

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA**



**“PARÁMETROS OPTIMOS PARA  
OBTENCIÓN DE TANINOS DE LA  
SEMILLA DEL FRUTO DEL ALGARROBO  
(*Prosopis Pallida*) A NIVEL DE  
LABORATORIO POR EL METODO DE  
MACERACION”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO QUIMICO**

**MEJIA RUIZ KATHERINE MELISA**

**Callao, Abril 2017**

**PERU**



## AGRADECIMIENTO

*Agradecemos la asesoría de la Ing. Estela Toledo, colaboración de la Ing. Avelino Carhuaricra así como a la Ing. Ana Mercado, al Sr. Walter, al Ing. Leynard Natividad y a la plana laboral y académica del Centro Experimental Tecnológico de la UNAC por su contribución y apoyo a la realización de esta investigación.*

## INDICE

RESUMEN	1
ABSTRAT	2
I.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Determinación del problema	3
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1 Problema General	4
1.2.1 Problemas Específicos	4
1.3. Objetivos de la investigación	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4. Justificación	5
II. MARCO TEORICO	7
2.1 Antecedentes del estudio	7
2.2 Prosopis pallida (Algarrobo)	8
2.2.1 El Árbol	8
2.2.2 El fruto	9
2.2.3 Hojas y Semillas	11
2.2.4 La Pulpa y la Vaina exterior	12
2.2.5 Distribución geográfica	13
2.2.6 Producción	14
2.2.7 Valor Nutricional	15
2.3 Los Taninos	15
2.3.1 Características	16
2.3.2 Tipos de Taninos	17
2.3.3 Propiedades químicas de los taninos	20
2.3.4 Propiedades de los taninos en las plantas medicinales	21
2.3.5 Uso de los taninos en la industria del cuero	21
2.3.6 Uso de los Taninos en la Industria Anticorrosiva	22
2.3.7 Determinación cuantitativa del contenido de taninos	23

2.4 Métodos Extractivos	24
2.4.1 Extracción Mecánica	24
2.4.2 Destilación	24
2.4.3 Extracción Con Fluidos Supercríticos	24
2.4.4 Extracción con Solventes	25
2.5 Determinación de Cenizas	28
2.6 Molienda	29
2.7 El tamizado	32
2.7.1 Tyler Standard	32
2.7.2 British Standard	33
2.7.3 American Society for Testing Materials. ASTM-E-11	33
2.8 Definición de Términos Básicos	35
2.8.1 Antioxidante	35
2.8.2 Compuestos Fenólicos	35
2.8.3 Extracción	35
2.8.4 Principios Activos	36
III. VARIABLES E HIPOTESIS	37
3.1 Definición de las Variables	37
3.2 Operacionalización de variables	37
3.3 Hipótesis general e hipótesis específica	38
3.3.1 Hipótesis General	38
3.3.2 Hipótesis Específicas	38
IV. METODOLOGIA	39
4.1 Tipo de Investigación	39
4.2 Diseño de la Investigación	40
4.3 Población y Muestra	41
4.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos.	41
4.4.1 Técnicas de recolección de datos	41
4.4.2 Instrumentos de recolección de datos:	43
4.5 Procedimiento de recolección de Datos	44
4.5.1 Almacenado y Secado	45
4.5.2 Tamizaje	46
4.5.3 Proceso de Obtención de Extracto Tánico	48

4.6 Procesamiento Estadístico y análisis de Datos	54
4.6.1 Porcentaje de Rendimiento Óptimo (Relación materia prima /solvente)	54
4.6.2 Tiempo, y pH de Maceración óptimo	54
V. RESULTADOS	55
5.1. Análisis De La Materia Prima	55
5.2. Rendimiento de Extracto Seco – Relación de Masa de Muestra/Volumen de Agua destilada	56
5.3. Variación Del pH con respecto al Tiempo de Maceración	58
5.4. Análisis del Extracto Tánico - Taninos Obtenido	59
5.5. Análisis Estadístico	60
5.5.1. Rendimiento Óptimo De Extracto Seco	60
5.5.2. Tiempo Óptimo de Maceración Dinámica	62
VI. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	64
VII. CONCLUSIONES	70
VIII. RECOMENDACIONES	71
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	73
ANEXOS	80
MATRIZ DE CONSISTENCIA	81
A.1 CÁLCULOS PARA ELABORACIÓN DE SOLUCIÓN ALCOHOLICA DE 10mM DE AC. ASCÓRBICO	82
A.2 REGRESIONES DE LOS DATOS EXPERIMENTALES DEL RENDIMIENTO Y LA RELACION PESO DE SEMILLAS/VOLUMEN DE AGUA UTILIZADA	83
A.3 ANALISIS DE LOS RESIDUALES DEL RENDIMIENTO	84
A.4 CALCULOS PARA DETERMINACIÓN DE CENIZAS	86
A.4.2. PRUEBA DE CENIZAS	87
A.5 ANÁLISIS CUANTITATIVO EXTERNO EN LABORATORIO UNMSM	89
A.6 IDENTIFICACIÓN CUALITATIVA DE TANINOS	90
A.7 SEMILLAS, PULPA Y VAINA DE LA ALGARROBA	91
APENDICE	93
A.RESUMEN DEL DECRETO SUPREMO N° 024-2013-EF PARA CONTROL DE REACTIVOS QUÍMICOS	93
B.ÚLTIMOS AVANCES APLICATIVOS EN EL PERÚ DE LOS TANINOS EN LA INDUSTRIA DE LAS PINTURAS	97
C.REALIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE ALGARROBO EN EL DEPARTAMENTO DE PIURA	99

## TABLAS DE CONTENIDO

TABLA N° 2.1 Composición del Fruto del Algarrobo.....	15
TABLA N° 2.2 Trituradoras de uso frecuente en la industria de los alimentos....	30
TABLA N° 2.3 Tamices estándares ASTM.....	34
TABLA N° 4.1 Semilla molida y Volumen de agua destilada utilizada.....	44
TABLA N° 5.1 Análisis realizados a la materia prima.....	55
TABLA N° 5.2 Rendimiento porcentual del extracto tánico con diferente Relación de materia prima/solvente.....	56
TABLA N°5.3 Variación del pH con respecto al Tiempo de Maceración.....	58
TABLA N° 5.4. Identificación Colorimétrica de Taninos mediante reactivo Fecl <sub>3</sub> .....	59
TABLA N°5.5 Análisis al extracto tánico obtenido.....	59
TABLA N°5.6 Resultados estadísticos del rendimiento con respecto al Peso y al volumen por separados.....	60
TABLA N° 5.7 Resultados estadísticos del rendimiento con respecto a la relación peso/volumen .....	61
TABLA N° 5.8 Resultados de Probabilidad, F y Su valor crítico en relación con el porcentaje de rendimiento óptimo.....	61
TABLA N° 5.9 Resultados estadísticos del pH respecto al Tiempo de maceración.....	62
TABLA N° 5.10 Resultados de probabilidad, F y su valor crítico en relación al tiempo de maceración.....	63
TABLA N° A.3.1 Determinación de Cenizas.....	83

## RESUMEN

En el presente trabajo de tesis se analizaron y se encontraron los parámetros óptimos para obtener Taninos a partir de la semilla del Algarrobo por el método de maceración a escala de Laboratorio.

Esta extracción se realizó en medio acuosa donde inicialmente la semilla de Algarrobo se trató con ácido ascórbico 10mM en solución alcohólica (etanol) en constante agitación para eliminar fenoles de bajo peso molecular donde posteriormente se lleva a un centrifugado para eliminar el líquido sobrenadante, y a este sólido remanente poder realizar la extracción

En esta investigación se presenta un método para la obtención de Taninos, donde la semilla del algarrobo fue caracterizada analizando variables como: % Cenizas, Grados Brix y tamaño de partícula.

Para un estudio completo del proceso de extracción se obtuvo los parámetros óptimos de pH, Temperatura y tiempo durante la extracción de los Taninos en la semilla del Algarrobo.

Estos parámetros óptimos se obtuvieron bajo las condiciones del extracto que obtuvo un mayor rendimiento para ello se realizaron 17 ensayos tomando diferentes relaciones de carga Materia Prima/ Solvente donde el mayor rendimiento fue de 86.32% con una relación de materia prima /solvente de 0.26.

En la etapa de optimización de la extracción se obtuvieron los parámetros óptimos bajo las siguientes condiciones: pH de extracción: 5.72 y tiempo de 1.25 h.



## ABSTRAT

In this present research were analyzed and found the optimal parameters for tannins from the seeds of Algarroba by maceration method on a laboratory scale.

This extraction is performed in aqueous medium where at the beginning the seed of Algarroba was treated with 10 mM ascorbic acid in alcoholic solution (ethanol) under constant stirring in order to remove low molecular weight phenols. Thereafter, it is taken to a centrifugation to remove the supernatant liquid and the remaining solid is carried dynamic maceration that consisted of maintaining the seed and the solvent with constant agitation in agitation equipment.

In this investigation is shown a method for obtaining tannins where seed of algarroba was characterized by analyzing variables such as ash percentage, Brix and particle size.

For a complete study of the process of extracting was obtained the optimum parameters of pH, temperature and time during the extraction of seed tannins in Algarroba.

These optimal parameters were obtained under the conditions of dry extract that got higher yield. For this were analyzed 17 assays of different ratios of Feedstock / solvent where the highest yield was 86.32% with a ratio of raw / solvent material 0.26.

Optimization stage extraction worked under the following conditions:

Extraction pH: 5.72 and time 1.25 h.

## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Determinación del problema**

El norte del país es una zona rica en producción de algarrobo, sus frutos poseen un alto valor nutricional y al igual que muchos productos naturales se exportan sin valor agregado. Solo se tiene subproductos del algarrobo como la algarrobina, la harina de algarrobo, etc. Sin embargo en nuestro país no hay mucho interés e inversión para la elaboración de productos innovadores.

Debido a las interesantes propiedades del algarrobo del departamento de Piura, se puede obtener a partir del fruto mediante métodos algunos compuestos como los taninos, estos tiene un costo y valor mayor que la harina del algarrobo u otro producto derivado y además los taninos son componentes muy requerido en la industria de alimentos porque tienen propiedades antioxidantes así como en otros campos.

Para ello se estudió la semilla del algarrobo como fuente de obtención de taninos, ya que al obtenerlo del fruto del algarrobo se podrá aprovechar la gran cantidad de residuos de este fruto que se generan, disminuyendo así la contaminación ambiental y convirtiendo este desecho en materia prima para productos innovadores.

## **1.2. Formulación del problema**

### 1.2.1 Problema General

¿Cuáles son los parámetros óptimos para la obtención de Taninos de la semilla de la algarroba por el método de maceración?

### 1.2.1 Problemas Específicos

- a) ¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas que tiene la Algarroba?
- b) ¿Cuáles son los parámetros para el proceso de obtención de taninos de la semilla del fruto del algarrobo?
- c) ¿Qué propiedades tienen los taninos obtenidos de la semilla del fruto del algarrobo?

## **1.3. Objetivos de la investigación**

### 1.3.1 Objetivo General

Determinar los parámetros óptimos para la obtención de Taninos de la semilla de la algarroba por el método de maceración.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Determinar las características fisicoquímicas de la algarroba.
- b) Determinar los parámetros para el proceso de obtención de taninos de la semilla del fruto del algarrobo.

- c) Determinar las propiedades de los taninos obtenidos de la semilla del fruto del algarrobo.

#### **1.4. Justificación**

Los resultados de la investigación que se propone desarrollar, tendrá valiosos aportes en los siguientes contextos:

##### **1.4.1 Teórica**

El estudio sobre la obtención de Taninos de acuerdo a la tesis ALVAREZ (2007) se complementará con la obtención de un derivado para la industria Alimentaria el cual beneficiará a nuestro País generando este nuevo producto obtenido de la Algarroba.

##### **1.4.2 Tecnológica**

Generará nuevos procesos de Producción de taninos. Así mismo, a partir de la obtención de taninos del algarrobo se buscaría la obtención a partir de otras especies que contengan altos porcentajes de estos y evaluar su posterior producción en diferentes regiones del país.

##### **1.4.3 Económica**

Los productores de Algarrobo tienen dos principales ventajas: por un lado que es una especie arbórea que ofrece muchas ventajas para el ser humano y por otro lado de generar ingresos económicos por la comercialización de sus frutos.

Entre las diferentes formas de comercialización se tiene el café de algarroba ya que anteriormente los sectores de mayor demanda solo eran los centros de crianza de ganado vacuno lechero o de engorde y también los centros de crianza de caballos de paso (CORTEZ 2010).

Si nosotros usamos el porcentaje de la producción de algarrobo que se pierde, como insumo en la industria entonces estaremos sustituyendo por productos tradicionales importados y esto ayudaría a bajar sus costos, lo cual sería un beneficio para las personas y permitiría contribuir al desarrollo económico en nuestro país.

#### 1.4.4 Medio ambiente

Este proyecto de investigación no genera problema alguno relacionado con la contaminación ambiental más bien lo presentamos como una alternativa de solución ya que daremos uso de los residuos orgánicos para su aplicación en la Industria Alimentaria.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1 Antecedentes del estudio

Científicos de la Universidad de Piura (UDEP 1999) realizaron un ambicioso proyecto de reforestación de bosques secos de algarrobo en el norte del país, un árbol del desierto que a pesar de contener componentes altamente nutritivos y medicinales es utilizado básicamente como carbón de leña.

En el año 2007, RAMIREZ ERIKA desarrolló un proceso a escala laboratorio para la obtención de pectina y taninos a partir de la algarroba (*hymenaea courbaril*), además describió los equipos básicos para la obtención de pectina y taninos a partir del Algarroba dando a conocer la importancia de los componentes de este fruto. Por otro lado CORTEZ (2012) trata cómo obtener extracto tánico, a escala laboratorio, usando la harina de la vaina del Guarango.

Asimismo SILVA (2012) Estudia el efecto de las variables de extracción (presión, temperatura y co-solvente) sobre el rendimiento de los polifenoles en la vaina de tara.

En el año 2008 y 2009 en Guatemala, ADELA MARROQUÍN y JOSE SARAVIA respectivamente realizaron la obtención de Taninos de la corteza de diferentes árboles nativos de la zona encontrando el mayor porcentaje de Taninos en MARROQUÍN la corteza del árbol Palo Blanco y de SARAVIA la corteza del árbol Caoba.

## **2.2 Prosopis pallida (Algarrobo)**

También conocido como algarroba o Bayahonda, es una de las 44 especies de *Prosopis* reconocidos (ROGER 2004).

### **2.2.1 El Árbol**

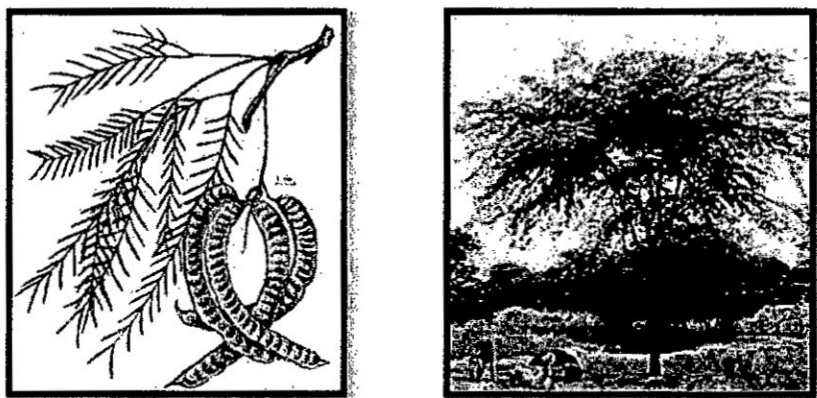
Es un árbol de hasta 18 m de alto, o arbustos de 3 a 4 m, con tronco de 40 a 80 cm de diámetro, que a edad avanzada puede tener 2 m. Las ramas más gruesas se bifurcan desde los 10 cm sobre el suelo hasta 150 cm. Presenta espinas paralelas, una sola en cada nudo de 1 a 4 cm de longitud (FAO 2013).

Es un árbol de tronco grueso, ramas retorcidas, copa frondosa, menudas hojas y abundante inflorescencia, que crece de manera silvestre en la costa norte del Perú hasta los 1,500 msnm. Sin embargo, en zonas donde escasea el agua y el terreno es infértil, el Algarrobo desarrolla como arbusto (PERÚ ECOLÓGICO 2013).

Pertenece a la familia al orden de las leguminosas. Cuenta con una gran capacidad para vivir en el desierto debido a su habilidad para captar nitrógeno y agua por sus largas raíces. Su tronco retorcido alcanza hasta 18 metros de altura y 2 metros de diámetro, con largas ramas flexibles, algunas de ellas espinosas. Dos veces al año da flores como espigas de un amarillo pálido. Entre diciembre y marzo es su principal

fructificación, pero vuelve a dar fruto entre junio y julio, aunque en menor cantidad.

FIGURA N° 2.2  
ÁRBOL Y FRUTO DEL ALGARROBO



Fuente: Alnicolsa (2007)

### 2.2.2 El fruto

El fruto es una legumbre o vaina, que tiene entre 16 y 30 centímetros de largo por algo más de 1.5 cm. de ancho y 8 mm de espesor. En promedio cada vaina pesa unos 12 gramos y consiste de tres componentes principales, que son la vaina exterior, la pulpa y las semillas, Estas están encerradas dentro de una cáscara difícil de abrir y en promedio hay 25 por cada vaina. Todos los componentes del fruto del algarrobo tienen uso. Se calcula que cada árbol rinde unos 40 kilos de fruto por año, con un promedio de 70 árboles por hectárea (RAMIREZ 2002).

Es además un alimento con un importante aporte de vitamina B9, fibra, potasio, hidratos de carbono, magnesio, vitamina B, hierro, fósforo,



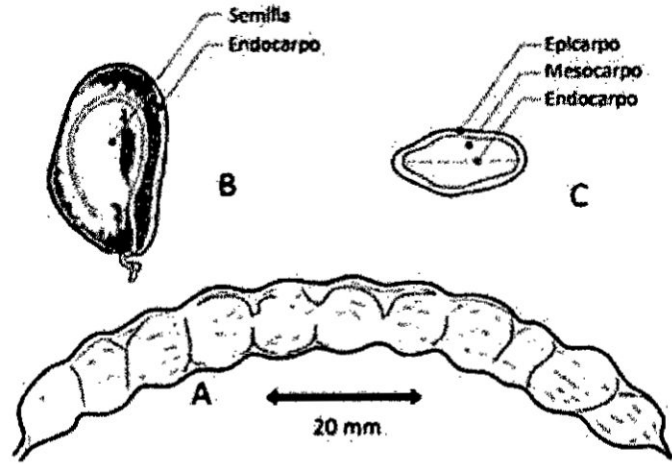
carotenoides, proteínas, cinc, calcio, calorías, vitamina B6, vitamina B3 y vitamina B2. También contiene vitamina C, vitamina A, selenio, yodo, agua, vitamina E, sodio, grasa, etc.

Gracias al contenido de vitamina B9, la algarroba contribuye a la formación de células sanguíneas y glóbulos rojos, ayudando a prevenir la anemia y a mantener sana la piel. Además de ser indispensable para la correcta división y crecimiento celular fundamental durante el embarazo y la infancia (ECO AGRICULTOR 2013).

Permite elaborar bebidas, algunas refrescantes como la «añapa», otras alcohólicas como la «aloja»; así como distintas variantes alimenticias y medicinales, por sus propiedades diuréticas.

Uno de los usos más conocidos del fruto de la algarroba en nuestro medio es la alimentación animal, como vacas, cerdos y conejos (ÁLZATE 2008).

FIGURA N° 2.3  
FRUTO DEL ALGARROBO



A - Vaina, B - Semilla, C - Sección transversal del fruto

Fuente: Carina Llano y Cia. Diciembre, 2012

### 2.2.3 Hojas y Semillas

Las hojas pertenecen al grupo de las bifoliadas, las cuales son compuestas con un solo par de folíolos grandes; en cuanto a las semillas son grandes, esféricas, de testa o cascarita roja, muy duras y de unos 20 mm. de diámetro. Cada fruto puede contener de 1 a 5 semillas (MUNDO FORESTAL 2002).

Las semillas son pequeñas, esféricas, de cascarita roja, muy duras y de unos 11 milímetros. Cada fruto puede contener de 1 a 7 semillas.

Las semillas se fraccionan a su vez en:

- **Epispermo:** Representa la cáscara de la semilla. El componente que se presenta en mayor proporción es la fibra dietética. El epispermo presenta la mayor cantidad de taninos.

- **Endospermo:** También llamado goma de la semilla, tiene un alto contenido de fibra dietética. La fibra dietética es mayoritariamente un galactomano, gracias a esto, se puede utilizar en diferentes industrias, aprovechando sus propiedades de espesante, gelificante, estabilizante, etc.
- **Cotiledón:** En el cotiledón, las proteínas son las que se presentan en mayor proporción (69%). Debido a que posee ciertos aminoácidos esenciales como la leucina, fenilalanina, lisina, isoleucina, histidina, arginina, éste puede utilizarse para realizar un mejoramiento del perfil aminoácido de las harinas empleadas en la industria alimentaria, como la del trigo (CORTEZ 2010).

#### 2.2.4 La Pulpa y la Vaina exterior

La pulpa que es la suma del mesocarpio y exocarpio es de color amarillento, totalmente seca, de textura harinosa o polvosa, de penetrante olor y sabor muy particular pero con un altísimo valor nutritivo. La vaina exterior es de color café rojizo y de un grosor de aproximadamente 5 milímetros, es muy dura, tanto que cuando cae del árbol naturalmente no alcanza romperse.

La vaina exterior es la que protege la pulpa y las semillas de los insectos y de la humedad, de lo contrario los frutos cerrados y sus semillas se pudrirán rápidamente en el suelo una vez que se inicia la estación lluviosa. (MUNDO FORESTAL 2002).

### 2.2.5 Distribución geográfica

La especie se encuentra ampliamente difundida en los trópicos áridos y semiáridos del nuevo mundo y principalmente en Europa meridional, parte de Asia y norte de África. Se ha naturalizado en Puerto Rico, las islas de Hawái y también se ha introducido en la India y Australia.

En el Perú, se extiende desde los 4° S hasta 8° S aproximadamente en los territorios ocupados por los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y Norte de la Libertad. En la parte Sur se le encuentra muy esporádicamente formando el monte ribereño, a excepción del departamento de Ica, en el cual todavía quedan algunas áreas muy reducidas de bosques. (ALNICOLSA 2007)

En el norte de Perú y en Ecuador se encuentran a altitudes medias. Frecuentemente las plantas ocupan sectores donde la escasez de agua y nutrientes limitan fuertemente el crecimiento de otras plantas y son muchas veces las únicas plantas arbóreas que sobreviven en esos hábitats.

Además, *P. Pallida* es frecuentemente dominante en cauces y depresiones secas o estacionalmente secas. (DOSTERT 2012).

FIGURA N° 2.4  
AREA DE DISTRIBUCION NATURAL DEL ALGARROBO,  
HYMENAEA COURBARIL, EN LA AMÉRICA TROPICAL



Fuente: Francis (1990)

#### 2.2.6 Producción

En plantaciones forestales efectuadas en suelos sueltos y arenosos la producción de algarroba (vaina o fruto) se inicia al tercer año, como asimismo, creciendo en suelos calcáreos y pedregosos e irrigados con agua salina. La floración más abundante y estable se inicia al séptimo año.

En plantaciones recientes, efectuadas a través de propagación vegetativa por estacas, se han obtenido producciones a los 18 meses. (RAMIREZ 2002).

Generalmente existen dos cosechas al año, la cosecha principal ocurre en verano (enero – marzo) y la chica o San Juanera (junio – julio). En la última década en el Perú, las variaciones han sido bien marcadas,

ocurriendo sólo cosechas San Juaneras en sectores colindantes a los ríos. (ALNICOLSA 2007).

### 2.2.7 Valor Nutricional

El fruto o vaina del Algarrobo tiene la siguiente composición

TABLA N° 2.1  
COMPOSICIÓN DEL FRUTO DEL ALGARROBO

ELEMENTO	%
Humedad	10.4
Materia seca	89.6
Proteínas	9.8
Fibras	15.9
Extracto etéreo	1.1
Extracto nitrogenado	59.4
Ceniza	3.3
Azúcar	40 - 50
Fosforo	0.2

Fuente: [www.peruecologico.com.pe/flo\\_algarrobo\\_1.htm](http://www.peruecologico.com.pe/flo_algarrobo_1.htm)

### 2.3 Los Taninos

Los taninos vegetales son productos naturales de peso molecular relativamente alto los cuales tienen la capacidad de formar complejos fuertemente con carbohidratos y proteínas. En extractos de plantas, estas sustancias existen como polifenoles de variado tamaño molecular y complejidad.

Los taninos han sido encontrados en una variedad de plantas que se utilizan como alimentos y forraje, incluyendo granos alimenticios tales como sorgo, frijoles secos, arvejas y otras leguminosas. Frutas como manzanas, bananas, moras, uvas, duraznos, peras y ciruelas también contienen una cantidad apreciable de taninos. Del mismo modo, estos compuestos fenólicos también se encuentran presentes en una cantidad considerable en vinos y te.

### 2.3.1 Características

Los taninos son sustancias que poseen un olor característico y un color que va desde el amarillo al castaño oscuro.

Sus principales características son:

- Son compuestos químicos no cristalizables cuyas soluciones acuosas son coloidales, de reacción ácida, sabor astringente y amargo. (ÁLVAREZ 2007).
- Precipitan con gelatina, albúmina y alcaloides en solución. (ALNICOLSA 2007).
- La exposición a la luz oscurece su color, debido a que son compuestos que se oxidan al contacto con el aire. (ÁLVAREZ 2007).
- Con sales férricas dan coloraciones negro azuladas o verdosas. (ALNICOLSA 2007).

- Se disuelven con facilidad en agua, acetona o alcohol, pero son insolubles en benceno, éter o cloroformo. (ÁLVAREZ 2007).
- Producen un color rojo intenso con ferricianuro de potasio y amoniaco. (ALNICOLSA 2007).
- Cuando se calientan a 210 °C, se descomponen, y producen pirogalol y dióxido de carbono. (ÁLVAREZ 2007).
- Forman complejos con iones metálicos y polisacáridos. (ÁLVAREZ 2007).
- Debido a los grupos fenólicos, precipitan las proteínas en solución y se combinan con ellas, haciéndolas resistentes a las enzimas proteolíticas. (ÁLVAREZ 2007).
- Poco tóxico por ingestión o inhalación. (ALNICOLSA 2007).

### 2.3.2 Tipos de Taninos

#### A. Taninos Hidrolizables

RIBEREAU-GAYON (1980) citado por SILVA (2012) afirma que los taninos hidrolizados están compuestos por una molécula glúcida, sobre la que se fijan diferentes cuerpos fenólicos. Son fácilmente hidrolizados por ácidos (o enzimas) en un azúcar o polihidroalcohol relacionado y en un ácido carboxílico fenólico. Como lo muestra la Figura N° 2.3, dependiendo de la naturaleza del ácido carboxílico fenólico, los taninos hidrolizables usualmente se subdividen en galotaninos y elagitaninos. La hidrólisis de los galotaninos produce ácido gálico, mientras que la de

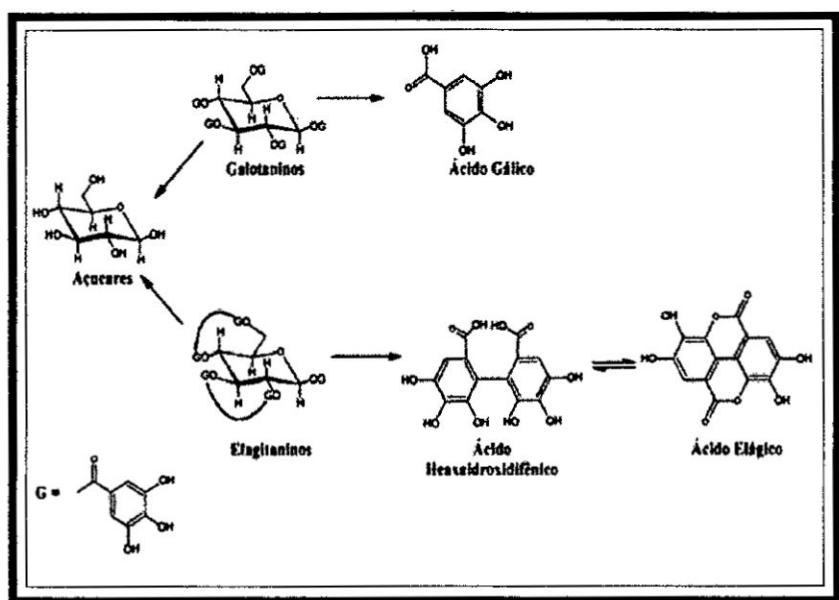


los elagitaninos produce ácido hexahidroxiidifénico, el cual se aísla normalmente como su dilactona estable: el ácido elágico.

Los taninos hidrolizables poseen propiedades como (ALNICOLSA 2007):

- Cuando se destilan en seco producen pirogalol.
- Los núcleos bencénicos están unidos por medio de átomos de oxígeno D
- Dan coloración azul con  $\text{FeCl}_3$ .
- No precipitan con soluciones de bromo.

FIGURA N° 2.5  
RELACIÓN QUÍMICA ENTRE LOS TANINOS:  
GALOTANINOS Y ELAGITANINOS.

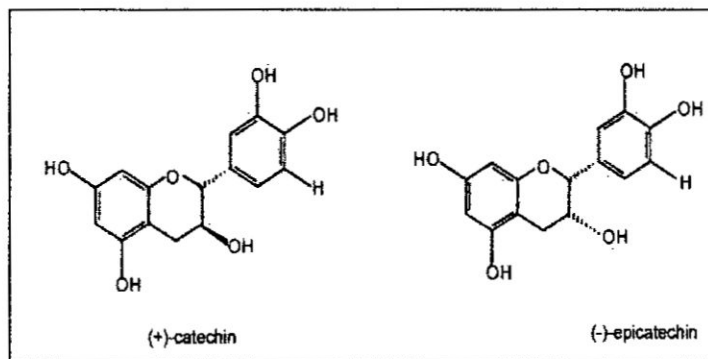


Fuente: Fuente: Silva. Tesis De Grado (2012)

## B. Taninos Condensados

También llamados proantocianidinas, son poliflavonoides que consisten de cadenas de unidades de flavan-3-ol. La clase más común de proantocianidinas son las procianidinas, las que consisten de cadenas de catequina y/o epicatequina unidas por enlaces 4→6 o 4→8. Por el contrario de los taninos hidrolizables, los taninos condensados sufren una polimerización a la forma amorfa de flobafenos o taninos rojos, bajo la acción de ácidos. (SILVA 2012).

FIGURA N° 2.6  
PRECURSORES DE TANINOS CONDENSADOS



Fuente: Suyare Araújo Ramalho Y Cia. Febrero 2014.

La información existente respecto a taninos o polifenoles específicos presentes en el algarrobo es escasa.

Algunas propiedades de los taninos condensados son (ALNICOLSA 2007):

- Se transforman en taninos amorfos, llamados flobafenos o taninos rojos, al ser tratados con ácidos en caliente.
- Los átomos de carbono de los núcleos bencénicos presentes en su estructura están unidos así: C-4 a C-8, C-4 a C-6.

- Al ser tratados con  $\text{FeCl}_3$  dan coloración verde.
- Precipitan con soluciones de bromo.
- Tienen la propiedad de desnaturalizar, precipitar o bloquear los grupos funcionales de las proteínas al estar en contacto con ellas (WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO) LEVINSON, BARRY LEWIS, 1988).

### 2.3.3 Propiedades químicas de los taninos

Los taninos solubles en agua son precipitados de sus soluciones por sales de metales pesados (Cu, Fe, Hg, Pb, Zn, Sn), rara vez se los obtiene cristalinos y los agentes oxidantes los transforman en productos de color oscuro llamados Flobafenos.

Por poseer  $-\text{OH}$  fenólicos se colorean con las sales férricas, los galotaninos y elegitaninos dan coloración azul-negro, mientras que los taninos catéquicos dan coloración marrón-verdoso. Precipitan con los alcaloides, molibdato de amonio, tungstato de sodio y soluciones de albúmina (gelatina).

Los taninos catéquicos son precipitados por el agua de bromo, el formol clorhídrico. Todos los taninos son fácilmente oxidables sobre todo en medio alcalino.

Estudios recientes han demostrado que las catequinas y flavonoides son fuente de protección por sus propiedades antioxidantes. Por la similitud estructural con los taninos condensados, fueron estudiados éstos en

especies forestales (pino, casuarina, mimosa, eucaliptus) frente a la capacidad protectora de los rayos UV. Los estudios demostraron la eficiencia en la protección de las bacterias contra el daño de los UV. (Actividad antioxidante)(UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA).

#### 2.3.4 Propiedades de los taninos en las plantas medicinales

Curación de heridas y cuidado de la piel: los taninos cumplen una función cicatrizante al acelerar la curación de las heridas y hemostática, al detener el sangrado. La cicatrización se produce por la formación de las costras al unirse las proteínas con los taninos y crear un medio “seco” que impide el desarrollo de las bacterias. Al constreñir los vasos sanguíneos ayudan a la coagulación de la sangre y, por tanto, contribuyen a la curación de las heridas. La milenrama o el llantén, por ejemplo, son dos plantas que se utilizan con esta finalidad. BOTANICAL – ONLINE SL.

#### 2.3.5 Uso de los taninos en la industria del cuero

A través de los años, los taninos vegetales han adquirido una importancia indudable, conforme se ha profundizado su conocimiento y encontrado aplicaciones tan variadas.

Quizás la aplicación más antigua es en la industria del cuero, para el proceso del curtido, aprovechando su capacidad de precipitar proteínas, aunque también ha sido usado ampliamente en la medicina debido a su

capacidad para detener pequeñas hemorragias locales, desinflamar la cavidad bucal, entre otras. (ALNICOLSA 2007).

### 2.3.6 Uso de los Taninos en la Industria Anticorrosiva

Debido a los requisitos ambientales que se imponen actualmente en el desarrollo de inhibidores más limpios, una clase de compuestos se han propuesto, los taninos vegetales por ser naturales, no tóxicos, biodegradables orgánicos y que se pueden obtener a un costo reducido.

Los estudios actuales han demostrado que los taninos vegetales son buenos inhibidores en medios ácidos de diversos metales y aleaciones y el mecanismo de inhibición depende de la agresividad del medio ambiente y el pH.

Sin embargo los extensos estudios de protección a la corrosión por estos taninos evaluados a través de técnicas electroquímicas, pruebas aceleradas, las mediciones de pérdida de peso y el modelado molecular se limitan a sustratos de hierro y acero por lo que se sugiere que se continúen y detallen estudios sobre las diferentes formulaciones que contienen taninos o mezclas de taninos en la protección contra la corrosión de otros metales y aleaciones (SCHOOL OF CHEMICAL SCIENCES, UNIVERSITI SAINS MALAYSIA).

Una investigación de la Universidad de Concepción en la aplicación de los taninos alcanzo grandes resultados en recubrimientos anticorrosivos de cilindros de acero para transporte de gas licuado con un alargamiento de la vida útil de la pintura en un 100% y disminuir el costo de

manutención en un 40% concluyendo que los tanatos de hierro formados *in situ* por reacción directa con el acero, son de gran eficiencia en la protección anticorrosiva del material. (G.E., MATAMALA).

El mecanismo de acción de los tanatos metálicos está sustentado en la formación de quelatos estables y fuertemente adheridos al sustrato de base; la reacción involucra los iones de hierro provenientes de la oxidación del sustrato y fundamentalmente los grupos hidroxifenólicos libres que encapsulan los citados iones. Se lo podría definir como un pigmento reactivo, lo cual favorece fuertemente la adhesión de la película (GIUDICE, CARLOS A. 2009).

#### 2.3.7 Determinación cuantitativa del contenido de taninos

Para el análisis cuantitativo de taninos se han propuesto muchos procedimientos, algunos de aplicación general, y otros aplicables a casos particulares. Dentro de los primeros existen tres que pueden considerarse como clásicos: el método de polvo de piel, el método de  $\text{KMnO}_4$  y añil o de Löwenhal, el método de Denis-Folin y el de butanol – HCl.

Se ha reportado métodos más recientes RODRIGUEZ (2011) en los que se hace uso de la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), ya que en los métodos como el de polvo de piel, por ejemplo, también se determina los no – taninos en los extractos, y se obtienen porcentajes que no reflejan el verdadero contenido de taninos.

## 2.4 Métodos Extractivos

Los métodos extractivos conocidos se clasifican en: extracción mecánica, destilación, extracción con fluidos supercríticos, y extracción con solventes, de los cuales, la extracción por Soxhlet y la maceración son los más utilizados en la industria química y farmacéutica (CORTEZ 2012).

### 2.4.1 Extracción Mecánica

Esta técnica permite obtener los principios activos disueltos en los fluidos propios del material vegetal, los cuales una vez extraídos se denominan jugo. La extracción mecánica se puede realizar: por expresión, la cual consiste en ejercer una presión sobre el material vegetal exprimiéndolo; por calor y mediante incisiones por las que fluyen los exudados de la planta.

### 2.4.2 Destilación

Esta técnica se basa en la diferente volatilidad de los principios activos de la planta, lo cual permite la separación de los componentes volátiles, como son los aceites esenciales, por ejemplo, de otros que son menos o nada volátiles.

### 2.4.3 Extracción Con Fluidos Supercríticos

Un fluido supercrítico es una sustancia, mezcla o elemento que, mediante operaciones mecánicas, se sitúa por encima de su punto

crítico. En estas condiciones presenta un gran poder disolvente y una enorme capacidad de penetración en sólidos, lo que permite el agotamiento rápido, y prácticamente, total del material crudo. Los gases más utilizados son el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y el butano ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ).

El proceso consiste en colocar el material molido en una cámara de acero inoxidable y hacer circular, a través de la muestra, un fluido en estado supercrítico. Los principios activos son así solubilizados y arrastrados por el mismo, luego es separado modificando la presión o la temperatura.

#### 2.4.4 Extracción con Solventes

Consiste en la separación de los principios activos de la planta al ponerla en contacto con un solvente o la mezcla de ellos, capaz de solubilizar dichos principios. Estos deben pasar de la planta al disolvente de manera que se obtenga un extracto líquido y un residuo.

La extracción con solventes es una de las técnicas que se emplea con mas frecuencia para la obtención de principios activos. Para que se lleve a cabo correctamente se deben considerar los siguientes factores: Las características del material vegetal (secado y tamaño de la partícula), la naturaleza del solvente, la temperatura de agitación, la relación sólido-líquido, el tiempo de extracción y el control de la difusión celular (renovación del solvente).



Los métodos de extracción con solventes se dividen en extracción continua y discontinua.

#### **A. Extracción Continua**

En la extracción continua, el solvente se va renovando o recirculando y actúa sobre la planta en una sola dirección. Son métodos que consisten en mantener en todo momento el desequilibrio entre la concentración de principio activo en la planta y en el solvente para que se produzca la difusión celular. Mediante estos procedimientos se puede llegar a la extracción prácticamente completa de los principios activos de las plantas. La percolación, la re-percolación y el Soxhlet pertenecen a este grupo

El método Soxhlet consta de un refrigerante, un cuerpo extractor y un balón. En el balón se lleva a ebullición el solvente, sus vapores ascienden hasta el refrigerante, donde condensan. El condensado cae sobre la muestra, generalmente contenido en un cartucho y colocada previamente en el cuerpo extractor, y la macera hasta que el cuerpo extractor se llena y el extracto sifonea por el tubo material, para desembocar en el balón evaporador. Esta operación se repite sucesivamente, con lo que el solvente se va reciclando y los principios activos se van concentrando en el balón inferior.

## B. Extracción Discontinua

En la extracción discontinua, la totalidad del material vegetal se sumerge en el solvente y contacta con este, por lo que la difusión de los principios activos se producirá en todas las direcciones hasta alcanzar el equilibrio entre la concentración del solvente y el residuo. La maceración, la digestión, la infusión y la decocción son los métodos que pertenecen a este grupo y se describe a continuación.

La **maceración** simple o estática consiste en poner el material crudo, con el grado de finura prescrito, en contacto con el solvente, en recipientes o equipos cerrado, protegidos de la luz solar, a temperatura ambiente y por un tiempo que puede variar entre horas o varios días entre maceración. Se realizan agitaciones ocasionales. La principal desventaja es la lentitud del proceso.

Posteriormente, el extracto es filtrado y la torta lavada con el mismo solvente para luego ser prensada o centrifugada, con el objeto de recuperar la parte del extracto retenido en la misma.

Los solventes más utilizados en la maceración son: *agua, glicerina o mezclas hidroalcohólicas.*

Para disminuir el tiempo de operación, el material vegetal y el solvente deben mantenerse en movimiento constante. Este procedimiento es conocido como maceración dinámica.

Los equipos para la maceración estática ya no se usan a escala industrial y han sido sustituidos por los equipos con agitación, la misma que se realiza con un agitador interno o por el giro completo del recipiente.

La maceración depende de factores relacionados con el material vegetal, como por ejemplo, su naturaleza y la de sus principios activos, el tamaño de partícula, su contenido de humedad y cantidad, y factores que están relacionados con el solvente, como por ejemplo, la selectividad y la cantidad.

Una desventaja del proceso de maceración corresponde al hecho de que no es posible alcanzar la extracción completa del material crudo. Para mejorar el rendimiento de extracción es habitual realizar otra maceración con la torta de filtración.

## **2.5 Determinación de Cenizas**

La determinación de cenizas es referida como el análisis de residuos inorgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento. Es esencial el conocimiento básico de las características de varios métodos para analizar cenizas así como el equipo para llevarlo a cabo para garantizar resultados confiables. Existen tres tipos de análisis de cenizas: cenizas en seco para la mayoría de las muestras de alimentos; cenizas húmedas (por oxidación) para muestras con alto contenido de grasa (carnes y productos cárnicos) como método de preparación de la muestra para análisis elemental y

análisis simple de cenizas de plasma en seco a baja temperatura para la preparación de muestras cuando se llevan a cabo análisis de volátiles elementales.

Para el análisis de las muestras de algarroba se lleva a cabo una calcinación en mufla, se pesa con precisión 2 g de muestras a las que se les extrae la humedad por secado en estufa en los crisoles previamente tarados. Se colocara el crisol con la muestra en la mufla precalentada a 550°C durante 1 h. Luego se llevaran los crisoles al desecador. Se deja enfriar, se pesa

Inmediatamente y se calcula el porcentaje de cenizas por diferencia de peso (YANEVICH 2014).

## **2.6 Molienda**

La operación de molienda consiste en reducir el tamaño de las partículas sólidas, a través de acciones mecánicas que provocan su rotura.

Las razones para reducir el tamaño de un sólido pueden ser diversas.

- Facilitar la extracción de un constituyente deseado, el cual está contenido en una estructura compuesta como en el caso de la obtención de polvo a partir de grano de semillas.
- Puede ser una necesidad específica del producto. Ejemplo: la elaboración del azúcar para helados, preparación de especias y refinado de chocolate.

- Disminuir el tiempo de secado de los sólidos húmedos, aumentar la velocidad de extracción de un soluto deseado (debido al aumento del área de contacto entre el sólido y el disolvente.)

La molienda puede producirse sometiendo el producto a una simple operación de compresión, a una compresión con frotamiento o cizura, a choques o percusiones.

Existen distintos aparatos destinados a realizar el proceso de molienda, en un mismo aparato pueden influir varias de las operaciones antes mencionadas. Entre los aparatos existentes se encuentran, quebrantadores de mandíbula y giratorios, molino de cilindros, molino de muelas horizontales, quebrantadores giratorios, molino de muelas verticales, molinos de martillo, molinos de doble rotor, molinos de bolas.

La siguiente tabla muestra las fuerzas que predominan en algunas de las Trituradoras de uso frecuente en la industria de los alimentos:

**TABLA N° 2.2**  
Trituradoras de uso frecuente en la industria de los alimentos

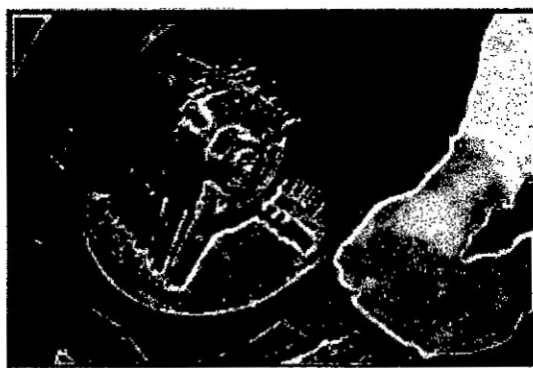
<b>Fuerza</b>	<b>Principio</b>	<b>Aparato</b>
Compresión	Compresión (cascanueces)	Rodillos trituradores
Impacto	Impacto (martillo)	Molino de martillos
Cizalla	Frotamiento (piedra de	Molino de discos

Fuente: Cortez Gonzales, Cecilia Janet. (2010)

Cabe hacer mención a la Universidad de Piura que ha desarrollado un prototipo de máquina extractora de semilla de algarroba, que consiste en resumen ,en una serie de martillos internos fijos y las velocidad de rotación están acondicionadas para evitar la ruptura de las semillas. El rendimiento de la máquina es del 60% siempre y cuando las vainas de algarroba alimentadas estén bien secas.

Es entonces que el molino de martillos es el único que permite una molienda adecuada de productos elásticos o fibrosos (como es el caso de las vainas de algarroba).

FIGURA N° 2.7  
Molino acondicionado para Molienda de Algarroba



Fuente: Cortez Gonzales, Cecilia Janet. (2010)

Los molinos de martillo se pueden considerar como molinos de uso general pues tienen la capacidad de triturar sólidos de distintos tipos como cristalinos duros, productos fibrosos, sustancias vegetales, etc. Industrialmente se utiliza mucho para moler pimienta y especias, leche deshidratada, azúcares, etc.

## 2.7 El tamizado

El tamizado una operación en la que una mezcla de partículas sólidas de diferentes tamaños se separa en dos o más fracciones pasándolas por un tamiz.

Las dimensiones de las partículas se pueden determinar especialmente por tamizado que consiste en verter el producto sobre un tamiz cuya superficie tiene orificios de dimensiones establecidas.

Los tamices son superficies que tienen orificios en formas variables pueden ser redondos, cuadrados, se les designa por el diámetro y forma de las perforaciones, así como por la proporción de superficie perforada, es decir, por la relación entre superficie de orificios y superficie total.

Los tamices también pueden estar fabricados por telas metálicas que quedan definidas por el número de mallas por la unidad de longitud en ambas direcciones y por el grosor de los hilos de las telas. Los tamices metálicos quedan definidos por el número de mallas por centímetro cuadrado o por “mesh” que es el número de mallas por pulgada.

Actualmente se utilizan varias series de tamices diferentes:

### 2.7.1 Tyler Standard

Se basa en un tamiz de 200 mallas, teniendo hilos de 0,0021 pulgadas de diámetro y una abertura de tamiz de 0,0029 pulgadas.

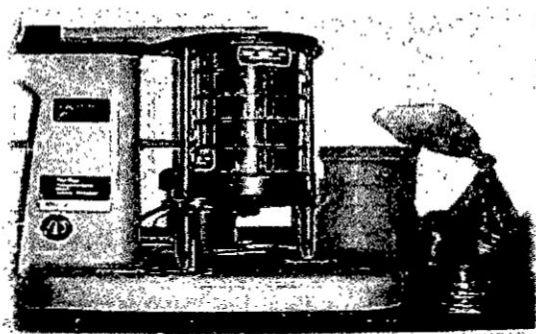
### 2.7.2 British Standard

Es la serie de tamices basada en hilos que siguen la clasificación B.S. 410:1986 Test Sieves. Un tamiz de 170 mallas tendrá una apertura de tamiz de 90  $\mu\text{m}$ .

### 2.7.3 American Society for Testing Materials. ASTM-E-11

Es la más utilizada en Norteamérica, está basada en un tamiz de 18 mallas con una abertura de 1,0 mm y. La abertura está definida por un número (del número 635 (20  $\mu\text{m}$ ) hasta el número 3-1/2 (5,6 mm)). Algunas veces la sigla ASTM-E-11 es reemplazada por U.S. (United States). (CORTEZ GONZALES 2010)

FIGURA N°2.8  
TREN DE TEMICES



Fuente: Universidad Nacional Del Sur - Departamento De Ing. Química.  
Procesamiento De Sólidos Para Procesamiento De Alimentos II.



TABLA N° 2.3  
TAMICES ESTÁNDARES ASTM

ASTM	Sieve Opening		$d_{i-1} = d / (2^{i-1})$
	(in)	(mm)	(in)
4	0.187	4.76	
5	0.157	4	0.15724763
6	0.132	3.36	0.132020737
7	0.111	2.83	0.110998327
8	0.0937	2.38	0.093339502
10	0.0787	2	0.078791994
12	0.0661	1.68	0.066178548
14	0.0555	1.41	0.055583253
16	0.0469	1.19	0.046669751
18	0.0394	1	0.039438042
20	0.0331	0.84	0.033131319
25	0.028	0.71	0.027833671
30	0.0232	0.589	0.0235451
35	0.0197	0.5	0.019508797
40	0.0165	0.42	0.016565659
45	0.0138	0.351	0.013874791
50	0.0117	0.297	0.011604371
60	0.0098	0.25	0.009838488
70	0.0083	0.21	0.008240785
80	0.007	0.177	0.00697944
100	0.0059	0.149	0.005886275
120	0.0049	0.124	0.004961289
140	0.0041	0.104	0.004120392
170	0.0035	0.088	0.003447675
200	0.0029	0.074	0.002943137

Fuente: Cortez Gonzales, Universidad De Piura 2010

## **2.8 Definición de Términos Básicos**

### **2.8.1 Antioxidante**

Se denomina antioxidantes a todos elementos que tienen como función eliminar de nuestro organismo los radiales libres, estos se producen como resultado de la oxidación celular. Un número limitado y controlado de los radicales libres resulta beneficioso para el organismo, por su papel que desempeñan en el organismo dentro del sistema inmunológico, dado que son capaces de eliminar microorganismos patógenos.

### **2.8.2 Compuestos Fenólicos**

Los compuestos fenólicos son sustancias químicas que poseen un anillo aromático, un anillo benceno, con uno o más grupos hidróxidos incluyendo derivados funcionales (ésteres, metil ésteres, etc.).

### **2.8.3 Extracción**

La extracción es la técnica empleada para separar un producto orgánico de una mezcla de reacción o para aislarlo de sus fuentes naturales. Puede definirse como la separación de un componente de una mezcla por medio de un disolvente.

#### 2.8.4 Principios Activos

Son sustancias que se encuentran en las distintas partes u órganos de las plantas y que alteran o modifican el funcionamiento de órganos y sistemas del cuerpo humano y animal (UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID 2014).

### III. VARIABLES E HIPOTESIS

#### 3.1 Definición de las Variables

$$X = f(Y, Z, W)$$

**X= Parámetros óptimos del método de maceración que permita obtener Taninos a partir de la semilla del fruto del algarrobo.**

**Y= Características físicas y químicas de la algarroba para obtener Taninos**

**Z= Parámetros para el proceso de obtención de taninos**

**W= Características físicas y químicas de los Taninos**

#### 3.2 Operacionalización de variables

VARIABLE DEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
X = Parámetros óptimos del método de maceración que permita obtener Taninos a partir de la semilla del fruto del algarrobo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Descripción <math>\mu\text{g/mL}</math> de taninos</li> </ul>	Pruebas a nivel de laboratorio teniendo en cuenta Y y Z identificados.
VARIABLE INDEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
Y = Características físicas y químicas de la Algarroba para obtener Taninos	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Humedad</li> <li>➤ Tamaño de partícula</li> <li>➤ Temperatura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Grados °Brix</li> <li>➤ % humedad</li> <li>➤ Malla 160 <math>\mu\text{m}</math></li> <li>➤ Medidor de temperatura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de publicaciones</li> <li>- Tamizado</li> <li>- Método de la estufa</li> </ul>
Z = Parámetros para el proceso de obtención de taninos	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Acidez.</li> <li>➤ Sólidos secos extraídos</li> <li>➤ Tiempo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ pH constante</li> <li>➤ <math>\mu\text{g/mL}</math> de taninos</li> <li>➤ min</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corridas experimentales carga / muestra.</li> <li>- Medición de pH constante.</li> </ul>
W = Características físicas y químicas de los Taninos	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Acidez</li> <li>➤ Concentración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ pH</li> <li>➤ <math>\mu\text{g/mL}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de publicaciones</li> <li>- Consultar a nuestro asesor o especialista del tema.</li> <li>- pH-metro</li> </ul>

### **3.3 Hipótesis general e hipótesis específica**

#### **3.3.1 Hipótesis General**

Por el método de maceración los parámetros óptimos de obtención de taninos son: Carga de muestra de 50g, volumen de solvente extractor de 200 ml y un tiempo de extracción de 1 hora.

#### **3.3.2 Hipótesis Específicas**

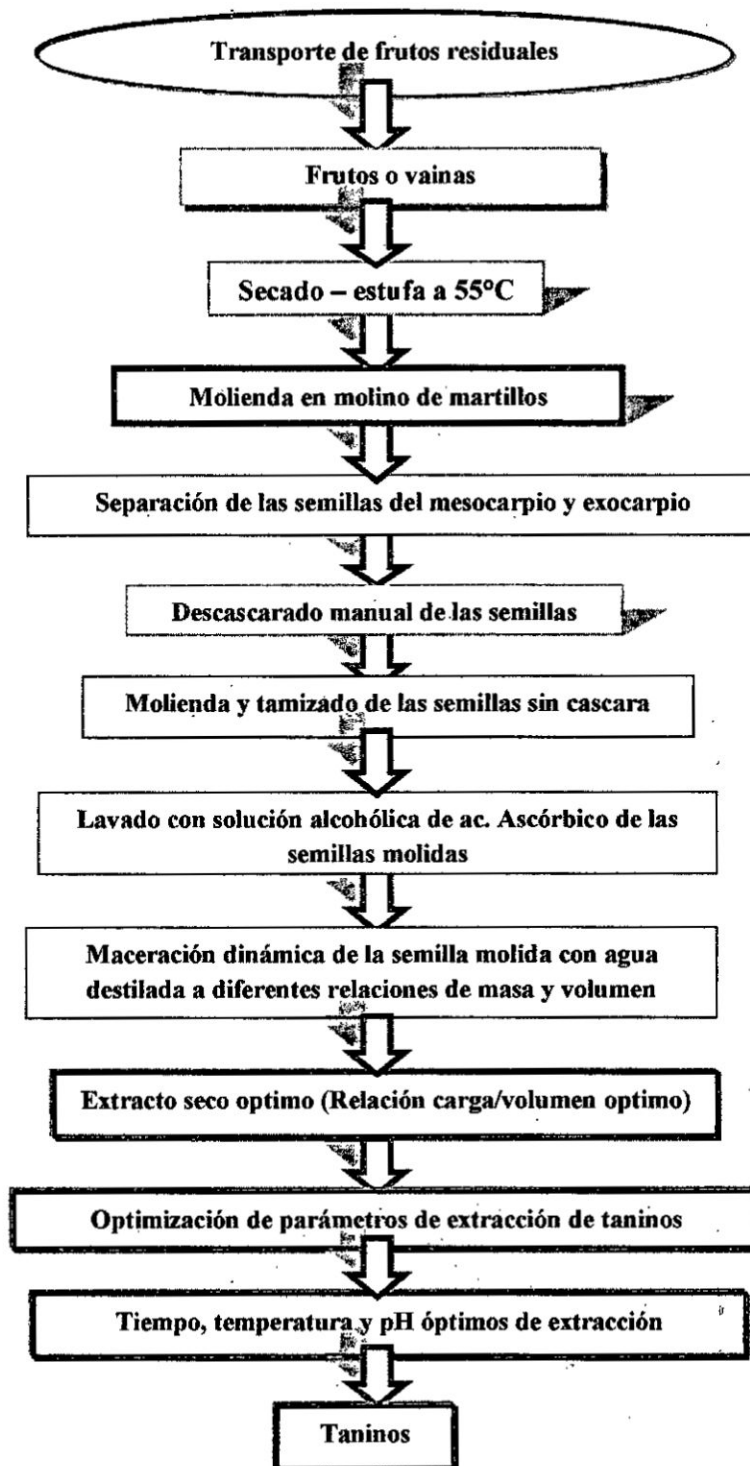
- a) Se puede determinar las propiedades y cualidades que presenta la Algarroba mediante métodos instrumentales y fisicoquímicos.
- b) Los parámetros para el proceso de obtención de taninos son carga de muestra, volumen de solvente extractor y tiempo óptimo de maceración.
- c) Los taninos obtenidos de la semilla de la algarroba son condensados, presentando un carácter ácido y con contenido de azúcares.

## **IV. METODOLOGIA**

### **4.1 Tipo de Investigación**

Se realizó una investigación de tipo experimental y correlacional, ya que se manipularan las variables independientes (relación de carga de muestra / volumen de solvente en la maceración; tiempo, temperatura y pH de extracción), para analizar el comportamiento del resultado, y así definir a partir de los resultados, las mejores condiciones de obtención de Taninos.

## 4.2 Diseño de la Investigación



### **4.3 Población y Muestra**

Las vainas de algarrobo fueron traídas desde el departamento de Piura siendo una cantidad de 20Kg aprox. para las distintas pruebas preliminares y corridas experimentales. La parte experimental de la investigación se realizó en el Centro Experimental Tecnológico de La Universidad Nacional del Callao CET UNAC.

### **4.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos.**

#### **4.4.1 Técnicas de recolección de datos:**

##### **➤ Maceración Dinámica.**

Es el proceso de extracción entre un sólido y un líquido que entran en contacto dinámico debido a una fuerza externa, ya sea por agitadores mecánicos o rotación total del recipiente que contiene ambas fases o; a nivel de laboratorio la utilización de un agitador magnético.

En este proceso componentes de nuestra materia prima van a pasar a la fase líquida debido a la afinidad y selectividad entre el solvente y el componente (taninos) que queremos extraer.

##### **➤ Medición de pH**

Se introduce el potenciómetro dentro de una muestra de solución preparada y se toma nota directamente del potenciómetro o pH-metro.



➤ Determinación de humedad.

La determinación de humedad se realiza en una balanza de humedad proporcionada por el CET UNAC programada a una temperatura de 70°C y un peso de muestra de 1g.

➤ Determinación de Cenizas.

Este análisis se realiza por calcinación en mufla según la Norma AOAC 923.03.

Se pesaron con precisión 3 muestras de 2 g a las que se les extrajo la humedad por secado en estufa en los crisoles previamente tarados. Se colocó el crisol con la muestra en la mufla precalentada a 550°C durante 1 hora. Luego de 20 horas se transfirieron los crisoles al desecador. Se dejaron enfriar, se pesaron inmediatamente y se calculó el porcentaje de cenizas por diferencia de peso.

➤ Grados Brix.

Se utiliza un refractómetro portátil del CET UNAC que mide directamente los grados Brix con una alícuota de la muestra de extracto.

➤ Determinación cualitativa y cuantitativa de taninos.

Se determina el viraje por adición de reactivo de identificación colorimétrica, método del cloruro férrico al 10%(p/v) de una solución alcohólica de ácido ascórbico 10 mM, donde un viraje a amarillo parduzco indica la presencia de taninos condensados y un viraje a azul negruzco la presencia de taninos hidrolizables.

Para la determinación cuantitativa o concentración de taninos se utilizó la espectrofotometría UV mediante un servicio externo.

#### 4.4.2 Instrumentos de recolección de datos:

- Balanza analítica
- Balanza de humedad
- pH-Metro, HANNA.
- Estufa
- Mufla
- Agitador magnético
- Equipo de filtración a vacío
- Platos – papel craft
- Papel filtro 75mm
- Molino de martillos de laboratorio

#### 4.5 Procedimiento de recolección de Datos

Se escogieron cantidades de materia prima molida y volumen de agua destilada y se muestran en la siguiente tabla:

TABLA N° 4.1  
SEMILLA MOLIDA Y VOLUMEN DE AGUA DESTILADA  
UTILIZADAS

N° Muestra	Peso de Muestra (g)	Volumen de Agua Destilada. (mL)
1	10	30
2	15	50
3	20	70
4	25	90
5	30	100
6	35	120
7	40	150
8	45	170
9	50	200
10	55	220
11	60	250
12	65	270
13	70	300
14	75	320
15	80	350
16	85	390
17	90	420

#### 4.5.1 Almacenado y Secado

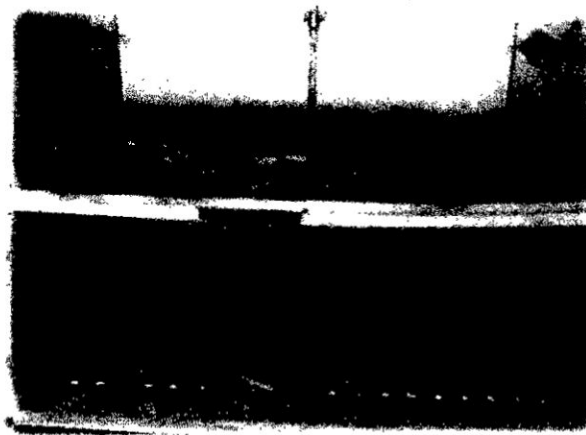
Las vainas son almacenadas en un lugar fresco y seco, hasta que se los someta a un secado en estufa ya que la naturaleza interna de estas vainas es húmeda y gomosa ,con el fin de llevarlos a una primera fase de molienda donde se separa la vaina exterior del endocarpio o carozo.

FIGURA N°4.1  
Vainas de algarrobo almacenadas



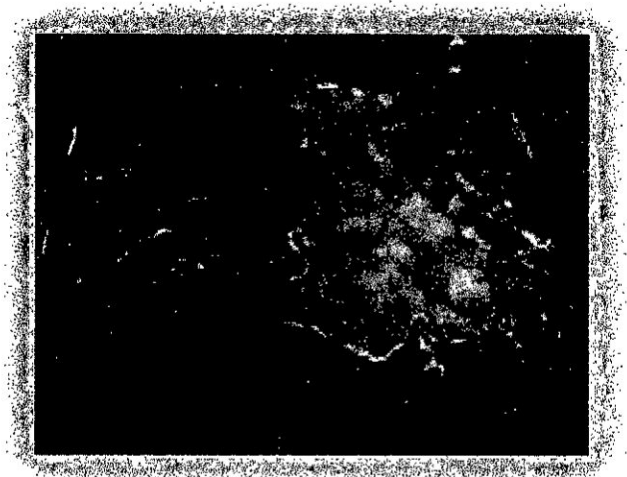
Fuente: Propia

FIGURA N° 4.2  
Secado de vainas en estufa.



Fuente: Propia

FIGURA N° 4.3  
CAROZO O ENDOCARPIO



Fuente: Propia

Posteriormente, se comienza manualmente a retirar las semillas que se encuentran dentro del endocarpio y en una segunda fase de molienda las semillas son llevadas al molino para reducir el tamaño de partícula.

#### 4.5.2 Tamizaje

Para una buena condición del proceso de extracción trabajamos con la semilla molida que pase la malla N° 6 de la serie de tamices estándar ASTM.

FIGURA N°4.4  
TAMIZADO



Fuente: Propia

FIGURA N° 4.5  
Equipo de tamizado vibratorio

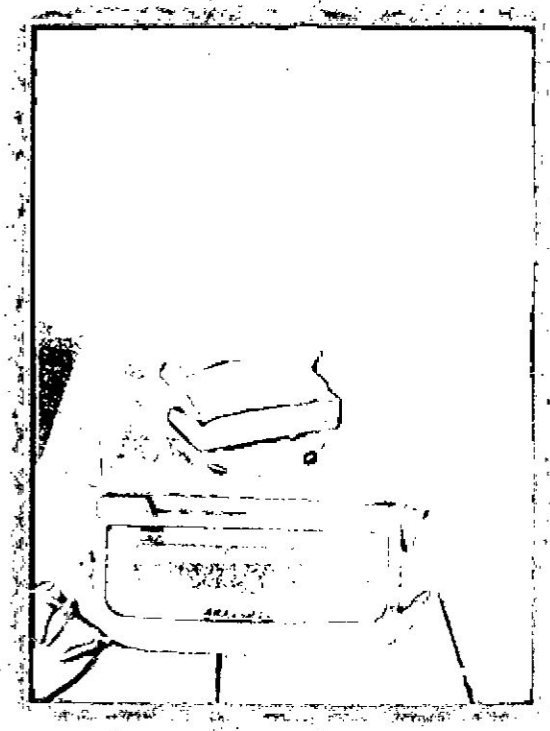


Fuente: Propia

#### 4.5.3 Proceso de Obtención de Extracto Tánico

A. Pesar 45 g de semilla molida de algarroba.

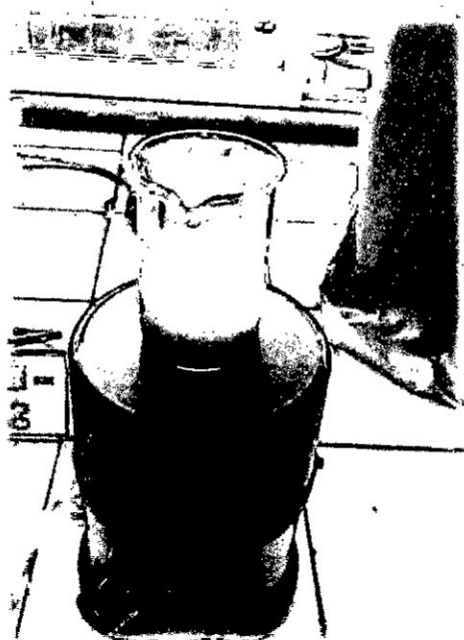
FIGURA N°4.6  
PESADO DE SEMILLA MOLIDA



Fuente: Propia

B. Se realiza un lavado con ácido ascórbico 10mM en solución alcohólica (etanol) en constante agitación durante 0.5 horas para eliminar fenoles de bajo peso molecular.

FIGURA N° 4.7  
LAVADO DE SEMILLA MOLIDA CON SOLUCIÓN ALCOHÓLICA  
10mM DE AC. ASCÓRBICO



Fuente: propia

FIGURA N°4.8  
SOLUCIÓN ALCOHÓLICA 10mM DE AC. ASCÓRBICO



Fuente: Propia



C. Se lleva a una centrifugadora por 15 minutos para luego eliminar el líquido sobrenadante.

FIGURA N° 4.9  
CENTRIFUGACIÓN DE LA MUESTRA LAVADO



Fuente: Propia

D. Se deja evaporar el alcohol que queda en el sólido remanente un par de minutos al medio ambiente.

FIGURA N° 4.10  
EVAPORACIÓN DEL ALCOHOL DE LA MUESTRA LAVADA AL MEDIO AMBIENTE



Fuente: Propia

E. Colocar el sólido remanente en contacto con 170 mL de agua destilada en un vaso de precipitado de 500mL sobre un equipo de agitación magnética durante 75 minutos.

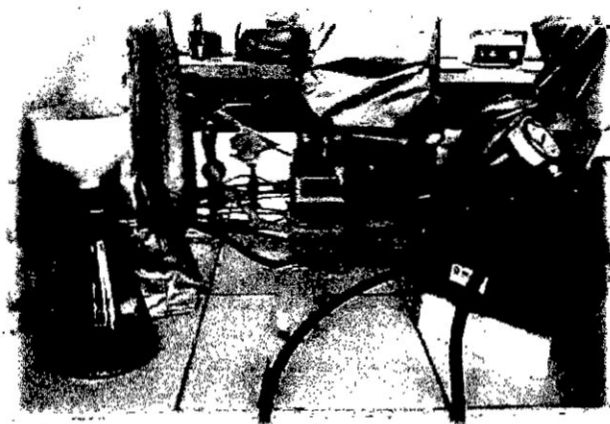
FIGURA N° 4.11  
EXTRACCIÓN ACUOSA



Fuente: Propia

F. Llevar a una filtración al vacío.

FIGURA N° 4.12  
BOMBA UTILIZADA EN LA FILTRACIÓN AL VACÍO



Fuente: Propia

G. Para los análisis cuantitativos guardar en frasco ámbar el filtrado.

FIGURA N° 4.13  
ENVASADO DE MUESTRA PARA ANÁLISIS EXTERNO



Fuente: Propia

H. Para los análisis de rendimiento, verter el filtrado en platos forrados con papel craft.

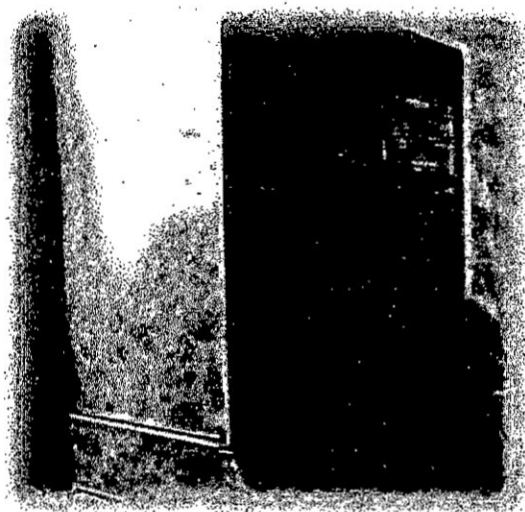
FIGURA N° 4.14  
FILTRADO EN PLATOS FORRADOS CON PAPEL CRAFT



Fuente: Propia

I. Estos platos con el filtrado son evaporados a una temperatura menor de 70 °C durante 20 horas aproximadamente en una estufa para calcular por diferencia la cantidad de extracto seco.

FIGURA N° 4.15  
ESTUFA - CET UNAC



Fuente: Propia

## **4.6 Procesamiento Estadístico y análisis de Datos**

### **4.6.1 Porcentaje de Rendimiento Óptimo (Relación materia prima /solvente)**

Para el procedimiento estadístico se recurrió a la herramienta EXCEL 2010 para regresiones que nos determinaron el porcentaje de rendimiento óptimo.

Se procedió a realizar regresiones; en un inicio del estudio estadístico se aplicó a los datos regresión lineal entre el rendimiento con el peso y el volumen por separado.

Fueron utilizadas 17 relaciones de muestra (Relación materia prima/solvente)

### **4.6.2 Tiempo, y pH de Maceración óptimo**

Al igual que para el rendimiento óptimo para obtener el tiempo óptimo de extracción se evaluaron tres variables tiempo y pH , se aplicó un análisis estadístico de regresión lineal tomando los dos conjuntos de datos.

## V. RESULTADOS

### 5.1. Resultados de los análisis a La Materia Prima

TABLA N° 5.1  
ANÁLISIS REALIZADOS CUANTITATIVAMENTE Y  
CUALITATIVAMENTE A LA MATERIA PRIMA

<b>HUMEDAD DEL MESOCARPIO Y EXOCARPIO DE LAS VAINAS</b>	<i>Humedad = 86.1%</i>
<b>PORCENTAJE DE CENIZAS DE LA SEMILLA( Ver anexo A.1)</b>	3.62%
<b>TAMAÑO DE LAS VAINAS</b>	10 – 15 cm
<b>TAMAÑO DE PARTICULA</b>	MALLA N°6 – ASTM 3.36mm

Fuente: Propia

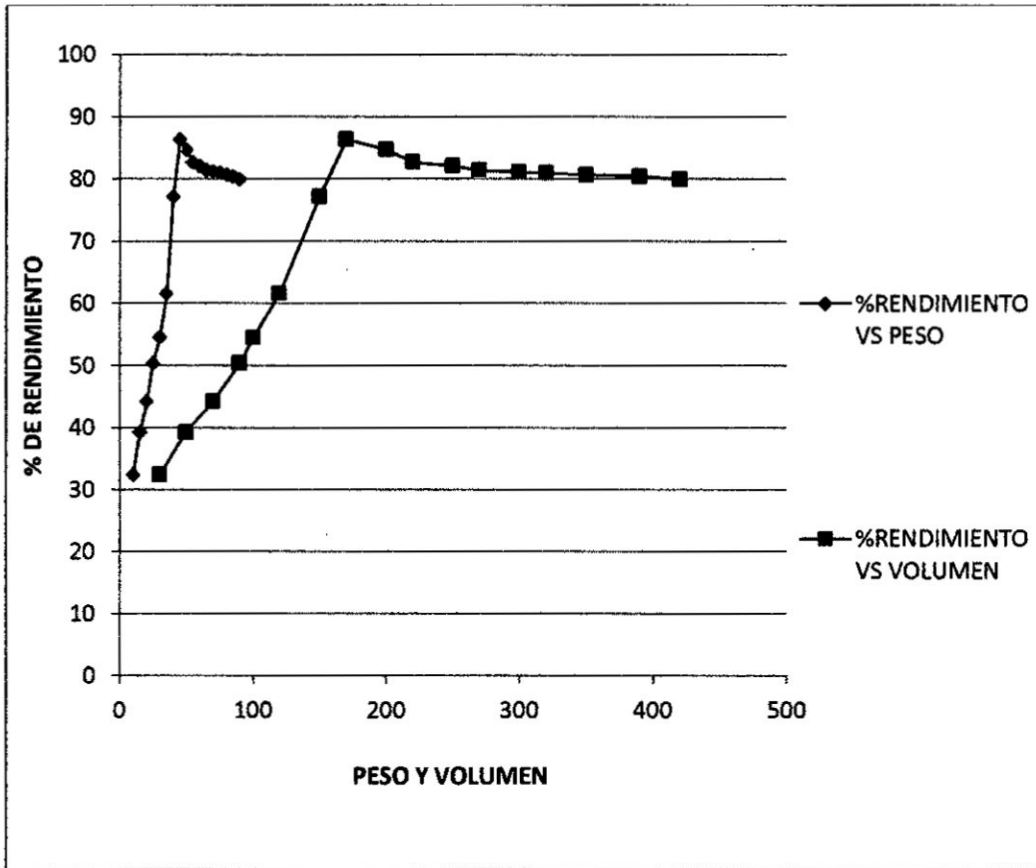
**5.2. Rendimiento de Extracto Seco – Relación de Masa de Muestra/Volumen de Agua destilada**

**TABLA N° 5.2  
RENDIMIENTO PORCENTUAL DEL EXTRACTO TÁNICO CON  
DIFERENTE RELACIÓN DE MATERIA PRIMA/SOLVENTE**

PESO DE SEMILLA MOLIDA g	VOLUMEN DE AGUA DESTILADA mL	RELACION PESO/VOLUMEN	PESO EXTRACTO SECO g	RENDIMIENTO %
10.0000	30	0.33	3.2371	32.3710
15.0140	50	0.30	5.8900	39.2301
20.0073	70	0.29	8.8500	44.2339
25.0096	90	0.28	12.5800	50.3007
30.0000	100	0.30	16.3500	54.5000
35.0087	120	0.29	21.5500	61.5561
40.0027	150	0.27	30.8500	77.1198
45.0039	170	0.26	38.8500	86.3259
50.0057	200	0.25	42.3500	84.6903
55.0189	220	0.25	45.4650	82.6352
60.0110	250	0.24	49.2550	82.0766
65.0024	270	0.24	52.8890	81.3647
70.0888	300	0.23	56.8599	81.1255
75.0505	320	0.23	60.7590	80.9575
80.0685	350	0.23	64.5290	80.5922
85.0387	390	0.22	68.3550	80.3811
90.0235	420	0.21	71.9750	79.9513

Fuente: Propia

GRAFICO N° 5.1  
PORCENTAJE DE RENDIMIENTO EN RELACIÓN AL PESO Y AL  
VOLUMEN



Fuente: Propia



### 5.3. Variación Del pH con respecto al Tiempo de Maceración

TABLA N° 5.3  
VARIACIÓN DEL pH CON RESPECTO AL TIEMPO DE  
MACERACIÓN

pH	TIEMPO (MIN)
5.57	0
5.58	5
5.64	10
5.64	15
5.65	20
5.66	25
5.67	30
5.68	35
5.69	40
5.69	45
5.69	50
5.7	55
5.71	60
5.71	65
5.71	70
5.72	75
5.72	80
5.72	85
5.72	90

Fuente: Propia

#### 5.4. Análisis del Extracto Tánico - Taninos Obtenido

TABLA 5.4  
IDENTIFICACIÓN COLORIMETRICA DE TANINOS  
MEDIANTE REACTIVO  $\text{FeCl}_3$

MASA (g)	TIEMPO DE LAVADO (min)	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (HORAS)	OBSERVACIONES
10	Sin lavar	2	No se observó viraje de color
15	30	2	Se observó viraje a color amarillo parduzco
15	Sin lavar	1	Se observó viraje a color amarillo parduzco

TABLA 5.5  
ANÁLISIS AL EXTRACTO TANICO OBTENIDO

ANALISIS	MÉTODO	RESULTADO
Grados Brix	Refractómetro	13%
Concentración de taninos condensados	Espectrofotometría UV	0.1438 $\mu\text{g/mL}$

Ver anexo A.4 para el análisis de servicio externo de espectrofotometría UV.

## 5.5. Análisis Estadístico

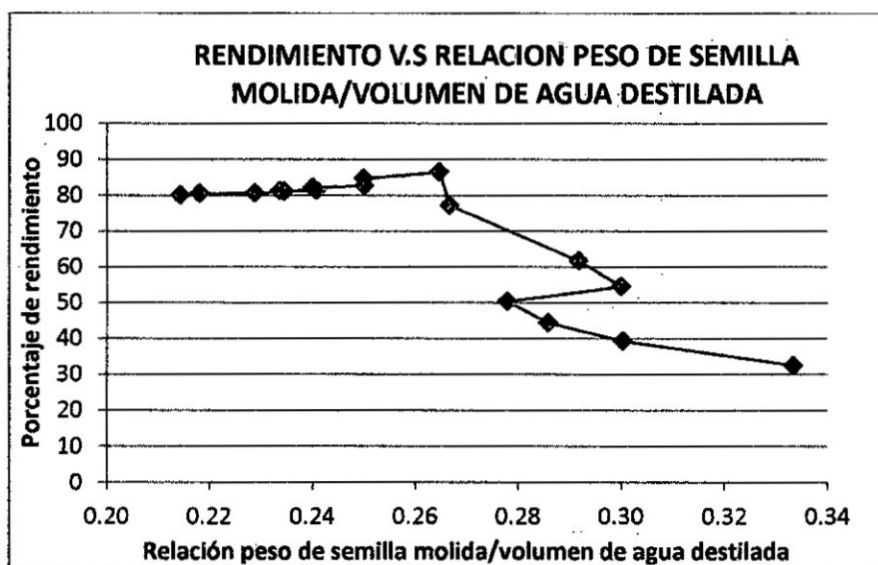
### 5.5.1. Rendimiento Óptimo De Extracto Seco

TABLA N°5.6  
RESULTADOS ESTADISTICOS DEL RENDIMIENTO CON  
RESPECTO AL PESO Y AL VOLUMEN POR SEPARADO  
TOMANDO LOS DATOS DE TABLA N° 5.2

Estadísticas de la Regresión	Volumen	Peso
Coefficiente de correlación múltiple	0.78513915	0.86978865
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.61644348	0.75653230
R <sup>2</sup> ajustado	0.59087304	0.74030112

Fuente: propia

GRAFICA N° 5.2  
RENDIMIENTO V.S RELACION PESO/VOLUMEN



Fuente: propia

TABLA N°5.7  
 RESULTADOS ESTADÍSTICOS DEL RENDIMIENTO CON  
 RESPECTO A LA RELACIÓN PESO/VOLUMEN DE LOS DATOS  
 DE LA TABLA N° 5.2

Estadísticas de la Regresión	Relación Peso/Volumen
Desviación estándar, S	7.89379
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.8457086
R <sup>2</sup> ajustado	0.81
Ecuación: $y = 107017 x^3 - 91262 x^2 + 25154x - 2176$ Dónde: y: Rendimiento x: relación peso de semilla molida/ volumen de agua destilada	

Fuente: propia

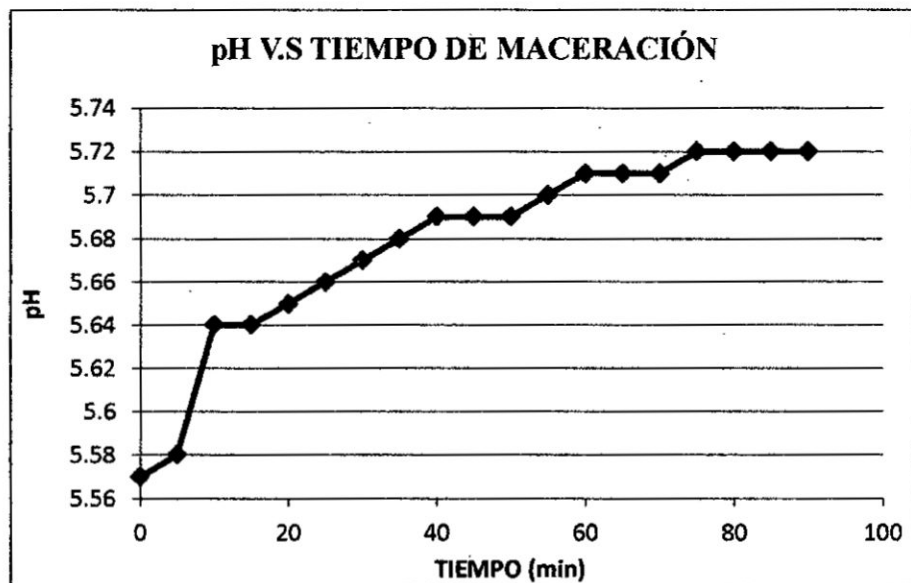
### 5.5.2. Tiempo Óptimo de Maceración Dinámica

TABLA N° 5.9  
RESULTADOS ESTADÍSTICOS DEL pH RESPECTO AL TIEMPO  
DE MACERACIÓN

Estadísticas de la Regresión	Relación pH vs. Tiempo de maceración
Coefficiente de correlación múltiple	0.91587542
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.83882778
R <sup>2</sup> ajustado	0.82934706

Fuente: propia

GRAFICA N° 5.3  
pH RESPECTO AL TIEMPO DE MACERACIÓN



Fuente: propia

**TABLA N° 5.10**  
**RESULTADOS DE PROBABILIDAD, F Y SU VALOR CRÍTICO EN**  
**RELACIÓN AL TIEMPO DE MACERACIÓN**

<b>Probabilidad</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de F</b>
3.42186E-39	88.4772380	3.76847E-08
3.76847E-08		

Fuente: Propia

## VI. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En los análisis realizados, los análisis acerca de la materia prima se muestran en la tabla N°5.1 donde esta retención de humedad o porcentaje de humedad mejora la calidad de la materia prima y reduce el crecimiento de microorganismos fomentado por el agua no ligada.

El porcentaje de cenizas está en un valor por encima del encontrado en la pulpa (exocarpio y mesocarpio) de la misma especie de 3.60% y por encima del encontrado en el endocarpio o carozo, cabe aclarar que nuestra muestra fue el endocarpio junto con la "semilla", muchas bibliografías llaman a todo este conjunto como semillas; por otro lado, un valor mayor de porcentaje de cenizas indica mayor presencia de metales.

Para una buena condición del proceso de extracción trabajamos con tamices de la serie ASTM en la que se estableció cualitativamente la malla N° 6 la más adecuada para nuestro procedimiento.

Luego, previo a la maceración dinámica se realizaron análisis preliminares para determinar que tipo de solvente es el adecuado para la extracción de taninos de Algarrobo. Los tres tipos de solventes mejores para la extracción son: acetona, agua destilada y etanol. La acetona es un buen solvente de extracción ya que al ser un solvente dipolar no forma estructuras asociadas y la principal razón es que la carga positiva en su dipolo no reside en un átomo de hidrógeno lo que le impide

formar puentes de hidrógeno. Al contrario del agua destilada y etanol al ser solventes polares tienen la capacidad de romper enlaces covalentes en el soluto y provocar ionizaciones en éste, es decir que estos solventes cuando actúan sobre el soluto pueden acoplarse mediante la formación de puentes de hidrógeno. Sin embargo, al ser la acetona un eficiente solvente de extracción fue rechazado debido a que es un solvente costoso, difícil de adquirir debido a que es un producto químico controlado como indica (D.S. N° 024-2013-EF) y además contaminante ya que si no es manipulado correctamente puede ocasionar problemas en la salud y en el medio ambiente.

Una constante dieléctrica alta puede acumular mayor extracción cuando dicha sustancia está colocada sobre la muestra, donde la constante dieléctrica de ambos solventes son: del etanol 24,5 y del agua 78,5. (CORTEZ 2010) es por ello que con estas justificaciones, se determinó que el solvente adecuado para la extracción de taninos del Algarrobo fue el agua destilada.

Para el análisis estadístico del rendimiento de extracto seco se recurrió a la herramienta EXCEL 2010 donde se utilizó regresiones sobre los datos pero se presentó el inconveniente de no tener relacionados a las variables peso de semilla molida y volumen utilizado en un solo análisis.

Por lo que se vio necesario utilizar una regresión con 2 variables conocidas para ello se tomó como segunda variable la relación que hay



entre el valor del peso de la semilla molida y el volumen utilizado de agua destilada en base al criterio que para estas relaciones conlleven a un mejor análisis teniendo en cuenta que se puede tomar en más de una forma las corridas experimentales y pueden haber otra relaciones de valores *Peso/volumen*.

En la gráfica 5.2 se muestra el comportamiento del rendimiento con respecto a la relación que hay entre el valor del peso de la semilla molida y el volumen utilizado de agua destilada por separado, observándose puntos dispersos y con cierta progresión.

Además nos permite visualizar de manera general el comportamiento entre el rendimiento y la relación peso de semilla molida y volumen de agua destilada.

Ya en la tabla 5.7 se observa un coeficiente de determinación y coeficiente de determinación ajustado cercano al valor de 1 siendo esta regresión la que toma en cuenta al peso de semilla molida y volumen de agua destilada en conjunto a diferencia de las regresiones por separado.

Los puntos 0.26 y 86.32 de la gráfica N° 5.2, respectivamente; son puntos cruciales ya que a partir de estos se logra obtener el mayor rendimiento de extracto seco luego de la filtración y secado.

Posteriormente, se da a conocer la ecuación obtenida en la regresión lineal la cual es:

$$y = 107017 x^3 - 91262 x^2 + 25154x - 2176$$

Dónde:

$$y = \% \text{ de Rendimiento}$$
$$x = \text{Relación peso de semilla molida/volumen utilizado de agua destilada}$$

Luego para el tiempo óptimo de extracción o maceración se realizó en base al criterio de que no existe más un cambio iónico entre las fases por lo que un pH constante significa un estado de equilibrio, llegando a un valor de tiempo óptimo.

En la gráfica N° 5.3 Se puede visualizar que antes de los 75 minutos el pH permanece constante pero después de este punto se presenta un pequeño ascenso de pH que es donde se extrae mayor cantidad de taninos por lo tanto se puede determinar y justificar que a los setenta y cinco minutos se hace una extracción óptima pues el pH se mantiene constante al pasar este tiempo.

Como se puede observar en la tabla 5.9 los datos obtenidos tienden más al valor de 1, por lo que se concluye que el modelo obtenido es estable y por lo tanto favorece el ajuste.

En la tabla 5.9 y la tabla 5.10 se muestran los resultados de probabilidad con respecto al porcentaje de rendimiento y al tiempo de maceración y se puede manifestar que los parámetros indicados del modelo resultan significativos al 95% tomados en los datos iniciales, esto podemos afirmar ya que los valores probabilísticas son menores que 0,05 y también el valor de F es mayor que su valor crítico.

En la gráfica N° 5.3, se observa que a partir del punto que corresponde a un tiempo de 75 minutos presenta un pH constante; esto quiere decir que el tiempo de maceración que se debe realizar para obtener un extracto tánico óptimo es de 75 minutos a maceración constante, con pH de 5,72.

Posteriormente, se da a conocer la ecuación obtenida en la regresión lineal la cual es:

$$y = 5.6115263 + 0.0014631x$$

Dónde:

$$y = \textit{Tiempo (min)}$$

$$x = \textit{pH}$$

Por lo tanto, de acuerdo a la gráfica y al análisis estadístico se concluye; que para llevar a cabo una extracción óptima de taninos se debe macerar constantemente por el periodo de 75 min, con pH de 5,72 a una relación de peso de muestra /volumen de agua destilada de 0.26.

Para las propiedades fisicoquímicas de los taninos se analizó su concentración en el producto obtenido (el cual es un producto intermedio del cual se pueden derivar varios productos más) el cual a un rendimiento de 86.32% del extracto seco fue de 0.1438  $\mu$  para la relación de peso/volumen de 0.26.

Los grados Brix del producto acuoso obtenido fueron medidos a temperatura ambiente, el resultado nos indica la presencia de un 13% en

azúcares solubles, que nos permite tener una referencia en cuanto a los azúcares asociados a los polifenoles que pueden ser monosacáridos, disacáridos o incluso oligosacáridos.

Por otro lado, Luz María Alzate en una edición de la revista LASALLISTA nos menciona otras especies de algarrobo como *Prosopis alba griseb* (algarrobo blanco) que es una leguminosa arbórea que crece naturalmente en el Chaco argentino y *Prosopis pallida* H.B.K. que es una leguminosa arbórea que se encuentra en zonas áridas y semiáridas de Perú, poseen frutos cuya pulpa tiene varios usos en la industria alimentaria, siendo rica en azúcares y puede ser usada como sucedánea del cacao por lo que se comprende el uso de nuestra materia prima en productos azucarados como la algarrobina.

En comparación con la composición de la harina de algarroba de *Ceratonia siliqua* se destaca la presencia de entre un 40 y un 50% de azúcares (fundamentalmente fructuosa, glucosa y sacarosa) siendo esta mayor que la encontrada en nuestra investigación pero cabe aclarar que solo fue analizada la semilla mas no todo el fruto.

## VII. CONCLUSIONES

- Los parámetros óptimos del proceso de extracción fueron: pH (5,72), tiempo (75 minutos), donde la relación óptima del proceso de obtención de extracto tánico seco fue de 0.26 gramos de muestra/mL de agua destilada con un rendimiento de 86.32%.
- Las características fisicoquímicas son: Humedad del fruto del 86.1%, así mismo la vainas utilizadas tenían entre 10 y 15 cm de largo, la semilla molida utilizada tiene un tamaño de partícula de 3.36 mm o Malla N°6 de la serie ASTM y un 3.61% de porcentaje de cenizas.
- Los parámetros evaluados para el proceso de obtención de taninos de la semilla del fruto del algarrobo son: pH, relación masa/ volumen utilizado y rendimiento.
- Los taninos obtenidos fueron del tipo condensados en el análisis cuantitativo, con una concentración de  $0.1438 \mu\text{g/mL}$  y grados Brix de 13%.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Utilizar el estudio de taninos de la semilla de la algarroba para la obtención de otros productos derivados para la industria.
- El proceso de molienda y tamizaje, se deben realizar en un lugar donde no exista la posibilidad de humidificación de la muestra, caso contrario y si fuera posible utilizar una selladora al vacío para evitar su deterioro.
- Usar una mascarilla en el proceso de molienda y tamizaje para evitar que el polvillo obtenido afecte a la persona que ejecuta el proceso.
- El extracto tánico obtenido al finalizar el proceso de filtración al vacío deben ser almacenados en frascos de color ámbar, a temperatura ambiente y de preferencia almacenarlos en lugares oscuros.
- En la filtración al vacío del extracto, es muy importante que si la bomba de vacío no succiona lo suficiente o el papel filtro no es el adecuado y se observa que todavía existe extracto, es necesario que la persona encargada utilice un colador limpio o las manos con guantes y trate de exprimir todo el contenido.

- El sólido remanente que queda en la filtración puede utilizarse como abono por lo que no debe desecharse.
- Seguir con la investigación ya que se verificó la presencia de taninos y con más estudios y pruebas se puede lograr una mejor cantidad de concentración de taninos.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALNICOLSA DEL PERÚ S.A.C. **Algarrobo**. Disponible en:  
<http://taninos.tripod.com/algarrobo.htm>  
Artículo web. Consultada 30 de diciembre del 2013
2. **ÁLVAREZ RAMÍREZ, Erika María. Desarrollo de un proceso a escala laboratorio para la obtención de Pectina y Taninos a partir de la Algarroba (Hymenaea Courbaril), para ser utilizados en la industria alimenticia y la del cuero, respectivamente.** Tesis de grado. Medellín. Universidad Eafit. 2007.
3. **ÁLZATE TAMAYO, Luz; ARTEAGA GONZALES, Diana; JARAMILLO GARCÉS, Yamile. Propiedades Farmacológicas del Algarrobo de interés para la Industria de los Alimentos. Revista Lasallista de Investigación.** Vol. (5) N°2: 101. Julio-Diciembre 2008.
4. BOTANICAL-ONLINE SL. **Taninos**. Disponible en:  
<http://www.botanical-online.com/medicinaletaninos.htm>. Artículo web. Consultada el 24 de setiembre del 2013.
5. **CARINA LLANO Y CIA. Arqueología experimental y valoración nutricional del fruto de algarrobo (Prosopis flexuosa):**



**inferencias sobre la presencia de macrorrestos en sitios arqueológicos.** Intersecciones en Antropología.vol.13:2, diciembre, 2012.

6. CORTEZ GONZALES, Cecilia Janet. (2010).**Definición de Parámetros de calidad del café de algarroba para la elaboración de una norma técnica.** Tesis de Grado.Piura.Universidad de Piura.2010
7. CORTEZ YÁNEZ, Diana Sofía. **Obtención de extracto tánico y extracto gálico a partir de la harina de vaina de guarango (caesalpineaspinosa) (mol.) O. Kuntz, a escala laboratorio.** Tesis de grado. Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2012.
8. DIAZ YANEVICH, CLAUDIA E. **Avances en la determinación de la composición química y nutricional de las harinas de los frutos del Prosopis alba.** Disponible en:  
<http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/7Tecnologicas/T-076.pdf>.Articulo web.Consultada el 31 de agosto del 2014.

9. DOSTERT y otros, **Hoja botánica: Algarrobo**. Disponible en:  
[http://www.botconsult.de/downloads/Hoja\\_Botanica\\_Algarrobo\\_2012.pdf](http://www.botconsult.de/downloads/Hoja_Botanica_Algarrobo_2012.pdf). Artículo web. Consultada 30 de Diciembre 2013
  
10. ECO AGRICULTOR. **Propiedades nutricionales de la algarroba**. Disponible en:  
<http://www.ecoagricultor.com/2013/02/propiedades-nutricionales-de-la-algarroba/>. Artículo web. Consultada el 28 de Noviembre del 2013.
  
11. FAO. **El Género Prosopis “Algarrobos” En América Latina Y El Caribe**. Distribución, Bioecología, Usos Y Manejo. Disponible en:  
<http://www.fao.org/docrep/006/ad314s/ad314s08.htm>. Artículo web. Consultada 20 de Noviembre 2013
  
12. FRANCIS, JOHN K. (1990). *Hymenaeal courbaril L. Algarroba, locus*. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service Southern Forest Experiment Station. Disponible en:  
<http://www.fs.fed.us/global/iitf/Hymenaeacourbaril.pdf>. Consultado el 5 de enero de 2014.

13. G.E., Matamala. **Informacion y Tecnología**, en Protección anticorrosiva del acero: Tecnologías y costos asociados a los cilindros de gas. Vol. 11:3.155. Año 2000.
14. **GASTON CRUZ**. La Algarroba Peruana: Tradición, Innovación Tecnológica y Biocomercio. Disponible en:  
<http://es.scribd.com/doc/215290412/Algarroba-UDEP#scribd>.  
Consultada el 20 de febrero del 2014.
15. GIUDICE, CARLOS A. **Tecnología De Pinturas y Recubrimientos**, en Edutecne; Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional – Argentina. 1a ed. - Buenos Aires, 2009.
16. MARROQUIN ADELA Y SARAVIA JOSE. **OBTENCIÓN DEL EXTRACTO TÁNICO POR MACERACIÓN DE LA CORTEZA DE ARBOLES JOVENES DE CUATRO ESPECIES FORESTALES A NIVEL DE LA LABORATORIO**. Tesis de Pre Grado. Guatemala. UNIVERSIDAD SN CARLOS DE GUATEMALA.
17. MUNDO FORESTAL (2002). **El guapinol**. Costa Rica. Artículo Web. Disponible en:

<http://www.elmundoforestal.com/elcorazon/guapinol/guapinol.html>.

Consultada el 1 de enero de 2014.

18. PERÚ ECOLÓGICO. **Algarrobo (prosopis pallida) generador de vida en el desierto**. Disponible en:

[http://www.peruecologico.com.pe/flo\\_algarrobo\\_1.htm](http://www.peruecologico.com.pe/flo_algarrobo_1.htm). Artículo

web. Consultada el 25 de setiembre del 2013.

19. RAMIREZ RAMIREZ LUIS. **Nuestras célebres Algarroba y Algarrobina**. Disponible en:

<http://www3.munipiura.gob.pe/eculturad/articulo5.pdf>

Artículo web. Consultada 30 de diciembre del 2013.

20. RODRÍGUEZ IDANA. **Tanino**. Disponible en:

<http://es.scribd.com/doc/55448122/tanino>.

Artículo web. Consultada el 25 de setiembre del 2013.

21. ROGER G. SKOLMEN. **Prosopis pallida (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.B.K.** Disponible en:

[http://www.na.fs.fed.us/pubs/silvics\\_manual/volume\\_2/prosopis/pallida.htm](http://www.na.fs.fed.us/pubs/silvics_manual/volume_2/prosopis/pallida.htm). Artículo web. Consultada 3 de Enero 2014

Disponible en:

<http://www.criba.edu.ar/cinetica/solidos/> articulo web. Consultada el 12 de diciembre del 2014.

27. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID. **Uso Industrial de Plantas Aromáticas y medicinales.** Disponible en:

<http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/uso-industrial-de-plantas-aromaticas-y-medicinales/contenidos/material-de-clase/tema1.pdf>. Articulo web. Consultada 24 de Agosto del 2014.

28. WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO) LEVINSON, BARRY LEWIS (1988). **Biopesticides for use on tannin containing plants.** Disponible en: [https://www.lens.org/images/patent/WO/1988007877/A1/WO\\_1988\\_007877\\_A1.pdf](https://www.lens.org/images/patent/WO/1988007877/A1/WO_1988_007877_A1.pdf). Articulo web. Consultado 1 de Abril de 2015.

## ANEXOS

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

#### “PARÁMETROS ÓPTIMOS PARA OBTENCIÓN DE TANINOS A PARTIR DE LA SEMILLA DEL FRUTO DEL ALGARROBO (*Prosopis Pallida*) A NIVEL DE LABORATORIO POR EL MÉTODO DE MACERACION”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<b>PROBLEMA GENERAL:</b> ¿Cuáles son los parámetros óptimos para la obtención de Taninos de la semilla de la algarroba por el método de maceración?	<b>OBJETIVO GENERAL:</b> Determinar los parámetros óptimos para la obtención de Taninos de la semilla de la algarroba por el método de maceración.	<b>HIPOTESIS PRINCIPAL:</b> Por el método de maceración los parámetros óptimos de obtención de taninos son carga de muestra de 50g, volumen de solvente extractor de 200 ml y un tiempo de extracción de 1 hora.	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Parámetros óptimos del método de maceración que permita obtener Taninos a partir de la semilla del fruto del algarrobo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Descripción</li> <li>➤ µg/mL</li> </ul>
<b>PROBLEMAS ESPECIFICOS:</b> a) ¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas que tiene la Algarroba?	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b> Determinar las características fisicoquímicas de la algarroba.	<b>HIPOTESIS ESPECIFICOS:</b> a) Se puede determinar las propiedades y cualidades que presenta la algarroba mediante métodos instrumentales y fisicoquímicos.	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Características físicas y químicas de la Algarroba para obtener Taninos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Grados Brix</li> <li>➤ % Humedad</li> <li>➤ Tamaño de partícula</li> <li>➤ Malla 160 µm</li> </ul>
b) ¿Cuáles son los parámetros para el proceso de obtención de taninos de la semilla del fruto del algarrobo?	Determinar los parámetros para el proceso de obtención de taninos de la semilla del fruto del algarrobo.	b) Los parámetros para el proceso de obtención de taninos son carga de muestra, volumen de solvente extractor y tiempo de maceración.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Parámetros para el proceso de obtención de taninos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ pH constante.</li> <li>➤ Sólidos secos extraídos.</li> <li>➤ Tiempo.</li> </ul>
c) ¿Qué propiedades tiene los Taninos obtenidos de la semilla del fruto del algarrobo?	Determinar las propiedades de los Taninos obtenido de la semilla del fruto del algarrobo.	c) Los taninos obtenidos de la semilla de la algarroba son condensados, presentando un carácter ácido y con contenido de azúcares.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Características físicas y químicas de los Taninos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ µg/mL</li> <li>➤ pH</li> </ul>

## A.1 CÁLCULOS PARA ELABORACIÓN DE SOLUCIÓN ALCOHOLICA DE 10mM DE AC. ASCÓRBICO

$$\begin{aligned}10mM &= 10 \times 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \frac{176,2 \text{ g Ac. Ascorb.}}{1 \text{ mol}} = 1,7612 \frac{\text{g Ac. Ascorb.}}{1 \text{ mol}} \\&= 1,7612 \frac{\text{g Ac. Ascorb. puro}}{1 \text{ mol}} \times \frac{100 \text{ g ac. Ascorb. comercial}}{99,7 \text{ g Ac. Ascorb. puro}} \\&= 1,7665 \frac{\text{g Ac. Ascorb. comercial}}{\text{L}} \times \frac{250 \text{ mL}}{250 \text{ mL}} \\&= 0,4416 \frac{\text{g Ac. Ascorb. comercial}}{250 \text{ mL}}\end{aligned}$$

Por lo que se necesitan enrasar en una fiola de 250 mL la cantidad de 0,4416 g de ácido ascórbico comercial para la preparación del reactivo de lavado.



## A.2 REGRESIONES DE LOS DATOS EXPERIMENTALES DEL RENDIMIENTO Y LA RELACION PESO DE SEMILLAS/VOLUMEN DE AGUA UTILIZADA

### REGRESION CUADRATICA

$$y = Ax^2 + bx + c$$

A	-3504.98
b	1418.404
c	-58.5485
coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.786595

### REGRESION DE CUARTO ORDEN

$$y = ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e$$

a	1247363
b	-1249410
c	457311.3
d	-72640.2
e	4308.99
coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.850535

### REGRESION LOGARITMICA

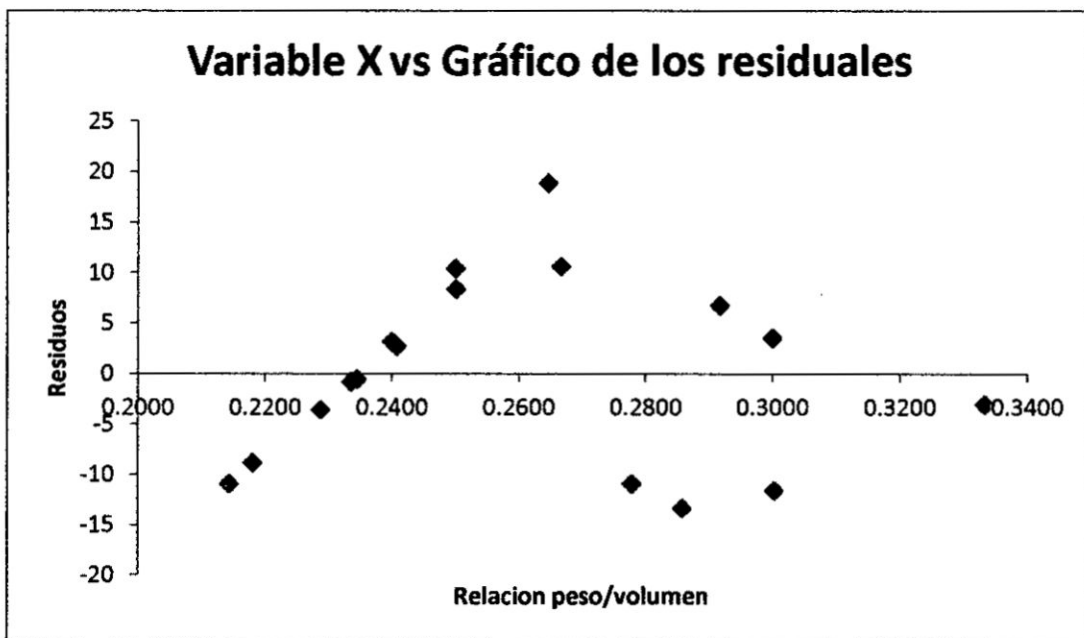
$$y = a + b \ln(x)$$

a	-94.8521
b	-121.457
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.708555

### A.3 ANALISIS DE LOS RESIDUALES DEL RENDIMIENTO

Haciendo un análisis de los residuales, que son los errores que presenta la correlación, observamos que el gráfico variable Relación peso de semilla molida/agua destilada utilizada (X) vs residuos, estadísticamente tenemos heteroscedasticidad es decir se observan datos dispersos.

GRAFICO N° A.2.1  
RELACION PESO DE SEMILLA MOLIDA(X) VS GRÁFICO DE LOS  
RESIDUALES



Fuente: Propia

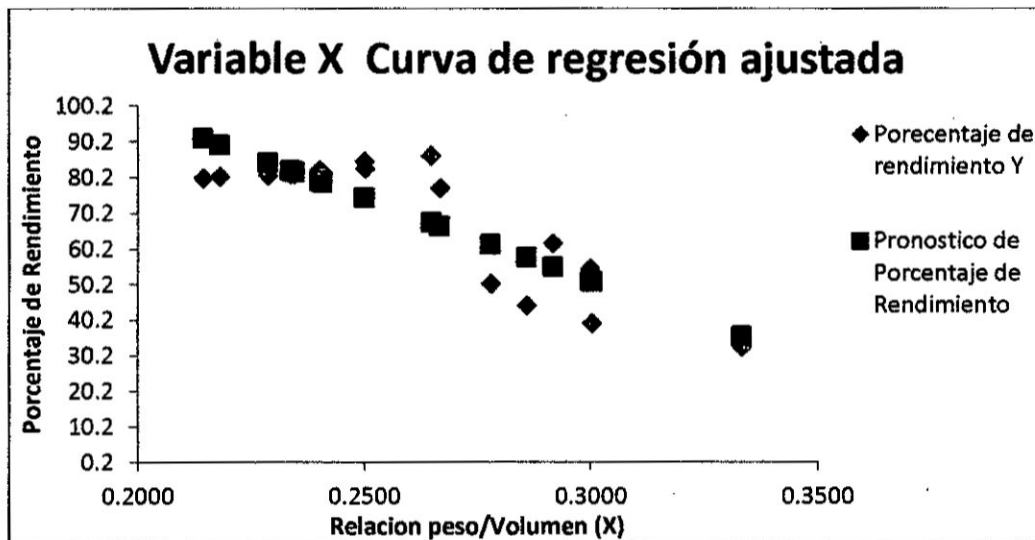
Para el gráfico de ajuste de la variable X, estadísticamente se observa que coinciden; por lo tanto son correctos.

También se puede observar que a medida que la cantidad de relación peso de muestra/volumen de solvente aumenta, el porcentaje de rendimiento también lo

hace, pero de manera paulatina. Ambas gráficas no son lineales pero se observan que las curvas son crecientes.

A continuación el gráfico N° A.2.2 se observa que desde el punto 0.3003 hay un ascenso del % de rendimiento, siendo el punto 0.2647 el de mayor ascenso considerable pero a partir del punto 0.2500 existe ya un descenso paulatino del % de rendimiento.

GRAFICO N° A.2.2  
RELACION PESO/VOLUMEN (X) VS CURVA DE REGRESIÓN AJUSTADA



Fuente: propia

## A.4 CALCULOS PARA DETERMINACIÓN DE CENIZAS

### A.4.1 CALCULOS

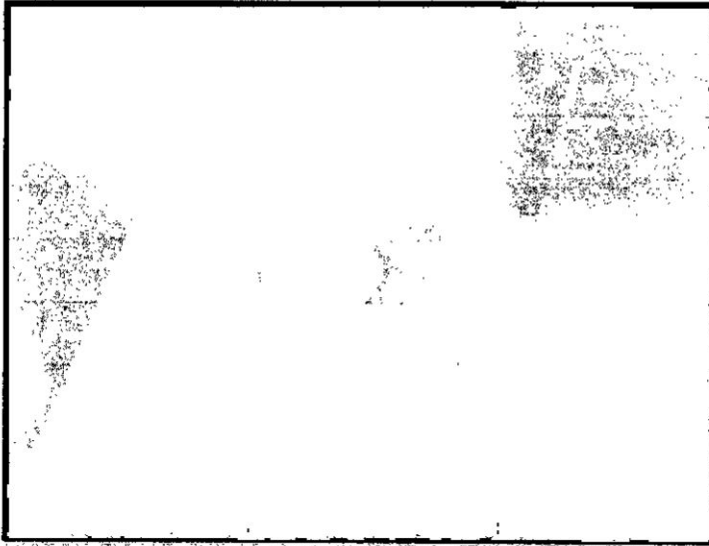
La prueba se llevó a cabo por triplicado y referenciándonos de la Norma AOAC 923.03. para ello se pesaron exactamente 2 g de semilla molida en cada prueba.

TABLA A.3.1  
DETERMINACIÓN DE CENIZAS

PRUEBA	1	2	3
PESO DE CRISOLES	29.8527 g	30.1694 g	21.7006 g
PESO DE CRISOL + MUESTRA CALCINADA	29.929 g	30.2392 g	21.7733 g
PESO DE MUESTRA CALCINADA O CENIZAS	0.0720 g	0.0727 g	0.0722 g
% DE CENIZAS	3.60%	3.63%	3.61%
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.000152753		
PROMEDIO	3.61%		

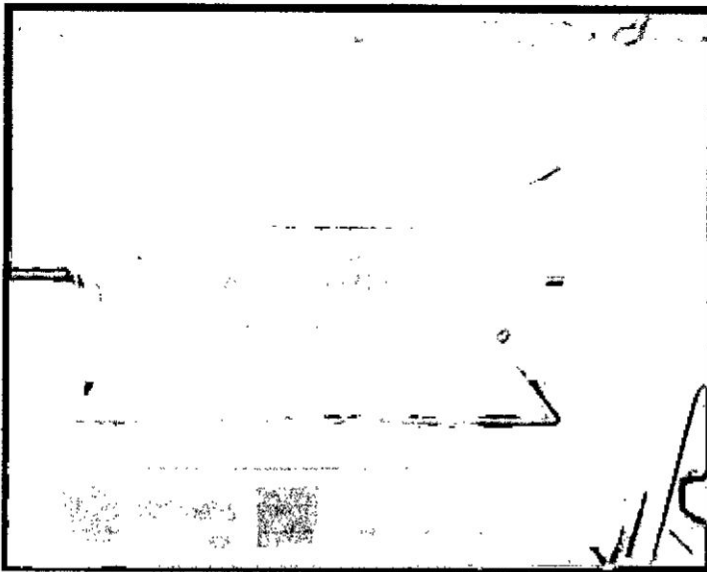
## A.4.2. PRUEBA DE CENIZAS

### A.4.1 Peso de crisol en balanza analítica



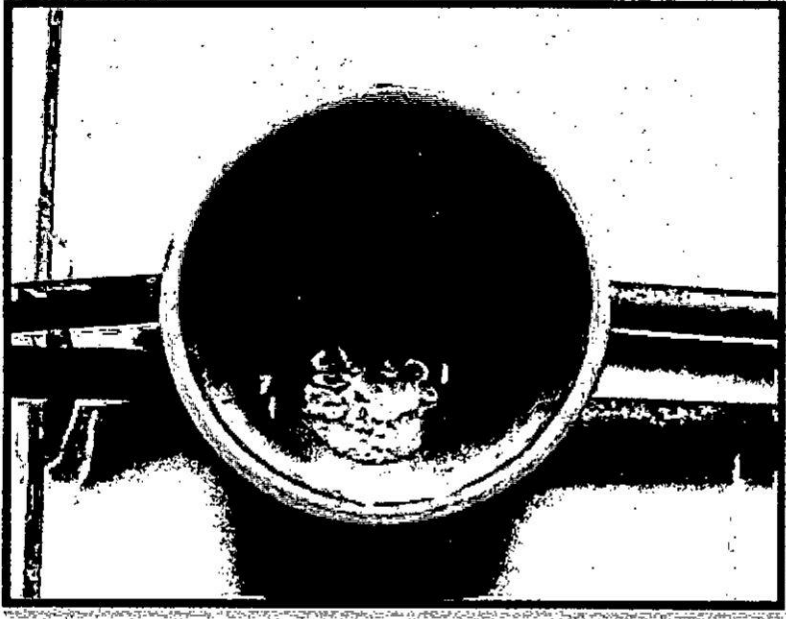
Fuente: Propia

### A.4.2 Entrada del crisol con muestra a mufla



Fuente: Propia

#### A.4.3 Salida del crisol con la muestra calcinada



Fuente: Propia

**A.5 ANÁLISIS CUANTITATIVO EXTERNO EN LABORATORIO  
UNMSM**



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)  
**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**  
CENPROFARMA  
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO



**PROTOCOLO DE ANÁLISIS N.º00199-CPF-2015**

ORDEN DE ANÁLISIS : 002939/2015  
SOLICITADO POR : JOSE JULIO CHAVEZ TOLEDO  
DIRECCIÓN : Calle Mascaypacha 642 Zarate - San Juan de Lurigancho - Lima  
MUESTRA : CONCENTRACIÓN DE TANINOS CONDENSADOS  
Nº DE LOTE : \_\_\_\_\_  
CANTIDAD : 01 Botella de vidrio  
FECHA DE RECEPCIÓN : 08 de Mayo del 2015  
FECHA DE FABRICACION : \_\_\_\_\_  
FECHA DE VENCIMIENTO : \_\_\_\_\_

PRUEBA	METODO	RESULTADO
CUANTIFICACIÓN : TANINOS CONDENSADOS	Espectrofotometría UV-Visible	0,1438ug/ml.

Lima, 02 de Junio del 2015.

  
Dra. María Elena Salazar Salvaterra  
Directora del Centro de Control Analítico



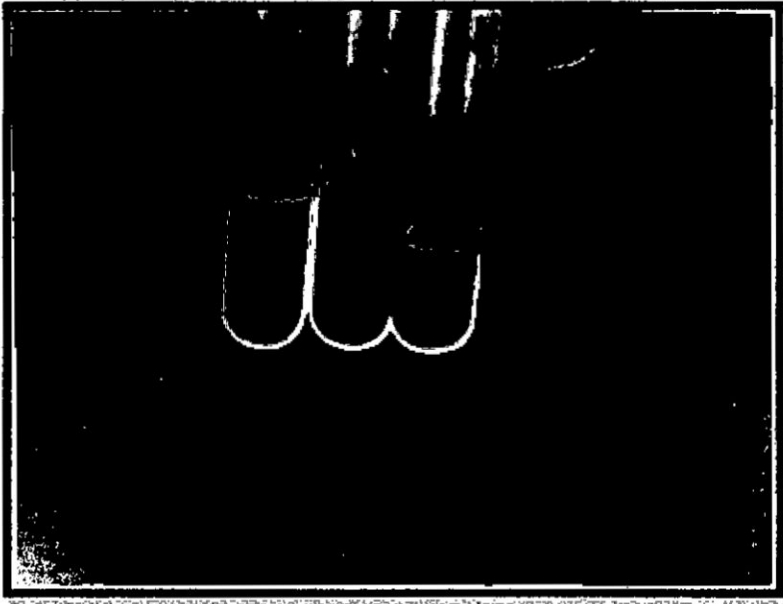
FCCA-009 R.J

**"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"**

Jr. Puno N° 1002, Jardín Botánico - Lima 1 - Perú - Telf: (511) 328-4737 Anexo 18 - Telf: (511) 328-7398 - Ap. Postal 1760 - Lima 1  
E-mail: cca@unmsm.edu.pe <http://www.unmsm.edu.pe/farmacologia>

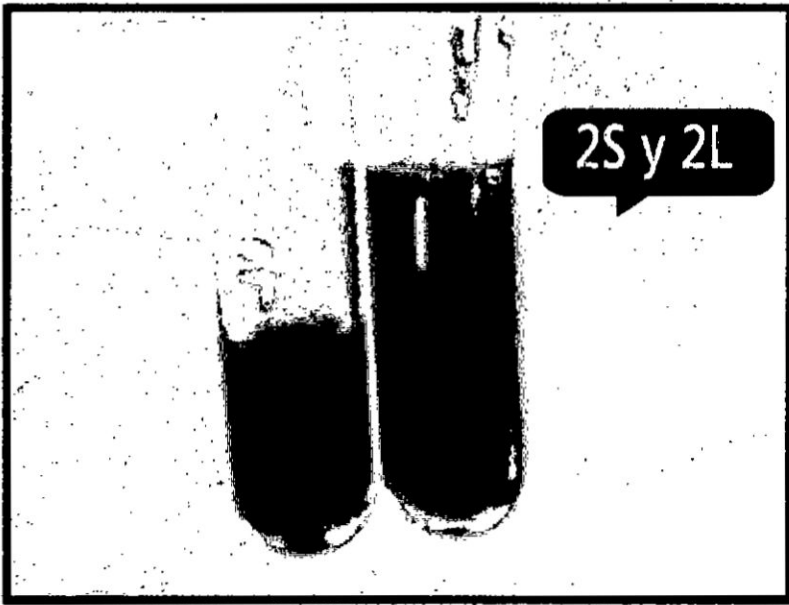
## A.6 IDENTIFICACIÓN CUALITATIVA DE TANINOS

### A.3.1 Primera prueba cualitativa



Fuente: Propia

### A.3.2 Segunda prueba cualitativa

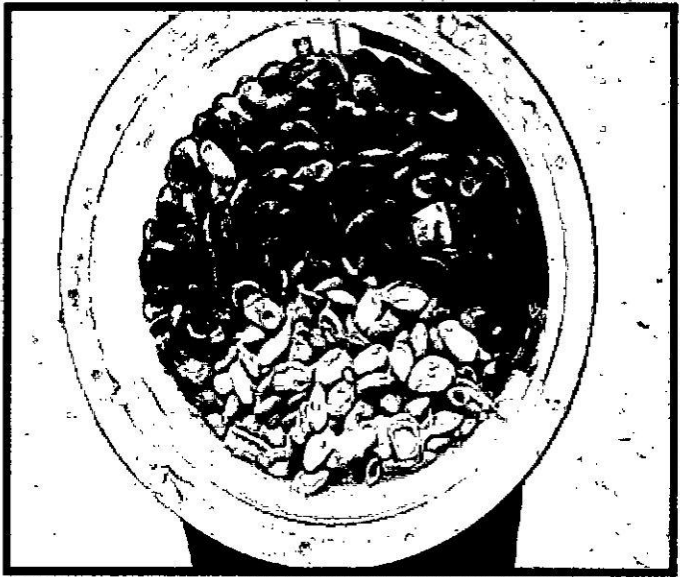


Fuente: Propia



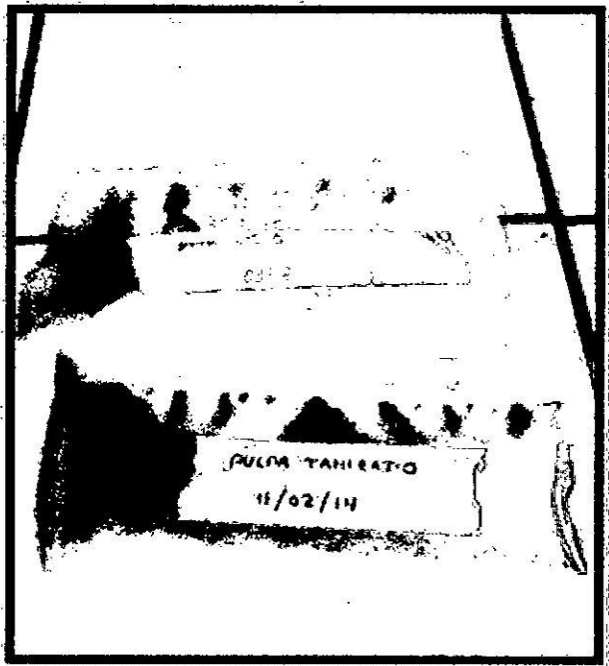
## A.7 SEMILLAS, PULPA Y VAINA DE LA ALGARROBA

### A.6.1 Semillas



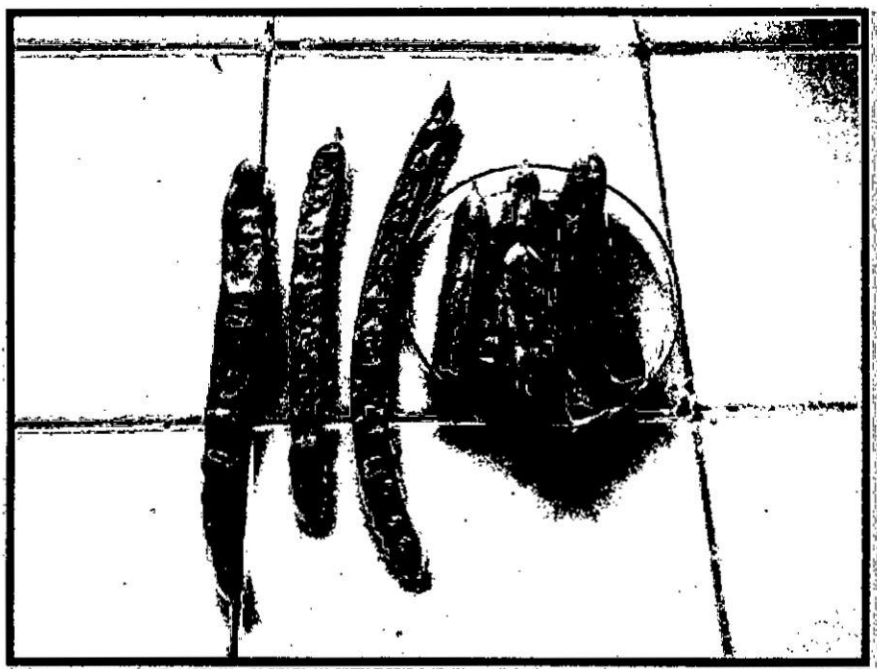
Fuente: Propia

### A.6.2 Pulpa



Fuente: Propia

### A.6.2 Vaina de algarroba



Fuente: Propia

## **APENDICE**

### **A.RESUMEN DEL DECRETO SUPREMO N° 024-2013-EF PARA CONTROL DE REACTIVOS QUÍMICOS**

**Decreto Supremo que especifica insumos químicos, productos y sus subproductos o derivados, objeto de control a que se refiere el Artículo 5° del Decreto Legislativo N°1126, que establece medidas de control en los insumos químicos y productos fiscalizados, maquinarias y equipos utilizados para la elaboración de drogas ilícitas**

#### **DECRETO SUPREMO N° 024-2013-EF**

#### **EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA**

#### **CONSIDERANDO:**

Que mediante Decreto Legislativo N° 1126 y norma modificatoria, se establecen medidas de control en los insumos químicos y productos fiscalizados, maquinarias y equipos utilizados para la elaboración de drogas ilícitas;

Que el primer párrafo de la Primera Disposición Complementaria Final del Decreto Legislativo N° 1126 y norma modificatoria, señala que éste entrará en vigencia a los ciento ochenta (180) días calendario desde la publicación de su reglamento, excepto los artículos 2°, 5°, 30°, 31°, 32°, 33°, 39°, 40°, 41°, 42°, 43° y 44°, que entrarán en vigencia a los noventa (90) días siguientes de su publicación;

Que el último párrafo de la citada Disposición Complementaria Final señala que las disposiciones de la Ley N° 28305, Ley de control de insumos químicos y productos fiscalizados, y normas modificatorias, regirán hasta que entren en vigencia las disposiciones del citado Decreto Legislativo conforme a lo señalado en el considerando precedente;

Que el Artículo 2° del referido Decreto Legislativo define como Bienes Fiscalizados a los insumos químicos, productos y sus subproductos o derivados, maquinarias y equipos utilizados, directa o indirectamente, en la elaboración de drogas ilícitas, que están dentro de los alcances del referido Decreto Legislativo;

Que el Artículo 5° de la misma norma señala que los insumos químicos, productos y sus subproductos o derivados, que sean utilizados para la elaboración de drogas ilícitas, serán fiscalizados, cualquiera sea su denominación, forma o presentación. Agrega que mediante Decreto Supremo, a propuesta de la SUNAT, refrendado por el titular del Ministerio del Interior, el titular del Ministerio de la Producción,

y el titular del Ministerio de Economía y Finanzas en el marco de sus competencias, se especificarán los insumos químicos, productos y sus Subproductos o derivados, objeto de control;

De conformidad con el inciso 8) del Artículo 118° de la Constitución Política del Perú; el inciso 3) del Artículo 11° de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo; y, el Artículo 5° del Decreto Legislativo N° 1126 y norma modificatoria;

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros;

**DECRETA:**

**Artículo 1°.- DE LOS INSUMOS QUÍMICOS Y PRODUCTOS FISCALIZADOS**

Los siguientes insumos químicos y productos están sujetos al registro, control y fiscalización, cualquiera sea su denominación, forma o presentación:

- Acetona
- Acetato de Etilo
- Ácido Sulfúrico
- Ácido Clorhídrico y/o Muriático
- Ácido Nítrico
- Amoníaco
- Anhídrido Acético
- Benceno
- Carbonato de Sodio
- Carbonato de Potasio
- Cloruro de Amonio
- Éter Etílico
- Hexano
- Hidróxido de Calcio
- Hipoclorito de Sodio
- Kerosene
- MetilEtil Cetona
- Permanganato de Potasio
- Sulfato de Sodio
- Tolueno
- MetilIsobutil Cetona
- Xileno
- Óxido de Calcio
- Piperonal
- Safrol
- Isosafrol
- Ácido Antranílico
- Solvente N° 1

- Solvente N° 3
- Hidrocarburo Alifático Liviano (HAL)
- Hidrocarburo Acíclico Saturado (HAS)
- Kerosene de aviación Turbo Jet A1
- Kerosene de aviación Turbo JP5
- Gasolinas y Gasoholes
- Diésel y sus mezclas con Biodiesel

El Solvente N° 1, Solvente N° 3, Hidrocarburo Alifático Liviano (HAL), Hidrocarburo Acíclico Saturado (HAS), Kerosene de aviación Turbo Jet A1, Kerosene de aviación Turbo JP5, Gasolinas y Gasoholes, Diésel y sus mezclas con Biodiesel, serán controlados y fiscalizados únicamente en las zonas geográficas establecidas por el Artículo 1° del Decreto Supremo N° 021-2008-DE-SG y normas modificatorias, y el Decreto Supremo N° 005-2007-IN.

Los insumos químicos y productos indicados, están sujetos a control y fiscalización siempre que se encuentren en una concentración igual o superior al 80%, excepto el óxido de calcio que se controla y fiscaliza a partir del 70%.

Los insumos químicos y productos mencionados, están sujetos a control y fiscalización aun cuando se encuentren diluidos o rebajados en su concentración porcentual en solución acuosa (agua), excepto el hipoclorito de sodio que se encuentra sujeto a control y fiscalización en concentraciones superiores al 8%.

En los Anexos N° 1 y N° 2, que forman parte del presente Decreto Supremo, se enuncia los diferentes nombres o denominaciones de los insumos químicos y productos fiscalizados mencionados en el presente artículo.

## **Artículo 2°- DE LOS DERIVADOS DE LOS INSUMOS QUÍMICOS Y PRODUCTOS**

### **FISCALIZADOS**

2.1 De las mezclas sujetas a control y fiscalización Los insumos químicos que a continuación se señalan están sujetos a control y fiscalización aún cuando se encuentren en las mezclas siguientes:

- a) Del ácido clorhídrico en una concentración superior al 10%.
- b) Del ácido sulfúrico en una concentración superior al 30%.
- c) Del permanganato de potasio en una concentración superior al 30%.
- d) Del carbonato de sodio en una concentración superior al 30%.
- e) Del carbonato de potasio en una concentración superior al 30%.

2.2 De los disolventes sujetos a control y fiscalización Se considera un disolvente sujeto a control y fiscalización, con características similares al thinner, a toda mezcla líquida orgánica capaz de disolver (disgregar) otras sustancias como lacas, tintas, pinturas, celulosas, resinas, entre otras, para formar una mezcla uniforme; que contenga uno o más solventes químicos fiscalizados, tales como acetona, acetato de etilo, benceno, éter etílico, hexano, metiletil cetona, metilesobutil cetona, tolueno y xileno, en concentraciones que sumadas sean superiores al 20% en peso.

### **Artículo 3°.- REFRENDO**

El presente Decreto Supremo será refrendado por los Ministros de Economía y Finanzas, del Interior y de la Producción.

### **DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL**

#### **Única.- VIGENCIA**

El presente Decreto Supremo y sus anexos, entran en vigencia al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veinte días del mes de febrero del año dos mil trece.

**OLLANTA HUMALA TASSO**  
Presidente Constitucional de la República

**LUIS MIGUEL CASTILLA RUBIO**  
Ministro de Economía y Finanzas

**WILFREDO PEDRAZA SIERRA**  
Ministro del Interior

**GLADYS MÓNICA TRIVEÑO CHAN JAN**  
Ministra de la Producción

## **B.ÚLTIMOS AVANCES APLICATIVOS EN EL PERÚ DE LOS TANINOS EN LA INDUSTRIA DE LAS PINTURAS**

### **Fabrican pintura de bajo impacto ambiental**

Luego de tres años de investigación y ensayos permanentes en los laboratorios y en el campo, investigadores de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) y la empresa J&S Ferretería Industrial S.A.C. (Universal Colors) consiguieron una fórmula especial para la fabricación de pinturas en el país que tienen la particularidad de ser ecológicas y anticorrosivas.

“Lo que se buscó en este trabajo fue reemplazar el pigmento anticorrosivo cromato de zinc [material tóxico] que se emplea para el pintado de barcos pesqueros y demás estructuras metálicas, por otro que no sea dañino y que sea amigable con el medio ambiente”, explicó a El Comercio el doctor Santiago Flores Merino, director del proyecto y del Instituto de Corrosión y Protección de la PUCP.

Señaló que las pinturas con cromato de zinc son muy tóxicas y de uso común, y son empleadas como base para pintar metales en el ámbito doméstico e industrial. “Si no se toman los cuidados respectivos al momento de aplicarlas y removerlas, estas causarían daños a la salud de la persona y al medio ambiente. Por ello en países adelantados está restringido su empleo”, advirtió.

Actualmente en el mundo existen alternativas ecológicas para este tipo de pigmento, tales como el fosfato de zinc. “En el Perú también tenemos pinturas con este tipo de pigmentos, pero todas ellas se importan. Nosotros, tras varias pruebas, hemos llegado a fabricarla”, indicó Flores.

### **ALTA CORROSIÓN**

No fue sencillo encontrar la formulación apropiada y exacta para la fabricación de la pintura ecológica y anticorrosiva. Para llegar a los resultados finales, el proyecto puso a prueba la pintura –con pigmentos de fosfato de zinc, óxido de zinc, **taninos metálicos**– en ensayos de corrosión acelerada y de exposición natural.

Los ensayos de corrosión acelerada fueron hechos en los laboratorios de la PUCP, mientras los de exposición natural se realizaron en cuatro zonas de la costa peruana: Arequipa, Lima, Chimbote y Trujillo. “La costa de Arequipa tiene la atmósfera menos agresiva para la corrosión; luego le siguen Lima y Chimbote. Pero Trujillo registra un alto grado de corrosión. Podría decirse que tiene los niveles más altos del país e incluso de Sudamérica”, comentó el especialista.

### **Primeros Resultados**

El conjunto de estos resultados permitió a los investigadores de este proyecto, que tuvo el financiamiento del Programa de Ciencia y Tecnología (Fincyt), seleccionar las pinturas con la misma eficiencia anticorrosiva que el cromato de zinc, pero que fueron formuladas con pigmentos inhibidores de la corrosión de características no tóxicas.

El desarrollo de este proyecto fue posible gracias a la participación conjunta de la empresa J&S Ferretería Industrial S.A.C. “Los resultados fueron más que satisfactorios. Apostamos por la fabricación de pinturas ecológicas y finalmente lo hemos logrado con apoyo y asesoría de la PUCP”, comentó el ingeniero Luis Figueroa Ramos, asesor técnico de la mencionada empresa.

Señaló que han comenzado a vender este tipo de pinturas con la nueva formulación. “La apuesta por el medio ambiente y la salud de las personas por parte de algunas empresas nos ha permitido fabricar un primer lote. Esperamos que este trabajo de investigación e innovación entre la universidad y la empresa prosiga”, subrayó.

Fuente: <http://elcomercio.pe/blog/vidayfuturo/2011/01/fabrican-pintura-de-bajo-impac>



## C.REALIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE ALGARROBO EN EL DEPARTAMENTO DE PIURA

*Enrique Villegas Rivas*

*Piura*

Los bosques secos de Piura están enfermos, débiles, no producen vaina ni flor, entonces la apicultura y la ganadería que se sustentan en la algarroba están preocupadas con su futuro, advirtió el investigador del área departamental de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad de Piura (UDEP), Gastón Cruz Alcedo.

En ese contexto, el especialista lamentó la drástica reducción en la producción de algarroba, considerando que en el 2014 se estimaba que los bosques de Piura podían producir 200 mil toneladas de algarroba al año; sin embargo, en la actualidad llegan a las 5 mil o 7 mil toneladas.

“El tema tiene varios componentes, una de las hipótesis, porque todavía estamos en estudio, es que es resultado del cambio climático que estaría produciendo variaciones mínimas de temperaturas, las cuales hacen proliferar nuevas plagas. La cosecha del 2013 se vio reducida, y las épocas de floración y fructificación fueron distintas”, explicó.

Lo preocupante, anotó el ingeniero, es que en los campos de Locuto o Nacho Távora se escucha decir que el algarrobo está enfermo, no produce y algunos llegan a morir. Incluso en la UDEP, en donde hay un bosque de algarrobos, se ha visto que en los dos últimos años no ha habido producción, los árboles están debilitados pese a que hay riego muy cerca.

“En Lambayeque y Tumbes está la misma preocupación y se investiga la aparición de alguna plaga; sin embargo, creo que las plagas no son la única causa de la muerte del algarrobo. Tal vez es la falta de agua en el subsuelo, la napa freática está muy profunda debido a la ausencia de lluvias, además de las pequeñas variaciones de temperaturas porque modifica el período de crecimiento del algarrobo”, refirió.

Los más perjudicados son los productores de derivados de la algarroba, pues deben comprar a un precio elevado y ahora trabajan con el Mincetur y Promperú para superar las barreras sanitarias de la comunidad europea y así exportar la harina de algarrobo que es muy cotizada en los Estados Unidos.

“Hay que hacer investigación, manejo de estrategias para conservar las plantas y los algarrobos que estén bien no se mueran, realizar control para no perder los pocos bosques que tenemos, priorizar la reforestación y conservación de geoplasma. En los últimos 20 años se han perdido más de 500 mil hectáreas de bosques secos de las dos millones 500 mil existentes en Piura”, sostuvo.

Fuente: <http://archivo.larepublica.pe/30-11-2014/produccion-de-algarrobo-paso-de-200-mil-a-5-mil-toneladas>