de Cochabamba.

Asimismo, pretendemos proponer mediante el desarrollo del Proyecto, una planta tipo, con el fin de poder escalar la misma a nivel Piloto y sentar las bases para el Desarrollo Nacional con la eventual implementación de la planta en otras zonas de influencia y/o interés industrial en otros Departamentos del país.

1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad se desconoce las propiedades de diferentes tipos de productos naturales en Bolivia, por otro lado, los pocos productos que se comercializan como la estevia, son poco competitivos en precio, debido a su alto costo, además, en su mayoría son importados, por lo que el impacto de consumo de los mismos es pobre en la población y más que incentivar la producción nacional, la perjudica. Finalmente, el aporte del contrabando en los volúmenes

importados, termina compitiendo con las importaciones legales, lo que no permite el ingreso de nuevos productores nacionales al mercado a precios competitivos. Estos problemas impactan directamente en la industria nacional ocasionando en la población en general, consumo de endulzantes de baja calidad y en ocasiones adulterados, demanda insatisfecha de los consumidores de productos naturales, comercialización ilegal de productos nacionales con calidad cuestionable, entre otros.

En el ámbito del proceso de separación, se pueden identificar como problemas latentes los bajos rendimientos de procesamiento de productos naturales, los cuales están alrededor de 50%, lo que ocasiona altos costos de producción que están alrededor de 140 BOB/Kg. Estos costos ocasionan poca accesibilidad de los productos a sectores populares y de ingresos medios – bajos, los cuales deben ser disminuidos por las empresas sacrificando los márgenes de beneficio para satisfacer la demanda que se estimó en 2018 aproximadamente como 57586 kg.

En el ámbito ecológico, se identifica que Bolivia cuenta con diversidad de familias de plantas exóticas y domesticas donde muchas de estas no son estudiadas a detalle, sin embargo son explotadas por el rubro de la carpintería, construcción y otros los cuales lo utilizan como materia prima para la elaboración de muebles, accesorios en la construcción, etc., ocasionando deforestación es por ello que Bolivia es el país latinoamericano con efectos del cambio climático en el cual esto llega a un grado de vulnerabilidad, impactos severos y acelerados. El Programa Nacional de Cambios Climáticos de Bolivia (2009) ha encontrado que los impactos más severos y acelerados ocurren en el altiplano y la amazonia boliviana.

CAPITULO 2.

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

“Nada en la vida es para ser temido, es solo para ser comprendido. Ahora es el momento de entender más, de modo que podamos temer menos”

Frases de: Marie Curie (1867-1934)

2.1. MARCO TEORICO

2.1.1. ALGARROBO

2.1.1.1. ASPECTOS TAXONÓMICOS

La clasificación recomendada por Rojas (2003), corresponde a:

Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Fabales
Familia:	Mimosaceae
Género:	Prosopis sp

2.1.1.2. ETIMOLOGÍA

A) NOMBRE COMÚN

- Algarrobo, Cupesí, Thacu.

B) ORDEN FABALES

- Plantas herbáceas, árboles, arbustos
- Hojas compuestas o bicompuestas
- Inflorescencia en capitulo, flores actinomorfas y hermafroditas

La especie más importante es el *Prosopis sp.*, y la *Acacia*.

2.1.1.3. CARACTERÍSTICAS DENDROLÓGICAS

El algarrobo es una especie leñosa perennifolia, que se mantiene verde todo el año, de hoja compuesta, potente sistema radicular y grueso tronco de corteza pardo-cenicienta.

Habitualmente se presenta en forma de árbol de espesa sombra, con uno o varios troncos y una gran copa de follaje verde oscuro. Su altura está comprendida entre los 6 – 15 metros.

Ocasionalmente puede presentarse asilvestrado, en forma arbustiva intrincado de 1 – 2 metros de altura, formando parte del matorral mediterráneo.

La copa del *Prosopis*, es amplia y normalmente globosa, con una disposición de las ramas que varía en función de la edad del árbol.

El desarrollo y estructura final del árbol están condicionados por las características de clima y suelo principalmente, con importantes modificaciones por la acción del viento y las prácticas de cultivo.

El *Prosopis*, es un árbol de crecimiento lento y gran longevidad (superior a los 150 años), requiere de un clima templado con tendencia al calor. Los elementos que más lo perjudican son las bajas temperaturas, nieblas, sequía extrema; siendo el frío el más perjudicial. Las temperaturas inferiores a 5° C provocan la paralización de la circulación de la savia, debido a la congelación, originando la muerte del árbol.

2.1.1.3.1. LA RAÍZ

El *Prosopis* presenta un potente sistema radicular que se caracteriza por poseer, en su estado natural, una raíz principal, de tipo pivotante, muy desarrollada y que puede llegar a alcanzar los 30 metros de profundidad.

La raíz principal se presenta ramificada en diversas raíces laterales o secundarias de gran longitud y con tendencia a ser superficiales, sobre todo en suelos compactos o poco profundos.

Las raíces laterales, a su vez extraordinariamente ramificadas y con numerosos elementos absorbentes, son capaces de extenderse hasta longitudes de 30 – 40 metros, pudiendo llegar incluso a alcanzar un desarrollo cuatro veces superior al de las ramas.

Este sistema radicular, además de fijar fuertemente el árbol al suelo, le permite extraer la humedad y los nutrientes de una gran extensión de terreno, especialmente de la capa más superficial del suelo que es la que presenta mayores niveles de fertilidad, aireación y materia orgánica. Posiblemente ésta sea una de las principales razones por la que el árbol puede crecer en terrenos pedregosos, con escasa profundidad de suelo y en condiciones de aridez, que serían limitantes para otras especies.

Las características del suelo condicionan a su vez a la morfología de las raíces, especialmente en la tendencia a la superficialidad de las laterales. Este es el caso de gran parte de los terrenos marginales de la cuenca mediterránea, en los que es frecuente la presencia de una costra caliza, producida por el ascenso de sales cálcicas a la superficie, como consecuencia de la evaporación del agua en el suelo.

2.1.1.3.2.EL TRONCO Y LAS RAMAS

El tronco del *Prosopis*, suele alcanzar un gran desarrollo, presentando grueso tamaño y formas tortuosas. En ocasiones aparece parcialmente enrollado sobre sí mismo, en espiral abierta, o con su interior hueco.

En su zona basal, el tronco presenta una gran capacidad de rebrote, siempre y cuando las raíces estén bien desarrolladas permitiendo normalmente la regeneración del árbol después de su tala o muerte por efecto de los accidentes climáticos, especialmente heladas.

El diámetro medio depende de la edad del árbol, estando normalmente comprendido, entre 0.5 – 1 metro. Su circunferencia suele ser muy irregular con perímetros comprendidos entre los 3 – 7 metros. Excepcionalmente se alcanzan grandes diámetros, de hasta cerca de 3 metros.

A menudo en árboles viejos, está formado por varios troncos (2 – 3), procedentes de los rebrotes de tocones de árboles muertos o talados.

La corteza es relativamente delgada, tanto en arboles jóvenes como adultos, y su color pardo-grisáceo, con tonalidades más claras en los troncos y ramas jóvenes que adquieren así la coloración cenicienta característico.

2.1.1.3.3.LAS HOJAS

Las hojas aparecen en los extremos de las ramas jóvenes y su duración media es superior a un año. Son compuestas y paripinnadas, formadas por 2 – 6 pares de folíolos que se insertan perpendicularmente sobre un raquis o eje delgado de 8- 22 cm de longitud. Ocasionalmente en árboles cultivados y más frecuentemente en *Prosopis*, el número de folíolos puede ser impar en algunas hojas.

Los folíolos son ovalados, coriáceos, de contorno entero o ligeramente hendido en el ápice y con una tendencia a aparecer ondulados, especialmente en las hojas jóvenes. De las hojas viejas es posible encontrar un pequeño espolón, en el centro de su ápice hendido, procedente de la exteriorización del nervio central.

Su color es verde oscuro y brillante en el haz y claro, y mate en el envés. En los brotes jóvenes, al igual que ocurre con las ramas, la coloración puede presentar tonalidades verde-amarillentas o rojizas, según las variedades.

Las hojas del *Prosopis*, al igual que su corteza, son ricas en Taninos, lo que las protege del ataque de los insectos y otros depredadores. Ocasionalmente son ingeridas por el ganado, especialmente el ovino, en épocas en las que existe poco alimento disponible.

2.1.1.3.4. LAS FLORES

El Algarrobo es un árbol “trioico y polígamo”, desde el punto de vista sexual, caracterizado por presentar tres tipos de individuos según su sexo. Así es posible encontrar árboles o pies:

- “Mascullinos”, que solamente presentan flores de sexo masculino y que por lo tanto no son capaces de producir frutos. Habitualmente son denominados “judíos” y se utilizan como polinizadores.
- “Femeninos”, que presentan únicamente flores del sexo femenino y que por consiguiente son normalmente productores de frutos. Suelen ser los más abundantes.
- “Hermafroditas”, que presentan flores con un desarrollo completo de sus aparatos reproductivos masculino y femenino, aunque en algunos casos su polen puede ser infértil.

Puede también encontrarse, aunque raramente, individuos polígamos con flores unisexuales y hermafroditas.

Las flores del Algarrobo son pequeñas, con simetría pentámera, como en otras de “Orden Fabales”, sin corola y por lo tanto resultan visualmente poco llamativas.

Se encuentran agrupadas en inflorescencias en racimo, dispuestas a lo largo de un eje o raquis más engrosado en su base, de color verde-amarillento o rojizo y de 4 – 10 cm de longitud,

sobre el que se insertan de 10 – 30 flores o incluso más. El número medio de flores se sitúa entre 4 – 12 flores/cm.

El néctar producido por las flores del Algarrobo, es muy oloroso, especialmente en las masculinas, presentando una composición básica a base de Glucosa y Fructosa en la proporción aproximada de 3:4.

Este néctar es muy apetecido por muchos insectos, especialmente moscas y abejas, siendo de gran importancia en la polinización.

2.1.1.3.5. EL FRUTO

El fruto del *Prosopis*, conocido como Algarroba, se clasifica habitualmente como un fruto seco a pesar de su espacio pulposo, dado su escaso contenido en agua en el momento de su recolección.

Desde el punto de vista botánico es una legumbre, aunque de tipo indehiscente (permanentemente cerrada), y debe considerarse como un fruto simple, para proceder de un solo ovario, han apuntado la posibilidad de que sea bicarpelar.

Su forma es alargada, recta más o menos curvada (falciforme, sigmoidal o en espiral abierta) y su tamaño y peso pueden variar considerablemente según las variedades y su localización.

2.1.1.3.6.LA SEMILLA

Las semillas del Algarrobo, son pequeñas y aplanadas, de forma casi ovalada, con su polo basal truncado y hendido, y aplastadas en la zona apical. Su cubierta es normalmente lisa, dura, de coloración pardo-rojiza y brillante.²

En Bolivia es considerada como una especie forrajera importante por la producción de frutos, que son usados para la alimentación junto al follaje tierno. La madera es dura y pesada, de buena calidad, la que se destina a diversos usos. Produce leña y carbón de buena calidad. Provee de sombra para el ganado y es considerada una buena especie melífera. En este país, sólo existen datos de su composición forrajera: materia seca 98,3 %, proteína cruda 13,7 %; extracto etéreo 5,1 %; fibra cruda 34,6 %; extractos libres de nitrógeno 40,8 %; calcio 6,4 %.³

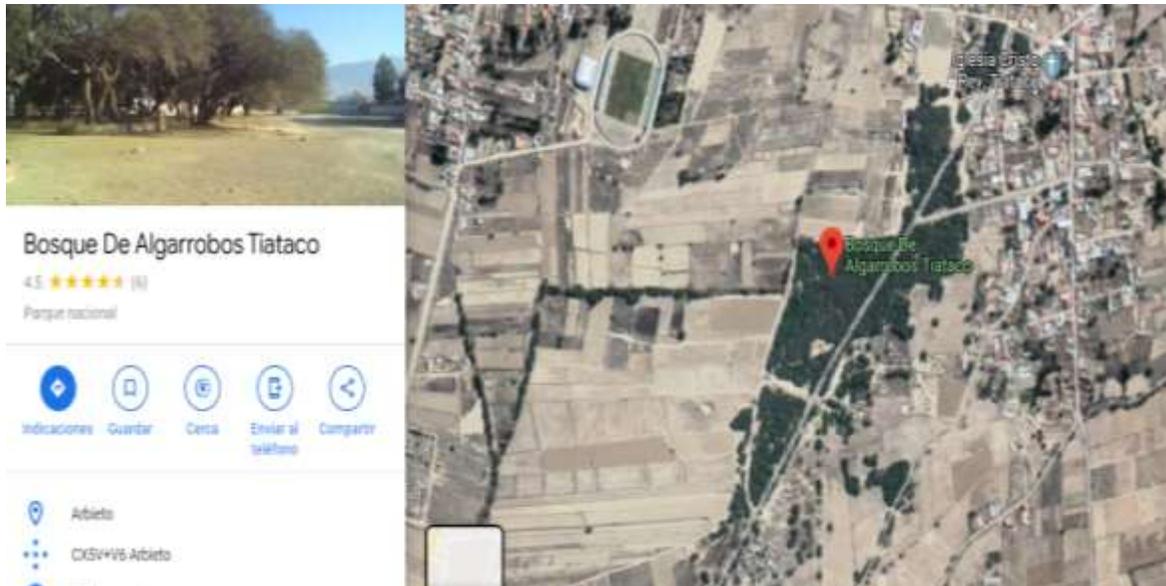
2.1.2. VALORACIÓN DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES EN BOLIVIA

Aunque la valoración de bienes y servicios ambientales está siendo empleada en varios países, en Bolivia aún no existe un número considerable de experiencias de valoración. Sin embargo, la VBSA es una herramienta que también en Bolivia permitiría tomar decisiones para promover una mayor sostenibilidad en el aprovechamiento de los recursos naturales. En este contexto, se debe mencionar el caso del Valle Alto de Cochabamba, donde sólo quedan bosques relictos y pequeñas manchas de bosques nativos. Una de estas manchas boscosas es el bosque de algarrobos de la comunidad de Tiataco, ubicada a 37 km al sureste de la ciudad de Cochabamba (Fig. 2.1).

² <http://infobosques.com/descargas/biblioteca/437.pdf>

³ <http://www.fao.org/docrep/006/AD314S/AD314S04.htm>

FIGURA 2.1 Mapa de ubicación del bosque de Tiataco, Cochabamba



FUENTE: GOOGLE MAP

En la figura 2.1. Se observa el bosque de algarrobos de Tiataco que ocupa una superficie aproximada de 12 hectáreas, pero, debido a los antecedentes de acelerada reducción de áreas boscosas en el Valle Alto, existe amenaza de su destrucción.

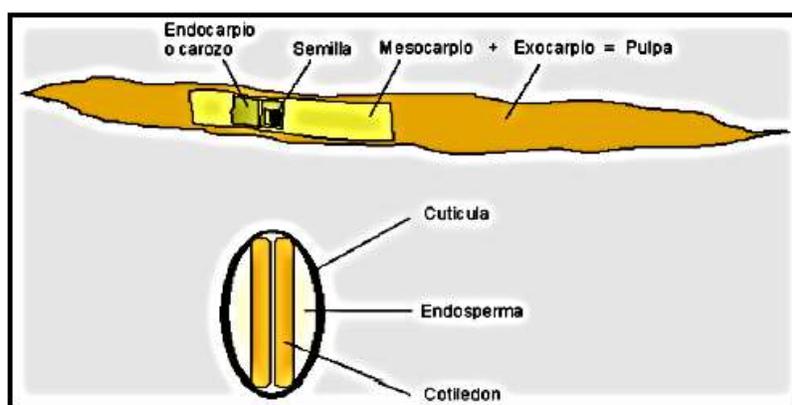
La especie requiere de 100 a 600 mm de precipitación anual y soporta 8 a 11 meses de sequía, tolera altas temperatura de 20 – 27°C. Es muy sensible a las heladas, especialmente en las etapas juveniles. Requiere suelos livianos bien drenados, pero se adapta a otras condiciones. Muy resistente a la salinidad. El árbol crece bien hasta los 2.900 msnm, en terrenos llanos o planos, donde sus raíces pueden alcanzar acuíferos subterráneos, en áreas donde la precipitación es inferior a 300 mm; Lara Rico (1997).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. ALGARROBA

La algarroba, es el fruto en vaina, alargada, cuando está madura es de color amarillo con alto poder nutritivo y cuando esta almacenada por más de tres meses coge un color amarillo oscuro, sin perder sus propiedades nutritivas, contiene: proteínas B2, B6, son ricas en hierro, debido a las inmensas profundidades que alcanzan sus raíces que se estiman llegan hasta más de 50 metros de profundidad, absorbiendo los minerales ricos en hierro, contienen carbohidratos que lo hacen un producto energético.

FIGURA 2.2 Estructura del fruto



Fuente: Universidad de Piura (UDEP) CITE agroindustrial Piura.

2.2.2. REDUCCIÓN DE TAMAÑO

El término reducción de tamaño se aplica a todas las formas en las que las partículas de sólidos se pueden cortar o romper en piezas más pequeñas. En los procesos industriales la reducción de tamaño de sólidos se lleva a cabo por distintos métodos y con fines diferentes. Las grandes piedras de un mineral crudo se desintegran hasta un tamaño manejable; los productos químicos sintéticos se muelen hasta polvo y en láminas de plástico se cortan en tubos o

rombos. Los productos comerciales con frecuencia han de cumplir rigurosas especificaciones con respecto al tamaño y a veces con respecto a la forma de las partículas. La reducción de partículas aumenta también la reactividad de los sólidos, permite la separación por métodos mecánicos de ingredientes no deseados y reduce el tamaño de un material fibroso para su más fácil tratamiento.

Los sólidos pueden romperse de muy diferentes formas, pero solamente cuatro de ellas se utilizan habitualmente en los equipos de reducción de tamaño:

- a) Compresión
- b) Impacto
- c) Frotación
- d) Rozamiento
- e) Corte

Un cascanueces, un martillo, una lima y unas tijeras constituyen ejemplos de los cuatro tipos de acción. De una forma general, la compresión se utiliza para la reducción gruesa de sólidos duros, dando lugar a relativamente pocos finos; el impacto genera productos gruesos, medios o finos; la frotación conduce a productos muy finos a partir de materiales blandos no abrasivos. El corte da lugar a un tamaño definido de partícula y a veces también de forma, con pocos o nada de finos.

FIGURA 2.3 Reducción de tamaño de sólidos



Fuente: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/maize-flour-milling-machine-maize-roller-mill-maize-flour-mill-price-60459369493.html>

2.2.2.1.FUNDAMENTOS DE LA DESINTEGRACIÓN MECANICA DE SÓLIDOS

2.2.2.1.1.CRITERIOS DE LA DESINTEGRACIÓN MECÁNICA

La desintegración mecánica es un término genérico de reducción de tamaño. Las quebrantadoras y los molinos son tipos de equipos de desintegración. Una quebrantadora o molino ideal debieran:

- 1) Tener una gran capacidad
- 2) Requerir poco consumo de energía por unidad de producto
- 3) Dar lugar a un producto de un único tamaño, o distribución de tamaños, que se desee.

El método habitual para estudiar el comportamiento del equipo de proceso es establecer una operación ideal como patrón y comparar las características de cuándo se aplica este método al equipo real con las de la unidad ideal, observando la diferencia entre ambas. Cuando se aplica este método al equipo de desintegración y molienda, las diferencias entre la unidad ideal y la real son muy grandes y a pesar de los amplios estudios realizados, no se han aclarado totalmente las deficiencias. Por otra parte, se han desarrollado correcciones empíricas útiles para predecir el comportamiento del equipo a partir de la incompleta teoría disponible.

Las capacidades de las máquinas de desintegración se tratarán al describir los distintos tipos de equipos. Sin embargo, los aspectos fundamentales de la forma y tamaño del producto, así como el consumo de energía, son comunes a la mayor parte de las máquinas y se pueden considerar de una forma más general.

2.2.2.1.2.CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS TRITURADOS

El objetivo de la trituración y molienda es producir pequeñas partículas a partir de otras más grandes. Las partículas más pequeñas son deseables por su gran superficie o bien por su forma, tamaño y número. Una medida de la eficacia de la operación se basa en la energía que se requiere para crear nueva superficie, el área superficial de una unidad de masa de partículas aumenta mucho cuando las partículas disminuyen de tamaño.

Contrariamente a un triturador o molino ideal, una unidad real no da lugar a un producto uniforme, con independencia de que la alimentación sea o no de tamaño uniforme. El producto siempre consta de una mezcla de partículas, con tamaño variable desde un máximo definido hasta un mínimo submicroscópico.

2.2.2.1.3.EQUIPOS PARA LA REDUCCIÓN DE TAMAÑO

El equipo para la reducción de tamaño se divide en quebrantadores, molinos, molinos de ultrafinos y máquinas de corte. Los quebrantadores realizan el trabajo pesado de romper grandes piezas de sólidos en pequeños trozos. Un quebrantador primario opera con el material que sale del pedregal, aceptando todo el material tal como sale y rompiéndolo en trozos de 6 a 10 pulgadas (150 a 250 mm).

Un quebrantador secundario reduce estos trozos a partículas quizá de $\frac{1}{4}$ pulgada (6mm). Los molinos reducen el producto del quebrantador hasta formar un polvo. El producto procedente de un molino intermedio puede pasar a través de un tamiz de 40 mallas, mientras que la mayor parte del producto que sale de un molino fino pasa a través de un tamiz de 200 mallas. Un molino ultrafino acepta como alimentación partículas no superiores a $\frac{1}{4}$ pulgada (6mm) y

genera un producto con un tamaño típico de 1 a 50 μ m. Las cortadoras producen partículas de forma y tamaño definidos, con una longitud de 2 a 10mm.

A continuación, se relacionan los principales tipos de máquinas para la reducción de tamaño.

A) QUEBRANTADORES (GRUESOS Y FINOS)

- 1) Quebrantadores de mandíbulas
- 2) Quebrantadores giratorios
- 3) Quebrantadores de rodillos

B) MOLINOS (INTERMEDIOS Y FINOS)

- 1) Molinos de martillos; impactores
- 2) Molinos de rodadura-compresión
 - a) Molinos de rulos
 - b) Molinos de rodillos
- 3) Molinos de frotación
- 4) Molino de volteo
 - a) Molinos de barras
 - b) Molinos de bolas; molinos de gujarros
 - c) Molinos de tubos; molinos de compartimentos

C) MOLINOS ULTRAFINOS

- 1) Molinos de martillos con clasificación interna
- 2) Molinos que utilizan la energía de un fluido
- 3) Molinos agitados

D) MÁQUINAS DE CORTE

- 1) Cortadoras de cuchillas; cortadoras de cubos; cortadoras de tiras

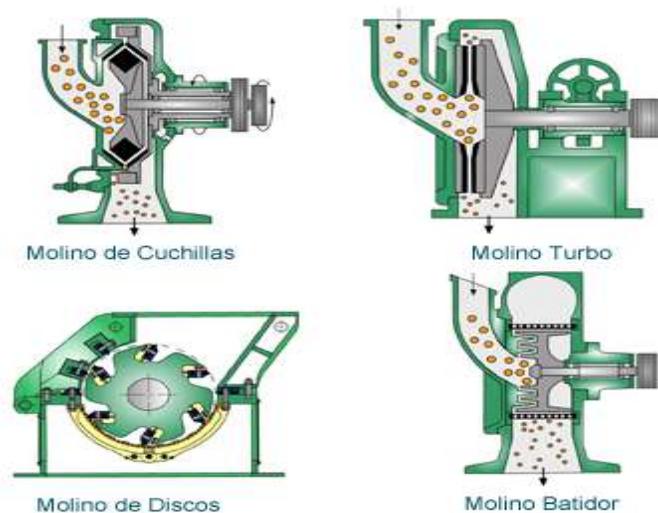
Estas máquinas realizan su trabajo en formas muy diferentes. La compresión es la acción característica de los quebrantadores. Los molinos utilizan impacto y frotación, a veces

combinadas con compresión; los molinos de ultrafinos operan principalmente por frotación. El corte es, por supuesto, la acción característica de las máquinas cortadoras.

2.2.2.1.4. QUEBRANTADORES

Los quebrantadores son máquinas de baja velocidad utilizadas para la reducción gruesa de grandes cantidades de sólidos. Los principales tipos son los quebrantadores de rodillos lisos y los dentados. Los tres primeros operan por compresión y pueden romper grandes trozos de materiales muy duros, como es el caso de la reducción primaria y secundaria de rocas y minerales. Los quebrantadores dentados trocean y separan la alimentación; pueden tratar alimentaciones blandas de carbón, huesos y pizarras blandas.

FIGURA 2.4 Tipos de quebrantadores



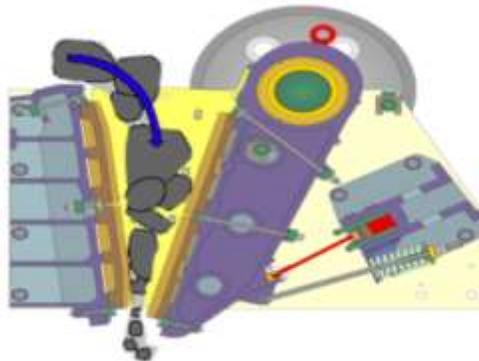
Fuente: <https://corrwealthcokan.ga/molinillo-fabricante-de-cuchillas-de-origen>

2.2.2.1.4.1. QUEBRANTADORES DE MANDIBULAS

En un quebrantador de mandíbulas la alimentación se introduce entre dos mandíbulas que forman una V abierta por la parte superior. Una de las mandíbulas, que recibe el nombre de yunque, es fija, está situada en posición casi vertical y no se mueve; la otra, que recibe el nombre de oscilante, se mueve alternativamente en un plano vertical, y forma un ángulo de 20 a 30° con la mandíbula fija. Esta accionada por una excéntrica, de forma que aplica una gran fuerza de compresión a los trozos situados entre las mandíbulas.

Las caras de las mandíbulas son planas o ligeramente combadas, y pueden tener muescas en forma de hendiduras horizontales. Los trozos grandes atrapados entre las partes superiores de las mandíbulas se rompen, descienden hacia el espacio más estrecho inferior, y vuelven a romperse en el siguiente movimiento de cierre de la mandíbula. Las mandíbulas se abren y cierran unas 250 a 400 veces por minuto.

FIGURA 2.5 Quebrantadores de mandíbulas



Fuente:https://www.google.com/search?biw=1280&bih=561&tbm=isch&sa=1&ei=mHaXXa2pGuOG5wLC8YWgCw&q=quebrantadores+de+mandibulas&oq=quebrantadores+de+mandibulas&gs_l=img.3...1543.5409..5805...0.0..0.0.0.....0....1..gws-wiz-img.YtpFRYqZ-yM&ved=0ahUKEwit1f2qhoPIAhVjw1kKHcJ4AbQQ4dUDCAc&uact=5#imgrc=U1cpcmEqhSWfKM:

2.2.3. LAVADO

La operación preliminar de limpieza, junto con las operaciones de selección y clasificación se pueden considerar en general como operaciones de separación.

La limpieza separa los contaminantes de las materias primas.

La selección separa las materias primas en categorías de características físicas diferentes tales como tamaño, forma y color.

La clasificación separa las materias primas en categorías de diferente calidad.

Esta clasificación es útil, aunque no rígida ya que las operaciones de limpieza y selección suponen una mejora de la calidad mientras que la clasificación lleva siempre consigo una cierta selección.

FIGURA 2.6 Lavado de materia prima



Fuente: <https://bpmalimentos.wordpress.com/recepcion-de-materia-prima/>

2.2.3.1. FUNCIONES DE LA LIMPIEZA

Al limpiar las materias primas, el fabricante persigue principalmente dos objetivos:

- 1.- Eliminación de contaminantes que constituyen un peligro para la salud o que son estéticamente desagradables.

2.- Control de la carga microbiana y de las reacciones químicas y bioquímicas que dificultan la eficacia del procesado posterior y la calidad del producto.

Un proceso de limpieza aceptable debe satisfacer los siguientes objetivos.

La eficiencia de separación del proceso debe ser lo más grande posible en relación con el desperdicio del producto noble.

El contaminante debe eliminarse completamente después de su separación a fin de evitar la recontaminación del alimento limpio. El proceso y la maquinaria deberán diseñarse de tal modo que limiten la recontaminación del alimento limpio; por ejemplo, el polvo del ambiente o por las aguas de lavado contaminadas por los lotes anteriores.

El proceso de limpieza deberá dejar la superficie limpia. Deberá evitarse lesionar el producto.

Los volúmenes y concentración de los líquidos efluentes deberán mantenerse al mínimo y eliminar eficazmente.

La limpieza total de las materias primas es un ideal inalcanzable. En la práctica hay que establecer un balance entre los costos de limpieza (reflejados por las pérdidas de material y el trabajo y gastos del proceso) y la necesidad de producir un alimento de buena calidad.

La planta de limpieza se diseñará y construirá cuidadosamente. El empleo de materiales de construcción adecuados, la aplicación de un diseño sanitario ad-hoc y el acabado cuidadoso, son requisitos obvios que no siempre se tienen en cuenta. Por otro lado, el proceso deberá ser lo suficientemente flexible para dar cuenta de la gran variabilidad de magnitud y tipo de contaminantes que se encuentran en los productos naturales.

2.2.3.2. CONTAMINANTES DE LAS MATERIAS PRIMAS ALIMENTICIAS

Los tipos de contaminantes que se encuentran con más frecuencia son:

- ❖ Materia inorgánica: Tierra, arena, piedras, partículas metálicas
- ❖ Materia Orgánica: Grasa y aceites
- ❖ Plantas: Ramas, hojas, tallos, huesos, pieles, cáscaras, cuerdas e hilos
- ❖ Animales: Excreciones, pelos, huevos de insectos.
- ❖ Productos químicos: Residuos fitosanitarios y fertilizantes.
- ❖ Microbios: Microorganismos y sus subproductos.

El almacenamiento incorrecto de las materias primas que van a ser procesadas, los retrasos entre la recolección y el procesado y las alteraciones durante el transporte, pueden producir contaminaciones como consecuencia de reacciones bioquímicas. Un ejemplo típico es el desarrollo de sabores desagradables que adquieren los guisantes y que los hacen inaceptables, si no se procesan en un máximo de 4 horas después de recolectados.

FIGURA 2.7 Contaminantes en la materia prima



Fuente: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/post-cosecha/

2.2.3.3. METODOS DE LIMPIEZA

La gran variedad de contaminantes que se encuentran en los productos brutos y los bajos límites de tolerancia permisibles para los mismos hace necesario disponer de métodos de limpieza variados. Los métodos utilizados son de dos clases:

- Métodos secos: Tamizado, cepillado, aspiración, abrasión, separación magnética.
- Métodos húmedos: Inmersión, aspersion, rociado, flotación, limpieza ultrasónica, filtración, decantación.

2.2.3.3.1. MÉTODOS DE LIMPIEZA EN SECO

Estos métodos presentan la ventaja de ser relativamente baratos y convenientes ya que la superficie queda seca. Sin embargo, puede tener lugar a una recontaminación si no se tiene cuidado extremo para minimizar el aventamiento del polvo. Además, las condiciones polvorientas existentes durante la limpieza en seco pueden dar lugar a riesgos de incendio y explosiones.

FIGURA 2.8 Limpieza en seco



Fuente: <https://eniceco.es/vapor-saturado/>

2.2.3.3.2. LIMPIEZA POR ABRASIÓN.

Se utilizan para ablandar y remover los contaminantes adheridos. Para este fin se utilizan tambores rotatorios, vibradores, discos abrasivos y cepillos rotatorios. Para eliminar la recontaminación, proteger a los operarios y prevenir explosión del polvo es necesario prestar una escrupulosa atención a la eliminación del polvo.

FIGURA 2.9 Limpieza por abrasión



Fuente: <http://www.fao.org/3/Y4893S/y4893s05.htm>

2.2.3.3.3. LIMPIEZA POR ASPIRACIÓN.

La aspiración encuentra amplia aplicación en la eliminación de las sustancias extrañas que difieren en flotabilidad con el material deseado, es decir, en las propiedades aerodinámicas. La aspiración se utiliza mucho como operación de limpieza en colectores combinados, colectores de guisantes, colectores de alubias y aparatos similares.

FIGURA 2.10 Limpieza por aspiración



Fuente: <http://www.karcher-tienda-lecasa.es/sectores-karcher/industrias/industria-alimentaria/limpieza-en-seco.html>

2.2.3.3.4. LIMPIEZA MAGNÉTICA

En su forma más sencilla se lleva a cabo haciendo caer el producto contaminado sobre uno o más imanes situados casi siempre en la montura de las cintas transportadoras. Los separadores magnéticos pueden tener también forma de tambores magnéticos estacionarios o rotatorios, cintas magnetizadas, magnetos colocadas sobre cintas que llevan los alimentos o rejillas magnetizadas en cascada a través de las que pasan los alimentos.

FIGURA 2.11 Limpieza magnética



Fuente: <https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/29352-La-evolucion-de-la-separacion-magnetica-a-traves-de-Calamit.html>

2.2.3.4.METODOS DE LIMPIEZA EN HUMEDO

La limpieza húmeda es eficaz para eliminar las partículas del suelo firmemente adheridas y útil porque permite el empleo de detergentes y productos sanitarios. Desgraciadamente, el método tiene cierto número de desventajas. En primer lugar, emplea grandes cantidades de agua cuyo costo es cada día mayor, que se convierte en un efluente que causa molestias. En segundo lugar, las superficies húmedas se alteran con más rapidez, de tal modo que la limpieza húmeda, a menudo, exige un secado final para obtener un material limpio adecuado para procesar o almacenar.

2.2.3.4.1.INMERSIÓN.

Es el método más simple de limpieza húmeda, utilizándose con frecuencia como un paso previo en la limpieza de tubérculos y otros alimentos muy sucios. La tierra adherida resulta así ablandada y en parte desprendida y desechada junto con las piedras, arena y otras sustancias abrasivas que pueden dañar la maquinaria utilizada en los siguientes pasos de la limpieza.

La eficiencia de la inmersión se mejora:

- I) Moviendo el agua respecto a los productos por medio de agitadores de hélice cubiertos y alojados dentro del depósito.
- II) Moviendo las sustancias respecto del agua bien por medio de paletas de movimiento lento o añadiendo las materias primas a un tambor perforado que gira a la vez que está parcialmente sumergido en el depósito de inmersión. Estos procedimientos tienden a deteriorar los productos delicados.

El agua caliente mejora la eficiencia de la inmersión, pero la velocidad de alteración de los alimentos puede resultar aumentada.

FIGURA 2.12 Limpieza por inmersión



Fuente: <http://www.ctgclean.com.php56-30.ord1-1.websitetestlink.com/Spanish/ultrasonic-leanveyor.php>

2.2.3.4.2.LAVADO POR ASPERSIÓN.

Probablemente sea éste el método de lavado húmedo más utilizado; durante el mismo se exponen las superficies del alimento a duchas de agua.

FIGURA 2.13 Limpieza por aspersion



Fuente: http://solucionespost-cosecha.blogspot.com/2013/10/prerrefrigeracion-i-enfriamiento-por_21.html

2.2.3.4.3.LAVADORES DE TAMBOR Y ASPERSIÓN.

Estos lavadores consisten en un tambor construido con barras o rodillos metálicos separados de forma que retengan los alimentos y deje pasar los desechos. El tambor gira lentamente y está en posición inclinada. La velocidad de giro y el ángulo de inclinación controlan tanto el movimiento de los alimentos en el tambor como la duración del ciclo de lavado. El lavador posee un tubo central de aspersión con duchas o agujeros a través de los que se esparce el agua.

FIGURA 2.14 Lavadores de tambor y aspersión



Fuente: <https://www.directindustry.es/prod/vixen/product-16096-36701.html>

2.2.3.4.4.LAVADO POR FLOTACIÓN.

El método tiene como fundamento la diferencia de densidad o flotación entre las partes valiosas e indeseables de los alimentos a limpiar. La flotación espumante se basa en el principio de humectación diferencial de los alimentos y sus contaminantes, siendo un perfeccionamiento del procedimiento de flotación.

FIGURA 2.15 Lavadores por flotación



Fuente: <http://www.urtasun.com/es/maquinaria/procesos/33#.XZeBG0ZKg2w>

2.2.3.5.LIMPIEZA ULTRASÓNICA.

Las ondas ultrasónicas son ondas sonoras de frecuencia superior a la que puede detectar el oído humano, es decir, frecuencias superiores a los 16 kHz.²¹ El tratamiento de un fluido por ondas ultrasónicas de frecuencias entre 20 y 100 kHz produce una presión rápidamente alternante en la parte del fluido por donde pasan las ondas dando lugar a la formación y colapso rápido de burbujas en el fluido, con el consiguiente desprendimiento de energía en el sistema que causa la violenta de las partículas sumergidas en el fluido.

FIGURA 2.16 Limpieza ultrasónica



Fuente: <https://aymsa.com/producto/limpieza-por-ultrasonidos-y-tuneles-de-lavado/>

2.2.3.6.ESCURRIDO.

La limpieza húmeda deja al producto limpio la mayor parte de las veces contaminado con un exceso de agua. El escurrido se puede realizar pasando el producto alimenticio por tamices vibratorios o utilizando tambores de escurrido, es decir, por tamices rotatorios especialmente diseñados.

FIGURA 2.17 Escurrido



Fuente: <https://diccionarioactual.com/escurridor/>

2.2.3.7.PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA COMBINADOS

Los métodos de limpieza se utilizan en general combinados. Muchos de los aparatos de limpieza están compuestos por varias secciones combinadas en una sola unidad. Así, las lavadoras de guisantes o alubias casi siempre están compuestas por un tanque de inmersión conectado a un lavador de tambor y aspersion seguido por un tamiz de escurrido.

En las cadenas de limpieza como ésta, los métodos de manejo entre diversos estadios requieren un diseño y selección cuidadosa para controlar los daños al producto, los volúmenes de efluentes (por ejemplo, en la transferencia hidráulica) y los costos de manejo.⁴

⁴ <http://los-divinos.over-blog.es/article-limpieza-de-las-materias-primas-pedro-37846080.html>

CAPITULO 3.

ESTUDIO DE MERCADO

“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como la oportunidad para penetrar el bello y maravilloso mundo del saber”

Frases de: A. Einstein

3.1. ESTUDIO DE MERCADO

3.1.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE MERCADO

- Determinar el segmento a dirigirse y la aceptación de la nueva línea de productos derivados de algarrobo.
- Cuantificar la demanda del proyecto.
- Establecer las características del producto a ofrecerse en base a las preferencias de los consumidores.

3.2. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

3.2.1. LA ALGARROBINA

Es el producto resultante de la extracción de compuestos solubles del fruto del algarrobo, constituidos principalmente por carbohidratos. Es un fluido viscoso de color oscuro, de sabor dulce y olor agradable. Posee un pH ligeramente ácido característica muy favorable porque da mínimas posibilidades de desarrollo a microorganismos, lo cual es complementado por el bajo porcentaje de humedad que posee, 20%.

La materia prima es la algarroba, fruto del árbol algarrobo, una leguminosa de zonas áridas.

La algarroba es recolectada cuando cae al suelo.

3.2.2. USOS

La algarrobina se puede consumir con cucharadas directamente como un estimulante; y también se emplea en la elaboración de bebidas, yogurt, helados, galletas, pastelería, entre otros. Debido a su agradable sabor a dulce, se suele utilizar como ingrediente para la preparación de:

- Helado de algarrobina.
- Toffee de algarrobina.

- Caramelos de algarrobina.
- Mousse de algarrobina.
- Muffins de algarrobina

3.2.2.1.USOS SECUNDARIOS

- Es un gran energizante o estimulante.
- Ayuda a mejorar la actividad cerebral.
- Ayuda al fortalecimiento de los huesos ya que posee una fuente natural de calcio.

3.2.3.PROTOTIPO

Los envases para nuestros productos serán frascos de vidrio y tapa de rosca, las cuales no alteran las características físicas, químicas y microbiológicas, ya que no dejan que exista ingreso de humedad, ni contaminantes externos, también se debe tener un cuidado en la forma de almacenar y conservar el mismo, ya que no debe estar en lugares húmedos o ambientes con altas temperaturas.

FIGURA 3.1 Prototipo de etiqueta del producto final



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 3.2. Prototipo del producto final



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

El producto tendrá una etiqueta que constará con las especificaciones de conservación, fecha de expiración, composición química, el número de lote, etc.

El algarrobo es un producto de agradable sabor, rico en proteínas y contiene vitaminas esenciales, también tiene antioxidantes y taninos que contienen ácido gálico, el cual es un potente antiséptico, antialérgico y antibacteriano natural.

La pulpa amarilla contenida en las vainas tiene un sabor a chocolate y puede usarse como sustituto del cacao, con una ingesta de calorías menor. Consiste en 40% de azúcares, 35% de almidón, 7% de proteínas y, en menor medida, taninos y minerales como calcio y magnesio. Las propiedades espesantes de la pulpa están relacionadas con la presencia de un azúcar llamado galactomanano, es decir, un conjunto de azúcares que a veces se usa para reemplazar el almidón.

La algarroba es rica en fibra insoluble, posee una gran cantidad de vitamina E y Tiamina (Vitamina B), riboflavina (vitamina B2), niacina (vitamina B3), alfa-tocoferol (vitamina E) y ergo calciferol (Vitamina D2), rica en potasio y magnesio, libre de gluten y cafeína.

El algarrobo ha sido utilizado para el consumo humano y como alimento para animales en los países mediterráneos durante siglos.⁵

3.3. PERFIL DEL CONSUMIDOR

Vendrían a ser las personas que comprenden las edades de 20 a 54 años, que residan en las principales ciudades de Bolivia. Esto no quiere decir que solo se limitaría a este mercado ya que dentro de una futura ampliación del mercado podría aumentar la envergadura del área geográfica, se considera a partir de esta ya que desde los 20 años según estudios estadísticos demuestran que a partir de mencionada edad son en su mayoría económicamente activos y con carga familiar o son jefes de familia.

3.4. ANÁLISIS DE LA OFERTA ACTUAL

No existen cifras exactas de la demanda de la algarrobina a nivel nacional, pero se puede apreciar que va en aumento el consumo de endulzantes naturales, según estudios realizados por el Instituto Nacional de Estadística que se detallan más abajo. Es por esto que el segmento de mercado sería muy atractivo.

En lo que respecta a la oferta no hay plantas productoras de algarrobina.

⁵ <https://ecocosas.com/plantas-medicinales/algarroba-propiedades/?cn-reloaded=1>

3.5. DETERMINACIÓN DE LA METODOLOGÍA QUE SE EMPLEARÁ EN LA INVESTIGACIÓN DE MERCADO

Para la realización de la investigación del mercado se ha empleado la siguiente metodología:

- Identificar el número de consumidores potenciales que se atendería con el proyecto.
- Determinar los competidores potenciales a nivel regional y local.
- Señalar el tipo de comercialización que se aplicará para la venta y distribución del producto.

La recopilación de la información básicamente ha sido de primera fuente. Usando en primer lugar herramientas como la encuesta para recoger la opinión tanto de los consumidores potenciales, de los puntos de venta que llegan directamente con el consumidor final.

3.6. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

La demanda por edulcorantes naturales va en aumento en el mundo debido principalmente a los efectos secundarios que producen los edulcorantes sintéticos. Por ejemplo, Japón ya ha substituido la mitad del consumo de azúcar de caña por azúcar de estevia y en este país están prohibidos los edulcorantes sintéticos desde los años 70. Otros países, sobre todo del primer mundo, van por el mismo camino. En nuestro país el consumo de edulcorantes naturales también va en aumento, debido a que muchas personas sustituyen el azúcar que consideran causa un efecto negativo en su salud.

3.6.1. DEMANDA DEL MERCADO

A) POBLACIÓN DE INVESTIGACIÓN

Nuestro proyecto pretende llegar a personas que cuidan su salud y consumen productos bajos en calorías los cuales consumen endulzantes naturales es por ello que se observa en los supermercados, tiendas naturistas, puestos informales, etc. la presencia y consumo creciente de stevia, miel entre otros en distintas formas que en su mayoría importados.

3.7. ANÁLISIS DE LA OFERTA

El estudio de oferta de un proyecto permite determinar el número de unidades de un bien o servicio que los productores u ofertantes están dispuestos a vender a un precio determinado por el mercado o el proyecto

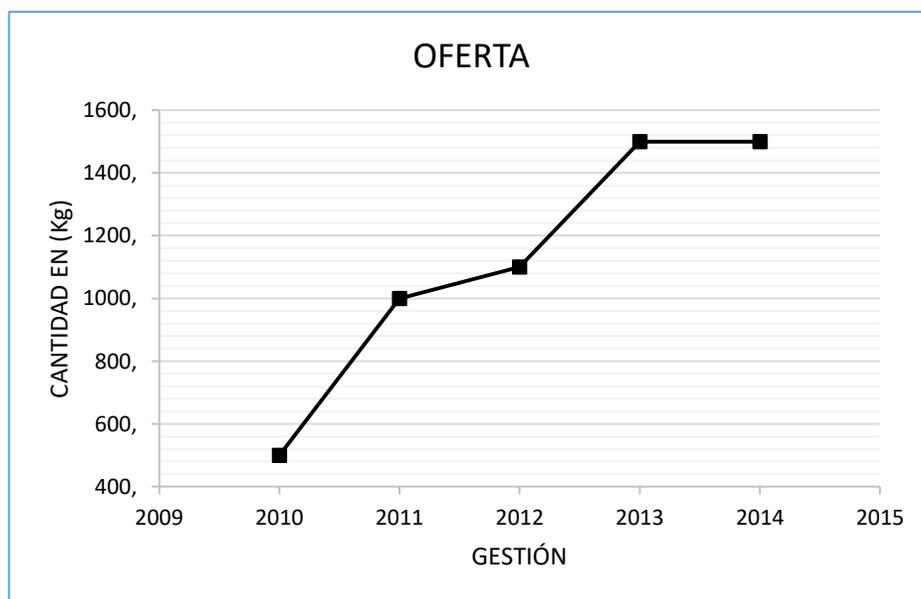
TABLA 3.1. Datos de cantidad de endulzante natural en 2010-2014

GESTIÓN	CANTIDAD DE ENDULZANTE NATURAL EN (Kg)
2010	500,0
2011	1000,0
2012	1100,0
2013	1500,0
2014	1500,0
TOTAL	5600,0

Fuente: Endulzantes Naturales I. N. E.

En la tabla 3.1. Se detalla la cantidad de endulzantes naturales producidos censados por el Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.) desde el 2010 al 2014

FIGURA 3.3 Gestión vs. Cantidad de Endulzante natural



Fuente: Elaboración Propia

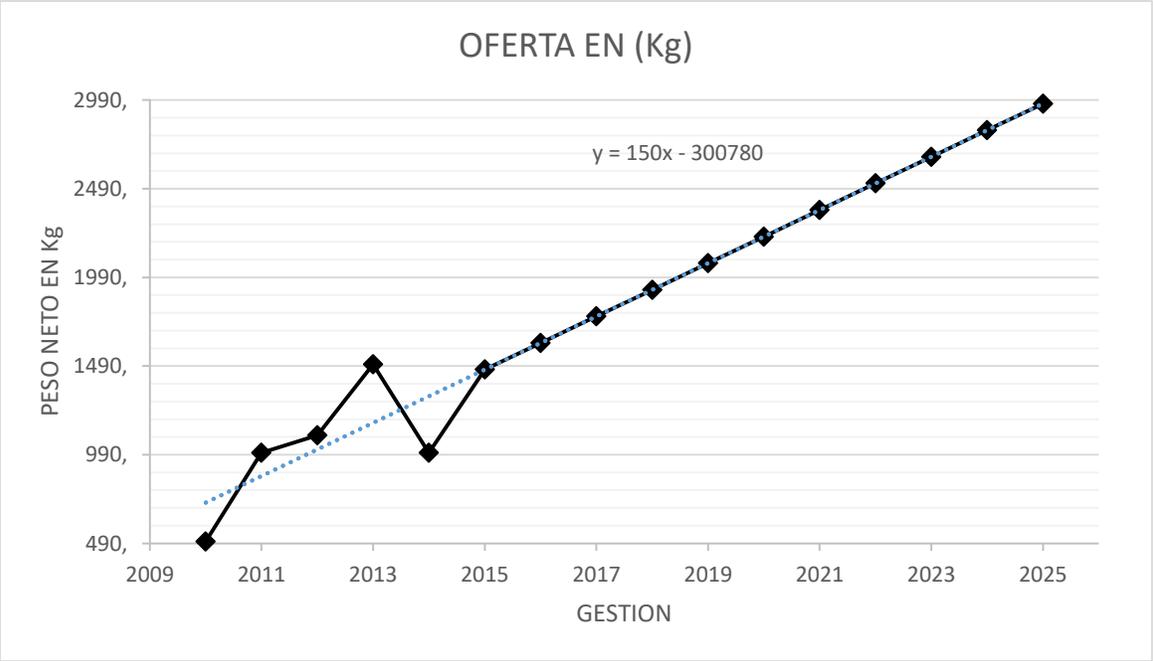
En la figura 3.3. Se muestra la proyección de cantidad de endulzante natural tiene un comportamiento ascendente respecto al tiempo.

3.7.1. OFERTA PROYECTADA

TABLA 3.2. Gestión vs. Oferta de endulzante natural

GESTIÓN	OFERTA CANTIDAD DE ENDULZANTE NATURAL EN (Kg)
2020	2220,0
2021	2370,0
2022	2520,0
2023	2670,0
2024	2820,0
2025	2970,0
Elaboración propia	

FIGURA 3.4 Gestión vs. Oferta de endulzante natural



Fuente: Propia

Se observa en la figura 3.4. Muestra se observa el crecimiento de la oferta en el mercado debido a la demanda mostrada.

3.8. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

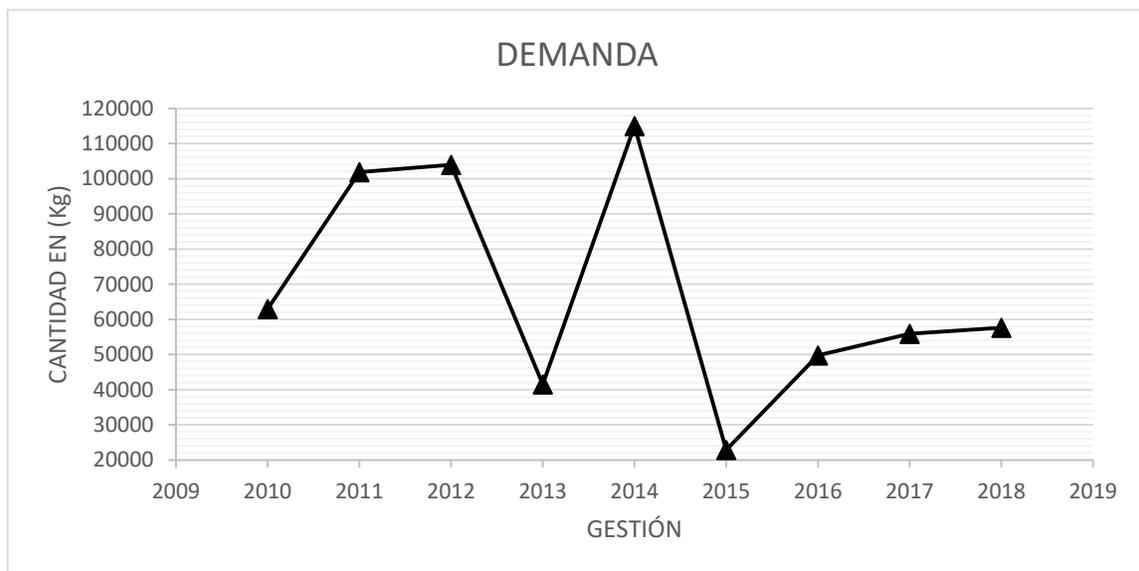
El estudio de demanda consiste en examinar en forma gradual y ordenada los diferentes componentes e instrumentos que se tienen a disposición referente al consumo histórico, consumo aparente, etc. Contando para el análisis con ciertos procedimientos matemáticos y estadísticos para medir la variación de la cantidad de la demanda y realizar las proyecciones sobre la futura demanda del bien o servicio.

TABLA 3.3. Cantidad de endulzante natural de 2010 al 2018

GESTIÓN	CANTIDAD DE ENDULZANTE NATURAL EN (Kg)
2010	62975
2011	101879
2012	103923
2013	41502
2014	115013
2015	22885
2016	49738
2017	55890
2018	57586
TOTAL	611391

Fuente: Endulzantes naturales I.NE

FIGURA 3.5. Proyección de demanda gestión vs. Cantidad de endulzante natural



Fuente: Elaboración Propia

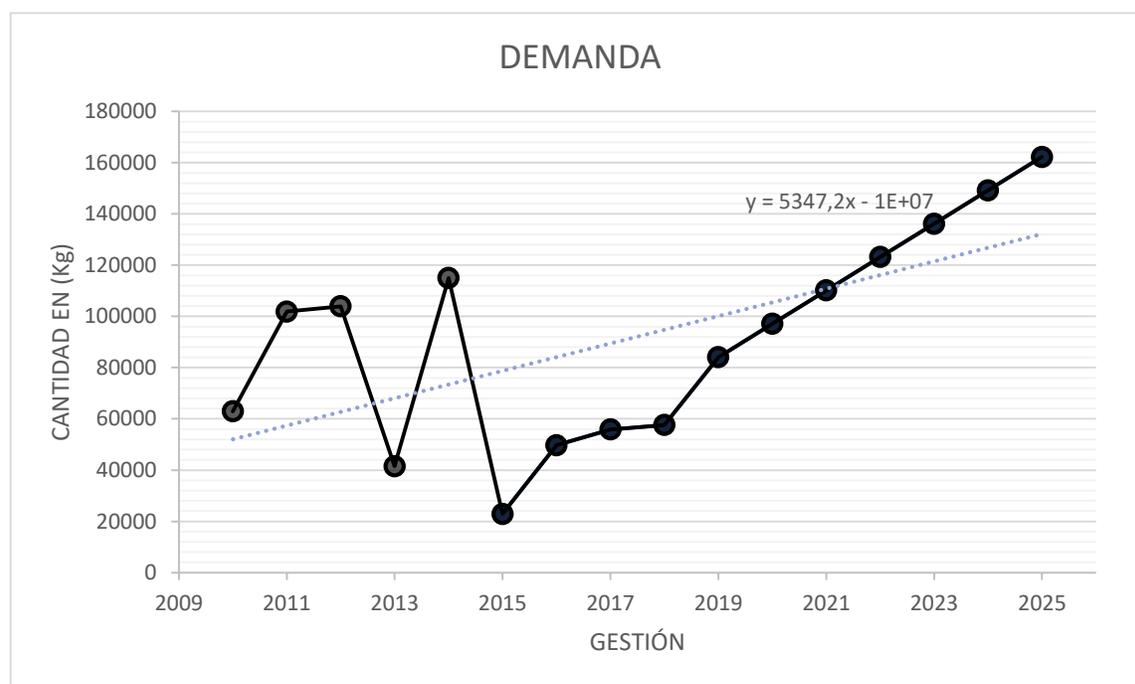
La figura 3.5. Se puede apreciar como la tendencia de la demanda de endulzante natural respecto a la gestión 2010 al 2018

3.8.1. DEMANDA PROYECTADA

TABLA 3.4, Gestión vs Demanda de endulzante natural

GESTIÓN	DEMANDA DE ENDULZANTE NATURAL EN (Kg)
2020	97114
2021	110140
2022	123165
2023	136191
2024	149216
2025	162242
Fuente: Elaboración Propia	

FIGURA 3.6, Proyección de demanda



Fuente: Elaboración Propia

La figura 3.6. Muestra el comportamiento de demanda con respecto al año de producción estimada.

3.9. BALANCE DE OFERTA Y DEMANDA

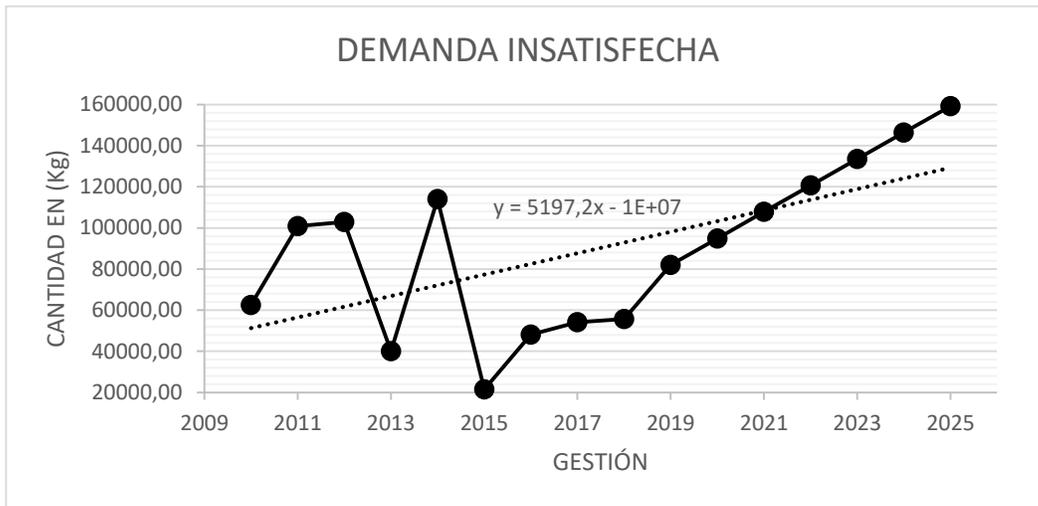
Este análisis consiste en la comparación de la Demanda requerida por los consumidores y el deseo de llegar al consumo de la algarrobina establecido en las metas, cada habitante del país debe consumir al menos las cantidades calculadas diarias

TABLA 3.5 Proyección de la demanda vs. oferta

GESTIÓN	DEMANDA	OFERTA	DIFERENCIA
2010	62975	500,0	62475,00
2011	101879	1000,0	100879,00
2012	103923	1100,0	102823,00
2013	41502	1500,0	40002,00
2014	115013	1000,0	114013,00
2015	22885	1470,0	21415,00
2016	49738	1620,0	48118,00
2017	55890	1770,0	54120,00
2018	57586	1920,0	55666,00
2019	84089	2070,0	82018,50
2020	97114	2220,0	94894,00
2021	110140	2370,0	107769,50
2022	123165	2520,0	120645,00
2023	136191	2670,0	133520,50
2024	149216	2820,0	146396,00
2025	162242	2970,0	159271,50
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA			

NOTA 1: La demanda de productos endulzantes naturales es mayor a la oferta que se tiene en el mercado por lo cual nuestro producto entrara en un buen mercado con demandas altas.

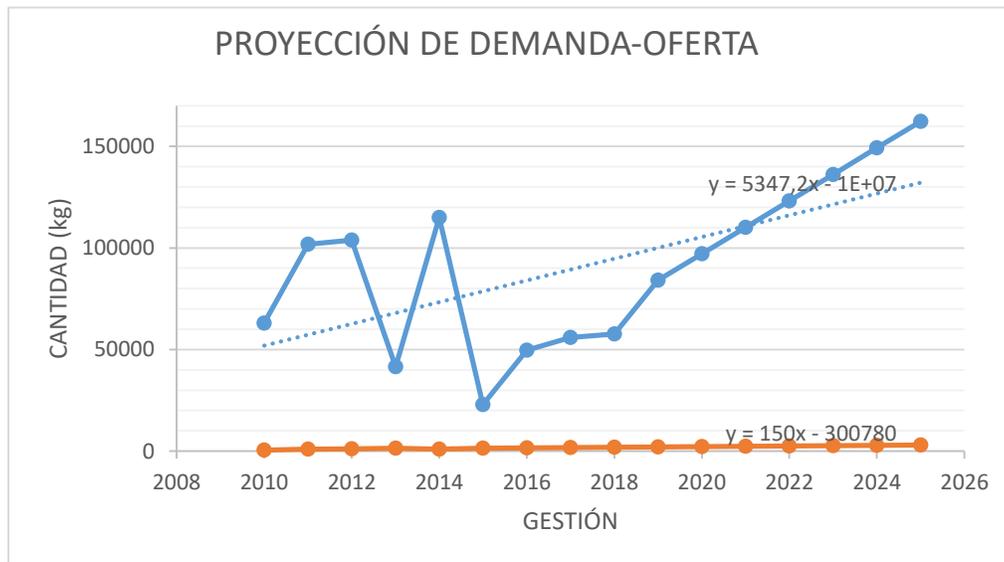
FIGURA 3.7 Proyección demanda de los consumidores de endulzantes naturales.



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 3.7. Se proyecta la demanda insatisfecha que va en acenso desde el 2015 hasta el 2025.

FIGURA 3.8 Proyección de DEMANDA- OFERTA endulzantes naturales.



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 3.8. Se proyecta la demanda- el 2015 hasta el 2025, donde se puede observar claramente que la oferta es mucho menor a la demanda.

CAPITULO 4.

TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN

“Lo que sabemos es una gota de agua; lo que ignoramos es el océano”

Frases de: Isaac Newton (1643-1727)

4.1. TAMAÑO

De acuerdo con el estudio de mercado con los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística sea podido estimar que hay una buena oferta y demanda respecto a endulzantes de cualquier especie.

Para procesar el algarrobo se procesará aproximadamente 130,71 kg por día, se usa las siguientes maquinarias como son: molino de engranes, secador en bandejas, extractor solido-líquido, evaporador y envasador.

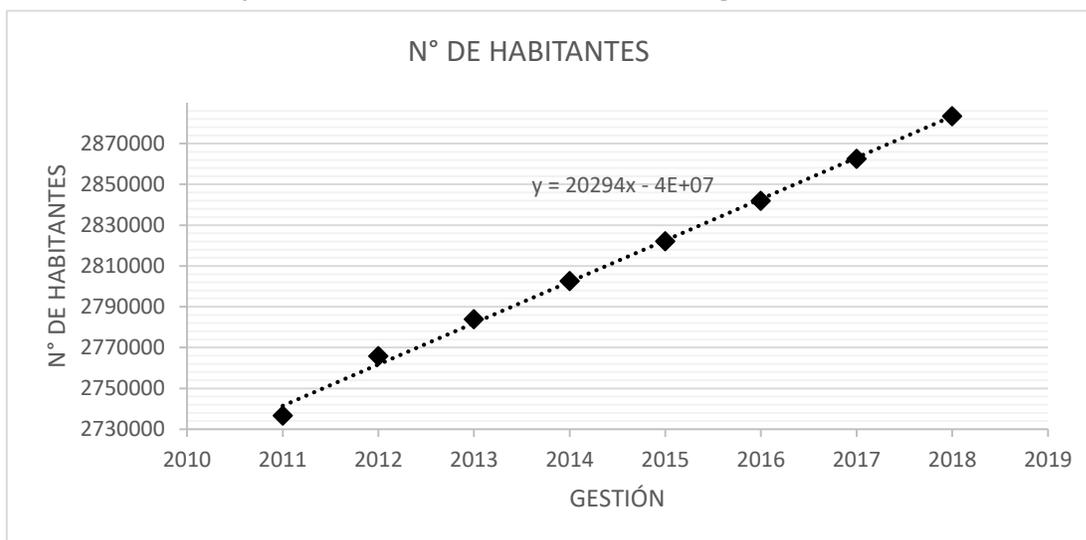
Se pretende invertir de acuerdo al tamaño ya que se estima que el proyecto será una planta piloto.

4.1.1. POBLACION PACEÑA

TABLA 4.1. Número de habitantes paceños de la gestión 2011-2018

GESTIÓN	N° DE HABITANTES
2011	2736641
2012	2765874
2013	2783963
2014	2802719
2015	2822090
2016	2842031
2017	2862504
2018	2883494
FUENTE: INE	

FIGURA 4.1. Proyección de número de habitantes Vs. gestión



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

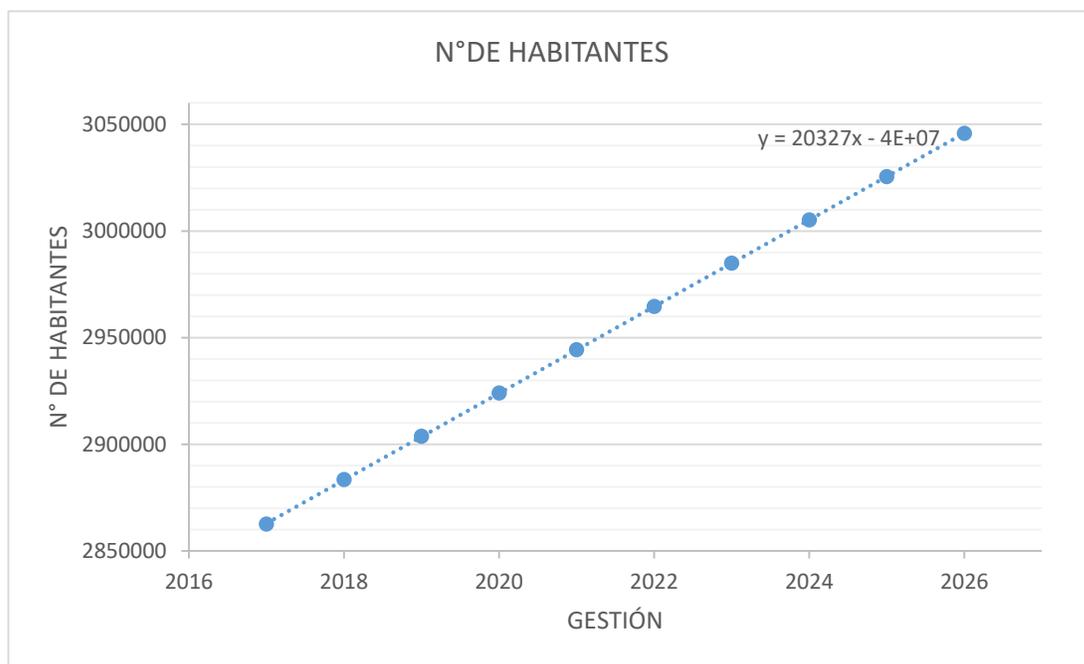
Se observa en la figura 4.1. Es la proyección del número de habitantes censados de la gestión 2011-2018 el cual tiene un comportamiento lineal.

4.1.2. PROYECCIÓN DEL NÚMERO DE HABITANTES EN LA CIUDAD DE LA PAZ

TABLA 4.2 Número de habitantes del 2019 hasta el 2026.

GESTIÓN	N° DE HABITANTES
2017	2862504
2018	2883494
2019	2903738
2020	2924032
2021	2944326
2022	2964620
2023	2984914
2024	3005208
2025	3025502
2026	3045796
FUENTE: PROPIA	

FIGURA 4.2. Proyección de número de habitantes del 2017-2026



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

En la figura 4.2. Observamos la proyección del número de habitantes del 2019 hasta el 2026 donde se realizó la proyección utilizando la ecuación lineal que está dada por:

$$\text{N° DE HABITANTES} = 20327 * \text{GESTIÓN} + 4 * 10^7$$

4.1.3. POBLACIÓN VEGANA Y VEGETARIANA EN LA PAZ

TABLA 4.3. Representación de población vegana y vegetariana

GESTIÓN	N° DE HABITANTES	3% DE LA POBLACIÓN VEGANA Y VEGETARIANA
2017	2862504	85875
2018	2883494	86505
2019	2903738	87112
2020	2924032	87721
2021	2944326	88330
2022	2964620	88939
2023	2984914	89547
2024	3005208	90156
2025	3025502	90765

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

En el mundo hay un billón de personas, aproximadamente, que son veganas. En la ciudad de La Paz existen 250 mil habitantes, aproximadamente, 3% de esta población es vegetariana, entre veganos según la FAO el 35% de toda Bolivia come alimentos saludables.

4.2. LOCALIZACIÓN

La localización de la planta tiene un efecto sobre la tecnología por utilizar, tanto por restricciones físicas que imparte como por la variabilidad de los costos de operación y capital de trabajo de las distintas alternativas tecnológicas asociadas a cada ubicación posible del proyecto.

4.2.1. MACRO LOCALIZACIÓN

Considerando que el mercado con el que se va a iniciar es el mercado de la ciudad de La Paz, la planta pretende instalarse en esta ciudad debido a una buena aceptación del producto en personas que no cuentan aún con una dieta rigurosa como los veganos y vegetarianos.

Realizando un estudio más exhaustivo en restaurantes vegetarianos y veganos muchos de los clientes, chefs consideran que el azúcar tanto blanca como morena contienen compuestos químicos ya que pasan por un proceso de extraído con solventes en muchos casos dañinos que son extraídos por completo y que consideran que siguen siendo parte del azúcar que es vendido, por ello que estas personas e incluso naturistas recomiendan sustituir estos endulzantes con productos que no sean procesados y refinados con compuestos químicos.

FIGURA 4.4. Información restaurantes veganos



Fuente: Restaurante Vegano- Vegetariano NATURCENTER

En la figura Restaurante vegano y vegetariano naturista que proporciona información a sus comensales.

4.2.2. MICRO LOCALIZACIÓN

Con relación a la micro localización se comparó diversos factores que ayudaran a escoger el mejor lugar de ubicación del proyecto.

4.2.2.1.FACTORES DE LA MICRO LOCALIZACIÓN

4.2.2.2.MATERIA PRIMA

El algarrobo es la materia prima principal del proyecto y es por ello que debemos tomar en cuenta el traslado debido a que la materia prima es proveniente de Cochabamba exactamente de la provincia de Tiataco que cuenta con una extensión de árboles de algarrobo plantados de 12 km de superficie.

4.2.2.3.MANO DE OBRA

Este proyecto tiene como de las finalidades generar fuentes de trabajo, tanto en la recolección de la materia prima donde se requiere una considerable cantidad de personal y producción de algarrobina para la operación de la planta y descarga de la materia prima a los almacenes.

4.2.2.4.ENERGÍA ELÉCTRICA

Es un factor importante para el funcionamiento de las maquinarias de producción, por lo tanto, es indispensable contar en este elemento, se utilizará maquinas que tengan 220V conexión directa cada uno de las conexiones deberá contar con un regulador de energía debido a que la corriente eléctrica no es estable ya que tiene un comportamiento con picos altos y bajos.

4.2.2.5.AGUA

Este es uno de los factores indispensables en el lavado de cinta por aspersion, en la extracción Sólido-Líquido de la algarrobina, tomando en cuenta todos los procesos para la obtención de algarrobina podemos decir que el volumen que se utilizará en el proceso de elaboración de algarrobina que depende de la producción a las altas y bajas.

TABLA 4.4. Consumo de agua por operación

OPERACIONES	Kg/Día	L/Día	m3/Día
Lavador HT-QX200	400	400	0,4
Extractor	427	427	0,43
Lavado de equipos	700	700	0,65
TOTAL			1,48
FUENTE: PROPIA			

En la tabla 4.4. Muestra detalladamente el consumo de agua requerida en el proceso, en el lavado de equipos no cuenta con un dato exacto debido a que la planta aun no opera es por ello que se tomó como referencia de plantas de alimentos que realizaban un control al consumo de agua.

4.2.2.6. TERRENO

El terreno para la planta procesadora de algarrobina debe contar con espacio suficiente para el almacenamiento de la materia prima debido a que la provisión de materia prima será solo dos veces al año debido al comportamiento de la planta y su maduración.

El terreno que se dispone para el proyecto cuenta con 300m², contando así con áreas independientes para cada proceso, el cual hace que el proceso sea secuencial sin contar con tiempos muertos de traslado de materia prima o producto en proceso.

4.2.2.7. DRENAJE

El agua de desecho será drenada al alcantarillado contando así con especificaciones normadas para aguas de desechos industriales, el producto a desarrollarse no cuenta con material ni soluciones toxicas ni controladas es por ello que su tratamiento solo contara con filtros para partículas que sean arrastradas por el agua de desecho.

4.2.3. MÉTODO POR PUNTOS

TABLA 4.5. Método por puntos, calificación del lugar a realizarse el proyecto

FACTORES	PONDERACIÓN	VILLA ADELA (D-3 ZONA: 2 DE FEBRERO) 150m ²		VILLA ADELA (D-3 ZONA: Paraiso I) 3000m ²		VILLA ADELA (D-3 ZONA: Paraiso II) 150m ²	
		CALIFICACION	PRODUCTO	CALIFICACION	PRODUCTO	CALIFICACION	PRODUCTO
MATERIA PRIMA	30	10	300	30	900	20	600
MANO DE OBRA	15	10	150	10	150	10	150
ENERGIA ELECTRICA	15	12	180	15	225	15	225
AGUA	15	12	180	15	225	15	225
TERENO	10	5	50	10	100	8	80
DRENAGE	15	11	165	10	150	13	195
TOTAL	100	60	1025	90	1750	81	1475

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

En la tabla 4.5. Se observa la puntuación de los lugares posibles a desarrollarse el proyecto tomando en cuenta puntos esenciales requeridos para la selección del terreno.

El terreno en el cual se pretende desarrollar el producto cuenta con espacio para la recepción de la materia prima procedente de Tiataco – Cochabamba, las calles adyacentes al terreno cuentan con suficiente espacio para su descargo.

CAPITULO 5.

INGENIERÍA DEL PROYECTO

“La verdad siempre se halla en la simplicidad y no en la multitud y confusión de las cosas”

Frases de: Isaac Newton (1643-1727)

5.1. ACOPIO DE MATERIA PRIMA

5.1.1. ALGARROBA

La algarroba es una vaina de pulpa dulce y carnosa, que miden de 10 a 30 cm de largo, 1 a 1.5 cm de ancho y de 5 a 9 mm de espesor, siendo un alimento natural.

TABLA 5.1 Composición nutricional

NUTRIENTES	
HIDRATOS DE CARBONO	Fundamentalmente los azúcares reductores y azúcares hidrolizados, que actúa principalmente como fuente de energía y tiene un efecto facilitador de la absorción de calcio. Después de la edad adulta, se puede perder la capacidad de digerir azúcares y ocasionar problemas en la salud es por ello que muchas personas consumen diferentes tipos de endulzantes como estevia, miel de caña, miel natural, entre otros.
MINERALES	Aporta varios minerales (hierro, magnesio, potasio, zinc) pero el calcio se destaca de manera especial porque no es aportado por otros alimentos en esta proporción.
VITAMINAS	Contiene vitaminas hidrosolubles (B ₁ , B ₂ , niacina y ácido fólico) y liposolubles (vitamina A) aunque en trazas. Se debe tener en cuenta que en el proceso de concentrado acentúa más el sabor de la vitamina C.
Fuente: ELABORACIÓN PROPIA	

En la tabla 5.1. Se mencionan los componentes principales de la materia prima principal del proyecto, además información de cada uno de ellos.

5.1.1.1.DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD, CAPACIDAD Y UBICACIÓN DE LOS CENTROS DE ACOPIO

5.1.1.2.PROCESOS PRODUCTIVOS PRELIMINARES

FIGURA 5.1. Procesos productivos Preliminares para acopio de materia prima



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Muestra la figura 5.1. Procesos productivos Preliminares para acopio de materia prima que realizará el proveedor hasta su despacho en caso de ser comprada la materia prima en el lugar de procedencia.

5.1.1.3.TRANSPORTE

Luego de la cosecha, se embala la materia prima en sacos de 50Kg de capacidad y apiladas en pallets donde el proveedor contará con equipos que ayuden a su despacho a la planta.

Recibida la algarroba en el Centro de Acopio, se determinará la presencia de gorgojos, si existe una contaminación de gorgojos en el saco de 50kg esta es rechazada, esto se determina mediante la diferencia de pesos.

La cosecha se presenta en dos épocas del año: la primera se da entre los meses de diciembre y febrero y una segunda entre junio y julio.

Todas las tardes un transporte (camión, camioneta, motocicleta, etc.) que recolectan la cosecha los transporta a la planta.

La materia prima es vendida a 90 Bs el saco de 50kg en los meses de diciembre a febrero y el junio a julio.

FIGURA 5.2 Vehículo de transporte de la materia prima.



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

En la figura 5.2. Se muestran las características del vehículo que transportará la materia prima a la planta.

5.1.1.4.CENTROS DE ACOPIO

El centro de acopio para la materia prima será privado que dependerá directamente del proveedor y está conformada por pequeños cosechadores quienes tienen una actividad dinámica y ofertan algarroba, tomando en cuenta kilogramos requeridos y calidad exigida. El Centro de Acopio, además de acopiar, controlar la calidad, registrar el volumen por productor, tiene la finalidad de realizar actividades destinadas a desarrollar la producción a través de la coordinación de sus miembros para cursos de capacitación, talleres demostrativos, etc. que aportan al incremento de la productividad de sus predios.

Con referencia a las características de los operarios del centro de acopio, los mismos deben contar con carnet sanitario de manipulación de alimentos, emitido por la autoridad competente, estar en buen estado de salud, para evitar una posible contaminación.

Se debe procurar que el tiempo transcurrido entre la cosecha y transporte sea el menor posible, para evitar la contaminación de algarrobos con contenido de gorgojo que no soportan una temperatura baja es por ello que se requiere transportar la materia prima en menor tiempo.

5.1.1.5.ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS CENTROS DE ACOPIO Y LABORATORIOS

Los centros de acopio, deben garantizar el mínimo riesgo de contaminación, de origen extrínseco (ambiental), en este sentido es necesario capacitar, verificar y establecer que se cumplan ciertas rutinas.

5.1.1.6.INFRAESTRUCTURA

5.1.1.6.1.DEL CENTRO DE ACOPIO

Se sugiere al proveedor que el área de acopio se mantenga siempre limpio, para reducir el riesgo de contaminación. Mejor si el piso es de cemento, localizado sobre un terreno de fácil drenaje, que permita realizar un almacenamiento en buenas condiciones higiénico sanitarias. Disponer de un patio de tamaño suficiente para la fácil llegada, maniobras y estacionamiento de los vehículos para transportan la materia prima (recomendable 100 m2), con pendiente(s) suficientes para asegurar la rápida evacuación de aguas de lavado y de lluvia al sistema de alcantarillado o desagüe.

5.1.2.DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN EL PROCESO DE ACOPIO

- a. El recojo de la materia prima es netamente privado, el proveedor sub contratará personal para la cosecha de la materia prima
- b. El personal a cargo tendrá implementos de seguridad como guantes, gabacha, overol y zapatos de seguridad
- c. El personal realizará la cosecha mediante un movimiento brusco al árbol para que el fruto caiga y lo recojan.
- d. El personal contará con sacos donde se llenará del producto cosechado
- e. La materia prima es recogida por los diferentes proveedores que cumplen con las exigencias establecidas por la planta procesadora. Se hacen las pruebas de ruta para determinar la calidad de la materia prima.
- f. Transportada en vehículos desde Cochabamba hasta la planta, en un lapso máximo de seis horas.

5.1.3. TRANSPORTE AL CENTRO DE ACOPIO

Vehículo adecuado para el transporte de materia prima. Con el cumplimiento de los requisitos para el transporte de alimentos.

Contará con 2 personas de contrato temporal, su conductor y ayudante por ruta para la recolección, tanto el conductor como su ayudante presentarán el carnet que los acredite como manipuladores de alimentos.

Los recorridos se realizarán en un tiempo promedio de dos horas en caso que el recolector no pueda hacer traslado de materia prima a la ciudad de La Paz.

5.1.4. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

El equipo mínimo que deben tener los centros de acopio para su funcionamiento son los siguientes.

- Bascula para pesar la materia prima recibida.
- Cosedora para cierre de sacos de 50 kg.
- Registros.

Se deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Fabricados con material higiénico sanitario y diseñado de tal manera que permitan su rápido desmontaje o fácil acceso para inspección y limpieza.
- Protección permanente contra cualquier tipo de contaminación.
- Buen estado de conservación funcionamiento y aseo.

5.1.5. METODOLOGÍA DE RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

- 1.- Las condiciones generales de recojo de la materia prima bajo las cuales se acopiará de los productores en los Centros de Acopio.
- 2.- Los proveedores deberán conocer el Reglamento General para la recolección y recepción en el centro de acopio establecido por la Planta.
- 3.- Cualquier clase de adulteración que presente al momento de la recepción, será de entera responsabilidad del proveedor.
- 4.- Para el funcionamiento y administración de los Centros de Acopio, se contratará a los responsables que administrarán dichos Centros que el proveedor dispondrá.
- 5.- La recepción se realizará dos veces al año.

5.1.6. DETERMINAR EL CRONOGRAMA DE RECORRIDO E ITINERARIO PARA EL ACOPIO

Debido a que el centro de acopio comenzará entre diciembre y marzo, y también entre junio y julio, aunque en menor cantidad, el proveedor contará con un horario de cosecha de la materia prima.

Los proveedores del centro de acopio, transportaran el producto en sacos de 50kg, y se acostumbra el uso de transporte público, o en pequeños carros.

TABLA 5.2. Horarios de Recepción de la materia prima.

Diciembre y Marzo	03:30 a 06:30 P.M.
Junio y Julio	02:00 a 06:00 P.M.
ELABORACIÓN PROPIA	

En la tabla 5.2. Se observan los horarios de recepción de materia prima y en caso de lluvias existirá una tolerancia de 30 minutos a un día en los horarios establecidos por los productores.

5.2. DISEÑO DEL PRODUCTO

5.2.1. DEFINICIÓN

La **algarrobina** es un producto derivado de la algarroba, fruto maduro del algarrobo. Con los frutos maduros del algarrobo se prepara una extracción solido líquido de algarroba y agua del extracto se concentran los azúcares naturales. Una vez obtenido el extracto se separa del residuo. El extracto resultante se somete después a evaporación para obtener la algarrobina.

5.2.2. ETAPAS DEL DESARROLLO

5.2.2.1. ACOPIO DE MATERIA PRIMA

5.2.3. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD, CAPACIDAD Y UBICACIÓN DE LOS CENTROS DE ACOPIO.

En Bolivia el Instituto Boliviano de Investigación Forestal (IBIF) realizó un estudio de árboles que estaban atacados peligrosamente por la deforestación entre ellos se encontró al algarrobo, se pudo determinar que existe árboles de algarrobo en Tiataco en Cochabamba, Mojocoya en Chuquisaca, Cotagaita Potosí, Villa Montes en Tarija y Mecapaca en La Paz que se extiende a Sapahaqui, Palcay parte de Achocalla.

FIGURA 5.3. Bosque de algarrobos en Potosí



FUENTE: IBIF/ALFREDO ALARCON

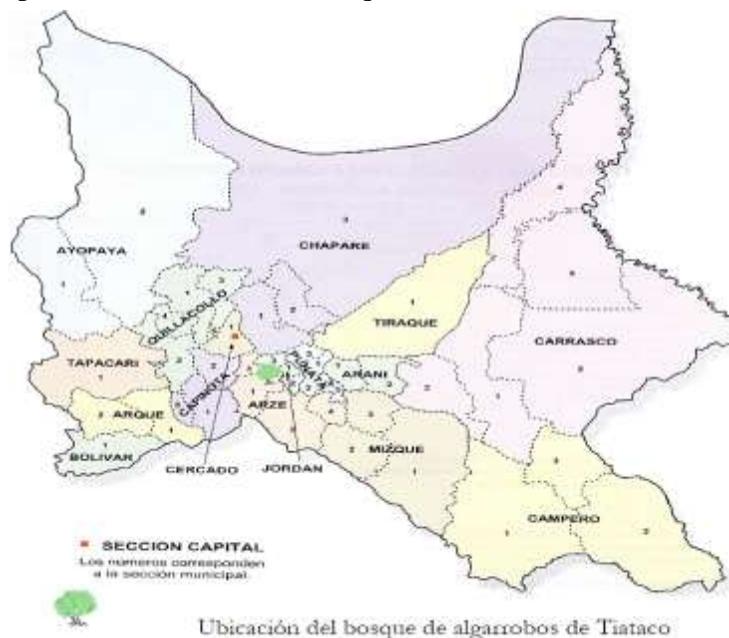
Cochabamba cuenta con un área protegida de árboles de algarrobo, se encuentra en una extensión de 12 hectáreas aproximadamente.

La floración de esta especie se divide en dos épocas. La primera floración se inicia entre los meses de octubre y diciembre, culminando en los meses de marzo, esto dentro de la primera cosecha.

La segunda floración, aunque con menor intensidad, se da entre los meses de mayo y junio, dentro de la segunda cosecha.

La floración del algarrobo varía, ya que para esto requiere de por lo menos 8 horas diarias de sol, dándose entre los meses de octubre y abril.

FIGURA 5.4 Mapa de ubicación del bosque de Tiataco, dentro del departamento de Cochabamba.



La cosecha se presenta en dos épocas del año: la primera se da entre los meses de diciembre y febrero y una segunda entre junio y julio.

5.2.3.1.CANTIDAD TEORICA DE PRODUCCIÓN EN COCHABAMBA

El algarrobo es un árbol longevo, que pertenece a la familia de las leguminosas. Cuenta con gran capacidad para vivir en el desierto debido a su habilidad para captar nitrógeno y agua por sus largas raíces. Su tronco retorcido alcanza hasta 18 metros de altura y 2 metros de diámetro, con largas ramas flexibles, alguna de ellas esponjosas. Dos veces al año da flores como espigas de un amarillo pálido. Entre diciembre y marzo es su principal fructificación, pero vuelve a dar fruto entre junio y julio, aunque en menor cantidad. Se calcula que cada árbol tiene unos 35 a 45 kilos de fruto por año, con un promedio de 80 a 100 árboles por hectárea.

TABLA 5.3. Estimación aproximada de la superficie de Tiataco.

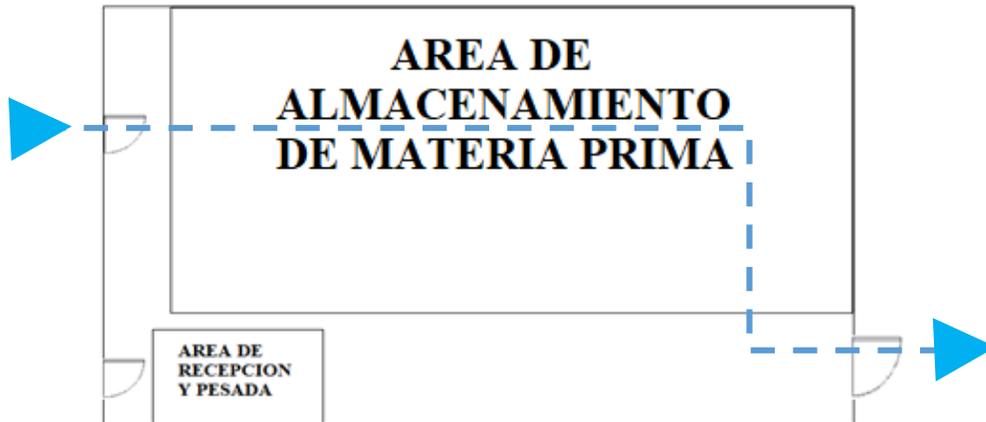
CUIDAD	Extensión superficial km ²	Extensión superficial HECTAREAS	1 HECTAREA tiene 90 ARBOLES APROXIMADAMENTE	20kg DE ALGARROBA contiene 1 árbol	EN UN AÑO SE COSECHA 2 VECES
			N° de arboles	Kg de algarroba cosechada en el 1 ^{er} trimestre	Kg de algarroba cosechada total en un año
COCHABAMBA	0,17	17	1530	30600	61200
Fuente: ELABORACIÓN PROPIA					

La tabla 5.3. Se muestra la cantidad aproximada de materia prima (algarroba) que puede llegar a producir el bosque de Tiataco en la ciudad de Cochabamba.

5.2.3.2. CAPACIDAD Y UBICACIÓN DE LOS CENTROS DE ACOPIO

El centro de acopio de la materia prima contará con un espacio de 8x8 metros debido a que la materia prima es recepcionada semestralmente y después despachada en vehículos de la empresa procesadora de algarrobo, hasta el área de almacenamiento de materia.

FIGURA 5.5. Área de almacenamiento de materia prima



Fuente: ELABORACION PROPIA

Se observa en la figura 5.5. El área de recepción de algarroba y la ubicación de pallets llenos de algarroba dentro de la planta.

5.2.4. SELECCIÓN

Siempre que sea posible se debe trabajar con empresas y productos con calidad contrastada, homologados y preferiblemente con sellos de calidad. En caso contrario es imprescindible realizar visitas de inspección a las instalaciones del proveedor y una batería de ensayos de control del producto por cada partida entregada.

Una vez iniciado el suministro se establecen controles periódicos del material recibido.

FIGURA 5.6 Selección de materia prima para el proceso



Fuente: <http://www.conservasrevuelta.com/esp/quienes.htm>

5.2.5. ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS

Un almacén es un lugar o espacio físico para el almacenaje de bienes que presta un servicio en la estructura orgánica y funcional de una empresa comercial e industrial. Los almacenes son usados por fabricantes, importadores, exportadores, comerciantes, transportistas, clientes, etc. Además de cumplir con el abastecimiento continuo de materiales y productos.

FIGURA 5.7 Almacenado de materia prima



Fuente: <https://www.frutossecospedros.com/instalaciones>

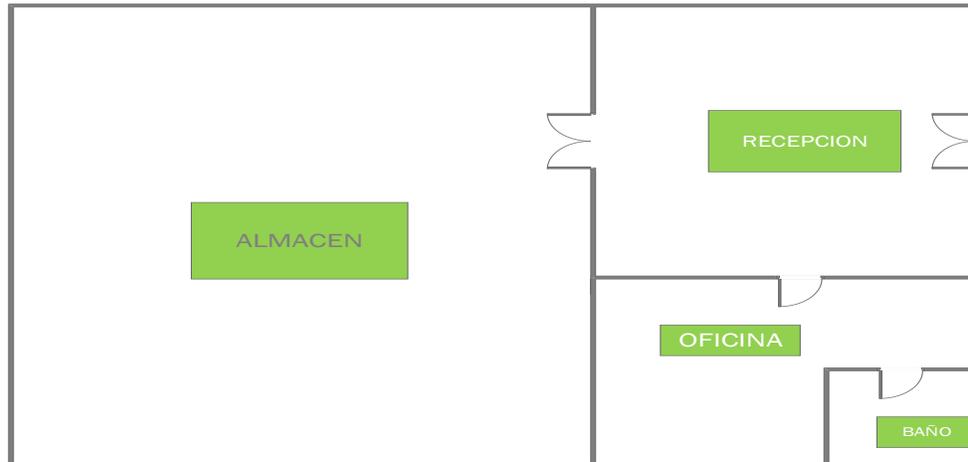
5.2.5.1.ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS CENTROS DE ACOPIO Y LABORATORIOS

Los centros de acopio del proveedor, deben garantizar que no exista contaminación de origen extrínseco (ambiental), en este sentido es necesario capacitar, verificar y establecer que se cumplan ciertas rutinas.

Según las normas establecidas por el Codex Alimentarios, en los principios de las Buenas Prácticas de Manejo (BPM) para edificación e instalaciones destinadas para el Centro de acopio, de las materias primas deberá cumplir los siguientes requisitos de diseño y construcción:

- Deberá estar ubicada en un lugar aislado, libre de focos de insalubridad que lo que evitara la contaminación.
- Su funcionamiento no deberá poner en riesgo la salud y el bienestar de los empleados y de la comunidad.
- Sus accesos y alrededores se mantendrán limpios, libres de acumulación de basura y con superficies planas de fácil limpieza y que impida la generación de polvo, el estancamiento de aguas o la presencia de otras fuentes de contaminación.
- La edificación debe estar construida de manera que proteja los ambientes de producción e impida la entrada de polvo, lluvia, suciedades u otros contaminantes. Evite el ingreso de plagas y animales.
- Debe poseer una adecuada separación física entre áreas.
- Deben estar ubicados según la secuencia lógica del proceso, desde la recepción de la algarroba fresca hasta su despacho, de tal manera que se eviten retrasos indeseados y contaminación.
- El ambiente debe dotarse de las condiciones de temperatura, humedad u otras necesidades para la ejecución higiénica de las operaciones y la conservación de la algarroba.
- La edificación debe facilitar las operaciones de limpieza y desinfección.

FIGURA 5.8 LayOut del centro de acopio externo.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La figura 5.8. Muestra la distribución dentro de los centros de acopio destinados para la materia prima en Tiataco en la ciudad de Cochabamba.

5.2.6. LAVADORES DE CINTA Y ASPERSIÓN.

Consisten en un sistema transportador que desplaza la materia prima bajo un sistema de aspersores de agua. Con productos de forma casi esférica, se mejora el contacto utilizando rodillos que hagan girar la materia prima bajo las duchas. El movimiento material bajo las duchas se puede proporcionar con unidades de transporte vibratorio.

FIGURA 5.9 Lavadores de cinta y aspersión



Fuente:<https://www.bibliotecahorticultura.com/wp-content/uploads/2018/01/CONESA-ROCA-Ernesto.-Febrero-2018.-L%C3%ADnea-de-manipulaci%C3%B3n-lavado-tratamiento-selecci%C3%B3n-calibrado-y-envasado-1.Presentaci%C3%B3n-.pdf>

5.2.7. SECADO

5.2.7.1. INTRODUCCION

El secado constituye uno de los métodos que permite separar un líquido de un sólido. En general, entendemos por secado la separación de la humedad de los sólidos (o de los líquidos) por evaporación en una corriente gaseosa; en consecuencia, en cualquier proceso de secado hemos de tener en cuenta los mecanismos de transmisión de calor y transporte de materia. En la mayor parte de los problemas prácticos de secado, la humedad (o líquido a separar) suele ser vapor de agua, y el gas empleado para el secado suele ser el aire. En todas nuestras consideraciones nos limitaremos a este caso.

En el secado por contacto directo el calor necesario para la vaporización del agua lo suministra el aire caliente, mientras que en el secado indirecto el calor se suministra por una fuente térmica a través de una superficie metálica en contacto con el objeto a secar.

El secado directo puede efectuarse de modo discontinuo o continuo. En el método discontinuo, una vez cargado el secadero, se hace circular el aire de secado y se supone que sus condiciones permanecen constantes con el tiempo, mientras que en el método continuo

tanto la alimentación del sólido a secar como el aire entran continuamente en el secadero, variando a través del mismo las condiciones del aire y del sólido a secar.

En el método discontinuo el aire de secado puede circular sobre el objeto a secar o pasar a través del mismo. Consideraremos, en primer lugar, las características del secado discontinuo en condiciones constantes, circulando el aire sobre el objeto a secar; después indicaremos brevemente el secado por circulación de aire a través del objeto a secar, el secado por circulación de aire a través del objeto a secar, y finalmente efectuaremos el estudio del secado continuo.

FIGURA 5.10. Secado de algarrobo



Fuente: PROPIA

5.2.7.2.ESTÁTICA DE SECADO

5.2.7.2.1.HUMEDAD

El contenido en humedad de un sólido puede expresarse sobre base seca o base húmeda. En los cálculos de secado resulta más conveniente referir la humedad en base seca, debido a que esta permanece constante a lo largo del proceso de secado. Por tanto, a no ser que se indique lo contrario, entenderemos por humedad de un sólido el peso de agua que acompaña a la unidad de peso de sólido seco.

5.2.7.2.2.HUMEDAD DE EQUILIBRIO

Cuando un sólido húmedo se pone en contacto, durante tiempo suficiente, en aire de temperatura y humedad determinadas y constantes (suponiendo que la cantidad de aire es lo suficientemente grande para que sus condiciones no varíen con el tiempo de contacto) se alcanzarán las condiciones de equilibrio entre el aire y el sólido húmedo.

El vapor de agua que acompaña al aire ejerce una presión de vapor determinada; se alcanzan las condiciones de equilibrio cuando la presión parcial del agua que acompaña al sólido húmedo es igual a la presión de vapor del agua en el aire. Se denomina humedad de equilibrio, X^* , es el límite al que puede llevarse el contenido de humedad de una sustancia por contacto con aire de humedad y temperatura determinadas.

Si la humedad del sólido es mayor que la de equilibrio, el sólido se secará hasta alcanzar la humedad de equilibrio, mientras que si su humedad es menor que la de equilibrio absorberá agua del aire hasta que alcance las condiciones de equilibrio.

Para condiciones dadas del aire la humedad de equilibrio es función de la naturaleza del cuerpo, del estado de su superficie y de la temperatura. En la figura 5.11. Se dan las curvas de equilibrio a 25°C para diferentes sustancias, representando la humedad relativa del aire (o presión de vapor) frente a la humedad de equilibrio del sólido.

5.2.7.2.3. CUERPOS HÚMEDOS Y CUERPOS HIGROSCÓPICOS

De acuerdo con la figura N°30, para una temperatura determinada, la presión de vapor del agua contenida en el sólido húmedo aumenta con su humedad para todas las sustancias, hasta alcanzar el valor de la tensión de vapor del agua pura a la temperatura considerada.

Cuando la presión de vapor del agua que acompaña al sólido es menor que la tensión de vapor del agua a la misma temperatura, se dice que el sólido es higroscópico, recibiendo el nombre de sólido húmedo cuando la presión de vapor de agua que acompaña al sólido es igual a la tensión de vapor del agua a esta temperatura.

5.2.7.2.4. HUMEDAD LIBRE

Se denomina humedad libre de un sólido, con respecto al aire en condiciones determinadas, a la diferencia entre la humedad del sólido y la humedad de equilibrio con el aire en las condiciones dadas; $F=X-X^*$. Por consiguiente, es la humedad que puede perder el sólido después de un contacto suficientemente prolongado con el aire en condiciones dadas y constantes, y depende tanto de la humedad del sólido como de la humedad relativa del aire.

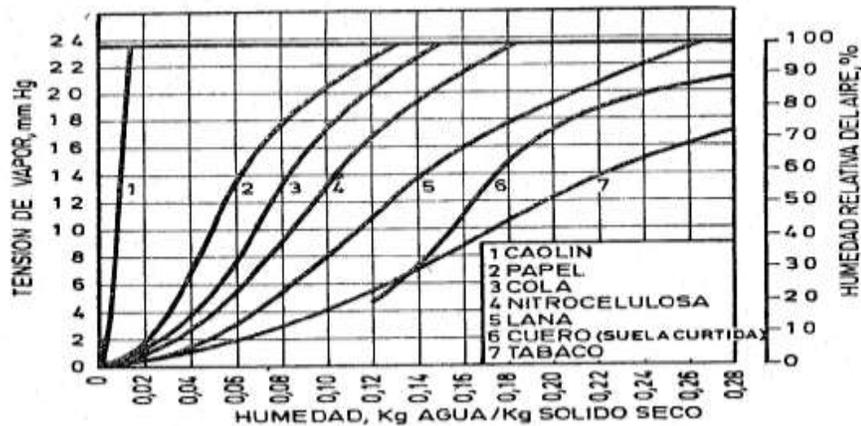
Dónde: $F=X-X^*$

F: humedad libre de un sólido

X: humedad del sólido

X*: humedad de equilibrio

FIGURA 5.11 Curvas de equilibrio a 25°C para diferentes sustancias



Fuente: Ingeniería Química, Operaciones Básicas, Tomo II, Ocon &Tojo.

5.2.7.2.5. HUMEDAD LIGADA O AGUA LIGADA

Es el valor de la humedad de equilibrio del sólido en contacto con aire saturado; o bien la humedad mínima del sólido necesaria para que este deje de comportarse como higroscópico.

Es la diferencia entre la humedad del sólido y la humedad ligada; o bien la humedad libre del sólido en contacto con aire saturado. Es evidente que si el sólido tiene humedad desligada se comportará como húmedo.

5.2.7.3. CINÉTICA DE SECADO

Se define la velocidad de secado por la pérdida de humedad del sólido húmedo en la unidad de tiempo, y más exactamente por el cociente diferencial $(-dX/d\theta)$ operando en condiciones constantes de secado, es decir con aire cuyas condiciones (temperatura, presión, humedad y velocidad) permanecen constantes con el tiempo.

Analíticamente, la velocidad de secado se refiere a la unidad de área de superficie de secado,

de acuerdo con la ecuación:

$$W = \frac{S}{A} \left(-\frac{dX}{d\theta} \right)$$

Siendo:

S= Peso de sólido seco

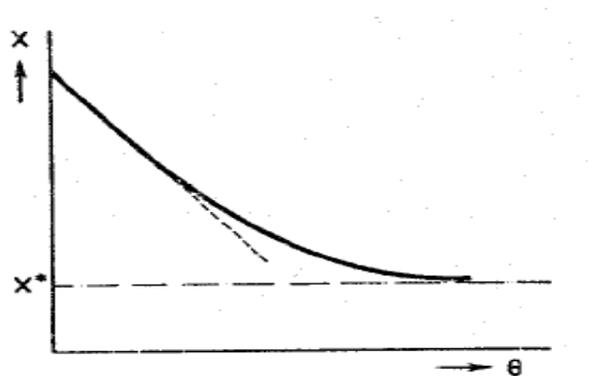
A= Área de la superficie expuesta

W= Velocidad de secado

5.2.7.4. PERÍODO DE SECADO

En las experiencias de secado, al representar la humedad del sólido frente al tiempo, operando en condiciones constantes de secado y circulando el aire sobre el objeto a secar, se obtienen curvas del tipo indicado en la figura 6.11., en la que puede observarse que al principio la humedad del sólido disminuye linealmente con el tiempo de secado (porción recta de la representación), o lo que es lo mismo durante este período la velocidad de secado ($-dX/d\Theta$) permanece constante. Se efectúa el secado a esta velocidad constante hasta que la humedad del sólido alcanza un valor crítico, a partir del cual la velocidad de secado disminuye, anulándose cuando la humedad del sólido alcanza el valor de equilibrio con el aire en las condiciones constantes de operación, es decir cuando la humedad libre es cero.

FIGURA 5.12 Comportamiento de la humedad en un sólido

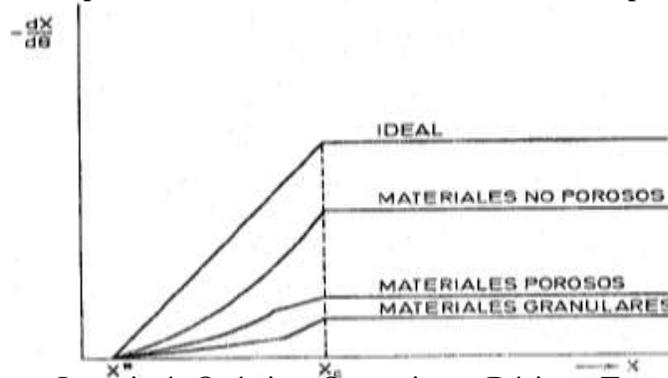


Fuente: Ingeniería Química, Operaciones Básicas, Tomo II, Ocon &Tojo.

A partir de los datos de secado empleados para la construcción de la figura 5.12, se pueden obtener los datos de la velocidad de secado: $\left(-\frac{dX}{d\theta}\right) = \frac{S}{A} \left(-\frac{dX}{d\theta}\right)$ frente a la humedad, tal como

indicamos en la figura 5.13. para distintos tipos de materiales según el mecanismo de secado,. En esta figura se representan dos tramos diferentes: uno que corresponde a un período de velocidad constante y otro a un período de velocidad decreciente.

FIGURA 5.13. Comportamiento de la humedad en diferentes tipos de materiales



Fuente: Ingeniería Química, Operaciones Básicas, Tomo II, Ocon & Tojo.

El período de velocidad constante va desde la humedad inicial X_0 hasta la humedad crítica X_c . El valor de la humedad crítica depende de las condiciones del aire de secado y del espesor del material a secar (en la tabla 5.4. Se dan las humedades críticas para el secado de algunos materiales en las condiciones usuales de secado); para la mayor parte de las sustancias este valor ha de determinarse experimentalmente.

El período de velocidad decreciente se extiende desde la humedad crítica X_c hasta la humedad final del sólido X_f , cuyo valor límite es X^* .

Se denomina tiempo crítico de secado al tiempo de secado necesario para que la humedad del sólido descienda desde su valor inicial hasta el crítico; figura 5.13. Este tiempo es el que corresponde al instante en que la curva de secado se separa del comportamiento lineal.

TABLA 5.4 Tabla de humedades críticas de diferentes materiales.

Materia	Espesor, cm	Humedad crítica, X_c
Albayaide	—	0,11
Arcilla cerámica	1,5	0,14
Arena del mar	{ 0,65	{ 0,03
	{ 0,50	{ 0,06
Azul de Prusia	—	0,40
Caolín	—	0,14
Carbonato de cobre	3-4	0,60
Cuero al cromo	0,1	1,25
Cuero de suelas	0,6	0,90
Gelatina (con 400 % de agua inicial)	0,25-0,50	3,0
Lana (sarga sin teñir)	—	0,08
Madera de álamo	0,4	1,20
Nitrato de bario (cristales)	2,5	0,07
Papel de libros	0,125	0,33
Papel de periódicos	—	0,6-0,7
Pulpa al sulfito	0,5-2	0,6-0,8
Refractarios de chamota (mezcla para)	5,0	0,13

Fuente: Ingeniería Química, Operaciones Básicas, Tomo II, Ocon &Tojo.

5.2.8. EXTRACCIÓN SÓLIDO-LIQUIDO

La extracción sólido-liquido consiste en la disolución de un componente (o grupo de componentes) que forma parte de un sólido, empleando un disolvente adecuado en el que es insoluble el resto del sólido, que denominaremos inerte.

Para llevar a cabo el proceso es necesario:

- 1) Contacto del disolvente con el sólido a tratar, para disolver el componente soluble o soluto.
- 2) Separación de la disolución y el resto del sólido (con la disolución adherida al mismo).

La disolución separada se denomina flujo superior o extracto; recibiendo el nombre de refinado, flujo inferior o lodos el sólido inerte acompañado de la disolución retenida por el mismo.

Los dos apartados anteriores constituyen un estadio, etapa o unidad de extracción que recibe el nombre de ideal o teórica cuando una disolución correspondiente al flujo superior tiene la misma composición que la retenida por el sólido en el flujo inferior.

5.2.8.1.METODO DE CÁLCULO

Los problemas de extracción Sólido-Líquido pueden resolverse por aplicación de balances de materia y energía juntamente con el concepto de etapa teórica. Normalmente se omiten las ecuaciones de balance de energía, dada la poca importancia de los cambios energéticos en los procesos industriales de extracción; por consiguiente, los cálculos se basan en la aplicación reiterada de balances de materia y en el concepto de etapa teórica, y puede acudirse tanto a procedimientos algebraicos como gráficos. Cuando el número de etapas es pequeño, como suele ocurrir en este tipo de extracción, los métodos gráficos permiten una gran simplificación de los cálculos y una visión más general del problema en el transcurso del proceso.

A continuación, hacemos un breve estudio de los diagramas más importantes empleados en esta operación.

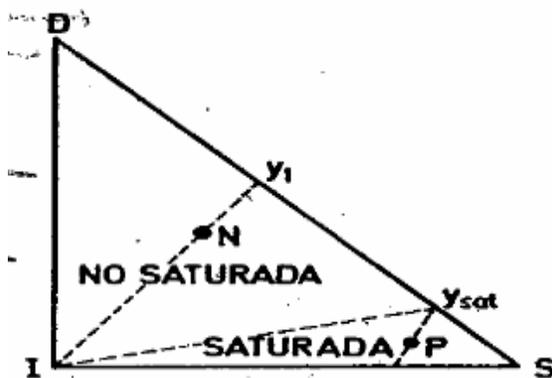
5.2.8.1.1.TRIANGULO RECTANGULO

En este diagrama se representa en el vértice del ángulo recto el componente inerte I, en el de la derecha el componente a extraer o soluto S, y en el superior el disolvente D. en consecuencia, en el lado IS estarán localizadas las mezclas binarias de soluto-sólido inerte, en el lado ID se encuentra las distintas proporciones de inerte y disolvente, que como son totalmente inmiscibles estarán separadas en dos fases; en la hipotenusa DS estarán localizadas las mezclas de soluto y disolvente, que son miscibles en todas proporciones corresponderán a sistemas de una sola fase líquida. Los puntos del interior del triángulo representarán mezclas ternarias.

En la extracción Sólido-líquido, en la que el soluto este originalmente en fase sólida, la cantidad de soluto que puede disolverse estará limitada por la saturación de la disolución, que será función de la temperatura y la presión. Prescindiendo del efecto de la presión, solo apreciable a presiones elevadas, el diagrama se puede dividir en dos zonas (para una temperatura determinada): una de saturación y otra de no saturación. En la primera, los sólidos contenidos en el sistema serán la suma de la sustancia inerte y la parte no disuelta del solido a extraer; evidentemente, en la segunda el sólido presente es solo material inerte.

Sobre el diagrama triangular (figura 5.14) el punto y_{sat} representa la concentración de la disolución saturada, y sobre la recta Iy_{sat} estarán las mezclas de sólido inerte y solución saturada. A la izquierda de esta línea estarán las disoluciones no saturadas y a la derecha la disolución saturada acompañada de sólido inerte y soluto no disuelto. Cualquier mezcla de la zona no saturada, tal como la representada por el punto N, puede considerarse formada por el sólido inerte y la disolución de composición y_1 ; para la zona saturada, cualquier mezcla representada por un punto tal como P puede considerarse constituida por una disolución saturada de composición y_{sat} , soluto no disuelto y solido inerte de composición dada por x_2 .

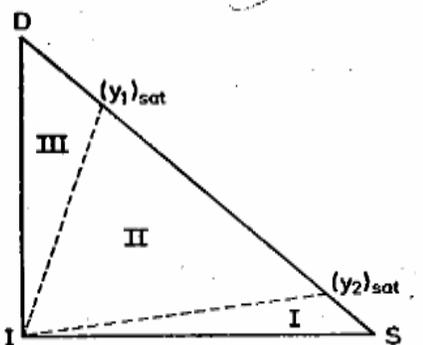
FIGURA 5.14 Diagrama triangular



Fuente: Ingeniería Química, Operaciones Básicas, Tomo II, Ocon &Tojo.

Cuando el soluto está originalmente en fase líquida puede ocurrir que el soluto y el disolvente sean miscibles en todas las proporciones, en cuyo caso todos los puntos de la hipotenusa representarán sistemas de una sola fase líquida y el interior del triángulo representará una zona no saturada, ya que el punto y_{sat} corresponderá al vértice S. Si no son miscibles en todas las proporciones pueden aparecer sobre la hipotenusa de dos puntos: el $(y_1)_s$ y el $(y_2)_s$, que corresponderán a disolución saturada del disolvente en el soluto y disolución saturada del soluto en el disolvente. En este caso, el triángulo puede dividirse en tres zonas (figura 5.15). Las zonas I y III estarán constituidas por una fase líquida no saturada y sólido inerte, mientras que la II estará formada por sólido inerte y dos fases líquidas de composiciones $(y_1)_s$ e $(y_2)_s$.

FIGURA 5.15 División de triángulo en tres zonas

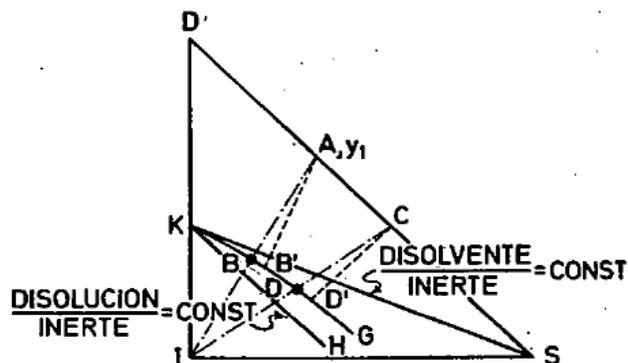


Fuente: Ingeniería Química, Operaciones Básicas, Tomo II, Ocon & Tojo.

Para el cálculo de los procesos de extracción ha de conocerse la cantidad de disolución retenida por los sólidos inertes. La disolución retenida por unidad de sólido inerte viene representada por una curva, KG, y ha de determinarse experimentalmente (figura 5.16). Si se supone que la disolución retenida por unidad de sólido inerte es constante e independiente de la concentración, el lugar geométrico de las mezclas de sólido inerte y disolución retenida vendrá dado por la recta KH paralela a la hipotenusa. Si lo que permanece constante es la

relación disolvente/sólido inerte, D/I, el lugar geométrico de las mezclas de sólido inerte y disolución retenida viene dado por la recta KS.

FIGURA 5.16 Presentación de los puntos en el diagrama triangular



Fuente: Ingeniería Química, Operaciones Básicas, Tomo II, Ocon & Tojo.

En el caso de que la disolución retenida por el sólido inerte tenga la misma composición que la disolución correspondiente al flujo superior, la composición x_1 (punto B) puede considerarse constituida por sólido inerte y disolución de composición y_1 . La cantidad de disolución retenida por el sólido inerte vendrá dada por la relación de distancias, IB/BA.

Las rectas tales como AB, CD, etc., representarán las líneas de reparto en el equilibrio ideal, que pasarán por el vértice I (figura 5.16). Si no se alcanza la misma concentración para el flujo superior y para la disolución retenida en el flujo inferior, estas rectas de reparto no pasarán por el vértice I, sino que los puntos B, D, etc., estarán desplazados hacia la derecha (B', C', etc.), cuando la concentración del flujo superior sea menor que la de la disolución del flujo inferior.

sólido inerte se disuelve parcialmente, las disoluciones correspondientes a los flujos superiores estarán representadas por puntos tales como el R_1' .

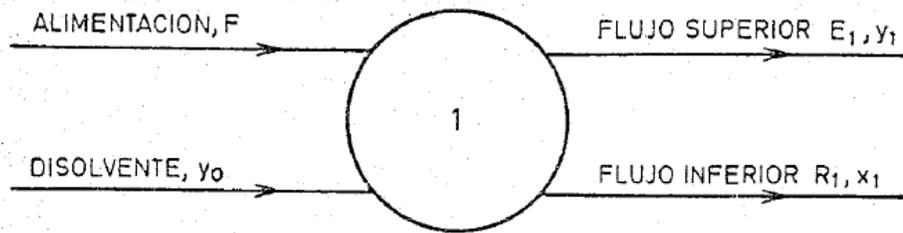
La disolución retenida por unidad de sólido inerte vendrá representada por la curva KG que ha de determinarse experimentalmente. Si la disolución retenida por unidad de sólido inerte es constante e independiente de la concentración, el lugar geométrico de las mezclas sólido inerte y disolución retenida será una recta paralela al eje de abscisas (recta KH). Si lo que permanece constante es la relación disolvente/sólido inerte, el lugar geométrico de las mezclas sólido inerte-disolución retenida vendrá dado por la recta KS, que pasa por el punto cuya abscisa representa la composición de la disolución retenida por el sólido inerte.

Cuando todo el soluto está en disolución y la disolución retenida por el sólido inerte tiene la misma composición que la disolución del flujo superior, las rectas tales como AB, CD, etc., estarán a la derecha de B, D, etc.

5.2.8.1.3. CONTACTO SENCILLO

El esquema de flujo para una etapa en contacto sencillo es el indicado en la figura 5.18. Se trata de una operación discontinua que consiste en poner en contacto íntimo toda la alimentación con todo el disolvente a emplear, separando después la disolución formada del sólido inerte con la disolución retenida.

FIGURA 5.18 Esquema de flujo para una etapa en contacto sencillo



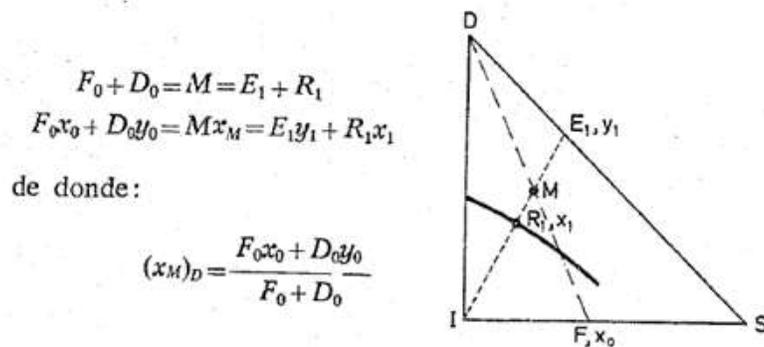
Fuente: Ingeniería Química, Operaciones Básicas, Tomo II, Ocon &Tojo.

Las composiciones de los flujos inferior y superior se representan por x e y , respectivamente.

La representación de las diferentes corrientes sobre el diagrama triangular se indica en la figura 5.19.

Por aplicación de balances de materia resulta:

FIGURA 5.19 Diagrama triangular de operación



Fuente: Ingeniería Química, Operaciones Básicas, Tomo II, Ocon &Tojo.

Donde:

F_0 : flujo inicial

D_0 : flujo inicial del disolvente

M : flujo de la mezcla

E_1 : flujo del extracto

R_1 : flujo del residuo

x_0 : composición del flujo inicial

y_0 : composición del disolvente

x_M : composición de la mezcla

x_1 : composición del residuo

y_1 : composición del extracto

$(x_M)_D$: composición global del refinado

Conocemos así el valor de la abscisa para el punto de mezcla. Por otra parte, como este punto ha de encontrarse en la recta FD, queda perfectamente localizado.

Este método de extracción no se emplea prácticamente en escala industrial debido a que se obtienen disoluciones muy diluidas con pequeño rendimiento de extracción.

5.2.9. FILTRACIÓN

La filtración es una operación básica de la ingeniería química que puede considerarse como un caso especial del flujo de fluidos a través de lechos granulares estáticos. En la inmensa mayoría de los procesos de filtración es muy pequeño el tamaño de las partículas sólidas en suspensión, que han de formar la torta filtrante, y el flujo del fluido a través de la misma suele ser laminar. En consecuencia, podemos emplear la ecuación de Ergun, prescindiendo del término correspondiente a las condiciones de turbulencia, o sea:

Donde:

$$\frac{\Delta P}{L} = 150 \frac{(1 - \epsilon)^2}{\epsilon^3} \frac{\mu}{D^2 g_c} u_s$$

ΔP : pérdida de la presión

L: espesor

ϵ : fracción hueca del lecho

μ : viscosidad del fluido

u_s : viscosidad del fluido con referencia al área de sección normal del lecho

D: diámetro equivalente tomando como dirección característica de la partícula

g_c : gravedad específica

5.2.10. EVAPORACIÓN

5.2.10.1. GENERALIDADES

Esta operación consiste en la separación de un disolvente volátil de un soluto no volátil por vaporización del disolvente; el agua es el disolvente que con más frecuencia hemos de separar.

La calefacción se efectúa por medio del vapor condensante.

La resolución de los problemas de vaporización se lleva a cabo por aplicación de los conceptos generales referentes a la transmisión de calor desde el vapor condensante hasta la disolución a concentrar. Esta cantidad de calor viene dada por la expresión:

$$q = UA\Delta t$$

Donde:

q: transmisión de calor

U: coeficiente integral de transmisión del calor

A: superficie de evaporación

Δt : diferencia de temperaturas

5.2.10.1.1. COEFICIENTE INTEGRAL DE TRANSMISIÓN DE CALOR

Para la determinación de este coeficiente hemos de conocer el coeficiente de condensación del vapor de calefacción, la resistencia de conducción del material que forma la superficie de intercambio de calor entre el vapor condensante y la disolución, incluyendo los depósitos sólidos, y el coeficiente de convección del líquido hirviente.

En la práctica, este coeficiente ha de determinarse experimentalmente en cada caso, aunque se dispone de una serie de gráficas, correspondientes a los distintos tipos de evaporadores, que permiten determinar el valor de este coeficiente para distintas condiciones de operación.

5.2.10.1.2.SUPERFICIE DE EVAPORACIÓN

En un evaporador ya construido el valor de este factor es fijo e independiente de las condiciones de operación.

5.2.10.1.3.DIFERENCIA DE TEMPERATURAS

La diferencia de temperaturas entre el vapor condensante y el líquido hirviente es función de los siguientes factores:

- 1) Las condiciones del vapor de calefacción
- 2) La presión de la cámara de evaporación
- 3) La concentración de la disolución.

La temperatura de la cámara de condensación depende de la presión de vapor condensante y de su grado de recalentamiento.

Hemos de indicar que el vapor de calefacción empleado en los procesos de evaporación no se encuentra a presión elevada, aunque al ser mayor su presión es también mayor la temperatura de condensación, aumentando así el gradiente de temperaturas de condensación y la de ebullición y con ello la cantidad de calor. La razón de que no se emplee a presión alta es que el vapor en tales condiciones tiene un aprovechamiento más noble en la producción de energía mecánica. Por otra parte, aunque la entalpía del vapor a presión alta es mayor que a presión baja, su calor de condensación disminuye al aumentar la presión, disminuyendo así la cantidad de calor suministrado por kilo de vapor condensado; además, al aumentar la presión aumenta el coste del aparato. En la práctica la presión de este vapor no suele pasar de 4 atmósferas.

Por lo que respecta a la presión que ha de mantenerse en la cámara de evaporación, al disminuir la presión en esta cámara disminuye la temperatura de ebullición y con ello aumenta el gradiente de temperatura entre el vapor condensante y el líquido hirviente, disminuyendo así la superficie de calefacción para las mismas condiciones de operación. En consecuencia, esta cámara debe operar en vacío para aumentar la economía del proceso; en el caso de disoluciones cuyos componentes pueden descomponerse al elevarse la temperatura, con la disminución de presión se logra que hiervan a temperatura inferior a la de descomposición.

En cuanto a la concentración de la disolución, indicaremos que, si se tratara de un disolvente puro, su temperatura de ebullición sería la correspondiente a la presión que se mantuviera en la cámara de evaporación, pero al tratarse de disoluciones hemos de tener en cuenta que la presión de vapor de la disolución es menor que la del disolvente puro; por tanto, la temperatura de ebullición de la disolución será mayor que la del disolvente puro, denominándose a la diferencias entre ambas elevaciones en el punto de ebullición. Para las disoluciones ideales, de acuerdo con la ley de Raoult, resulta:

$$\Delta T_b = \frac{RT_b^2 x}{M \lambda}$$

siendo :

R = constante de los gases.

T_b = temperatura normal de ebullición.

x = fracción molar del soluto.

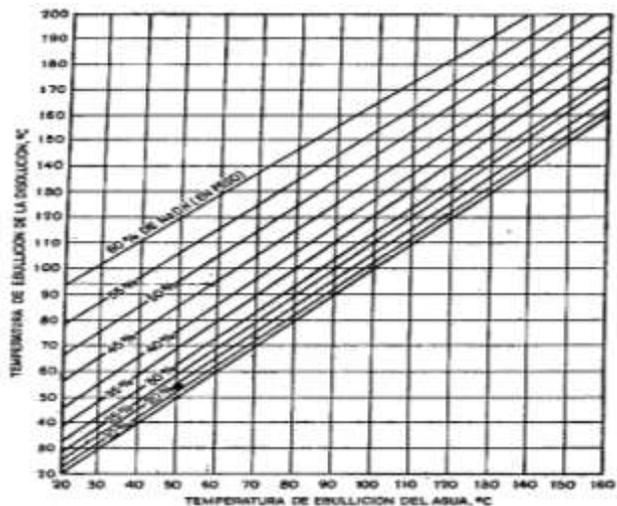
$M \lambda$ = calor latente molar de vaporización del disolvente puro a la temperatura de ebullición.

Según esta ley, para el mismo número de moles de distintas sustancias en el mismo disolvente se producirá la misma elevación en el punto de ebullición, y para la misma cantidad de distintas sustancias disueltas en el mismo disolvente se originará una elevación en el punto de ebullición tanto mayor cuanto menor sea su peso molecular. Para el caso de disoluciones

acuosas, un mol-gramo de soluto en 100 mol-gramo de agua produce, de acuerdo con esta ley, una elevación en el punto de ebullición de 5,15°C.

Debido a que las desviaciones experimentales que presenta esta ley para disoluciones iónicas son grandes, en la práctica para el cálculo del incremento en el punto de ebullición hacemos uso de la regla de Duhring, según la cual "si se representa el punto de ebullición de una disolución frente a la temperatura de ebullición del disolvente los puntos correspondientes a distintas presiones caerán sobre una recta". En la figura 5.20 están representadas las temperaturas de ebullición de las disoluciones acuosas de NaOH de acuerdo con esta regla.

FIGURA 5.20 Representación las temperaturas de ebullición de las disoluciones acuosas de NaOH



Fuente: Ingeniería Química, Operaciones Básicas, Tomo I, Ocon &Tojo.

5.2.10.2. CÁLCULO DE UN EVAPORADOR SIMPLE

El cálculo lo efectuamos con referencia a un tiempo determinado (generalmente una hora) por aplicación de un balance de materia y un balance entálpico a todo el sistema.

Consideremos el evaporador esquematizado en la figura 5.20. Funcionando en régimen estacionario, siendo F, S, E y W los caudales de alimentación, dilución concentrada,

disolvente evaporado y vapor de calefacción; H y h las entalpías de vapor y el líquido; t la temperatura y x la concentración porcentual. Los subíndices nos indican los caudales correspondientes.

El balance de materia lo referimos al soluto, cuya cantidad es la misma en la disolución diluida y la concentrada, permitiéndonos este balance determinar los caudales de todas las corrientes de entrada y salida en función de una de ellas y las concentraciones inicial y final. La realización del balance puede hacerse de acuerdo con el siguiente esquema:

TABLA 5.5 Esquema del evaporador

	Total	Sólido	Líquido
Solución diluida	F	$F \cdot x_1$	$F - F \cdot x_1$
Solución concentrada. ...	$F(x_1/x_2)$	$F \cdot x_1$	$F(x_1/x_2) - F \cdot x_1$
Disolvente evaporado ...	$F - F(x_1/x_2)$		$F - F(x_1/x_2)$

El balance entálpico lo efectuamos igualando las entalpías de los productos que entran a las de los productos que salen, si el proceso es adiabático, y añadiendo las pérdidas de calor al exterior a las entalpías de los productos de salida, si no se cumple esta condición. O sea:

$$WH_w + FH_f = Wh_w + EH_c + Sh_s + q \text{ (pérdidas)}$$

Donde:

W: caudal de vapor de calefacción

H_w: entalpia del vapor

F: caudal de alimentación

H_f: entalpia de alimentación

h_w: entalpia de líquido

E: Caudal de disolvente evaporado

H_c: entalpia

S: Caudal de disolución concentrada

H_s : entalpia de disolución concentrada

q: Calor perdido

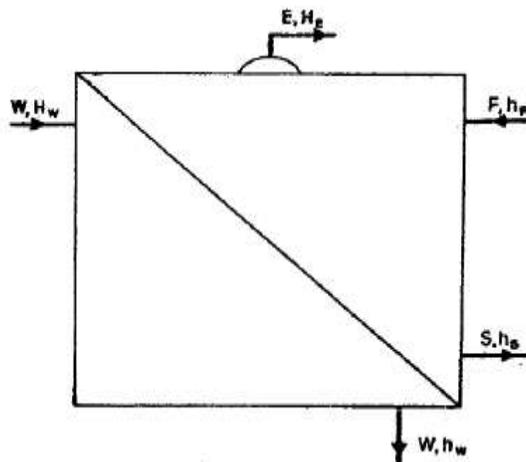
A partir del balance entálpico podemos determinar la cantidad de calor intercambiado entre el vapor condensante y la disolución y de aquí calcular el área de calefacción necesaria, una vez conocidos U y Δt .

Para la determinación de las entalpías de las diversas corrientes hemos de conocer los calores de condensación, dilución, cristalización.

5.2.10.2.1. BALANCE ENTÁPICO SI EL CALOR DE DISOLUCIÓN ES DESPRECIABLE

Cuando los calores de disolución y cristalización son despreciables, el cálculo entálpico se simplifica notablemente, ya que las entalpías h_f y h_s pueden calcularse a partir del conocimiento de los calores específicos, tomando una temperatura de referencia.

FIGURA 5.21 Funcionando en régimen estacionario



Fuente: Ingeniería Química, Operaciones Básicas, Tomo I, Ocon &Tojo.

Si el condensado procede del vapor de calefacción abandona la cámara de calefacción a la temperatura de condensación, la ecuación se puede escribir en la forma:

$$W\lambda_w = (F - S) H_e + Sh_s - Fh_f$$

El líquido concentrado y el vapor que salen de la cámara de evaporación están en equilibrio, y si la disolución no tiene aumento apreciable en el punto de ebullición estarán ambos a la misma temperatura t_s . Tomando esta como temperatura de referencia para las entalpías, se anula el término Sh_s de la ecuación; por otra parte, H_e será igual al calor latente de vaporización de disolución a la temperatura t_s , y la entalpía h_f será:

$$h_f = c_{pf} (t_f - t_s)$$

En este caso la ecuación anterior se convierte en:

$$W\lambda_w = (F - S) \lambda_E + F c_{pf} (t_s - t_f)$$

El calor específico de las disoluciones cuyo calor de mezcla es despreciable se puede determinar, para una concentración x , si se conoce para otra concentración x_0 , considerando que el calor específico es función lineal de la concentración, de acuerdo con la expresión:

$$c_p = 1 - (1 - c_{po}) \frac{x}{x_0}$$

Donde:

C_p : Calor específico

C_{po} : Calor específico de elemento O

x: concentración

x_0 : concentración de elemento O

Si la disolución tiene aumento apreciable en el punto de ebullición, entonces el vapor procedente de la disolución es vapor recalentado, tomando como temperatura de referencia t_s , su entalpía será el calor latente a $t_s - \Delta e$, más el aumento de entalpía debido al recalentamiento, y este aumento es aproximadamente igual a 0,46 veces la elevación en el punto de ebullición.

5.3. PROTOTIPO DE PRODUCCIÓN

La algarrobina es un producto extraído del algarrobo se pretende tener un amplio mercado tomando en cuenta que productos similares tuvieron una gran demanda.

El producto final está en presentación de frascos de vidrio de 250mL será empaquetado en cajas de cartón que contendrá 12 unidades

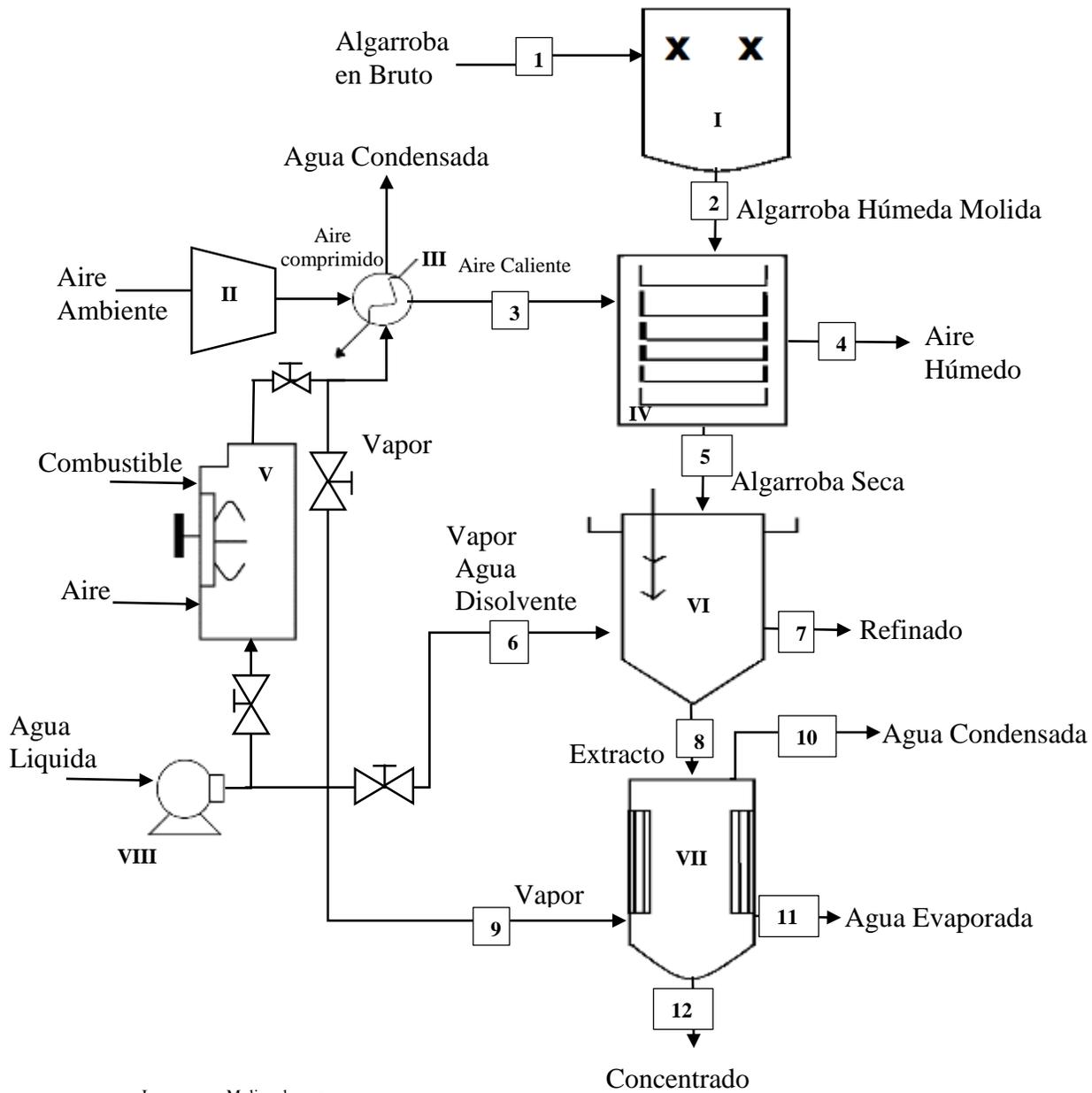
TABLA 5.6. Cantidad producida de la gestión 2020-2025

GESTIÓN	BOTELLAS PRODUCIDAS	CAJAS DE 12 UNIDADES
2021	88330	7361
2022	88939	7412
2023	89547	7462
2024	90156	7513
2025	90765	7564
Fuente: Elaboración Propia		

La tabla 5.6. Detalla la cantidad de producto producido por año y la cantidad de cajas de producto de 12 unidades para distribuir al mercado.

5.3.1. DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO.

FIGURA 5.22 Diagrama de flujo de equipo



- I. Molino de engranes
- II. Compresor
- III. Intercambiador de Calor
- IV. Secador de Bandejas
- V. Calderos
- VI. Extractor
- VII. Evaporador
- VIII. Bomba

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

En la figura 5.22 se muestra el diagrama de flujo del equipo indicando cada componente del sistema y operación.

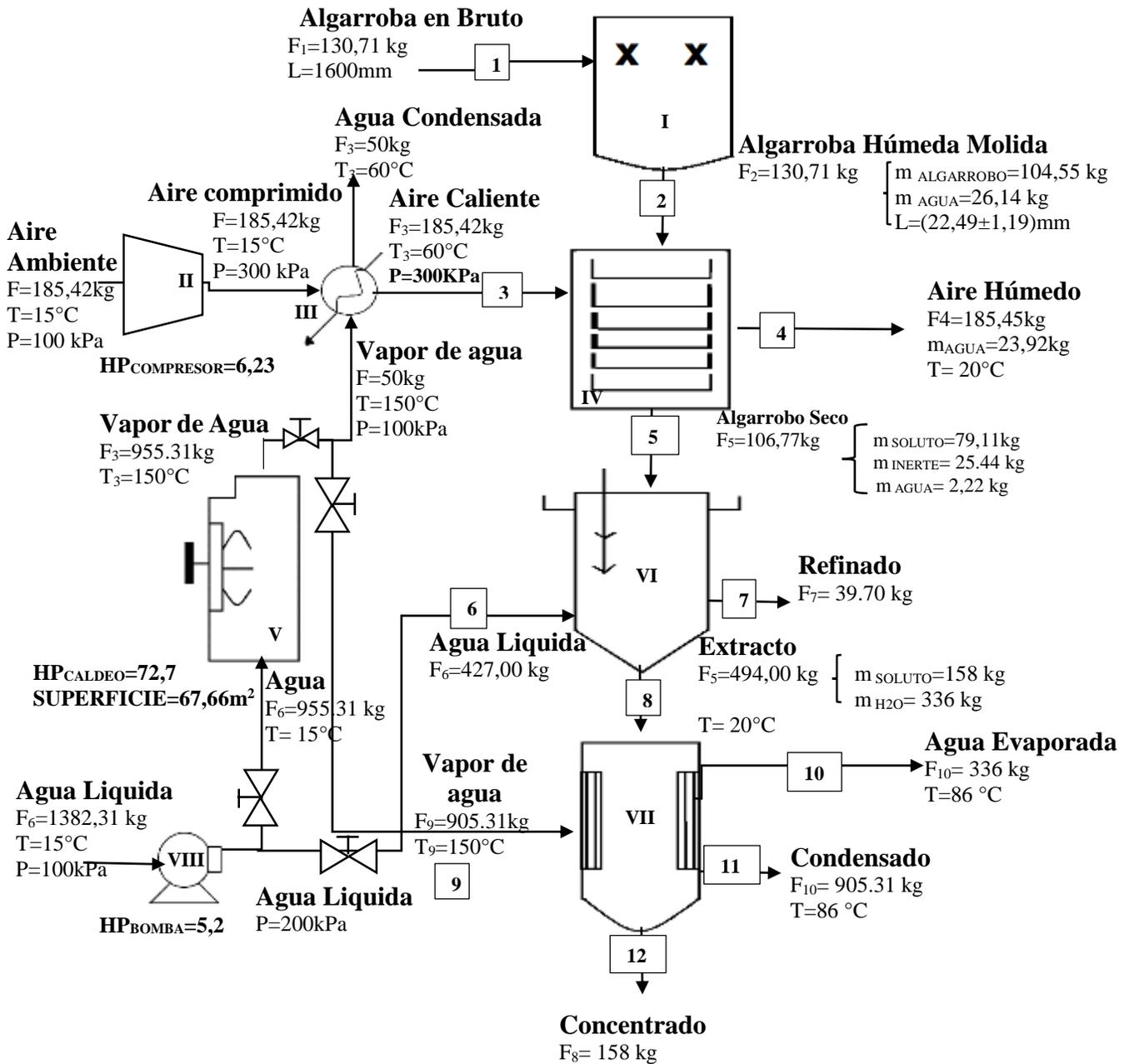
5.3.2. PROCESO PRODUCTIVO

TABLA 5.7 Crecimiento de producción

GESTIÓN	BOTELLAS PRODUCIDAS POR AÑO	% DE PRODUCCION
2021	88330	97,32
2022	88939	97,99
2023	89547	98,66
2024	90156	99,33
2025	90765	100,00
Fuente: Propia		

En la tabla 5.7. Se observa el crecimiento de la planta en los últimos 5 años, donde va en ascenso de 2,68% del 2021 hasta el 2025.

FIGURA 5.23. Diagrama de balance y energía



Fuente: Elaboración Propia

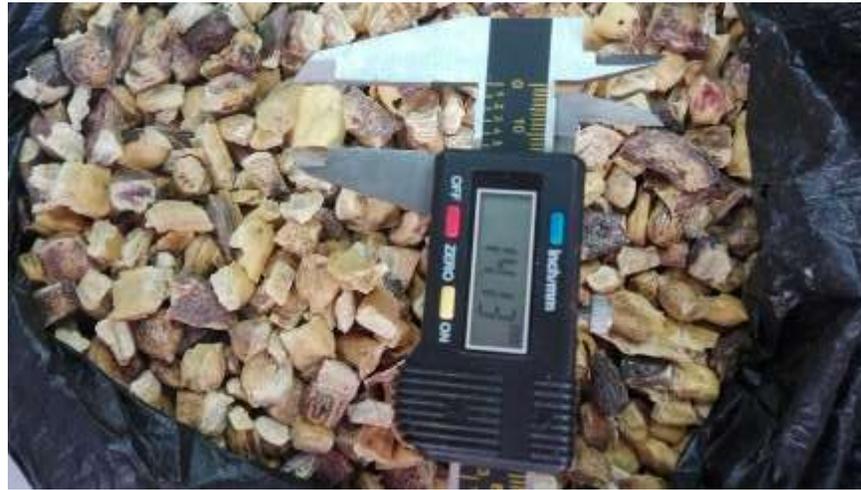
5.3.2.1. REDUCCION DE TAMAÑO

Realizando pruebas de reducción de tamaño de materia prima, se encontró que a $22,49 \pm 1,19$ mm se tuvo que el sabor es más agradable y textura buena.

TABLA 5.8 Tabla de reducción de tamaño

N°	ALTURA(mm)
1	16,55
2	19,61
3	20,38
4	21,37
5	23,54
6	24,41
7	26,20
8	19,70
9	22,71
10	21,80
11	22,73
12	24,88
13	26,93
14	26,05
15	18,89
16	22,09
17	21,57
18	22,01
19	24,89
20	23,39
PROMEDIO	22,49
DES	2,67
U	0,596
U	1,192
FUENTE: PROPIA	

FIGURA 5.24. Medida de la materia prima después de la reducción de tamaño



Fuente: Elaboración Propia

El producto que tuvo una reducción de tamaño con la malla 200, debido a que tiene un sabor amargo y desagradable, mala apariencia y el tiempo de filtración es mayor.

El producto desarrollado cuenta con un sabor agradable y textura agradable, este producto se realizó con vainas reducidas de $(22,49 \pm 1,19)$ mm.

5.3.2.2.LAVADO

En un sistema transportador que desplaza los alimentos bajo un sistema de aspersores de agua.

El movimiento de los alimentos pequeños bajo las duchas se puede proporcionar con unidades de transporte vibratorio.

El lavado de la algarroba se debe realizar en un menor tiempo debido a que los azúcares contenidos en la algarroba se disuelven.

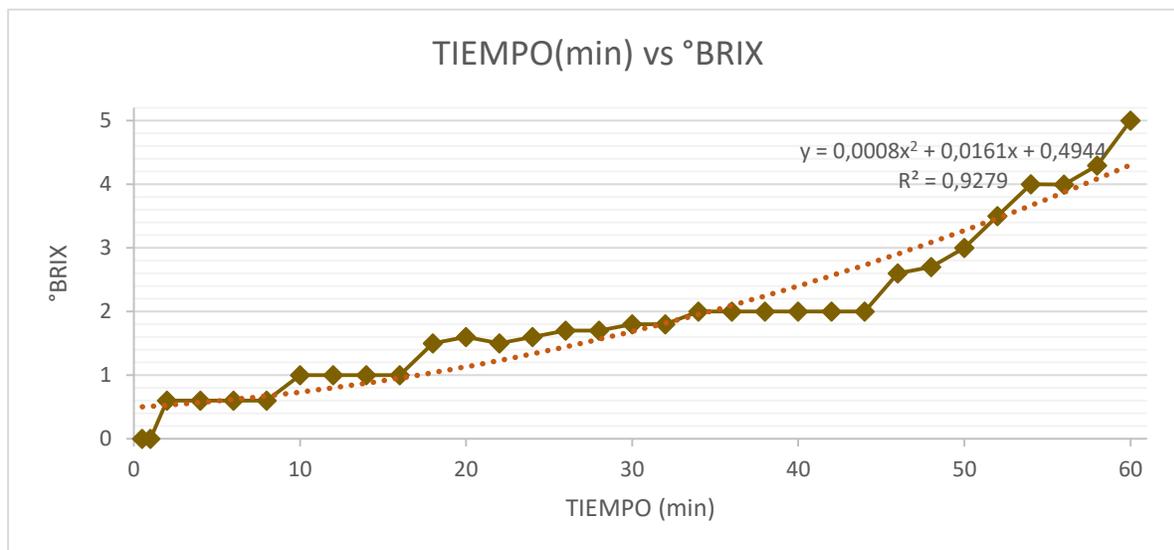
En la siguiente tabla podemos observar la cantidad de azúcares se diluyen con respecto al tiempo.

TABLA 5.9 Tabla de °Brix perdidos durante el tiempo de lavado

N°	TIEMPO (min)	°BRIX	N°	TIEMPO (min)	°BRIX
1	0,5	0	17	30	1,80
2	1	0	18	32	1,80
3	2	0,60	19	34	2,00
4	4	0,60	20	36	2,00
5	6	0,60	21	38	2,00
6	8	0,60	22	40	2,00
7	10	1,00	23	42	2,00
8	12	1,00	24	44	2,00
9	14	1,00	25	46	2,60
10	16	1,00	26	48	2,70
11	18	1,50	27	50	3,00
12	20	1,60	28	52	3,50
13	22	1,50	29	54	4,00
14	24	1,60	30	56	4,00
15	26	1,70	31	58	4,30
16	28	1,70	32	60	5,00

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 5.25 Lavado vs. °Brix del algarrobo



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 5.25 Observamos el comportamiento entre tiempo de lavado y los grados °Brix el cual tiene un comportamiento polinómico.

5.3.2.3.SECADO

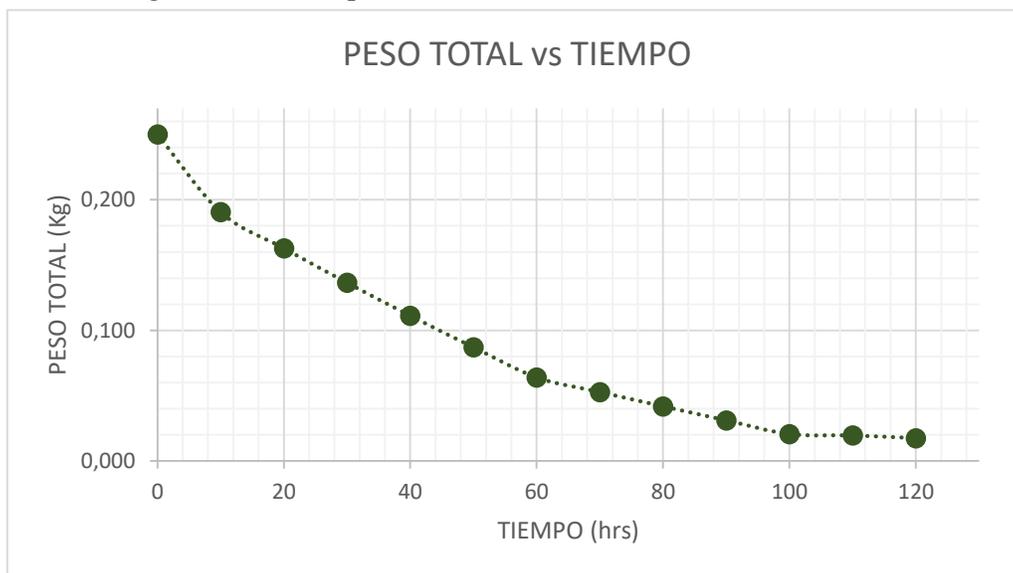
5.3.2.3.1.DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE SECADO

TABLA 5.10. Velocidad secado a 60°C.

TIEMPO (min)	TIEMPO (h)	PESO TOTAL (kg)	HUMEDAD TOTAL (Kg)	X (kg/kg)	VALOR PROMEDIO	W (kg/h*m ²)
0	0,0000	1,1414	0,2284	0,2501		
10	0,1667	1,0869	0,1739	0,1905	0,2203	21,7829
20	0,3333	1,0617	0,1486	0,1628	0,1766	10,1111
30	0,5000	1,0375	0,1245	0,1364	0,1496	9,6515
40	0,6667	1,0145	0,1014	0,1111	0,1237	9,2225
50	0,8333	0,9924	0,0794	0,0870	0,0990	8,8216
60	1,0000	0,9713	0,0583	0,0638	0,0754	8,4462
70	1,1667	0,9611	0,0481	0,0526	0,0582	4,0897
80	1,3333	0,9511	0,0380	0,0417	0,0471	4,0045
90	1,5000	0,9413	0,0282	0,0309	0,0363	3,9220
100	1,6667	0,9317	0,0186	0,0204	0,0257	3,8419
110	1,8333	0,9307	0,0177	0,0194	0,0199	0,3799
120	2,0000	0,9288	0,0158	0,0173		0,7574

Fuente: Elaboración Propia

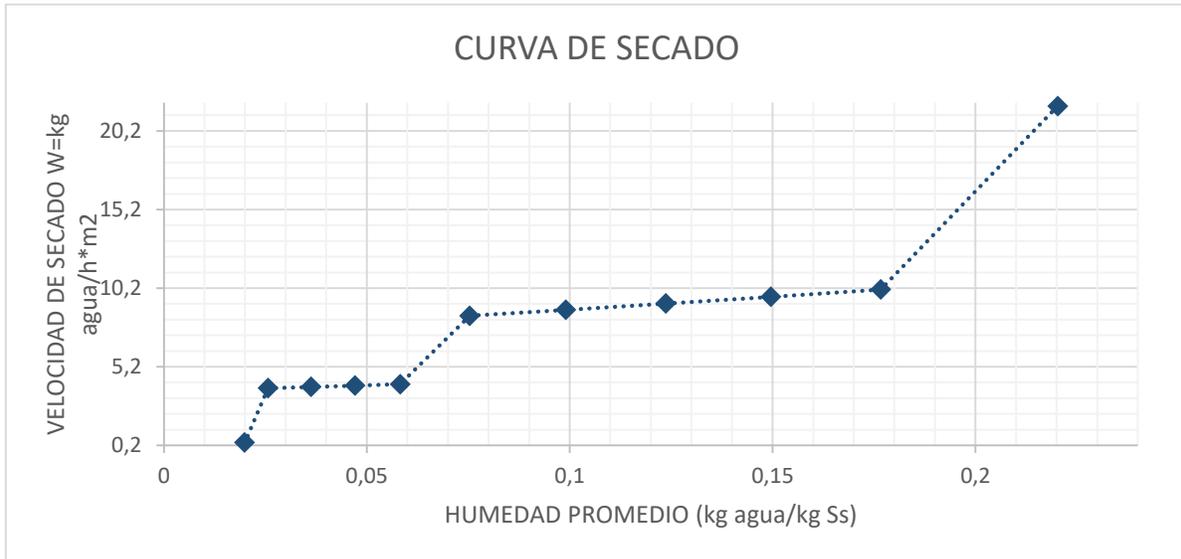
FIGURA 5.26 Algarrobo vs tiempo.



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 5.25. Observamos la relación entre tiempo y peso total de humedad de solido el cual va disminuyendo en el tiempo.

FIGURA 5.27 Velocidad de secado del algarrobo vs. Humedad



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 5.27. Observamos humedad promedio vs velocidad de secado donde cada escalón muestra la sensibilidad de secado.

5.3.2.3.2. DETERMINACIÓN DE LA DIFUSIVIDAD

Cálculos utilizando la siguiente expresión:

$$t = \frac{4 * S^2}{D_v * \pi^2} * \ln \left(\frac{8 * x_i}{x * \pi^2} \right)$$

$$D_v = \frac{4 * S^2}{t * \pi^2} * \ln \left(\frac{8 * x_i}{x * \pi^2} \right)$$

Donde:

t = tiempo de secado (hr)

S = espesor del solido a secar (m)

D_v = coeficiente de difusividad dela humedad a través del solido

X_i = humedad inicial (t =0)

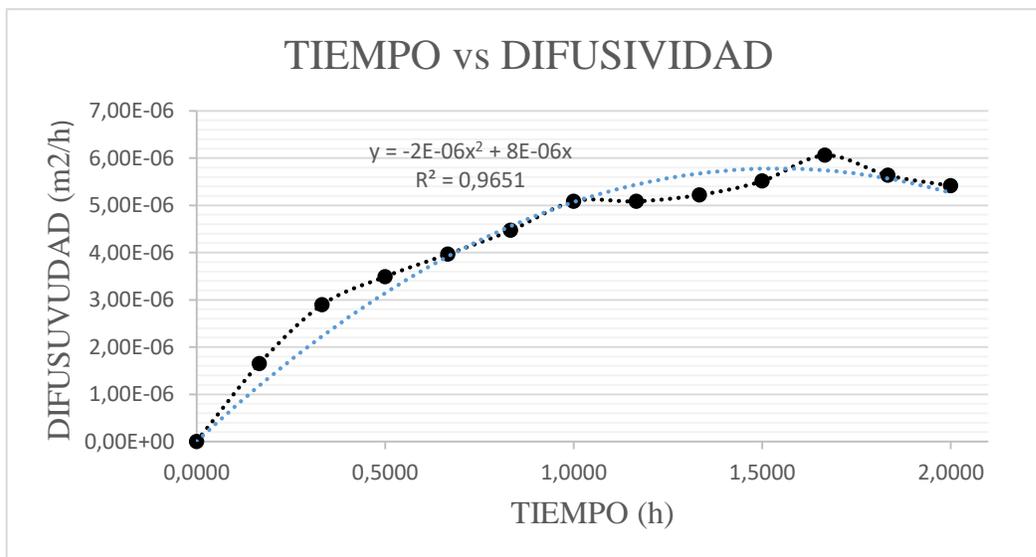
X = humedad a distintos tiempos (t ≠ 0)

TABLA 5.11 Tabla de cálculo de la difusividad de algarroba en el secado

N°	Tiempo (h)	Humedad total kg	X (kg/kg)	S (cm)	S (m)	D_v
1	0,0000	0,2284	0,2501	0,5	0,0050	0
2	0,1667	0,1739	0,1905	0,5	0,0050	$1,65 \cdot 10^{-06}$
3	0,3333	0,1486	0,1628	0,5	0,0050	2,90E-06
4	0,5000	0,1245	0,1364	0,5	0,0050	3,49033E-06
5	0,6667	0,1014	0,1111	0,5	0,0050	3,96949E-06
6	0,8333	0,0794	0,0870	0,5	0,0050	4,46993E-06
7	1,0000	0,0583	0,0638	0,5	0,0050	5,08547E-06
8	1,1667	0,0481	0,0526	0,5	0,0050	5,08655E-06
9	1,3333	0,0380	0,0417	0,5	0,0050	5,22172E-06
10	1,5000	0,0282	0,0309	0,5	0,0050	5,51586E-06
11	1,6667	0,0186	0,0204	0,5	0,0050	6,06186E-06
12	1,8333	0,0177	0,0194	0,5	0,0050	5,63634E-06
13	2,0000	0,0158	0,0173	0,5	0,0050	5,41584E-06

Fuente: Propia

FIGURA 5.28 Difusividad de algarroba en función al tiempo

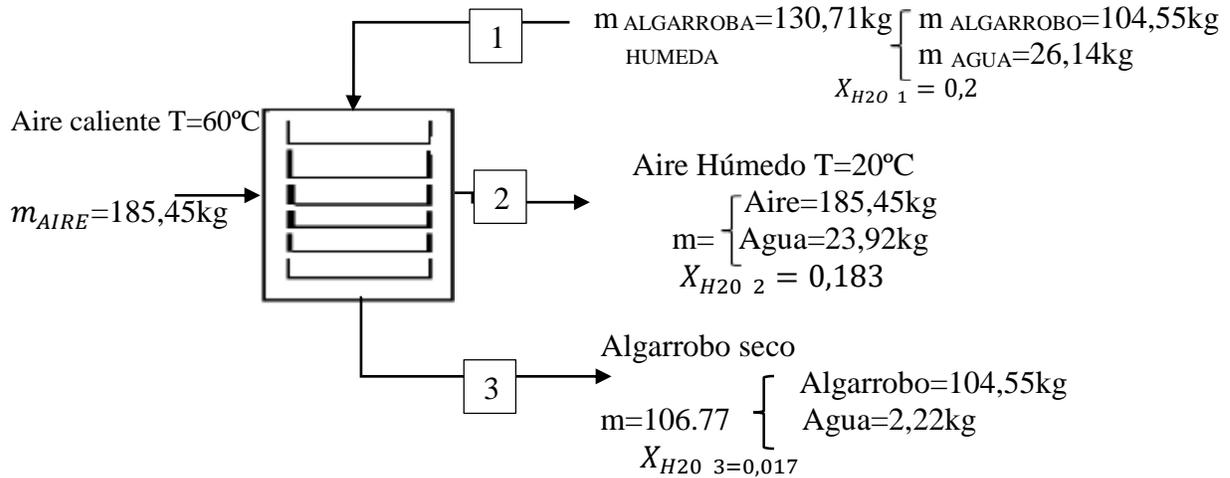


Fuente: Propia

En la figura 5.28. Se muestra el comportamiento de la difusividad del sólido respecto del tiempo donde el comportamiento es polinómica de segundo grado.

5.3.2.3.3. BALANCE DE MATERIA EN EL SECADOR

FIGURA 5.29. Diagrama de secado



En la figura 5.29 muestra un diagrama donde se puede observar cada uno de los flujos de secado.

DATOS

- %HUMEDAD TEORICA= 20%
- %HUMEDAD PRACTICA= 1,7%
- m SECA PRACTICA=106,77 kg

Determinando m TOTAL y m SECA TOTAL según las ecuaciones:

$$\%HUMEDAD TEORICA = \frac{m_{TOTAL} - m_{SECA TOTAL}}{m_{TOTAL}} * 100\% \dots\dots\dots 1$$

$$\%HUMEDAD PRACTICA = \frac{m_{SECA PRACTICA} - m_{SECA TOTAL}}{m_{TOTAL}} * 100\% \dots\dots\dots 2$$

Reemplazar datos en la ecuación 2 se despeja m TOTAL

$$1,7\% = \frac{106,77Kg - m_{SECA TOTAL}}{m_{TOTAL}} * 100\%$$

$$0,017 * m_{TOTAL} = 106,77Kg - m_{SECA TOTAL}$$

$$m_{TOTAL} = \frac{106,77Kg - m_{SECA TOTAL}}{0,017} \dots\dots\dots 3$$

Reemplazar datos y ecuación 3 en 1

$$\%HUMEDAD TEORICA = \frac{m_{TOTAL} - m_{SECA TOTAL}}{m_{TOTAL}} * 100\%$$

$$20\% = \frac{\frac{106,77\text{Kg} - m_{\text{SECA TOTAL}}}{0,017} - m_{\text{SECA TOTAL}}}{\frac{106,77\text{Kg} - m_{\text{SECA TOTAL}}}{0,017}} * 100\%$$

$$0,20 = \frac{\frac{106,77\text{Kg} - m_{\text{SECA TOTAL}} - 0,017m_{\text{SECA TOTAL}}}{0,017}}{\frac{106,77\text{Kg} - m_{\text{SECA TOTAL}}}{0,017}}$$

$$0,20 = \frac{106,77\text{Kg} - m_{\text{SECA TOTAL}} - 0,017m_{\text{SECA TOTAL}}}{106,77\text{Kg} - m_{\text{SECA TOTAL}}}$$

$$0,20(106,77\text{Kg} - m_{\text{SECA TOTAL}}) = 106,77\text{Kg} - 1,017m_{\text{SECA TOTAL}}$$

$$21,354\text{Kg} - 0,20m_{\text{SECA TOTAL}} = 106,77\text{Kg} - 1,017m_{\text{SECA TOTAL}}$$

$$1,017m_{\text{SECA TOTAL}} - 0,20m_{\text{SECA TOTAL}} = 106,77\text{Kg} - 21,354\text{Kg}$$

$$m_{\text{SECA TOTAL}} = \frac{106,77\text{Kg} - 21,354\text{Kg}}{0,817}$$

$$\mathbf{m_{\text{SECA TOTAL}} = 104,548\text{Kg}}$$

Determinando m_{TOTAL} de la ecuación 3

$$m_{\text{TOTAL}} = \frac{106,77\text{Kg} - m_{\text{SECA TOTAL}}}{0,017}$$

$$m_{\text{TOTAL}} = \frac{106,77\text{Kg} - 104,548\text{g}}{0,017}$$

$$\mathbf{m_{\text{TOTAL}} = 130,71\text{Kg}}$$

Flujo 1 Algarroba molida Húmedo

Masa del agua antes de entrar al proceso de secado

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{algarroba}} * X_{\text{H}_2\text{O} 1}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 130,71 \text{ Kg} * 0,2$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 26,14 \text{ Kg}$$

$$m_{\text{Alga seco}} = m_{\text{Alga}} - m_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$m_{\text{Alga seco}} = (130,71\text{Kg} - 26,14)$$

$$\mathbf{m_{\text{Alga seco}} = 104,55\text{Kg}}$$

Flujo 2 Aire Húmedo T=20°C

Masa aire constante=185,45Kg

Determinación de masa del agua

$$m_{H_2O\ 2} = m_{algarrobo} * X_{H_2O\ 2}$$

$$m_{H_2O\ 2} = 130,71kg * 0,183$$

$$m_{H_2O\ 2} = \mathbf{23,92Kg}$$

Flujo 3 Algarroba seca

De F1 Masa de algarroba que entra al extractor

$$m_{alga} = 104,55Kg$$

Calculo del agua que sale del secador

De F1 $m_{H_2O\ 1} = 26,14Kg$

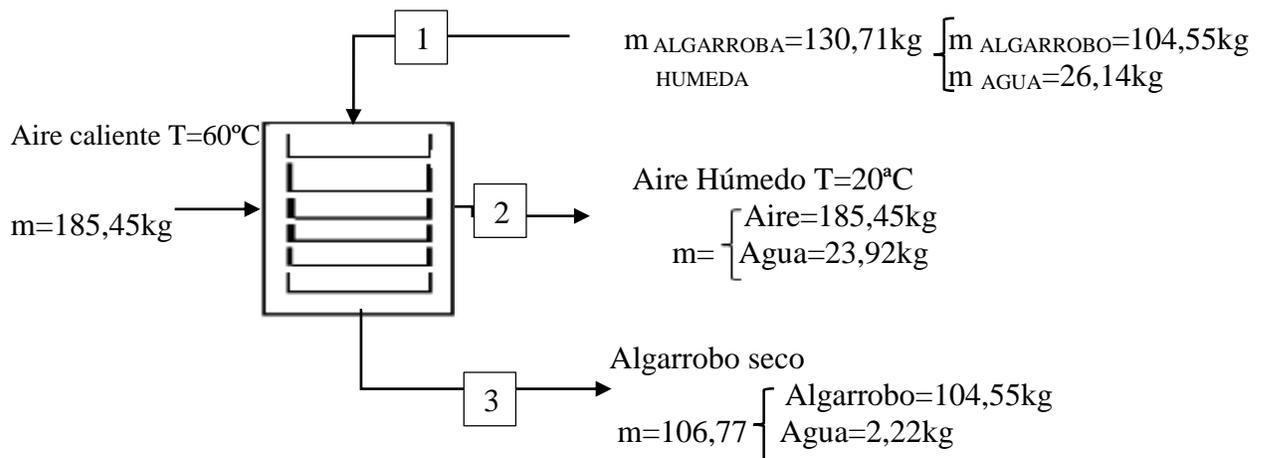
De F2 $m_{H_2O\ 2} = 23,92Kg$

$$m_{H_2O\ 3} = m_{H_2O\ 1} - m_{H_2O\ 2}$$

$$m_{H_2O\ 3} = 26,14Kg - 23,92Kg$$

$$m_{H_2O\ 3} = 2,22Kg$$

Diagrama de secado



El valor de la energía térmica viene dada por:

$$q = hA(T_a - T_s)$$

donde:

- q = flujo de calor (W)
- h = coeficiente de transmisión de calor por convección (W/[m² °C])
- A = área superficial de producto expuesto al aire caliente (m²)
- T_a = temperatura del aire caliente (°C)
- T_s = temperatura de la superficie del producto (°C)

TABLA 5.12. Material conductividad térmica

Material Conductividad Térmica (W/m.K)			
Acero	47-58	Hierro	1,7
Agua	0,58	Ladrillo	0,80
Aire	0,02	Ladrillo refractario	0,47-1,05
Alcohol	0,16	Latón	81-116
Alpaca	29,1	Litio	301,2
Aluminio	209,3	Madera	0,13
Amianto	0,04	Mercurio	83,7
Bronce	116-186	Mica Moscovita	0,72
Cinc	106-140	Níquel	52,3
Cobre	372,1-385,2	Oro	308,2
Concreto	0,80	Parafina	0,21
Corcho	0,04-0,30	Plata	406,1-418,7
Estaño	64,0	Plomo	35,0
Fibra de vidrio	0,03-0,07	Vidrio	0,6-1,0
Glicerina	0,29	Piel humana	0,37

Datos:

$$L_{\text{SECADOR}} = 1,088 \text{ m}^2$$

$$T_{\text{SALE}} = 20^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{SECADOR}} = 60^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{EFECTIVO}} = 47,58 \text{ W/m}^2\text{K} * 1,088 \text{ m}^2 * ((60 + 273) - (20 + 273))^\circ\text{K}$$

$$Q_{\text{EFECTIVO}} = 2070,5 \text{ W}$$

$$2070,5 \text{ W} * \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} * \frac{1000 \text{ J/s}}{1 \text{ kW}} = 2070,5 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

$$2070,5 \frac{\text{J}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ kcal}}{4185 \text{ J}} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 1781,07 \text{ kcal/h}$$

$$1781,07 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{4,185 \text{ kJ}}{1 \text{ kcal}} = 7453,84 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$$

Determinación de flujo de aire

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

$$m = \frac{Q}{C_p * \Delta T}$$

$$m = \frac{7453,82 \frac{kJ}{h}}{1,005 \frac{kJ}{kg * ^\circ K} * ((273 + 60) - (273 + 20))^{\circ K}}$$

$$m = 185,42 \frac{kg}{h}$$

Calculo del calor cedido por el aire

Q cedido aire= Calor absorbido por el algarrobo Cp aire= 0,24 $\frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$

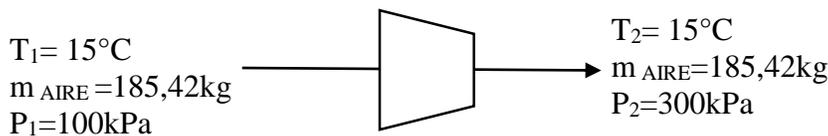
$$Q \text{ aire} = m C_p \text{ aire} (T_2 - T_1)$$

$$Q \text{ aire} = 185,42 kg * 0,24 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C} * (20 - 60)^{\circ}C$$

$$Q = 1780,32 kcal * \frac{1000 cal}{Kcal} * \frac{4,1868 J}{1 cal} * \frac{1 Kj}{1000 j} * \frac{1 h}{3600 j}$$

$$Q = 2,070 kJ/s = 2,070 kw$$

FIGURA 5.30. Diagrama de compresor de aire isotérmico



$$W = Pdv \dots\dots 1 \quad W = \int_1^2 P dV \dots 2$$

$$P * V = P_1 * V_1 = C$$

$$P = \frac{P_1 V_1}{V} \dots 3$$

$$3 \text{ en } 2 \quad W = P_1 V_1 \int_1^2 \frac{dV}{V} \dots\dots\dots 4$$

$$P_1 V_1 = \frac{m}{PM} RT \dots 5$$

$$5 \text{ en } 4 \quad W = \frac{m}{PM} RT \int_1^2 \frac{dV}{V} \dots\dots\dots 6$$

$$\text{Integrando } 6 \quad W = \frac{m}{PM} * RT * \ln \frac{V_2}{V_1} \dots 7$$

$$\frac{P_1 * V_1}{T_1} = \frac{P_2 * V_2}{T_2} \rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \dots 8$$

$$8 \text{ en } 1 \quad W = \frac{m}{PM} * RT * \ln \frac{P_1}{P_2} \dots 9$$

Determinación del peso molecular de aire

$$PM_{AIRE} = 15,999 \frac{g}{mol} * 2 * 0,21 + 14,0067 \frac{g}{mol} * 2 * 0,79$$

$$PM_{AIRE} = 29 \frac{g}{mol} = 29 \frac{kg}{kmol}$$

Reemplazando por sus valores

$$PM_{aire} = 29g/mol$$

$$1 \text{ atm} = 0,082 \frac{atmL}{Kmol}$$

$$1hp = 0,7457 \text{ KW}$$

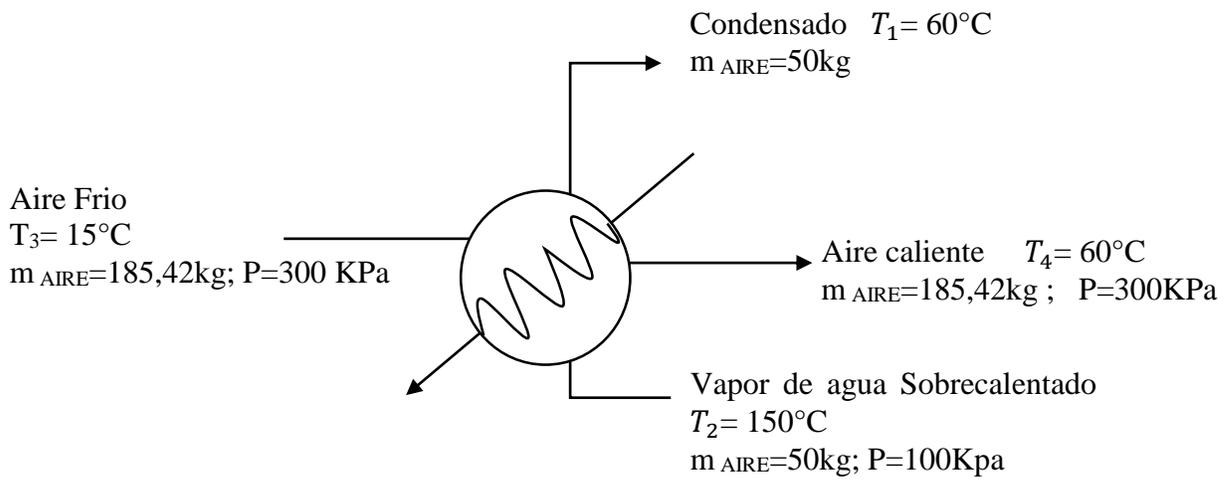
Reemplazando por sus valores en la ecuación 9

$$W = 185,42 \frac{Kg}{h} * 0,082 \frac{atmL}{Kmol} * \frac{1mol}{29g} * \frac{1000g}{1Kg} * 288K * \frac{1m^3}{1000L * atm} * 1,03323 \frac{KgF}{cm^2} * \frac{(100)^2 cm^2}{m^2} * \frac{9.8066J}{Kgf * m} * \frac{1Kj}{1000J} * \frac{1h}{3600s} * \ln\left(\frac{100}{300}\right)$$

$$W = 4,669Kw * \frac{1Hp}{0,7457kw} = 6,23 \text{ HP}$$

$$W = 6,23 \text{ HP}$$

FIGURA 5.31. Diagrama del Calentador de aire



Calor cedido por el vapor = Calor absorbido por el aire

Transferencia de calor por conducción

$$Q_{\text{aire}} = m \cdot C_{p_{\text{aire}}} (T_4 - T_3)$$

$$Q_{\text{vapor de agua}} = m \cdot C_{p_{\text{vapor de agua}}} (T_2 - T_1)$$

$$C_{p_{\text{aire}}} = 0,24 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} ; C_{p_{\text{vapor de agua}}} = 0,445 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$$

$$Q_{\text{vapor}} = Q_{\text{aire}}$$

$$m \cdot C_{p_{\text{vapor de agua}}} (T_2 - T_1) = m \cdot C_{p_{\text{aire}}} (T_4 - T_3)$$

$$50 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} * 0,445 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (150 - 60)^\circ\text{C} = m_{\text{aire}} 0,24 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} (60 - 15)^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{aire}} = 185,42 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

5.3.2.4. EXTRACCIÓN

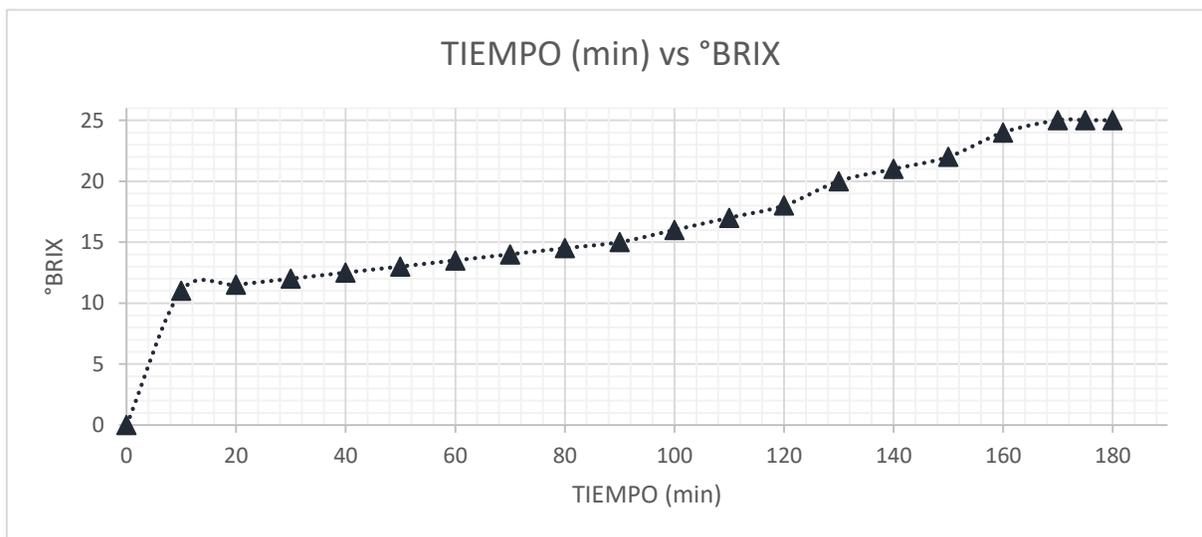
El tiempo de extracción es de 180 min debido a que en ese tiempo se puede garantizar que todo los azucares están en solución.

TABLA 5.13. Relación tiempo vs, °Brix en extracción Sólido-Líquido a volumen constante

N°	TIEMPO (min)	°BRIX	N°	TIEMPO (min)	°BRIX
1	0	0	11	100	16,00
2	10	11,00	12	110	17,00
3	20	11,50	13	120	18,00
4	30	12,00	14	130	20,00
5	40	12,50	15	140	21,00
6	50	13,00	16	150	22,00
7	60	13,50	17	160	24,00
8	70	14,00	18	170	25,00
9	80	14,50	19	175	25,00
10	90	15,00	20	180	25,00

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 5.32. Proyección de la extracción Sólido-Líquido



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

En la figura 5.32. Se observa que mediante transcurre el tiempo de extracción a un volumen constante el disolvente va enriqueciéndose de sacarosa hasta llegar a un punto estable en 180 minutos.

5.3.2.4.1. BALANCE DE MATERIA EN EL EXTRACTOR

TABLA 5.14. Datos de extracción de algarrobina

GESTIÓN	MASA DE ALGARROBA NECESARIA (kg/Día)	MASA DE ALGARROBA NECESARIA (kg/ Mes)	MASA DE ALGARROBA NECESARIA (kg/ Año)	AGUA REQUERIDA NECESARIA (kg/Día)	AGUA REQUERIDA NECESARIA (kg/Mes)	AGUA REQUERIDA NECESARIA (kg/Año)
2021	105	2310	27720	421	9262	111144
2022	106	2332	27984	424	9328	111936
2023	107	2354	28248	427	9394	112728
2024	107	2354	28248	430	9460	113520
2025	108	2376	28512	433	9526	114312
TOTAL	533	11726	140712	2135	46970	563640
PROMEDIO	106,6	2345,2	28142,4	427	9394	112728

Fuente: Propia

En la tabla 5.14. Se detalla la cantidad de materia prima y agua por año, mes y día necesarios para la elaboración de algarrobina. Tomando en cuenta la planta trabaja 22 días al mes y 12 meses al año.

TABLA 5.15 Composición de la algarroba

COMPONENTES DE LA ALGARROBA	%
AZUCARES REDUCTORES	5,284
AZUCARES HIDROLIZADOS	63,748
MINERALES	6,497
HUMEDAD	1,7
MATERIA INERTE	22,77
FUENTE :PROPIA	

TABLA 5.16 Composición de la algarroba

COMPONENTES	%		
AZUCARES HIDROLIZADOS, AZUCARES REDUCTORES Y MINERALES	75,5279	X _O	0,7553
HUMEDAD	1,7	X _{H20}	0,017
MATERIA INERTE	22,7721	X _{INERTE}	0,2277

X₀: concentración inicial de azúcares y minerales

X_{H₂O}: concentración del agua contenida en la materia prima

X_{INERTE}: concentración de materia inerte

Densidad de la algarrobina del 78°Brix

$$\delta = \frac{m}{V}$$

Donde:

δ= densidad (g/ml)

m= masa (g)

V= volumen (mL)

DATOS:

m= 9,1457g

V=5mL

$$\delta = \frac{9,1457g}{5mL}$$

$$\delta_{ALGARROBINA} = 1,8291 \frac{g}{mL}$$

TABLA 5.17 Composición de la algarrobina

ALGARROBO Kg	AGUA mL	OBSERVACIONES
1	1	La relación 1:1 no se consideró debido a que la porción de agua es insuficiente para la extracción, esto ocasiona quema de la materia prima en la base del extractor
1	2	La relación 1:2 tiene un comportamiento casi similar a la relación 1:1 y es por ello que esta relación no fue considerada
1	3	La relación 1:3 no se consideró debido a que aún sigue existiendo un mejor contacto entre el disolvente y el soluto ocasionando una mala extracción.
1	4	La relación 1:4 se consideró debido a que existe un contacto entre el disolvente y el soluto
1	6	La relación 1:5 – 1:6 no se consideró debido a que el comportamiento del soluto y el disolvente es similar la 1:4. En estos dos casos el extracto es más diluido y la concentración del extracto tardara aún mas

En la tabla 5.17. Se muestran datos de operación, relación de la entrada de disolvente y materia prima es 4:1, debido a pruebas realizadas en laboratorio

Determinación experimental de k:

FIGURA 5.33 Algarrobo inerte



Datos:

$$m_{\text{ALGARROBO INERTE DESPUES DE LA EXTRACCIÓN}} = 500,4g$$

$$m_{\text{ALGARROBO INERTE SECADO}} = 179,9g$$

$$m_{\text{H}_2\text{O RETENIDA}} = m_{\text{ALGARROBO INERTE DESPUES DE LA EXTRACCIÓN}} - m_{\text{ALGARROBO INERTE SECADO}}$$

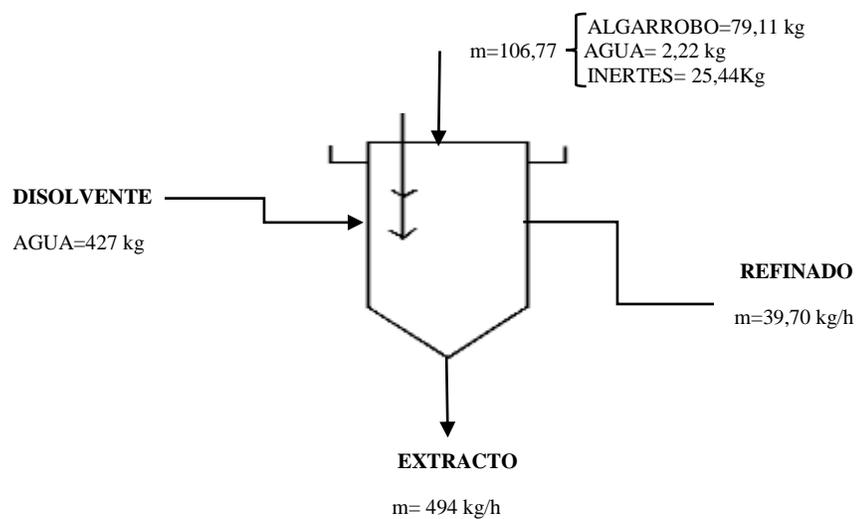
$$m_{\text{H}_2\text{O RETENIDA}} = 500,4g - 179,9g$$

$$m_{\text{H}_2\text{O RETENIDA}} = 320,5g$$

$$k = \frac{320,5g}{500,4g}$$

$$k = 0,64$$

FIGURA 5.34. Balance en el extractor



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Determinación de I:

$$X_{\text{inerte bibliografía}} = 0,2277$$

$$I = F_o * x_{\text{INERTE}}$$

$$I = F_o * 0,2277$$

Determinación de R₁:

$$K=0,64$$

$$R_1 = I + K * I$$

$$R_1 = I * (1 + K)$$

$$R_1 = 0,2277 * (1 + 0,64) * F_o$$

$$R_1 = 0,3734 * F_o$$

Determinación de E₁:

$$E=M-R; \quad M=D_o + F_o; \quad D=4 * F_o; \quad E=494\text{Kg}$$

$$E_1 = M - R$$

$$E_1 = (D_o + F_o) - R$$

$$E_1 = (4 * F_o + F_o) - 0,3734 * F_o$$

$$494=4*F_o+0,6266*F_o$$

$$494= F_o (4+0,6266)$$

$$494= F_o (4,6266)$$

$$F_o = \frac{494}{4,6266} \text{ kg/día}$$

$$F_o = 106,77 \text{ kg/día}$$

Donde:

$$D=4 * F_o$$

$$D_o = 4 * 106,77 \text{ kg/día}$$

$$D_o = 427,10 \text{ kgH}_2\text{O/día}$$

Determinación de x_{FO} y N_{FO} :

$$x_{FO} = \frac{m_S}{m_S + m_D}$$

$$x_{FO} = \frac{79,11 \text{ kg}}{79,11 \text{ kg} + 2,22 \text{ kg}}$$

$$x_{FO} = \mathbf{0,9727}$$

$$N_{FO} = \frac{m_{INERTE}}{m_S + m_D}$$

$$N_{FO} = \frac{25,44 \text{ kg}}{79,11 \text{ kg} + 2,22 \text{ kg}}$$

$$N_{FO} = \mathbf{0,3127}$$

Determinación de x_M y N_M

Para la extracción de algarrobina en un día se necesita 427 kg de agua y 106,77 kg de algarrobo

$$x_M = \frac{m_{ALGARROBO} * x_{ALGARROBO}}{m_{ALGARROBO} * x_{ALGARROBO} + m_{ALGARROBO} * x_{AGUA} + m_{DISOLVENTE}}$$

$$x_M = \frac{106,77 \text{ kg} * 0,76}{106,77 \text{ kg} * 0,76 + 106,77 \text{ kg} * 0,02 + 427 \text{ kg}}$$

$$x_M = \mathbf{0,1590}$$

$$N_M = \frac{m_{ALGARROBO} * x_{INERTE EN EL ALGARROBO}}{m_{ALGARROBO} * x_{ALGARROBO} + m_{ALGARROBO} * x_{AGUA EN EL ALGARROBO} + m_{DISOLVENTE}}$$

$$N_M = \frac{106,77 \text{ kg} * 0,22}{106,77 \text{ kg} * 0,76 + 106,77 \text{ kg} * 0,02 + 427 \text{ kg}}$$

$$N_M = \mathbf{0,0460}$$

Determinación de N_k :

$$N_k = \frac{1}{k}$$

$$N_k = \frac{1}{0,64}$$

$$N_k = \mathbf{1,5625}$$

$$Y_{E1} = X_{R1} = 0,1590$$

Calculo del refinado

$$R = I + (D + S)$$

$$R - I = D + S \dots 1$$

$$N_K = \frac{I}{D + S} \dots 2$$

2 en 1

$$N_K = \frac{I}{R + I}$$

$$N_K(R - I) = I$$

$$N_K R - N_K I = I$$

$$N_K R = I + N_K I$$

$$N_K R = I(1 + N_K)$$

$$R = \frac{I * (1 + N_K)}{N_K}$$

Donde:

R: Refinado

I: Inerte

$$R = \frac{0,22 * 106,77 \text{ kg} * (1 + 1,5625)}{1,5625}$$

$$\mathbf{R = 39,70kg}$$

Calculo del extracto:

$$E = M - R$$

Hallando M:

$$M = F + D$$

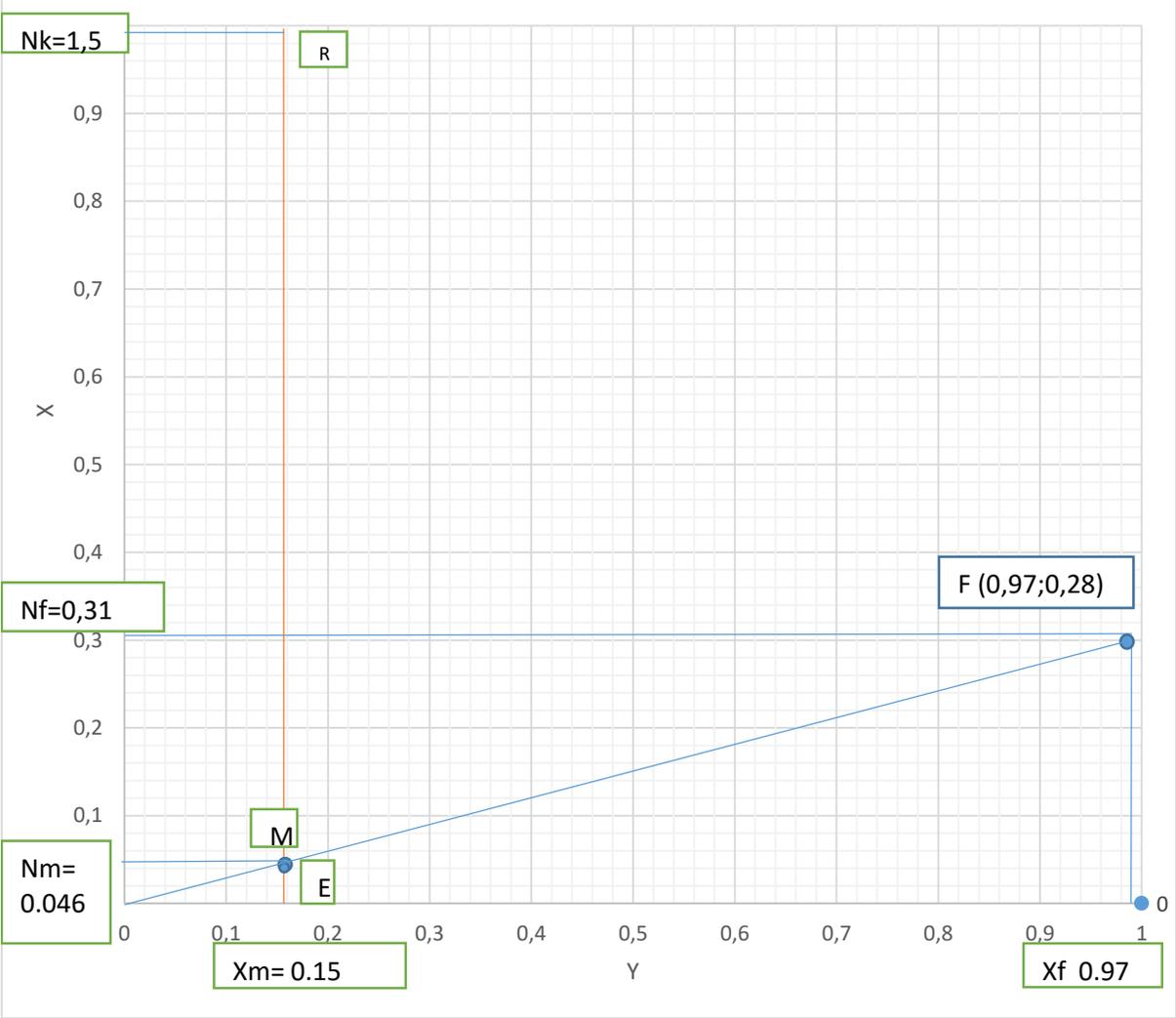
$$M = 106,77kg + 427kg$$

$$M = 533,77kg$$

$$E = 533,77kg - 39,70kg$$

$$\mathbf{E = 494kg}$$

En el siguiente grafico observamos la proyección de la extracción Solido-Liquido en el diagrama rectangular.



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

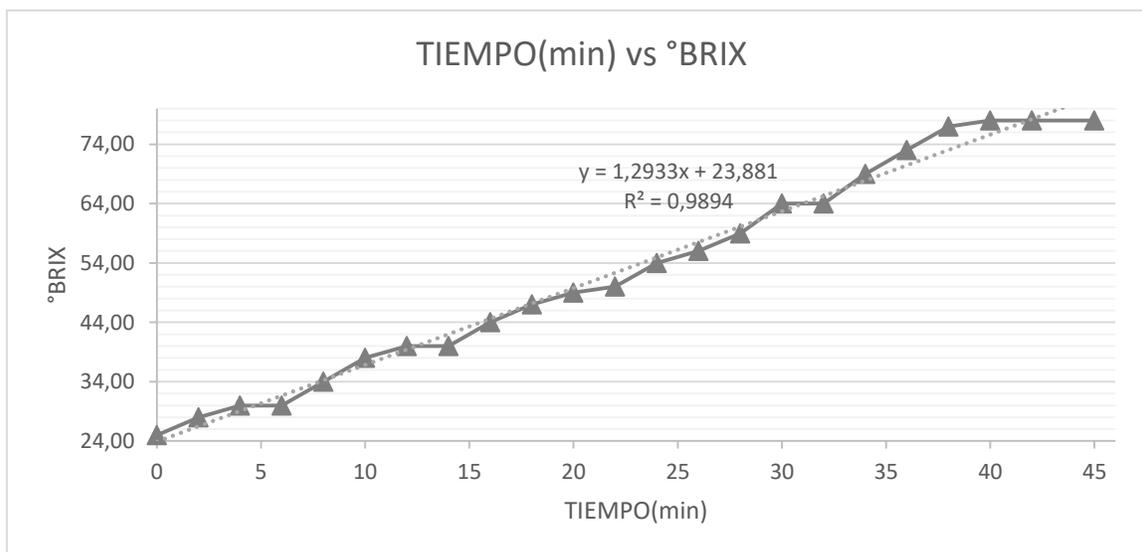
5.3.2.5.EVAPORADOR

TABLA 5.18. Tiempo vs, °Brix

N°	TIEMPO (min)	°BRIX	N°	TIEMPO (min)	°BRIX
1	0	25,00	13	24	54,00
2	2	28,00	14	26	56,00
3	4	30,00	15	28	59,00
4	6	30,00	16	30	64,00
5	8	34,00	17	32	64,00
6	10	38,00	18	34	69,00
7	12	40,00	19	36	73,00
8	14	40,00	20	38	77,00
9	16	44,00	21	40	78,00
10	18	47,00	22	42	78,00
11	20	49,00	23	45	78,00
12	22	50,00			

Fuente: Propia

FIGURA 5.35. Proyección de la evaporación



Fuente: Elaboración Propia

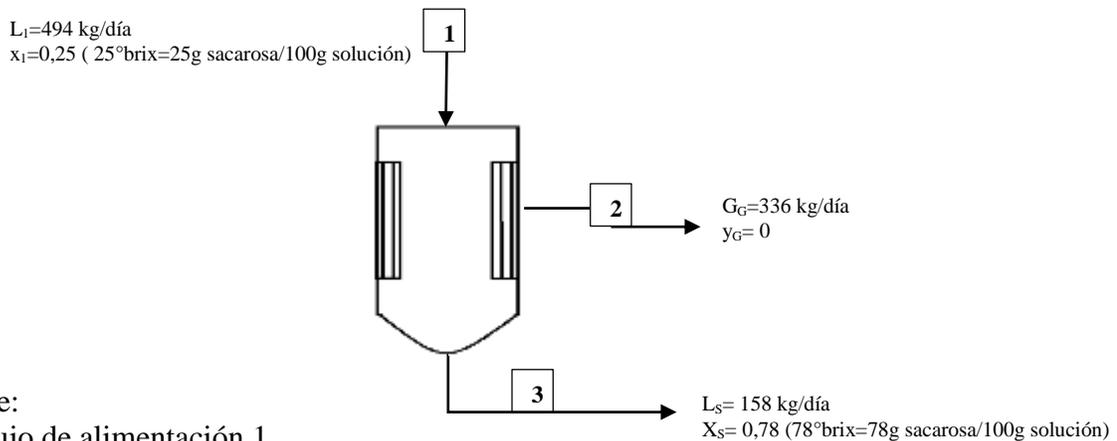
En la figura 6.33 se muestra el comportamiento de la concentración del extracto respecto del tiempo, el cual posee un comportamiento semi lineal hasta llegar a la concentración de 78°brix.

5.3.2.5.1. BALANCE DE MATERIA DEL EVAPORADOR

TABLA 5.19. Producción de algarrobina

GESTIÓN	CANTIDAD TOTAL DE BOTELLAS PRODUCIDAS DE 250 mL	VOLUMEN DE ALGARROBIN A PRODUCIDA (ml)	VOLUMEN DE ALGARROBIN A PRODUCIDA (ml/Día)	Ls (kg/Día)	L1 (kg/Día)	GG (kg/Día)
2021	88330	22524090	85319	156	487	331
2022	88939	22679339	85907	157	490	333
2023	89547	22834588	86495	158	494	335
2024	90156	22989837	87083	159	497	338
2025	90765	23145086	87671	160	500	340
PROMEDIO	89547	22834588	86495	158	494	335
DESV	963	245470	930	2	5	4
U	431	109778	416	1	2	2
U	861	219555	832	2	5	3

FIGURA 5.36. Balance en el evaporador



Donde:

L_1 =flujo de alimentación 1

x_1 = concentración de 1

G_G = agua evaporada

y_G =concentración de agua evaporada

L_s =concentrado

x_s = concentración del concentrado

$$L_1 = G_G + L_s$$

$$L_1 * x_1 = G_G * y_G + L_s * x_s$$

$$y_G = 0$$

$$L_1 * 0,25 = G_G * 0 + 158 \text{ kg/día} * 0,78$$

$$L_1 = \frac{158 \text{ kg/día} * 0,78}{0,25}$$

$$L_1 = 494 \text{ kg/día}$$

$$G_G = L_1 - L_S$$

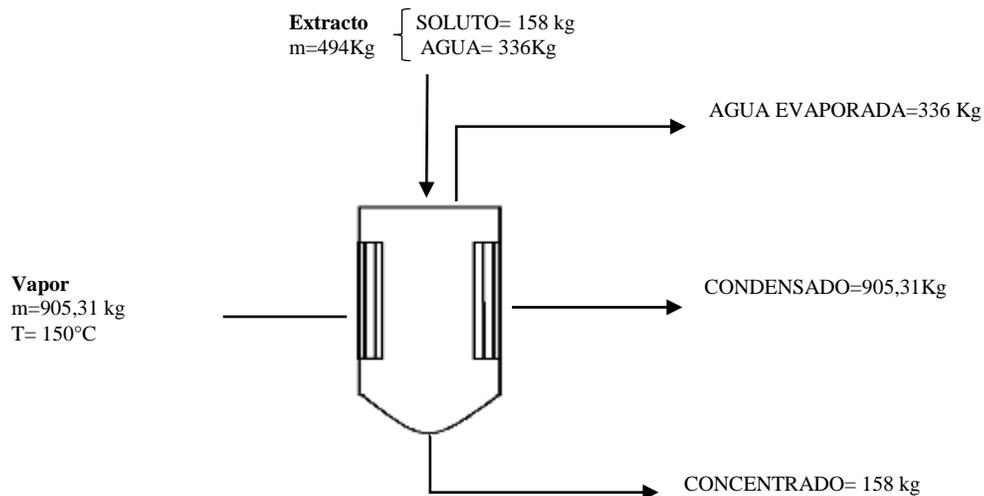
$$G_G = 494 \text{ kg/día} - 158 \text{ kg/día}$$

$$G_G = 336 \text{ kg/día}$$

5.3.2.5.2. BALANCE DE ENERGIA EN EL EVAPORADOR

Se requiere elevar la temperatura de la solución diluida desde la temperatura de alimentación hasta la de ebullición a la presión de la cámara del evaporador y luego se debe considerar la energía necesaria para llevar a ebullición y evaporar la solución.

FIGURA 5.37. Diagrama de Evaporador



Donde:

$$Q_{ENTREGADO} = Q_{ABSORBIDO}$$

$$Q_{ABSORBIDO} = m * C_p dT$$

Determinando Cp del algarrobo:

$$C_p = C_{pSOLUTO} * X_{SOLUTO} + C_{pAGUA} * X_{AGUA}$$

$$C_{pSOLUTO} = C_V = C$$

Datos:

m ALGARROBO HUMEDO=130,7 kg/dia

m ALGARROBO SECO=106,77kgdia

C= kcal/kg*°C

BH: Base húmeda

$$C = \left[\frac{HB}{100} + \frac{0,2 * (100 - HB)}{100} \right]$$

$$BH = \frac{M}{1 + M} * 100$$

Calculando M:

$$M = \frac{m_{SOLIDO HUMEDO} - m_{SOLIDO SECO}}{m_{SOLIDO SECO}}$$

$$M = \frac{130,7kg - 106,77kg}{106,77kg}$$

$$M = 0,2241$$

Determinando HB:

$$BH = \frac{0,2241}{1 + 0,2241} * 100$$

$$BH = 18,3073$$

Determinando C:

$$C = \left[\frac{18,3073}{100} + \frac{0,2 * (100 - 18,3073)}{100} \right] \frac{kcal}{kg * °C}$$

$$C = 0,3464 \frac{kcal}{kg * ^\circ C}$$

$$C = 1,0 \frac{BTU}{kg * ^\circ K} = 1,0 \frac{kcal}{kg * ^\circ C}$$

Determinando x_{AGUA} y x_{SOLUTO} :

$$x_{AGUA} = \frac{m_{AGUA \text{ EVAPORADA}}}{m_{EXTRACTO}}$$

$$x_{AGUA} = \frac{336 \text{ kg}}{494 \text{ kg}}$$

$$x_{AGUA} = 0,68$$

$$x_{SOLUTO} = \frac{m_{CONCENTRADO}}{m_{EXTRACTO}}$$

$$x_{SOLUTO} = \frac{158 \text{ kg}}{494 \text{ kg}}$$

$$x_{SOLUTO} = 0,32$$

Hallando C_p del algarrobo:

$$C_p = C_{SOLUTO} * x_{SOLUTO} + C_{AGUA} * x_{AGUA}$$

$$C_p = 0,3464 \frac{kcal}{kg * ^\circ C} * 0,32 + 1,0 \frac{kcal}{kg * ^\circ C} * 0,68$$

$$C_p = 0,7908 \frac{kcal}{kg * ^\circ C}$$

Hallando $Q_{ABSORBIDO}$:

$$Q_{ABSORBIDO} = m * C_p dT$$

$$Q_{\text{ABSORBIDO}} = 494 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * 0,7908 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} * ^\circ\text{C}} * (86 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{ABSORBIDO}} = 25783,24 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Hallando m_{VAPOR} :

$$Q_{\text{CEDIDO}} = Q_{\text{ABSORBIDO}}$$

Donde:

$$Q = m * C_p dT$$

Entonces tenemos:

$$m_{\text{VAPOR}} * C_{p\text{VAPOR}} dT = m * C_p dT$$

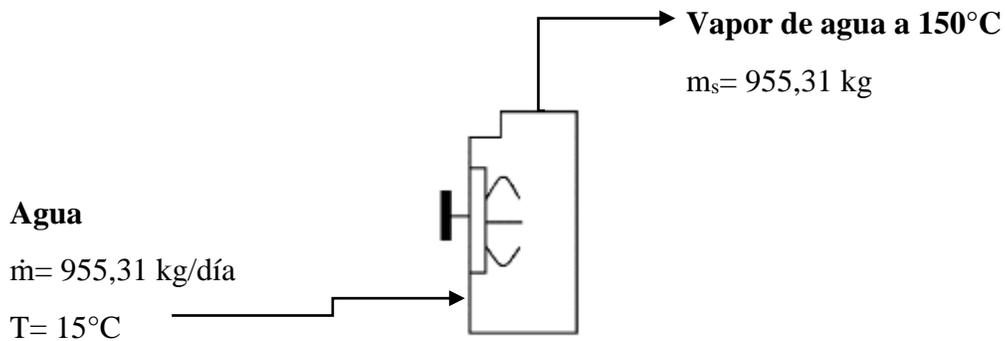
$$m_{\text{VAPOR}} = \frac{m * C_p dT}{C_{p\text{VAPOR}} dT_{\text{VAPOR}}}$$

$$m_{\text{VAPOR}} = \frac{494 \text{kg} * 0,7908 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} * ^\circ\text{C}} (86 - 20)^\circ\text{C}}{0,4450 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} * ^\circ\text{C}} * (86 - 150)^\circ\text{C}}$$

$$m_{\text{VAPOR}} = 905,31 \text{ kg}$$

5.3.2.5.3. BALANCE DE ENERGÍA Y MATERIA EN EL CALDERO

FIGURA 5.38. Diagrama de Caldero



Determinación de H_p de caldeo

$$HP = \frac{m_s * (h - h_f)}{543,4 * 15,66}$$

Donde:

h: entalpia de 1kg de vapor a la presión y calidad o temperatura en kcal/kg

hf: entalpia del líquido de 1kg de agua de alimentación en las condiciones en que dicha agua llega a la caldera en kcal/kg

Por tablas:

Vapor de Agua Saturado- Temperatura	
Temp (°C)	Entalpia (hf)
15	62,99
Vapor de Agua Sobrecalentado	
P=0,1MPa (99,63)	
Temp (°C)	Entalpia (h)
150	2776,4

$$HP = \frac{955,31 \frac{kg}{dia} * (2776,4 - 62,982) \frac{kJ}{kg}}{543,4 \frac{kcal}{kg} * \frac{1000cal}{1kcal} * \frac{4,1868J}{1cal} * \frac{1kJ}{1000J} * 15,66 \frac{kg}{dia}}$$

$$HP = 72,7$$

Calculo de la superficie de caldeo

Las calderas pequeñas están basadas en 0,93m² de superficie de caldeo por HP de caldera

$$S = 72,7 HP * \frac{0,93m^2}{1HP}$$

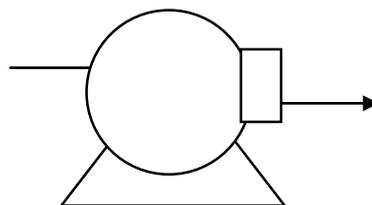
$$S = 67,66m^2$$

Balace de materia y energía en la bomba

$$\dot{m}=1382,31 \text{ kg/día}$$

$$P_1=100 \text{ kPa}$$

$$T_1=15^\circ\text{C}$$



$$P_2=200 \text{ kPa}$$

$$T_2=15^\circ\text{C}$$

Calculo de la potencia requerida:

$$\dot{W} = \underline{\omega} * \dot{m}$$

Donde:

$\underline{\omega}$: Trabajo requerido (kJ/kg)

\dot{m} : flujo másico de agua utilizada (kg/día)

Balance de materia y energía en la bomba en estado estacionario, entre los puntos 1 y 2

$$\left(H_1 + \frac{1}{2} * \frac{v_1^2}{g_c} + \frac{g * z_1}{g_c} \right) - \left(H_2 + \frac{1}{2} * \frac{v_2^2}{g_c} + \frac{g * z_2}{g_c} \right) + \cancel{Q} - \underline{\omega} = 0$$

$$H_1 - H_2 = \underline{\omega}$$

Donde:

$$-\underline{\omega} = V * (P_2 - P_1)$$

Por tablas:

Temp T(°C)	Volumen Especifico	
	Liq. Sat. v _f	Vap. Sat. v _g
15	0,001001	77,93

$$-\underline{\omega} = 0,001001 \frac{m^3}{kg} * (200 - 100)kPa * \frac{1,033kg_f * (100)^2 cm^2}{1kPa * cm^2 * m^2} * \frac{9,8066J}{kg_f - m} * \frac{kJ}{1000J}$$

$$-\underline{\omega} = 10,1426 \frac{kJ}{Kg}$$

$$-\dot{W} = \underline{\omega} * \dot{m}$$

Tiempo de trabajo de la bomba de agua 1hora por día

$$-\dot{W} = 10,1426 \frac{kJ}{Kg} * 1382,31 \frac{kg}{dia} \frac{1 dia}{1h} * \frac{1h}{3600s}$$

$$-\dot{W} = 3,895Kw * \frac{1 Hp}{0,7457 kw}$$

$$-\dot{W} = 5,2 Hp$$

5.3.3. DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA (LAY OUT)

En cuanto al diseño propiamente dicho, se puede mencionar que la distribución de ambientes será adecuada respondiendo a los requerimientos de proceso de producción, en cuanto a la línea misma de producción, una vez determinados los productos a elaborar, en base a criterios técnicos propios de la tecnología e ingeniería de alimentos se realizan las siguientes consideraciones:

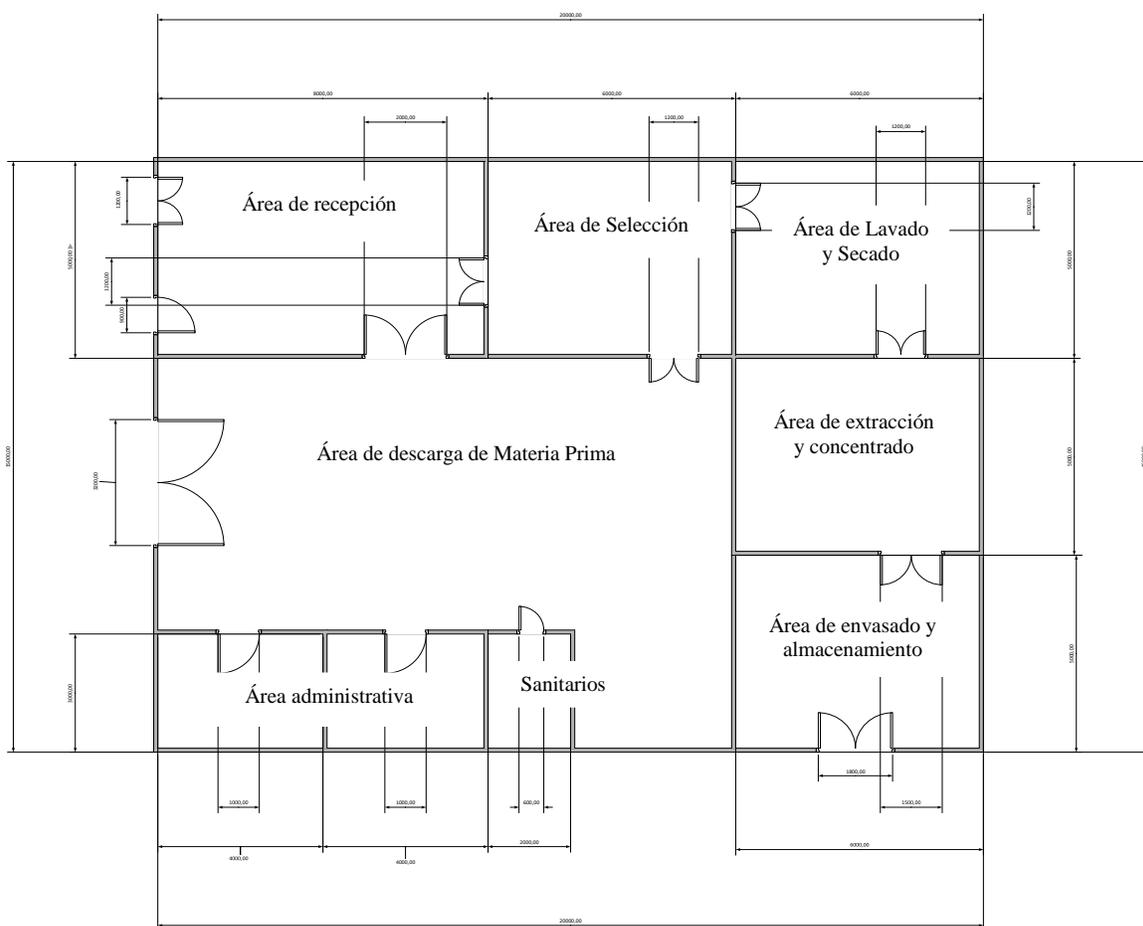
La infraestructura en sí se considerará como una Planta con ambientes de espacios bien distribuidos y definidos por áreas, como parte del diseño arquitectónico se consideraron los detalles constructivos necesarios y cumpliendo normas específicas para plantas de procesamiento de alimentos, como: pisos resistentes, lisos, que faciliten la limpieza y con buenas propiedades de adherencia y con una pendiente de 1.5 a 2% hacia los drenajes; ventanas con capacidad de cierre hermético que evitará el ingreso de insectos, animales u otros agentes contaminantes. De igual manera, las paredes interiores estarán revestidas por cerámica adecuada para el permanente lavado.

El diseño considera un sistema de ventilación que permita una adecuada temperatura en el interior de la Planta. Así mismo, este sistema de ventilación tendrá la capacidad de reducir la concentración de aromas, gases y vapores generados internamente, que puedan contaminar

los productos. De esta manera, se mantendrá un control de temperatura, acorde para el adecuado desempeño de las labores del personal y que garanticen el procesamiento de productos con higiene y de calidad.

De acuerdo a normas del SENASAG, se deben considerar instalaciones sanitarias para el personal de la Planta. Estas instalaciones deben contar con inodoros, lavamanos y duchas con provisión de agua caliente. Asimismo, el personal debe contar con vestuarios y guardarpapas.

FIGURA 5.39 Distribución de la planta

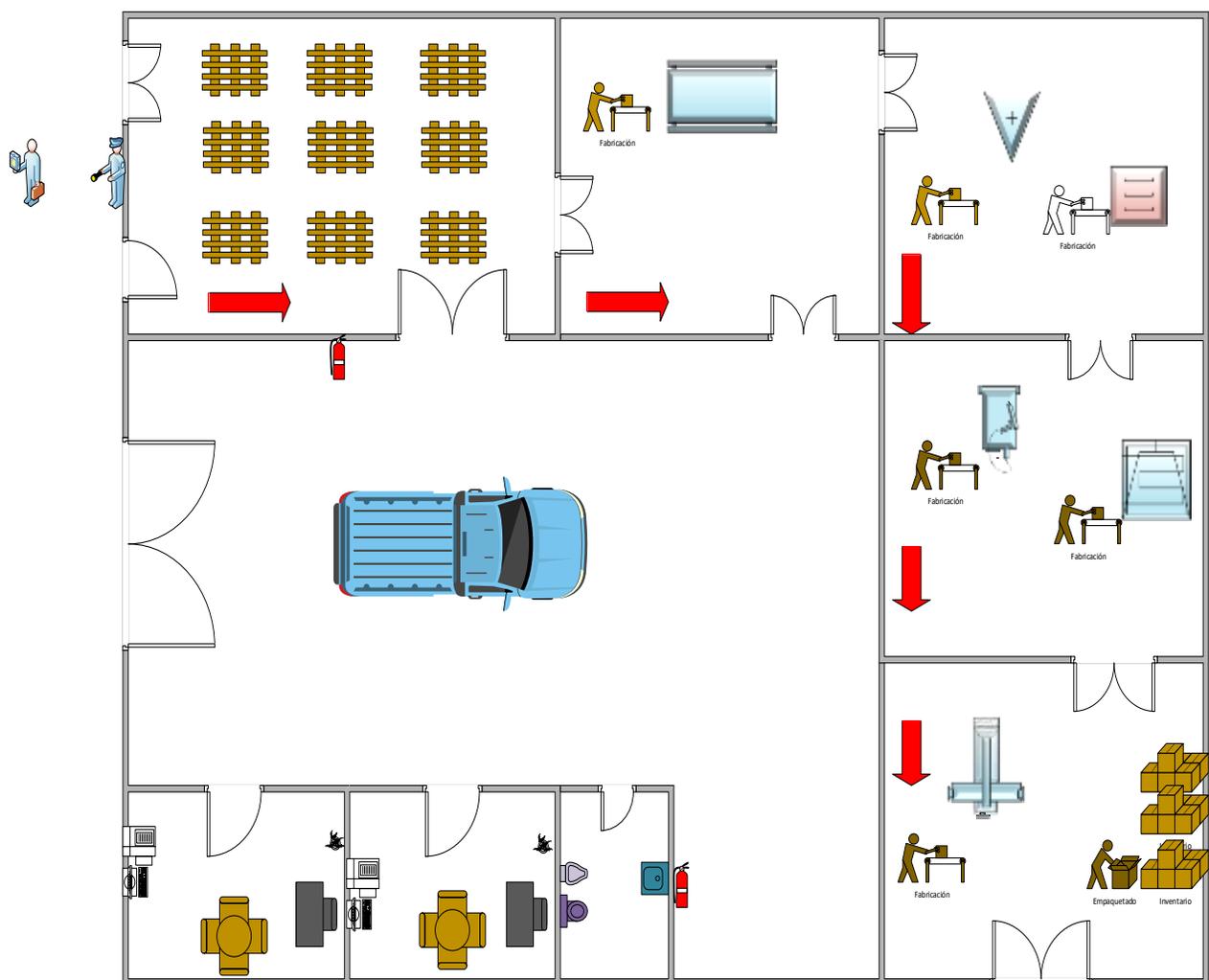


Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

La planta contará con los siguientes sistemas:

- Recepción.
- Almacenes de insumos
- Almacenes de producto terminado
- Depósitos de almacenamiento.
- Línea de producción de algarrobina.
- Procesos de limpieza de equipos e instalaciones.

FIGURA 5.40 Recorrido de la planta



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

5.3.3.1. DIAGRAMAS DE PROCESO

5.3.3.1.1. DIAGRAMA ANALÍTICO

TABLA 5.20 Tabla analítica de recepción de la Materia Prima

CURSOGRAMA ANALITICO		MATERIAL (Método Actual)					
Diagrama N°1 -Hoja N°1 de 1		RESUMEN					
Producto: Recepcion del algarrobo		ACTIVIDAD			PROPUESTO		
Actividad: Recepción del algarrobo		Operación		8	Recepción del algarrobo - control de calidad - escojo- almacenaje		
		Transporte		1			
		Espera		0			
Método: Actual - propuesto		Inspección		1			
Ubicación: Planta de algarrobina		Almacén		1			
DETALLES DEL PROCESO		Cantidad	Tiempo [min]	Distancia [m]	Simbolos		OBSERVACIONES
1	Recepción en el centro de acopio	60 kg/día 800 kg/ semestre	60				manual e individual
2	Transporte desde el centro de acopio	1 camioneta		100000 aprox			con carro
3	Llegada del algarrobo a la planta		120				almacen
4	Control de calidad		10				sensorial, organoleptico, pesaje
5	selección de algarrobo		30				por peso y visual
6	Registrar la cantidad de algarrobo recepcionado	60 kg/h	60				Volumen según proveedor
7	Almacenamiento de algarrobo	60 kg/h	30				Temperatura ambiente
8	Dosificación de algarrobo según plan de producción		30				Según tipo de producto
Total minutos			340				
Total horas			5,7				
Total días			1/4				
Total distancia [m]				0			
Operarios			1				
Tiempo [hrs. -hom.]							
Costo Mano de obra			2500				

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 5.21 Diagrama analítico del proceso de obtención de algarrobina

CURSOGRAMA ANALITICO		MATERIAL (Método Actual)							
Diagrama N°1 -Hoja N°1 de 1		RESUMEN							
Producto: Algarrobina		ACTIVIDAD		PROPUESTO					
Actividad: Elaboración de algarrobina		Operación		9	Selección -Troceado o reducción de tamaño- Lavado -Secado - extracción- evaporación o concentrado-Control de calidad - envasado aséptico				
Método: Actual - propuesto		Transporte		4					
Ubicación: Planta de algarrobina		Espera		0					
		Inspección		2					
		Almacén		2					
DETALLES DEL PROCESO		Cantidad	Tiempo [min]	Distancia [m]	Símbolos			OBSERVACIONES	
									
1	Palets de almacenamiento de algarrobo	400-700 kg/año 60 kg/día	30						manual e individual
2	Transporte del algarrobo a la troceadora	60 kg	5						manual e individual
3	Lavado de algarrobo		30						manual e individual
	Transporte de algarrobo a tanque extractor		5						manual e individual
4	Proceso de extracción		180						Marmita
5	Proceso de concentración de algarrobina		120						Marmita concentradora
6	Transporte del extracto al laboratorio para su respectivo análisis		5						manual e individual
7	Control de calidad		30						laboratoristas
8	Envasado de algarrobina	bottellas de 250 ml	15						Sellado envase y parametros
9	Embalaje de producto		15						En cajas de 12 u
10	Transporte a almacén		5						Carro de mano
11	Apilar en almacén		15						De 12c cajas
12	Almacenamiento a temperatura ambiente		10						
13	Control de calidad		15						Control de parametros
14	Distribución y venta								
	Total minutos		480						
	Total horas		8,00						
	Total días		1/3						
	Total distancia [m]								
	Total				9	4	0	2	2
	Operarios	4							
	Tiempo[hrs.-hom.]								
	Costo Mano de obra	10000							
	Costo Insumos	0							
	Costo energía	15000							
	Costo Total Bs.	25000							
	Bottellas producidas	30360							
	Costo producción Bs	3,9							
	Precio de venm. Bvl	16							
	INGRESOS TOTALES, Bs	485760							

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

5.3.3.2. MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROCESO

5.3.3.2.1. PLAN DE PRODUCCIÓN

TABLA 5.22. Producción de producto por kg/día

GESTIÓN	BOTELLAS DE 250mL PRODUCIDAS	VOLUMEN TOTAL PRODUCIDO (mL)	MASA PRODUCIDA TOTAL (Kg)	MASA PRODUCIDA TOTAL DE 78° BRUX (Kg/Día)	MASA PRODUCIDA TOTAL DE 25° BRUX (Kg/Día)	ALGARROBA (kg/Día)	DISOLVENTE AGUA REQUERIDA EN EL PROCESO (kg/Día)
2021	88330	22524090	41199,7	156,1	486,9	105,2	421,0
2022	88939	22679339	41483,7	157,1	490,3	106,0	423,9
2023	89547	22834588	41767,7	158,2	493,6	106,7	426,8
2024	90156	22989837	42051,6	159,3	497,0	107,4	429,7
2025	90765	23145087	42335,6	160,4	500,3	108,1	432,6
PROMEDIO	89547	22834588	41767,7	158,2	493,6	106,7	426,8
DESV	963	245470	449,0	1,7	5,3	1,1	4,6
u	431	109778	200,8	0,8	2,4	0,5	2,1
U	861	219555	401,6	1,5	4,7	1,0	4,1

La tabla 5.22. Muestra la cantidad de producto producido, la cantidad de materia prima, agua requeridas para la producción de algarrobina por día.

5.3.3.2.2. EFICIENCIA

Es la proporción de la producción real de un proceso en relación con algún parámetro, como ser los tiempos que ya fueron preestablecidos en los diagramas analíticos presentados anteriormente, a continuación, se muestra la relación de los distintos tiempos.

FIGURA 5.41 Relación de los tiempos de producción

$$MCE = \frac{\text{Tiempo de procesamiento}}{(\text{Tiempo de procesamiento} + \text{Tiempo de desplazamiento} + \text{Tiempo de Inspección} + \text{Tiempo de espera} + \text{Otro tiempo que no agrega valor})}$$

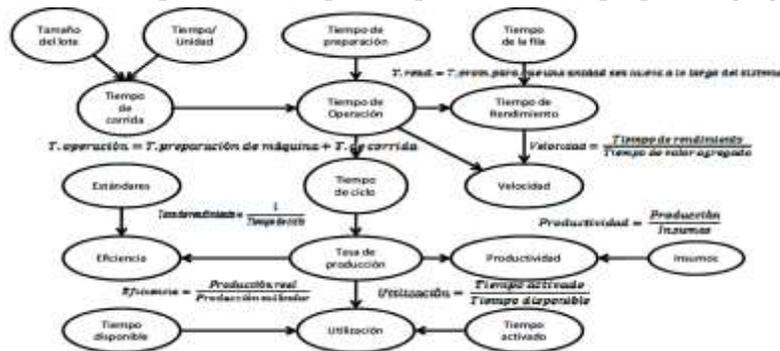


FIGURA 5.42 Tiempo del proceso de producción de algarrobina

Tiempo total disponible (01 turno= 480 min)					
Horas programadas para trabajar (480 min)			Capacidad no vendida (CNV)=[min]		
Tiempo total trabajado (TTT) = 480 min		Perdidas por rendimiento = [min]	Paros no programados (PNP)=[min]	Paros programados (PP)=[min]	Capacidad no vendida (CNV)=[min]
Tiempo de operación neta=[min]	Tiempo de operación eficaz=[min]				
Perdidas por defectos = [min]		Sin plan de mantenimiento, ni programa de producción ni capacitación.		Con planificación de la producción, inducción, capacitación y buenas prácticas de manufactura	
Perdidas por defectos = [min]		Con planificación de la producción, inducción, capacitación y buenas prácticas de manufactura		Con planificación de la producción, inducción, capacitación, plan de mantenimiento y buenas prácticas de manufactura	
Tiempo total disponible (01 turno=480 min)	TTD=	480	480	480	480
Tiempo total trabajado	TTT=	180	360	480	480
Tiempo de paradas no programadas	TPNP=	120	60	0	0
Tiempo de parada programada	TPP=	60	0	0	0
Tiempo de capacidad no vendida (no se realiza tareas, durante este periodo se tiene disponibilidad total)	TCNV=	120	60	0	0
Producción teórica [Unidades relativas]	PT=	100	100	100	100
Producción real [Unidades relativas]	PR=	90	90	100	100
Producción obtenida sin observaciones [Unidades relativas]	PO=	85	88	100	100
Indicador de tiempo	T=	0,5000	0,8571	1	1
Indicador de velocidad	V=	0,9	0,9	1	1
Indicador de calidad	C=	0,9444	0,9778	1	1
	EFICIENCIA A	0,4250	0,7543	1	1
	EFICIENCIA [%]	43%	75%	100%	100%

Para la reducción del tiempo de rendimiento del proceso se debe considerar los siguientes aspectos una vez colocada puesta en marcha la planta:

- Desempeñar actividades en paralelo
- Cambiar secuencia de actividades
- Reducir las interrupciones.
- El personal encargado de planta debe planificar con antelación la producción y comunicarla inmediatamente a los subalternos para que estos vayan ejecutando las labores a realizar.
- Ejecutar la planificación de la producción, inducción, capacitación, plan de mantenimiento y buenas prácticas de manufactura.

El tiempo afecta no sólo al sistema de producción, sino a toda la empresa. El tiempo para comercializar y el momento en que ocurre son particularmente cruciales en el desarrollo de nuevos productos. El tiempo para comercializar es el tiempo que transcurre desde la concepción de un producto hasta que llega al mercado. Este periodo debe reducirse lo más que se pueda para que se introduzca al mercado en un buen momento.

La disminución del tiempo adquiere cada vez más importancia en el nuevo mundo industrial debido a que el tiempo es un elemento primordial en la satisfacción del cliente. Se hace referencia aquí a todos los clientes, internos y externos, en términos tanto del tiempo de entrega como de la fecha de entrega. En el pasado, eventualmente se hacía la entrega. Hoy la entrega es la fuerza que controla todo el sistema para asegurar la satisfacción de todos los clientes.

Calidad => Tiempo => Costo

CAPITULO 6.

ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO

“Lo más incomprensible del mundo es el impuesto sobre la renta”

Frases de: A. Einstein

6. ANÁLISIS ECONÓMICO- FINANCIERO

Se trata de contabilizar el presupuesto o inversión de un proyecto con la finalidad de determinar indicadores que nos permite visibilizar el entorno o recuperación de dicha inversión.

TABLA 6.1. Cuadro costos

ITEMS	AÑO 1 90%	AÑO 2 93%	AÑO 3 96%	OBSERVACIONES
Materiales Directos	46304	47847	51449	COSTO VARIABLE
Mano de Obra Directa	54000	55800	60000	COSTO FIJO
Costo Indirecto de Fabricación	541962	560028	602180	COSTO VARIABLE
Costo de Fabricar	641666	663055	712962	
Costo de Administrar	256666	265222	285185	COSTO FIJO
Costo de Comercializar	192500	198916	213889	COSTO FIJO
Costo Total	1090832	1127193	1212035	
Utilidad	530082	547752	588980	
impuestos 25%	132521	136938	147245	
Utilidad Neta	1586459	1639341	1762733	

6.1. INDICADORES DE EVALUACIÓN

6.1.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

$$VAN = -\frac{FN_0}{(1+i)^0} + \frac{FN_1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{FN_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

i: Es el tipo de interés

n: Número de periodos considerado

FN₀: Representa el flujo de desembolso inicial de la inversión

FN_n: Representa los flujos de caja en cada periodo

$$VAN = -\frac{6269537 Bs}{(1 + 0,115)^0} + \frac{1793448 Bs}{(1 + 0,115)^1} + \frac{1805813 Bs}{(1 + 0,115)^2} + \frac{1818157 Bs}{(1 + 0,115)^3} + \frac{1830523 Bs}{(1 + 0,115)^4} + \frac{1842888 Bs}{(1 + 0,115)^5}$$

$$VAN = 356775 Bs$$

6.1.2. TAZA DE INTERÉS DE RETORNO (TIR)

$$TIR = \sum \frac{FN_n}{(1 + i)^n} = 0$$

Donde:

i: Es el tipo de interés

n: Número de periodos considerado

FNo: Representa el flujo de desembolso inicial de la inversión

FNn: Representa los flujos de caja en cada periodo

$$TIR = -\frac{6269537 Bs}{(1+0,14)^0} + \frac{1793448 Bs}{(1+0,14)^1} + \frac{1805813 Bs}{(1+0,14)^2} + \frac{1818157 Bs}{(1+0,14)^3} + \frac{1830523 Bs}{(1+0,14)^4} + \frac{1842888 Bs}{(1+0,14)^5} = 0$$

$$TIR = 14\%$$

6.1.3. RELACIÓN COSTO-BENEFICIO

$$\frac{B}{C} = \frac{\frac{B_1}{(1+i)^1} + \frac{B_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{B_n}{(1+i)^n}}{\frac{C_0}{(1+i)^0} + \frac{C_1}{(1+i)^1} + \frac{C_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1+i)^n}}$$

Donde:

i: Es el tipo de interés

n: Número de periodos considerado

FNo: Representa el flujo de desembolso inicial de la inversión

FNn: Representa los flujos de caja en cada periodo

$$\frac{B}{C} = \frac{\frac{539540 Bs}{(1 + 0,115)^1} + \frac{551905 Bs}{(1 + 0,115)^2} + \frac{564250 Bs}{(1 + 0,115)^3} + \frac{576615 Bs}{(1 + 0,115)^4} + \frac{588980 Bs}{(1 + 0,115)^5}}{-\frac{6269537 Bs}{(1 + 0,115)^0} + \frac{1793448 Bs}{(1 + 0,115)^1} + \frac{1805813 Bs}{(1 + 0,115)^2} + \frac{1818157 Bs}{(1 + 0,115)^3} + \frac{1830523 Bs}{(1 + 0,115)^4} + \frac{1842888 Bs}{(1 + 0,115)^5}}$$

$$\frac{B}{C} = 5,75$$

$$\frac{C}{B} = \frac{1}{\frac{B}{C}}$$

$$\frac{C}{B} = \frac{1}{5,75}$$

$$\frac{C}{B} = 0,17$$

CAPITULO 7.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

“La historia de las ciencias nos demuestra que las teorías son perecederas. Con cada nueva verdad revelada, tenemos una mejor comprensión de la naturaleza y nuestras concepciones, y nuestro punto de vista, se modifican”

Frases de: Nicolás Tesla

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

Mediante un estudio de mercado de algarrobina aplicando una encuesta y degustación aplicada a 40 personas se determinó una aceptación de producto del 98% donde: el 27,50% de las personas lo compararon con miel de caña, 7,50% de las personas lo compararon con miel de abeja y el resto de las personas consideran que es un producto novedoso.

Asimismo se identificó un nicho de mercado de 50 personas en la ciudad de La Paz con una disponibilidad a pagar de 25Bs

Mediante mediciones químicas consistentes en mediciones instrumentales (FAAS, UV-VIS), gravimétricas y volumétricas de la materia prima se determinó la composición promedio de algarroba como: calcio (0,06%), sodio (0,06%), magnesio (0,02%), potasio (1,79%), hierro (2,57%), zinc (0,03%), fósforo (0,76%), azúcares reductores de 5,28% y azúcares hidrolizados de 63,75%, humedad (20%) y material inerte (22,77%)

Asimismo la caracterización física de la materia prima se realizó mediante mediciones físicas y organolépticas dio como resultado un promedio de fruto de: 170 mm de largo, 12mm de ancho y 7 mm de espesor y donde la materia prima cuenta con una apariencia carnosa, muy dulce, amarilla con manchas moradas, generalmente recta, poco gruesa y aplanada; con 17 a 20 semillas elipsoides, castañas y con una pasta dulce dentro.

Mediante pruebas exploratorias e identificación de las mejores condiciones de proceso, se aplicó extracciones sólido-líquido a muestras de 0,5 a 1 kg, con una k igual a 0,64, una relación de materia prima y disolvente (agua) de 1:4, determinando las mejores condiciones de proceso como: refinado 37,74 kg, disolvente 427kg, extracto 494kg y materia prima de

106,7kg para la producción de 334 unidades de 250ml por día con una densidad de 1,83 g/ml y 78°brix.

Asimismo se determinó el tamaño y localización de la planta mediante tratamiento estadístico lineal de la demanda en la población de La Paz tomando en cuenta un 3%, como muestra estadística, evaluando factores de micro y macro localización por el método por puntos considerando ítems como energía eléctrica, gas, transporte, entre otros donde la suma de la puntuación de los ítems más altas es de 1750 correspondiente a la ciudad de La Paz-El Alto Villa Adela Distrito-3 Zona Paraíso I con una extensión superficial de 300m³.

Mediante balances de masa y energía se determinó el proceso de ingeniería del proyecto como: masa de materia prima de 128,04kg que ingresa al molino de engranes sigue al secador de bandejas que será alimentado con 185,42kg de aire caliente a 60°C que pasa por un intercambiador de calor que es alimentado por un compresor de aire a presión de 300kPa y 6,23 Hp , al extracto con una relación de 1:4 de materia prima (106,7kg) y disolvente (427kg), luego al evaporador (evaporando 336 kg de agua para concentrar la solución a 78°Brix)y posteriormente al envasador envasando el último año con 90765 unidades procesadas, contando con un proceso de circulación de vapor de agua a 150°C que es suministrado por un caldero de 72,7 Hp y una masa de vapor de agua 905,31 kg el cual es alimentado por una bomba de agua de 5,2Hp.

Asimismo mediante el análisis económico-financiero y cálculo de indicadores, se determinó la pre factibilidad del proyecto con un VAN de 298392 Bs, TIR del 14% y relación Costo-Beneficio cuenta con un 0,17.

7.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un estudio más profundo de los gorgojos que depredan los algarrobos los cuales llegan a ser desaprovechados los beneficios de la materia prima el cual contiene azucares naturales también es necesario desarrollar y promover nuevos productos con dicha materia prima que es utilizado principalmente al consumo animal en la alimentación de vacunos, cerdos, cabras y conejos,

CAPITULO 8.

ANEXOS

“En una reacción química la suma de la masa de reactivos es igual a la suma de la masa de los productos”

Frases de: Antoine – Laurent Lavoisier (1743-1794)

FIGURA 8.1. Miel de abeja adulterada



En la figura 8.1. Se muestra una **miel adulterada** tiene una consistencia líquida, menos viscosa y con un aroma fuerte artificial o en algunos casos casi nulo, dependiendo de los aditivos que se utilizaron para su elaboración. La miel adulterada carece de nutrientes y solo aporta azúcares vacíos al organismo. La miel es un alimento energizante natural, con altas cualidades nutritivas, se comenzó a consumir mucho antes del descubrimiento de la caña de azúcar.

DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS INORGÁNICOS

TABLA 8.1. Resultado de análisis de minerales por absorción atómica

ELEMENTO	VOLUMEN DE AFORO(ml)	LECTURAS A.A. (mg/L)	DILUCIONES	m_{MUESTRA} (mg)	CONTENIDO %
SODIO	100	0,1630	0,0500	563,6000	0,0578
CALCIO	100	0,3522	0,1000	563,6000	0,0625
MAGNESIO	100	0,1424	0,1000	563,6000	0,0253
POTASIO	100	0,4029	0,0040	563,6000	1,7872
HIERRO	100	0,5790	0,0040	563,6000	2,5683
ZINC	100	0,1578	0,1	563,6000	0,0280

TABLA 8.2. Resultado de análisis de fósforo UV-VIS:

C (mg P /L)	ABS.
0,0000	0,0000
0,0500	0,0220
0,2500	0,0820
0,5000	0,1520
0,7500	0,2330
1,0000	0,2950

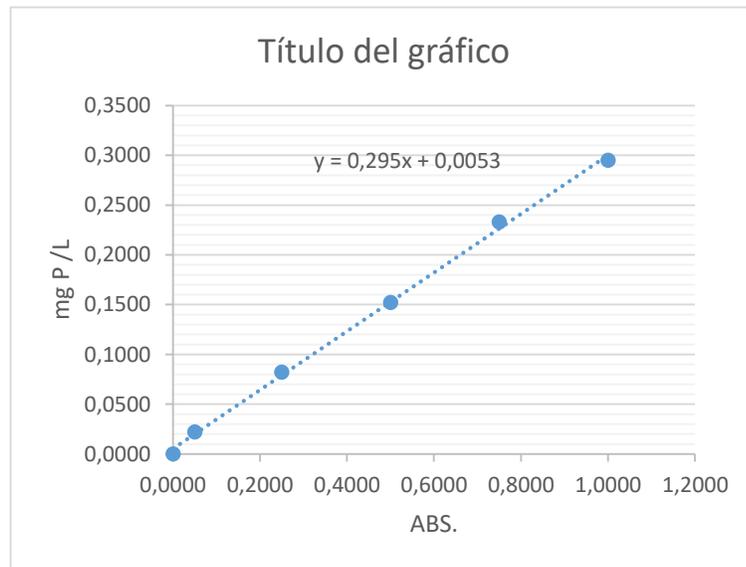


TABLA 8.3, Resultados de fósforo en %.

ANÁLISIS DE LA MUESTRA	
C (mgP/L) MUESTRA SIN DILUCIÓN	0,7285
DILUCIÓN	0,1
ABS.	0,2202
C (mgP/L)	7,2847
C (mgP/kg)	7581,91
%	0,76

Imágenes del proceso del producto:

FIGURA 8.2. Seleccionado



FIGURA 8.3 Algarrobos no aptos para el proceso



FIGURA 8.4 Lavado



FIGURA 8.5. Troceado



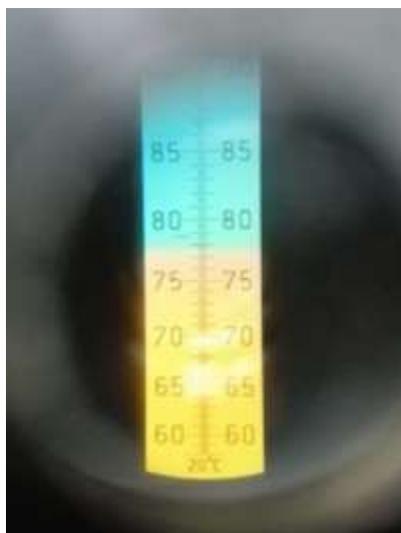
FIGURA 8.6. Secado



FIGURA 8.7 Extracción Sólido-Líquido



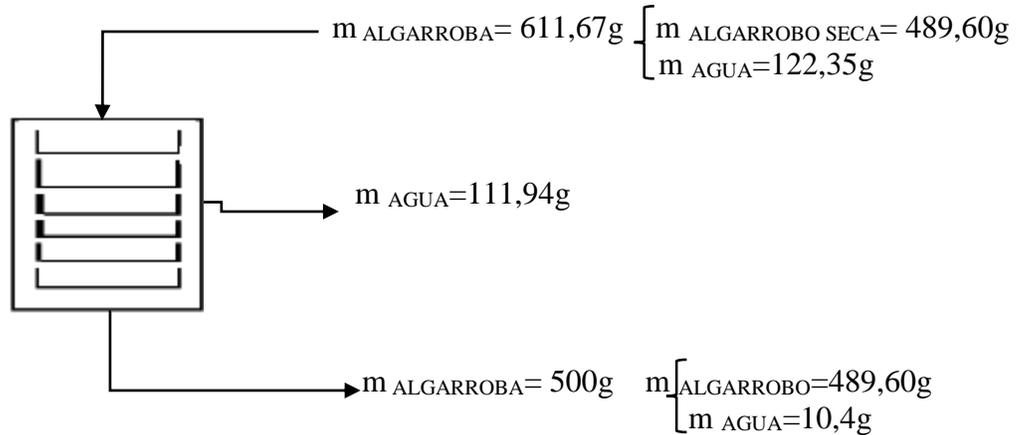
FIGURA 8.8 Concentrado



Balance de materia y energía de pruebas realizadas en laboratorio:

Realizando el balance de materia

FIGURA 8.9 Diagrama de secado



DATOS

- % HUMEDAD TEORICA = 20%
- % HUMEDAD PRACTICA = 1,7%
- $m_{\text{SECA PRACTICA}} = 500\text{g}$

Determinando m_{TOTAL} y $m_{\text{SECA TOTAL}}$ según las ecuaciones:

$$\% \text{HUMEDAD TEORICA} = \frac{m_{\text{TOTAL}} - m_{\text{SECA TOTAL}}}{m_{\text{TOTAL}}} * 100\% \dots\dots\dots 1$$

$$\% \text{HUMEDAD PRACTICA} = \frac{m_{\text{SECA PRACTICA}} - m_{\text{SECA TOTAL}}}{m_{\text{TOTAL}}} * 100\% \dots\dots\dots 2$$

Reemplazar datos en la ecuación 2 se despeja m_{TOTAL}

$$1,7\% = \frac{500\text{g} - m_{\text{SECA TOTAL}}}{m_{\text{TOTAL}}} * 100\%$$

$$0,017 * m_{\text{TOTAL}} = 500\text{g} - m_{\text{SECA TOTAL}}$$

$$m_{\text{TOTAL}} = \frac{500\text{g} - m_{\text{SECA TOTAL}}}{0,017} \dots\dots\dots 3$$

Reemplazar datos y ecuación 3 en 1

$$20\% = \frac{\frac{500\text{g} - m_{\text{SECA TOTAL}}}{0,017} - m_{\text{SECA TOTAL}}}{\frac{500\text{g} - m_{\text{SECA TOTAL}}}{0,017}} * 100\%$$

$$0,20 = \frac{500g - m_{SECA\ TOTAL} - 0,017m_{SECA\ TOTAL}}{0,017} = \frac{500g - m_{SECA\ TOTAL}}{0,017}$$

$$0,20 = \frac{500g - m_{SECA\ TOTAL} - 0,017m_{SECA\ TOTAL}}{500g - m_{SECA\ TOTAL}}$$

$$0,20(500g - m_{SECA\ TOTAL}) = 500g - 1,017m_{SECA\ TOTAL}$$

$$100g - 0,20m_{SECA\ TOTAL} = 500g - 1,017m_{SECA\ TOTAL}$$

$$1,017m_{SECA\ TOTAL} - 0,20m_{SECA\ TOTAL} = 500g - 100g$$

$$m_{SECA\ TOTAL} = \frac{500g - 100g}{0,817}$$

$$m_{SECA\ TOTAL} = 489,60g$$

Determinando m_{TOTAL} de la ecuación 3

$$m_{TOTAL} = \frac{500g - 489,60g}{0,017}$$

$$m_{TOTAL} = 611,76g$$

Realizando balance de energía:

El valor de la energía térmica viene dada por:

$$q = h \cdot A \cdot (T_{AIRE\ CALIENTE} - T_{SUPERFICIE\ DEL\ PRODUCTO})$$

Donde:

q: flujo de calor (W)

h: coeficiente de transmisión de calor por convección ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

A: área superficial expuesto al aire caliente (m^2)

$T_{AIRE\ CALIENTE}$: temperatura del aire caliente ($^\circ C$)

$T_{SUPERFICIE\ DEL\ PRODUCTO}$: temperatura de la superficie del producto ($^\circ C$)

TABLA 8.4 Material conductividad térmica

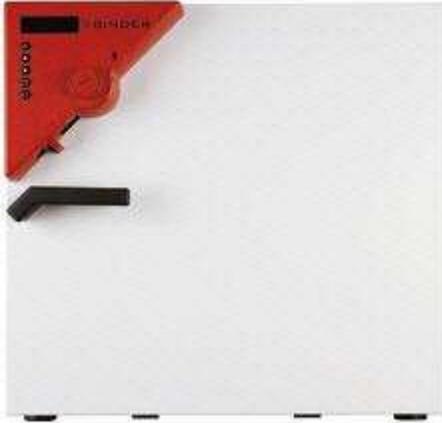
Material Conductividad Térmica (W/m.K)			
Acero	47-55	Hierro	1,7
Agua	0,58	Ladrillo	0,80
Aire	0,02	Ladrillo refractario	0,47-1,05
Alcohol	0,16	Latón	81-116
Alpaca	29,1	Litio	301,2
Aluminio	209,3	Madera	0,13
Amianto	0,04	Mercurio	83,7
Bronce	116-186	Mica Moscovita	0,72
Cinc	106-140	Niquel	52,3
Cobre	372,1-385,2	Oro	308,2
Concreto	0,80	Parafina	0,21
Corcho	0,04-0,30	Plata	406,1-418,7
Estaño	64,0	Plomo	35,0
Fibra de vidrio	0,03-0,07	Vidrio	0,6-1,0
Glicerina	0,29	Piel humana	0,37

Datos:

$$T_{\text{AMBIENTAL}}=18^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{SECADOR}}=60^{\circ}\text{C}$$

FIGURA 8.10. Secador BINDER Modelo ED 23



Rango de temperatura: Temperatura ambiente
5 a 300 °C

Capacidad: 20 L

Sistema de calefacción: Convección natural

Carga máxima por bandeja: 45 Kg

Dimensiones internas: 222*330*300 mm

Dimensiones externas: 435*495*520 mm

Determinando superficie de contacto:

$$\text{FONDO}=220\text{mm}=0,22\text{m}$$

$$\text{ANCHO}=300\text{mm}=0,30\text{m}$$

$$A=\text{FONDO}*\text{ANCHO}$$

$$A=0,22\text{m}*0,30\text{m}$$

$$A=0,066\text{m}$$

$$Q_{\text{EFECTIVO}}=47,58 \text{ W/m}^2\text{K} * 0,066\text{m}^2 * ((60+273)-(18+273))^{\circ}\text{K}$$

$$Q_{\text{EFECTIVO}}=131,89\text{W}$$

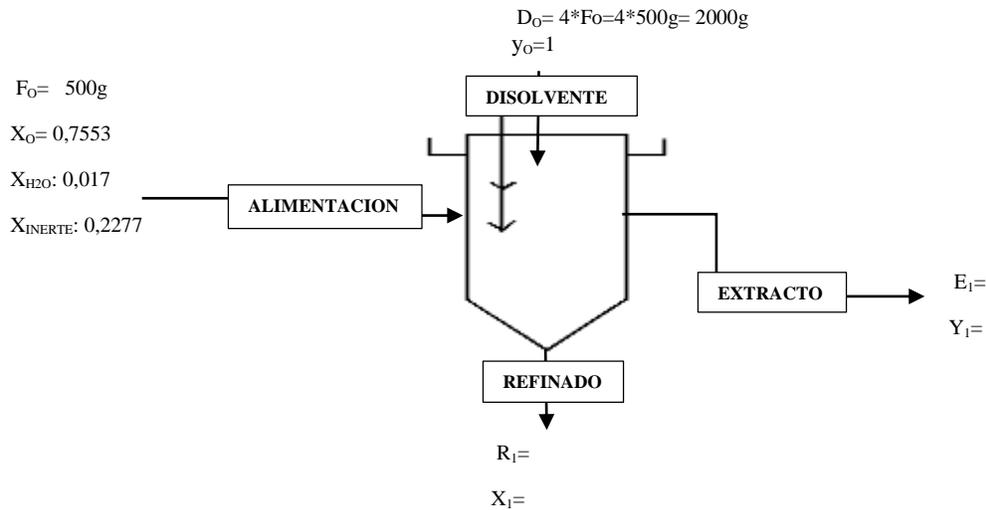
$$131,89\text{W} * \frac{1\text{kW}}{1000\text{W}} * \frac{1000 \text{ J/s}}{1\text{kW}} = 131,89 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

$$131,89 \frac{\text{J}}{\text{s}} * \frac{1\text{kcal}}{4185\text{J}} * \frac{3600\text{s}}{1\text{h}} = 113,46 \text{ kcal/h}$$

$$113,46 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * \frac{4,185\text{kJ}}{1\text{kcal}} = 474,81 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$$

Balance de materia y energía en el extractor:

FIGURA 8.11 Balance en el extractor



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

$$F_0 + D_0 = M = E_1 + R_1$$

$$F_0 x_0 + D_0 y_0 = M x_M = E_1 y_1 + R_1 x_1$$

$$(x_M)_D = \frac{F_0 x_0 + D_0 y_0}{F_0 + D_0}$$

Donde:

F₀: flujo de alimentación inicial

D₀: flujo de alimentación de disolvente

M: flujo de mezcla

E₁: flujo de extracto

R₁: flujo de refinado

x₀: concentración de alimentación

y₀: concentración del disolvente

x₀: concentración de la mezcla

x_i: concentración del extracto

y₁: concentración del refinado

(x_M)_D: concentración de la mezcla en la disolución

(x_M)_S: concentración de la mezcla en el soluto

$$(x_M)_D = \frac{0,017 \cdot 500g + 2000g}{500g + 2000g}$$

$$(x_M)_D = 0,8034$$

$$(x_M)_S = \frac{F_0 * x_0}{F_0 + D_0}$$

$$(x_M)_S = \frac{0,7553 * 500g}{2000g + 500g}$$

$$(x_m)_S = 0,1511$$

Determinación de x_D

$$x_D = \frac{k}{k+1}$$

$$x_D = \frac{0,64}{0,64+1}$$

$$x_D = 0,3902$$

Determinación de $(y_1)_D$

$$(y_1)_D = \frac{D}{D+S}$$

$$(y_1)_D = \frac{2000g + 500g * 0,017}{2000g + 500g * 0,017 + 500g * 0,7553}$$

$$(y_1)_D = 0,8417$$

Determinación de I:

$$I = F_0 * x_{INERTE}$$

$$I = 0,2277 * 500g$$

$$I = 113,85g$$

Determinación de R_1 :

$$R_1 = I + K * I$$

$$R_1 = I * (1 + K)$$

$$R_1 = 113,85g * (1 + 0,64)$$

$$R_1 = 186,71g$$

Determinación de E_1 :

$$M = E_1 + R_1$$

$$E_1 = M - R_1$$

$$E_1 = 2500\text{g} - 186,71\text{g}$$

$$E_1 = \mathbf{2313,29\text{g}}$$

Determinación de composición del extracto $(x_1)_D$:

$$(x_1)_D = \frac{D}{D+S+I}$$

$$D = 500\text{g} * 0,017 + 2000\text{g} * 0,8417 * 2313,29\text{g}$$

$$D = 61,40\text{g}$$

$$S = 500\text{g} * 0,7553 - 2313,29\text{g} * (1 - 0,8417)$$

$$S = 11,46\text{g}$$

$$(x_1)_D = \frac{61,40\text{g}}{61,40\text{g} + 11,46\text{g} + 113,85\text{g}}$$

$$(x_1)_D = \mathbf{0,3285}$$

Determinación de x_{FO} :

$$x_{FO} = \frac{S}{D+S}$$

$$x_{FO} = \frac{0,7553}{0,7553 + 0,017}$$

$$x_{FO} = \mathbf{0,9780}$$

Determinación de N_{FO} :

$$N_{FO} = \frac{I}{D+S}$$

$$N_{FO} = \frac{0,2277}{0,7553 + 0,017}$$

$$N_{FO} = \mathbf{0,2950}$$

Determinación de la concentración de la mezcla:

$$x_M = \frac{F_O * X_S}{F_O * X_S + F_O * X_{H_2O} + D}$$

$$x_M = \frac{500\text{g} * 0,7553}{500\text{g} * 0,7553 + 500\text{g} * 0,017 + 2000\text{g}}$$

$$x_M = \mathbf{0,1583}$$

$$N_M = \frac{F_O * X_{INERTE}}{F_O * X_S + F_O * X_{H2O} + D_O}$$

$$N_M = \frac{500g * 0,2277}{500g * 0,7553 + 500g * 0,017 + 2000g}$$

$$N_M = \mathbf{0,0477}$$

Determinación de la línea representativa del flujo:

$$N_K = \frac{1}{x_{FO}}$$

$$N_K = \frac{1}{0,9780}$$

$$N_k = \mathbf{1,0225}$$

$$R_1 = \frac{I * (1 + N_K)}{N_K}$$

$$R_1 = \frac{113,85g * (1 + 1,0225)}{1,0225}$$

$$R_1 = \mathbf{225,20g}$$

$$E_1 = M + R_1$$

$$E_1 = 2500g - 225,20g$$

$$E_1 = \mathbf{2274,80g}$$

Determinación de $(x_1)_S$ y $(x_1)_D$:

$$(x_1)_S = \frac{x_M * (R_1 - I)}{R_1}$$

$$(x_1)_S = \frac{0,1583 * (225,20g - 113,85g)}{225,20g}$$

$$(x_1)_S = \mathbf{0,0783}$$

$$(x_1)_D = \frac{(1 - x_M) * (R_1 - I)}{R_1}$$

$$(x_1)_D = \frac{(1 - 0,1583) * (225,20g - 113,85g)}{225,20g}$$

$$(x_1)_D = \mathbf{0,4162}$$

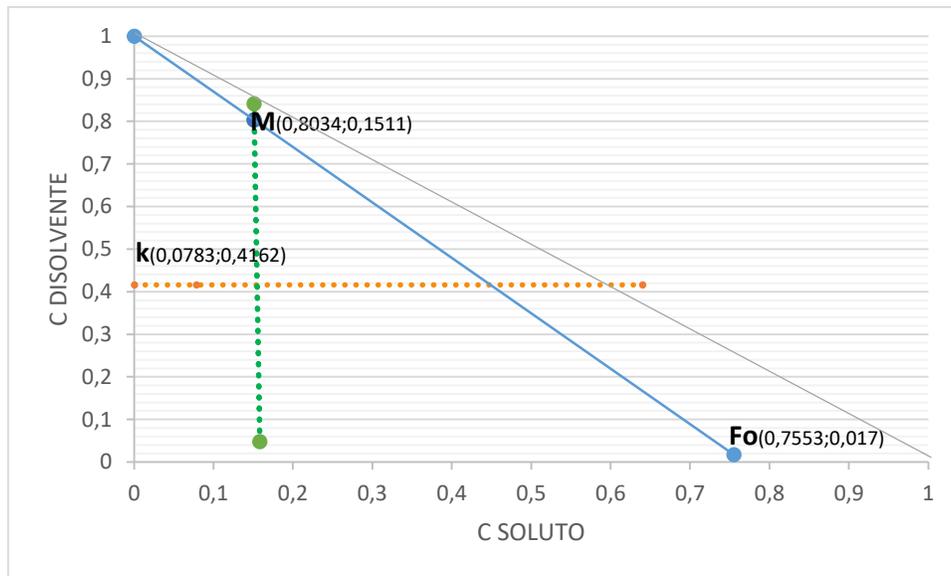
Determinación de porcentaje de sacarosa recuperado:

$$\%SACAROSA = \frac{E_1 * x_M}{F_0 * x_{SOLUTO}} * 100\%$$

$$\%SACAROSA = \frac{2274,80g * 0,1583}{500g * 0,7553} * 100\%$$

$$\% SACAROSA = 95,35\%$$

FIGURA 8.12 En el siguiente gráfico observamos la proyección de la extracción Sólido-Líquido en el diagrama rectangular.



Fuente: Elaboración Propia

Balance de energía en el extractor

DATOS Y CALCULOS

Temperatura ambiente: 19 °C

Temperatura inicial de agua: 15°C

Diámetro interior de la olla: 22 cm=0,22m

Altura interior de la olla: 21,5 cm=0,215m

Temperatura de ebullición de agua y sacarosa: 85°C

Temperatura de pared de marmita: 48°C

Concentración de solución extraída: 25°Brix

Determinación de Cp promedio:

$$\bar{C}_p = C_p X_{H_2O} + C_p X_{AZUCAR}$$

$$\bar{C}_p = 1 * 0,75 + 0,300 * 0,25$$

$$\bar{C}_p = 0,825 \frac{KCal}{Kg \text{ } ^\circ C}$$

Determinación de Calor Absorbido por el Sistema:

$$Q_N = mC_p \Delta T$$

$$Q_N = 2,5kg * 0,825 \frac{KCal}{Kg \text{ } ^\circ C} (85 - 15)^\circ C$$

$$Q_N = 144,38kcal$$

Calculo de Hr y He:

$$h_e = 1,1 \left(\frac{t_{pared} - t_{ambiente}}{D_{externo}} \right)^{0.25}$$

$$h_e = 1,1 \left(\frac{48 - 19}{1,1m} \right)^{0.25}$$

$$h_e = 2,4926 \frac{Kcal}{m^2 h^\circ C}$$

Calculo de hr:

$$h_r = \frac{4,93 * \epsilon * \left[\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 \right]}{T_2 - T_1}$$

h_r = coeficiente de radiación

4.93 = constante de Stefan Boltzman (Kcal/m²h⁰K)

ϵ_r = coeficiente de emisividad (0.8 para chapa de acero)

T_2 = Temperatura absoluta de la pared del recipiente en ⁰K

T_1 = Temperatura absoluta del ambiente (aire) ⁰K

t_1 y t_2 = Temperatura del ambiente y de la pared en ⁰C

$$h_r = \frac{4,93 * 0,8 \left[\left(\frac{(48 + 273)}{100} \right)^4 - \left(\frac{(19 + 273)}{100} \right)^4 \right]}{48 - 19}$$

$$h_r = 4,5526 \frac{Kcal}{m^2 h^\circ C}$$

$$h_t = h_R + h_e$$

$$h_t = 4,5526 + 2,4926$$

$$h_t = 7,0452 \frac{Kcal}{m^2 h^\circ C}$$

Determinación de Qp:

$$Q_p = h_t A \Delta T$$

Determinación de Área de Marmita:

Área de cilindro:

$$A_{CILINDRO} = \pi * d * h$$

Donde:

A_{CILINDRO}= área de cilindro

d= diámetro de cilindro=

h= altura

$$A = \pi * 0,22m * 0,215m$$

$$A = 0,1486m^2$$

$$Q_p = 7,0452 \frac{Kcal}{m^2 h^\circ C} * 0,1486m^2 * (85 - 19)^\circ C$$

$$Q_p = 69,10kcal$$

Determinación de Calor Total Transferido al Sistema:

$$Q_T = Q_N + Q_p$$
$$Q_T = 144,38 kcal + 69,10kcal$$
$$Q_T = 213,48kcal$$

Porcentaje de Calor Perdido

$$\%Q_{Perdido} = \frac{69,10 \text{ kcal}}{213,48} * 100$$

$$\%Q_{perdido} = \mathbf{32,37\%}$$

Determinación de rendimiento

$$\eta = \frac{Q_{SUMINISTRADO} - Q_{PERDIDO}}{Q_{SUMINISTRADO}}$$

$$\eta = \frac{213,48 \text{ kcal} - 69,10 \text{ kcal}}{213,48 \text{ kcal}} * 100\%$$

$$\mathbf{\eta = 67,63\%}$$

Determinación de calor del extractor de calor

$$Q_{EXTRACTOR} = \frac{Q_{SUMINISTRADO}}{\eta}$$

$$Q_{EXTRACTOR} = \frac{213,48 \text{ kcal}}{0,6763}$$

$$\mathbf{Q_{EXTRACTOR} = 315,66 \text{ kcal} * \frac{4,185 \text{ KJ}}{1 \text{ kcal}} = 1321,03 \text{ KJ}}$$

Determinación gas requerido:

$$Q_{EXTRACTOR} = m_{COMBUSTIBLE} * CE_{COMBUSTIBLE}$$

$$m_{COMBUSTIBLE} = \frac{Q_{EXTRACTOR}}{CE_{COMBUSTIBLE}}$$

$$36,14 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3} * \frac{1000 \text{ kJ}}{1 \text{ MJ}} = 36140 \frac{\text{KJ}}{\text{m}^3}$$

$$m_{COMBUSTIBLE} = \frac{1321,03 \text{ KJ}}{36140 \frac{\text{KJ}}{\text{m}^3}}$$

$$\mathbf{m_{COMBUSTIBLE} = 0,0366 \text{ m}^3}$$

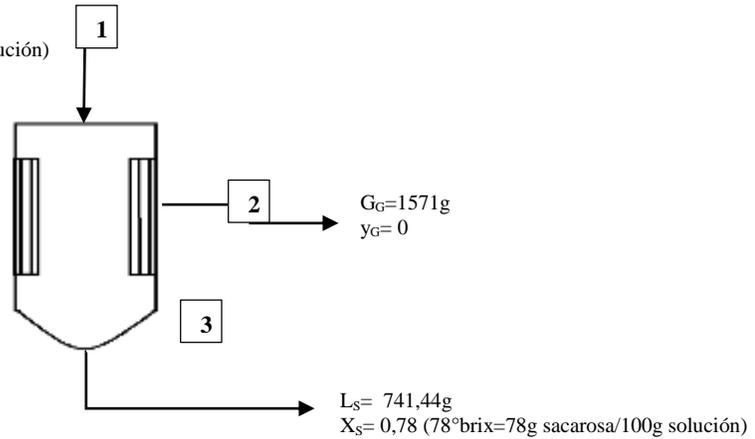
Precio de combustible:

$$0,0366 \text{ m}^3 * \frac{1\text{MPC}}{28,3\text{m}^3} * \frac{1,70 \text{ \$US}}{1\text{MPC}} * \frac{6,97\text{Bs}}{1\text{\$US}} = \mathbf{0,0153\text{Bs}}$$

Balance de materia y energía en el evaporador:

FIGURA 8.13. Balance en el evaporador

$L_1 = 2313,3\text{g}$
 $x_1 = 0,25$ (25°brix=25g sacarosa/100g solución)



Donde:

L_1 =flujo de alimentación 1

x_1 = concentración de 1

G_G = agua evaporada

y_G =concentración de agua evaporada

L_S =concentrado

x_S = concentración del concentrado

$$L_1 = G_G + L_S$$

$$L_1 * x_1 = G_G * y_G + L_S * x_S$$

$$y_G = 0$$

$$2313,29\text{g} * 0,25 = G_G * 0 + L_S * 0,78$$

$$L_S = \frac{2313,29\text{g} * 0,25}{0,78}$$

$$\mathbf{L_S = 741,44\text{g}}$$

$$G_G = L_1 - L_S$$

$$G_G = 2313,29\text{g} - 741,44\text{g}$$

$$\mathbf{G_G = 1571,85\text{g}}$$

Balance de energía en el evaporador

DATOS Y CALCULOS

Temperatura ambiente: 18,5 °C
Temperatura inicial de agua: 15°C
Diámetro interior de la olla: 22 cm=0,22m
Altura interior de la olla: 21,5 cm=0,215m
Temperatura de ebullición de agua: 90°C
Temperatura de pared de marmita: 43°C
Concentración de la solución evaporada: 78°Brix

Determinación del Cp promedio

$$\bar{C}_p = C_p X_{H_2O} + C_p X_{AZUCAR}$$

$$\bar{C}_p = 1 * 0,22 + 0,300 * 0,78$$

$$\bar{C}_p = 0,454 \frac{KCal}{Kg \text{ } ^\circ C}$$

Determinación de Calor Absorbido por el Sistema

$$Q_N = m C_p \Delta T$$

$$Q_N = 2,3133kg * 0,454 \frac{KCal}{Kg \text{ } ^\circ C} (90 - 15)^\circ C$$

$$Q_N = 78,77 \text{ kcal}$$

Calculo de Hr y He

$$h_e = 1.1 \left(\frac{t_{pared} - t_{ambiente}}{D_{externo}} \right)^{0.25}$$

$$h_e = 1.1 \left(\frac{43 - 18,5}{1,3m} \right)^{0.25}$$

$$h_e = 2,8849 \frac{Kcal}{m^2 h \text{ } ^\circ C}$$

Calculo de Hr

$$h_r = \frac{4,93 * \varepsilon * \left[\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 \right]}{T_2 - T_1}$$

h_r = coeficiente de radiación

4.93 = constante de Stefan Boltzman (Kcal/m²h°K)

ε = coeficiente de emisividad (0.8 para chapa de acero)

T_2 = Temperatura absoluta de la pared del recipiente en °K

T_1 = Temperatura absoluta del ambiente (aire) °K

t_1 y t_2 = Temperatura del ambiente y de la pared en °C

$$h_r = \frac{4,93 * 0,8 \left[\left(\frac{(43 + 273)}{100} \right)^4 - \left(\frac{(18,5 + 273)}{100} \right)^4 \right]}{43 - 18,5}$$

$$h_r = 4,4284 \frac{Kcal}{m^2 h^\circ C}$$

$$h_t = h_R + h_e$$

$$h_t = 4.4284 + 2,8849$$

$$h_t = 7,3133 \frac{Kcal}{m^2 h^\circ C}$$

Determinación de Q_p

$$Q_p = h_t A \Delta T$$

Determinación de Área Total:

Área del cilindro:

$$A_{CILINDRO} = \pi * d * h$$

Donde:

$A_{CILINDRO}$ = área del cilindro

d = diámetro del cilindro

h = altura

$$A = \pi * 0,22m * 0,215m$$

$$A = 0,1486m^2$$

$$Q_p = 7,3133 \frac{Kcal}{m^2h^\circ C} * 0,1486m^2 * (90 - 18,5)^\circ C$$

$$Q_p = 77,70kcal$$

Determinación de Calor Total Transferido al Sistema

$$Q_T = Q_N + Q_p$$

$$Q_T = 78,77kcal + 77,70kcal$$

$$Q_T = 156,47kcal$$

$$Q_{EVAPORADOR} = 156,47kcal * \frac{4,185kJ}{1kcal}$$

$$Q_{EVAPORADOR} = 654,83 \frac{kJ}{h}$$

Porcentaje de calor perdido

$$\%Q_{Perdido} = \frac{77,70kcal}{156,47kcal} * 100\%$$

$$\%Q_{Perdido} = 49,66\%$$

Determinación de rendimiento

$$\eta = \frac{Q_{SUMINISTRADO} - Q_{PERDIDO}}{Q_{SUMINISTRADO}}$$

$$\eta = \frac{156,47kcal - 77,70kcal}{156,47kcal} * 100\%$$

$$\eta = 50,34\%$$

Determinación de calor de evaporador

$$Q_{EVAPORADOR} = \frac{Q_{SUMINISTRADO}}{\eta}$$

$$Q_{EVAPORADOR} = \frac{156,47kcal}{0,5034}$$

$$Q_{EVAPORADOR} = \mathbf{310,83kcal}$$

$$Q_{EVAPORADOR} = \mathbf{310,83kcal} * \frac{4,185KJ}{1kcal} = \mathbf{1300,81KJ}$$

Determinación gas requerido:

$$Q_{EXTRACTOR} = m_{COMBUSTIBLE} * CE_{COMBUSTIBLE}$$

$$m_{COMBUSTIBLE} = \frac{Q_{EXTRACTOR}}{CE_{COMBUSTIBLE}}$$

$$36,14 \frac{MJ}{m^3} * \frac{1000kJ}{1MJ} = 36140 \frac{KJ}{m^3}$$

$$m_{COMBUSTIBLE} = \frac{1300,81KJ}{36140 \frac{KJ}{m^3}}$$

$$m_{COMBUSTIBLE} = \mathbf{0,0360m^3}$$

Precio de combustible:

$$0,0360 m^3 * \frac{1MPC}{28,3m^3} * \frac{1,70 \$US}{1MPC} * \frac{6,97Bs}{1\$US} = \mathbf{0,0151Bs}$$

Equipos para la producción de la planta piloto de algarrobina:

MARMITA INDUSTRIAL



Personalizar industriales de elevación hidráulica de gas de acero inoxidable revestido de mezcla de cocina hervidor de agua por SGS aprobado CE

[Conseguir Precio Último >](#)

Cantidad Mínima / Precio FOB de Referencia

1 Pieza **US \$ 5.000,00-8.000,00**
/ Pieza

Condiciones de Pago: LC, T/T, Western Union

Puerto: Qingdao, China 📍

Capacidad de Producción: 500sets/Year

[✉ Contacta Ahora](#)

☆ Favoritos [Compartir](#) [f](#) [t](#) [p](#) [in](#) [e](#)

La aplicación del producto:

Personalizar la cocina de atasco de acero inoxidable mixer ofrece la máxima flexibilidad con todo tipo de producto haciendo posible el asado, cocer, salteado, hervir y cocinar todo tipo de plato, como guisos, estofado de carne, Curry, purés, salsas, verduras, así como artículos de confitería, tales como: - Fudge, Caramelo, Caramelo, jaleas, dulces, chocolate, maní frágil, incluida la India y Pakistán dulces tales como Barfi, Halva, leche macizo (Khoa), condensada y leche evaporada y mucho más! ...Es ideal para grandes centros de servicio de catering, comedores, restaurantes, hospitales, y Comercial de los fabricantes de alimentos.

Parámetros técnicos			
El volumen de la olla	100-600L	Descargar	Hidráulico automático
Diámetro de la olla	700-1200mm	Calefacción	Electric
La velocidad de agitación	6.7-100r/min.	capacidad de producción	Acerca de60kg/h
Forma de agitación	Planeta	La potencia del motor	2.2+1.5kw
Aumento del brazo	Punta volver	Dimensiones	1850*1800*1800mm

MAQUINA DE CONCENTRADO EVAPORADOR



Ver imagen más grande



Añadir para co... Compartir

Máquina de concentrado evaporador de alto efecto 150L/h con película descendente para leche/jugo

FOB Referencia Precio: [Consiga El Último Precio](#)

\$2,000.00 - \$6,000.00 / Set | 1 Set/s (Pedido mínimo)

Uso: ▾

Número de Mod...

Envío:

Lead Time:	Cantidad(Set/s)	1 - 1	2 - 2	3 - 5	>5
Hora del Est.(días)		20	20	20	Negociable

Garantía comercial Protege tus pedidos de Alibaba.com

Pago: **VISA** **Online Bank Payment** **T/T** **Pay Later** **WesternUnion/WU** **Escrow** ▾

Logística de Alibaba.com · Soluciones de inspección

Detalles del producto	Perfil de la compañía	Repor
Descripción del producto	La información de la empresa	Nuestro taller
		Clientes a visitar
		Nuestras certificaciones

Descripción general

Detalles rápidos

Condición:	Nuevo	Garantía:	1 año
Servicio postventa ...	Libre de españa	Lugar del origen:	Shanghai, China
Marca:	EvaporatorX	Voltaje:	220/380/415 V
Peso:	500 kg ~ 2 T	Certificación:	CE/ISO 9001
Fuente de alimenta...	Eléctrico	Proceso:	Limpia película
Dimensión (L*W*H):	1,8x1,8x2,1 m o personalizado	Energía (W):	7,5 ~ 20kw
Industrias aplicable...	Las granjas, Alimentos y Bebidas de la fábrica, Uso en el hoga...	Nombre:	Evaporador de película descendente
Velocidad de recup...	100 ~ 800L/h	Condensador:	Vertical
Material:	DE ACERO INOXIDABLE	Usos principales:	Industrial de destilación
Capacidad de evap...	100 kg/h	Presión de vapor:	<0.25Mpa
Grado de vacío:	-0.098Mpa	Relación de concen...	1,2 ~ 1,3

Capacidad de suministro

Capacidad de sumi... 50 Set/Seto per Month High Effect 150L/h Falling Film Milk/Juice Evaporator Concentra

Embalaje y envío

Paquete	Caja de madera ahumada que empaqueta la máquina de concentrado del evaporador de la leche/jugo de la película que cae 150L/h d				
Puerto	Shanghai				
Lead Time Ⓞ	Cantidad(Seto)	1 - 1	2 - 2	3 - 5	>5
	Hora del Est.(días)	20	20	20	Se negociará

BALANZA WHITE BIRD



40 Kg de peso 50Kg del peso de Balance Escala electrónica

2 - 9 es	10 - 19 es	>=20 es
\$162.00	\$161.00	\$160.00

Tipo:

Carga tasada:

Lead Time:	Cantidad(es)	1 - 1000	>1000
	Hora del Est.(días)	35	Negociable

Customization:

Muestras: \$110.00 /Unidad | 1 Unidad (Pedido mínimo) [Co](#)

DESCRIPCIÓN GENERAL

Detalles rápidos

Lugar del origen: China

Marca: Pájaro blanco o OEM

Número de Modelo: RMS6080-8

Fuente de alimentación: Batería recargable de Li-ion

Tipo de visualización: LCD

Pan Material: SS

Material de estructura: SS

Las unidades: G kg oz lb

Tamaño de la bandeja: 800x600mm

Tipo de pantalla: LCD

Celda de Carga: Zemic L6E

Interfaz: RS-232C

La estabilización: Menos de 2 Segundo

Impermeable de protección: IP65

Nombre: Báscula de pesaje de plataforma de acero inoxidable

HORNO SECADOR

PRECIO FOB:

HORNO DE SECADO / DE CAMARA / POR SOPLADO DE AIRE CALIENTE



\$3,000.00 / Unidad

DESCRIPCIÓN GENERAL

DESCRIPCIÓN

SECADORA SIMPLE PARA HONGOS

AIRMADI painting S.r.l., a la realización de productos estándar de las líneas de la pintura tradicional, ha hecho de la experiencia, se ha ganado su experiencia en una gama de productos para el sector de los alimentos.

El secadora simple para hongos es una máquina que AIRMADI painting S.r.l. diseño típicamente para el secado de los hongos, frutas/hortalizas.

El secado es el más antiguo sistema de conservación utilizados en la prehistoria, lo que permite conservar el producto seco en años.

Aunque la tecnología AIRMADI painting S.r.l., con secador de que el uso de la ventilación forzada de aire caliente, es posible el secado de productos como los hongos, las frutas y los hortalizas en general.

Características de trabajo:

El aire exterior, aspirado por una unidad de ventilación a través de un pre-filtrado, es calentado por un intercambiador de calor, transmitió al pleno a través de tuberías y se introduce en la secadora.

La corriente de aire con dirección horizontal, lamer las estanterías, secan el producto.

Obtenemos un circuito con cambio de aire total y recirculación parcial.

La secadora, así como todo el circuito situado por debajo de los ventiladores, está bajo sobrepresión para evitar cualquier infiltración de impurezas en el interior.

Características de la producción:

- Un carro contiene n. 25 estantes
- Una estante contiene aproximadamente 2 kg de frescos hongos
- Cantidad de frescos hongos per carro: 50 kg
- Producción medio: ~200 kg/h
- Tiempo para elevar la tasa de horno con carro cargados dentro: 3/4 horas aprox

MAQUINA LAVADORA



De acero inoxidable de calidad alimentaria fruta fresca máquina lavadora/hortalizas de raíz máquina lavadora/comida lavadora

FOB Referencia Precio: [Consiga El Último Precio](#)



\$500.00 - \$3,000.00 / Set | 1 Set/s (Pedido mínimo)

Envío: Ayuda Transporte marítimo

 **Garantía comercial** Protege tus pedidos de Alibaba.com

Pago: **VISA**  **Online Bank Payment** **T/T** **Pay Later** **WesternUnion** **WU** 

Logística de Alibaba.com · Soluciones de inspección

DESCRIPCIÓN GENERAL

Detalles rápidos

Condición: Nuevo, Nuevo

Lugar del origen: Henan, China

Marca: Naranja mech

Número de Modelo: Orange-gb-6000

Tipo: Lavadora

Voltaje: 380 V

Energía (W): 7.5KW

Peso: 800 kg, 800 kg

Dimensión (L*W*H): 6000X1000X1700mm

Certificación: ISO

La capacidad de: 2000 kg/h

Material: DE ACERO INOXIDABLE

Dimensión: 6000*1000*1700mm

Poder: 7.5kw

Aplicación: Vegetales de frutas

Garantía: 1 año, 1 año

Servicio postventa ofrecido: Ingenieros disponibles para la puesta en marcha en el extranjero

ENVASADORA



[Ver imagen más grande](#)

Automático múltiples de mermelada de plástico de líquido de yogur hielo de agua
taza de crema de llenado y sellado de la máquina

1 - 3 Set/s	4 - 9 Set/s	>=10 Set/s
\$3,500.00	\$3,000.00	\$2,000.00

Potencia:

Modelo	HK-JG500
Dimensiones	3000*1200*1800mm
Aplicación	Salsa de llenado
Cantidad de llenado	100g-350g
De salida	3000 botellas/H
Poder	2,05 KW-380 V

Pago:

DESCRIPCIÓN GENERAL

Detalles rápidos

Garantía: 1 año

Uso: Comida, Bebida, Mercancía, Médico, Químico

Material de embalaje: De plástico

Tipo: Máquina de embalaje multifunción

Industrias aplicables: Material de construcción de tiendas, Planta de fabricación, Reparación de maquinaria tiendas, Las granjas, Obras de construcción, Energía y Minería, Alimentos y Bebidas tiendas

Función: Relleno, sellado

Tipo de empaquetado: Tazas

Grado automático: Automática

Tipo conducido: Neumático

Voltaje: 220 v/380 v

Lugar del origen: Guangdong, China

Marca: MingNa

Dimensión (L*W*H): 2200X10X1450mm

Certificación: CE ISO

Tipo de producto: Máquina de llenado y sellado de taza k

El uso de: Llenado, esterilización, calentamiento, sellado

Capacidad de llenado: 50-400g (personalizado)

De velocidad: 1400-1800 tazas/Min

Precisión de llenado: ± 1 5%

Rango de temperatura: 0-300°C

Tamaño total: 2200*710*1450mm

Material de sellado: Plástico de aluminio, PP, PE, CPP

COMPRESOR DE AIRE T1 XINLEI



Ver imagen más grande



Compresor de aire de pistón de aceite de BM-24L T1 xinlei de potencia 1.5kw 2HP

FDS Referencia Precio: [Consulta El Último Precio](#)

\$50.00 - \$100.00 / Unidad | 225 Unidad/es (Pedido mínimo)

Número de Mod.:

Lead Time:	Cantidad(es)	1 - 1000	>1000
	Hora del Est. (días)	30	Negociable

Garantía comercial [Protege tus pedidos de Alibaba.com](#)

Pago: [VISA](#) [Credit Bank Payment](#) [T.T](#) [Pay Later](#) [WesternUnion/WU](#)

Logística de Alibaba.com | Soluciones de expedición

Descripción general

Detalles rápidos

Lugar del origen: Zhejiang, China

Marca: XINLEI

Garantía: 1 año

Dimensión (L*W*H): 59*28,5*63

Servicio postventa: Video de apoyo técnico

Capacidad de suministro

Capacidad de sumi.: 4000 Piece/Pieces per Day

Embalaje y envío

Paquete: Caja de cartón

Puerto: Ningbo or Shanghai

Lead Time (天)	Cantidad(es)	1 - 1000	>1000
	Hora del Est. (días)	30	Se negocia

PISTON AIR COMPRESSOR																								
Model	Tank		VOLT		FREQU		Power		Speed		Noise		Theoretic Displacement		Work Pressure		Weight	Dimensions			MOQ			Remark
	L	Gal	V	KZ	KW	HP	rpm	d B	L/min	cfm	bar	psi	kg	L*W*H (cm)	20'	40'	40' H							
BM-24L	24	8.3	230	50	1.5	2	2850	89	206	7.3	8	1.58	24	59*28.5*63	225	465	608						CX/GS	
			230	50	1.8	2.5	2850	91	271	9.6	8	1.58	25	59*28.5*63	225	465	608							CX/GS
			120	60	1.8	2.5	3450	91	250	8.8	8	1.58	25	59*28.5*63	225	465	608							ETL
BM-50L	50	1.3	230	50	1.5	2	2850	89	206	7.3	8	1.58	34	77*33*74	156	315	315							CX/GS
			230	50	1.8	2.5	2850	91	271	9.6	8	1.58	35	77*33*74	156	315	315							CX/GS
			120	60	1.8	2.5	3450	91	250	8.8	8	1.58	35	77*33*74	156	315	315							ETL
BM55-5GT	19	8	230	50	1.5	2	2850	89	206	7.3	8	1.58	28	48*48*54	240	480	480							CX/GS
			120	60	1.8	2.5	3450	91	250	8.8	8	1.58	29	48*48*54	240	480	480							ETL
BM-130VP	50	1.3	230	50	1.5	2	2850	89	206	7.3	8	1.58	33	45*45*102	140	280	280							CX/GS
			120	60	1.8	2.5	3450	91	250	8.8	8	1.58	34	45*45*102	140	280	280							ETL
BM-16P	16	4	230	50	1.5	2	2850	89	206	7.3	8	1.58	24	48*38*54	140	288	432							CX/GS
			120	60	1.8	2.5	3450	91	250	8.8	8	1.58	25	48*38*54	140	288	432							ETL



Ver imagen más grande



INTERCAMBIADOR DE CALOR

Venta al por mayor soldado Intercambiador de calor para compresor de aire

FOB Referencia Precio: [Consigue El Último Precio](#)

\$50.00 - \$2,000.00 / Unidad : 1 Unidad/es (Pedido mínimo)

Numero de Mod.: JXZ26

Energía (W): 220KW

Lead Time:

Cantidad(es)	1 - 50	>50
Hora del Est.(días)	12	Negociable

Garantía comercial Protege tus pedidos de Alibaba.com

Paga: **VISA** **Online Bank Payment** **T/T** **Pay Later** **WesternUnion/WU**

Logística de Alibaba.com · Soluciones de inspección

Descripción general

Detalles rápidos

Cantidad del pedido:	1 Unidad	Máxima Presión de:	1.0 MPa
Modelo:	JXZ26	Dimension (L*W*H):	304*310
Condición:	Nuevo, Nuevo	Garantía:	1 año, 18 meses
Servicio postventa:	Centro de mantenimiento y servicio de reparación	Lugar del origen:	Shanghai, China
Materia:	Jiangping	Voltaje:	220 v/380 v
Certificación:	ISO9001:2008	Estructura:	Intercambiador de calor de lamina, Placa de intercambiador de ca.
Servicio postventa:	Ingenieros disponibles para servir maquinaria en el extranjero	Espesor de la placa:	Edwin
Materia de la placa:	De acero inoxidable AISI 316	Soldadura de Meta:	De cobre
El nombre de la marca:	Jiangping	Presión de trabajo:	16 MPa
Tipo de negocio:	Fabricante		

Capacidad de suministro

Capacidad de envío: 1000 Pares/Pares por Month (largos plazo del exchange)

Embalaje y envío

Paquete: Caja de madera contrachapada/ caja de cartón de proveedores disponibles Intercambiador de Calor recibo para envío de mar

Puerto: Shanghai

Lead Time:

Cantidad(es)	1 - 50	>50
Hora del Est.(días)	12	Negociable

Las especificaciones

Modelo	JXZ14	JXZ20	JXZ26	JXZ26C	JXZ30	JXZ35
Ancho [mm]	78	78	111	124	111	191
Altura [mm]	205	310	310	304	525	618
Longitud [m]	9 + 2.3n	9 + 2.3n	10 + 2.36n	13 + 2.4n	10 + 2.35n	11 + 2.35n
Distancia de Puerto Horizontal [mm]	42	42	50	70	50	92
Distancia de Puerto Vertical [mm]	172	282	250	250	466	519
Presión máxima [Mpa]	3	3	3/4, 5	3	3/4, 5	3/4, 5
Capacidad máxima [M3/h]	3.6	3.6	8.1	8.1	12.7	39
Peso [kg]	0.8 + 0.06n	1.0 + 0.08n	1.3 + 0.12n	2.2 + 0.16n	2.6 + 0.19n	7.8 + 0.36n
Modelo	JXZ120	JXZ190	JXZ200	JXZ260	JXZ100	JXZ210
Ancho [mm]	246	307	321	429	248	322
Altura [mm]	528	696	738	1368	495	739
Longitud [m]	13 + 2.36n	13 + 2.75n	13 + 2.7n	22 + 2.78n	10 + 2.15n	13 + 2.55n
Distancia de Puerto Horizontal [mm]	174	179	188	220	157	205.2
Distancia de Puerto Vertical [mm]	456	567	603	1190	406	631
Presión máxima [Mpa]	3	3	21	1.5	3/4, 5	3/4, 5
Capacidad máxima [M3/h]	42	100	100	300	42	100
Peso [kg]	7.2 + 0.52n	12.5 + 0.72n	13 + 0.75n	31.8 + 1.73n	6.5 + 0.37n	13 + 0.7

CALDERO

Caldera de acero de baja temperatura para gas o gasóleo

Uni 3000 F

420 kW - 1850 kW



Uni 3000 F

Acero · Gas/Gasóleo · Baja temperatura · 420 kW a 1850 kW



BOSCH

Uni 3000 F (420 kW - 1850 kW)

Caldera	Potencias [kW]	Tipos	Peso [kg]	Largo [mm]	Ancho [mm]	Alto [mm]	Referencias	Precios [€]
Uni 3000 F	420	Caldera con cuadro simple CFB 810	835	2172	955	1320	7 731 200 162	6.225
	500		955	2114	1040	1430	7 731 200 163	7.350
	600		1055	2364	1040	1430	7 731 200 164	8.580
	730		1250	2310	1150	1430	7 731 200 165	10.650
	820		1385	2510	1150	1430	7 731 200 166	11.350
	1040		1795	2635	1230	1475	7 731 200 167	11.800
	1200		1990	2935	1230	1475	7 731 200 168	12.800
	1400		2115	3080	1322	1612	7 731 200 169	19.400
	1850		3140	3480	1381	1730	7 731 200 170	24.700

Las calderas Uni 3000 F, necesitan temperatura mínima de retorno y de agua en caldera. Debe garantizar dichas condiciones con el montaje de la hidráulica adecuada (bomba y válvula) y si es necesario, montar el módulo CME930 para su control.

En los importes de las calderas no van incluidas las contrabridas. Se incluye en el precio de la caldera la placa ciega del quemador. Peso sin quemador, con embalaje entre 6-8% mayor.

Análisis económico:

TABLA 8.5 Costo de maquinaria

CANTIDAD	CAPACIDAD	EQUIPO	PRECIO FOB DESDE CHINA		PRECIO FOB MAS TRASLADO AL RECINTO ADUANERO EL ALTO 90%		COSTO TOTAL CON TRASLADO HASTA ADUANA MÁS DESADUANIZACIÓN 30%		COSTO TOTAL TRASTADO ADUANA Y DESADUANIZACION MAS TRASLADO A LA EMPRESA 12%	
			\$u\$	Bs	\$u\$	Bs	\$u\$	Bs	\$u\$	Bs
1	600 L	Marmita a Gas	8000	55760	15200	105944	19760	137727	22131	154254
1	520 L	Máquina de Concentrado Evaporador X	4400	30668	8360	58269	10868	75750	12172	84840
1	60 Kg	Molino de Engranés (Molino de Glatt 9kvvxwu)	4424	30835	8406	58587	10927	76163	12239	85303
1	50 Kg	Balanza de 50 Kg	161	1122	306	2132	398	2772	445	3104
1	400 kg	Secador de Bandejas	3000	20910	5700	39729	7410	51648	8299	57845
1	200 kg/hrs	Maquina Lavadora	500	3485	950	6622	1235	8608	1383	9641
1	2HP	Compresor de aire	100	697	190	1324	247	1722	277	1928
1	2,5 m/s	Intercambiador de Calor	2000	13940	3800	26486	4940	34432	5533	38564
1	1HP	Bomba de agua	8499	59238	16148	112552	20993	146318	23512	163876
1	19,200KW	Caldero UNIMAT UT-L	24700	172159	46930	327102	61009	425233	68330	476261
TOTAL			55784	388814	105990	738748	137786	960372	154321	1075616

En la tabla 8.5. Se muestra el costo de la maquinaria hasta el traslado a la planta incluyendo los costos de desaduanización y FOB (Free On Board) el cual es el precio de traslado desde el lugar de origen hasta el puerto.

TABLA 8.6. Costo de muebles y útiles

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		TOTAL	
			Bs	\$u\$	Bs	\$u\$
ADMINISTRACIÓN TÉCNICA						
Escritorio para Computadora y Gabeteros	Pza	2	1700	244	3400	489
Escritorio para Computadora y Tres Sillas	Pza	1	1350	194	1350	194
Sillón Ejecutivo	Pza	1	1000	144	1000	144
Casilleros Obreros						
Gabeteros de Madero	Pza	1	550	79	550	79
SUB TOTAL					6300	905
OFICINA CENTRAL						
Escritorio Para Computadora Y Gabeteros	Pza	2	1700	244	3400	489
Sillón Ejecutivo	Pza	2	1000	144	2000	287
Computadora Intel Corie 5	Pza	2	3000	431	6000	862
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO						
Escritorio para Computadora y Tres Sillas	Pza	1	1350	194	1350	194
Línea Telefónica	Pza	1	3500	503	3500	503
SUB TOTAL					16250	2335
TOTAL					22550	3240

En la tabla 8.6. Detalla los costos de muebles y útiles necesarios en el área administrativa en la planta de producción de algarrobina.

TABLA 8.7. Costo de equipo y otros

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		TOTAL	
			Bs	\$u\$	Bs	\$u\$
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN						
Densímetro	Pza	1	110	16	110	16
Refractómetro	Pza	2	360	52	720	103
UTENCILIOS DE PRODUCCIÓN						
Guantes de silicón	Pza	12	55	8	660	95
Balde de con trapeador	Pza	6	95	14	570	82
Bañadores 50 cm X 23cm	Pza	6	12	2	72	10
Baldes	Pza	6	75	11	450	65
Jarras medidoras	Pza	6	75	11	450	65
Kit de goteros	Pza	3	20	3	60	9
Mangueras 100m	Pza	1	140	20	140	20
Escoba giratoria	Pza	3	150	22	450	65
Espojas	Pza	12	5	1	60	9
Cubiertos	Pza	3	35	5	105	15
Palets	Pza	25	15	2	375	54
Sacos de 50kg	Pza	100	0,5	0,1	50	7
Set de cucharones	Pza	2	150	22	300	43
REPUESTOS						
Válvulas	Pza	8	450	65	3600	516
Pernos	Pza	12	25	4	300	43
Tuercas	Pza	12	30	4	360	52
tubos de cobre	Pza	30 metros	8000	1148	8000	1148
TOTAL					16832	2415

En la tabla 8.7. Se encuentran los costos de equipos y otros necesarios en el área de producción en la planta de algarrobina los cuales fueron estimados con el precio interno.

TABLA 8.8. Costo total de materia prima y materiales directos

GESTIÓN	MASA DE ALGARROBA (kg/Día)	MASA DE ALGARROBA (kg/Año)	COSTO DE ALGARROBO (Bs/Año)
2021	105	27786	50015,1
2022	106	27964	50335,71
2023	107	28142	50656,32
2024	107	28321	50976,93
2025	108	28499	51297,54
TOTAL		140712	253281,6

Los costos de materia prima requerida por año están detallados en la tabla 8.8. Donde se muestran a detalle por año la cantidad de algarrobo y agua requeridas para la producción de algarrobina.

TABLA 8.9. Costo de energía eléctrica

GESTIÓN	COSTO DE ENERGÍA COMPRESOR Bs	COSTO DE ENERGÍA ENVASADOR Bs	COSTO DE ENERGÍA LAVADOR Bs	COSTO DE ENERGÍA LUMINARIA Bs	COSTO TOTAL DE ENERGIA Bs
2021	591	792	1188	76	2647
2022	591	792	1188	76	2647
2023	591	792	1188	76	2647
2024	591	792	1188	76	2647
2025	591	792	1188	76	2647
TOTAL	2954	3960	5940	380	13234

En la tabla 8.9. Se pueden ver a detalle el costo de energía eléctrica de equipos que requieren energía para su funcionamiento, el cual fue calculado según al tiempo de uso de cada equipo.

TABLA 8.10. Costo de agua

GESTIÓN	COSTO DE AGUA EXTRACTOR Bs	COSTO DE AGUA CALDERO Bs	COSTO DE AGUA DEL LAVADOR Bs	COSTO DE AGUA DE LAVADO DE EQUIPOS Bs	COSTO TOTAL Bs
2021	117813	2026	4491	2245	126575
2022	118569	2026	4491	2245	127331
2023	119324	2026	4491	2245	128086
2024	120079	2026	4491	2245	128841
2025	120834	2026	4491	2245	129596
TOTAL	596619	10130	22455	11225	640429

La tabla 8.10. Detalla el costo de agua necesaria por equipo para el procesamiento de algarrobina, el cual se determinó según a la cantidad en metros cúbicos utilizada y el precio en metros cúbicos por boliviano.

TABLA 8.11. Costo de gas

GESTIÓN	COSTO DE GAS CALDERO Bs	COSTO DE GAS EN EXTRACTOR Bs	COSTO TOTAL DE ENERGIAS Bs
2021	757	319	1075
2022	757	319	1075
2023	757	319	1075
2024	757	319	1075
2025	757	319	1075
TOTAL	3783	1594	5377

Los costos de gas requeridos en la planta de algarrobina son citados en la tabla 8.11. Los cuales fueron calculados según al consumo de combustible en millar de metros cúbicos que tiene un precio de 1,70 \$us.

TABLA 8.12. Costo de materiales indirectos

GESTIÓN	COSTO DE ENVASES Bs	COSTO DE ETIQUETAS Bs	COSTO TOTAL
2021	176660	44165	220824
2022	177877	44469	222346
2023	179095	44774	223869
2024	180312	45078	225391
2025	181530	45383	226913
TOTAL	895474	223869	1119343

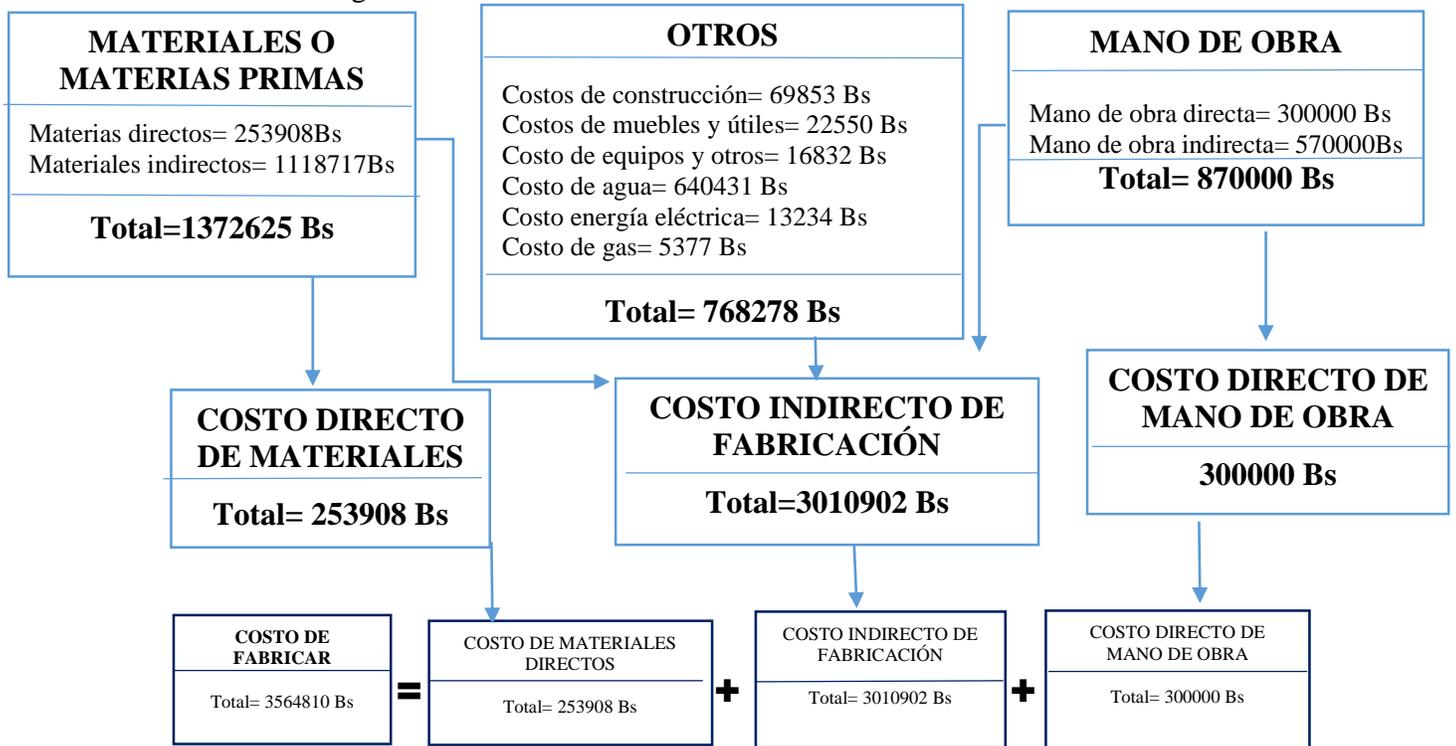
La tabla 8.12. Muestra el costo de materiales indirectos el cual es el costo de los envases y etiquetas donde el producto va a ser comercializado. El costo de envases fue determinado en relación a la cantidad de envases utilizados y el precio de 2Bs por unidad de envase y de la misma manera el costo de las etiquetas fue determinado en relación a la cantidad de envases a etiquetar donde el precio es de 0,5Bs por unidad.

TABLA 8.13 Costo de mano de obra indirecta y directa

PLANILLA DE SUELDOS Y SALARIOS												
(En Bolivianos)												
DETALLES	CANTIDAD	Ocupación que desempeña	Horas pagadas (Día)	Días pagados (Mes)	Haber básico	TOTAL GANADO Suma	Aporte a las AFPs	RC-IVA	Aporte Laboral del 1,71%	Seguro Médico 10%	(12) TOTAL DESCUENTOS Suma (9 a 11)	(13) LÍQUIDO PAGABLE (12-8)
MANO DE OBRA INDIRECTA	1	GERENTE	8	22	4500	4500	23	135	77	450	684	3816
MANO DE OBRA INDIRECTA	1	SECRETARIA	8	22	2500	2500	13	75	43	250	380	2120
MANO DE OBRA INDIRECTA	1	PORTERO	8	22	2500	2500	13	75	43	250	380	2120
MANO DE OBRA DIRECTA	1	TRABAJADOR EN LINEA	8	22	2500	2500	13	75	77	450	614	3886
MANO DE OBRA DIRECTA	1	TRABAJADOR EN LINEA	8	22	2500	2500	13	75	43	250	380	2120
TOTALES MES						14500						
TOTALES 5 AÑOS						870000						
TOTAL DE MANO DE OBRA INDIRECTA						570000						
MANO DE OBRA DIRECTA						300000						

La tabla 8.13. Muestra el costo de la mano de obra el cual fue determinado según a la ley del trabajo que contempla AFPs, RC-IVA, aporte laboral, seguro médico, y otros según el cargo.

TABLA 8.14 Diagrama de costos



Hallando en Costo Primo

$$[COSTO PRIMO] = [COSTO DE MATERIALES DIRECTOS] + [COSTO DIRECTO DE MANO DE OBRA]$$

$$[COSTO PRIMO] = 253908 Bs + 300000Bs$$

$$[COSTO PRIMO] = 553908 Bs$$

Hallando en Costo de Convertir

$$[COSTO CONVERTIR] = [COSTO DE MATERIALES DIRECTOS] + [COSTO INDIRECTO DE FABRICACIÓN]$$

$$[COSTO CONVERTIR] = 253908 Bs + 3010902 Bs$$

$$[COSTO CONVERTIR] = 3264810 Bs$$

Hallando en Costo de producción

$$[COSTO PRODUCCIÓN] = [COSTO DIRECTO DE MATERIAS PRIMAS] + [COSTO DIRECTO DE MANO DE OBRA] + [COSTO INDIRECTO DE FABRICACIÓN] + [COSTO DEPRECIACION DE MAQUINARIA]$$

$$[COSTO PRODUCCION] = 253908 Bs + 300000 Bs + 3010902 Bs + 209359 Bs$$

$$[COSTO PRODUCCIÓN] = 3774169 Bs$$

Hallando en Costo Variable:

$$[COSTO VARIABLE] = [COSTO DIRECTO DE MATERIALES] + [COSTO DIRECTO DE ENERGIA]$$

$$[COSTO VARIABLE] = 253908Bs + 659043Bs$$

$$[COSTO VARIABLE] = 912951 Bs$$

Hallando en Costo Total:

$$[COSTO TOTAL] = [COSTO DE PRODUCCION] + [COSTO DE COMERCIALIZAR] + [COSTO DE ADMINISTRAR]$$

$$[COSTO TOTAL] = 3774169 Bs + 1069443 Bs + 1425924 Bs$$

$$[COSTO TOTAL] = 6269537 Bs$$

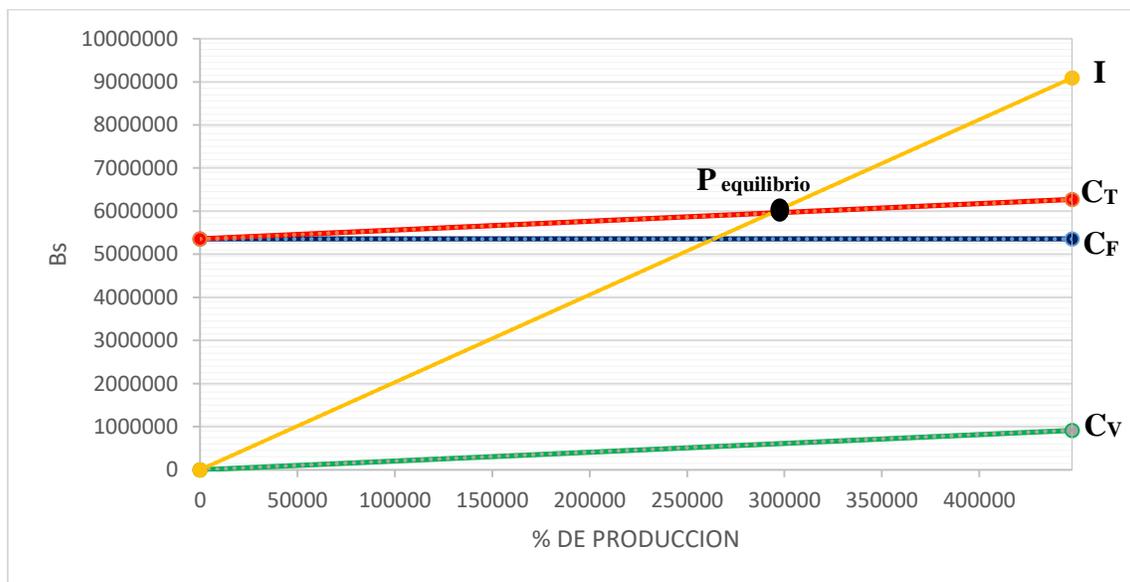
Hallando en Costo Fijo

$$[COSTO FIJO] = [COSTO TOTAL] - [COSTO VARIABLE]$$

$$[COSTO FIJO] = 6269537 Bs - 912951 Bs$$

$$[COSTO FIJO] = 5356586 Bs$$

FIGURA 8.14 Proyección punto de equilibrio



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 8.14. Se encuentra proyectado el punto de equilibrio entre el ingreso y el costo total de los 5 años.

Hallando en Precio Unitario:

TABLA 8.15. Producción de unidades de algarrobina por año

GESTIÓN	Cantidad de Algarrobina Producida (kg/Día)	Unidades/Día	Unidades/Año
2021	156	334	88330
2022	157	337	88939
2023	158	339	89547
2024	159	341	90156
2025	160	343	90765
TOTAL	790	1694	447737
PROMEDIO	158	339	89547

En la tabla 8.15. Se muestra el volumen de producción en unidades de 250ml por año.

Determinación del ingreso:

$$[INGRESOS] = [COSTO TOTAL] + 0,45 * [COSTO TOTAL]$$

$$[INGRESOS] = 1,45 * [COSTO TOTAL]$$

$$[INGRESOS] = 1,45 * 6269537 Bs$$

$$[INGRESOS] = 9090828 Bs$$

$$[INGRESOS] = [PRECIO UNITARIO] * [PRODUCCION]$$

$$[PRECIO UNITARIO] = \frac{[INGRESOS]}{[PRODUCCION]}$$

$$[PRECIO UNITARIO] = \frac{9090828 Bs}{447737 unidades}$$

$$[\text{PRECIO UNITARIO}] = 20,30 \frac{\text{Bs}}{\text{Unidades}}$$

TABLA 8.16 Ingresos por año

GESTIÓN	Unidades / Año	Ingresos
2021	88330	1793448
2022	88939	1805813
2023	89547	1818157
2024	90156	1830523
2025	90765	1842888
TOTAL	447737	9090828

La tabla 9.16 muestra los ingresos por año según a la producción de unidades vendidas a 16,98 Bs/ unidad precios de fábrica.

TABLA 8.17 Tabla de maquinaria y equipo

MAQUINARIA Y EQUIPO	VALOR		VALOR UTIL AÑOS	VALOR DEPRECIADO		VALOR RESIDUAL	
	\$u\$	Bs		\$u\$	Bs	\$u\$	Bs
Marmita a Gas	22131	154254	8	2766	19282	8299	57845
Máquina de Concentrado Evaporador EVAPORATOR X	12172	84840	8	1522	10605	4565	31815
Molino de Engranés (Molino de Glatt 9kvvxwu)	12239	85303	8	1530	10663	4589	31989
Balanza de 50 Kg	445	3104	8	56	388	167	1164
Secador de Bandejas	8299	57845	8	1037	7231	3112	21692
Maquina Lavadora	1383	9641	8	173	1205	519	3615
Compresor de aire	277	1928	8	35	241	104	723
Intercambiador de Calor	5533	38564	8	692	4820	2075	14461
Bomba de agua	23512	163876	8	2939	20485	8817	61454
Caldero UNIMAT UT-L	68330	476261	8	8541	59533	25624	178598
Maquina cosedora de sacos	24	170	8	3	21	9	64
estuche de herramientas	28	195	8	3	24	10	73
TOTAL	154373	1075981					
Vehículo	24000	167280	5	4800	33456	0	0
Terreno	105000	731850	40	2625	18296	91875	640369
Construcciones civiles	10022	69853	35	286	1996	8590	59874
Muebles y útiles	22550	157174	12	1879	13098	13154	91685
AMORTIZACION DE LOS ACTIVOS DIFERENCIADOS							
Interés durante la construcción	11500	80155	10	1150	8016	5750	40078
TOTAL	481818	3358274	198	30037	209359	177259	1235498

TABLA 8.18 Cuadro de amortización e interés del préstamo bancario

PRESTAMO	100000	\$u\$
TAZA DE INTERES	11,5	%
PERIODO	7	AÑOS
DIFERENCIAMIENTO	1	AÑOS

AÑO	SALDO DEUDOR \$u\$	AMORTIZACION CAPITAL \$u\$	INTERES \$u\$	CUOTA ANUAL \$u\$
0	100000		11500	
1	100000	10066	11500	21566
2	89934	11223	10342	21566
3	78711	12514	9052	21566
4	66198	13953	7613	21566
5	52245	15557	6008	21566
6	36688	17346	4219	21566
7	19341	19341	2224	21566
8	0	21566	0	21566

Fuente: Propia

TABLA 8.19 Flujo monetario del empresario

AÑOS	INVERSIONES Bs	FLUJO DE CAJA Bs	AMORTIZACION Bs	INTERES Bs	FLUJO MONETARIO Bs
0	6269537				
1		1793448	70157	80155	1863604
2		1805813	78225	72087	1884037
3		1818157	87220	63091	1905378
4		1830523	97251	53061	1927773
5		1842888	108435	41877	1951322

TABLA 8.20 Flujo de evaluación para el análisis de sensibilidad

AÑOS	INVERSIONES Bs	FLUJO DE CAJA Bs	INTERES Bs	FLUJO MONETARIO Bs
0	6269537			
1		1793448	80155	1873603
2		1805813	72087	1877900
3		1818157	63091	1881249
4		1830523	53061	1883583
5		1842888	41877	1884765

TABLA 8.21 Flujo de caja para el análisis de sensibilidad

ÍTEM	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingreso (Bs)	1793448	1805813	1818157	1830523	1842888
Costo Total (Bs)	1253907	1253907	1253907	1253907	1253907
Utilidad Bruta (Bs)	539540	551905	564250	576615	588980
Impuesto s/u 25% (Bs)	134885	137976	141063	144154	147245
Utilidad Neta (Bs)	1713293	1725658	1738002	1750368	1762733
Depreciación y activos (Bs)	80155	80155	80155	80155	80155
Flujo de Caja (Bs)	1793448	1805813	1818157	1830523	1842888

TABLA 8.22. Producción alcanzada según la capacidad del evaporador

GESTIÓN	ALGARROBINA PRODUCIDA A 78°BRIX (L/día)	ALGARROBIN A PRODUCIDA A 25°BRIX (L/día)	% DE CAPACIDAD ALCANZADA EN LA EVAPORACIÓN
2021	266	488	94
2022	268	491	94
2023	270	494	95
2024	272	497	96
2025	274	500	96

La capacidad de la máquina evaporador concentrador de 500L entonces en 1 día se puede realizar una concentración de extracto en la tabla 8.22 se muestra la relación de la cantidad que se requiere concentrar y la capacidad del equipo expresada en %.

TABLA 8.23. Producción alcanzada según la capacidad del extractor

GESTIÓN	ALGARROBA REQUERIDA (L/día)	AGUA REQUERIDA (L/día)	CANTIDAD INGRESADA AL EXTRACTOR (L/día)	% DE CAPACIDAD ALCANZADA EN LA EXTRACCION
2021	101	421	522	84
2022	102	424	525	85
2023	102	427	529	85
2024	103	430	533	86
2025	104	432	536	86

La capacidad de la marmita para la extracción es de 600L entonces en 1 día se puede realizar una extracción de extracto de 25 °Brix en la tabla 8.23. Se muestra la relación de la cantidad que se requiere concentrar y la capacidad de la marmita expresada en %.

**ENCUESTAS PARA AYUDAR A LA DETERMINACION DE LOS PARAMETROS
OPTIMOS DE EXTRACCIÓN**

ENCUESTA N°1: se realizó la encuesta y degustación a 38 personas en restaurantes vegetarianos y veganos muy concurrido en la ciudad de La Paz.

ENCUESTA DE DEGUSTACIÓN

ENCUESTA N°1

PRODUCTORA: NATUVID

PRODUCTO: ALGARROBINA

❖ Marque con una X la respuesta de la pregunta

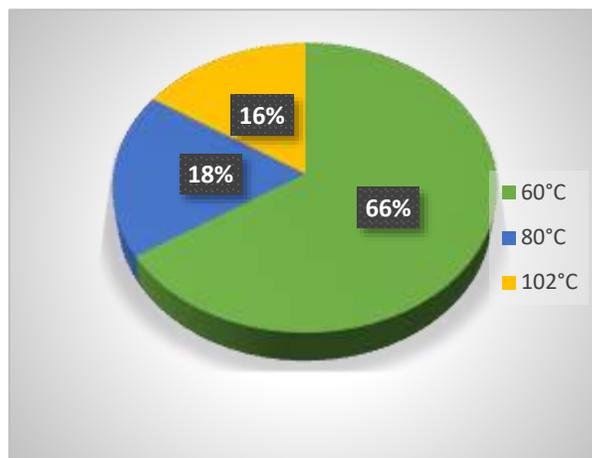
N°	PREGUNTA	PRODUCTO		
		1	2	3
1	¿Cuál es el producto que más le agrado al degustar?			
2	¿Cuál es el producto que considera tiene el mejor sabor?			
3	¿Cuál es el producto que considera tiene la mejor apariencia?			
4	¿Cuál es el producto que considera tiene un sabor más ácido?			
5	¿Cuál es el producto que le llamo más la atención?			

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN Y TIEMPO
TENGA UN BUEN DIA.

RESULTADOS DE LA ENCUESTA N°1

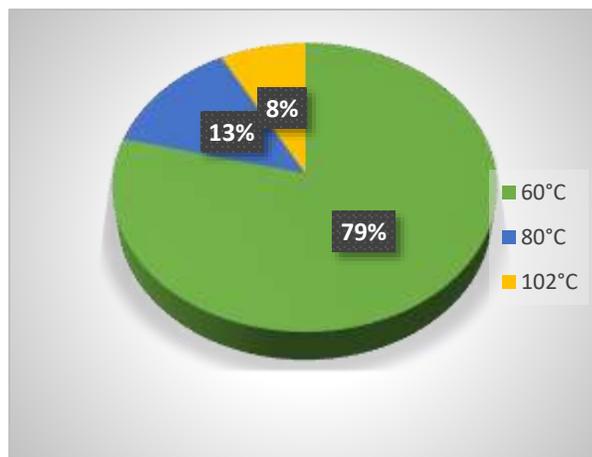
1. ¿Cuál es el producto que más le agrado al degustar?

RESULTADOS		
PRODUCTO	SECADO A °C	%
1	60	65,78
2	80	18,42
3	102	15,79



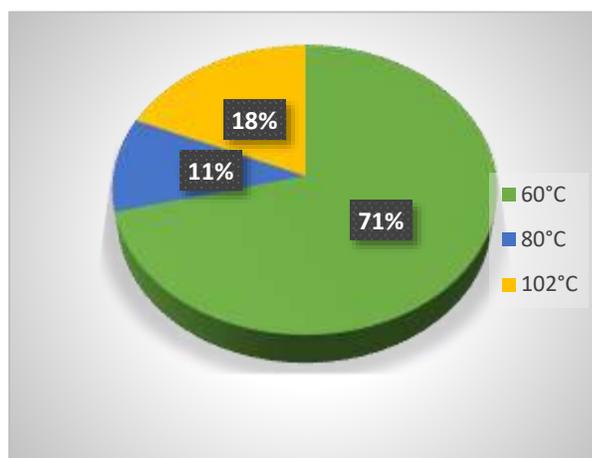
2. ¿Cuál es el producto que considera tiene el mejor sabor?

RESULTADOS		
PRODUCTO	SECADO A °C	%
1	60	78,95
2	80	13,16
3	102	7,89



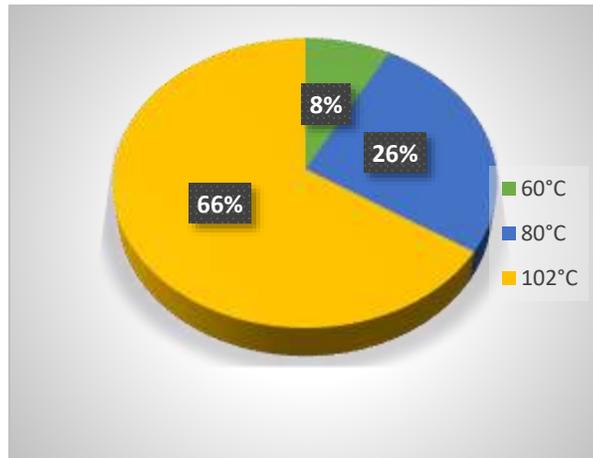
3. ¿Cuál es el producto que considera tiene la mejor apariencia?

RESULTADOS		
PRODUCTO	SECADO A °C	%
1	60	71,05
2	80	10,53
3	102	18,42



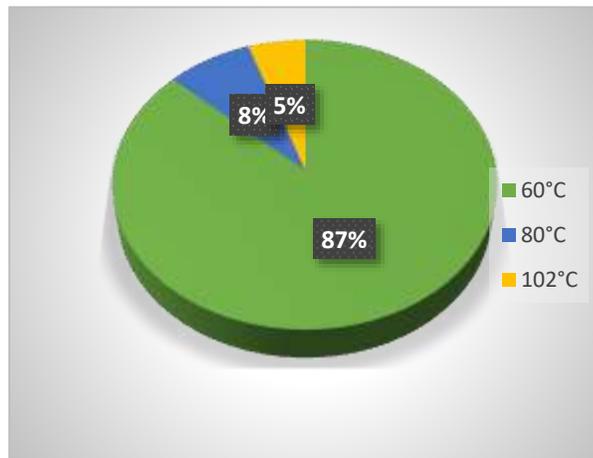
4. ¿Cuál es el producto que considera tiene un sabor más ácido?

RESULTADOS		
PRODUCTO	SECADO A °C	%
1	60	7,89
2	80	26,32
3	102	65,79



5. ¿Cuál es el producto que le llamo más la atención?

RESULTADOS		
PRODUCTO	SECADO A °C	%
1	60	86,84
2	80	7,89
3	102	5,26



ENCUESTA N°2: Se realizó la encuesta y degustación a 47 personas en restaurantes vegetarianos y veganos muy concurrido en la ciudad de La Paz.

ENCUESTA DE DEGUSTACIÓN

ENCUESTA N°2

PRODUCTORA: NATUVID

PRODUCTO: ALGARROBINA

❖ Marque con una X la respuesta de la pregunta

N°	PREGUNTA	PRODUCTO		
		1	2	3
1	¿Cuál es el producto que más le agrado al degustar?			
2	¿Cuál es el producto que considera tiene el mejor sabor?			
3	¿Cuál es el producto que considera tiene la mejor apariencia?			
4	¿Cuál es el producto que considera tiene un sabor más acido?			
5	¿Cuál es el producto que le llamo más la atención?			

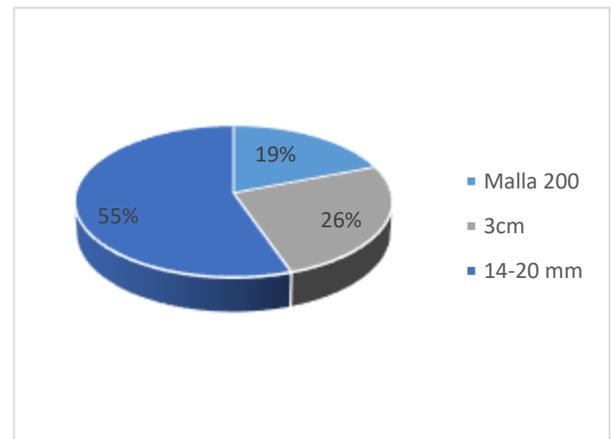
GRACIAS POR SU COLABORACIÓN Y TIEMPO

TENGA UN BUEN DIA

RESULTADOS DE LA ENCUESTA N°2

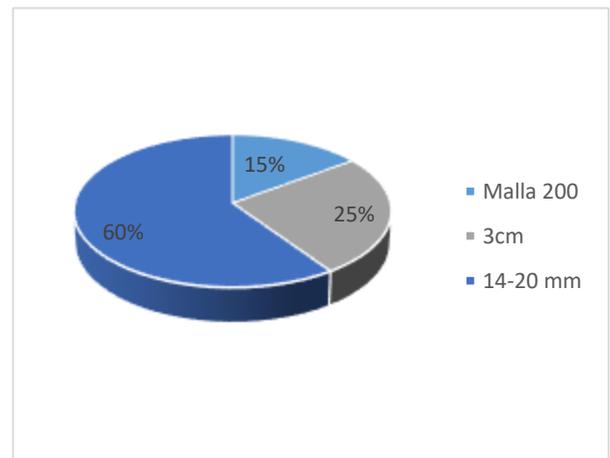
1. ¿Cuál es el producto que más le agrada al degustar?

RESULTADOS		
PRODUCTO	TAMAÑO DE GRANO PROCESADO	%
1	Malla 200	19,15
2	3cm	25,53
3	14-20 mm	55,32



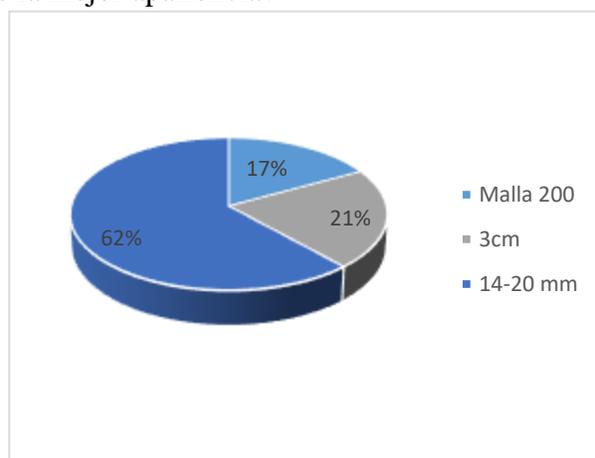
2. ¿Cuál es el producto que considera tiene el mejor sabor?

RESULTADOS		
PRODUCTO	TAMAÑO DE GRANO PROCESADO	%
1	Malla 200	14,89
2	3cm	25,53
3	14-20 mm	59,57



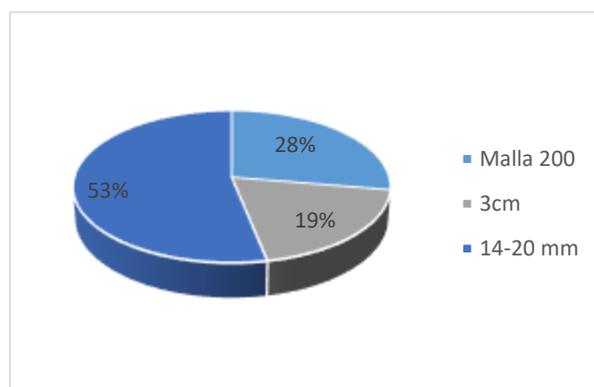
3. ¿Cuál es el producto que considera tiene la mejor apariencia?

RESULTADOS		
PRODUCTO	TAMAÑO DE GRANO PROCESADO	%
1	Malla 200	17,02
2	3cm	21,28
3	14-20 mm	61,70



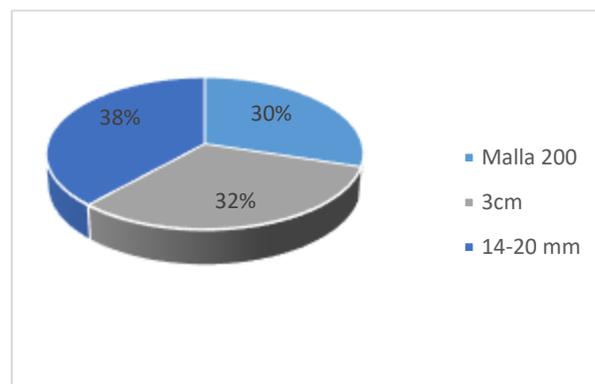
4. ¿Cuál es el producto que considera tiene un sabor más ácido?

RESULTADOS		
PRODUCTO	TAMAÑO DE GRANO PROCESADO	%
1	Malla 200	27,66
2	3cm	19,15
3	14-20 mm	53,19



5. ¿Cuál es el producto que le llamo más la atención?

RESULTADOS		
PRODUCTO	TAMAÑO DE GRANO PROCESADO	%
1	Malla 200	29,79
2	3cm	31,91
3	14-20 mm	38,30



ENCUESTA N°3: La degustación y llenado de la encuesta se realizó a 30 peatones en la plaza Uyuni que contó con la colaboración del señor Raúl propietario de la microempresa NATUVID.

ENCUESTA

1. ¿USTED CONSUME ENDULZANTES DIFERENTES AL AZÚCAR?

1. SI
2. NO

1. ¿CUAL ES EL ENDULZANTE QUE CONSUME?

2. CUAL DE LOS PRODUCTOS QUE DEGUSTO LE AGRADO MAS?

3. ¿USTED CONOCIA EL PRODUCTO ANTES DE ESTA DEGUSTACION?

1. SI
2. NO

4. ¿A QUE PRODUCTO ES SIMILAR EL PRODUCTO QUE DEGUSTO?

5. ¿COMO EVALUARIA EL PRODUCTO?

1. MALO
2. REGULAR
3. BUENO
4. MUY BUENO
5. EXCELENTE

6. ¿RECOMENDARIA ESTE PRODUCTO A OTRAS PERSONAS?

1. SI
2. NO

7. ¿QUE ES LO QUE LE GUSTA DE ESTE PRODUCTO?

8. ¿QUE ES LO QUE NO LE GUSTA DEL PRODUCTO?



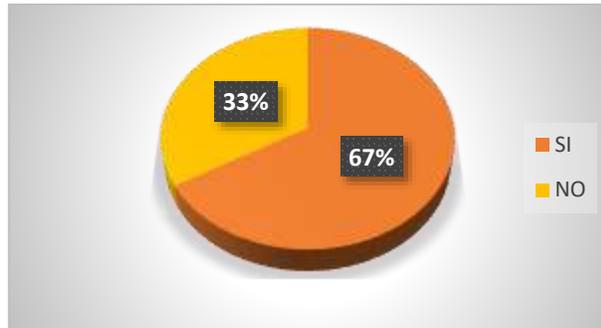
!!!GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!!!



RESULTADOS DE LA ENCUESTA N°3

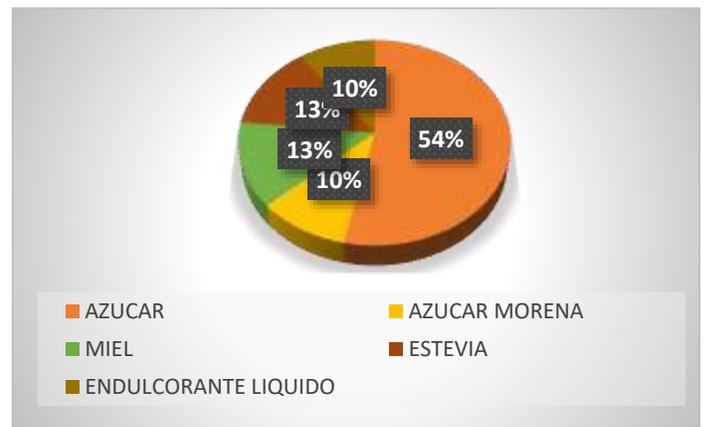
1. ¿Usted consume endulzantes diferentes al azúcar?

RESULTADO	%
SI	67
NO	33



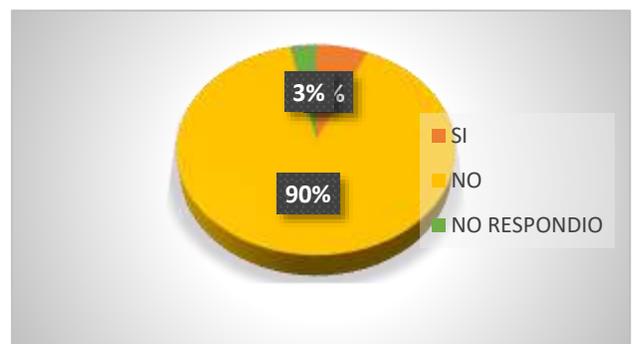
2. ¿Cuál es el endulzante que consume?

RESULTADO	%
AZUCAR	53,33
AZUCAR MORENA	10,00
MIEL	13,33
ESTEVI	13,33
ENDULCORANTE LIQUIDO	10,00



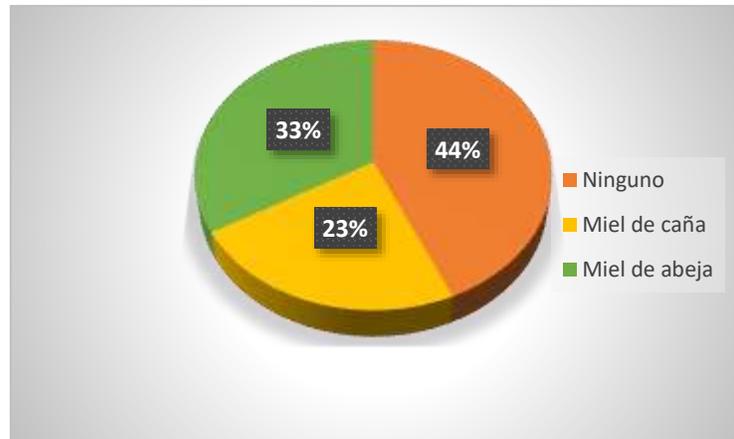
3. ¿Usted conocía el producto antes de la degustación?

RESULTADOS	%
SI	6,67
NO	90,00
NO RESPONDIO	3,33



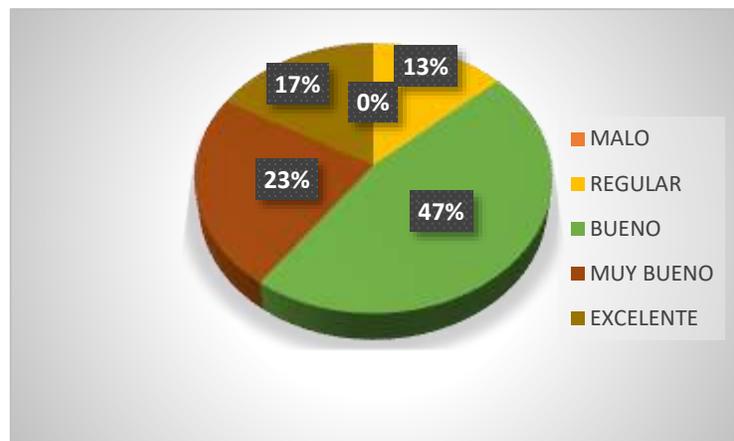
4. ¿A qué producto es similar el producto que degusto?

RESULTADO	%
Ninguno	43,33
Miel de caña	23,33
Miel de abeja	33,33



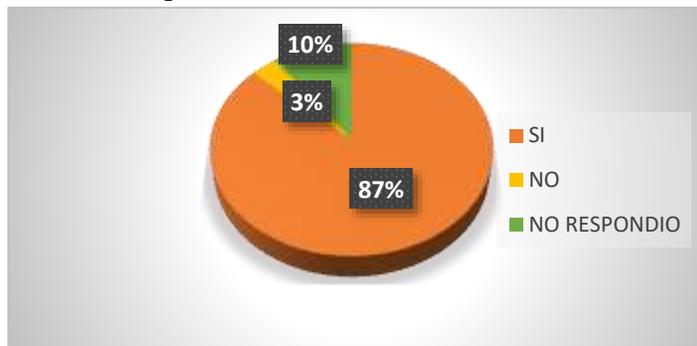
5. ¿Cómo evaluaría el producto?

RESULTADO	%
MALO	0
REGULAR	13,33
BUENO	46,67
MUY BUENO	23,33
EXCELENTE	16,67



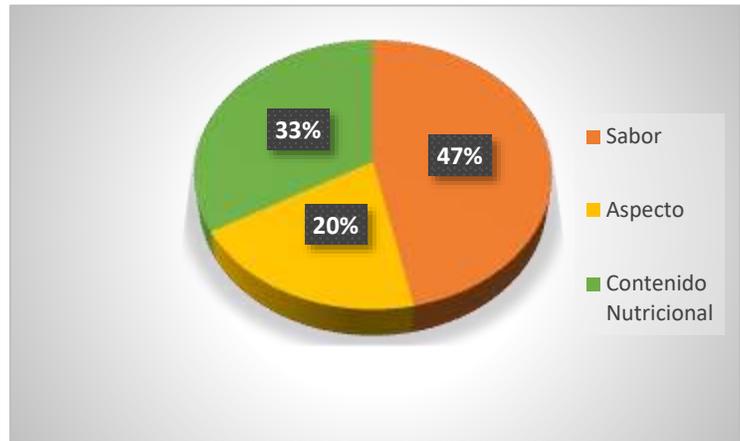
6. ¿Recomendaría este producto a otras personas?

RESULTADOS	%
SI	86,67
NO	3,33
NO RESPONDIO	10,00



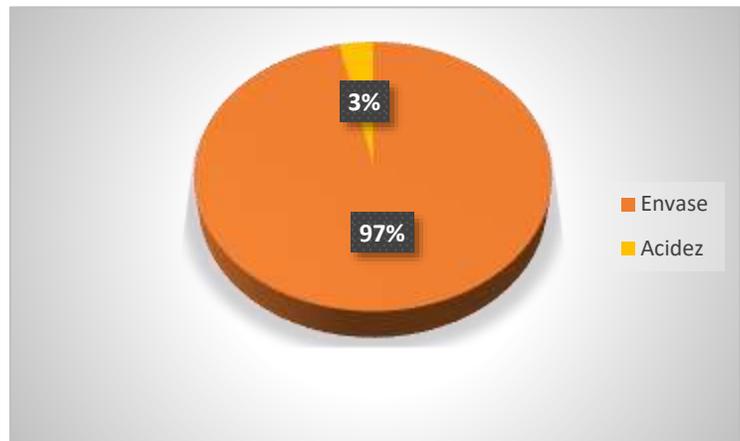
7. ¿Qué es lo que le gusta de este producto?

RESULTADO	%
Sabor	46,66
Aspecto	20,00
Contenido Nutricional	33,33



8. ¿Qué es lo que no le gusta de este producto?

RESULTADO	%
Envase	96,67
Acidez	3,33



BIBLIOGRAFÍA

Ingeniería Química, Operaciones Básicas, Tomo II. Ocon &Tojo

Ingeniería Química, Operaciones Básicas, Tomo I. Ocon &Tojo

Operaciones Unitarias en Ingeniería química, Warren L. McCabe- Julian C. Smith- Peter Harriott, Cuarta Edición

Operaciones de Transferencia de Masa, Robert E. Treybal, Segunda Edición

Operaciones de Separación por Etapas de Equilibrio Ingeniería Química, E. J. Henley-J. D. Seader

Introducción a la Ingeniería de los Alimentos R. Paul Singh- Dennis R. Heldman, Segunda Edición

Chemical Engineers Handbook , Robert H. Perry, Seven Edition