



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**“FABRICACIÓN DE PROTOTIPO DE MÁQUINA PARA  
CONTROLAR LA ACRILAMIDA EN EL PROCESO DE  
PRODUCCIÓN DE ALGARROBINA”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA INDUSTRIAL**

**AUTORA:**

**Br. Nunura Agüero, Daniela**

**ASESOR:**

**Mg. Madrid Guevara, Fernando**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Gestión empresarial y productiva**

**Piura - Perú**

**2018**

## **PÁGINA DEL JURADO**

## DEDICATORIA

A mi padre Juan Absalón Nunura Añazco y a mi madre María Concepción Agüero Saavedra por ser ejemplos de perseverancia, por su amor incondicional, su apoyo y motivación constante que me brindaron para alcanzar este anhelado sueño.

A mi abuela Teodora Saavedra Castillo por brindarme su apoyo moral e incondicional, sus consejos y motivación para lograr esta meta tan deseada.

A mis hermanas Yanina y Lorena por compartir conmigo gratos momentos y por su confianza brindada.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar principalmente mi gratitud a Dios por permitirme llegar a esta etapa, por guiarme en mi caminar y brindarme salud, bienestar, inteligencia, sabiduría y fortaleza para llevar a cabo esta investigación y permitirme cumplir este sueño tan anhelado, además por brindarme su infinito amor y bondad

A mis padres María y Juan, por ser los principales promotores de mis sueños, por estar siempre a mi lado brindándome su amor y apoyo incondicional en los momentos difíciles y a la vez enseñarme que todo en esta vida cuesta obtener lo que uno quiere y que se logra con esfuerzo, perseverancia y mucha sabiduría.

A mi abuela Teodora, por demostrarme su amor hacia a mí, por alentarme, brindarme su apoyo incondicional y sus consejos para mejorar día a día y ser una persona de bien.

Mi más sincero y cordial agradecimiento al Ing. MSc. Fernando Madrid Guevara, por su apoyo constante y esfuerzo, quién con sus conocimientos, experiencia, y dedicación de tiempo ha permitido desarrollar esta investigación y culminarla con éxito y emoción.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Nunura Agüero Daniela con DNI N° 73102043, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Piura, diciembre del 2018



Nunura Agüero Daniela

DNI: 73102043

## **PRESENTACIÓN**

La presente investigación tiene como principal objetivo fabricar un prototipo de máquina para controlar la acrilamida en el proceso de producción de algarrobina con el propósito de facilitar al productor al momento de realizar dicho proceso y así tener un mayor control al momento de su elaboración y por ende obtener un producto de calidad. En el Capítulo I, se presenta todo lo que respecta a Introducción como: la realidad problemática; trabajos previos; teorías relacionadas: a prototipo de máquina, elaboración de algarrobina y control de acrilamida; también se presenta en este capítulo la formulación del problema de la investigación que se está realizando, justificación, hipótesis y objetivos. El Capítulo II, denominado Método, está conformado por el diseño de investigación; identificación de variables y su matriz de Operacionalización; población; muestra; técnicas e instrumentos para la recolección de datos que son de suma importancia para la realización de la investigación. La finalidad de este capítulo es mostrar la relación que existe entre la variable y los indicadores. En el Capítulo III, llamado Resultados, consiste en mostrar todos los resultados obtenidos de cada objetivo al momento de aplicar su respectivo instrumento de todos los objetivos. El Capítulo IV, Discusión, consiste en discutir los resultados obtenidos de cada objetivo de la investigación realizada con los resultados obtenidos de otros autores con respecto al tema de investigación. En el Capítulo V consiste en lo que respecta conclusiones de la investigación. En el Capítulo VI se muestra las recomendaciones. El Capítulo VII, se presenta las referencias bibliográficas donde se ha consultado para desarrollar las teorías relacionadas. Por último, el Capítulo VIII, denominado Anexos, se demuestra los resultados obtenidos, análisis de cada uno de los objetivos planteados en la investigación.

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Realidad Problemática .....	1
1.2. Trabajos previos .....	2
1.2.1. Internacionales.....	2
1.2.2. Nacionales.....	3
1.2.3. Locales .....	4
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	6
1.3.1. Prototipo .....	6
1.3.2. Máquina .....	7
1.3.3. Controlar .....	7
1.3.4. Acrilamida .....	7
1.3.5. Proceso.....	7
1.3.6. Producción .....	8
1.3.7. Algarrobina.....	8
1.3.8. Caja Morfológica de Zwicky:.....	11
1.4. Formulación del Problema .....	13
1.4.1. Pregunta General .....	13
1.4.2. Pregunta Específica .....	13
1.5. Justificación .....	13
1.6. Hipótesis .....	14
1.6.1. Hipótesis general .....	14
1.6.2. Hipótesis específicas.....	14
1.7. Objetivos .....	15
1.7.1. Objetivo general .....	15

1.7.2.    Objetivos específicos.....	15
II.    MÉTODO.....	16
2.1.    Diseño de investigación .....	16
2.1.1.    Tipo de investigación.....	16
2.1.2.    Diseño.....	16
2.2.    Identificación de variables .....	17
2.3.    Población y muestra.....	20
2.4.    Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	21
2.5.    Métodos de análisis de datos .....	22
2.6.    Aspectos éticos .....	22
III.    RESULTADOS.....	23
3.1.    Evaluación de los requerimientos para el diseño del prototipo basado en los parámetros que satisfacen la elaboración de algarrobina. ....	23
3.2.    Elaboración de alternativas de diseño basado en la caja de Zwicky.....	25
3.3.    Seleccionar la alternativa de diseño basada en la matriz de evaluación. ....	26
3.4.    Determinar las características técnicas para el cálculo y dimensionamiento de los componentes del prototipo de máquina. ....	27
3.5.    Determinar el costo de fabricación mediante las dimensiones y especificaciones de cada parte del prototipo de la máquina. ....	28
3.6.    Reducir el porcentaje de acrilamida mediante el control de la temperatura de concentración de la algarrobina.....	28
IV.    DISCUSIÓN .....	31
V.    CONCLUSIONES .....	34
VI.    RECOMENDACIONES.....	36
VII.    REFERENCIAS .....	37
ANEXOS.....	41
Anexo N° 1: ACTA DE ORIGINALIDAD.....	41
Anexo N° 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	42
Anexo N° 3: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	44
Anexo N° 4: CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE DATOS.....	53
Anexo N° 5: FABRICACIÓN DE PROTOTIPO DE MÁQUINA PARA CONTROLAR LA ACRILAMIDA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALGARROBINA .....	63



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de Variables.....	17
Tabla 2: Población y muestra .....	20
Tabla 3: Técnicas e instrumentos de datos .....	21
Tabla 4: Método de análisis de datos .....	22
Tabla 5: Evaluación de Requerimientos.....	23
Tabla 6: Caja de Zwicky .....	25
Tabla 7: Matriz de evaluación .....	26
Tabla 8: Dimensiones y especificaciones de las partes de la máquina controladora de acrilamida..	27
Tabla 9: Cuadro de Costos .....	28
Tabla 10: Hoja de Evaluación de Características Físicoquímicos .....	29
Tabla 11: Hoja de Evaluación de Característica Organolépticos.....	30

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal fabricar un prototipo de máquina para controlar la acrilamida en el proceso de producción de algarrobina. Esta investigación es de tipo aplicada ya que se contrastó mediante análisis de laboratorio para controlar la acrilamida, además para la recolección de datos se tuvo en cuenta los instrumentos y métodos empleados en un diseño de ingeniería. El diseño se inició con la identificación del problema, la evaluación de requerimientos y la elección del mecanismo más adecuado para la concentración de la algarrobina y su control de acrilamida en su proceso, esto realizado mediante la caja morfológica de Zwicky y su matriz de evaluación de las diferentes alternativas propuestas, teniendo como resultado que la alternativa correcta, óptima y adecuada fue realizar una máquina usando como fuente de calor la energía eléctrica, teniendo un 88% como porcentaje de aceptación de sus requerimientos, de igual forma para su dimensionamiento y selección de cada uno de los componentes que conforma la máquina concentradora, donde se tuvo en cuenta la dimensión, peso de la algarroba y la cantidad de litros de agua a usar para la concentración. El costo de las dimensiones y especificaciones de cada parte del prototipo de la máquina se empleó para determinar el costo de fabricación de la máquina para ofertar al mercado. Según los resultados que se obtuvieron se puede confirmar que el prototipo de la máquina concentradora de algarrobina resistirá la cantidad de algarrobas a concentrar, el tiempo y la temperatura que se someterá la materia prima, teniendo como beneficio un control al momento de realizar su proceso y por ende obtener un producto de buena calidad.

**Palabras claves:** Prototipo de máquina, requerimientos, parámetros, control de acrilamida, proceso de la Algarrobina.

## **ABSTRACT**

The main objective of this research is to manufacture a prototype machine to control acrylamide in the production process of algarrobine. This investigation is of application type since it was contrasted by means of laboratory analysis to control the acrylamide in the production process of the algarrobina, in addition for the data collection the instruments and methods used in an engineering design were taken into account. The design began with the identification of the problem, the evaluation of requirements and the choice of the most suitable mechanism for the concentration of the algarrobine and its control of acrylamide in its process, this realized by means of the morphological box of Zwicky and its matrix of evaluation of the different alternatives proposed, having as a result that the correct, optimal and adequate alternative was to make a machine using electrical energy as a source of heat, having 88% as a percentage of acceptance of its requirements, in the same way for its sizing and selection of each one of the components that make up the concentrating machine, which took into account the size, weight of the carob and the amount of liters of water to be used for the concentration. The cost of the dimensions and specifications of each part of the prototype of the machine was used to determine the manufacturing cost of the machine to offer to the market. According to the results obtained, it can be confirmed that the prototype of the algarrobine concentrating machine will resist the amount of carob to be concentrated, the time and temperature that the raw material will be subjected to, having as a benefit control at the time of carrying out its process and therefore obtain a good quality product.

**Keywords: Machine prototype, requirements, parameters, acrylamide control, Algarrobina process.**

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Realidad Problemática**

Según (República, 2010) el Ministerio de Agricultura y Riego, a través del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), informa que hoy en día nuestra ciudad de Piura cuenta con un gran porcentaje de producción de algarroba debido a las lluvias del “Niño Costero”, siendo así el aprovechamiento de dicha materia prima, es que muchas empresas han comenzado a dedicarse a la elaboración de la algarrobina con fines de exportación, ya que es un producto que tiene buenas propiedades alimentarias y a la vez es muy agradable para nuestro paladar.

Una de estas empresas que se dedican a la producción de algarrobina es Paccha ubicada en Chulucanas - Morropón – Piura al igual la Universidad Nacional de Piura donde estas se dedican a la producción artesanal de algarrobina para el consumo local, cuyo proceso no es de la manera correcta ya que no tienen un control en sus parámetros de cocción ni de registros sanitarios convirtiéndola así en un producto de baja calidad.

Debido a ello cabe resaltar que en dicho proceso artesanal según (LUDEÑA, 2013) se ha detectado la presencia de acrilamida en la algarrobina convirtiendo este en una sustancia tóxica y por ende maligno para el ser humano ya que según (NIH, 2017) indica que esta sustancia ocasiona graves enfermedades al sistema nervioso disminuyendo la capacidad intelectual y cognitivo, sistema muscular debilitando los músculos, así mismo afecta al sistema reproductivo y en el caso de las gestantes produce daños al feto ocasionado deformaciones y por último ocasiona que las células cancerígenas se activen produciendo cáncer en la persona. La presencia de esta sustancia es debido a que el producto es expuesto altas temperaturas sobrepasando su grado límite de cocción.

De continuar con el mal control de la acrilamida, se presentará problemas de salud a los consumidores, trayendo como consecuencia la desconfianza hacia este producto debido a su falta de supervisión de calidad y por ende podría disminuir su consumo y exportación.

Por lo tanto, se pretende fabricar un prototipo de máquina para controlar la acrilamida en el proceso de elaboración de algarrobina, ya que es en la concentración del jugo de

algarrobina donde se debe tener cuidado en mantener los parámetros de calidad en sus rangos propuestos por la NTP 209.600:2002 de la algarrobina.

## **1.2. Trabajos previos**

### **1.2.1. Internacionales**

(GARZÓN Beleño, 2014) presentó su tesis para obtener el Título de Nutrición y Dietética y Microbiología Industrial por la Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Escuela Nutrición y dietética y Microbiología Industrial; el trabajo de investigación se tituló: “EVALUACIÓN DE NIVELES DE ACRILAMIDA EN ALIMENTOS COLOMBIANO”, proponiendo como objetivo general analizar por primera vez los niveles de acrilamida en los diferentes alimentos de Colombia. Fue una investigación de tipo aplicada siendo relacionada con el desarrollo de un análisis, llegando como conclusión el hallazgo de un alto nivel de acrilamida en los alimentos como: pasa, bocas, papas y empanadas, que se debería preparar los alimentos con las buenas prácticas de manufactura, recomendando que se debe evitar el calentamiento de los alimentos a tal punto que no llegue a quemarse y que se debería informar a la población colombiana sobre la acrilamida y sus efectos negativos en la salud. Esta investigación fue elegida por estar relacionada a la información relevante que presenta sobre la acrilamida, tal como se anuncia en uno de los objetivos específicos de esta investigación.

(ARZATE Illanes, 2014) realizó la investigación “*Diseño de una Máquina Moldeadora de Arcilla Humedecida para Fabricación de Ladrillos*” por la Universidad Nacional Autónoma de México, desarrollado para obtener el grado de Maestría en Ingeniería, teniendo como objetivo principal diseñar una máquina para mejorar el proceso de moldeo del ladrillo permitiendo realizarse de una manera simple y así lograr un número mayor de productos moldeados, utilizando una metodología de diseño centrado en el usuario, llegando a la conclusión que la máquina que se diseñó se desarrolló con la finalidad de solucionar dicho problema, el moldeo del ladrillo, llevándose a cabo por medio de actuadores hidráulicos.

Esta tesis fue elegida por tener una relación ya que se realizó un estudio de las necesidades de los productores de ladrillo, con el propósito de conocer si el principio de funcionamiento es el adecuado para el diseño del dispositivo, siendo relacionado con esta investigación ya que también se realizará un estudio para fabricar la máquina adecuada

(ALCÍVAR Alcívar , y otros, 2013) realizó la investigación “*Tiempo de cocción y tipos de empaque en la vida útil de Fréjol como producto de V Gama*” desarrollado para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial, por la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Facultad de Agroindustrias, teniendo como objetivo principal definir los efectos encontrados en el tiempo de cocción y tipos de empaque y su duración de fréjol encontrándose en una condición de madurez medio como producto de V Gama en la planta de vegetales y frutas de la ESPAM MFL, utilizando la metodología experimental, llegando a la conclusión que el tiempo de cocción y los tipos de empaque son variables esenciales en el proceso ya que intervienen directamente con la vida útil del producto.

Esta tesis fue seleccionada ya que se asemeja a uno de los objetivos de esta investigación que es determinar el tiempo de cocción para la obtención del primer jugo de algarroba.

### **1.2.2. Nacionales**

(OLANO Neyra, 2017) realizó la investigación “*Diseño de una Máquina Trituradora de Concreto de Capacidad 500 kg/h, dirigido a la ciudad de Chiclayo*” por la Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, desarrollado para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, teniendo como objetivo específico realizar una evaluación económica del diseño de la máquina trituradora de concreto de capacidad de 500 kg/h, utilizando la metodología experimental con la técnica de recolección de datos y así tener los cálculos respectivos para llevar a cabo la elaboración de la máquina, seleccionando el material para las piezas de máquina, llegando a la conclusión que el diseño fabricado es eficiente teniendo una capacidad de 500 kg/h, cubriendo así con la demanda existente en el departamento de Lambayeque y que en comparación con otro tipo de máquina,

la máquina trituradora de mandíbula para concreto es más eficiente y su costo de operatividad no es grande comparado con otras máquinas.

Esta investigación fue elegida ya que para realizar dicha máquina se tuvo que ver y seleccionar cada elemento que se iba a utilizar en su elaboración de la trituradora relacionándose con esta investigación, ya que también se realizará el mismo proceso de selección para la fabricación de la máquina que va a controlar la acrilamida en la algarrobina.

### **1.2.3. Locales**

(SERRA Landívar, 2016) realizó la investigación “Estudio del proceso y modelo empresarial asociativo para la producción tecnificada de algarrobina” por la Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, desarrollado para obtener el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas, teniendo como objetivo examinar la factibilidad técnica-económica de implementar avances tecnológicos para el proceso de elaboración de algarrobina y a la vez recomendar un modelo de organización cooperativo para el manejo adecuado de una planta industrial de algarrobina, integrado por los micro productores de Locuto; mediante un cuestionario, se pudieron obtener resultados que fueron comparados con el fin de mejorar los avances tecnológicos usados en dicho proceso, además estableciendo como conclusión que gracias al interés de las instituciones en los proyectos presentados se fomenta el apoyo e impulso a la comercialización y producción de los micro productores, así mismo recomendando que se difunda las normas técnicas (NTP 2009.600) y se capacite al personal encargado de la elaboración de la algarrobina con el fin de lograr que dicho producto cumpla con sus estándares físico-químicos y microbiológicos por medio de un análisis de laboratorio. Esta tesis ha sido seleccionado debido a que aporta una mejora en el proceso de elaboración de Algarrobina, que guarda una relación muy estrecha ya que el propósito principal de este trabajo de investigación es mejorar el proceso de elaboración del producto.

(CARRASCO Chamba, 2016) realizó la investigación “*Diseño de una Máquina Prensadora para el Proceso de Compactación de envases PET Reciclables en las Empresas Acopiadoras, Sullana*” por la Universidad César Vallejo-Piura,

desarrollado para obtener el título profesional de Ingeniera Industrial, teniendo como objetivo específico seleccionar el mecanismo de prensado más adecuado para reducir el volumen de los envases PET, mediante la evaluación de los requerimientos, además teniendo como otro objetivo específico establecer los parámetros necesarios para el cálculo y dimensionamiento de los componentes de la máquina prensadora, teniendo como tipo de metodología no experimental y tipo descriptiva, llegando a la conclusión que teniendo en cuenta la problemática existente y los requerimientos establecidos en el diseño se determinó que la mejor opción es una prensa de tipo hidráulica por la gran cantidad de envases PET a compactar, además si se llega a fabricar la máquina ayudará a mejorar dicha actividad, disminuyendo la mano de obra, aumentar la eficiencia y así obtener un menor costo de trabajo. También analizó que para la selección del mecanismo de prensado más adecuado se utilizó la técnica de la caja de Zwicky y su matriz de evaluación de alternativas donde obtuvo como mejor alternativa un sistema hidráulico con una puntuación de 23 y un 72% de aprobación de los requerimientos, siendo conformado por 4 partes importantes que son el cilindro, la bomba, la válvula y el reservorio Hidráulico para buen funcionamiento de una máquina hidráulica, además los parámetros que fueron calculados para el dimensionamiento de la máquina prensadora se tomó en cuenta la cantidad deseada de envases PET a compactar en la máquina prensadora (20 kg), también se consideró la presión y tiempo de prensado, siendo estos, datos fundamentales para la selección, construcción y montaje de los componentes de la máquina.

Este trabajo de investigación ha sido seleccionado debido a que para desarrollar el diseño de la máquina prensadora se utilizó la evaluación de requerimientos y la caja morfológica de Zwicky, siendo a utilizar estas técnicas a utilizar para la elaboración de la máquina que controlará la acrilamida en el proceso de producción de algarrobina, además porque para dimensionar la máquina se tomará en cuenta cada componente que lo conforma, siendo esto a considerar en el cuarto objetivo específico de la investigación a realizar.

(SÁNCHEZ García, 2015) realizó la investigación “Determinación de Tiempo y Temperatura óptima para la obtención y caracterización del yupisín a partir de la Algarroba (*Prosopis pallida*)” por la Universidad César Vallejo-Piura, desarrollado para obtener el título profesional de Ingeniera Agroindustrial y Comercio Exterior,



teniendo como objetivo diagnosticar la temperatura y los tiempo óptimos para adquirir y determinar el Yopusín de la Algarroba, utilizando la metodología experimental, llegando a la conclusión que la temperatura y el tiempo óptimo de cocción para la elaboración de la algarrobina es de 110°C con un tiempo de 2 horas ya sea para sus características fisico-químicas y organolépticas.

Este trabajo de investigación ha sido seleccionado debido a que a partir de esa temperatura y tiempo hallada en dicha investigación se tomará en cuenta para la realización de la algarrobina.

(LUDEÑA Gutiérrez, 2013) realizó la investigación “ACRILAMIDA EN EL CONSUMO DE ALGARROBINA, CON FINES DE ESTANDARIZACIÓN EN UN PROCESO TECNIFICADO-PIURA”, teniendo como objetivo principal acrilamida en el consumo de la algarrobina, con fines de estandarización de un proceso tecnificado-Piura, utilizando la metodología experimental, llegando a la conclusión que a mayor tiempo de exposición a temperatura constante de la evaporación de agua y concentración de sólidos solubles, en el momento de obtener la algarrobina, mayor es el contenido de acrilamida y a la vez recomendando que INDECOPI debería ejecutar estudios previos sobre el nivel de existencia de acrilamida a todos los alimentos como la algarrobina y otros que se consumen en el Perú y ver sus efectos de esta sustancia tóxica por el tratamiento térmico que se le aplica.

Esta investigación fue seleccionada dado que se relaciona con los procesos adecuados que debería tenerse en cuenta en la elaboración de este producto que en este caso es la algarrobina.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Prototipo**

Es la representación del diseño de un producto que permite experimentar las partes responsables de su creación, para luego ser probada en situaciones reales explorando su uso. (OSORIO, y otros, 2014)

### **1.3.2. Máquina**

Es un conjunto de piezas (fijas y móviles) que realizan un trabajo determinado. Estas son inventadas por el hombre con el fin de disminuir el esfuerzo necesario para llevar a cabo una actividad. (GARCIA, 2014)

### **1.3.3. Controlar**

Estado en que se realizan los procedimientos establecidos y se cumplen los criterios fijados (COLOMER Winter, y otros, 2018)

### **1.3.4. Acrilamida**

La acrilamida es una sustancia cristalina, incolora e inodora convirtiéndose tóxica en el momento en que se derrite, ya que esta se produce cuando el alimento pasa por el proceso de cocido o cocción, sobrepasando un límite de temperatura de 120°C, donde el azúcar perteneciente de la algarroba con un aminoácido no importante como la asparagina se juntan siendo expuestos a temperaturas altas y sobrepasando el tiempo de su concentración, originando que esta sustancia tóxica sea mayor y la creación de otros metabolitos convirtiendo al alimento en un producto nada nutritivo. (Aecosan, 2017)

#### **1.3.4.1. Riesgo de la acrilamida.**

Esta sustancia tóxica perjudica especialmente al sistema nervioso produciendo la falta de coordinación, inestabilidad, transpiración, entre otros, además al aparato reproductor produciendo cáncer a ello y también a la gestante afectando así al feto.(ATSDR, 2012).

### **1.3.5. Proceso**

Es el conjunto de modificaciones que se realizan sobre una materia prima con el fin de obtener un producto final. (AYALA, y otros, 2014)

### **1.3.6. Producción**

Serie de procesos, métodos y técnicas de tratamiento, transformación o modificación de las materias primas, con intervención de mano de obra calificada y mediante el uso de maquinaria y tecnología, para la fabricación de un determinado bien o producto. (AYALA, y otros, 2014)

### **1.3.7. Algarrobina**

La algarrobina es un producto extraído de la algarroba, siendo un líquido espeso y de color marrón oscuro, además posee un sabor ligeramente dulce con propiedades altamente nutricionales. Este jarabe es el resultado de un hervor que se le hace al fruto que se encuentra maduro, la algarroba, para luego ser prensadas, filtrado y por último ser evaporada y así poder obtener una deliciosa algarrobina. Este proceso se realiza de una manera artesanal presentando después modificaciones debido a las diversas mezclas de azúcares que se le agrega en su proceso, obteniendo así un producto de mayor o menor pureza. Una algarrobina de buena calidad su dulce característico no debe ser tan alto. (Fichas Técnicas de Alimentos, 2014)

#### **1.3.7.1. Elaboración de Algarrobina:**

Los pasos para la elaboración de la algarrobina son:

- a) Selección y Pesado:** En este proceso de la elaboración de la algarrobina consiste en eliminar las vainas, es decir la algarroba, que estén verdes, con insectos, delgadas y que se encuentren en mal estado retirando así todas las partículas extrañas, escogiendo a todas las que estén en buenas condiciones y a la vez que cuenten con los azucares propios.
- b) Lavado y Oreo:** Este proceso se realiza con agua limpia y pura con el fin de eliminar las impurezas que se encuentren encima de la algarroba.

El oreo se le aplica con el propósito de descartar el exceso de agua que se le ha incorporado en el proceso de lavado a la algarroba.

- c) **Partido:** Este proceso se ejecuta de manera manual con el propósito de facilitar de pasar la vaina a su proceso de lixiviación.
- d) **Cocción 1:** Después de que la vaina haya sido partida, es sometida al proceso de ebullición con la finalidad de conseguir los azúcares que posee. Este depende de la cantidad de materia y del agua que se aplique.
- e) **Filtrado:** Luego de percibir que el agua se halla con sólidos de 10 a 11 °Brix se detiene la concentración con el propósito de separar las algarrobas partidas para que pase por un prensado a presión para conseguir mayor rendimiento, consiguiendo un líquido filtrado, pudiendo ser filtrado al mismo tiempo por un colador con la finalidad de lograr un filtrado sin impurezas.
- f) **Cocción 2:** En este proceso se asientan los azúcares propios de la vaina de algarroba, mover constantemente previniendo que el azúcar se malogre quemándose, controlando seguido los sólidos y poder terminar la concentración cuando se encuentre a los 70 °Brix, ya que la Algarrobina llega a concentrarse alrededor de los 75 °Brix a 79 °Brix
- g) **Envasado:** Teniendo ya el producto final, la Algarrobina, es envasado en frascos que se encuentren libres de impurezas, es decir desinfectados. El producto se envasa caliente para después ser almacenado y si en caso el producto fuera comercializado, tallarlo en la etiqueta.

#### **1.3.7.2. Propiedades de la Algarrobina:**

Las propiedades nutritivas de la algarrobina son: Proteínas B2, B6, Vitaminas A, B1, B2, D, calcio, fósforo, magnesio, potasio, tanino y hierro, esto se debe a que sus raíces alcanzan aproximadamente 50 metros de profundidad, absorbiendo así los minerales ricos en hierro, convirtiéndolo en un producto energético y a la vez siendo

aprovechado como un ingrediente principal para la elaboración de diversos productos, uno de ellos es la algarrobina. (BALLONA Nolte, y otros, 2014)

#### **1.3.7.3. Beneficios de la Algarrobina:**

Según (AYALA, y otros, 2014) la algarrobina posee un gran valor nutricional siendo así muy beneficioso para el organismo del ser humano, ya que, da la energía que el cuerpo necesita para poder desarrollar bien la función encargada en el trabajo, además ayuda a combatir contra la anemia, a mantener sano el sistema muscular y otros beneficios más como:

- Es un buen antioxidante, que ayuda a prevenir el cáncer y a elevar el sistema inmunológico.
- Refuerza al sistema nervioso, mejorando la actividad cerebral.
- Mantiene un buen funcionamiento del sistema cardiaco.

#### **1.3.7.4. Determinación de Acrilamida:**

Según la NTP 209.600.2002 para realizar los ensayos de determinación de acrilamida son los siguientes:

##### **a) Características organolépticas**

- *Color: marrón oscuro y brillante.*
- *Sabor: característico, dulce, ligeramente amargo y astringente, ácido.*
- *Aroma: característico a algarroba.*
- *Aspecto: viscosa, homogénea, sin partículas visibles.*

##### **b) Físico – Químicos**

- *Humedad (%): 20 a 30.*
- *Sólidos solubles (Brix): 75 a 80.*
- *Cenizas (%): 3 a 6.*
- *Proteína Bruta: 5 a 8.*
- *Sólidos insolubles (%): 0.4 a 0.8.*

- *pH: 4.0 a 5.5.*
- *Densidad (g/cm<sup>3</sup>): 1.3 a 1.4.*
- *Azúcares totales (%): 40 a 60.*
- *Azúcares reductores (%): 8 a 11*

### **c) Microbiológicos**

- *Aerobios Mesófilos: 102*
- *Hongos y levaduras: 102*
- *Coliformes totales: 102*
- *Coliformes fecales: 0*

### **1.3.8. Caja Morfológica de Zwicky:**

El Análisis Morfológico es un procedimiento metódico y combinatorio inventado por Fritz Zwicky en el año 1969. El objetivo de este método es dar solución a los inconvenientes mediante la observación y el análisis de todas las partes que lo componen. Este es un procedimiento lógico y conveniente para crear ideas en una investigación exploratoria, también se le reconoce por lo engorroso al momento de su desarrollo o elaboración. Es muy preciso para:

- La creación de nuevos productos o servicios o innovaciones a lo que ya es creado.
- Aplicaciones para modernos materiales.
- Nuevos grupos del mercado.
- Creatividad en el momento de realizar las técnicas para promocionar los productos y/o servicios y así ser más competitivos.
- Identificar las oportunidades para ubicar y encontrar nuevas e innovadoras entidades empresariales.

#### **1.3.8.1. Etapas del método de Zwicky:**

1. Análisis: Esta etapa consiste en hallar el problema y darle una solución analizando cada elemento o parámetro que lo conforma.

2. **Combinación:** Este paso consiste en realizar todas las combinaciones posibles que se le pueden aplicar, tomando una variante de cada tributo y el número total que se forma en la combinación a ese le llama producto morfológico.
3. **La búsqueda morfológica:** Consiste en observar y analizar las combinaciones realizadas y sus posibilidades ya sea al azar o por enumeración.

### **1.3.8.2. Pasos para la aplicación del método de Zwicky:**

Según (REYES, 2010) los pasos para la aplicación del método de zwicky son los siguientes:

1. Seleccionar el problema a solucionar, situación u objeto a mejorar, etc.
2. Examinar que atributos (elementos o parámetros) lo componen tomando en cuenta sus partes físicas, procesos , funciones, entre otros.
3. Analizar las variantes realizadas por cada atributo.
4. Realizar todas las combinaciones posibles que se pueden hacer, agarrando una variante de cada atributo.
5. Analizar combinaciones y ver sus posibilidades creativas.

### **1.3.8.3. Ventajas de la caja morfológica de Zwicky:**

- Esta técnica puede ser usado en diferentes sistemas y situaciones hasta en las combinaciones realizadas en ello, estableciendo propuestas actuales para el crecimiento de la institución y su innovación.
- Facilita al receptor en el momento de su comprensión y discernimiento de los conceptos, pasos o etapas de esta técnica.
- Permite que el receptor tenga una mayor creatividad y exploración en el desarrollo de este método.
- Su probabilidad de cumplimiento es alto ya que es simple y completo su realización.
- Permite elaborar un estudio sistematizado de los componentes actuales y futuros de una fábrica.

## **1.4. Formulación del Problema**

### **1.4.1. Pregunta General**

¿Cómo la fabricación de un prototipo de máquina permitiría controlar la acrilamida en el proceso de producción de algarrobina?

### **1.4.2. Pregunta Específica**

¿De qué forma los parámetros que satisfacen la elaboración de algarrobina podrán evaluar los requerimientos para el diseño del prototipo?

¿De qué manera la caja de Zwicky' podrá elaborar alternativas de diseño?

¿De qué forma la matriz de evaluación podrá seleccionar la alternativa de diseño?

¿De qué manera la determinación de las características técnicas permite calcular y dimensionar los componentes del prototipo de máquina?

¿Cómo las dimensiones y especificaciones de cada parte del prototipo de la máquina permiten determinar el costo de fabricación?

¿De qué manera el control de la temperatura de concentración de la algarrobina podrá reducir el porcentaje de acrilamida?

## **1.5. Justificación**

La justificación de la presente investigación es realizar la fabricación de un prototipo de máquina con el fin de aminorar la problemática existente en la algarrobina controlando el nivel de acrilamida que hay en ella, ya que según los análisis realizados por investigadores en tiempos atrás demuestran la existencia de una sustancia tóxica denominada acrilamida, debido a la falta de un control adecuado de calidad en el momento de su elaboración. Además que hoy en día la región Piura cuenta con un alto porcentaje de producción de algarroba y por ende de algarrobina,



existiendo así empresas dedicadas a la producción de este producto; observando en ellas la manera artesanal de producir la algarrobina, lo cual trae como consecuencia que el producto no sea de buena calidad y por ende convirtiéndose en un producto poco confiable por los consumidores, por ese motivo se considera pertinente proponer la fabricación de un prototipo de máquina, con el propósito de cooperar con las pequeñas empresas dedicadas a la elaboración de este producto obteniendo un producto de calidad para luego ser exportados a nivel internacional.

La importancia principal que ocasionaría la fabricación de esta máquina sería que las pequeñas empresas se beneficiarían en cuanto la mejora de sus actividades, ya que se obtendrá una máquina de fácil manipulación en el momento de controlar la acrilamida en la algarrobina, así como también mayor ganancia, ya que, ahí se tendrá un mayor control en su elaboración y podrá ser no sólo un producto local, sino nacional e internacional.

Esta investigación servirá como base para estudios futuros, ya que se dejarán datos y resultados sobre la fabricación de esta máquina, sirviendo como referencia y a los empresarios que se dediquen a la elaboración de la algarrobina podrán tomar el diseño, fabricarla y utilizarla en sus procesos facilitando el trabajo a dichos empresarios.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general**

Con la fabricación del prototipo de máquina se podrá controlar la acrilamida en el proceso de producción de algarrobina

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

Con los parámetros que satisfacen la elaboración de algarrobina se podrá evaluar los requerimientos para el diseño del prototipo.

Con la caja de Zwicky se podrá elaborar alternativas de diseño.

Con la matriz de evaluación se podrá seleccionar la alternativa de diseño.

Con la determinación de las características técnicas se podrán calcular y dimensionar los componentes del prototipo de máquina.

Con las dimensiones y especificaciones de cada parte del prototipo de la máquina se podrán determinar el costo de fabricación.

Con el control de la temperatura de concentración de la algarrobina se podrá reducir el porcentaje de acrilamida.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general**

Fabricar un prototipo de máquina para controlar la acrilamida en el proceso de producción de algarrobina.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

Evaluar los requerimientos para el diseño del prototipo basado en los parámetros que satisfacen la elaboración de algarrobina.

Elaborar alternativas de diseño basado en la caja de Zwicky.

Seleccionar la alternativa de diseño basada en la matriz de evaluación.

Determinar las características técnicas para el cálculo y dimensionamiento de los componentes del prototipo de máquina.

Determinar el costo de fabricación mediante las dimensiones y especificaciones de cada parte del prototipo de la máquina.

Reducir el porcentaje de acrilamida mediante el control de la temperatura de concentración de la algarrobina.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

#### 2.1.1. Tipo de investigación

Según (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2014), esta investigación según la finalidad que persigue es aplicada ya que se va a contrastar mediante un análisis de laboratorio para controlar la acrilamida que es la variable dependiente. Según el enfoque de investigación es mixta ya que para realizar los análisis y tener los resultados óptimos cuantificados se tendrá que tener en cuenta las cualidades del algarrobo como su tamaño, color, grosor, entre otros. Según el nivel o alcance de investigación es correlacional porque se va a analizar y evaluar las relaciones que existen entre la variable dependiente (Control de Acrilamida) y la variable independiente (Fabricación de prototipo de máquina), existiendo así una causa-efecto entre ellas dos. Según la temporalidad, esta investigación es de tipo longitudinal porque los análisis de laboratorio se realizarán en períodos largos.

#### 2.1.2. Diseño

Según (ESPINOZA Montes, 2014), la investigación presente utilizará un diseño experimental, con grado de control de investigación pre experimental, utilizando un diseño de un grupo con pre prueba y post prueba, ya que se evaluará los efectos de la fabricación de un prototipo de máquina comparándolo con una medición previa en la algarrobina para el control de acrilamida.

El diseño se representa de la manera siguiente:

G: O<sub>1</sub> X O<sub>2</sub>

G: Elaboración de la algarrobina

O<sub>1</sub>: Control de la Acrilamida sin la máquina

X: Fabricación de la máquina

O<sub>2</sub>: Control de la acrilamida con la máquina

## 2.2. Identificación de variables

Tabla 1: Operacionalización de Variables

Variables		Definición conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente	<b>Fabricación de prototipo de maquina</b>	<i>Fabricación “Es producir objetos en serie, generalmente por medios mecánicos” (R.A.E., 2018) de prototipo “Es un modelo (representación, demostración o simulación) fácilmente ampliable y modificable de un sistema planificado, probablemente incluyendo su interfaz y su funcionalidad de entradas y salidas” (Martin Anderson, 2010), de máquina “Las máquinas son dispositivos que se utilizan al modificar, transmitir y dirigir fuerzas para llevar a cabo un objetivo específico.” (MYSZKA, 2012), para el proceso de producción de algarrobina</i>	Evaluar los requerimientos para el diseño del prototipo basado en los parámetros que satisfacen la elaboración de algarrobina.	Valoración de la exigencia.	Ordinal
			Elaborar alternativas de diseño basado en la caja de Zwicky.	Niveles de alternativas.	Ordinal
			Seleccionar la alternativa de diseño basada en la matriz de evaluación.	% de nivel de aceptación de requerimientos.	Razón
			Determinar las características técnicas para el cálculo y dimensionamiento de los componentes del prototipo de máquina.	Capacidad de tanque. Potencia eléctrica	Razón

			<p>El costo total de Fabricación (CTF) viene dado por la fórmula:</p> <p><math>CTF = MPD + MOD + GA</math></p> <p>MPD: Costo total de la materia prima directa</p> <p>MPD= Costo de materiales + Costo de equipos, accesorios e insumos</p> <p>MO: Mano de Obra.</p> <p>MOD= Horas trabajadas x Costo por hora.</p> <p>GA: Gastos administrativos</p>	<p>Costo Total de fabricación</p>	<p>Razón</p>
--	--	--	---	-----------------------------------	--------------

Variable Dependiente	<b>Control de acrilamida en el proceso de producción de algarrobina</b>	<p><b>Control</b> “Conjunto de componentes físicos conectados o relacionados entre sí, de manera que regulen o dirijan su actuación por sí mismos, es decir, sin intervención de agentes exteriores, corrigiendo además los posibles errores que se presenten en su funcionamiento”(Ogata,2010),<b>de acrilamida</b> “Es un compuesto orgánico de tipo amida que se puede formar al cocinar o procesar los alimentos a temperaturas elevadas” (AECOSAN, 2018), <b>en el proceso</b> “Es el conjunto de modificaciones que se realizan sobre una materia prima con el fin de obtener un producto final” (AYALA, y otros, 2014) <b>de producción</b> “Serie de procesos, métodos y técnicas de tratamiento, transformación y/o modificación de la materia prima, con intervención de mano de obra calificada, mediante el uso de maquinaria y tecnología, para la fabricación de un determinado bien o producto” (BALLONA Nolte, y otros, 2014) <b>de algarrobina.</b></p>	<p>Se realizará un análisis físico-químico siguiendo la Norma Técnica Peruana 209.600.2002</p>	Humedad	Intervalo
				Sólidos Solubles	
				Cenizas	
				Proteína Bruta	
				Sólidos Insolubles	
				pH	
				Densidad	
				Azúcares Totales	
		Azúcares Reductores			
		Acrilamida			
		<p>Se realizará las características organolépticas mediante ensayos de laboratorio.</p>	Resultado de Color		
			Resultado de Olor		
			Resultado de Sabor		
			Tipo de Aspecto		

### 2.3. Población y muestra

Tabla 2: Población y muestra

<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de análisis</b>	<b>Población</b>	<b>Muestra</b>
Valoración de la exigencia.	Prototipo de máquina	Requerimientos de la máquina	Requerimientos de la máquina
Niveles de alternativas			
% de nivel de aceptación de requerimientos			
Capacidad de tanque. Potencia eléctrica	Prototipo de máquina	Dimensiones y especificaciones de cada parte del prototipo de la máquina	Dimensiones y especificaciones de cada parte del prototipo de la máquina
Costo Total de fabricación	Prototipo de máquina	Prototipo de máquina	Prototipo de máquina
Humedad	Algarrobina	Algarrobina	Algarrobina
Sólidos Solubles			
Cenizas			
Proteína Bruta			
Sólidos Insolubles			
pH			
Densidad			
Azúcares Totales			
Azúcares Reductores			
Acrilamida			
Resultado de Color	Algarrobina	Algarrobina	Algarrobina
Resultado de Olor			
Resultado de Sabor			
Tipo de Aspecto			

Elaboración Propia.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Los instrumentos utilizados en el presente trabajo son revisados y validados por ingenieros especialistas, utilizando el criterio de expertos:

Ing. MBA Torres Ludeña, Luciana Mercedes (Anexo N°4.1)

MSc. Madrid Guevara, Fernando (Anexo N°4.2)

Tabla 3: Técnicas e instrumentos de datos

<b>Indicadores</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Valoración de la exigencia.	Observación	Evaluación de requerimiento, caja de Zwicky y su matriz de evaluación de alternativas (Anexo N°3: Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7)
Niveles de alternativas		
% de nivel de aceptación de requerimientos		
Capacidad de tanque. Potencia eléctrica	Observación	Ficha de registro (Anexo N°3: Tabla 8)
Costo Total de fabricación	Revisión documentaria	Cuadro de costos, (Anexo N°3: Tabla 9)
Humedad	Análisis de laboratorio.	Ficha de análisis de laboratorio (Anexo N°3: Tabla 10)
Sólidos Solubles		
Cenizas		
Proteína Bruta		
Sólidos Insolubles		
pH		
Densidad		
Azúcares Totales		
Azúcares Reductores		
Acilamida		
Resultado de Color	Análisis de laboratorio.	Ficha de análisis de laboratorio (Anexo N°3: Tabla 11)
Resultado de Olor		
Resultado de Sabor		
Tipo de Aspecto		

Elaboración Propia.



## 2.5. Métodos de análisis de datos

Tabla 4: Método de análisis de datos

Nº	Indicador	Análisis de datos
1	Valoración de la exigencia.	Análisis descriptivos (Cuadro Comparativo; Software Excel, Inventor )
2	Niveles de alternativas	
3	% de nivel de aceptación de requerimientos	
4	Capacidad de tanque. Potencia eléctrica	
5	Costo Total de fabricación	
6	Humedad	
7	Sólidos Solubles	
8	Cenizas	
9	Proteína Bruta	
10	Sólidos Insolubles	
11	pH	
12	Densidad	
13	Azúcares Totales	
14	Azúcares Reductores	
15	Acilamida	
16	Resultado de Color	
17	Resultado de Olor	
18	Resultado de Sabor	
19	Tipo de Aspecto	

Elaboración Propia.

## 2.6. Aspectos éticos

El presente proyecto será elaborado dentro de una manera legal ya que la información y datos colocados dentro del proyecto de investigación son elaborados de una manera veraz confiable y correcta, sin ningún plagio de trabajos existentes ya que de esa forma no se producirán alteraciones en los resultados.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Evaluación de los requerimientos para el diseño del prototipo basado en los parámetros que satisfacen la elaboración de algarrobina.

##### 3.1.1. Identificación de los requerimientos necesarios para el diseño de la máquina concentradora.

Para la ejecución del primer objetivo, lo que se realizó primero fue un análisis y evaluación de cada una de las condiciones o requerimientos del diseño de la máquina, teniendo como puntos de criterio la exigencia o deseo.

Esta evaluación y análisis se presenta en la Tabla 5.

**Tabla 5: Evaluación de Requerimientos**

	<b>CONDICIONES O REQUERIMIENTOS</b>	<b>DESEO / EXIGENCIA</b>
<b>Función</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>La máquina diseñada debe concentrar aproximadamente 2 Kg de algarroba a temperatura constante de 110°C</li></ul>	<b>E</b>
<b>Estructura</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>La máquina debe resistir al material que será colocado en ella. Tendrá una estructura mecánica de 70cm * 40cm y una altura de 1.2m, además va tener que operar por un solo lado debido al proceso que es continuo.</li></ul>	<b>E</b>
<b>Temperatura</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>La máquina va a trabajar con temperatura entre 100°C a 110°C para la cocción y que soporte el tiempo prolongado para el proceso continuo.</li></ul>	<b>E</b>
<b>Energía</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>La energía empleada en la máquina concentradora debe ser una fuente de energía de 220 voltios 60 hertz que emita suficiente y adecuado calor para la cocción y concentrado del producto.</li></ul>	<b>E</b>
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Para la fabricación de la máquina deben utilizarse materiales que sea inocuo por el consumo humano.</li></ul>	<b>E</b>

	<b>CONDICIONES O REQUERIMIENTOS</b>	<b>DESEO / EXIGENCIA</b>
<b>Seguridad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso de la máquina no debe poner en peligro al operador.</li> <li>• La entrada de las algarrobas se encontrará cerrado mientras se realice el proceso de cocción y concentración.</li> </ul>	<b>E</b>
<b>Ergonomía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El diseño del sistema deberá facilitar su manipulación y además permitir que el operador opte una buena postura al momento de su utilización.</li> <li>• El ingreso de las algarrobas debe estar a una altura aproximadamente de 1,20m.</li> </ul>	<b>E</b>
<b>Montaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El montaje de la máquina debe ser de fácil manipulación para poder hacer cambio en su estructura</li> </ul>	<b>D</b>
<b>Transporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El prototipo debe contar con el peso y una forma adecuada, permitiendo un transporte fácil y seguro.</li> </ul>	<b>D</b>
<b>Mantenimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El mantenimiento de la máquina será posible y sin complicaciones gracias a los materiales y componentes que se utilizarán en ella.</li> <li>• La pintura que se usará debe proteger a los metales que conforme la máquina. (anticorrosiva).</li> </ul>	<b>E</b>
<b>Costo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El prototipo de la máquina debe tener un costo menor y que esté al alcance del mercado.</li> </ul>	<b>E</b>


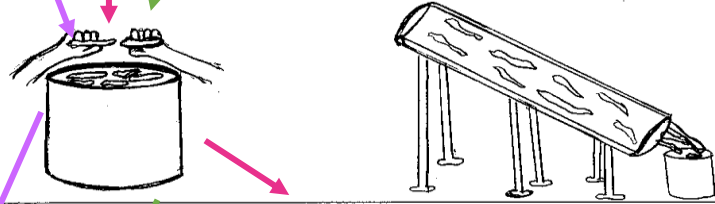
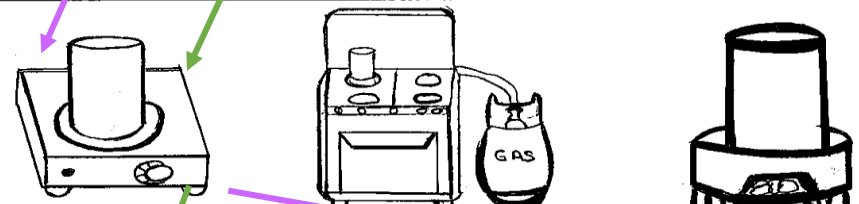
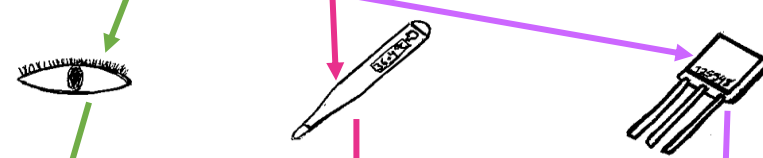
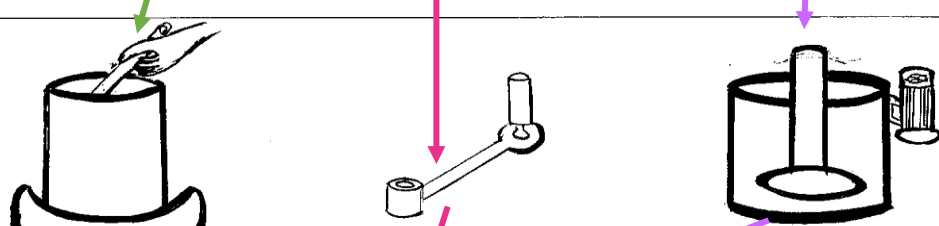

Elaboración Propia

Estos datos que se obtuvieron en la evaluación son los requerimientos o condiciones que van a facilitar la elaboración del diseño y además va permitir la selección de los componentes de la máquina concentradora.

### 3.2. Elaboración de alternativas de diseño basado en la caja de Zwicky

Para el desarrollo del segundo objetivo, se elaboró diferentes alternativas de solución mediante la Caja de Zwicky proponiendo diferentes combinaciones y así permitir proponer y evaluar cada una de ellas, para luego seleccionar y elaborar el diseño de una manera óptima y eficiente. En la Tabla 6 se presenta la Caja morfológica de Zwicky.

**Tabla 6: Caja de Zwicky**

	<b>FUNCIONES</b>	<b>PORTADORES DE FUNCIONES</b>
1	Preparar	
2	Alimentar	
3	Cocción	
4	Control de Temperatura	
5	Prensado de Jugo	
6	Almacenar	

Elaboración Propia

A1

A2

A3

Con la Tabla 6 también se pudo determinar que para el proceso de concentración de algarrobina se debe realizar de forma eléctrica ya que en la Caja de Zwicky se ha visto que la mejor alternativa es utilizar como fuente de calor la resistencia eléctrica.

### 3.3. Seleccionar la alternativa de diseño basada en la matriz de evaluación.

**Tabla 7: Matriz de evaluación**

<b>0:</b> No aceptable	<b>1:</b> Poco aceptable	<b>2:</b> Regularmente aceptable
<b>3:</b> Aceptable	<b>4:</b> Muy Aceptable	
<b>Porcentaje = (Total*100)/32= % De Nivel de aceptación de Requerimientos</b>		

<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
<b>Manipulación</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Rapidez</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>Calidad de trabajo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>Fácil mantenimiento</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Seguridad</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Montaje</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Ergonomía</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b>Costo de materiales</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>17</b>	<b>28</b>
<b>%</b>	<b>66%</b>	<b>53%</b>	<b>88%</b>

Fuente: (CARRASCO Chamba, 2016)

Elaboración Propia

En la Tabla 7 se puede observar que de las 3 alternativas que se evaluaron, la que mejor resultado obtuvo es la alternativa 3, teniendo un total de 28 puntos y un porcentaje de aceptación de requerimientos de 88%, dando lugar a un diseño de máquina concentradora usando como fuente de calor la energía eléctrica, usando un relé para realizar el prensado, un controlador de temperatura y como fuente de calor para concentración la resistencia eléctrica, debido a que se deseó que fuera una máquina concentradora segura y sobre todo que brinde calidad al producto al momento de procesarla.

### **3.4. Determinar las características técnicas para el cálculo y dimensionamiento de los componentes del prototipo de máquina.**

Para el cuarto objetivo, se determinaron las características técnicas del prototipo de la máquina las cuáles se muestran en la Tabla 8.

**Tabla 8: Dimensiones y especificaciones de las partes de la máquina controladora de acrilamida**

<b>Denominación</b>	<b>Dimensiones</b>
Cilindro del tanque para el jugo de algarroba	35.7x180.33 cm <sup>2</sup>
Tapas del tanque para el jugo de algarroba	Diámetro 28.7 cm
Volumen de tanque del jugo de algarroba	116660 cm <sup>3</sup>
Cilindro del tanque para el concentrado del jugo de algarroba	25.7x161.48 cm <sup>2</sup>
Tapas del tanque para el concentrado del jugo de algarroba	Diámetro 15.3 cm
Volumen de tanque del concentrado del jugo de algarroba	29688,7 cm <sup>3</sup>

Elaboración Propia

Según la (COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS, 2011) informa que la estructura debe estar construido de un material impermeable y que sea fácil de limpiarlo. Tomando como referencia esta indicación de la Normativa Mundial es que se construyó las estructuras de un material llamado acero inoxidable permitiendo que el producto sea de buena calidad y lejos de una contaminación por los equipos

### **3.5. Determinar el costo de fabricación mediante las dimensiones y especificaciones de cada parte del prototipo de la máquina.**

Para el cumplimiento del último objetivo que fue determinar el costo de fabricación que se obtuvo mediante las especificaciones y dimensiones de cada parte del prototipo de la máquina, se debe tener en cuenta tanto los costos de cada uno de los materiales como los costos de cada uno de los accesorios e insumos a usar para la fabricación de la máquina. Ver Anexo N° 5: Producto de Ingeniería.

**Tabla 9: Cuadro de Costos**

	<b>COSTO S/.</b>
Costo total del material de la máquina	1980.80
Costo total de los accesorios o insumos de la máquina	538.00
Mano de obra	250.00
Gastos administrativos	2862.00
Costo Total de Fabricación	5630.80

Elaboración Propia

### **3.6. Reducir el porcentaje de acrilamida mediante el control de la temperatura de concentración de la algarrobina.**

En la Tabla 10 se puede observar las características físico-químicas de las 3 muestras realizadas en la máquina concentradora obtenidos en diferentes tiempos y temperaturas, además de una algarrobina comercial, comparando así sus resultados y viendo la mejora y calidad del producto.

**Tabla 10: Hoja de Evaluación de Características Físicoquímicos**

<b>DETERMINACIONES NTP (209.600.2002)</b>	<b>Algarrobina comercial</b>	<b>Algarrobina en Proceso I</b>	<b>Algarrobina en Proceso II</b>	<b>Algarrobina en Proceso III</b>
<b>CANTIDAD DE ALGARROBA</b>	-	2 kilos	2 kilos	2 kilos
<b>TIEMPO DE COCCIÓN</b>	-	1 hora ½	4 horas	3 horas
<b>HUMEDAD: 20–30 (%)</b>	38.6	28.49	30	40
<b>SÓLIDOS SOLUBLES: 75 – 80°Brix</b>	70.2	79.51	76	23
<b>CENIZAS: 3 – 6 (%)</b>	7.1	5.7	4.1	3.4
<b>PROTEÍNA BRUTA: 5 – 8 (%)</b>	4.7	7.66	7.2	5.8
<b>SÓLIDOS INSOLUBLES: 0.4 – 0.8 (%)</b>	1.2	0.84	0.52	0.48
<b>pH (20°C): 4 – 5.5 Unid. pH</b>	4.9	5.1	4.5	4.0
<b>DENSIDAD (20°C): 1.3 – 1.4 (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1.25	1.38	1.32	1.26
<b>AZÚCARES TOTALES: 40 – 60 (%)</b>	55.4	58.7	42	36
<b>AZÚCARES REDUCTORES: 8 – 11 (%)</b>	10.8	12.56	8	3
<b>ACRILAMIDA: (µg/kg)</b>	810	720	0.00	0.00

Elaboración Propia



En la Tabla 11 se puede observar las características organolépticas de las 3 muestras realizadas en la máquina concentradora, obtenidas en diferentes tiempos, temperaturas y peso de la materia prima, además de una algarrobina comercial, comparando así sus resultados y viendo la mejora y calidad del producto.

**Tabla 11: Hoja de Evaluación de Característica Organolépticos**

<b>DETERMINACIONES NTP (209.600.2002)</b>	<b>Algarrobina comercial</b>	<b>Algarrobina en Proceso I</b>	<b>Algarrobina en Proceso II</b>	<b>Algarrobina en Proceso III</b>
Cantidad de Algarroba	-	2 kilos	2 kilos	2 kilos
Tiempo de Cocción	-	1 hora ½	4 horas	3 horas
Color: Marrón oscuro y brillante.	Marrón oscuro	Marrón oscuro	Marrón muy oscuro	Marrón claro
Olor: Característico a algarroba.	Característico de la algarroba	Característico de la algarroba	Característico de la algarroba	Característico de la algarroba
Sabor: Característico, dulce, ligeramente amargo y astringente, ácido.	Sui Géneris, dulce y ligeramente amargo	Sui Géneris, dulce y ligeramente amargo	Dulce y moderadamente amargo	Dulce y ligeramente amargo
Aspecto: Viscosa, homogénea, sin partículas visibles.	Líquido poco viscoso	Líquido viscoso y homogéneo	Viscoso y homogéneo	Líquido, poco viscoso y homogéneo

Elaboración Propia

## IV. DISCUSIÓN

Para el primer objetivo que fue evaluar los requerimientos para el diseño del prototipo basado en los parámetros que satisfacen la elaboración de algarrobina, primero se identificaron los requerimientos necesarios para el diseño de la máquina concentradora, teniendo como puntos de criterio la exigencia o deseo. La Tabla 5, muestra los requerimientos, que sirvió para la elaboración de alternativas. Así como CARRASCO Chamba, (2016) para realizar la máquina prensadora, tuvo en cuenta la problemática existente y los requerimientos establecidos en el diseño se determinó que la mejor opción es una prensa de tipo hidráulica por la gran cantidad de envases PET a compactar, además si se llega a fabricar la máquina ayudará a mejorar dicha actividad, disminuyendo la mano de obra, aumentar la eficiencia y así obtener un menor costo de trabajo.

Para el desarrollo del segundo objetivo, se elaboró diferentes alternativas de solución mediante la Caja de Zwicky proponiendo diferentes combinaciones y así permitir proponer y evaluar cada una de ellas, para luego seleccionar y elaborar el diseño de una manera óptima y eficiente. En la tabla 6 se presenta la Caja morfológica de Zwicky, determinándose que para el proceso se debe realizar utilizando energía eléctrica. Asimismo esta técnica aplicada coincide con la empleada por CARRASCO Chamba, (2016), en el trabajo de investigación titulada “Diseño de una Máquina Prensadora para el Proceso de Compactación de envases PET Reciclables en las Empresas Acopiadoras, Sullana”, donde considera que con el instrumento de la Caja morfológica de Zwicky le ayude a percibir y examinar mejores alternativas de soluciones para llevar a cabo un diseño de acuerdo al problema a tratar y a los requerimientos solicitados, dando lugar a un diseño de máquina de tipo hidráulica.

Para el tercer objetivo que fue la selección de alternativas de diseño basada en la matriz de evaluación. La tabla 7 muestra 3 alternativas las que al ser evaluadas, fue la alternativa 3 la que obtuvo un total de 28 puntos y un porcentaje de aceptación de requerimientos de 88%, dando lugar a un diseño de máquina concentradora usando como fuente de calor la energía eléctrica, usando un motor para realizar el prensado, un controlador de temperatura y como fuente de calor para

concentración la resistencia eléctrica, debido a que se deseó que fuera una máquina concentradora segura y sobre todo que brinde calidad al producto al momento de procesarla. Asimismo esta técnica aplicada coincide con la empleada por CARRASCO Chamba, (2016), en el trabajo de investigación titulada “Diseño de una Máquina Prensadora para el Proceso de Compactación de envases PET Reciclables en las Empresas Acopiadoras, Sullana”, donde considera que con el instrumento de matriz de evaluación de alternativas, es el instrumento adecuado para obtener una mejor alternativa un sistema hidráulico con una puntuación de 23 y un 72% de aprobación de los requerimientos, siendo conformado por 4 partes importantes que son el cilindro, la bomba, la válvula y el reservorio Hidráulico para buen funcionamiento de una máquina hidráulica.

Para el cuarto objetivo que fue determinar las características técnicas para calcular y dimensionar los componentes de máquina concentradora se obtuvieron los datos fundamentales para dimensionar y dar forma cada componente de la máquina concentradora, tomando en cuenta el volumen del recipiente para obtener el jugo de algarroba y del recipiente para concentrar y obtener la algarrobina, además se tomó en cuenta el volumen de las algarrobas y los litros de agua a usar, siendo estos datos importantes y esenciales para la elaboración y ensamble de cada uno de los componentes de la máquina, esto coincide con CARRASCO Chamba, (2016) que para el cálculo de la dimensión de la máquina hidráulica, se tomó en cuenta la cantidad deseada de envases PET a compactar en la máquina prensadora (20 kg), también se consideró la presión y tiempo de prensado.

Los datos obtenidos para el quinto objetivo que fue determinar el costo de fabricación de máquina a través del dimensionamiento y especificaciones de cada parte que lo compone, siendo este un punto esencial para la fabricación de un diseño, donde mediante la tabla 9 se muestra todos los costos como: costo total del material de la máquina, costo total de los accesorios o insumos de la máquina, costo de la mano de obra, gastos administrativos, esto se relaciona con OLANO Neyra, (2017), donde nos dice que para evaluar el costo del diseño de la máquina trituradora de concreto de capacidad de 500 kg/h considera los cálculos respectivos de cada componente que conforme la máquina trituradora de concreto y que en comparación con otro tipo de máquina, la máquina trituradora de mandíbula para

concreto es más eficiente y su costo de operatividad no es grande comparado con otras máquinas.

Para el último objetivo que fue reducir el porcentaje de acrilamida mediante el control de la temperatura de concentración de la algarrobina. La tabla 10 y la tabla 11 muestra los resultados obtenidos a se puede observar las características físico-químicos y organolépticos de las 3 muestras realizadas en la máquina concentradora obtenidos en diferentes tiempos, temperaturas además de una algarrobina comercial, comparando así sus resultados y viendo la mejora y calidad del producto. Así como LUDENÑA Gutiérrez,(2013), también nos dice que a mayor tiempo de exposición a temperatura constante de la evaporación de agua y concentración de sólidos solubles, en el momento de obtener la algarrobina, mayor es el contenido de acrilamida y a la vez recomendando que INDECOPI debería ejecutar estudios previos sobre el nivel de existencia de acrilamida a todos los alimentos como la algarrobina y otros que se consumen en el Perú y ver sus efectos de esta sustancia tóxica por el tratamiento térmico que se le aplica.

## V. CONCLUSIONES

- Para la evaluación de los requerimientos del diseño del prototipo se hizo uso de la evaluación de requerimientos de cada uno de las condiciones o requerimientos del diseño de la máquina, teniendo como puntos de criterio la exigencia o deseo, siendo estos datos importantes ya que facilita la elaboración del diseño y además permite la selección de los componentes de la máquina concentradora.
- La elaboración de alternativas para el diseño se utilizó la Caja morfológica de Zwicky, donde se propuso diferentes mecanismos permitiendo evaluarlas y analizarlas cada una de ella, para seleccionar y elaborar el diseño de una manera óptima y eficiente. Además, con la Caja morfológica de Zwicky se concluyó que para el proceso de concentración de algarrobina se debería usar como fuente de calor la energía eléctrica.
- En la selección de alternativa de diseño se empleó la matriz de evaluación de cada una de las alternativas, donde resultó que la mejor alternativa fue realizar una máquina usando como fuente de calor la energía eléctrica, teniendo un porcentaje de aceptación de requerimientos de 88%, el cual conforma de dos recipientes: uno para obtener el jugo de algarroba y el segundo para concentrar y obtener la algarrobina, además consta de un relé para realizar el prensado y un controlador de temperatura, teniendo así un mejor control en su proceso de producción y por ende un producto de calidad.
- Para el cálculo y dimensionamiento de los componentes del prototipo de la máquina se tomó en cuenta el volumen del recipiente para obtener el jugo de algarroba y del recipiente para concentrar y obtener la algarrobina, además se tomó en cuenta el volumen de las algarrobas y los litros de agua a usar, siendo estos datos importantes y esenciales para la elaboración y ensamble de cada uno de los componentes de la máquina.
- El costo de fabricación se obtuvo mediante el cálculo de las dimensiones y especificaciones de cada parte del prototipo de la máquina.

- Con los resultados de las tres muestras obtenidos en los análisis de laboratorio, se determinó que la temperatura y tiempo óptimo de concentración para obtener un producto libre de sustancias tóxicas, acrilamida, y que se encuentre dentro de los parámetros de la NTP 209.600.2002, es de 100°C con un tiempo de 4 horas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Evaluar otros requerimientos y mecanismos para elaborar un prototipo de máquina que satisfaga una capacidad mayor a la propuesta y acorde al mercado.
- Incorporar un sistema automático para que en el proceso de elaboración de algarrobina el operario no tenga mucho contacto directo.
- Proponer esta máquina a todos los productores de algarrobina y así tener en el mercado un producto sin acrilamida.
- Evaluar un sistema de energía no convencional para sustituir la resistencia eléctrica.

## VII. REFERENCIAS

Aecosan. 2017. ACRILAMIDA. España : Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad , 2017.

AECOSAN. 2018. ACRILAMIDA. Madrid : s.n., 2018.

ALCÍVAR Alcívar , Walter Emilio y LOOR Mera, Yessica Alexandra. 2013. Tiempo de cocción y tipos de empaque en la vida útil de Fréjol como producto de V Gama. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta : s.n., 2013.

ARZATE Illanes, José Miguel. 2014. DISEÑO DE UNA MÁQUINA MOLDEADORA DE ARCILLA HUMEDECIDA PARA FABRICACIÓN DE LADRILLOS. Universidad Nacional Autónoma de México. México : s.n., 2014.

AYALA, Franco, y otros. 2014. DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA ELABORACIÓN Y ENVASADO DE UNA BEBIDA NUTRITIVA A BASA DE LECHE Y ALGARROBINA. 2014. Tesis.

BALLONA Nolte, Ernesto, y otros. 2014. DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE CAFÉ INSTANTÁNEO DE ALGARROBA. PIURA : s.n., 2014.

CARRASCO Chamba, Lucía Petronila. 2016. DISEÑO DE UNA MÁQUINA PRENSADORA PARA EL PROCESO DE COMPACTACIÓN DE ENVASES PET RECICLABLES. Piura : Tesis, 2016.

COLOMER Winter, Adrian y LUDEÑA Gutierrez, Alfredo. 2018. EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE ACRILAMIDA, ASPARRAGINA E HIDROXIMETILFURFURAL, POR EFECTO DE LA TEMPERATURA Y DEL TIEMPO DE EXPOSICION TÉRMICA, COMO SUSTANCIAS CARCINOGÉNICAS, EN LA ALGARROBINA, PRODUCIDA EN LA PROVINCIA DE PIURA. Piura : s.n., 2018.



COMISIÓN DEL CODEX, ALIMENTARIUS. 2011. PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS. [En línea] 2011. [Citado el: 14 de Octubre de 2018.] [http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCFH/ccfh43/fh43\\_02s.pdf](http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCFH/ccfh43/fh43_02s.pdf).

ESPINOZA Montes, Ciro. 2014. Metodología de Investigación Tecnológica. Segunda edición . Huancayo : s.n., 2014.

FAO/OMS. 2011. Manual de Procedimientos de la Comisión del Codex Alimentarius. Vigésima. Roma : s.n., 2011.

GARCIA, María. 2014. [En línea] 23 de Noviembre de 2014. <http://es.slideshare.net/MariaGarcia38/concepto-de-maquina>.

GARZÓN Beleño, Angélica María. 2014. EVALUACIÓN DE NIVELES DE ACRILAMIDA EN ALIMENTOS. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá : s.n., 2014.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, María del Pilar. 2014. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. Sexta. México : McGraw-Hill. Education, 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0.

LUDEÑA Gutiérrez, Alfredo Lázaro. 2013. ACRILAMIDA EN EL CONSUMO DE ALGARROBINA, CON FINES DE ESTANDARIZACIÓN EN UN PROCESO TECNIFICADO-PIURA. Piura : s.n., 2013.

MYSZKA, David. 2012. MÁQUINAS Y MECANISMOS. Cuarta. México : Pearson Educación, 2012. ISBN 978-607-32-1215-1.

NIH, INSTITUTO NACIONAL DE. 2017. [En línea] 5 de Diciembre de 2017. <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/dieta/hoja-informativa-acrilamida>.

OLANO Neyra, Carlos Ernesto. 2017. Diseño de una Máquina Trituradora de Concreto de Capacidad 500 kg/h, dirigido a la ciudad de Chiclayo. Universidad Señor de Sipán. Chiclayo : s.n., 2017.

OSORIO, Diana, y otros. 2014. DISEÑO DE PROTOTIPO. 2014.

PATIÑO, Miguel. 2013. Diseño y construcción de una máquina compactadora manual de botellas de plástico PET. [En línea] Abril de 2013. [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4501/PATINO\\_MIGUEL\\_MAQUINA\\_COMPACTADORA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4501/PATINO_MIGUEL_MAQUINA_COMPACTADORA.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

QALIWARMA, DEL SERVICIO ALIMENTARIO DEL PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR. 2014. FICHAS TÉCNICAS DE ALIMENTOS. 2014.

R.A.E. 2018. Diccionario de la lengua española. Madrid : s.n., 2018.

República, Grupo La. 2010. La República. La República Sociedad. [En línea] 23 de Marzo de 2010. [Citado el: 22 de Abril de 2018.] <https://larepublica.pe/sociedad/1215679-produccion-de-algarroba-aumento-en-piura-por-lluvias>.

REYES, Pedro. 2010. Análisis Morfológico. 2010.

RIBASKI, Jorge. 2000. Potencial del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) en sistemas silvopastoriles en el semiárido de Brasil. Brasil : s.n., 2000.

RODRIGUEZ, Luis. 2012. Tácticas, Diseño: Estrategia y Tácticas. San Lorenzo : siglo veintiuno editores, 2012. pág. 182.


SÁNCHEZ García, Ingrid. 2015. DETERMINACIÓN DE TIEMPO Y TEMPERATURA ÓPTIMA PARA LA OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL YUPISÍN A PARTIR DE LA ALGARROBA (*Prosopis pallida*). Universidad César Vallejo-Piura. Piura : s.n., 2015.

Sebastian, Daniel. 2013. La Algarrobina. Algarrobina. 2013.

SERRA Landívar, Stefanía. 2016. ESTUDIO DEL PROCESO Y MODELO ASOCIATIVO EMPRESARIAL PARA LA PRODUCCIÓN TECNIFICADA DE ALGARROBINA. Universidad de Piura. Piura : s.n., 2016.

## ANEXOS

### Anexo N° 1: ACTA DE ORIGINALIDAD

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : FO6-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, **MAXIMO JAVIER ZEVALLOS VILCHEZ**, docente revisor del trabajo investigación de la Universidad César Vallejo Piura, titulado "**FABRICACIÓN DE PROTOTIPO DE MÁQUINA PARA CONTROLAR LA ACRILAMIDA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALGARROBINA**", del estudiante **NUNURA AGÜERO, DANIELA**, he constatado que la investigación tiene un índice de similitud de 12% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Piura, 21 de noviembre de 2018



Mg. MAXIMO JAVIER ZEVALLOS VILCHEZ

DNI: 03839229

## Anexo N° 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título	Problema General	Objetivo General	Preguntas Específicas	Objetivos Específicos	Variables	Indicadores	Unidad de análisis	Población	Muestra	Técnicas	Instrumentos
<b>FABRICACIÓN DE PROTOTIPO DE MÁQUINA PARA CONTROLAR LA ACRILAMIDA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALGARROBINA</b>	¿Cómo la fabricación de un prototipo de máquina permitiría controlar la acrilamida en el proceso de producción de algarrobina?	Fabricar un prototipo de máquina para controlar la acrilamida en el proceso de producción de algarrobina.	¿De qué forma los parámetros que satisfacen la elaboración de algarrobina podrán evaluar los requerimientos para el diseño del prototipo?	Evaluar los requerimientos para el diseño del prototipo basado en los parámetros que satisfacen la elaboración de algarrobina.	Fabricación de prototipo de máquina (Variable Independiente)	Valoración de la exigencia.	Prototipo de máquina	Requerimientos de la máquina	-	Observación	Matriz de evaluación de requerimiento.
			¿De qué manera la caja de Zwicky' podrá elaborar alternativas de diseño?	Elaborar alternativas de diseño basado en la caja de Zwicky		Niveles de alternativas.		Requerimientos de la máquina	-	Observación	Matriz de la Caja de Zwicky
			¿De qué forma la matriz de evaluación podrá seleccionar la alternativa de diseño?	Seleccionar la alternativa de diseño basada en la matriz de evaluación.		% de nivel de aceptación de requerimientos.	Requerimientos de la máquina	-	Observación	Matriz de Evaluación de Alternativas	
			¿De qué manera la determinación de las características técnicas permite calcular y dimensionar los componentes del prototipo de máquina?	Determinar las características técnicas para el cálculo y dimensionamiento de los componentes del prototipo de máquina		Capacidad de tanque. Potencia eléctrica	Dimensiones y especificaciones de cada parte del prototipo de la máquina.	-	Observación	Ficha de registro	

			¿Cómo las dimensiones y especificaciones de cada parte del prototipo de la máquina permiten determinar el costo de fabricación?	Determinar el costo de fabricación mediante las dimensiones y especificaciones de cada parte del prototipo de la máquina.		Costo Total de fabricación		Prototipo de la máquina	-	Revisión Documentaria	Cuadro de Costos
			¿De qué manera el control de la temperatura de la algarrobina podrá reducir el porcentaje de acrilamida?	Reducir el porcentaje de acrilamida mediante el control de la temperatura de concentración de la algarrobina.	Control de acrilamida. (Variable Dependiente)	Humedad Sólidos Solubles Cenizas Proteína Bruta Sólidos Insolubles pH Densidad Azúcares Totales Azúcares Reductores Acrilamida Resultado de Color Resultado de Olor Resultado de Sabor Tipo de Aspecto	Algarrobina			Análisis de Laboratorio  Análisis de Laboratorio	Ficha de análisis de laboratorio  Ficha de análisis de laboratorio

### Anexo N° 3: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### Anexo N° 3.1 EVALUACIÓN DE REQUERIMIENTOS

	Condiciones o requerimientos	Criterios deseo / exigencia
Función		
Geometría		
Fuerza		
Energía		
Material		
Seguridad		
Ergonomía		
Montaje		
Transporte		
Mantenimiento		
Costo		

Elaboración Propia

### Anexo N° 3.2: CAJA DE ZWICKY

	<b>FUNCIONES</b>	<b>PORTADORES DE FUNCIONES</b>
1	Preparar	
2	Alimentar	
3	Cocción	
4	Control de Temperatura	
5	Prensado de Jugo	
6	Almacenar	

Elaboración Propia



### Anexo N° 3.2: MATRIZ DE EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

<b>0:</b> No aceptable	<b>1:</b> Poco aceptable	<b>2:</b> Regularmente aceptable
<b>3:</b> Aceptable	<b>4:</b> Muy Aceptable	
<b>Porcentaje = (Total*100)/32= % De Nivel de aceptación de Requerimientos</b>		

Requerimiento	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Manipulación			
Rapidez			
Calidad de trabajo			
Fácil mantenimiento			
Seguridad			
Montaje			
Ergonomía			
Costo de materiales			
Total			
%			

Elaboración Propia

### Anexo N° 3.3: FICHA DE REGISTRO

<b>Denominación</b>	<b>Dimensiones</b>

Elaboración Propia

### Anexo N° 3.4: COSTO DE FABRICACIÓN DE MÁQUINA

Cuadro de Costos

Pieza	Material	Descripción	Cantidad	P.U s/.	Costo s/.
Costo Total de accesorios e insumos					
Accesorios o insumos	Designación	Unid	Cantidad	P.U s/.	Costo s/.
Costo Total de accesorios e insumos					
Mano de Obra					
Costo Total de Mano de obra					
Gastos Administrativos					
Total de los gastos administrativos					

Elaboración Propia

## Anexo N° 3.5: HOJA DE EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA MUESTRA TESTIGO (Algarrobina Comercial)



**Universidad Nacional de Piura**

**CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**2018**

### INFORME DE ANÁLISIS N°907-CP-D.A.I.Q.-UNP

SOLICITADO POR : DANIELA NUNURA AGÜERO  
 MUESTRA : ALGARROBINA COMERCIAL  
 PROCEDENCIA : PIURA  
 N° DE MUESTRAS : 01  
 PRESENTACIÓN : Frasco de Vidrio 200 ML  
 CANTIDAD DE MUESTRA : 200 mL  
 PROCEDENCIA : Piura  
 ENSAYOS SOLICITADOS : Organolépticos y Físicoquímicos  
 MUESTREO : Realizado por el cliente  
 PROYECTO : "FABRICACIÓN DE PROTOTIPO DE MÁQUINA PARA CONTROLAR LA ACRILAMIDA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALGARROBINA".  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 11 de OCTUBRE del 2018.  
 FECHA DE ENSAYOS : del 11 al 12 de OCTUBRE del 2018

#### CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

DETERMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
COLOR	Marrón oscuro
OLOR	Sui Géneris
SABOR	Sui Géneris, dulce y ligeramente amargo
ASPECTO	Líquido poco Viscoso

#### RESULTADO FÍSICOQUÍMICOS

DETERMINACIONES	UNIDAD	RESULTADOS	NTP (209.600.2002)
HUMEDAD	(%)	38.6	20 - 30
SOLIDOS SOLUBLES	°Brix	70.2	75 - 80
CENIZAS	(%)	7.1	3 - 6
PROTEÍNA BRUTA	(%)	4.7	5 - 8
SÓLIDOS INSOLUBLES	(%)	1.2	0.4 - 0.8
pH (20°C)	Unid. pH	4.9	4 - 5.5
DENSIDAD (20°C)	(g/cm <sup>3</sup> )	1.25	1.3 - 1.4
AZÚCARES TOTALES	(%)	55.4	40 - 60
AZÚCARES REDUCTORES	(%)	10.8	8 - 11
ACRILAMIDA	(µg/Kg)	810	---

PIURA, 12 DE OCTUBRE DEL 2018



URB. MIRAFLORES S/N, CASTILLA, CAMPUS UNIVERSITARIO

Página 1 de 1

## Anexo N° 3.6: HOJA DE EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA MUESTRA TESTIGO (Algarrobina de Proceso I)



**Universidad Nacional de Piura**

CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA QUÍMICA



**2018**

### INFORME DE ANÁLISIS N°906-CP-D.A.I.Q.-UNP

SOLICITADO POR : DANIELA NUNURA AGÜERO  
 MUESTRA : ALGARROBINA DE PROCESO  
 PROCEDENCIA : PIURA  
 N° DE MUESTRAS : 01  
 PRESENTACIÓN : Frasco de Vidrio 200 ML  
 CANTIDAD DE MUESTRA : 200 mL  
 PROCEDENCIA : Piura  
 ENSAYOS SOLICITADOS : Organolépticos y Físicoquímicos  
 MUESTREO : Realizado por el cliente  
 PROYECTO : "FABRICACIÓN DE PROTOTIPO DE MÁQUINA PARA CONTROLAR LA ACRILAMIDA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALGARROBINA".

FECHA DE RECEPCIÓN : 11 de OCTUBRE del 2018.  
 FECHA DE ENSAYOS : del 11 al 12 de OCTUBRE del 2018

#### CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

DETERMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
COLOR	Marrón oscuro
OLOR	Característico de la algarroba
SABOR	Sui Géneris, dulce y ligeramente amargo
ASPECTO	Líquido Viscoso y homogéneo

#### RESULTADO FÍSICOQUÍMICOS

DETERMINACIONES	UNIDAD	RESULTADOS	NTP (209.600.2002)
HUMEDAD	(%)	28.49	20 - 30
SOLIDOS SOLUBLES	°Brix	79.51	75 - 80
CENIZAS	(%)	5.7	3 - 6
PROTEINA BRUTA	(%)	7.66	5 - 8
SÓLIDOS INSOLUBLES	(%)	0.84	0.4 - 0.8
pH (20°C)	Unid. pH	5.1	4 - 5.5
DENSIDAD (20°C)	(g/cm³)	1.38	1.3 - 1.4
AZÚCARES TOTALES	(%)	58.7	40 - 60
AZÚCARES REDUCTORES	(%)	12.56	8 - 11
ACRILAMIDA	(µg/Kg)	720	---

PIURA, 12 DE OCTUBRE DEL 2018

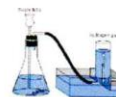


## Anexo N° 3.7: HOJA DE EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA MUESTRA TESTIGO (Algarrobina de Proceso II)



**Universidad Nacional de Piura**

**CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**2018**

### INFORME DE ANÁLISIS N°951-CP-D.A.I.Q.-UNP

SOLICITADO POR : DANIELA NUNURA AGÜERO  
 MUESTRA : ALGARROBINA DE PROCESO  
 PROCEDENCIA : PIURA  
 N° DE MUESTRAS : 01  
 PRESENTACIÓN : Frasco de Vidrio 200 ML  
 CANTIDAD DE MUESTRA : 250 mL  
 PROCEDENCIA : Piura  
 ENSAYOS SOLICITADOS : Organolépticos y Físicoquímicos  
 MUESTREO : Realizado por el cliente  
 PROYECTO : "FABRICACIÓN DE PROTOTIPO DE MÁQUINA PARA CONTROLAR LA ACRILAMIDA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALGARROBINA".

FECHA DE RECEPCIÓN : 05 de NOVIEMBRE del 2018.  
 FECHA DE ENSAYOS : del 05 al 06 de NOVIEMBRE del 2018

#### CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

DETERMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
COLOR	Marrón muy oscuro
OLOR	Característico de la algarroba
SABOR	dulce y moderadamente amargo
ASPECTO	viscoso y homogéneo

#### RESULTADO FÍSICOQUÍMICOS

DETERMINACIONES	UNIDAD	RESULTADOS	NTP (209.600.2002)
HUMEDAD	(%)	30	20 - 30
SOLIDOS SOLUBLES	°Brix	76	75 - 80
CENIZAS	(%)	4.1	3 - 6
PROTEINA BRUTA	(%)	7.2	5 - 8
SÓLIDOS INSOLUBLES	(%)	0.52	0.4 - 0.8
pH (20°C)	Unid. pH	4.5	4 - 5.5
DENSIDAD (20°C)	(g/cm <sup>3</sup> )	1.32	1.3 - 1.4
AZÚCARES TOTALES	(%)	42	40 - 60
AZÚCARES REDUCTORES	(%)	8	8 - 11
ACRILAMIDA	(µg/Kg)	0.00	---

PIURA, 06 de NOVIEMBRE del 2018





## Anexo N° 3.8: HOJA DE EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA MUESTRA TESTIGO (Algarrobina de Proceso III)



**Universidad Nacional de Piura**  
**CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**2018**

### INFORME DE ANÁLISIS N°950-CP-D.A.I.Q.-UNP

SOLICITADO POR : DANIELA NUNURA AGÜERO  
 MUESTRA : ALGARROBINA DE PROCESO  
 PROCEDENCIA : PIURA  
 N° DE MUESTRAS : 01  
 PRESENTACIÓN : Frasco de Vidrio 200 ML  
 CANTIDAD DE MUESTRA : 250 mL  
 PROCEDENCIA : Piura  
 ENSAYOS SOLICITADOS : Organolépticos y Físicoquímicos  
 MUESTREO : Realizado por el cliente  
 PROYECTO : "FABRICACIÓN DE PROTOTIPO DE MÁQUINA PARA CONTROLAR LA ACRILAMIDA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALGARROBINA".

FECHA DE RECEPCIÓN : 05 de NOVIEMBRE del 2018.  
 FECHA DE ENSAYOS : del 05 al 06 de NOVIEMBRE del 2018

#### CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

DETERMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
COLOR	Marrón claro
OLOR	Característico de la algarroba
SABOR	dulce y ligeramente amargo
ASPECTO	Líquido, poco viscoso y homogéneo

#### RESULTADO FÍSICOQUÍMICOS

DETERMINACIONES	UNIDAD	RESULTADOS	NTP (209.600.2002)
HUMEDAD	(%)	40	20 - 30
SOLIDOS SOLUBLES	°Brix	23	75 - 80
CENIZAS	(%)	3.4	3 - 6
PROTEINA BRUTA	(%)	5.8	5 - 8
SÓLIDOS INSOLUBLES	(%)	0.48	0.4 - 0.8
pH (20°C)	Unid. pH	4.0	4 - 5.5
DENSIDAD (20°C)	(g/cm <sup>3</sup> )	1.26	1.3 - 1.4
AZÚCARES TOTALES	(%)	36	40 - 60
AZÚCARES REDUCTORES	(%)	3	8 - 11
ACRILAMIDA	(µg/Kg)	0.00	---



PIURA, 06 de NOVIEMBRE del 2018

## Anexo N° 4: CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE DATOS

### Anexo N° 4.1: Constancia de Validación de la Ing. MBA LUCIANA MERCEDES TORRES LUDEÑA



#### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Luciana Mercedes Torres Ludeña con DNI N° 02854952, Magister en Administración con Mención en Gerencia Empresarial, con N° CIP 94321, de profesión Ingeniera Industrial, desempeñándome actualmente como Docente Adscrita en el Departamento de Investigación de Operaciones de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Piura.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Formato de Evaluación de Requerimientos
- Hoja de Caja de Zwicky
- Formato de Matriz de Evaluación
- Ficha de registro
- Cuadro de Costos
- Hoja de Evaluación de Características Físico-Química.
- Hoja de Evaluación de Características Organolépticas.

  
Luciana Mercedes Torres Ludeña  
Ingeniera Industrial  
Registro CIP N° 94321



Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

Formato de Evaluación de Requerimientos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					✓
2. Objetividad					✓
3. Actualidad					✓
4. Organización					✓
5. Suficiencia					✓
6. Intencionalidad					✓
7. Consistencia					✓
8. Coherencia					✓
9. Metodología					✓

  
 Luciana M. S. S.  
 Ingeniero en Informática  
 Registro CIP N° 94321

Hoja de Caja de Zwicky	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					✓
2. Objetividad					✓
3. Actualidad					✓
4. Organización					✓
5. Suficiencia					✓
6. Intencionalidad					✓
7. Consistencia					✓
8. Coherencia					✓
9. Metodología					✓

  
 Lucía Angulo  
 udefia  
 Registro CIP Nº 94321

Formato de Matriz de Evaluación	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					✓
2. Objetividad					✓
3. Actualidad					✓
4. Organización					✓
5. Suficiencia					✓
6. Intencionalidad					✓
7. Consistencia					✓
8. Coherencia					✓
9. Metodología					✓

Ficha de Registro	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					✓
2. Objetividad					✓
3. Actualidad					✓
4. Organización					✓
5. Suficiencia					✓
6. Intencionalidad					✓
7. Consistencia					✓
8. Coherencia					✓
9. Metodología					✓


  
 Lucía  
 Registro CIP Nº 94321

Cuadro de Costos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					✓
2. Objetividad					✓
3. Actualidad					✓
4. Organización					✓
5. Suficiencia					✓
6. Intencionalidad					✓
7. Consistencia					✓
8. Coherencia					✓
9. Metodología					✓

Hoja de Evaluación de características Físico-Química	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					✓
2. Objetividad					✓
3. Actualidad					✓
4. Organización					✓
5. Suficiencia					✓
6. Intencionalidad					✓
7. Consistencia					✓
8. Coherencia					✓
9. Metodología					✓

Hoja de Evaluación de características Organolépticas	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					✓
2. Objetividad					✓
3. Actualidad					✓
4. Organización					✓
5. Suficiencia					✓
6. Intencionalidad					✓
7. Consistencia					✓
8. Coherencia					✓
9. Metodología					✓

En señal de conformidad, firmo la presente en la ciudad de Piura a los 11 días del mes de junio del dos mil dieciocho

  
 -----  
 Luciana Mercedes Torres Ludeña  
 Ingeniera Industrial  
 Registro CIP Nº 9432

Mgr. : Ing. MBA LUCIANA MERCEDES TORRES LUDEÑA  
 DNI : 02854952  
 Especialidad : Ingeniera Industrial  
 E-mail : ing.lucianatorres@gmail.com

## Anexo N° 4.2: Constancia de Validación del Ing. Fernando Madrid Guevara MSc.



### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Fernando Madrid Guevara con DNI N° 02858742, Magister en Ciencias de la Educación Superior, con N° de CIP 82266, de profesión Ingeniero Mecatrónico, desempeñándome actualmente como Secretario Académico de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Piura

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Formato de Evaluación de Requerimientos
- Hoja de Caja de Zwicky
- Formato de Matriz de Evaluación
- Ficha de registro
- Cuadro de Costos
- Hoja de Evaluación de Características Físico-Química.
- Hoja de Evaluación de Características Organolépticas.

  
FERNANDO MADRID GUEVARA  
INGENIERO MECATRONICO  
Reg. CIP. N° 82266

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

Formato de Evaluación de Requerimientos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			✓		
2. Objetividad			✓		
3. Actualidad			✓		
4. Organización			✓		
5. Suficiencia			✓		
6. Intencionalidad			✓		
7. Consistencia			✓		
8. Coherencia			✓		
9. Metodología			✓		

*Dr. Modesto*  
 FERRANDO MADRID GUEVARA  
 INGENIERO MECATRONICO  
 CIP. N° 82266

Hoja de Caja de Zwicky	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			✓		
2. Objetividad			✓		
3. Actualidad			✓		
4. Organización			✓		
5. Suficiencia			✓		
6. Intencionalidad			✓		
7. Consistencia			✓		
8. Coherencia			✓		
9. Metodología			✓		



Formato de Matriz de Evaluación	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			✓		
2. Objetividad			✓		
3. Actualidad			✓		
4. Organización			✓		
5. Suficiencia			✓		
6. Intencionalidad			✓		
7. Consistencia			✓		
8. Coherencia			✓		
9. Metodología			✓		

  
**FERNANDO MADRID BUEVARA**  
 INGENIERO MECATRONICO  
 Reg. CIP: N° 82286

Ficha de Registro	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			✓		
2. Objetividad			✓		
3. Actualidad			✓		
4. Organización			✓		
5. Suficiencia			✓		
6. Intencionalidad			✓		
7. Consistencia			✓		
8. Coherencia			✓		
9. Metodología			✓		

  
 FERNANDO MADRID BUEVARA  
 INGENIERO MECATRONICO  
 Reg. CIP. N° 82286

Cuadro de Costos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			✓		
2. Objetividad			✓		
3. Actualidad			✓		
4. Organización			✓		
5. Suficiencia			✓		
6. Intencionalidad			✓		
7. Consistencia			✓		
8. Coherencia			✓		
9. Metodología			✓		

Hoja de Evaluación de características Físico-Química	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			✓		
2. Objetividad			✓		
3. Actualidad			✓		
4. Organización			✓		
5. Suficiencia			✓		
6. Intencionalidad			✓		
7. Consistencia			✓		
8. Coherencia			✓		
9. Metodología			✓		



Hoja de Evaluación de características Organolépticas	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			✓		
2. Objetividad			✓		
3. Actualidad			✓		
4. Organización			✓		
5. Suficiencia			✓		
6. Intencionalidad			✓		
7. Consistencia			✓		
8. Coherencia			✓		
9. Metodología			✓		

En señal de conformidad, firmo la presente en la ciudad de Piura a los 07 días del mes de junio del dos mil dieciocho.

Mg. : Ing. Fernando Madrid Guevara  
DNI : 02858742  
Especialidad : Ingeniero Mecatrónico  
E-mail : renzomecatronic@hotmail.com

  
-----  
FERNANDO MADRID GUEVARA  
INGENIERO MECATRONICO  
Reg. CIP. N° 82266

## **Anexo N° 5: FABRICACIÓN DE PROTOTIPO DE MÁQUINA PARA CONTROLAR LA ACRILAMIDA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALGARROBINA**

### **1. Objetivos**

#### **1.1. Objetivo general**

Fabricar un prototipo de máquina para controlar la acrilamida en el proceso de producción de algarrobina.

#### **1.2. Objetivos específicos**

Evaluar los requerimientos para el diseño del prototipo basado en los parámetros que satisfacen la elaboración de algarrobina.

Elaborar alternativas de diseño basado en la caja de Zwicky.

Seleccionar la alternativa de diseño basada en la matriz de evaluación.

Determinar las características técnicas para el cálculo y dimensionamiento de los componentes del prototipo de máquina.

Determinar el costo de fabricación mediante las dimensiones y especificaciones de cada parte del prototipo de la máquina.

Reducir el porcentaje de acrilamida mediante el control de la temperatura de concentración de la algarrobina.

**2. Evaluar los requerimientos para el diseño del prototipo basado en los parámetros que satisfacen la elaboración de algarrobina.**

**2.1. Identificar los requerimientos necesarios para el diseño de la máquina concentradora.**

Para un diseño lo primordial que se debe considerar son los requerimientos, ya que son datos fundamentales y esenciales para ejecutar una búsqueda de soluciones a los inconvenientes que se van presentando en el lapso de su fabricación.

**Tabla 5: Evaluación de Requerimientos**

	<b>CONDICIONES O REQUERIMIENTOS</b>	<b>DESEO / EXIGENCIA</b>
<b>Función</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La máquina concentradora diseñada debe concentrar aproximadamente 2 Kg de algarroba por hora y media.</li> </ul>	<b>E</b>
<b>Estructura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La máquina debe resistir al material que será colocado en ella. Tendrá una estructura mecánica de 70cm * 40cm y una altura de 1.2m, además va tener que operar por un solo lado debido al proceso que es continuo.</li> </ul>	<b>E</b>
<b>Temperatura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La máquina va a trabajar con temperatura entre 100°C a 110°C para la cocción y que soporte el tiempo prolongado para el proceso continuo.</li> </ul>	<b>E</b>
<b>Energía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La energía empleada en la máquina concentradora debe ser una fuente de energía de 220 voltios 60 Hertz que emita suficiente y adecuado calor para la cocción y concentrado del producto</li> </ul>	<b>E</b>
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para la fabricación de la máquina deben utilizarse materiales que sea inocuo por el consumo humano.</li> </ul>	<b>E</b>

Elaboración Propia

**Tabla 5: Evaluación de Requerimientos (continuación)**

	<b>CONDICIONES O REQUERIMIENTOS</b>	<b>DESEO / EXIGENCIA</b>
<b>Seguridad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso de la máquina no debe poner en peligro al operador.</li> <li>• La entrada de las algarrobas se encontrará cerrado mientras se realice el proceso de cocción y concentración.</li> </ul>	<b>E</b>
<b>Ergonomía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El diseño del sistema deberá facilitar su manipulación y además permitir que el operador opte una buena postura al momento de su utilización.</li> <li>• El ingreso de las algarrobas debe estar a una altura aproximadamente de 1,20m.</li> </ul>	<b>E</b>
<b>Montaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El montaje de la máquina debe ser de fácil manipulación para poder hacer cambio en su estructura.</li> </ul>	<b>D</b>
<b>Transporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El prototipo debe contar con el peso y una forma adecuada, permitiendo un transporte fácil y seguro.</li> </ul>	<b>D</b>
<b>Mantenimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El mantenimiento de la máquina será posible y sin complicaciones gracias a los materiales y componentes que se utilizarán en ella.</li> <li>• La pintura que se usará debe proteger a los metales que conforme la máquina. (anticorrosiva).</li> </ul>	<b>E</b>
<b>Costo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El prototipo de la máquina debe tener un costo menor y que esté al alcance del mercado.</li> </ul>	<b>E</b>

Elaboración Propia

### 3. **Elaborar alternativas de diseño basado en la caja de Zwicky**

Para la ejecución de alternativas de diseño en el punto anterior se tomó en cuenta los requerimientos con la finalidad de analizar nuevos campos de soluciones que se hallen cerca al problema presentado.

Para la confección de diseño, este método facilita de una manera menos engorrosa la elaboración de diferentes alternativas funcionales y examinarlas para al final escoger la alternativa adecuada y óptima a desarrollar.

Este método consiste en dos columnas, la primera indica todas las funciones a realizar dicho diseño y la segunda muestra los diferentes portadores de funciones.

#### 3.1. **Detalle de cada una de las funciones:**

- a) **Preparar:** Este paso identifica la forma cómo el material se prepara para sumergir en la máquina. Consiste en escoger todas las algarrobas que se encuentren en buen estado y cortarles todas las puntas que tengas dichas vainas.
- b) **Alimentar:** Este consiste en la forma en cómo se distribuye el material (algarrobas) a concentrar en la máquina para su adecuado proceso.
- c) **Cocción:** Este paso es la forma de cómo se va generar calor para que el alimento se cocine y sea comestible.
- d) **Control de temperatura:** Este paso se ve qué instrumento es el adecuado para obtener una temperatura precisa sin variaciones posibles.
- e) **Prensado de jugo:** El prensado de jugo se denomina a un mecanismo que permita comprimir la materia prima ya sea mediante una máquina o instrumento permitiendo así extraer su líquido.
- f) **Almacenar:** Este proceso consiste en guardar lo que se obtiene en un recipiente o frasco.

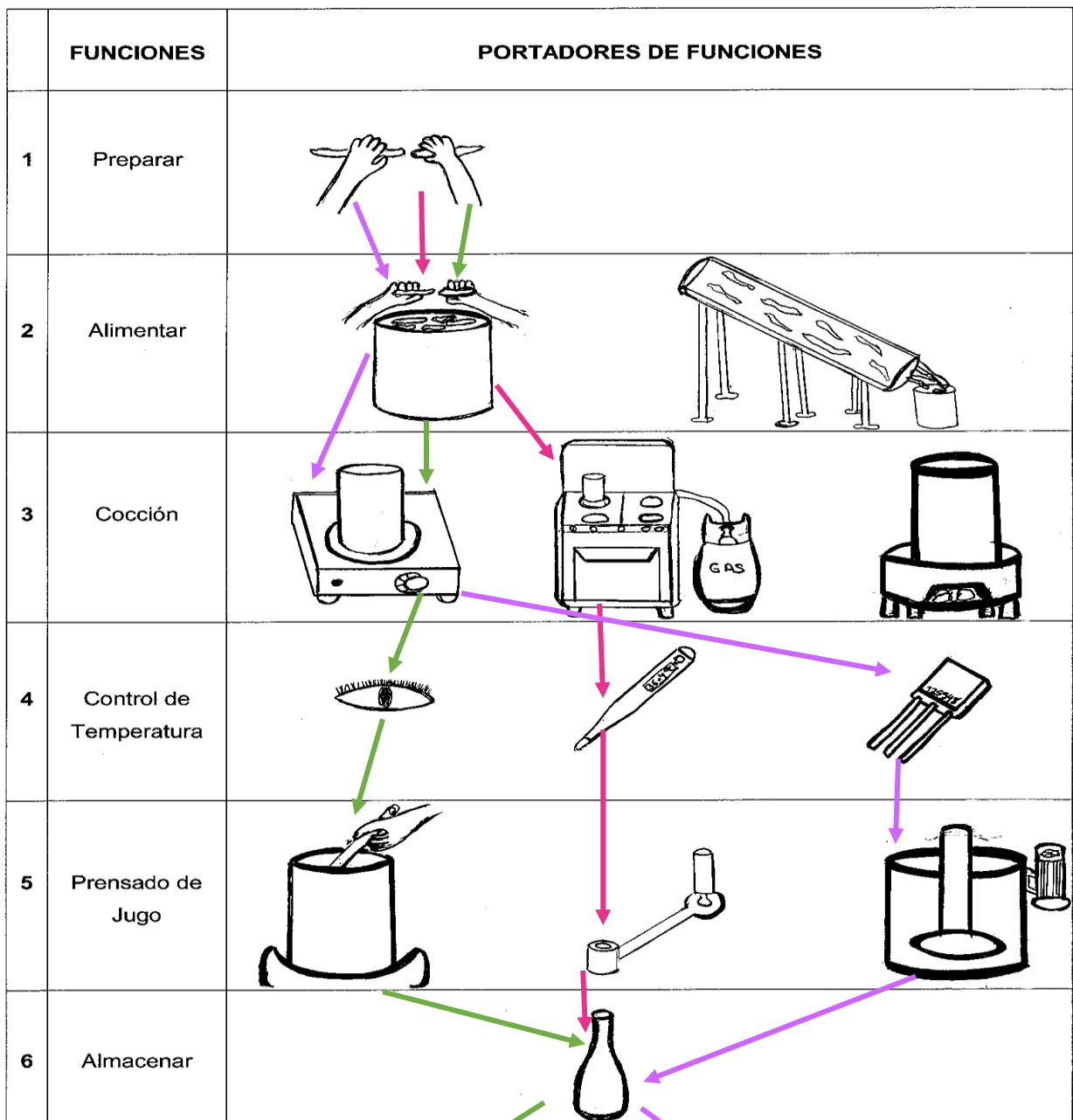
### 3.2. Portadores de funciones:

Con el punto de funciones requeridas para el proceso de concentración de algarroba algarrobina y sus portadores sugeridos para cada una de las funciones presentadas, genera una serie de posibilidades de solución en la caja de Zwicky y escoger la más eficaz y óptima para dicha máquina.

- a) **Preparación de las Algarrobas:** Este paso consiste en que el productor separe las algarrobas que se encuentran en buen estado de las que están ya sean malogradas, picadas o verdes, para luego, ser cortadas y puestas en la máquina.
- b) **En alimentación:** Para este paso se propuso dos formas de colocar las algarrobas en la máquina: Una de ellas fue alimentar de forma manual y la otra por medio de faja.
- c) **En cocción:** Los métodos propuestos para este proceso fueron: usar como fuente de calor la energía eléctrica, a gas y a carbón
- d) **En control de temperatura:** Los instrumentos propuestos para este proceso fueron: forma visual, a través de un termómetro y controlador de temperatura.
- e) **En prensado de jugo:** Las formas que se propusieron para este proceso fueron 3: prensado de forma manual, prensado usando como instrumento manivela y un prensado de forma eléctrico.
- f) **Almacenar:** Se propuso almacenar en una botella de vidrio para almacenar la algarrobina ya concentrada.

Posteriormente en la **Tabla 6** se muestra las diferentes alterativas que se han obtenido realizando la caja de Zwicky.

Tabla 6: Caja de Zwicky



Elaboración Propia

A1

A2

A3

4. Seleccionar la alternativa de diseño basada en la matriz de evaluación.

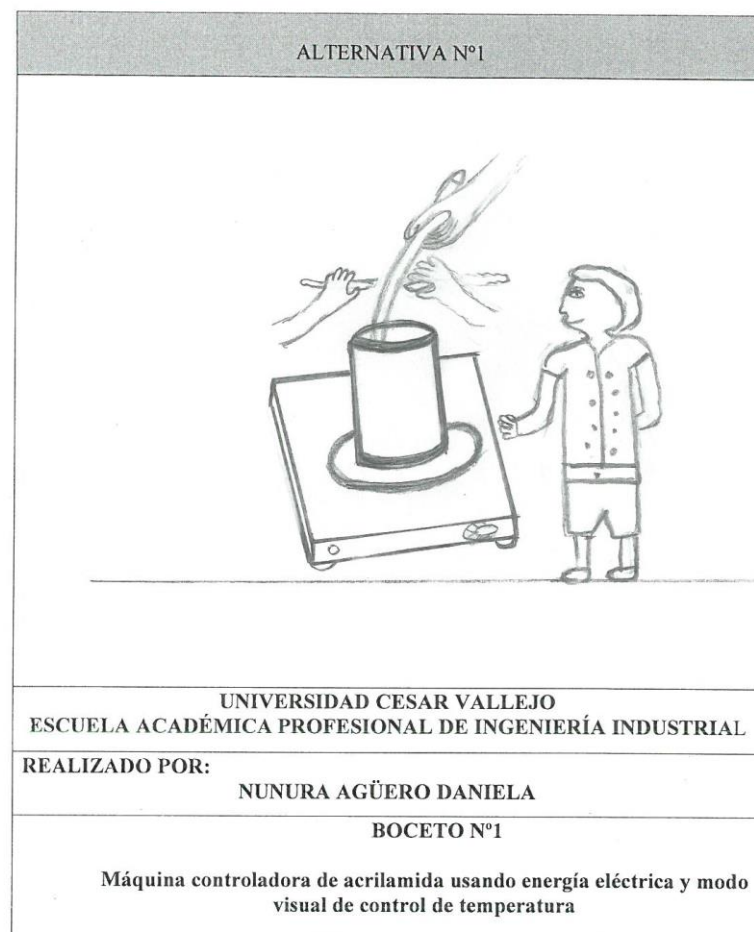
Como se aprecia en la Caja de Zwicky (tabla 6) se obtienen tres alternativas de diseño, las cuales se describen a continuación:

## 4.1. Alternativas de diseño

### 4.1.1. Alternativa 1: Diseño de prototipo de máquina controladora de acrilamida usando energía eléctrica y modo visual de control de temperatura

En esta alternativa se comienza quebrando la algarroba de forma manual, para luego alimentar el recipiente para su posterior cocción, la cual se realiza utilizando como fuente de calor la energía eléctrica, donde su control de temperatura se realiza de modo visual, luego de que la algarroba se transformó en jugo de algarroba este se vierte al recipiente de concentración, para recién hacer el prensado manual y así logra extraer la máxima cantidad de jugo de la algarroba.

El jugo que se encuentra en el recipiente de concentración, y utilizando como fuente de calor, la energía eléctrica, también su control de temperatura se realiza de modo visual, hasta que se transformé el jugo de algarroba, en Algarrobina.

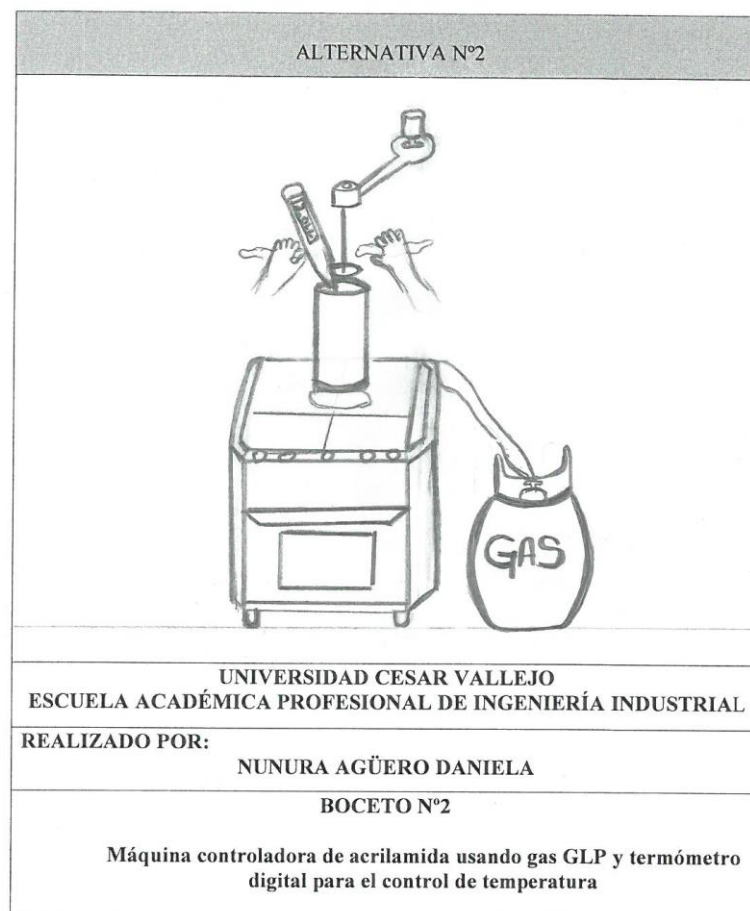




#### 4.1.2. Alternativa 2: Diseño de prototipo de máquina controladora de acrilamida usando gas GLP y termómetro digital para el control de temperatura

En esta alternativa se comienza quebrando la algarroba de forma manual, para luego alimentar el recipiente para su posterior cocción, la cual se realiza utilizando como fuente de calor el gas GLP, donde su control de temperatura se realiza con termómetro, luego de que la algarroba se transformó en jugo de algarroba este se vierte al recipiente de concentración, para recién hacer el prensado con manivela y así logra extraer la máxima cantidad de jugo de la algarroba.

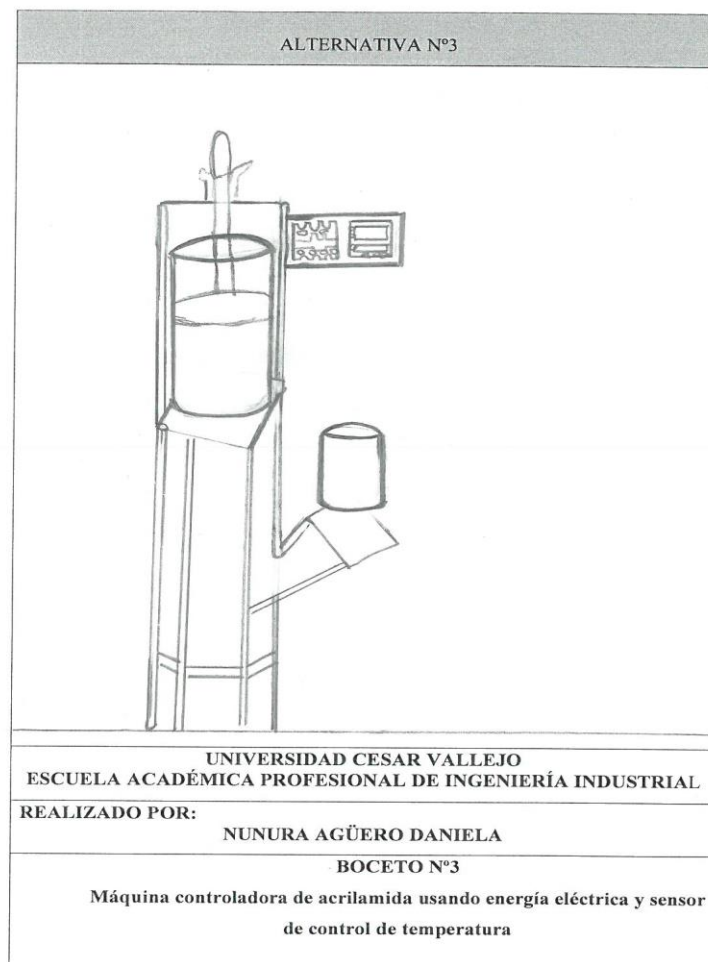
El jugo que se encuentra en el recipiente de concentración, y utilizando como fuente de calor, el gas GLP, también su control de temperatura se realiza con termómetro, hasta que se transformé el jugo de algarroba, en Algarrobina.



#### 4.1.3. Alternativa 3: Diseño de prototipo de máquina controladora de acrilamida usando energía eléctrica y sensor de control de temperatura

En esta alternativa se comienza quebrando la algarroba de forma manual, para luego alimentar el recipiente para su posterior cocción, la cual se realiza utilizando como fuente de calor la energía eléctrica, donde su control de temperatura se realiza por medio de un sensor, luego de que la algarroba se transformó en jugo de algarroba este se vierte al recipiente de concentración, para recién hacer el prensado eléctrico y así logra extraer la máxima cantidad de jugo de la algarroba.

El jugo que se encuentra en el recipiente de concentración, y utilizando como fuente de calor, la energía eléctrica, también su control de temperatura se realiza por medio de un sensor, hasta que se transformé el jugo de algarroba, en Algarrobina.



#### 4.2. Matriz de evaluación

**Tabla 7: Matriz de evaluación**

<b>0:</b> No aceptable	<b>1:</b> Poco aceptable	<b>2:</b> Regularmente aceptable
<b>3:</b> Aceptable	<b>4:</b> Muy Aceptable	
<b>Porcentaje = (Total*100)/32= % De Nivel de aceptación de Requerimientos</b>		

<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
<b>Manipulación</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Rapidez</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>Calidad de trabajo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>Fácil mantenimiento</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Seguridad</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Montaje</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Ergonomía</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>Costo de materiales</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>28</b>
<b>%</b>	<b>63%</b>	<b>53%</b>	<b>88%</b>

Fuente: (CARRASCO Chamba, 2016)

Elaboración Propia

Como se aprecia en la tabla 7, la matriz de evaluación, permitió seleccionar la mejor alternativa basado en los requerimientos antes dimensionados. Para entender la ponderación de los requerimientos, se explica detalladamente la puntuación de cada una de las alternativas propuestas en la Caja de Zwicky.

- En cuanto a la manipulación, la máquina utilizando como fuente de calor el gas tiene un puntaje de 2 siendo regularmente aceptable, mientras que la máquina utilizando como fuente de calor la energía eléctrica tiene un puntaje de aprobación de 3 aceptable, siendo esta de fácil manipulación al momento del manejo del operario

- En cuanto a la rapidez, la máquina utilizando como fuente de calor la energía eléctrica y de forma visual y la máquina utilizando como fuente de calor el gas y con termómetro tienen como puntaje de aprobación 2 regularmente aceptable debido a que al momento de realizar el proceso de cocción y concentrado no se podrá controlar y obtener la temperatura exacta y precisa de una manera rápida, mientras que la máquina utilizando como fuente de calor la energía eléctrica usando un controlador de temperatura tiene como puntaje de aprobación 4 muy aceptable debido a que al momento de se podrá controlar y obtener una temperatura más exacta y precisa para el proceso de algarrobina y esto se realizará de una manera más rápida y fácil para el operario.
- En cuanto a la calidad de trabajo la máquina usando como fuente de calor la energía eléctrica y realizando un control de temperatura de forma visual tiene una ponderación de 1 poco aceptable ya que ahí no se podrá tener un control claro y preciso de la temperatura siendo esto perjudicable al producto, mientras que la máquina usando como fuente de calor el gas y realizando el control de temperatura mediante un termómetro tiene una ponderación de 2 regularmente aceptable debido a que se tendrá un control de temperatura de una manera exacta pero no de una forma adecuada, en cambio la máquina usando como fuente de calor la energía eléctrica y controlando la temperatura por medio de un controlador de temperatura tiene una ponderación de 4 siendo muy aceptable debido a que ahí sí se tendrá un mejor control e indicará la temperatura de una manera precisa y adecuada al momento de realizar el proceso de cocción y concentrado permitiendo obtener un producto de mejor calidad.
- En lo que respecta al mantenimiento la máquina usando como fuente de calor la energía eléctrica y la máquina usando como fuente de calor gas tienen un puntaje de aceptación de 3 siendo esta aceptable debido a que al momento de realizar el mantenimiento será de una forma fácil y menos engorroso para el operario.
- En cuanto a la seguridad la máquina usando como fuente de calor la energía eléctrica y controlando de forma visual tiene un puntaje de aprobación de 3 aceptable, mientras que la máquina usando como fuente de calor el gas y usando el termómetro para controlar la temperatura tiene una ponderación de 1 poco aceptable ya que ahí es poca segura para el operador ya que puede sufrir quemaduras al momento de controlar la temperatura, en cambio la máquina usando como fuente de calor la energía eléctrica y controlando la temperatura

por medio de un controlador tiene una ponderación de 4 siendo muy aceptable ya que su seguridad es aceptable para el operario.

- Con respecto al montaje las 3 alternativas de máquina tienen un puntaje de aprobación de 3 aceptable ya que cada componente que forma la máquina se toma su debido tiempo.
- Con respecto a la ergonomía la máquina que usa como fuente de calor la energía eléctrica tiene un puntaje de aceptación de 2 debido a que para el control de temperatura se hace de forma visual ocasionando este que el operario se esté acercando seguidamente tomando posiciones repetitivas ocasionando al operario cansancio, mientras que la máquina que usa como fuente de calor el gas tiene un puntaje de aceptación 1 poco aceptable ya que para controlar la temperatura se hace uso de un termómetro ocasionando cansancio y estrés al operario por estar varias horas de pie y además que debería de cargar un galón de gas cada vez que quiera transportarlo haciendo esto más pesado la máquina, en cambio la máquina que usa como fuente de calor la energía eléctrica 3 aceptable debido que al momento de que el operario controle la temperatura lo hará por medio de un controlador de temperatura convirtiéndola en una máquina ergonómica al operario ya que este no tendrá que optar posiciones repetitivas.
- En cuanto al costo de materiales la máquina que usa como fuente de calor la energía eléctrica y como controlador de temperatura de forma visual y la máquina que usa como fuente de calor el gas y para controlar la temperatura lo realiza por medio de un termómetro tienen un puntaje de aceptación de 3 ya que sus componentes no son difíciles ni de mayor costo para adquirirlos, en cambio la máquina que usa como fuente de calor la energía eléctrica tiene como puntaje de aceptación de 2 regularmente aceptable debido que ahí se hace uso de un controlador de temperatura siendo ese costoso y difícil de adquirirlo.

Según el resultado obtenido la solución óptima es la alternativa 3, la cual dio lugar al diseño de máquina concentradora usando como fuente de calor la energía eléctrica y usando un controlador de temperatura para el proceso de cocción y concentración obteniendo una puntuación de 28 y un porcentaje de aprobación de 88%.

**5. Determinar las características técnicas para el cálculo y dimensionamiento de los componentes del prototipo de máquina.**

Para determinar el cálculo y dimensionamiento de la máquina, se tuvo en cuenta cada parte que conforma la máquina, considerando el volumen de la algarroba con los litros de agua a usar.

A continuación, se presentan las fórmulas para hallar las dimensiones de los recipientes.

**5.1. Dimensión de los recipientes:**

Para determinar las dimensiones de los recipientes de la máquina, se halló el volumen que ocupa las algarrobas. Para lo cual se utilizó un recipiente con medida el cual al echar ½ kilo de algarroba ocupó aproximadamente 1.2 litros de capacidad. Según lo experimentado, el volumen que ocupa 2 kilos de algarroba será de 4.8 litros, como se demuestra en la siguiente fórmula:

½ kilo de algarroba ----- 1.2 litros

2 kilos de algarroba ----- X

$X = (2 \text{ kilos} * 1.2 \text{ litros}) / ½ \text{ kilo}$

X= 4.8 litros

**5.1.1. Dimensión del recipiente para el jugo de algarroba:**

Para dimensionar el recipiente para la cocción de la algarroba, se debe considerar el volumen ocupado por la algarroba más el volumen de agua que se necesita para su cocción. Según (SERRA, 2016), indica que, para un kilo de algarroba se necesitan 3 litros de agua.

$V_{\text{total}} = 6 \text{ litros de H}_2\text{O} + 2 \text{ kg. de algarroba}$

$V_{\text{total}} = 6000 \text{ ml} + 4800 \text{ ml}$

$V_{\text{total}} = 10800 \text{ ml}$

$V_{\text{total}} = 10800 \text{ cm}^3$

Para una base de 28.7 cm:

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi 28.7^2}{4}$$

$$A = 646.92 \approx 647 \text{ cm}^2$$

$$V \text{ total} = A * h$$

$$10800 = 647 * h$$

$$h = 16.7 \text{ cm}$$

### 5.1.2. Dimensión del recipiente para la concentración:

Siguiendo el mismo procedimiento, al cocinar la algarroba en 6 litros de agua, y considerando su evaporación y expulsión de los azúcares propios de la algarroba puede perder hasta un 30% del volumen inicial.

$$V = 6 \text{ litros de H}_2\text{O}$$

$$V = 6000 - 6000 * 0.3$$

$$V = 4200 \text{ cm}^3 \text{ de capacidad}$$

Para una base de 15.3 cm:

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi 15.3^2}{4}$$

$$A = 183.85$$

$$V \text{ total} = A * h$$

$$2100 = 183.85 * h$$

$$L = 11.42 \text{ cm}$$

Según la (FAO/OMS, 2011) informa que la estructura debe estar construido de un material impermeable y que sea fácil de limpiarlo. Tomando como referencia esta indicación de la Normativa Mundial es que se construyó las estructuras de un

material llamado acero inoxidable permitiendo que el producto sea de buena calidad y lejos de una contaminación por los equipo.

En la tabla 8 se presentan las dimensiones y especificaciones de las partes de la máquina, que serán requeridas para su fabricación.

**Tabla 8: Dimensiones y especificaciones de las partes de la máquina controladora de acrilamida**

Denominación	Dimensiones
Cilindro del tanque para el jugo de algarroba	35.7x180.33 cm <sup>2</sup>
Tapas del tanque para el jugo de algarroba	Diámetro 28.7 cm
Volumen de tanque del jugo de algarroba	116660 cm <sup>3</sup>
Cilindro del tanque para el concentrado del jugo de algarroba	25.7x161.48 cm <sup>2</sup>
Tapas del tanque para el concentrado del jugo de algarroba	Diámetro 15.3 cm
Volumen de tanque del concentrado del jugo de algarroba	29688,7 cm <sup>3</sup>

Elaboración Propia

## 5.2. Controlador de temperatura:

Para esta parte de la máquina controladora de acrilamida se utilizó un controlador de temperatura modelo REX-C100FK02-M\*AN (Foto N°5) debido a que una de las características de este controlador es que su temperatura máxima es de 120 °C , el cual se encuentra dentro del rango de temperatura para la existencia de acrilamida en la algarrobina.

### Especificaciones:

- Número de modelo:REXC100
- Tipo de pantalla: Digital
- Teoría: Controlador de temperatura
- Uso: Industrial
- Tipo de energía: Ninguno
- Tamaño de la pantalla:1.9 Pulgadas y Menos
- Max Temperatura de Medición:120 ° C
- Estilo: Pie Central



- Output: Relay
- Power: AC100-240V 50Hz
- Unit Type: Piece
- Model Number :FK02-M\*AN DA

### **Descripción:**

- Precisión:  $\pm 0.5\%$  FS.
- Tolerancia de compensación en frío:  $\pm 2$  °C puede ser modificado por software en 0 ~ 50 °C.
- Resolución: 14 bit.
- Ciclo de muestreo: 0.5 Segundos
- Dimensiones: 48x48x110 (MM)  $\pm 0.2$ mm.
- Valor del proceso (PV) valor de fijación (SV).
- Salida, alarma y auto afinación puede ser indicada por: LED.
- Control PIN (incluyendo encendido/apagado, PID y PID continuo).
- Control de ajuste automático.
- Salida de relé: capacidad de contacto 250 V AC 3a (carga resistiva).
- Función de alarma salida: 1 camino.
- Capacidad de contacto de salida: 250 V AC 3Amp (carga resistiva).
- Valor de fijación (SV): Idéntico al rango de medición (PV).
- Banda proporcional (P): 0 ~ rango completo (encendido/apagado cuando se establece a 0).
- Tiempo integral (I): 0 ~ 3600 segundos (sin acción integral cuando se establece a 0).
- Tiempo de derivado (D): 0 ~ 3600 segundos (sin acción derivada cuando se establece a 0).
- Ciclo proporcional al reinicio de calor: 1 ~ 100 segundos.
- Rango de temperatura: 0 a 400 °C.
- Resistencia de aislamiento:  $> 50$  m ohm (500 V DC).
- Resistencia de aislamiento: 1500 V AC/min.
- Consumo de energía 10 VA.
- Medio ambiente de Servicio: 0 ~ 50 °C.
- Medio ambiente sin gas corrosivo 30 ~ 85% Rh.

6. Determinar el costo de fabricación mediante las dimensiones y especificaciones de cada parte del prototipo de la máquina.

6.1.1. Costo de los materiales empleados para la elaboración de los recipientes

Tabla 9: Cuadro de Costos

PIEZA	MATERIAL	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P.U S/.	COSTO S/.
Recipiente para el jugo de algarroba	Plancha Estructural INOX	304. 2B – 3.0 mm 4x8	01	990.40	990.40
Recipiente para la concentración	Plancha Estructural INOX	304. 2B – 3.0 mm 4x8	01	990.40	990.40
<b>Costo total del material de la Plancha Estructural ASTM A-36</b>					<b>1980.80</b>

Elaboración Propia

6.1.2. Costo de los accesorios o insumos empleado

Accesorios o insumos	Designación	Unid	Cantidad	P.U s/.	Costo s/.
Soldadura Sello Cord	1/8" x Kg Oerlikon	Kg	10	13.90	139.00
Soldadura Supercito	1/8" x Kg Exsa	Kg	10	13.90	139.00
Perfil cuadrado	3 metros	m	4	30.00	120.00
Controlador	0°C a 400°C	Unid.	1	140.00	140.00
<b>Costo Total de accesorios e insumos</b>					<b>538.00</b>
<b>Costo de la fabricación de la máquina</b>					<b>2518.80</b>

Elaboración Propia

### 6.1.3. Costo de Mano de Obra

Descripción	Costo s/.
Torneado	250.00
<b>Costo Total de mano de obra</b>	<b>250.00</b>

Elaboración Propia

### 6.1.4. Gastos Administrativos

Descripción	Costo s/.
Materia Prima	26.00
Pasajes	26.00
Análisis de Laboratorio	1810.00
Asesorías	1000.00
<b>Total de Gastos Administrativos</b>	<b>2862.00</b>

Elaboración Propia

## 7. Reducir el porcentaje de acrilamida mediante el control de la temperatura de concentración de la algarrobina.

En la Tabla 10 se puede observar las características fisicoquímicas de las 3 muestras realizadas en la máquina concentradora obtenidos en diferentes tiempos y temperaturas, además de una algarrobina comercial, comparando así sus resultados y viendo la mejora y calidad del producto.

En la Tabla 11 se puede observar las características organolépticas de las 3 muestras realizadas en la máquina concentradora, obtenidas en diferentes tiempos, temperaturas y peso de la materia prima, además de una algarrobina comercial, comparando así sus resultados y viendo la mejora y calidad del producto.

Estos resultados se obtuvieron mediante un análisis de laboratorio, donde se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 10: Hoja de Evaluación de Características Fisicoquímicos**

<b>DETERMINACIONES NTP (209.600.2002)</b>	<b>Algarrobina comercial</b>	<b>Algarrobina en Proceso I</b>	<b>Algarrobina en Proceso II</b>	<b>Algarrobina en Proceso III</b>
<b>HUMEDAD 20 – 30 (%)</b>	<b>38.6</b>	<b>28.49</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
<b>SÓLIDOS SOLUBLES 75 – 80°Brix</b>	<b>70.2</b>	<b>79.51</b>	<b>76</b>	<b>23</b>
<b>CENIZAS 3 – 6 (%)</b>	<b>7.1</b>	<b>5.7</b>	<b>4.1</b>	<b>3.4</b>
<b>PROTEÍNA BRUTA 5 – 8 (%)</b>	<b>4.7</b>	<b>7.66</b>	<b>7.2</b>	<b>5.8</b>
<b>SÓLIDOS INSOLUBLES 0.4 – 0.8 (%)</b>	<b>1.2</b>	<b>0.84</b>	<b>0.52</b>	<b>0.48</b>
<b>pH (20°C) 4 – 5.5 Unid. pH</b>	<b>4.9</b>	<b>5.1</b>	<b>4.5</b>	<b>4.0</b>
<b>DENSIDAD (20°C) 1.3 – 1.4 (g/cm3)</b>	<b>1.25</b>	<b>1.38</b>	<b>1.32</b>	<b>1.26</b>
<b>AZÚCARES TOTALES 40 – 60 (%)</b>	<b>55.4</b>	<b>58.7</b>	<b>42</b>	<b>36</b>
<b>AZÚCARES REDUCTORES 8 – 11 (%)</b>	<b>10.8</b>	<b>12.56</b>	<b>8</b>	<b>3</b>
<b>ACRILAMIDA (µg/kg)</b>	<b>810</b>	<b>720</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

**Tabla 11: Hoja de Evaluación de Características Organolépticas**

<b>DETERMINACIONES NTP (209.600.2002)</b>	<b>Algarrobina comercial</b>	<b>Algarrobina en Proceso I</b>	<b>Algarrobina en Proceso II</b>	<b>Algarrobina en Proceso III</b>
Color: Marrón oscuro y brillante.	Marrón oscuro	Marrón oscuro	Marrón muy oscuro	Marrón claro
Olor: Característico a algarroba.	Característico de la algarroba	Característico de la algarroba	Característico de la algarroba	Característico de la algarroba
Sabor: Característico, dulce, ligeramente amargo y astringente, ácido.	Sui Géneris, dulce y ligeramente amargo	Sui Géneris, dulce y ligeramente amargo	Dulce y moderadamente amargo	Dulce y ligeramente amargo
Aspecto: Viscosa, homogénea, sin partículas visibles.	Líquido poco viscoso	Líquido viscoso y homogéneo	Viscoso y homogéneo	Líquido, poco viscoso y homogéneo