

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DIRIGIDO**

**ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALTERNATIVOS A PARTIR DEL FRUTO DE ALGARROBO (*Prosopis chilensis*) Y (*Prosopis flexuosa*)., PARA LA NUTRICIÓN HUMANA, EN COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE MECAPACA SEGUNDA SECCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

**Presentado por: GERMÁN LOZA QUISPÉ**

**La Paz-Bolivia  
2016**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALTERNATIVOS A PARTIR DEL  
FRUTO DE ALGARROBO (*Prosopis chilensis*) Y (*Prosopis flexuosa*).,  
PARA LA NUTRICIÓN HUMANA, EN COMUNIDADES DEL MUNICIPIO  
DE MECAPACA SEGUNDA SECCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

*Trabajo dirigido presentado como requisito  
parcial para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo*

**Presentado por: GERMÁN LOZA QUISPÉ**

**Asesores:**

Ing. Agr. Freddy Carlos Mena Herrera .....

**Comité revisor:**

Ing. Agr. René Calatayud Valdez .....

Ing. Ph. D. Raúl Portillo Prieto .....

**APROBADO**

**Presidente Tribunal Examinador** .....

**La Paz-Bolivia  
2016**

## **DEDICATORIA**

*A Dios por guiarme en el camino de la fe, con el afán de servir al prójimo  
Con mucho cariño a la memoria de mi Padre Sof. Félix Loza Morales (24-06-2016)  
A la memoria de mi querido Hijo José Tiago Loza Chungara (12-03-2016)*

*A mi madre María Quispe de Loza, a mis hermanos/as Margarita, Juana, Ana  
Jacqueline, Néstor, Pablo, Martin, a todos mis sobrinos/as en especial a Jenny y  
Ana María, a mi esposa Rosemary Changara Gutiérrez, y muy muy especialmente  
a la luz de mi vida Xenia María Loza Chungara.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco sinceramente a las siguientes instituciones y personas: A la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, a su personal administrativo y plantel de docentes los cuales posibilitaron mi formación académica política y moral.

A el Ing. Agr. J. Eduardo Oviedo Farfán, por su comprensión, colaboración y apoyo en la presentación de este documento.

A el Ing. Agr. Carlos Mena Herrera, al cual agradezco su amistad y consejo profesional en la elaboración del presente documento.

Al el Ing. Agr. René Calatayud Valdez, con el cual nos aventuramos a trabajar en la estación experimental de Cota Cota, en esos tiempos cuando esta solo era un erial. Al cual considero un amigo particular y uno de mis mentores en mi vida profesional.

A el Ing. Ph. D. Raúl Portillo Prieto, por su colaboración, orientación profesional, y consejos impartidos en la revisión final de presente trabajo.

A la Ing Agr. Rosario Chura Villacorta que coadyuvo en la revisión del trabajo, amiga con una A mayúscula.

Al plantel administrativo de la Facultad de agronomía por ayudarme a agilizar este proceso, en especial a la dirección de Kardex.

A mis amigos: Edwin Bazán, Giovanni Suxo, Alex Howard, por su amistad incondicional en el tiempo de estudiantes y en la vida profesional. A todos mis amigos de la facultad de agronomía, al TPC Arquitectura. A todos ellos/as mil gracias.

## CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y FOTOS.....	IV
RESUMEN.....	VI
SUMARY.....	VIII

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes .....	2
1.2 Planteamiento del problema .....	5
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivos .....	6
1.4.1 Objetivo general .....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
1.5 Metas .....	6
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
2.1 Contexto Normativo.....	7
2.2 Marco Conceptual .....	8
2.2.1 Características de la especie.....	11
2.2.2 Taxonomía de las especies en estudio .....	12
2.2.3 Morfología .....	13
2.2.3.1 Altura.....	13
2.2.3.2 Copa.....	13
2.2.3.3 Corteza.....	13
2.2.3.4 Hojas .....	14
2.2.3.5 Flores .....	14
2.2.3.6 Frutos .....	15
2.2.3.7 Semillas.....	16
2.2.3.8 Raíces .....	16
2.3 Fisiografía.....	17
2.3.1 Hábitat natural de crecimiento .....	17
2.3.2 Clima .....	17
2.3.3 Suelo .....	18
2.3.4 Topografía .....	18
2.3.5 Enfermedades .....	18
2.3.6 Plagas .....	19
2.3.6.1 Gorgojos o Láridos .....	20
2.4 Fenología .....	21
2.4.1 Floración.....	21
2.4.2 Fructificación .....	21

2.4.3 Defoliación.....	21
2.5 Ecosistema.....	21
2.6 Uso actual del genero Prosopis .....	23
2.6.1 Madera .....	23
2.6.2 Frutos .....	24
2.6.3 Hojas .....	25
2.6.4 Miel y Cera .....	27
2.6.5 Goma.....	28
2.6.6 Curtientes .....	29
2.6.7 Fibra.....	30
2.6.8 Tinturas .....	30
2.6.9 Usos Medicinales .....	30
2.7 El algarrobo como alimento de consumo humano .....	31
2.7.1 Propiedades y valor nutricional.....	33
2.7.1.1 Usos como sustituto de algunos alimentos .....	33
2.7.1.2 Usos como insumo para elaborar otros alimentos .....	34
2.8 Principales productos derivados del algarrobo .....	34
2.9 Principales productos ofertados en la ciudad de La Paz.....	37
2.9.1 Algarrobina (arrobe).....	37
2.9.2 Harina de algarroba.....	37
2.9.3 Café de algarroba.....	37
2.10 Análisis FODA .....	38
2.9.3 FODA del producto .....	38
<b>III. SECCIÓN DIAGNOSTICA .....</b>	<b>40</b>
3.1 Localización y ubicación .....	40
3.1.1 Ubicación geográfica .....	40
3.1.2 Latitud y longitud .....	40
3.1.3 Límites territoriales .....	40
3.1.4 Extensión.....	40
3.1.5 Descripción fisiográfica.....	42
3.1.6 Altitudes.....	42
3.1.7 Relieve .....	43
3.1.8 Clima .....	43
3.1.9 Temperaturas .....	43
3.1.10 Precipitaciones pluviales y periodos .....	44
3.1.11 Humedad relativa.....	44
3.1.12 Suelos .....	44
3.1.13 Flora .....	45
3.1.14 Fauna .....	46
3.2 Materiales.....	47
3.2.1 Material logístico.....	47
3.2.2 Material de gabinete .....	47
3.2.3 Material biológico.....	47
3.2.4 Utensilios.....	48
3.3 Metodología.....	48
3.3.1 Recolección de la información .....	48
3.3.1.1 Información secundaria .....	48

3.3.1.2	Información primaria .....	49
3.3.1.3	Métodos para obtener información de campo .....	49
3.3.1.3.1	Encuestas .....	49
3.3.1.3.2	Entrevistas .....	49
3.3.1.3.3	Observación directa .....	50
3.4	Modelo estadístico .....	51
3.4.1	Determinación del tamaño de la muestra .....	51
3.5	Variables de respuesta .....	52
<b>IV.</b>	<b>SECCIÓN PROPOSITIVA</b> .....	<b>53</b>
4.1	<b>Aspecto Social:</b> Uso actual del algarrobo en el municipio de MECAPACA .....	53
4.1.1	El algarrobo como alimento animal .....	54
4.1.2	El algarrobo como combustible (leña) .....	56
4.1.3	El Algarrobo como herramienta .....	58
4.1.4	El Algarrobo como alimento humano .....	59
4.1.5	Algarrobo en la medicina tradicional .....	60
4.2	<b>Aspecto Técnico:</b> Identificar y caracterizar las especies de <i>Prosopis</i> .....	61
4.2.1	Identificación de las especies aptas para la elaboración de productos .....	61
4.2.1.1	<i>Prosopis chilensis</i> (V <sub>1</sub> ) .....	61
4.2.1.2	<i>Prosopis chilensis</i> (V <sub>2</sub> ) .....	62
4.2.1.3	<i>Prosopis flexuosa</i> .....	64
4.2.2	Disponibilidad de implementos y equipos para el proceso .....	64
4.2.2.1	Molino de martillo .....	65
4.2.2.2	Horno a gas licuado de petróleo .....	66
4.2.2.3	Secador solar .....	66
4.2.2.4	Balanza Electrónica .....	66
4.2.2.5	Tamiz .....	67
4.2.3	Elaboración de HARINA de algarrobo .....	68
4.2.3.1	Descripción del Proceso .....	69
4.2.4	Elaboración de ALGARROBINA .....	77
4.2.4.1	Proceso productivo .....	78
4.2.4.2	Descripción del Proceso .....	79
4.2.5	Asistencia técnica .....	85
4.3	<b>Aspecto Económico Productivo:</b> Existencia de materia prima .....	86
4.3.1	Materia prima .....	86
4.3.2	Requisitos de la algarroba .....	87
4.3.3	Oferta De Algarroba .....	88
4.3.4	Rendimiento por producto .....	88
4.3.4.1	Rendimiento de Harina de algarrobo .....	88
4.3.4.2	Rendimiento de la Algarrobina .....	89
4.3.5	Evolución de los precios .....	90
4.3.6	Relación C/B .....	90
4.3.6.1	Relación C/B Harina de algarrobo .....	91
4.3.6.2	Relación C/B algarrobina .....	92
<b>V</b>	<b>SECCIÓN CONCLUSIVA</b> .....	<b>93</b>
5.1	Conclusiones .....	93
5.2	Recomendaciones .....	94
<b>VI</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA</b> .....	<b>96</b>

<b>ANEXOS</b> .....	<b>103</b>
Anexo 1 Encuesta .....	103

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y FOTOS

<b>Cuadro 1.</b> Composición química de tres especies de <i>Prosopis spp</i> .....	9
<b>Cuadro 2.</b> Composición proximal de los frutos de <i>Prosopis chilensis</i> .....	9
<b>Cuadro 3.</b> Superficies por cantones de Mecapaca.....	42
<b>Cuadro 4.</b> Altitudes del Municipio de Mecapaca .....	43
<b>Cuadro 5.</b> Flora arbustivas representativa de la región .....	45
<b>Cuadro 6.</b> Flora arbórea representativa de la región.....	46
<b>Cuadro 7.</b> Aves representativas de la región .....	46
<b>Cuadro 8.</b> Mamíferos representativos de la región.....	47
<b>Cuadro 9.</b> Variables de respuesta.....	52
<b>Cuadro 10.</b> Alimentación animal del heno de <i>P.pallida</i> .....	55
<b>Cuadro 11.</b> El algarrobo como combustible .....	58
<b>Cuadro 12.</b> Valor nutritivo de la harina de algarrobo .....	68
<b>Cuadro 13.</b> Requisitos físico químicos de la algarrobina.....	77
<b>Cuadro 14.</b> Requisitos organolépticos de la algarrobina .....	78
<b>Cuadro 15.</b> Rendimiento esperado en la elaboración de harina de algarrobo .....	88
<b>Cuadro 16.</b> Rendimiento esperado de algarrobo trozado.....	89
<b>Cuadro 17.</b> Rendimiento en la elaboración de algarrobina.....	89
<b>Cuadro 18.</b> Costos de producción, Harina de algarrobo.....	91
<b>Cuadro 19.</b> Costos de comercialización, Harina de algarrobo.....	91
<b>Cuadro 20.</b> Costos de producción de la algarrobina .....	92
<b>Cuadro 21.</b> Costos de comercialización de la algarrobina.....	92
<b>Figura 1.</b> Productos a partir del procesamiento de frutos del Algarrobo .....	4
<b>Figura 2.</b> Características del árbol de algarrobo .....	14
<b>Figura 3.</b> Estructuras florales y fruto de las especies en estudio.....	15
<b>Figura 4.</b> Representación del sistema radicular del algarrobo.....	16
<b>Figura 5.</b> Procesamiento de frutos del algarrobo .....	36
<b>Figura 6.</b> Mapa de ubicación de la zona de estudio .....	41
<b>Figura 7.</b> Nombre autóctono del <i>P. chilensis</i> .....	53
<b>Figura 8.</b> Uso tradicional del algarrobo en del municipio de Mecapaca.....	54
<b>Figura 9.</b> Uso del algarrobo como alimento animal .....	55
<b>Figura 10.</b> El algarrobo como combustible para la cocina .....	57
<b>Figura 11.</b> El algarrobo como combustible para hornos .....	57
<b>Figura 12.</b> El Algarrobo como herramienta.....	58
<b>Figura 13.</b> El Algarrobo como alimento humano .....	59
<b>Figura 14.</b> El Algarrobo en la medicina tradicional .....	60
<b>Figura 15.</b> Descripción del proceso en la elaboración de harina .....	69
<b>Figura 16.</b> Descripción del proceso en la elaboración de algarrobina .....	78



<b>Foto 1.</b>	Gorgojo del algarrobo ( <i>Bruchus brachialis</i> Fahraeus) .....	20
<b>Foto 2.</b>	<i>Prosopis chilens</i> en plena floración mes de noviembre .....	22
<b>Foto 3.</b>	<i>Prosopis chilens</i> en plena fructificación mes de febrero .....	22
<b>Foto 4.</b>	Vainas de <i>Prosopis flexuosa</i> listas para su recolección .....	23
<b>Foto 5.</b>	Tala de los arboles, para el uso como leña .....	24
<b>Foto 6.</b>	Vainas cosechadas de <i>Prosopis chilensis</i> .....	25
<b>Foto 7.</b>	Detalle de las vainas y semilla de <i>Prosopis chilensis</i> .....	26
<b>Foto 8.</b>	Detalle de las semillas de <i>Prosopis chilensis</i> .....	26
<b>Foto 9.</b>	Las flores de <i>Prosopis chilensis</i> como recurso melífero .....	27
<b>Foto 10.</b>	Rayado artificial para la extracción de goma de <i>Prosopis juliflora</i> .....	29
<b>Foto 11.</b>	Exudación gomosa de <i>Prosopis juliflora</i> .....	29
<b>Foto 12.</b>	Algunos de los usos tradicionales del tronco de Algarrobo .....	59
<b>Foto 13.</b>	Vainas secas de <i>P.chilensis</i> (V <sub>1</sub> ).....	61
<b>Foto 14.</b>	Vainas secas de <i>Prosopis chilensis</i> (V <sub>2</sub> ) .....	63
<b>Foto 15.</b>	Vainas secas <i>Prosopis flexuosa</i> color oscuro .....	64
<b>Foto 16.</b>	Molino de martillo utilizado para la trituración de algarrobo .....	65
<b>Foto 17.</b>	Horno a GLP para el secado del algarrobo .....	66
<b>Foto 18.</b>	Secador solar con materiales de la región .....	67
<b>Foto 19.</b>	Tamiz con mallas de distintos diámetros.....	67
<b>Foto 20.</b>	Acopio y almacenamiento de vainas de algarrobo .....	73
<b>Foto 21.</b>	Trozado de vainas de algarrobo.....	74
<b>Foto 22.</b>	Secado de las vainas al horno .....	74
<b>Foto 23.</b>	Tamizado del producto en malla .....	75
<b>Foto 24.</b>	Envasado del producto .....	75
<b>Foto 25.</b>	Producto envasado con un peso de 500 gr. ....	76
<b>Foto 26.</b>	Producto procesado .....	76
<b>Foto 27.</b>	Presentación del producto para su venta .....	77
<b>Foto 28.</b>	Acopio de vainas de algarrobo.....	81
<b>Foto 29.</b>	Proceso de selección.....	82
<b>Foto 30.</b>	Vainas seleccionadas .....	82
<b>Foto 31.</b>	Cocción de vainas de algarrobo .....	83
<b>Foto 32.</b>	Concentrado de del jugo .....	83
<b>Foto 32.</b>	Envasado de algarrobina .....	84
<b>Foto 34.</b>	Presentación del producto terminado (algarrobina).....	84
<b>Foto 35.</b>	Presentación del producto para la venta .....	85
<b>Foto 36.</b>	Vainas infestadas con gorgojo .....	86
<b>Foto 37.</b>	Agrupaciones de algarrobo en la localidad de Mecapaca .....	86
<b>Foto 38.</b>	Agrupaciones de algarrobo localidad el Palomar .....	87

## RESUMEN

El presente estudio se llevo a cabo en el municipio Mecapaca, Segunda Sección Municipal de la Provincia Murillo del Departamento La Paz. Ubicada a 29 km de la ciudad de La Paz sede de gobierno.

El objetivo de este estudio fue conocer y evaluar las estrategias de uso y manejo del genero *Prosopis* (algarrobo T'hajo) en el municipio de Mecapaca, de esta forma conocer si las comunidades participantes, realizan algún tipo de explotación de este recurso como alimento humano.

Además identificando las especies existentes y seleccionándolas para la transformación en sub productos como la algarrobina, y harina de vainas de algarrobo. Por su abundancia se identifican dos especies potenciales para la elaboración de sub productos, siendo el *Prosopis chilensis* y el *Prosopis Flexuosa*, las que se adecuan a estos procesos.

En base a la información consultada se diseña un proceso para la transformación de los productos mencionados, de tal forma que estos sean fácilmente replicables por personas interesadas de la comunidad, así mismo se utilizan herramientas y utensilios de fácil adquisición en el mercado.

Las dificultades encontradas en la molienda de las vainas de algarrobo, por el apelmazado en el molino, se subsanan realizando operaciones como el trozado de las vainas y un secado al horno en el cual se establece un tiempo y temperatura adecuada para este proceso. En cuanto se refiere a la algarrobina se establece como un parámetro de estabilización de la algarrobina, al cambio de coloración del jugo producto de la cocción y tamizado de las vainas trozadas de algarrobo.

La demanda existente por los productos orgánicos, sanos, nutritivos, y con menos contenido calórico, hacen de esta especie un potencial para desarrollar la

innovación de un producto para consumo humano como lo es la Algarrobina y la Harina de Algarrobo.

Estas características hacen de estas especies un recurso de mucho interés para mitigar el cambio climático, en zonas áridas y semiáridas del país, razón por la cual se sugiere las plantaciones fuera de sus regiones de distribución natural.

## SUMMARY

The present study was carried out in the municipality of Mecapaca, Second Municipal Section of the Murillo Province of La Paz Department. Located 29 km from the city of La Paz government seat.

The objective of this study was to know and evaluate the strategies of use and management of the genus *Prosopis* (T'hajo algarrobo) in the municipality of Mecapaca, in order to know if the participating communities, some kind of exploitation of this resource as human food .

Also identifying the existing species and selecting them for transformation into sub products such as algarrobina, and meal of carob pods. Due to its abundance, two potential species are identified for the elaboration of subproducts, being *Prosopis chilensis* and *Prosopis Flexuosa*, which conform to these processes.

Based on the information consulted, a process is designed for the transformation of the mentioned products, so that they can be easily replicated by interested people of the community, as well as tools and utensils that are easy to acquire in the market.

The difficulties encountered in the grinding of carob pods, by the caking in the mill, are remedied by performing operations such as pods and drying in the kiln in which a suitable time and temperature is established for this process. As far as algarrobina is concerned, it is established as a parameter of stabilization of the algarrobina, to the change of coloration of the juice product of the cooking and sieving of the carved pods of algarrobo.

The existing demand for organic, healthy, nutritious, and with less caloric content, make this species a potential to develop the innovation of a product for human consumption such as Algarrobina and Algarrobo Flour.

These characteristics make these species a very interesting resource to mitigate climate change, in arid and semi-arid zones of the country, which is why plantations outside their natural distribution regions are suggested.

## I. INTRODUCCIÓN

La utilización de los cultivos arbóreos para la alimentación humana y animal ha sido aplicada por décadas por las poblaciones originarias en el mundo, utilizando sus frutos como forraje o procesándolos de manera artesanal para obtener productos para consumo humano.

La creciente desertificación en el planeta, conlleva el interés por encontrar especies que permitan adaptarse a estas condiciones climáticas para así atenuar la erosión y obtener un uso agrícola. Pero no es suficiente buscar estas características en una especie, sino que además es indispensable que exista la posibilidad de obtener un uso agroindustrial para mejorar el valor agregado de estos cultivos.

La aparición de nuevos productos de uso agroindustrial, permite abrir paso a nuevas posibilidades de encontrar sustitutos alimenticios de excelente calidad nutricional que pueden ser utilizados para consumo humano o animal.

Bolivia pertenecer a la gran zona del chaco americano, además de países como Argentina, Brasil, Paraguay, se caracterizan por poseer una extensa superficie que forma parte de las zonas áridas donde se encuentran especies del género *Prosopis* (algarrobo), que también se pueden encontrar en los Valles Secos Interandinos, esta unidad forma un conjunto de bosques secos, chaparrales, matorrales y tierras erosionadas, que se extiende desde el norte de La Paz hasta el sur de Tarija, estos presentan un interesante potencial por los productos que de él se pueden extraer.

El Algarrobo es recomendado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) para combatir la desertificación y recuperar ecosistemas degradados. Además, numerosas universidades de Latinoamérica han hecho múltiples estudios que evidencian las excelentes propiedades nutricionales de su fruto que puede ser procesado y utilizado en la agroindustria.

La gran diversidad morfológica de las especies de Sudamérica, que abarca casi todos los caracteres encontrados en Norte América y el Viejo Mundo, sugiere que Sudamérica sería el centro de diversificación del género. Evidentemente los procesos de especiación y diversificación ecológica proceden en su gran mayoría de las zonas no tropicales de Sudamérica, (Mom M. 2012).

## **1.1 Antecedentes**

Existen estudios que evalúan la composición química nutricional de los frutos de especies de *Prosopis* (Algarrobo) provenientes de diferentes regiones geográficas. Los análisis proximales de vainas enteras muestran resultados similares para varias de ellas, pero estos brindan información limitada para proponer nuevas formas de uso en nutrición humana.

Escobar, B. et al. (2009), indica que se ha tenido interés por estudiar el género *Prosopis* como recurso nutricional para el hombre, procurando obtener harinas por molienda de los frutos y una posterior separación de fracciones, como por ejemplo: harina con alto contenido de azúcares o harina con alto contenido de fibras.

Según la FAO (2010), los frutos del Algarrobo tienen los siguientes contenidos: 57,4% de sacarosa; 30,8% de mucílagos; 7,6 –10,2% de proteínas; 26% de fibras; 3,4-4,5% de cenizas; 1,65-2% de rutina y quercitina que son flavonoides. el mismo autor indica que el fruto del Algarrobo presenta un importante contenido de fibra, es por ello que el desarrollo de tecnologías y productos que permitan el aprovechamiento de esta, serán de gran importancia para potenciar su cultivo y explotación.

León L. (2014), menciona que dos ensayos en seres humanos con más de 100 participantes confirman que, en el marco de una alimentación equilibrada, la fibra de algarrobo puede reducir de forma significativa los valores de colesterol, en particular, del colesterol LDL, en personas con niveles elevados de colesterolemia.

El mismo autor menciona que en un estudio clínico abierto no controlado se observó que la ingestión diaria de 15 gramos de fibra de algarrobo durante 6 semanas redujo un 7,8 % el nivel total de colesterol y, un 12,2 %, el nivel de colesterol LDL.

En el Departamento de Agroindustria y Enología, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago Chile, realizaron un estudio del uso de harina de cotiledón de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) como fuente de proteína y fibra dietética en la elaboración de galletas y hojuelas fritas obteniendo que: “Se puede concluir, que la incorporación de hasta un 20% de harina de cotiledón de algarrobo en la elaboración de “snack” dulces (galletas) y salados (hojuelas fritas), aumenta su contenido de proteínas y el aporte de lisina disponible, así como aumenta el contenido de fibra dietética, mejorando la relación fibra soluble/fibra insoluble, (Escobar, B. et al 2009).

Prokopiuk D. (2004), reporta el desarrollo de un método de procesado simple de los frutos de *Prosopis alba* Griseb, resulta importante a fin de lograr una mayor utilización de la algarroba en Argentina como materia prima para la industria alimentaria, en específico el sucedáneo del café a partir de vainas de algarrobo.

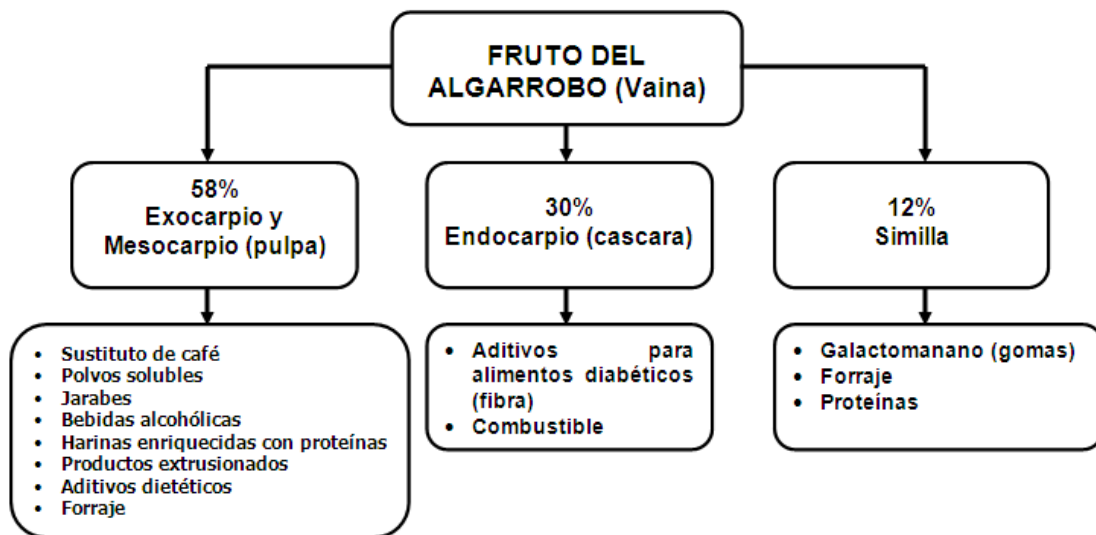
El aroma de las infusiones ensayadas, presentó matices de tostado, miel, hierba, y chocolate. La muestra tostada a 160°C durante 60 min es la que desarrolló aroma más parecido al de café genuino, y tuvo mayor aceptación entre los consumidores consultados.

Mom M. (2012), menciona que a partir del estudio de los caracteres estructurales (micro, ultra, nano), propiedades funcionales y color de los frutos y harinas de *Prosopis alba*, *Prosopis chilensis* y *Prosopis flexuosa*, se desarrolló un proceso de secado, molienda y mezcla.



Pozo G. (2009), la harina fina de algarroba tostada, puede ser utilizada satisfactoriamente en galletería (como sustituto del polvo de cacao) con formulaciones industriales, sin presentar complicaciones en el proceso. Se desarrollaron todos los procedimientos normalmente, y no hubo necesidad de ajustar parámetro alguno en ninguno de los niveles de sustitución ensayados.

**Figura 1.** Productos a partir del procesamiento del fruto del Algarrobo



**Fuente:** Aedo Bendek, (2007)

En Perú, gracias a los estudios de posibles aplicaciones del embrión de la semilla de algarrobo peruana (*Prosopis pallida*), han desarrollado productos de panificación y repostería ricos en proteínas y fibra dietética. (Estévez, et al. 2000).

En la Revista, Lasallista de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia en Medellín, realizaron un estudio de las propiedades farmacológicas del Algarrobo de interés para la industria de alimentos en donde concluyeron que: “La riqueza de la fibra encontrada en la pulpa del algarrobo y las propiedades beneficiosas sobre la salud del hombre por el contenido de agentes antioxidantes, la hacen una excelente alternativa en el área de ingredientes naturales para ser utilizada en la preparación de alimentos funcionales. También puede ser utilizado en la conservación de los productos de panadería, debido su capacidad de retención de

agua, lo que permite prolongar la suavidad de los productos al retardarse la pérdida de humedad”, (Alzate T. et al. 2008).

## **1.2 Planteamiento del problema**

Se estima que en Bolivia las formaciones naturales originales del género *Prosopis* se han reducido por acción antrópica en más del 60% en especial en las zonas de estudio donde los bosques de este género, han sido diezmados por las actividades agrícolas y ganaderas, por el interés en la madera como combustible, o por el incremento de la mancha urbana, (Antezana C. 2000).

Mediante acciones a llevar a cabo, como el aprovechamiento agroindustrial de esta especie se pretende, valorarla como multipropósito: forrajera, industrial, y como una especie estrella en mitigar la erosión, de esta manera, fomentar la repoblación de los bosques remanentes, con especies endémicas de los valles interandinos de Rio Abajo del departamento de La Paz.

## **1.3 Justificación**

Debido a la demanda existente por los productos orgánicos, sanos, nutritivos, y con menos contenido calórico y en base a nueva información recolectada acerca del árbol de algarrobo, este documento pretende demostrar la factibilidad de desarrollar la innovación de productos para consumo humano como lo son la Harina de vainas de Algarrobo y la Algarrobina, utilizando procesos artesanales fácilmente replicables.

El Algarrobo es recomendado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) para combatir la desertificación y recuperar ecosistemas degradados. Además, numerosas universidades de Latinoamérica han hecho múltiples estudios que han evidenciado las excelentes propiedades

nutricionales de su fruto que puede ser procesado y utilizado en la agroindustria, (FAO 2010).

Esto hace que su cultivo sea recomendado con una doble finalidad: detener el avance de la desertificación y erosión del suelo en zonas áridas y semiáridas, y utilizar sus frutos para alimentación humana y animal en países en desarrollo, (Barros S. 2010).

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Elaborar productos alternativos a partir del fruto de algarrobo (*Prosopis chilensis* y *Prosopis flexuosa*) para la nutrición humana.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Evaluar el uso actual del algarrobo en el municipio de Mecapaca.
- Identificar y caracterizar las especies adecuadas de algarrobo para la elaboración de productos alternativos.
- Elaborar productos del algarrobo (algarrobina y harina de algarroba), utilizando técnicas artesanales

## **1.5 Metas**

- Promover el uso y la valoración, de la especie *Prosopis chilensis* algarrobo, como una especie multipropósito en el municipio de Mecapaca, La Paz
- Identificar los parámetros de recolección de vainas de algarroba/o, como lo son las épocas de cosecha, variedades aptas para el proceso de transformación, y sus diferentes usos.
- Elaborar un manual, sobre el proceso de elaboración de productos alternativos en base al algarrobo.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Contexto normativo**

La interacción de las actividades del hombre con los recursos naturales es inevitable; por mucho tiempo se ha observado que el hombre, mediante el aprovechamiento de los recursos, mejora su calidad de vida, pero con el paso del tiempo, se han desarrollado métodos de aprovechamiento de los recursos, que también generan su degradación.

Bolivia presenta una amplia diversidad biológica considerada entre las mayores a nivel mundial, resultante de una gran riqueza de eco-regiones que van desde la zona alto andina hasta la llanura amazónica pasando por los valles secos, los yungas y serranías entre otras, contando con cerca al 48% de la superficie total cubierta por bosques naturales.

La Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia en su artículo 342, indica que, es deber del estado y de la población conservar, proteger y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales y la biodiversidad, así como mantener el equilibrio del medio ambiente.

El artículo 386 señala también que los bosques naturales y los suelos forestales son de carácter estratégico para el desarrollo del pueblo boliviano, así mismo establece que el estado promoverá las actividades de conservación y aprovechamiento sustentable, la rehabilitación y reforestación de áreas degradadas.

La ley de medio ambiente N° 1333 de 27 de abril de 1992 en su artículo 51 declara como necesidad pública la ejecución de los planes de forestación y agro forestación en el territorio nacional, con fines de recuperación de suelos, protección de cuencas, producción de leña, carbón vegetal, uso comercial e industrial y otras actividades específicas.

La Ley N° 144 Ley de Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria en su Art. 36 (organización económica comunitaria), menciona: La estructura organizativa de base para la revolución productiva comunitaria Agropecuaria se asienta en las comunidades Indígenas originario campesinas, comunidades interculturales y afro bolivianas, que a partir de la presente Ley son reconocidas en organizaciones económicas comunitarias OECOM's, las mismas que se regirán por sus usos y procedimientos propios de toma de decisiones, consensos, resolución de conflictos, gestión integral del territorio, uso y acceso a los recursos naturales en base a su estructura organizativa propia.

## **2.2 Marco conceptual**

Prosopis (algarroba/o. Del árabe jarrūb (خروب), que significa “legumbre”), es un género muy antiguo con alrededor de 45 especies en América sur, Norte y Centro, África y Oeste de Asia. La mayoría se concentra en zonas áridas y secas de Sudamérica, Argentina es el centro de mayor diversidad, con 27 especies, de las cuales 8 son árboles y 11 son especies endémicas, (FAO 2010).

En Bolivia varias de las especies de Prosopis son endémicas de ecosistemas característicos de amplias regiones de los Valles, la Puna y el Chaco, donde constituyen un recurso natural que reviste importancia tanto desde el punto de vista ecológico como económico para los diferentes grupos indígenas que viven en contacto con estos ecosistemas, (ASCIM 2005).

En el siguiente cuadro se puede observar las composiciones químicas de algunas especies del género *Prosopis spp.* de importancia económica en Sudamérica.

El mismo autor indica que el fruto del Algarrobo presenta un importante contenido de fibra, es por ello que el desarrollo de tecnologías y productos que permitan el aprovechamiento de ésta, serán de gran importancia para potenciar su cultivo y

explotación. El Cuadro 2 muestra la composición proximal de los frutos de *P. chilensis*.

**Cuadro 1.** Composición química de tres especies de *Prosopis spp*

Nutriente (%) b.s.	<i>Prosopis chilensis</i>	<i>Prosopis pallida</i>	<i>Prosopis alba</i>
Proteína	8,00	4,88	7,92
Grasa	1,30	0,71	1,01
Fibra cruda	15,60	23,14	10,8
Cenizas	3,90	3,67	7,87
Energía neta	71,20	55,45	67,63

**Fuente:** Adaptado de BERNUY (2003), citado por Aedo Bendek, (2007)

**Cuadro 2.** Composición proximal de los frutos de *Prosopis chilensis*

Componente (%)	<i>Prosopis chilensis</i>
Humedad	10,07
Materia seca	89,93
Proteínas (*)	9,10
Lípidos (*)	2,35
Fibra Bruta (*)	10,92
Cenizas (*)	5,16
Hidratos de carbono (*)	72,47

(\*) Expresado en relación a M.S.

**Fuente:** Trevisson, 1992; citado por FAO, 2010

Lomas M. (2011), señala que las vainas del género *Prosopis* han sido utilizadas como alimento por el hombre primitivo de zonas desérticas del continente americano. En el chaco de Bolivia se elabora el “Patay” o pan de algarroba, por la molienda de las vainas maduras y secas. La pasta harinosa y dulce obtenida se seca al horno para permitir su conservación.

En Perú se elabora la algarrobina que es un jarabe de sabor dulce que se utiliza como bebida o endulzante señala, (Quevedo 2006, citado por Aedo 2007).

El mismo autor señala que la vaina presenta contenidos de hasta 60% de azúcar, motivo por el cual debería haber un interés adicional para aprovechar estos

recursos y elaborar productos derivados del fruto del Algarrobo para el consumo humano.

Escobar, B. et al. (2009), han tenido interés por estudiar el género *Prosopis* como recurso nutricional para el hombre, procurando obtener harinas por molienda de los frutos y una posterior separación de fracciones, como por ejemplo: harina con alto contenido de azúcares o harina con alto contenido de fibras.

La gran diversidad morfológica de las especies de Sudamérica, que abarca casi todos los caracteres encontrados en Norte América y el Viejo Mundo, sugiere que Sudamérica sería el centro de diversificación del género. Evidentemente los procesos de especiación y diversificación ecológica proceden en su gran mayoría de las zonas no tropicales de Sudamérica, (FAO 2010).

En Bolivia el género *Prosopis* (algarrobo), se pueden encontrar en los Valles Secos Interandinos, esta unidad forma un conjunto de bosques secos, chaparrales, matorrales y tierras erosionadas, que se extiende desde el norte de La Paz hasta el sur de Tarija, estos presenta un interesante potencial por los productos que de él se pueden extraer, (Killeen, T. 1993).

El incremento del consumo de panes enriquecidos en fibra dietética abre un interesante campo de aplicación para la pulpa, por su alto contenido en fibra. Para tal fin puede utilizarse harina de algarroba sin tratamiento (32,2% de fibra) o con extracción previa de azúcares (67,6% de fibra). Meyer et al (1986) usaron harina como ingrediente de panificación, encontrando aceptable hasta un 10% de la harina de trigo, (Grados N. 2004).

La casi total ausencia de almidón en la harina de algarroba limita su uso en pan con levadura. Por encima del 10% se detectó sabor astringente. La algarroba ocasiona una disminución de la resistencia y un aumento de la extensibilidad de la masa, (Grados N. 2004).

Por otro lado la Algarrobina, es un producto derivado de la algarroba muy apreciado en gastronomía. Proceso de obtención de la Algarrobina: el extracto acuoso del fruto de algarrobo, concentrado, constituye un alimento de alto valor energético, que es la Algarrobina, muy parecido a la miel de abeja. Ésta es consumida en diferentes formas de preparación y uso, (Grados N. 2004).

### **2.2.1 Características de la especie**

Las especies del género *Prosopis*, familia Leguminosae o Fabaceae, subfamilia Mimosoideae, se distribuyen naturalmente en la zonas áridas y semiáridas de Asia, África y América, se han clasificado 44 especies en el género, agrupadas en cinco series (Burkart, 1976).

Es un género principalmente americano, sólo 3 especies son nativas de Asia y una de África, las restantes 40 se distribuyen en Norteamérica, Centroamérica y, mayoritariamente, Sudamérica, (Barros S. 2010).

Se trata en general de especies arbustivas y arbóreas, espinosas, fijadoras de nitrógeno y resistentes a calor, frío, salinidad en el suelo y sequía, que ofrecen una variedad de productos, como madera, leña, carbón, alimentos, forraje y productos químicos. Alrededor de la mitad de ellas alcanzan alturas por sobre los 7 metros, (Barros S. 2010).

Según el mismo autor, las más importantes por su distribución, tamaño y productos son probablemente *Prosopis cineraria*, en Asia; *Prosopis africana*, en África; *Prosopis velutina*, *Prosopis glandulosa* y *Prosopis laevigata*, en Norteamérica; *Prosopis juliflora*, en Centroamérica; y *Prosopis juliflora*, *Prosopis pallida*, *Prosopis nigra*, *Prosopis alba*, *Prosopis flexuosa*, *Prosopis chilensis*, *Prosopis tamarugo* y *Prosopis caldenia*, en Sudamérica.



Antezana C. (2000), menciona que según colecciones de los herbarios de Bolivia, y consulta con especialistas, se identificaron 15 especies de *Prosopis* presentes en nuestro territorio, las mismas que en su mayoría se encuentran preferentemente en hábitats xerofítico-secos y halófilos comportándose en unos casos como especies climáticas y en otros como pioneras colonizadoras e invasoras, resistentes a inundación en algunos casos.

El cual recibe diferentes denominativos o nombres como los de algarrobo, cupesí, churqui, takko, taku, tacco. Encontradas de forma silvestre en regiones con poca precipitación, conjunto de bosques secos, chaparrales, matorrales y tierras erosionadas, que se extiende desde el norte de La Paz hasta el sur de Tarija, (ASCIM 2005).

Su aprovechamiento desde épocas muy antiguas, lo demuestra la presencia de piezas de algarrobo como material estructural en las construcciones de culturas prehispánicas; así como su uso en la elaboración de herramientas y utensilios, como combustible y fuente de forraje para los animales domésticos, usos que hasta nuestros días son aplicables y en muchas zonas, (COOPI 2011).

De suma importancia en la economía de familias que viven exclusivamente del beneficio del bosque. sin embargo, estas actividades atrópicas al ser intensivas se convierten en deforestación como es el caso de la tala para producir leña y carbón, así mismo el sobrepastoreo, que junto a otras son causa de la degradación del medio ambiente, hecho que lleva a la desertificación y a la pérdida de biodiversidad, (COOPI 2011).

## **2.2.2 Taxonomía de las especies en estudio**

A continuación se describen dos de las especies más propagadas en la región de estudio Mecapaca-Bolivia., según estudios realizados por Killeen T., (1993).

Descripción taxonómica del genero *Prosopis* descrito por Roig F. 1993, citado por (Galera F. 2000).

**Orden:** Fabales  
**Familia:** Fabaceae  
**Sub. Familia:** Mimosoideae  
**Tribu:** Mimoseae  
**Género:** *Prosopis*  
**Especies:** *Prosopis chilensis*, *Prosopis flexuosa*  
**Nombre común:** Algarrobo, algarroba  
**Nombre aymara y quechua:** Takko, taku, th'ajo  
**Nombre en el oriente:** Cupesi  
**Nombre en el chaco:** Churqui

### 2.2.3 Morfología

La gran diversidad morfológica de las especies de Sudamérica, que abarca casi todos los caracteres encontrados en Norte América y el Viejo Mundo, sugiere que Sudamérica sería el centro de diversificación del género. Evidentemente los procesos de especiación y diversificación ecológica proceden en su gran mayoría de las zonas no tropicales de Sudamérica, (FAO 2010).

#### 2.2.3.1 Altura

Puede llegar a alcanzar alturas de 8 a 20 metros. Su fuste es irregular, tortuoso y nudoso, e incluso existen especies más grandes de algarrobo que pueden llegar hasta los 9 metros de fuste, (Dostert N. 2012).

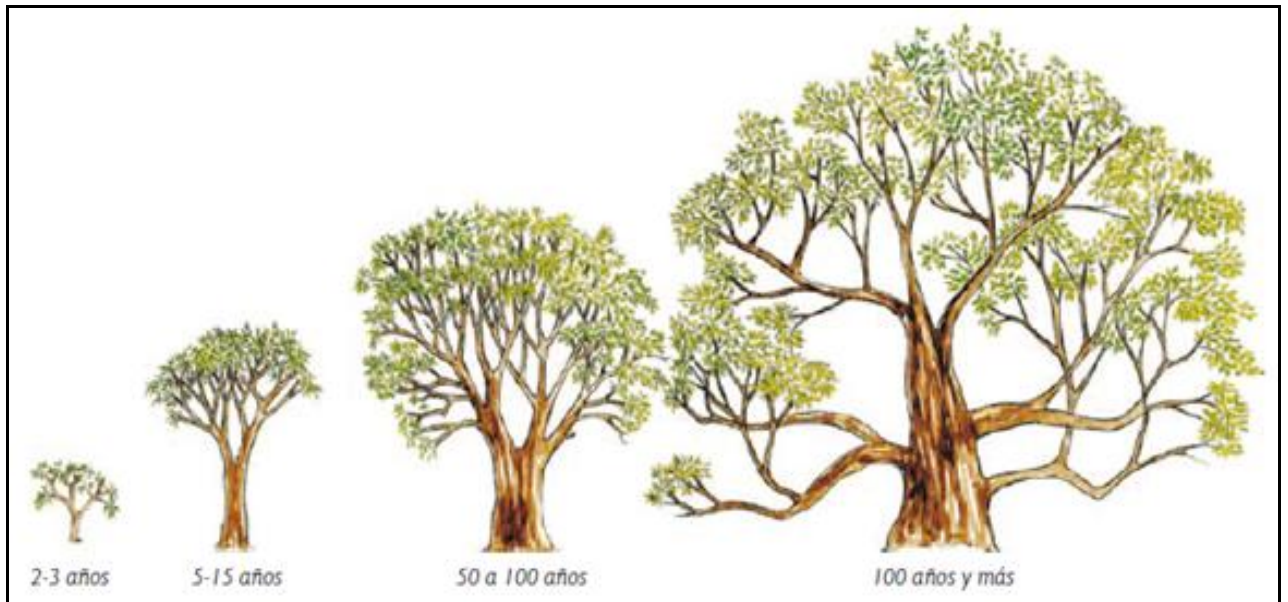
#### 2.2.3.2 Copa

Por lo general tiene forma de sombrilla muy amplia que sobrepasa los 15 metros de diámetro, posee ramas de formas caprichosas y abundante follaje siempre verde. En algunos casos tiene ramas colgantes que llegan al suelo, (Dostert N. 2012).

### 2.2.3.3 Corteza

La parte externa de color pardo-gris-negruzca, fisurada, leñosa y ocasionalmente con espinas. La parte interna de color blanco y rojo, con olor a barniz y textura fibrosa, (Dostert N. 2012).

**Figura 2.** Características físicas del árbol de algarrobo.



**Fuente:** COOPI (2011). Proyecto: "Chaco Rapére

### 2.2.3.4 Hojas

Perennes y compuestas, con el peciolo bastante corto y los folíolos elípticos, de borde entero y nervadura central en el envés. Las orugas verdes son las principales minadoras de sus hojas, (Dostert N. 2012).

### 2.2.3.5 Flores

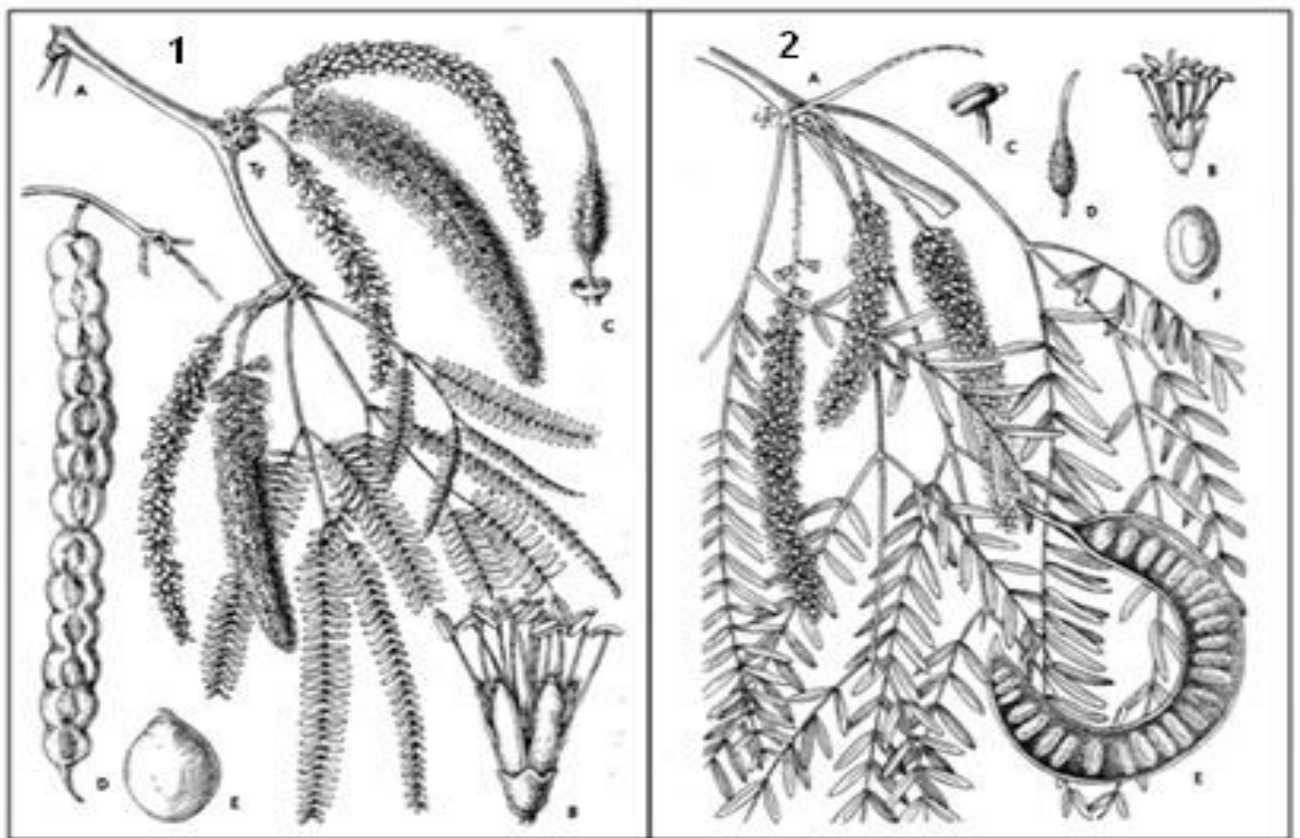
Crece en largas espigas axilares. Son pequeñas, de color amarillo pálido, pubescente, cáliz campanulado y corola con 5 pétalos separados. La flor de este

árbol es muy susceptible a cambios de temperatura y fuertes vientos, (Dostert N. 2012).

### 2.2.3.6 Frutos

Los frutos, llamados “t’hacos” o vainas en el lenguaje popular, constituyen un importante recurso forrajero en los largos períodos de sequía estival, (FAO 1997).

**Figura 3.** Estructuras florales y fruto de las especies en estudio



2. *Prosopis chilensis*., 1. *Prosopis flexuosa*: A: rama florífera, B: flor, C: gineceo y resto del cáliz, D: fruto, E: semilla (de A.P.L. Digilio & P.R. Legname 1966).

Fuente: (COOPI 2011). Proyecto: “Chaco Rapére

El Algarrobo es un árbol cuyos frutos son legumbres o vainas amarillentas delgadas, largas, carnosas con pulpa dulce. Las semillas son ovoides, de color pardo de 6 a 7 mm de longitud, esta vaina es una legumbre que, a diferencia de

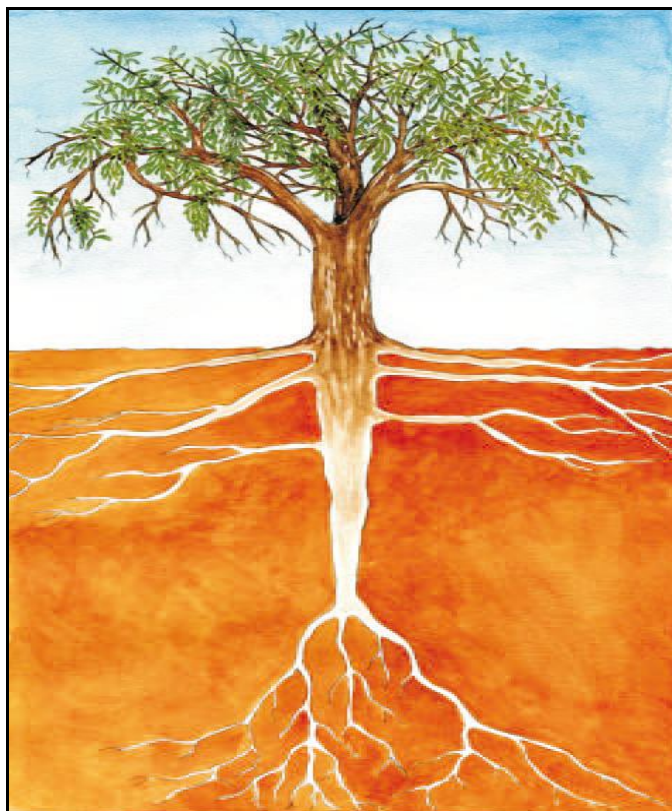
otras, no se abre al secarse, de manera que no pierde la pulpa ni las semillas, (Dostert N. 2012).

Según Galera F. (2000), el fruto del Algarrobo está compuesto por tres partes; un exo y mesocarpio (pulpa) que corresponde alrededor del 56% del total del fruto, el endocarpio (carozo) correspondiente al 35% del fruto y la semilla que sería el 9% aproximadamente del peso total del fruto.

### 2.2.3.7 Semillas

De color grisáceo o pardo, forma ovoidea y aplanada, y presentes en un número de 20 a 30 por vaina. Algunos depredadores de las semillas son el pampero peruano y las lagartijas, quienes se las alimentan de ellas, (Dostert N. 2012).

**Figura 4.** Representación del sistema radicular del algarrobo



**Fuente:** (COOPI 2011). Proyecto: "Chaco Rapé"

### **2.2.3.8 Raíces**

Posee 2 tipos de raíces bien diferenciadas, que le permiten obtener los nutrientes que requiere el árbol. Tiene una o dos raíces pivotantes de hasta 60 metros de profundidad, que le permiten obtener agua a distintas profundidades. Las raíces laterales se extienden hasta por 60 metros por encima de la superficie, (Dostert N. 2012).

## **2.3 Fisiografía**

### **2.3.1 Hábitat natural de crecimiento**

Las condiciones del hábitat del Algarrobo son muy definidas y corresponden a las exigencias biológicas que presenta la especie. El algarrobo es el árbol característico de los llanos y serranías interiores, fuertemente relacionado a la presencia de acuíferos superficiales y subterráneos, (FAO 2010).

Muñoz, (1965) y Sudzuki (1969), citados por Aguilera, R. (2014), señalan que el Algarrobo al igual que el Tamarugo, se considera una especie freatófita, debido a que presenta una raíz pivotante de 30 o más metros de profundidad con abundantes raíces laterales que le permite alcanzar las napas subterráneas.

### **2.3.2 Clima**

Es un árbol resistente a la sequía, que prefiere las zonas con alta radiación lumínica y escasa humedad atmosférica. Atenúa las condiciones limitantes de aridez por sus características de freatófita, especialmente en la distribución norte del país, donde las precipitaciones son escasas e irregulares. El Algarrobo sólo aparece en lugares ecológicamente favorables en que encuentra provisión de agua durante todo el año, (FAO 2010).

### 2.3.3 Suelo

Prefiere los suelos secundarios de origen volcánico, gruesos, de textura arenosa o franco-arenosa, a menudo muy pedregoso, alcalino, rico en cal libre. Extremadamente resistente a la salinidad, puede crecer en suelos con pH entre 7,6-8,9 y muy ricos en sodio. Ocupa suelos de buen drenaje, (FAO 2010).

### 2.3.4 Topografía

La posición topográfica que ocupa, está fuertemente relacionada con la disponibilidad de agua, relacionándose con paisajes de lugares bajos, lechos de río, esteros y quebradas al pie de los montes y depresiones de los llanos. Algarrobo se desarrolla en áreas montañosas en piedmonts o planos inclinados de depositación en faldeos de cerros y en terrazas aluviales antiguas, en sectores con acuíferos superficiales y subterráneos. Ocupa relieves con pendientes suaves a fuertes en las serranías interiores creciendo generalmente entre los 500 y 1500 msnm, (FAO 2010).

### 2.3.5 Enfermedades

INTA (2005). Existen principalmente tres enfermedades causadas por hongos que afectan al a los algarrobos en su etapa juvenil.

- **Oidio:** Esta enfermedad se caracteriza por producir manchas blancas en las hojas debido a la presencia de hongos del Genero Uncinula.
- **Marchitamiento:** Es causado principalmente por hongos del genero Fusarium. Este síntoma aparece a pesar de que las plantas tengan buena provisión de agua.
- **Cancros:** se forman cancros (lesiones) en las ramas y ramitas produciendo-se defoliaciones. Se asocia a esta sintomatología a Gloeosporium.

Los tratamientos preventivos para evitar la aparición de los hongos consisten en mantener bajos los niveles de humedad. Se debe evitar regar por la tarde para que no quede humedad en las hojas durante los momentos más frescos de la noche, mantener los plantines bien aireados dejando suficiente espaciamientos entre ellos y no exagerar en el volumen de riego, (INTA 2005).

Las condiciones ambientales favorables para este tipo de enfermedades son temperaturas medias entre 20 y 30 °C y alta humedad relativa. Cuando se den estas condiciones se pueden realizar aplicaciones preventivas de fungicidas sistémicos (que absorbe la planta), como Carbendazin y Benomi, (INTA 2005).

### **2.3.6 Plagas**

Las chicharritas al igual que los ácaros pueden provocar la muerte de los plantines cuando la infestación es alta. Aparecen en los meses de agosto y septiembre, cuando aún las temperaturas son bajas y no han comenzado las lluvias. Sin embargo, los síntomas de daño resultan diferentes, (INTA 2005).

En el caso de las chicharritas se observan deformaciones y clorosis (puntos amarillos) en las hojas y brotes tiernos. El ataque de ácaros se caracteriza por la presencia de “tela de araña”, principalmente en las hojas, acompañado de una defoliación severa. Se controlan aplicando insecticidas como Acefato o Dimetoato, (INTA 2005).

Para ácaros, se puede utilizar un producto específico de bajo impacto ambiental como el Abamectin. Las hormigas también producen daños importantes y es común su control mediante la aplicación de cebos a base de Fipronil o Sulfuramida, (INTA 2005).



### 2.3.6.1 Gorgojos o Láridos

Los insectos que causan más daños específicamente a las vainas utilizan los frutos del algarrobo como recurso alimenticio, son los miembros de la subfamilia Bruchinae de la familia Chrysomelidae, insectos coleópteros de pequeño tamaño.

- Su pequeño tamaño, de dos a cuatro milímetros
- Un cuerpo grueso y convexo, de color oscuro con pilosidad
- Alas élitros cuadrangulares, casi cuadrados truncados posteriormente (por detrás) dejando a veces el extremo del abdomen al descubierto
- Abdomen también truncado posteriormente
- Sus larvas se desarrollan dentro del interior de diversas semillas, casi siempre leguminosas como guisantes, lentejas, judías, etc., con un elevado grado de especificidad



**Foto 1.** Gorgojo del algarrobo (*Bruchus brachialis* Fahraeus)

## **2.4 Fenología**

### **2.4.1 Floración**

Sánchez L. et al. (2013), la floración de esta especie ocurre en épocas, marcadas por la producción, inicia en entre los meses de octubre y diciembre, culminando en los meses de febrero a marzo. La floración del algarrobo varia, ya que para esto requiere de por los menos 8 horas diarias de sol, dándose este fenómeno entre los meses de octubre y abril, de forma también variada.

### **2.4.2 Fructificación**

Sánchez L. et al (2013), como su mismo nombre lo indica, este es el periodo en el que el algarrobo presenta sus frutos ya maduros, la fructificación se presenta entre junio y julio. Un árbol puede llegar a producir legumbres hasta tres meses seguidos, de manera que, su cosecha requiere de todo un proceso, durante el cual normalmente el algarrobo necesita temperaturas de 20 a 29 °C.

### **2.4.3 Defoliación**

Sánchez L. et al (2013), También mencionan, que este fenómeno consiste en la caída de las hojas del algarrobo, lo cual le permite al árbol entrar en un periodo transitorio de internación, en este lapso de tiempo el algarrobo almacena ciertas sustancias que al terminar el letargo, le facilitaran a la planta la producción de folíolos y flores.

## **2.5 Ecosistema**

El árbol de la algarroba crece en lugares muy áridos y no necesita de grandes cantidades de agua. A su vez, cuenta con raíces que penetran la tierra a grandes profundidades abasteciéndose de aguas subterráneas, haciéndose más independiente del riego humano y del agua de las lluvias, (FAO 2010).



**Foto 2.** *Prosopis chilens* en plena floración mes de noviembre Mecapaca La Paz



**Foto 3.** *Prosopis chilens* en plena fructificación mes de febrero Mecapaca La Paz

Debido, a estas características de adaptabilidad a las condiciones desérticas de la zona, y crecimiento en condiciones especiales de suelos pobres y carencia de agua, estableciéndose en zonas inimaginables, permite que esta especie logre desarrollarse en zonas desérticas, donde sirve como alimento a especies de fauna local, en la región se mencionan zorros, gato montés y variedad de insectos (Sánchez L. et al. 2013).



**Foto 4.** Vainas de *Prosopis flexuosa* listas para su recolección  
**Fuente:** COOPI 2011. Proyecto: “Chaco Rapé

## **2.6 Uso actual del genero Prosopis**

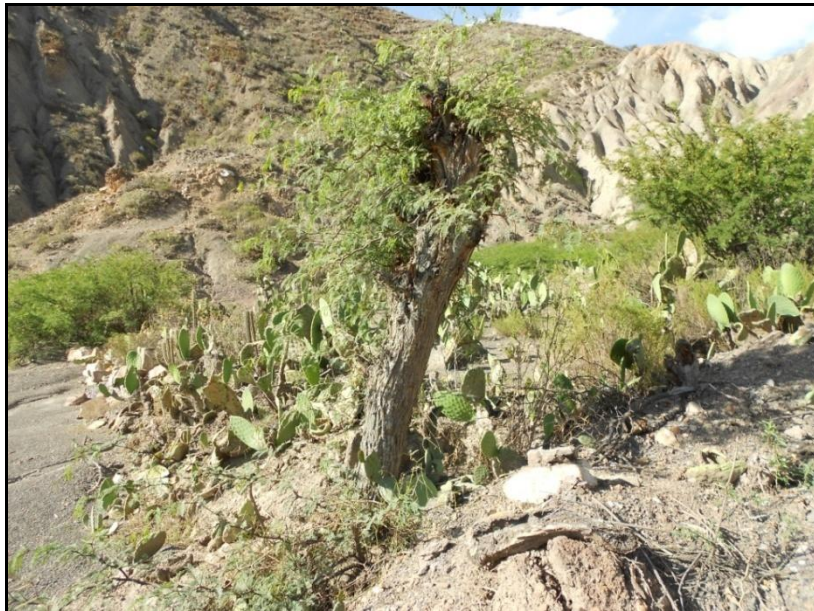
### **2.6.1 Madera**

Barros S. (2010), menciona que la madera es probablemente el producto más importante, sea para combustible o para usos estructurales o madera aserrada. Como combustible puede ser empleada en forma directa o para producir carbón, mientras que la madera se puede usar como postes y estacas o para aserrío.

Esto depende de las especies y su manejo, hay especies arbustivas que solo generan cantidades limitadas de combustible y carecen desde luego de valor para

usos estructurales, y hay especies arbóreas que con sus troncos y ramas son importantes fuentes de combustible y madera para las poblaciones locales.

El mismo autor menciona, que la madera central o duramen es fuerte, dura, pesada y durable, su peso específico varía con las especies y es en general de 0,7 a 1,0 la densidad se mueve de 700 a 1.200 kg/m<sup>3</sup>, normalmente la más pesada es *Prosopis tamarugo*, seguida por *Prosopis chilensis*, *Prosopis pallida* y *Prosopis glandulosa*. Tiene una relativa mayor estabilidad dimensional frente a otras especies, lo que se traduce en bajas contracciones y rajaduras. El corazón es rojo oscuro o café oscuro, a diferencia de la albura generalmente amarilla.



**Foto 5.** Tala de los arboles, para el uso como leña

### **2.6.2 Fruto**

Las legumbres, vainas o capes, distintos nombres que se da a estos frutos, tienen altos contenidos de azúcar, carbohidratos y proteínas, por lo que históricamente han sido fuente de alimentos para las poblaciones en donde estas especies se encuentran, (FAO 2010).

En tiempos más recientes han adquirido más importancia como alimento para ganado. Su valor nutritivo y su tamaño varían ampliamente con las especies. El sabor del mesocarpio del fruto varía desde agrio y amargo a dulce, y la succulencia también lo hace, desde frutos secos y fibrosos a succulentos y más dulces, (FAO 2010).

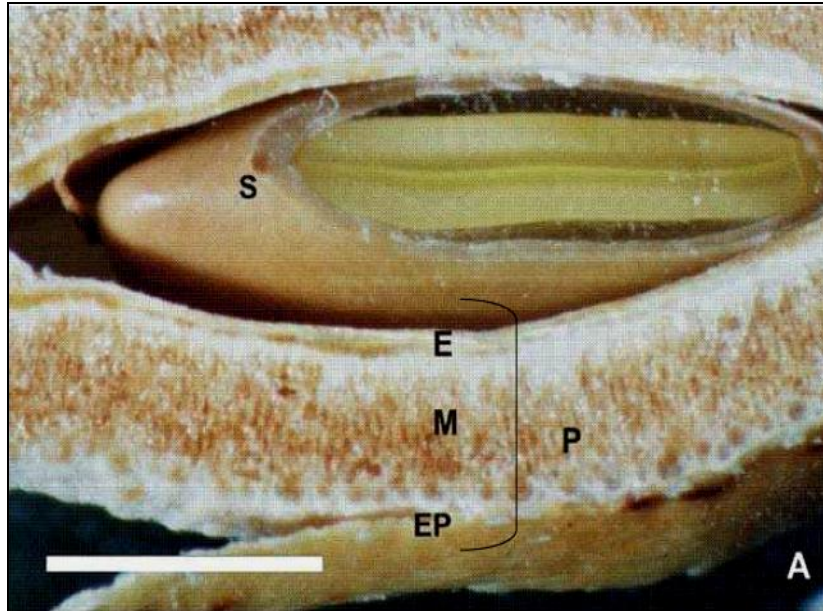


**Foto 6.** Vainas cosechadas de *Prosopis flexuosa*

FAO (2010), los frutos de especies de la Sección Algarobia contienen 7-22 % proteína, 30-75 % carbohidratos, 11-35 % fibra cruda, 1-6 % grasa y 3-6% cenizas. No obstante esto es muy variable entre especies.

### **2.6.3 Hoja**

El consumo de las hojas varía también según las especies y los diferentes animales que las pueden comer. Algunas pocas especies tienen hojas palatables y son un valioso recurso forrajero. Las especies de Asia y África tienen follaje palatable, pero solo el de unas pocas americanas es fácilmente consumido por todo tipo de ganado. Las tres principales especies forrajeras en base al follaje son Prosopis africana, Prosopis cineraria y Prosopis tamarugo, (FAO 2010).



**Foto 7.** Detalle de las vainas y semilla de *Prosopis chilensis*

*P. chilensis* Semilla, observaciones con microscopio estereoscópico o lupa. A, semilla en corte longitudinal; B, fruto: pericarpio, detalle. E = endocarpio; EP = epicarpio; M = mesocarpio; P = pericarpio; S = semilla. Escalas: 2,5 mm. Fuente: foto 5,6 (Mom, M. 2012.)



**Foto 8.** Detalle de las semillas de *Prosopis chilensis*

Detalle: características de la semilla. *P. chilensis* (Molina) Stuntz emend. B, semillas y fruto, cortes transversales. EN = endocarpio; EP = epicarpio, M = mesocarpio; S = semilla. Escalas: A = 1,4 cm; B = 4mm. Fuente: foto 5,6 (Mom, M. 2012.)

Los tallos tiernos y las hojas jóvenes de todas las especies son consumidos en forma ocasional por el ganado, especialmente cuando las alternativas de forraje son limitadas. Las hojas de todas las especies son comidas solo cuando no hay forraje alternativo disponible. Follaje inmaduro y hojas caídas y secas tienen mayor palatabilidad que material maduro y fresco, (FAO 2010).

En el caso de las especies más palatables, las hojas pueden ser consumidas directamente del árbol o desde ramas cortadas para estos efectos. Los sistemas de manejo en general incluyen esta última práctica hasta por tres veces al año con *Prosopis cineraria*, (FAO 2010).

#### 2.6.4 Miel y cera

Las flores son un buen recurso melífero, producen abundantes cantidades de néctar y polen por períodos de tiempo prolongados y atraen así a los insectos polinizadores. Las principales especies de abejas, con los más largos rangos de vuelo, están entre los agentes polinizadores, (Lomas K. 2011).



**Foto 9.** Las flores de *Prosopis chilensis* como recurso melífero en el municipio de Mecapaca



La miel de *Prosopis* es amarillo claro, generalmente de buena calidad, con un gusto agradable y un aroma tenue, (Barros S. 2010).

El mismo autor menciona que la apicultura existe en la mayor parte de las áreas donde los *Prosopis* son nativos y están ampliamente distribuidos y en diversos lugares en los que se los ha introducido.

México es el mayor exportador de miel, principalmente nominada miel de acacia, pero buena parte de esta proviene de mezquite. Grandes cantidades de miel de alta calidad fueron exportadas por años desde Hawaii, con una producción basada en extensas áreas donde *Prosopis pallida* fue introducido, (Barros S. 2010).

### **2.6.5 Goma**

La goma es exudada por heridas naturales en la corteza como un mecanismo de defensa, pero esta exudación puede ser estimulada mediante heridas provocadas. Las gomas de estas especies son solubles en agua, líquida y amarilla cuando fresca, y se solidifica y oscurece lentamente, (Galera F. 2000).

La goma ha sido producida tradicionalmente con especies de acacias, en particular de *Acacia senegal*, cuya goma es la referencia en calidad para cualquier comparación. Los *Prosopis* producen goma comparable con la de las especies que normalmente se usan con este fin y, en el caso de *Prosopis juliflora*, esta es químicamente casi idéntica a la de *Acacia Senegal*, (Galera F. 2000).

El mismo autor menciona que la goma es usada ampliamente como aditivo de alimentos, emulsionantes, espesantes, como materia prima para adhesivos y en preparaciones farmacéuticas. En India se afirma que la goma es amarga y se la usa crecientemente en fabricación de textiles y adhesivos.

La recolección de goma de *Prosopis juliflora* es una actividad importante en zonas de India, los árboles son cosechados en la época seca y un hombre puede obtener alrededor de 1 kg por jornada, (Galera F. 2000).



**Foto 10.** Rayado artificial para la extracción de goma de *Prosopis juliflora*  
**Fuente:** López 2006



**Foto 11.** Exudación gomosa de *Prosopis juliflora*. **Fuente:** López 2006

### **2.6.6 Curtientes**

La corteza contiene 14 a 16 % de taninos y el contenido de este compuesto en diferentes partes de los árboles para diferentes especies varía de 6 a 20 %. Los taninos obtenidos de la corteza, junto con los que se encuentran en la madera y los que se obtienen de extracto de los frutos, son usados en el curtido de cueros. Los taninos eran extraídos de la corteza y otras partes del árbol hirviendo el material en agua, actualmente se los extrae mediante arrastre de vapor, (Galera F. 2000).

### **2.6.7 Fibra**

Empleando raíces descortezadas se elaboraban en Norteamérica fuerte cuerdas y lazos. Fibras obtenidas de la corteza interior eran utilizadas con los mismos fines y también para cestería, (Galera F. 2000).

### **2.6.8 Tinturas**

De las raíces se obtienen extractos colorante, café-púrpura, empleados para teñir algodón y otros materiales. La corteza y las gomas se usan para producir pinturas y tintes y también en cosmética y elaboración de champú, (Galera F. 2000).

### **2.6.9 Usos medicinales**

En las áreas de distribución de estas especies son muchas las aplicaciones medicinales de extractos de distintas partes de los árboles. Hay diversas dolencias tratadas con extractos de de corteza y de hojas; infecciones de la garganta y bronquitis, enfermedades internas, parásitos y problemas urinarios, y problemas de la piel, como dermatitis, infecciones y parásitos, (Tamayo, L. 2012).

En Asia las flores se usan para prevenir abortos, extractos de corteza para el tratamiento de la lepra, la disentería, temblores y reumatismo. Humo de hojas para

curar infecciones oculares y extractos de hojas para mordeduras de serpientes y picaduras de escorpiones. Similares usos son reportados en África, (Tamayo L. 2012).

En Sudamérica, preparaciones de brotes tiernos y yemas se emplean para la conjuntivitis, preparaciones con hojas para fracturas, cálculos biliares, dolores de oídos y también para mordeduras de serpientes y picaduras de escorpión, (Tamayo L. 2012).

Se menciona también que en Norteamérica, se preparan infusiones de distintas partes de los árboles; de hojas, yemas y gomas, para dolencias oculares; de corteza, hojas y gomas, como laxantes, purgantes y vomitivos; soluciones de goma, para irritaciones de la garganta y afecciones respiratorias; hojas, corteza y gomas, para diarrea y desórdenes estomacales, indigestiones y úlceras; y savia o gomas, para curar heridas y afecciones de la piel, (Tamayo L. 2012).

- a) **Laxante.** Se le atribuye esta propiedad, como regulador de la digestión; sin embargo, una vez que el sistema digestivo se adapta al consumo del producto.
- b) **Estimulante de los riñones.** El algarrobo, cuando se mezcla en jugo de arándano, estimula los riñones perezosos, incrementando el nivel de orina.
- c) **Astringente.** La planta, muy rica en taninos, sus propiedades se invierten convirtiéndose en un buen remedio para la diarrea. (Decocción de 50gr. de corteza por litro de agua. 4 tazas al día).
- d) **Energizante.** Es una buena fuente de vitamina B1 (tiamina), la que es necesaria para regular el sistema nervioso y la actividad muscular.

## 2.7 El algarrobo como alimento de consumo humano

Los frutos han sido y son utilizados como alimento por la palatabilidad del mesocarpo dulce, el alto contenido proteico de las semillas y el aporte de

carbohidratos. En general, el fruto entero contiene: 11,17 % de proteínas y 13,34 % de azúcares, con la proteína concentrada en las semillas (26,37 % de la semilla) y los azúcares en el pericarpio, (Prokopiuk, D. 2004).

Actualmente, entre los productos derivados existentes en el mercado, figuran: un sustituto del café (granos o polvo soluble instantáneo), una melaza, alcohol (obtenida por fermentación), productos de panadería y snacks, combustible (carbón vegetal) y gomas, (Prokopiuk, D. 2004).

Lomas K. (2011), menciona que en el Departamento de Cochabamba (Bolivia), el consumo de frutos constituye el 54% de la alimentación humana, comprobándose que el complemento dietario de cereales (maíz) y algarroba favorece notablemente los índices biológicos de los consumidores.

Mom, M. (2012). En Argentina, aún hoy, algunas comunidades locales en Chaco y Formosa, continúan utilizándolo como recurso para la alimentación (Burkart, 1952). En general, los frutos maduran rápidamente y caen; su período de aprovechamiento es muy corto, aproximadamente un mes. El .patay., elaborado en ese período, una vez seco o tostado, asegura el mantenimiento del alimento por mucho tiempo. Para la elaboración de .patay., los frutos maduros y secos se machacan en un mortero (de piedra o de madera), luego se ciernen para dejar sólo la harina y eliminar el resto, incluidas las semillas.

Mom, M. (2012), citando varios autores menciona que, con esta harina y agua se elabora una pasta, se le da forma de panes que se secan, al horno o al lado del fogon. Así, pueden conservarse bien en climas semiáridos (Roig y Dalmasso, 1986). En Catamarca, San Luis, Santiago del Estero y La Rioja, el .patay. Es un alimento muy popular (Burkart, 1952). Las especies más utilizadas para su elaboración son: *P. alba*, *P. nigra* y *P. flexuosa*, también se usan *P. elata*, *P. ruscifolia*, *P. vinalillo* (Arenas, 1981), y *P. torquata* (Ragonese y Martínez Crovetto, 1947). Escudero y Herraiz (1943) encontraron que el patay, además del alto

contenido de azúcares (30-40 %), posee un alto contenido de calcio asimilable (0,138 - 0,217 %), de tiamina y de riboflavina.

### 2.7.1 Propiedades y valor nutricional

Sánchez L. et al (2013), mencionan que el algarrobo presenta muchas propiedades nutricionales o alimenticias, entre ellas tenemos:

- **Vitamina B9 o ácido fólico:** Este complemento ayuda a prevenir la anemia, leucemia y problemas cardiovasculares con la formación de glóbulos rojos, y problemas digestivos con la formación de ácidos.
- **Fibra:** Está ayuda a disminuir el colesterol o cualquier otra sal biliar, también a la disminución de sustancias peligrosas dentro de la sangre como glucosas y ácidos grasos.
- **Potasio:** Junto con el sodio ayuda al cuerpo humano a los movimientos musculares e impulso nervioso. Ayuda también a balancear el agua de la sangre y de los tejidos.
- **Hidratos de carbono:** Contribuye a dar energía tanto física como intelectual al ser humano. La persona necesita de ciertas glucosas que los carbohidratos poseen.
- **Magnesio:** Gracias a esta propiedad la persona mejora los impulsos tanto de los nervios como de los músculos. Además se encarga de fortalecer el sistema óseo del cuerpo y cardiovascular.
- **Vitamina B1:** Brinda energía al cuerpo humano, cuida la piel y realiza mantenimiento al sentido de la vista. Evita en cansancio, la poca actividad mental, depresión y falta de coordinación.
- **Hierro:** Ayuda a transportar el oxígeno de los pulmones hacia todos los órganos del cuerpo humano.
- **Fosforo:** Mejora el entendimiento y la memoria, ya que logra una mejor comunicación entre las células.

- **Carotenoides:** Estos contribuyen al lento envejecimiento de las células y evita distintos tipos de cáncer, aumentando la capacidad de fortalecimiento de nuestro sistema inmunitario. Ayuda a formar la vitamina A.

#### **2.7.1.1 Usos como sustituto de algunos alimentos**

- **Sustituto del chocolate.** Tres cucharadas de Algarrobina y dos cucharadas de agua equivalen a una barra de chocolate. Además, contiene un valor nutritivo, inocuo y no causa estimulación ni adicción. Se ha comprobado que el chocolate contiene algunas sustancias tóxicas; además, la algarrobina contiene azúcares naturales, y un porcentaje de grasa mucho menor que el chocolate (2,30% grasa vs. 52% grasa del chocolate), y ninguna de las sustancias tóxicas que este contiene, además no causa adicción como en el caso del chocolate, (Prokopiuk D. 2004).
- **Es similar al cacao en su color y sabor.** Si se utiliza la algarrobina para elaborar harina de algarrobina o algarrobina en polvo, esta es similar al cacao, constituyendo de esta manera un sustituto natural del cacao, el cual podría servir para la elaboración de productos similares a los elaborados a partir del cacao como la cocoa o el mismo chocolate, (Pozo G. 2009).

#### **2.7.1.2 Usos Como insumo para elaborar otros alimentos**

La Algarrobina es deliciosa en bebidas frías o calientes y en algunos platos. Se usa para la elaboración de diversos postres, como ensaladas de fruta, budines, además en la elaboración de cocteles, (Sánchez L. et al. 2013).

### **2.8 Principales productos derivados del algarrobo**

ASCIM (2005), menciona que es de uso para alimentación humana, y animal, mejorador de suelo por sus raíces profundas y sus características propias del orden

a que pertenece, captando así nitrógeno y agua. Tiene además propiedades medicinales; se le da uso en construcciones rurales y como madera aserrada. Es de gran importancia ambiental por su capacidad de adaptación a condiciones áridas, e iniciador de la cadena trófica en tales regiones, por ser apetecido en carácter de alimento animal y humano además de las mencionadas condiciones mejoradoras del suelo.

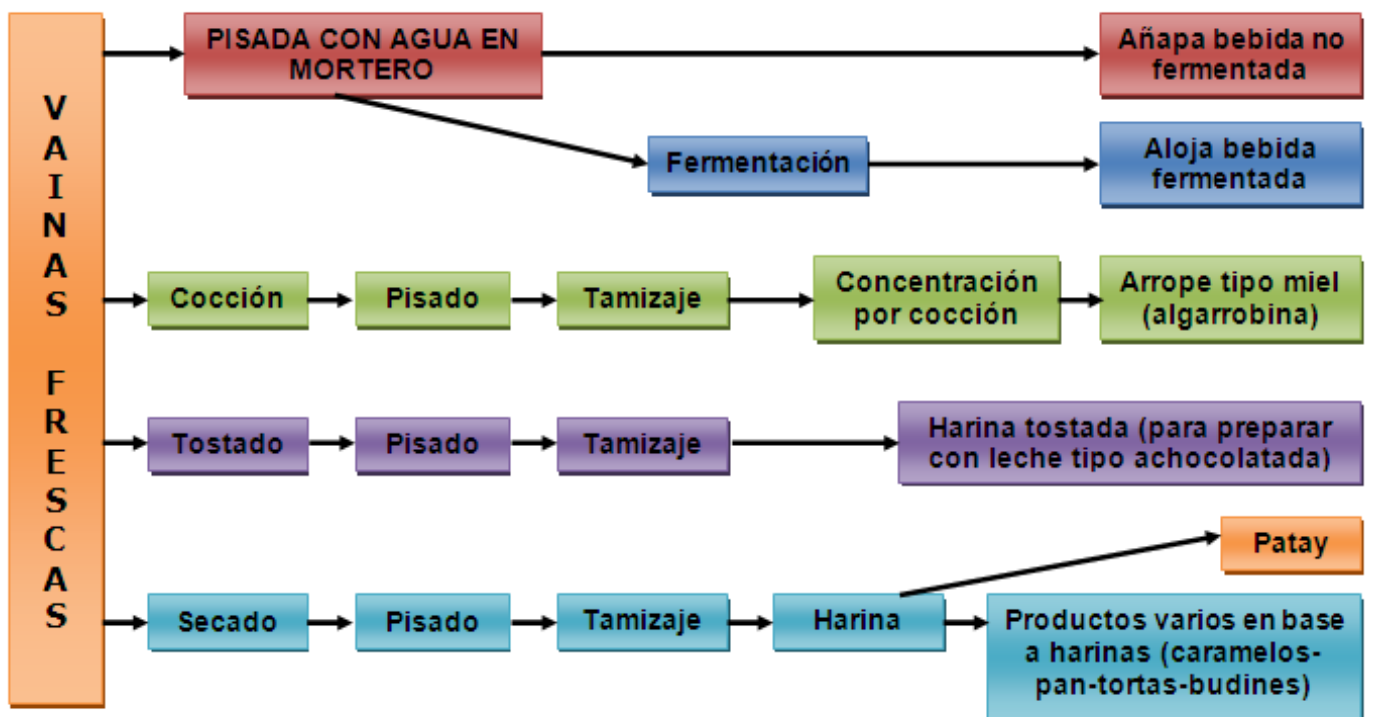
Entre los principales alimentos ofertados en la región del chaco tenemos:

- a) **La Alojja:** es una bebida fermentada muy antigua, pero sin embargo en ciertas ciudades argentinas se la acostumbra aún a vender bien heladas. Para su preparación se machaca en un mortero la fruta del algarrobo -en especial blanca- y la pasta conseguida se pone a fermentar en una tinaja construida con madera de palo borracho. Dos días después, se quitan los restos de chaucha y se le agrega más algarrobo machacado. Sólo se sabe cuándo está lista, según el paladar de quien la tome.
- b) **El Patay:** Es un pan dulce que se prepara con las chauchas molidas hasta que quedan como harina. Se amasa con agua dentro de una batea de madera y se lo coloca en moldes cerca del fuego para que se sequen lentamente.
- c) **La Añapa:** Se muele la vaina bien madura del algarrobo y se la mezcla con agua. Se revuelve hasta que la vaina suelta todo el jugo, se cuela y se deja reposar. Se obtiene una bebida muy refrescante y mucho más suave que la alojja. Se prefiere usar la algarroba blanca.
- d) **El Tulpo:** Con harina de trigo tostado y chauchas de algarrobo molida, se mezcla y cocina en agua. Se le agrega grasa de oveja y sal. Para saborizarla se le añade charqui de carne de cabra y ají molido.
- e) **El Gualuncho:** Se debe remojar en agua un poco de chaucha de algarrobo molida. Después se cuela y se hierve. Se vuelve a colar y se vuelve a cocinar pero con harina de maíz. Es una sopa dulce.



- f) **El Arrope:** Se hierven las vainas para ablandarlas. Luego se las muele en el mortero. Se forma una pasta jugosa que se cuela y se recoge el jugo en una olla al que se lo vuelve a hervir. Cuando el jugo adquiere un color marrón y se espesa, se saca del fuego y se deja enfriar. Queda como una miel; Se guarda en frascos.
- g) **Algarrobo Tostado:** Se tuesta la fruta del algarrobo, bien tostado en ollas. Una vez bien tostados, se lo pisa en morteros. Luego se lo sirve con leche, adoptando un sabor parecido al del chocolate.
- h) **Harina de algarrobo:** Se juntan las vainas, se apartan las más lindas, se las seca al sol, un día o dos. Si el tiempo está húmedo se los seca arribas del fuego. Se identifica cuando están secas, al hacer ruidos las vainas. Con mortero y pisón, se muelen las vainas secas. Si hay semillas muy duras que no se muelen, se las moja con 3 ó 4 gotas de agua y se las vuelve a pisonear. La harina se las puede guardar por meses incluso años.

**Figura 5.** Procesamiento del fruto del Algarrobo.



## **2.9 Principales productos ofertados en la ciudad de La Paz**

### **2.9.1 Algarrobina (arrobe)**

Aedo B. (2007), es un producto derivado del algarrobo muy apreciado en gastronomía, sobre todo en Hispanoamérica. Con los frutos maduros del algarrobo se prepara un hervido del que se concentran los azúcares naturales. Una vez hervidas las algarrobas, se prensan. El extracto resultante es filtrado y se somete después a evaporación para llegar a un resultado final de carácter viscoso. Es un gran alimento por sus propiedades vitamínicas y proteicas.

Aedo B. (2007), en la actualidad es un producto producido por pequeñas empresas y distribuidos en envases de botella o potes, con una demanda creciente en el mercado nacional e internacional. Sus principales usos son en la elaboración de productos medicinales, naturales, para el fortalecimiento intelectual y físico de personas; mezclado en la preparación de distintos jugos, proporcionándoles un buen sabor y agregándoles valor nutricional.

### **2.9.2 Harina de algarroba**

La harina se obtiene a través del proceso de molienda de la algarroba, posteriormente tamizada, separando granos gruesos y finos, para obtener partículas menores a 0,15 cm. El proceso para la producción de harina de algarroba consta de los siguientes pasos: Acopio, selección, almacenamiento, lavado, secado, molienda, tamizado y envasado, (Grados, N. et al. 2000).

### **2.9.3 Café de algarroba**

Aedo B. (2007), mencionan que el café de algarrobo tiene un sabor y aroma muy parecido al café normal, pero lo que lo diferencia es el contenido de cafeína. El café de algarroba no contiene cafeína, por tanto, puede ser consumible por cualquier persona, desde niños hasta ancianos.

## **2.10 Análisis FODA**

El análisis FODA, es una herramienta analítica que permite examinar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que poseen las empresas y la cadena en su conjunto y debe enfocarse hacia los factores claves para el éxito del negocio, comparando las fortalezas y debilidades de manera objetiva y realista con la competencia y con las oportunidades y amenazas claves del entorno.

### **2.10.1 FODA del producto**

El Algarrobo tiene diversas cualidades que son Útiles para el hombre, pues contiene altos porcentajes de proteínas, minerales, vitamina del complejo B y fibras, desde este punto, el algarrobo ofrece múltiples beneficios para el consumo.

#### **FORTALEZAS**

- Producto nuevo, no se comercializa en el mercado objetivo
- Materia prima disponible en la región
- Se necesita maquinaria existente en el mercado
- No existe competencia directa para la harina de algarrobo
- La materia prima se conserva por mucho tiempo sin necesidad de conservantes químicos.

#### **OPORTUNIDADES**

- Generar fuentes de trabajo
- Cubrir nuevos segmentos de mercado
- Oportunidad de expansión internacional
- Diversificar la producción

Abrir una línea de producción alternativa, basada en productos saludables y bajo contenido calórico

Con este producto brindamos la oportunidad de que todas las personas conozcan algo sano, natural y con todas las vitaminas y proteínas que ellos necesitan

## **DEBILIDADES**

- Falta de conocimiento en el proceso de producción de los derivados de algarrobo
- La limitada cantidad de materia prima disponible
- El fuerte posicionamiento de los competidores indirectos (diferentes tipos de harina)

## **AMENAZAS**

- Amenazas climáticas
- Surgimiento de competidores directos
- Fácil imitación de los productos
- La tendencia cambiante del consumidor
- La situación inestable del país a nivel político y económico

### **III. SECCIÓN DIAGNOSTICA**

#### **3.1 Localización y ubicación**

##### **3.1.1 Ubicación geográfica**

El municipio Mecapaca es la Segunda Sección Municipal de la Provincia Murillo del Departamento La Paz. Ubicada a 29 km de la ciudad de La Paz sede de gobierno, según el Plan de Desarrollo Municipal (2015-2019), tiene la siguiente ubicación.

##### **3.1.2 Latitud y longitud**

El municipio Mecapaca, se encuentra entre las coordenadas geodésicas:

16° 33' 24" - 16° 53' 66" de latitud Sur.

67° 49' 30" - 68° 71' 02" de longitud Oeste.

##### **3.1.3 Límites territoriales**

Los límites territoriales del municipio Mecapaca son:

Al Norte con el municipio de La Paz (provincia Murillo).

Al Sud con el municipio Sapahaqu (provincia Luribay).

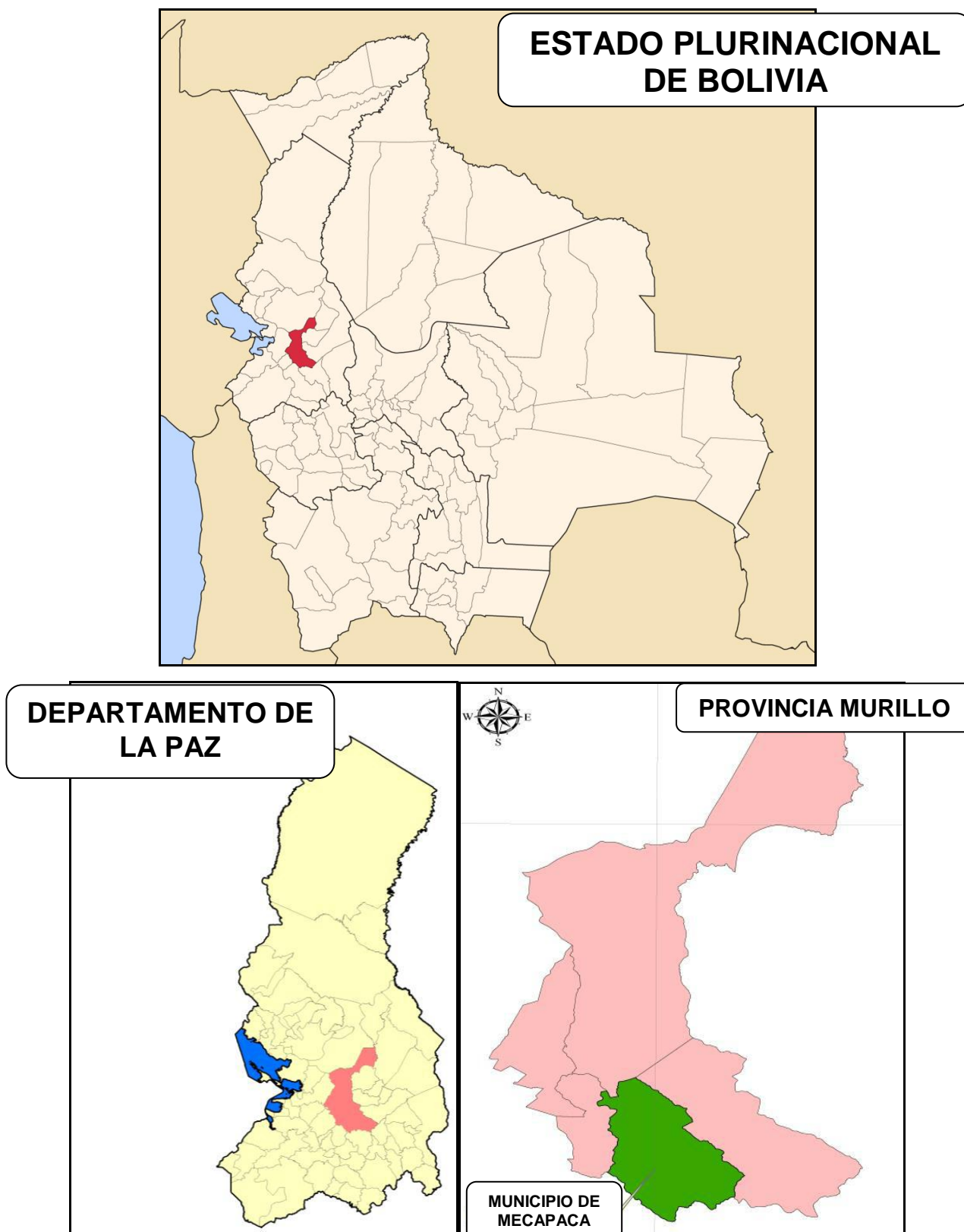
Al Este con el municipio Palca (provincia Murillo).

Al Oeste con los municipios Achocalla (provincia Murillo) y Calamarca (provincia Aroma).

##### **3.1.4 Extensión**

La provincia Murillo cuenta con una extensión territorial de 4705 km<sup>2</sup>, el municipio Mecapaca cuenta con una superficie de 535 Km<sup>2</sup>, que representa el 11,37 % de la superficie de la provincia Murillo, 0,40 % de la superficie departamental y 0,05 % de la superficie nacional, (PDM Mecapaca 2015-2019).

**Figura 6.** Mapa de Ubicación de la Zona de Estudio



**Cuadro 3.** Superficies por cantones de Mecapaca

<b>Cantones</b>	<b>Superficie</b>
Mecapaca	176 Km2
San Pedro de Chanca	231 Km2
Santiago de Collana	118 Km2
Superficie Total	525 Km2

**Fuente:** PDM. Mecapaca (2015-2019)

### **3.1.5 Descripción fisiográfica**

Según el Plan Desarrollo Municipal (2015-2019), El municipio Mecapaca se encuentra en las provincias Fisiográficas de la Cordillera Oriental y se tiene las siguientes unidades fisiográficas: montañas, serranías, llanuras fluvio lacustre y pie de monte.

Está comprendida dentro de la Gran Meseta Andina, la cual es parte de los valles interandinos, que comprende desde el norte de La Paz, pasando por Sorata, Valles de Mecapaca, Sapahaqui, Caracato, Luribay, Araca, extendiéndose hacia el sur del departamento de La Paz.

Pertenece a la Provincia Fisiográfica de la Cordillera Oriental, caracterizada por un paisaje accidentado; presenta un alto índice de degradación de suelos y de escasa cobertura vegetal, constituida por ambientes frágiles, debido a la pendiente y litología deleznable. Se encuentra formada principalmente por montañas, serranías y colinas con presencia de valles angostos y encajonados.

### **3.1.6 Altitudes**

Se encuentra en un rango altitudinal de 2.200 a 4.350 msnm. Presenta tres pisos ecológicos claramente diferenciados, valle, cabecera de valle y altiplano, los cuales muestran diferentes altitudes y características climáticas, la parte de los Valles que corresponden al Cantón de Mecapaca presenta en su parte más baja hacia el sur

(en la comunidad de Millucato) una altitud de 2200 msnm, como se puede observar en el cuadro:

**Cuadro 4.** Altitudes del Municipio de Mecapaca

<b>Piso ecológico y cantón</b>	<b>Altitud min (msnm)</b>	<b>Altitud max (msnm)</b>
Valle (Mecapaca)	2700	3500
Cabecera de Valle (Collana)	3200	3700
Loma (Chanca)	3700	4350

**Fuente:** Elaboración sobre la base de Cartas de IGM

### **3.1.7 Relieve**

Esta marcada por una topografía accidentada, con valles estrechos, amplios y profundos, característico del cantón de Mecapaca, el cual se halla en la base del valle de río abajo encerrado entre dos macizos montañosos que corresponden al cantón de Santiago de Collana (este) y al cantón de Chanca (oeste), estos dos últimos caracterizándose por presentar una topografía accidentada pero en menor proporción que el cantón de Mecapaca.

### **3.1.8 Clima**

El clima es el conjunto de condiciones o características atmosféricas dadas para un determinado lugar, el clima en el Municipio varía según la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica y las características fisiográficas. En esta situación el clima está determinado principalmente por la temperatura del aire y la precipitación, humedad, viento, la presión atmosférica y la radiación solar.

### **3.1.9 Temperaturas**

En relación a la temperatura, en el SENAMHI cuenta con datos de la Estación Meteorológica de Mecapaca, por lo cual se presentan datos de una estación meteorológica. Para la región, según los datos del SENAMHI, en el periodo del 2008 al 2014, las temperaturas máxima media mensuales (promedio de 7 años)



varían desde 13, 2 °C en el mes de junio, en contraste con el mes de noviembre media mensual de 17, 3 °C.

### **3.1.10 Precipitaciones pluviales y periodos**

Según los datos del SENAMHI para el periodo 2008 al 2014 (estación meteorológica de Mecapaca), la precipitación promedio fue de 401 mm. anuales de precipitación.

### **3.1.11 Humedad Relativa**

Según los datos del SENAMHI (Datos de la estación meteorológica de Mecapaca no se tiene datos de la estación meteorológica de Mecapaca) para el periodo 2008 al 2014, la humedad relativa es de 66,8%.

### **3.1.12 Suelos**

En el Municipio presentan partes altas, las cuales tienen bajo contenido de materia orgánica, debido especialmente al tipo de vegetación que se desarrolla y a las condiciones edafoclimáticas que imposibilita una actividad microbiana adecuada para la formación del humus, como consecuencia presenta baja fertilidad natural. La acumulación de sales en el suelo, incide directamente sobre el rendimiento de los cultivos por problemas de toxicidad, (Orsag, 1992).

- **Ch'alla.** Este tipo de suelo generalmente se encuentra en el sector río, estos suelos presentan textura arenosa formada como consecuencia de la erosión hídrica y eólica. El clima es más favorable donde se tiene producción de hortalizas principalmente.
- **Niq'í.** Este tipo de suelo generalmente se encuentra tanto en las laderas como en pampas, son especialmente muy notorios en épocas de lluvia que

se convierten en lodos e intransitables por su alta capacidad de retención de agua y humedad. Este suelo es de textura arcillosa (greda), con presencia una vegetación nativa de especies arbustivas de “thola”, “paja brava” y otras gramíneas.

- **Qala Qala, chhajjwa.** Este tipo de suelo generalmente se encuentra en laderas, suelos de textura fina pedregosa, con poca o ninguna vegetación nativa.

### 3.1.13 Flora

El municipio Mecapaca, presenta diferentes especies de plantas propias del medio, en general las especies leñosas arbustivas son las que predominan la zona, entre estas se puede citar:

**Cuadro 5.** Flora arbustivas representativa de la región

Nombre Común	Nombre Aimara	Nombre Científico
T'olilla	Supo thola	<i>Parastrephya sp</i>
Lampaya	Cailla	<i>Tetraglochin cristatum</i>
T'ola rastrea	Ñaqa thola	<i>Bacharis incarum</i>
Paja brava	Iru ichu	<i>Festuca orthophylla</i>
Paja ichu	Sicuya	<i>Stipa ichu</i>
Vallejo	Llapa	<i>Bouteloa simplex</i>
Icho	Llawada	<i>Stipa sp.</i>
Chillihua	Chilliwa	<i>Festuca dolichophylla</i>
Airampo	Airampus	<i>Opuntia soherensii</i>
Huraco	Huaracos	<i>Austrocylindropuntia floccosa</i>
Chachacoma	Chachacoma	<i>Senecio oreophyton</i>
Muña	Muña	<i>Minthostachys ovata</i>

**Fuente:** Elaboración en base al PDM. Mecapaca (2015-2019)

Muchas de estas variedades poseen cualidades fisioterapéuticas como ser la Chilca que es utilizada para problemas de luxaduras, el sillu-sillu recomendado para curar problemas de riñones; entre otras plantas utilizadas destacan la thola quiswara, lakuña, cuchi cuchi en artesanía; el Sikis como alimento humano en época seca, destacando además especies forrajeras como la Chillihua, siocuya, etc.

**Cuadro 6.** Flora arbórea representativa de la región

Nombre Común	Nombre Aimara	Nombre Científico
Queñua	Queñua	<i>Polylepis incana</i>
Algarrobo	T'ajo	<i>Prosopis sp.</i>
Molle	Mulle	<i>Strychnos molle</i>
Tara	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i>
Lúcuma	Lujma	<i>Pouteria lucuma</i>
Sauce colorado	Sauce	<i>Salix viminalis</i>
Eucalipto	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>

**Fuente:** Elaboración en base al PDM. Mecapaca (2015-2019)

### 3.1.14 Fauna

La fauna predominante del Municipio es variada considerando que se tiene diferentes pisos ecológicos. Se tiene la presencia de mamíferos, aves, insectos reptiles, batraceos, moluscos y otros.

**Cuadro 7.** Aves representativas de la región

Nombre Común	Nombre Aimara	Nombre Científico
Zampullín	Sulu	<i>Rollandia sp.</i>
Zambullidor	Qiñuchi	<i>Podiceps sp.</i>
Gaviota andina	Qiwlla	<i>Larus sp.</i>
Martinete común	Waxchalli o waq'ana	<i>Nycticorax nycticorax</i>
Caracara andino	Alqamari, maría	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>
Cernícalo	K'ili k'ili	<i>Falco sparverius</i>
Picaflor andino	Jurukuta	<i>Oreotrochilus sp</i>
Pájaro carpintero	Yaka yaka	<i>Colaptes rupicola</i>
Gaviota	Qillwa	<i>Larus serranus</i>
Tortolita de puna	Jurukuta	<i>Metriopelia aymara</i>
Tortolita moteada	Kullkutaya	<i>Metriopelia ceciliae</i>
Garza	Waxchalli	<i>Nycticorax nycticorax</i>
Gorrión andino	Phichitanka	<i>Zonotrichia capensis</i>
Yal peruano	Chulis chuli	<i>Phygyllus punensis</i>
Tero serrano	Liqi liqi o liqichu	<i>Vanellus resplendens</i>

**Fuente:** Elaboración en base al PDM. Mecapaca (2015-2019)

**Cuadro 8.** Mamíferos representativos de la región

Nombre Común	Nombre Aimara	Nombre Científico
Vizcacha	Vizcacha	<i>Lagidium sp.</i>
Zorro	K'amak'e	<i>Pseudalopex culpaeus</i>
Ratón	Achacu	<i>Mus sp.</i>
Zorrino	Anat'uya	<i>Conepatus chinga</i>
Liebre	Limachi	<i>Lepus europaeus</i>
Sapo espinoso	<a href="#">Jampatu</a>	<i>Bufo spinulosus</i>
Rana grande	Quta k'ayra	<i>Telmatobius culeus</i>
Lagarto	Jararankhu	<i>Liolaemus spp.</i>
Víbora	Asiru	<i>Tachymenis peruviana</i>

**Fuente:** Elaboración en base al PDM. Mecapaca (2015-2019)

### 3.2 Materiales

#### 3.2.1 Material logístico

Entre los materiales utilizados en el trabajo de campo fueron: Cuaderno de apuntes, Boletas de encuesta, marcadores, reglas, maskin, Tarjetas y hojas de papel bon, bolígrafos, computadora portátil, agenda, papelógrafos, retroproyectora, cámara fotográfica, grabadora, guías, y motocicleta, entre otros.

#### 3.2.2 Material de gabinete

Para el trabajo de gabinete, en el procesamiento e interpretación de datos, se utilizaron: Un computador de escritorio, hojas de escritorio, cuaderno de apuntes, datos de encuesta y programas estadísticos.

#### 3.2.3 Material biológico

La materia prima principal (insumo), que se utilizará es el fruto del algarrobo, el cual deberá contar con ciertas características físicas y químicas mínimas para ingresar al proceso productivo. El abastecimiento se efectuará de la recolección de vainas maduras, de arboles existentes en el Municipio de Macapaca, o previo contrato con los proveedores.

### **3.2.4 Utensilios**

Entre los materiales que se utilizarán están: cocina industrial, ollas de aluminio, con capacidad de 15 kg., filtro de tela, cucharas de madera, embudos, envases de vidrio, agua, combustible (garrafa de gas)

## **3.3 Metodología**

### **3.3.1 Recolección de la información**

El procedimiento consiste en una revisión y recolección de información secundaria e información primaria, con el objetivo de obtener los datos necesarios para evaluar el uso actual del algarrobo en el municipio de Mecapaca

#### **3.3.1.1 Información secundaria**

Según Scott (1991), citado por Velásquez K., (2005), la revisión de información secundaria es importante, ya que de ella depende el planteamiento adecuado del problema a investigar, se recaba información sobre: producción, técnicas de producción, comercialización, costumbres, etc.

El mismo autor menciona, que la información secundaria se obtiene en fuentes públicas, libros, estudios estadísticos, trabajos del mismo tema, etc.; dicha información por lo general es complemento o alternativa de la primaria, sustenta la misma, comprueba los datos existentes y evalúa su confiabilidad.

Velarde y Quiroz (1994), citado por Velásquez K., (2005), señalan que la información secundaria puede ser recolectada por medio de publicaciones o estudios generados por otras instituciones que trabajan con relación al tema de investigación. Su obtención tiene que seguir un proceso ordenado y sistematizado. Las fuentes de información secundaria de acuerdo con su origen pueden ser

clasificadas en: información generada por los propios productores, investigaciones agropecuarias, información climática, estudios socioeconómicos.

### **3.3.1.2 Información primaria**

La información primaria se recaba en el campo, directamente de los productores por diferentes métodos o procedimientos.

### **3.3.1.3 Métodos para obtener información de campo.**

#### **3.3.1.3.1 Encuestas**

Según Stanton et al. (1999), citado por Velásquez K., (2005), existen diferentes métodos para obtener los datos primarios; entre los que se cuentan y de uso común son las encuestas y observaciones donde cada uno tiene sus propias virtudes y limitantes; la elección del método dependerá de la naturaleza del problema, del tiempo y del dinero disponible para realizar el estudio.

Consiste en la aplicación de un cuestionario con preguntas estructuradas en una boleta, dirigido a familias de diferentes estratos socio-económicos seleccionadas por muestreo, a objeto de levantar información estadística.

Se tomó en cuenta un modelo de preguntas, base del cuestionario de manera que éstas sean simples, claras y fáciles de responder, de esta manera tener la aceptación en la población encuestada.

#### **3.3.1.3.2 Entrevistas**

Scott (1991), citado por Velásquez K., (2005), señala que existen diferentes formas para obtener información de campo, entre las más conocidas están las observaciones directas que se realizan mediante el recorrido exploratorio por las etapas de producción-distribución, también se tiene las encuestas informales que

se llevan a cabo mediante las entrevistas personales a informantes claves; denominándose a estas técnicas de evaluación rápida como sondeo.

Consiste en aplicar cuestionarios con preguntas semi-estructuradas, dirigidas a informantes clave del Municipio, con el objetivo de levantar información de carácter cualitativo y cuantitativo.

Para tal fin se seleccionaron a personas representativas, identificadas y relacionadas con el uso de esta especie. Las entrevistas se realizaron en sus fuentes de trabajo y en hogares de familias seleccionadas, para tal objeto se procedió a la elaboración de encuestas (anexo 1).

#### **3.3.1.3.3 Observación directa**

Consiste en un recorrido de campo con el objetivo de realizar mediciones técnicas de ciertas variables y reconocimiento de las características físico-naturales del Municipio en general o de algún distrito en particular. La obtención de la información primaria, permitió conocer en parte la situación actual referente a la explotación de los algarrobales en el municipio de Mecapaca,

Siendo 5 las comunidades objeto del estudio, pertenecientes al: Distrito 1. Mecapaca Central-Agraria Las Carreras, Sub Central, Taipichullo, Comunidad, Taipichullo. Sub Central Palomar, Comunidad Palomar. Sub Central Yupampa Valencia, Comunidades Las Carreras., Mecapaca., Avircato.

Esta herramienta permite conocer el uso actual del genero Prosopis en el municipio de Mecapaca, en específico las vainas de este.

### 3.4 Modelo estadístico

El modelo estadístico empleado para el presente estudio fue la estadística exploratoria y descriptiva.

#### 3.4.1 Determinación del tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra al cual fueron aplicados las encuestas, se hizo uso del diseño probabilístico, basado en la fórmula propuesta, Hernández S., Fernández C., Baptista L., (1999).

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{i^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

<b>Z</b>	=	Nivel de confianza	<b>p</b>	=	Probabilidad en contra
<b>N</b>	=	Población	<b>q</b>	=	Probabilidad a favor
<b>i</b>	=	Error de estimación	<b>n</b>	=	Tamaño de la muestra

En el censo 2002 del INE, se ha determinado que el número de familias es de 4.821 y el tamaño promedio de la familia es de 3,34 personas/familia. Por lo tanto el cálculo del tamaño de la muestra queda de la siguiente manera:

**N** = 4.821 familias (la unidad de muestra es familia)

**Z** = 1.96 (para 95% de confianza)

**p** = 0.5 (máximo valor)

**q** = 0.5 (máximo valor)

**i** = 5%

**n** = 355.88 ≈ 356



Dividiendo el resultado entre las veinte comunidades del municipio tenemos un aproximado de  $17.8 \approx 18$  encuestas por comunidad

### 3.5 Variables de respuesta

Las variables de respuesta considerados en función de los objetivos del trabajo se muestran en el cuadro 9.

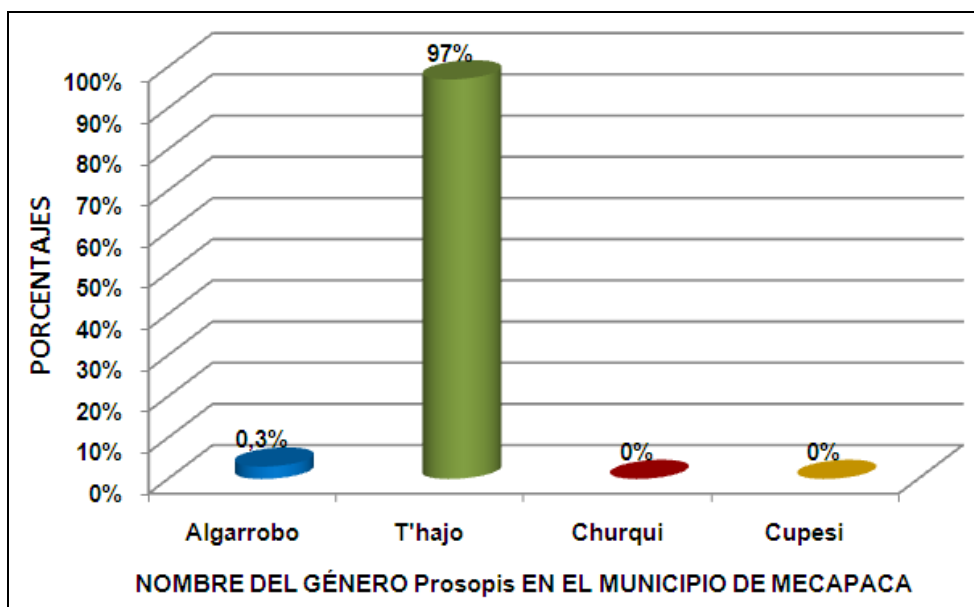
**Cuadro 9.** Variables de respuesta

Variable Dependiente	Aspecto	Variables
PRODUCCIÓN	Social	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El algarrobo como alimento animal</li> <li>• El Algarrobo como alimento humano</li> <li>• El algarrobo como combustible</li> <li>• El algarrobo como herramienta</li> <li>• El Algarrobo en la medicina tradicional</li> </ul>
	Técnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de las especies aptas para la elaboración de productos</li> <li>• Disponibilidad de implementos y equipos para el proceso.</li> <li>• Elaboración de ALGARROBINA</li> <li>• Elaboración de HARINA de algarrobo</li> <li>• Asistencia técnica</li> </ul>
	Económico-productivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de materia prima</li> <li>• Rendimiento por producto</li> <li>• Evolución de precios</li> <li>• Relación B/C</li> </ul>

#### IV SECCIÓN PROPOSITIVA

Según la matriz de encuestas, realizadas en las comunidades de estudio se obtuvo: El nombre del género en la región es T'hajo, al igual que en otros departamentos como Sucre Tarija y Potosí. Los encuestados no supieron responder el porqué de esa denominación y su significado.

**Figura: 7.** Nombre autóctono del P. chilensis



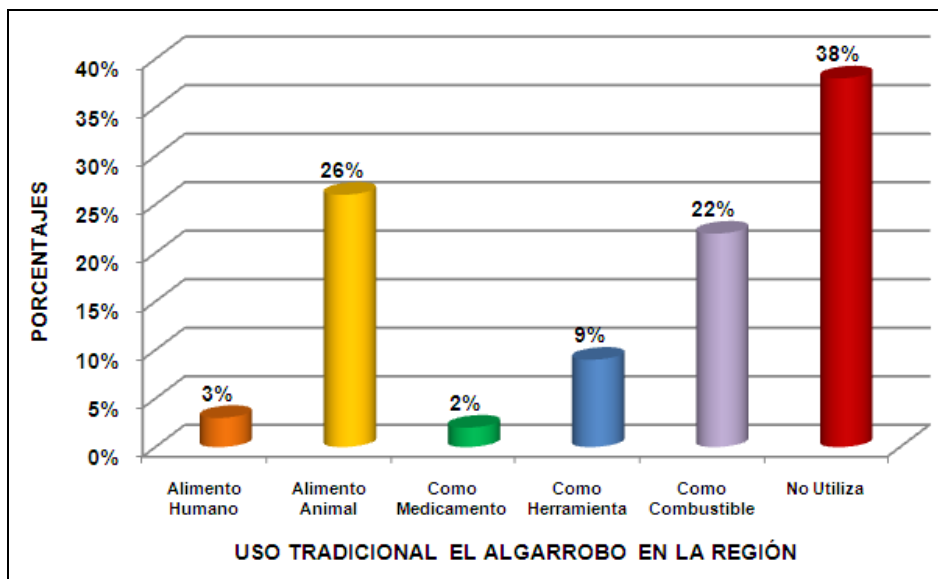
#### 4.1 Aspecto Social: Uso actual del algarrobo en el municipio de MECAPACA

La figura 8 nos muestra los diferentes usos del algarrobo en el municipio de Mecapaca. El 26% de las familias encuestadas utilizan el algarrobo como alimento animal, específicamente las vainas secas de esta especie. Detallando más adelante las especies que se alimentan.

El 9% asegura que utilizar el tronco de esta especie para la elaboración de herramientas, específicamente el arado de palo, el yugo para bueyes de tiro y mangos de picota y chontillas etc., un 22% asegura utilizar la especie como combustible.

Por otra parte un 38% aseguro no darle ninguna utilidad, en cambio un 2 y 3% afirma usar las especies como alimento humano y medicamento.

**Figura 8.** Uso tradicional del algarrobo en del municipio de Mecapaca



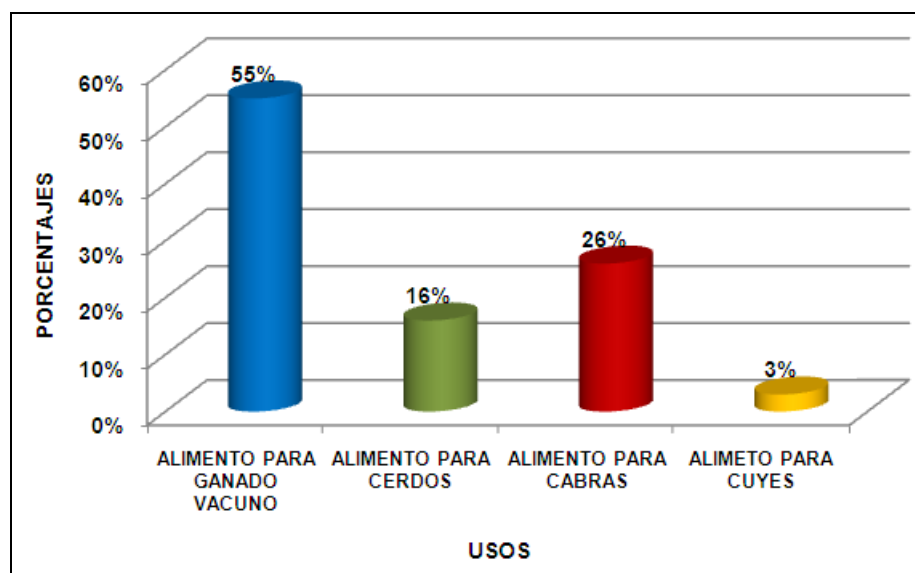
#### 4.1.1 El algarrobo como alimento animal

Ya dentro del porcentaje destinado al consumo animal se aseguro que el 55% era destinado en la alimentación de vacunos. Es decir las vainas secas y maduras se recolectan los meses de junio-agosto, estas se acopian para ser utilizadas los meses donde escasea el forraje.

Estas se ofrecen al animal previamente mojada siendo agradable para los vacunos. La figura 9 nos muestra en porcentaje las especies animales que se alimentan exclusivamente con las vainas del algarrobo.

El 16% aseguro utilizarla como alimento para cerdos, al igual que en el anterior caso este es muy apreciado por estos animales. 26% aseguro utilizar las vainas frescas y secas en la alimentación de cabras, el 3% de los entrevistados utiliza esta especie en la alimentación de cuyes y conejos las vainas se ofrece en estado seco, no ofreciendo ningún obstáculo para estos roedores.

**Figura 9.** Uso del algarrobo como alimento animal



Abdel Gabar (1986), citado por FAO 2010 menciona que si se alimentan ovejas exclusivamente con los frutos de *Prosopis chilensis*, la mayoría de los animales mueren. La autopsia muestra un severo impacto sobre el rumen, con seria atrofia. La muerte se atribuyó a atonía ruminal.

**Cuadro 10:** Alimentación animal del heno de *P.pallida*

Especie	Cantidad
Vacuno:	3 a 7 kg/día fraccionada en dos partes
Caprinos/ovinos:	0,5 a 1,5 kg/día fraccionada en dos partes
Cerdos:	0,4 a 3 kg mezclada con la ración
Aves y animales (cuy):	50 g/día, complementando con otros alimentos

**Fuente:** FAO (1997)

La acumulación de frutos no digeridos favorece la producción de bacterias que generan ácido láctico, que destruye los microorganismos celulíticos. Progresará la acidosis y subsecuentemente deshidratación que conduce a la muerte.

Los frutos de *Prosopis chilensis* son bien digeridos cuando están maduros, pero el follaje y los frutos verdes son tóxicos. Cabras y ovejas son propensas a la toxicidad

de hojas y frutos verdes. La ingesta de 10 g por Kg de peso en estos animales puede causar la muerte en 4 - 8 semanas para frutos verdes.

La sintomatología son lesiones por envenenamiento. Los síntomas son inapetencia, pérdida de peso, pérdida de visión y reflejos, alopecia, diarrea acuosa, severa deshidratación y recumbencia. Ibrahim (comunicación personal), citado por (FAO 2010).

Por otra parte Maldonado D (2014), menciona que el zorro andino (*Lycalopex culpaeus*, Canidae) no sólo es carnívoro: cuando escasea la carne, come plantas espinosas del género *Prosopis*. Y, con las heces, distribuye sus semillas (aunque queda por determinar si de ellas puede nacer otro arbusto). Esto nos indica que especies silvestres se alimentan de género *Prosopis* en especial cuando el alimento escasea.

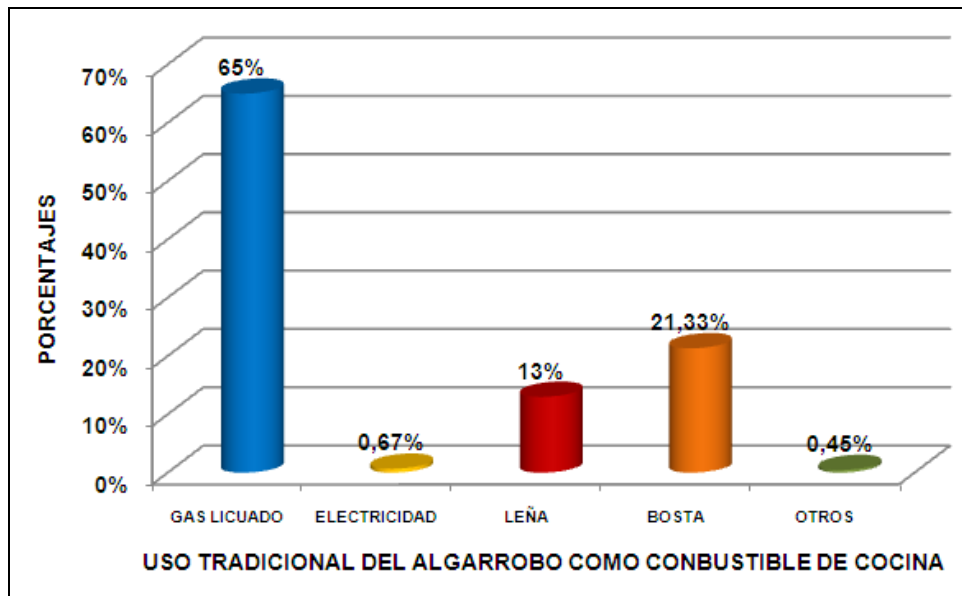
#### **4.1.2 El algarrobo como combustible (leña)**

La leña en las comunidades de estudio es destinada a la combustión para fines domésticos, es decir para la cocina y/o para el horno, existen familias que utilizan leña solo para la cocina pues no tienen horno en sus hogares.

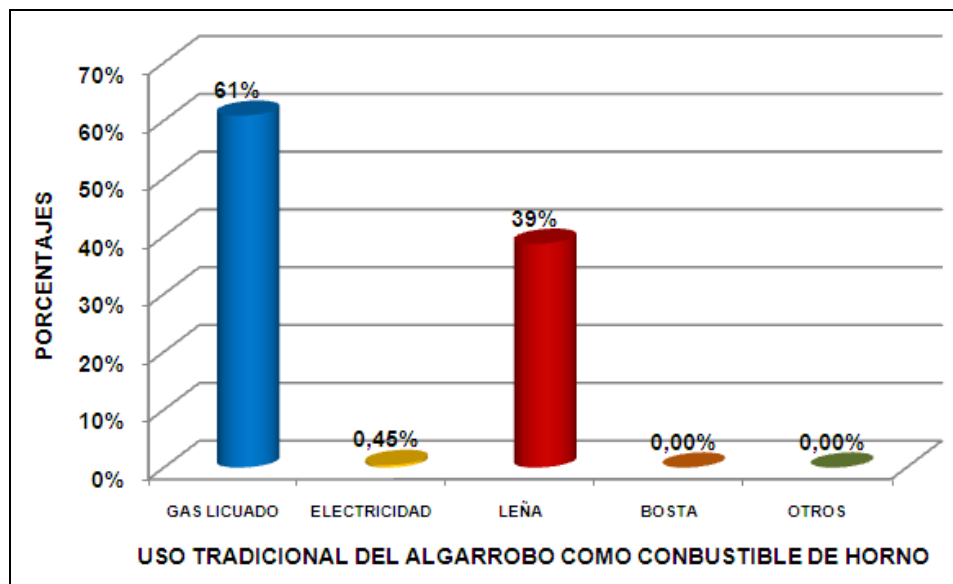
En la cocina se utiliza leña, la recolección de leña la realiza toda la familia, aunque con mayor frecuencia la madre apoya trozando la leña. La figura 11 y 12 nos muestra la preferencia de las familias en el uso de combustibles.

El principal problema de la región fue la deforestación del genero *Prosopis* durante la época colonial y republicana. El destino como un recurso energético (leña, carbón, etc.), principalmente, en las fundiciones de las minas de plata, estaño, como durmientes para el ferrocarril, por ultimo en chimeneas y hornos domésticos de las grandes ciudades.

**Figura: 10.** El algarrobo como combustible para la cocina



**Figura: 11.** El algarrobo como combustible para hornos



Siendo esta degradación la causa de muchos fenómenos climáticos como las sequías, tormentas de polvo, derrumbes, deslizamientos y mazamoras.

En la actualidad el principal problema identificado es la disgenia, es decir la plantación de especies foráneas en decremento de aquellas nativas, efectuado principalmente por las nuevas urbanizaciones que se asientan en la zona.

**Cuadro 11:** El algarrobo como combustible

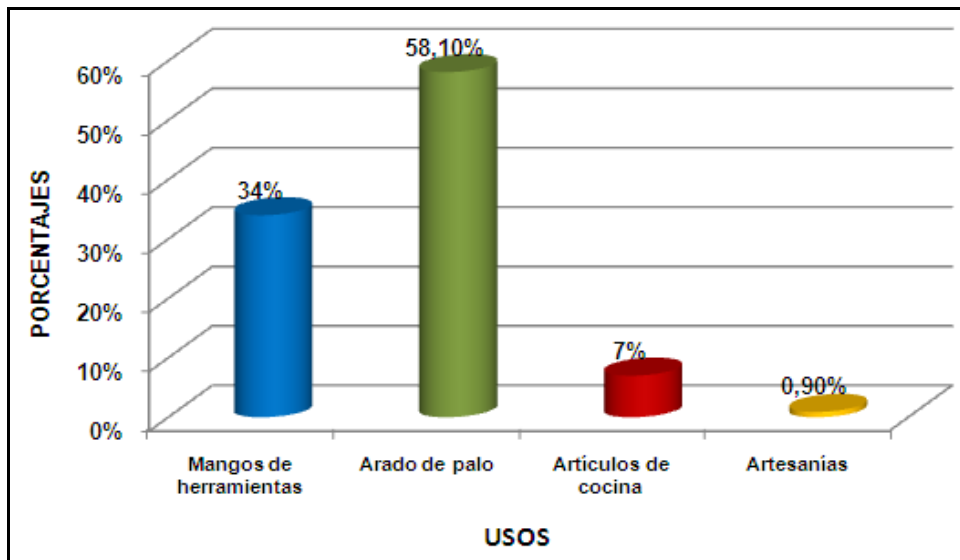
Principal combustible o energía que utilizan en cocinas y hornos	Cocina %	Horno %
Gas en garrafa	64,5	60,85
Electricidad	0,67	0,45
Leña	13,05	38,7
Guano, bosta o taquia	21,33	0
Otros	0,45	0

**Fuente:** Elaboración en base a encuestas

#### 4.1.3 El Algarrobo como herramienta

Por la consistencia del tronco este se utiliza en la elaboración de arado de palo, mangos para herramienta, como ser: picotas, chontillas hachas, en algunos casos se hacen cucharas de palo, espátulas y otros que son utilizados en la cocina. La figura 12 nos muestra los usos del tronco de algarrobo y porcentajes de estos.

**Figura: 12.** El Algarrobo como herramienta



Es de predominancia el uso de la madera de esta especie *Prosopis chilensis* por ser de madera dura cuando está seca pero fácilmente trabajable cuando está fresca.

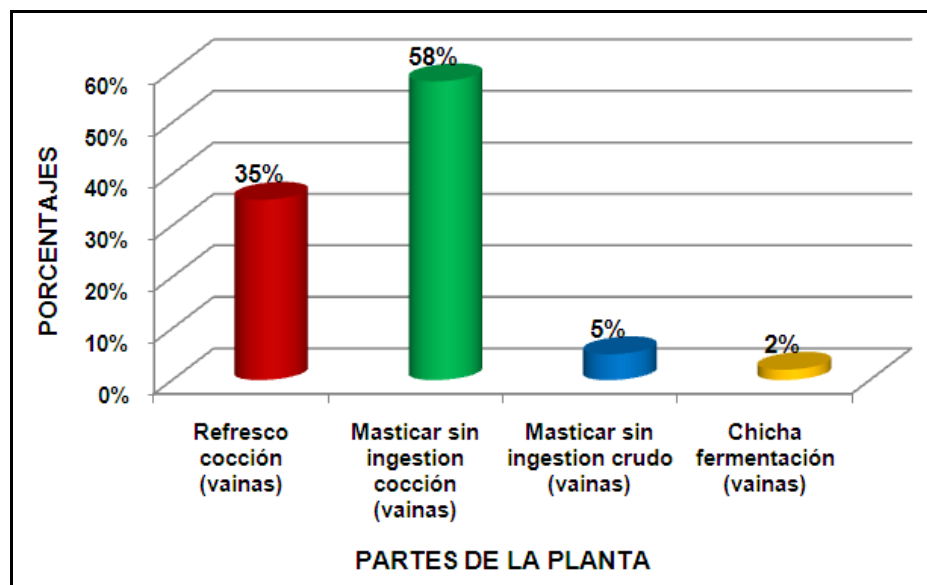


**Foto 12.** Algunos de los usos tradicionales del tronco de Algarrobo

#### 4.1.4 El Algarrobo como alimento humano

De las personas entrevistadas aseguraron masticar (solo masticas sin ingerir) ocasionalmente las vainas secas de esta especie por el sabor dulce de esta, pero no más de una vaina por que se le considera una planta caliente, consumir más de una implica la aparición de fiebre.

**Figura: 13.** El Algarrobo como alimento humano





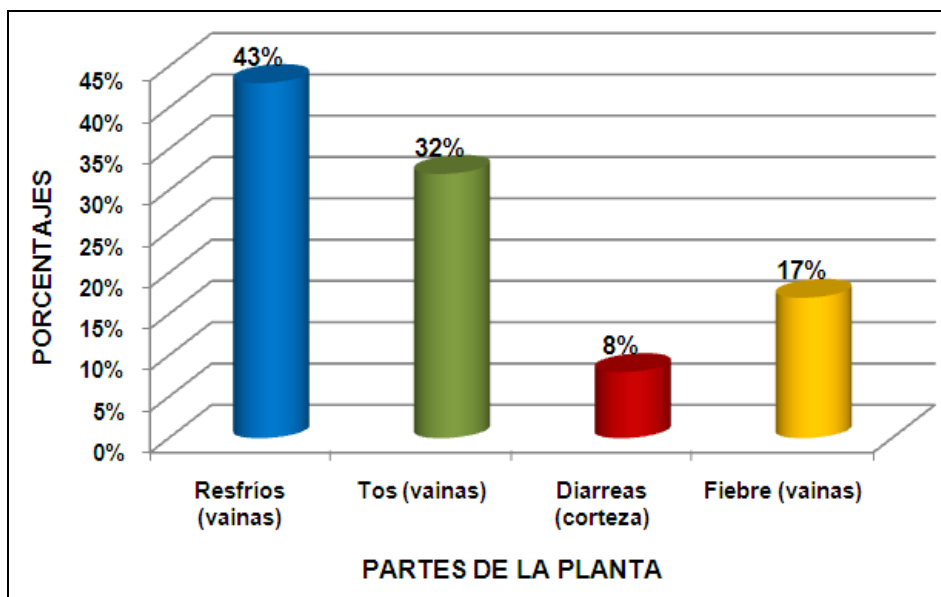
Con más frecuencia se mastican las vainas cocidas en almíbar, masticando para sacarle el jugo dulce, sin llegar a la ingestión. Esta práctica se la efectúa los meses de junio a agosto en las fiestas de las poblaciones y de gran manera en la zona de San Pedro ya en el municipio de La Paz específicamente 27 al 29 de julio fiesta de San Pedro y San Pablo. Por otra parte se utilizan las vainas del algarrobo, para la elaboración de refrescos previa selección y cocción de las vainas.

En entrevista realizada a personas de la tercera edad aseguraron que antiguamente se hacían fermentar las vainas previamente cocidas para la elaboración de chicha, pero se dejó de hacerlo por considerarla una bebida altamente alcohólica.

#### 4.1.5 El Algarrobo en la medicina tradicional

Las amas de casa utilizan ocasionalmente la especie como medicamento para algunas enfermedades principalmente resfríos, tos y fiebre, para esto se prepara una cocción de vainas. Y la cocción de la corteza como remedio para la diarrea.

**Figura: 14.** Algarrobo en la medicina tradicional



## **4.2 Aspecto Técnico: Identificar y caracterizar las especies de Prosopis**

### **4.2.1 Identificación de las especies aptas para la elaboración de productos**

Mediante la recolección y compra de la especie se pudo identificar tres especies útiles en la elaboración de alimentos para el consumo humano, siendo estas variedades autóctonas, de la región *Prosopis chilensis* y *Prosopis flexuosa*

#### **4.2.1.1 *Prosopis chilensis* (V1)**

La variedad se identifica como potenciales en la elaboración de harinas por contener un pericarpio sin mucilago, esto facilita el secado y su posterior molienda.

Lara Rico et al. (1997), en Bolivia, la descripción botánica es la siguiente: árbol espinoso, erguido que alcanza de 8 a 15 m de porte. Tiene tronco corto acanalado y torcido, ramas extendidas, copa amplia redondeada. Presenta sistema radicular extendido y raíz pivotante profunda.



**Foto 13.** Vainas secas de *P.chilensis* (V1)

Con hojas compuestas bipinnadas con 1 a 3 pares de pinnas, folíolos lineales a veces con un par de espinas en la base de las hojas. Las flores amarillo-verdosas en espigas densas y largas, muy abundantes. Los frutos son legumbres o vainas falcado (presenta torsión), comprimido, amarillo de sabor dulce. La floración ocurre de septiembre a octubre y los frutos maduran de noviembre a diciembre, (Lara Rico et al. 1997).

Los frutos son lavados, seleccionados y secados al sol. Una vez secos, el proceso consiste en trozar la algarroba, de forma manual. El objetivo es lograr fracciones pequeñas para facilitar la molienda, luego mediante tamices identificar las diferentes fracciones.

- **Fracción Gruesa:** de uso en la alimentación animal, para rumiantes en especial, por contener mayor porcentaje de fibra, principalmente lignina.
- **Fracción Media:** de uso en alimentación animal, animales menores, contiene un mayor porcentaje de semillas (fracción con mayor contenido de proteínas).
- **Fracción Fina:** con mayor posibilidad de uso en la alimentación humana, mediante la diversificación de productos a partir de la harina. Contiene un menor porcentaje de fibra (predomina la celulósica) y tiene un mayor contenido de azúcares y aporte energético.

#### **4.2.1.2 *Prosopis chilensis* (V2)**

Presenta un pericarpio mucilaginoso rico en azúcares, dificultándose de gran manera el secado y su posterior molienda, en este caso es necesario la utilización de hornos que faciliten el secado, es también de mencionar que esta especie es utilizada en la elaboración de algarrobina. La algarrobina de la variedad 2, de color amarillo claro se denomina rubia, presenta un color marrón claro, sabor a extracto del fruto y mayor consistencia.



**Foto 14.** Vainas secas de *Prosopis chilensis* (V2)

*Prosopis chilensis* (V2), presenta un El fruto es dulce, de 16-25 cm de largo por 8-15 mm de ancho y 4-9 mm de grosor, recto, semicomprimido, amarillo, con acúmen de 6-21 mm de largo, curvo, glabro. Con un pedúnculo de 8-20 mm de longitud, glabro. Las semillas son oblongas de hasta 6,5 mm de largo y 5 mm de ancho.

La obtención de extractos concentrados a partir de los diferentes componentes del fruto de la algarroba obtenidos por molienda fraccionada, permite obtener algarrobinas. Éstas varían en cuanto a características organolépticas, que hacen más factible su uso en la industria como saborizante.

- **Algarrobina A (la negra):** que se caracteriza por tener color negro (oscuro), sabor más dulce, mayor concentración de azúcares y sólidos totales.
- **Algarrobina B (la rubia):** presenta un color marrón claro, sabor a extracto del fruto y mayor consistencia.
- **Algarrobina tipo (estándar),** es el extracto concentrado obtenido del fruto molido en forma integral, al cual se le han regulado sus características básicas (concentración y sabor) para ser usado como ingredientes sonorizadores.

#### 4.2.1.3 *Prosopis flexuosa*

Se caracteriza por tener un pericarpio carnoso mucilaginoso, rico en azúcares, por estas características es ideal para la elaboración de algarrobina.

El fruto es muy dulce, color oscuro de 15-30 cm de largo por 8-15 mm de ancho y 4-6 mm de grosor, recto, semicomprimido, de color pardo oscuro, con acumen de 8-25 mm de largo, recto, glabro. Con un pedúnculo de 8-20 mm de longitud, glabro. Las semillas son oblongas de hasta 6,5 mm de largo y 5 mm de ancho.



**Foto 15.** Vainas secas *Prosopis flexuosa* color oscuro

Se destaca de esta especie que es la más abundante en la región, obteniéndose de esta la llamada algarrobina negra: que se caracteriza por tener color negro (oscuro), sabor más dulce, mayor concentración de azúcares y sólidos totales.

#### 4.2.2 Disponibilidad de implementos y equipos para el proceso

Teniendo una clara idea de los procesos que se realizarán en la elaboración de productos en base a las vainas de algarrobo, se procederá a señalar los equipos

necesarios y primordiales para cumplir con el objetivo de la producción y el manejo de materiales.

#### **4.2.2.1 Molino de martillo**

Los molinos de martillos están indicados para los procesos de molienda de productos de dureza media, que no sean muy abrasivos, y en los que se necesite un tamaño de grano a la salida superior a 1 mm.

Estos equipos pueden usarse como molinos o como trituradores mediante la adaptación de parrillas de dimensiones apropiadas, el precio en el mercado 3500 bolivianos, razón por la cual se acude a molineras, el precio por la molienda es de 15 bolivianos la arroba.



**Foto 16.** Molino de martillo utilizado para la trituración de algarrobo

#### **4.2.2.2 Horno a gas licuado de petróleo**

Es necesario el uso de este equipo, porque no se llega a secado total de las vainas de algarrobo por el contenido de mucilago, el precio en el mercado oscila entre los

1700 bolivianos, el alquiler de estos es de 5 bolivianos por lata (media arroba por lata)



**Foto 17.** Horno a GLP para el secado del algarrobo

#### **4.2.2.3 Secador solar**

Es una estructura que permite que un producto seque de forma natural, consta de dos elementos básicos de una secadora solar son: el colector, donde la radiación calienta el aire y la cámara de secado, donde el producto es deshidratado por el aire que pasa. Estos elementos pueden diseñarse de diferentes formas para integrarse a diferentes equipos de secado solar.

#### **4.2.2.4 Balanza Electrónica**

Es el instrumento que permitirá señalar el pesaje del producto a utilizarse tanto para la producción como para el despacho, el precio promedio de este instrumento en el mercado local es de 250 bolivianos la precisión es de 0,5 gramos a 1 kilogramo (Foto 24).



**Foto 18.** Secador solar con materiales de la región



**Foto 19.** Tamiz con mallas de distintos diámetros

#### 4.2.2.5 Tamiz

Es un cilindro con varias secciones de malla de cedazo, cada una con un tamaño de paso distinto, que se hace girar mientras la harina pasa por su interior, dejando pasar cada sección de harina (polvo) de mejor a peor calidad (más fina a más



gruesa) y finalmente el salvado, que es la cascarilla del grano molida. Las mallas de 0,5 mm y 0.25mm son las que con mayor frecuencia se encuentran en el mercado su precio oscila entre los 100-250 bolivianos por tamiz.

#### 4.2.3 Elaboración de HARINA de algarrobo

Según Ortega A., (2013). La harina de algarroba se elabora a partir del fruto de un árbol, el algarrobo, considerado éste desde antiguo como la más preciada ofrenda de los dioses. Después de una serie de tratamientos como deshidratación, tostado del producto y molienda fina, se obtiene un producto de aspecto y sabor similar al polvo de cacao.

Al ser soluble en líquidos, puede mezclarse rápidamente con agua o leche, sin necesitar cocción. Con ella se prepara el ancestral patay, que es una torta hecha con harina de algarroba y agua que puede consumirse a modo de turrón. Si se usa como cobertura, se diluye en agua caliente y se le añade un poco de aceite o manteca para compensar su falta de materia grasa, Ortega A., (2013).

**Cuadro 12.** Valor nutritivo de la harina de algarrobo

Componente	Descripción
Azúcar:	40 – 50% de azúcares naturales (fructuosa, glucosa, maltosa y sacarosa). Esto evita la adición de azúcar en la preparación del producto terminado.
Minerales:	Posee hierro (más que el hígado vacuno), calcio (más que la leche), magnesio, zinc, silicio, manganeso y cobre, destacándose por su gran contenido de potasio y bajo contenido de sodio.
Proteínas:	Contiene un 11%, siendo muy rica en triptófano.
Vitaminas:	Presencia de A, B1, B2, B3 C y D.
Grasa:	Posee 2% de grasa.
Gluten:	No posee gluten (apto para celíacos)

**Fuente:** Ortega A., (2013).

#### 4.2.3.1 Descripción del Proceso

El proceso de obtención de harina de algarrobo, está enmarcado en la estrategia de aprovechar la gran riqueza de los bosques secos como recursos alimenticios para uso humano y animal. La materia prima a utilizarse son las vainas de algarrobo, las cuales pasarán por una serie de etapas hasta la obtención del producto final.

**Figura 15.** Descripción del proceso en la elaboración de harina



El proceso para la producción de harina de algarrobo consta de las siguientes etapas: acopio, selección, pre-secado, trozado, almacenamiento, lavado, secado al sol, secado al horno, molienda, tamizado, envasado, etiquetado, Ortega A., (2013).

**1. Acopio.** Consiste en abastecerse de materia prima, sobre todo durante la época de la cosecha (mayo a agosto), Debido a que en la región la producción de vainas es estacional se acopia para disponer de materia prima todo el año. Se ha establecido que las vainas caídas al suelo son las que presentan una mayor incidencia de ataque por parte de gorgojos y animales, a diferencia de las vainas que se encuentran todavía en el árbol.

Se recomienda la cosecha directa, es decir del mismo árbol, las técnicas son mecánicas con golpes de varas de madera o carrizo (caña hueca) en las ramas propiciando la caída de las vainas, esto incide de gran manera en la selección de las vainas libres de ataque de plagas, garantizando así un producto de calidad.

**2. Selección.** La selección es exhaustiva con el fin de evitar la presencia de enfermedades (hongos), huevos de insectos, vainas masticadas por mamíferos y materias extrañas que disminuirían el tiempo de vida de las vainas.

Los insectos son los que causan más daños específicamente a las vainas los más numerosos son los llamados gorgojos, que utilizan las vainas del algarrobo como recurso alimenticio, foto 1 y 34, cabe mencionar que aquellas vainas que estén fraccionadas también pueden ser utilizadas en el proceso sin que esto afecte el producto final.

Producto de la selección se pierde un aproximado de un 25% del peso total, debido principalmente al ataque por mamíferos (cerdos, vacunos, caprinos) e insectos. Para este proceso se utilizaron 10 kilogramos de algarrobo, como producto de la primera selección quedan para el proceso 7,5 kilogramos de algarrobo.

**3. Pre-secado.** El secado es uno de los métodos más antiguos e importantes utilizados por el hombre para la conservación de los alimentos. El principal objetivo es reducir el nivel del agua de los productos para evitar el deterioro y prolongar su vida útil. También tiene la ventaja de reducir el volumen y el peso de los alimentos,

minimizando el costo del envasado, almacenamiento y transporte (Kaptso et al., 2007)

El contenido de humedad de las vainas recién cosechadas, oscila entre 15 y 20 % de humedad (base seca) y propicia el desarrollo de la contaminación microbiológica. Además, el secado es una etapa del proceso imprescindible para la elaboración de la harina de algarrobo.

La eficiencia del proceso de molienda del fruto depende del nivel de humedad y se ve favorecido con bajos rangos de humedad (4-6 %). Con un contenido mayor de humedad, los frutos se tornan flexibles y el azúcar presente resulta pegajoso (higroscópica) impidiendo la molienda (Meyer et al., 1986).

Esta operación se efectúa secando al sol durante un lapso de tres días o hasta que las vainas puedan segmentarse de forma mecánica.

**4. Troceado.** Lo expuesto en el punto anterior facilita el proceso de trozado, que es la operación de segmentación de la vaina en una longitud de 2-3 centímetros, operación que se lleva a cabo de forma manual y que a la vez sirve para identificar algún tipo de contaminación en las vainas, siendo el residuo descartado de esta operación un 6-8%, producto de esta segunda selección quedan 6, 82 kilogramos de algarrobo trozado.

La operación de segmentación permite manipular el producto de mejor manera, permitiendo una identificación más exhaustiva de contaminantes y un mejor almacenamiento.

**5. Almacenamiento.** En estas condiciones se procede a almacenar el producto en lugares secos y aireados, de manera que se conserve la calidad de las vainas durante el tiempo que dure el proceso.

**6. Lavado.** Las vainas se lavan con agua de manera que se eliminan sustancias adheridas a ellas. Esta operación se realiza de forma manual en recipientes apropiados para esta operación. El proceso consiste en tres inmersiones de lavado de forma simultánea, y un posterior escurrido. Se recomiendan aguas de buena calidad, con un pH cercano a 7

**7. Secado al sol.** Es la etapa en la que se disminuye el contenido de humedad de las vainas que debido al proceso de lavado se han hidratado, para este fin se escurren las vainas, procediendo luego al secado en un solar estructura que ayuda de gran manera la eliminación de humedad excedente, esta operación se lleva a cabo por un lapso de 3 días, 8 horas diarias horas.

**8. Secado al horno.** Se ha experimentado tres temperaturas de secado del producto en horno 5, 10, y 15 minutos a 140-160 °C (temperatura e cocción del pan), siendo el más óptimo el de 5 minutos, a una temperatura de 160 °C.

Esta operación reduce la humedad del producto a un 5 a 6%, el mucilago azucarado del endocarpio se vuelve sólido, las vainas segmentadas presentan un color café claro lustroso, siendo este un parámetro de identificación del estado óptimo de secado.

**9. Molienda.** Ésta se realiza en un molino de martillos, provisto de una malla de 0.5 mm. De acuerdo a apreciaciones del fabricante se puede mencionar que este proceso no se debe, en lo posible, ejecutar en temperaturas ambiente altas (mayores a 25 °C) ya que debido a la alta capacidad higroscópica del producto se produce apelmazamiento de la harina.

La molienda se realiza por dos veces consecutivas a fin de aprovechar mejor el producto triturado, el proceso de separación de la parte fina u polvo de algarrobo, se efectúa de forma manual con tamiz seleccionado para este fin.

**10 Tamizado.** El producto pulverizado anteriormente se hace pasar a través de tres tamices con el fin de separar la harina el tamiz más fino utilizado fue de 0.25mm.

De este proceso se obtiene un 85% de producto refinado, aproximadamente 6,1 kilogramos. El 15% restante del producto sujeto de la selección se aprovecha como alimento animal específicamente para la alimentación de cerdos.

**11. Envasado.** El producto final se envasa a un peso de 250 gramos en doble envase, un primero de polietileno y un segundo de papel kraft opaco (papel madera) foto 25, este último con el objetivo de impedir los rayos directos del sol.

**12. Etiquetado.** Se la etiqueta en el doble envase de papel kraft, indicando la procedencia y fecha de elaboración.



**Foto 20.** Acopio y almacenamiento *P. chilensis*



**Foto 21.** Trozado de vainas de algarrobo



**Foto 22.** Secado de las vainas al horno



**Foto 23.** Tamizado del producto en malla



**Foto 24.** Envasado del producto





**Foto 25.** Producto envasado con un peso de 500 gr.



**Foto 26.** Producto procesado



Foto 27. Presentación del producto para su venta

#### 4.2.4 Elaboración de ALGARROBINA

La algarrobina es un líquido espeso de color oscuro, sabor ligeramente dulce, con propiedades nutricionales reconocidas. La elaboración artesanal presenta variantes que permiten obtener productos de mayor a menor pureza debido a la mezcla con otros azúcares. Una algarrobina de buena calidad no debe ser dulce. Se tomará como referencia la Norma Técnica para la Algarrobina NTP 209.600. Qali Warma. 2014.

Cuadro 13. Requisitos físico químicos de la algarrobina

Requisitos físico-químico	
Proteínas:	Mínimo 5,2%
Humedad :	20 a 30%
Sólidos solubles :	75 a 80%
Cenizas :	3 a 6%
pH :	4 a 5,5
Densidad :	1,3 a 1,4 g/ml
Azúcar total/reductores :	40 a 60% / 8 a 11%

Fuente: Qali Warma. 2014.

**Cuadro 14.** Requisitos organolépticos de la algarrobina

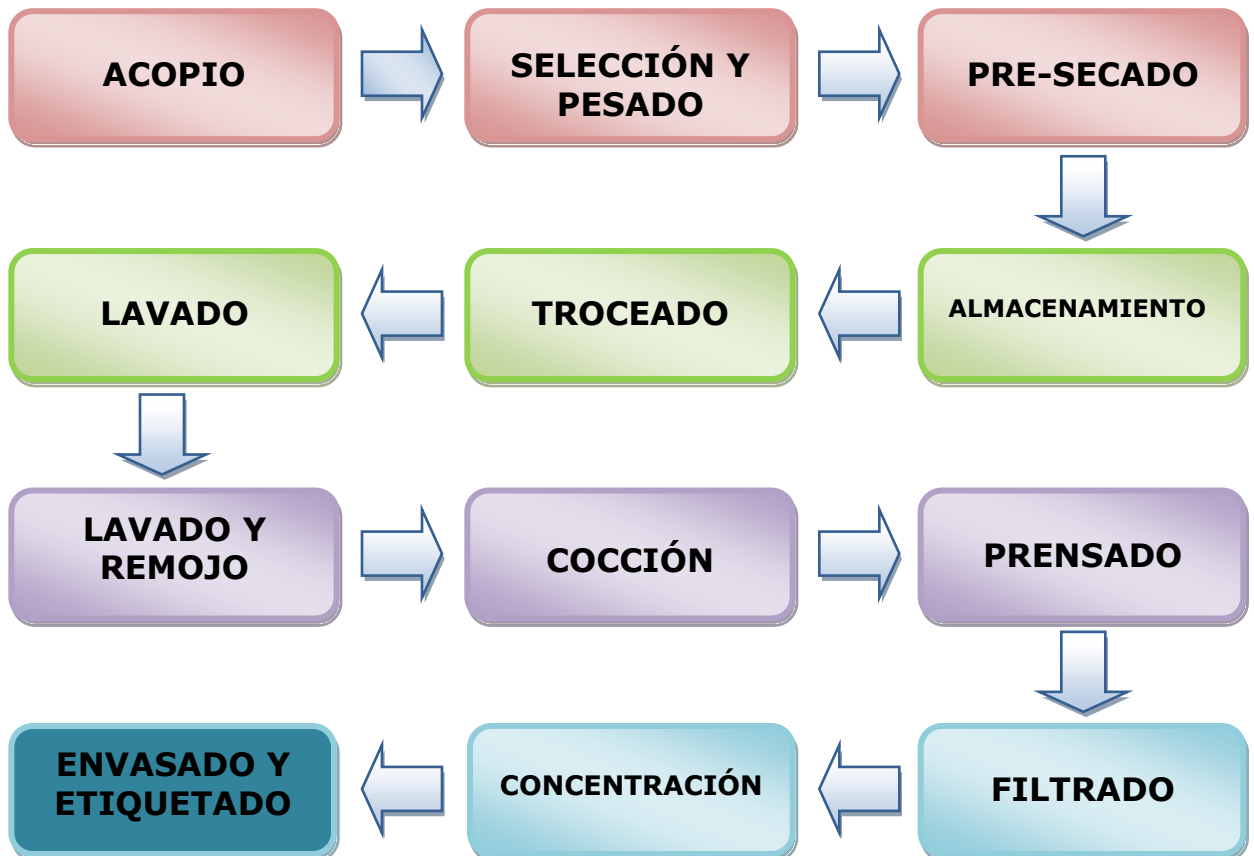
Requisitos organolépticos	
Sabor :	Amargo, ligeramente dulce
Color :	Marrón oscuro brillante
Materias extrañas :	Ausencia

**Fuente:** Qali Warma. 2014.

#### 4.2.4.1 Proceso productivo

Se diseñó el proceso en base a experimentación y el mejoramiento de trabajos y métodos ya desarrollados anteriormente. El proceso se caracteriza por el mejor aprovechamiento de la materia prima y el uso eficiente de los demás recursos productivos (mano de obra, tiempo, energía, maquinaria).a continuación se describen cada una de las operaciones del proceso productivo.

**Figura 16.** Descripción del proceso de elaboración de algarrobina



#### 4.2.4.2 Descripción del Proceso

El proceso para la producción de algarrobina consta de las siguientes etapas: acopio, selección y pesado, almacenado, troceado, lavado y oreo, cocción, prensado y filtrado, concentración, envasado, etiquetado.

**1. Acopio o recolección de materia prima.** Consiste en recoger el algarrobo de los bosquecillos, ubicados en la zona de estudio. Cabe la posibilidad de abastecerse de la materia prima de otros lugares, vendedores o revendedores. Se debe tener en cuenta las recomendaciones para un buen acopio expuestas en el punto anterior (Descripción del proceso de elaboración de harina de algarrobo).

**2. Selección y pesado.** Esta operación consiste en verificar la calidad del algarrobo recolectado o comprado, donde se descartaran aquellas que presentan alguna imperfección al igual que en el proceso de elaboración de harina de algarrobo. Se ha trabajado con un peso de 10 kilogramos de vainas de algarrobo de los cuales se descarta un 25% esto significa 2.5 kilogramos, ya sea por infestación e insectos en especial el gorgojo, por acción animal (vainas masticadas) o por el ataque de hongos. De esta primera selección quedan 7,5 kilogramos.

**3. Almacenamiento.** La materia prima, que será usada en el proceso de producción, será almacenada, en ambientes secos y aireados.

**4. Trozado.** Al igual que en el proceso anterior, se procede al trozado, que es la operación de segmentación de la vaina en una longitud de 2-3 centímetros, esto para facilitar la liberación de azúcares, y obtener una mejor cocción, de esta operación se descarta un 7% es decir 0,68 kilogramos producto de una segunda selección, quedando un total de 6.82 kilogramos de algarrobo trozado.

**5. Lavado y remojo.** Con agua blanda limpia, con el fin de eliminar las impurezas adheridas en la superficie de la vaina como polvo, tierra, etc. Por ser un fruto seco se recomienda el remojo por 8 horas, este proceso hincha los trozos de algarrobo favoreciendo la liberación de azúcares, de esta forma se reduce el tiempo de cocción.

**6. Cocción.** Se cocina el algarrobo, ya trozado, en un perol u olla. La cantidad de agua deberá estar en la proporción de 4 a 1 con la algarroba, es decir 4 litros de agua por 1 kilogramo de algarrobo. El caso particular 27 litros de agua para 6.82 kilogramos de algarrobo trozado.

El tiempo de esta cocción es de 3 horas a fuego vivo, tiempo en el que las vainas de algarroba se abren para que la pulpa se mezcle con el agua formando una solución acuosa y una parte sólida formada por las cáscaras de la vaina.

La solución acuosa es de color café claro de sabor dulce y un aroma agradable, el agua se ha reducido por efecto de evaporación hasta un 60%, es decir de los 27 litros originales quedarán aproximadamente 16 litros producto de la primera cocción.

**7. Prensado y filtrado.** Se filtra el jugo producto de la primera cocción, este proceso consiste en hacer pasar el jugo en una tela fina de algodón, de esta manera se retiene toda partícula sólida, las vainas cocidas son envueltas en la tela de algodón y estrujadas con el fin de recuperar el jugo que estas aún retienen.

**8. Concentración.** En esta etapa solo ingresará a la olla, únicamente parte líquida producto del filtrado, y se cocinará a fuego vivo hasta llegar a un 20% del volumen original, o cuando este comience a presentar un color marrón oscuro (foto 29-30), teniendo un aproximado de 65 °Brix.

En el caso particular de 16 litros producto de la primera cocción el volumen se reduce hasta llegar a 3, 200 litros de jugo concentrado o algarrobina.

**9. Envasado y etiquetado.** La algarrobina se coloca en frascos de vidrio de diferentes presentaciones en el caso particular de 250 y 500 ml, envasa estando aún tibia para facilitar la operación, se pasteuriza a una temperatura de 62-68°C por un lapso de 30 minutos, por último se etiqueta indicando el lugar de origen y la fecha de elaboración



**Foto 28.** Acopio de vainas de algarrobo.



**Foto 29.** Proceso de selección



**Foto 30.** Vainas seleccionadas y trozadas



**Foto 31.** Cocción de vainas de algarrobo



**Foto 32.** Producto concentrado





**Foto 33.** Envasado de algarrobina



**Foto 34.** Presentación del producto terminado (algarrobina)



**Foto 35.** Presentación del producto para la venta

#### **4.2.5 Asistencia técnica**

Los servicios de capacitación y asistencia técnica son muy importantes en un emprendimiento nuevo, de manera que se plantea un servicio de capacitación siguiendo una estrategia dirigida al acopiador y transformador de producto, clasificándolos en:

- Capacitación y asistencia técnica en desarrollo empresarial, con visión a la conformación de cooperativas.
- Capacitación y asistencia técnica en manejo de algarrobales, mejoramiento de productividad, mejoramiento de la calidad y elaboración de otros productos.

El proceso se basa en Norma técnica peruana NTP 209.602. También es referida a la calidad de acopio de las vainas de algarrobo las cuales deben de estar libres del ataque de insectos, daños causados por mamíferos y enfermedades tales como hongos y bacterias.



**Foto 36.** Vainas de *Prosopis flexuosa* infestadas con gorgojo

#### **4.3 Aspecto Económico Productivo: .Existencia de materia prima**

##### **4.3.1 Materia prima**

La materia prima es el fruto (vaina) del algarrobo, el cual deberá contar con ciertas características físicas y químicas mínimas para ingresar al proceso productivo.



**Foto 37.** Agrupaciones de *Prosopis flexuosa* en la localidad de Mecapaca

El abastecimiento se efectúa desde los bosquecillos de algarrobo, ubicados en el municipio (zona de estudio), recolectados de forma personal o previo contrato con los proveedores.

El algarrobo debe llegar en condiciones aptas para entrar al proceso productivo, sin un tratamiento de selección previo, con el fin de ahorrar tiempo en selección y acelerar el proceso productivo.



**Foto 38.** Agrupaciones de algarrobo localidad el Palomar

#### **4.3.2 Requisitos de la algarroba**

La algarroba deberá estar libre de contaminantes químicos; estar sana, es decir no presentar indicio de ser atacada por alguna peste o insecto; no estar en malas condiciones físicas a causa de la manipulación (rajaduras, magulladuras, etc.); ello asegurará que el producto final tenga la calidad necesaria para su comercialización.

Para ello se hará un control estricto de la materia prima que entra, ya que no siempre el proveedor entrega la materia prima en condiciones aptas para entrar al proceso.

### 4.3.3 Oferta De Algarroba

En la actualidad no existe oferta de las vainas secas como alimento de consumo humano, se acopia principalmente como alimento animal y es poco ofertado como este. Sin embargo si se pide al agricultor la venta, este se ofertara 30 bolivianos la arroba, 10.89 kg aproximadamente.

### 4.3.4 Rendimiento por producto

#### 4.3.4.1 Rendimiento de Harina de algarrobo

En este caso tomando como ejemplo el procesamiento de 10 kilogramos de algarrobo seleccionado, luego del proceso de secado al sol, horno la respectiva molienda y seleccionado por tamiz se tiene aproximadamente 6,1 kilogramos de harina seleccionada (ver foto 26). El cual se pasa a describir en el siguiente cuadro

**Cuadro 15.** Rendimiento esperado en la elaboración de harina de algarrobo

<b>PESO ORIGINAL</b> 10 Kilogramos	<b>PESO DESCARTADO PRIMERA SELECCIÓN</b> 2,5 Kilogramos (25%)
	<b>PESO DESCARTADO PRODUCTO DEL TROZADO</b> 0,75 Kilogramos (10%)
	<b>PESO DESCARTADO PRODUCTO DEL TAMIZADO</b> 0,61 Kilogramos (9%)
	<b>TOTAL PARA LA PRODUCCIÓN</b> 6,1 Kilogramos (61%)

#### 4.3.4.2 Rendimiento de Algarrobina

Tomando como base el ejemplo anterior, trabajamos con 10 kilogramos de algarrobo como peso original, y una vez realizadas las respectivas operaciones de selección se tienen, 6,82 kilogramos para el proceso productivo, realizada la operación de cocción tenemos 27 litros de jugo producto de la primera cocción, obteniendo un total de 3,2 litros de jugo concentrado o algarrobina.

**Cuadro 16.** Rendimiento esperado de algarrobo trozado

<b>PESO ORIGINAL</b> 10 Kilogramos	<b>PESO DESCARTADO PRIMERA SELECCIÓN</b> 2,5 Kilogramos (25%)
	<b>PESO DESCARTADO SEGUNDA SELECCIÓN</b> 0,68 Kilogramos (7%)
	<b>TOTAL PARA LA PRODUCCIÓN</b> 6.82 Kilogramos (68%)

**Cuadro 17.** Rendimiento en la elaboración de algarrobina

<b>VOLUMEN ORIGINAL</b> 27 Litros de agua para 6.82 Kilogramos de algarrobo trozado	<b>VOLUMEN PRODUCTO DE LA PRIMERA COCCIÓN</b> 16 Litros
	<b>VOLUMEN PRODUCTO DE LA SEGUNDA COCCIÓN</b> 3,2 Litros
	<b>VOLUMEN TOTAL A ENVASAR</b> 3,2 Litros

#### 4.3.5 Evolución de los precios

Se ha ofertado el producto en diferentes ferias de la ciudad de La Paz y El Alto en la cual los productos han tenido una buena aceptación, en el caso de la harina llama la atención el sabor dulce que esta presenta y en el caso de la algarrobina la fragancia y su fama como un reconstituyente y energizante.

El precio de oferta en el caso de la harina es de 10 bolivianos el envase de 250 gr. Así mismo el precio de oferta de la algarrobina es de 15 bolivianos el envase de 250 ml, y 30 bolivianos el de 500 ml.

#### 4.3.6 Relación C/B

Un análisis costo-beneficio es un proceso que contesta esta pregunta: ¿vale la pena realizar este emprendimiento? La idea básica del análisis costo-beneficio es que no importa que tan buena sea una solución a un problema, ésta jamás es gratis.

Entonces, la pregunta es si el costo de la solución sobrepasa el costo del problema. Si la solución es más cara que el problema, obviamente no se debe implementar la solución.

Su cálculo está dado por la siguiente fórmula:

$$\mathbf{RBC = BB/CP}$$

Donde:

**RBC** = Relación Beneficio Costo

**BB** = Beneficio Bruto

**CP** = Costos de Producción

Para su aplicación es necesario tener presente los siguientes parámetros de medición:

- B/C > 1** Entonces, existe beneficio  
**B/C = 1** Entonces, no existe beneficio ni pérdida  
**B/C < 1** Entonces, no existe beneficio

#### 4.3.6.1 Relación C/B Harina de algarrobo

En el caso específico de la harina y tomando como ejemplo el procesamiento de 10. 88 kg. (Una arroba) de algarrobo seleccionado se tiene la siguiente relación:

**Cuadro 18.** Costos de producción, harina de algarrobo

Nº	ITEM	Tipo de costo (fijo o variable)	Unidad de uso local	Cantidad procesada	Precio unitario	Cantidad de unidad productiva	Número por año	Costo total en Bs.
<b>Acopio</b>								
1.	Compra	fijo	jornal	1 arroba	30	1	1	30
2.	Mano de obra	fijo	jornal	1 arroba	50	1	1	50
<b>Proceso</b>								
3.	Agua	variable	compra	10 m3	1.5	10	1	15
4.	Horno	variable	alquiler	1 arroba	10	1	1	10
5.	Molino	variable	alquiler	1 arroba	15	1	1	15
6.	Tamiz	fijo	compra	1 arroba	5	2	1	10
7.	Envase 1	fijo	compra	unidad	0.25	24	1	1.20
8.	Envase 2	fijo	compra	unidad	0.50	24	1	12
9.	Impresión	fijo	alquiler	unidad	0.208	24	1	5
<b>Comercialización</b>								
10.	Transporte	fijo	alquiler		9		2	18
11.								
<b>TOTAL</b>								<b>166,20</b>

**Cuadro 19.** Costos de comercialización, harina de algarrobo

Nº	Producto	Unidad kg.	Cantidad	Precio Unid. Bs.	Ingreso total en Bs.
1.	Harina	6	24 unid.	10	240
<b>TOTAL</b>					<b>240 Bs.</b>

$$RBC = 240/166, 20$$

$$RBC = 1,44$$

Esto significa que por cada boliviano invertido en las actividades o etapas en la elaboración de harina de algarrobo se han generado 1.44 bolivianos de ganancia que el productor recibe por esta actividad.



#### 4.3.6.2 Relación C/B algarrobina

**Cuadro 20.** Costos de producción, de la algarrobina

Nº	ITEM	Tipo de costo (fijo o variable)	Unidad de uso local	Cantidad procesada	Precio unitario	Cantidad de unidad productiva	Número por año	Costo total en bs.
<b>Acopio</b>								
1.	Compra	fijo	jornal	1 arroba	30	1	1	30
2.	Mano de obra	fijo	jornal	1 arroba	50	1	1	50
<b>Proceso</b>								
3.	Agua	variable	compra	10 m3	1.5	10	1	15
4.	Garrafa GLP	variable	alquiler	1 garrafa	25	1	1	25
5.	Tamiz	fijo	compra	1 arroba	5	2	1	10
6.	Envase 1	fijo	compra	unidad 250 ml.	3	9	1	27
7.	Envase 2	fijo	compra	unidad 500 ml.	5	5	1	25
8.	Adhesivo craf	fijo	compra	compra	1.5	2	1	3
9.	Impresión	fijo	alquiler	unidad	0.208	24	1	5
<b>Comercialización</b>								
10.	Transporte	fijo	alquiler		9		2	18
11.								
<b>TOTAL</b>								<b>201</b>

**Cuadro 21.** Costos de comercialización, de la algarrobina

Nº	Producto	Unidad kg.	Cantidad	Precio Unid. Bs.	Ingreso total en Bs.
1.	Algarrobina	250 ml.	9 unid.	15	240
2.	Algarrobina	500 ml.	6 unid.	25	125
<b>TOTAL</b>					<b>365 Bs.</b>

$$\text{RBC} = 365/201$$

$$\text{RBC} = 1.81$$

Esto significa que por cada boliviano invertido en las actividades o etapas en la elaboración de algarrobina se han generado 1.81 bolivianos de ganancia.

## V. SECCIÓN CONCLUSIVA

### 5.1 Conclusiones

En base a los objetivos planteados se tienen las siguientes conclusiones.

- El género *Prosopis* guarda potencialidades para su aprovechamiento integral dentro de los sistemas agroalimentarios locales por su importante aporte nutricional en la dieta humana y animal, ofreciendo en la región cuatro meses de cosecha escalonada, representando un aporte importante durante este periodo del año en la economía para las familias del municipio.
- Las especies del género *Prosopis*, son destinadas principalmente al consumo animal se asegura que el 60% es destinado en la alimentación de vacunos, 20% asegura utilizarla como alimento para cerdos, 15% en la alimentación de cabras, el 5% de asegura utilizarlo para la alimentación de cuyes y conejos, las vainas se ofrece en estado seco, no ofreciendo ningún obstáculo para estos animales.
- Mediante la recolección y compra de la especie se pudo identificar tres variedades útiles en la elaboración de alimentos para el consumo humano, siendo estas: *Prosopis pallida*, *Prosopis flexuosa* y *Prosopis chilensis*. Identificando la especie *P. flexuosa* y *P. pallida* como potenciales en la elaboración de harinas en especial la variedad *Prosopis flexuosa* por contener un pericarpio sin mucilago. La especie *P. chilensis* es potencial para la elaboración de algarrobina por contener un pericarpio mucho más mucilaginoso que las demás especies.
- La ausencia de almidón en la composición de la harina de algarroba no permite su uso como agente estructurador para la elaboración de productos de pastelería, constituyéndose en un ingrediente saborizante y nutritivo.

Como no puede reemplazar a la harina de trigo, se debe mezclar con ésta en bajas proporciones.

- Los procesos planteados son técnicamente factibles de llevar a la práctica, pues los equipos están disponibles en el comercio; por otro lado, las operaciones son ampliamente conocidas y fácilmente operables, los costos son competitivos en el mercado local, lo que hace económicamente factible su ingreso a éste con los procesamientos propuestos.

## **5.2 Recomendaciones**

- La vaina del algarrobo es un recurso natural que sigue siendo ampliamente importante, en lo que respecta a la vaina cumple una función vital principalmente en épocas secas cuando no existe forraje disponible para el animal, dentro de la cadena productiva para la elaboración de harina de vaina y algarrobina, se pudo determinar como factor crítico es la disponibilidad de materia prima.
- Es importante proponer estudios futuros sobre este producto, básicamente orientados a mejorar sus propiedades organolépticas, con aplicaciones en otras industrias alimenticias, como la de harinas enriquecidas, bebidas, lácteos o helados.
- La harina de algarroba posee un mayor contenido de proteínas que la harina de trigo, y al ser utilizada en pequeñas proporciones en la formulación se obtienen productos con mayor valor nutritivo que los productos de pastelería hechos exclusivamente a base de harina de trigo. Es importante que el público en general, conozca esta propuesta que contribuiría a mejorar la alimentación en bien de una calidad de vida adecuada.

- Esta experiencia, demostró que facilitando la circulación de saberes a través del acceso a la información, los intercambio y capacitaciones de usos concretos, con un enfoque de valorización de los recursos locales, tanto naturales como el conocimiento y prácticas de manejo, produciendo productos alternativos en base al algarrobo.

## VI BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

**ASCIM, 2005.** "Evaluación y promoción del uso del algarrobo por Comunidades indígenas en la cuenca del río pilcomayo". pdf.usaid.gov/pdf\_docs/Pnadr178.pdf

**Aedo Bendek 2007.** Factibilidad técnico-económica de generar productos alimenticios a partir del fruto de Algarrobo Chileno (*Prosopis chilensis* Mol. Stuntz) para la alimentación humana o animal., Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de licenciado en Agronomía. VALDIVIA – CHILE.

**Aguilera, R. 2014.** Reforestación de suelos improductivos en el bosque tropical húmedo. Caso Comunas Dos Mangas y San José, en Santa Elena – Ecuador. Disponible en [http://www.eumed.net/revista\\_Delos/reforestación\\_suelos, htm](http://www.eumed.net/revista_Delos/reforestación_suelos.htm), vol.7 N.19 (febrero 2014).

**Alzate Tamayo, L. M., Arteaga Gonzalez, D. M., & Jaramillo Garcés, Y. 2008.** Propiedades farmacológicas del Algarrobo (*Hymenaea courbaril* Linneaus) de interés para la industria de alimentos. Revista Lasallista de Investigación.

**Antezana C., Atahuachi M., Arrázola S., Fernandez E., Navarro G., 2000.** Ecología y biogeografía del género *Prosopis* (Mimosaceae) en Bolivia. Rev. Bol. Ecol. 8: 25 - 36, 2000. Cochabamba- Bolivia.

**Atuna, F. J. 2011.** Desarrollo del proceso de elaboración de harina de las semillas del árbol de pan (*Artocarpus camansi*) y determinación de una mezcla nutritiva con harina de soya (*Glycine max* L.) para uso humano. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2745/1/CD-3407.pdf>

**Barros S. 2010.** El género *Prosopis*, valioso recurso forestal de las zonas áridas y semiáridas de América, Asia y África., Instituto Forestal, Chile. [sbarros@infor.cl](mailto:sbarros@infor.cl)  
Volumen 16 N° 1, Abril 2010 / 93

**Briones T, Pino I. 2014.** Proyecto de inversión para la comercialización de productos elaborados de algarrobo como una nueva línea de productos para la industria Universal S. A. disponible en «<http://www.dispace.espol.edu.ec>.» publicado abril 29 - 2010. Recuperado el 20 de mayo del 2014.

**Cardozo, F. 2008.** Forestación con Algarrobo. Informe técnico. Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias. Santa Fe: Centro Regional Santa Fe - Argentina, s.f.

**Carretero A., Ibisch S., Beck S., Araujo N. ( ).** Bosques-Bolivia. Memoria Explicativa Mapa de los Bosques Nativos Andinos, documento PDF., citado agosto de 2015

**COOPI 2011.** Proyecto: “Chaco Rapére: protegiendo y adaptando medios de vida para hacer frente a la sequía en comunidades indígenas vulnerables del Chaco Paraguayo” ECHO/-AM/BUD/2011/91001

**Copa M., 2013.** Evaluación de la gestión comunal de riesgo agropecuario en la disminución de los efectos climáticos en la producción agrícola en cinco comunidades del municipio de Mecapaca., Tesis de Grado, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia

**Cristancho, A. 2014.** La Gran Época. Obtenido de Propuesta colombiana para elaborar pan con quinua: <http://www.lagranepoca.com/31053-propuesta-colombiana-para-elaborar-pan-quinua>

**Da Silva M., 2010.** "Distribución, abundancia relativa y dieta de mamíferos carnívoros en áreas periurbanas del Valle de La Paz", Unidad de Manejo y Conservación de Fauna del Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA). La Paz Bolivia.

**Dostert N., Roque J., Cano A., La Torre M., Weigend M. 2012.** Hoja botánica: Algarrobo, Proyecto Perúbiodiverso, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Impreso por: Giacomotti Comunicación Gráfica S.A.C. Primera Edición Lima - Perú, junio del 2012

**Ecológico, P. 2009.** Algarrobo (*Prosopis pallida*) Generador de vida en el desierto. Obtenido de [http://www.peruecológico.com.pe/flo\\_algarrobo\\_1.htm](http://www.peruecológico.com.pe/flo_algarrobo_1.htm)

**Escobar, B., Estévez A., A.M., Fuentes G., C., Venegas, F. D. 2009.** Uso de harina de cotiledón de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) como fuente de proteína y fibra dietética en la elaboración de galletas y hojuelas fritas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, 59 (2).

**Estévez, A.M; Escobar, B., Ugarte A. 2000.** Utilización de cotiledones de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) en la elaboración de barras de cereales. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición.

**FAO, 2010.** (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (FRA-2010). En línea: <http://www.fao.org/forestry/static/data/fra2010/KeyFindings-es.pdf>. Consulta agosto 2014. <http://www.fao.org/forestry/static/data/fra2010/KeyFindings-es.pdf>. [Consulta marzo 2010.](#)

**FAO. 2014.** (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) <http://www.Fao.org/docrep/006/ad314SO1>. Disponible en <<http://www.Fao.org/docrep/006/ad314SO1>>. Recuperado el 6 de marzo del 2014.

**Galera F. 2000.** Las especies del género *Prosopis* (algarrobos) de América latina con especial énfasis en aquellas de interés económico. Talleres Gráficos de

Graziani Gráfica Justo P. Molina 260 - Bo A. Alberdi Córdoba – Argentina en  
Octubre de 2000

**Galindo, L. 1997.** Técnicas de Investigación en Sociedad, Cultura y Comunicación.  
Primera Edición. Editorial Pearson. México. 30-75 p.

**González A.G., 2008.** Caracterización química de la harina del fruto de Prosopis  
spp. Procedente de Bolivia y Brasil. Universidad Federal de Lavras, Lavras- MG,  
Brasil, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno (UAGRM), Santa Cruz de la  
Sierra, Bolivia. Vol. 58 N° 3

**Guzmán, J. 2000.** Técnicas de Investigación y Redacción Técnica. Apuntes de  
Cátedra. La Paz - Bolivia.

**Grados N., Ruiz W., Cruz G., Díaz C., Puicón J. 2004.** Productos industrializables  
de la algarroba peruana (Prosopis pallida): algarrobina y harina de algarroba.,  
Unidad de Proyectos Ambientales, Universidad de Piura. Apartado 353. Piura -  
Perú. E-mail: ngrados@udep.edu.pe

**Hernández, B. 2003.** Metodología de la investigación del muestreo poblacional.  
Editorial McGraw-Hill. Tercera edición. México. 14 p.

**Hernández, S., Fernández, C., Baptista, L. 1999.** Metodología de la Investigación.  
Segunda Edición. Editores Mc Graw-Hill Inter Americana Editores, S.A., México,  
D.F. Ed. Nomos S.A. Impreso en Colombia, 204-220, 234-245, 276- 293 p.

**INTA. 2005.** Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias. El Cultivo del  
Algarrobo. Conservación y mejoramiento genético y silvicultura del algarrobo en el  
Chaco Árido Argentino. Disponible en <http://www.redaf.org.ar>. Consultado el  
3/04/2011



**Killeen, T., 1993.** Guía de arboles de Bolivia. Publicado por Herbario Nacional de Bolivia y Missouri Botanical Garden., Liga de Defensa del Medio Ambiente (LIDEMA) La Paz, Bolivia.

**León L., 2014.** Propuesta para la producción y comercialización de harina de algarrobo como ingrediente alimenticio, en la ciudad de Guayaquil. Trabajo de titulación presentado como requisito previo para optar al grado de química y farmacéutica. Guayaquil- Ecuador P-87

**Lomas Mercado, K. K. 2011.** Caracterización nutricional del algarrobo (*Prosopis* spp.) en el Departamento de Cochabamba. Tesis de grado: Licenciatura en Biología. UMSM. Cochabamba-Bolivia.

**López Y., Goycoolea F., Valdez M. Calderón de la Barca A. 2006.** Goma de mezquite (*Prosopis juliflora*): una alternativa de uso industrial, SCIELO. INCI v.31 n.3 Caracas mar. 2006. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442006000300007](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000300007)

**Manguia A. 2011.** Investigación participativa en gestión territorial indígena originaria y campesina. “Revalorización de productos artesanales maderables y no maderables en las comunidades de Isipotindi y Tiguipa pueblo de la tco Machareti departamento de Chuquisaca”. Plural editores Av. Ecuador 2337 esq. Calle Rosendo Gutiérrez Teléfono 2411018 / Casilla Postal 5097 / La Paz-Bolivia

**Mom, M. 2012.** Caracterización estructural y propiedades funcionales de las harinas de los frutos de *Prosopis alba* Griseb., *P. chilensis* (Molina) Stuntz emend. Burkart y *P. flexuosa* DC. Desarrollo de un proceso de secado, molienda y mezcla para optimizar la calidad del producto. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires, disponible en [www.digital.bl.fcen.uba.ar](http://www.digital.bl.fcen.uba.ar).

**Norma técnica peruana NTP 209.602 del año 2007**, citado de internet como: ActaCONACE\_2013\_09Sep26\_Anexo1 documento PDF.

**Ortega R. A., (2013).** “Elaboración y Aplicación Gastronómica de la Harina de Algarroba”. Proyecto de Investigación. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Carrera Licenciatura de Gastronomía. Guayaquil – Ecuador pp-15-35

**Prokopiuk, D. B. 2004.** Sucedáneo del café a partir de algarroba (*Prosopis alba* Griseb). Tesis de Doctorado. Universidad de Valencia.

**Pak, N.; Araya, H.; Villalón, R. & Tagle, M. 1977.** Analytical Study of Tamarugo (*Prosopis tamarugo*) an Autochthonous Chilean Feed. J Sci Food & Agric 28: 59 – 62

**Pozo G. 2009.** La Harina Fina Tostada De Algarroba Como Sustituto Del Polvo De Cacao: Tecnología Y Mercado. Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas. Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura-Perú. p 72

**Prokopiuk D., 2004.** SUCEDÁNEO DEL CAFÉ A PARTIR DE ALGARROBA (*Prosopis alba* Griseb). Tesis Doctoral. Departamento De Tecnología De Alimentos. Universidad Politécnica De Valencia Argentina. p 107

**Qali Warma. 2014** Fichas Técnicas De Alimentos., Servicio Alimentario Del Programa Nacional De Alimentación Escolar Qali Warma, Lima Perú p-12

**Roig, F. 1993.** Informe Nacional para la selección de Germoplasma en especies de *Prosopis* de la República Argentina. En Contribuciones Mendocinas a la quinta reunión regional para América Latina y el Caribe de la Red de Forestación del CIID.IADIZA-CIID. Mendoza, Argentina.

**Sánchez L., Chiroque D., Mendoza M., Quiroga F., Samaniego P. 2013.** Diseño de una planta de producción de algarrobina en el parque Kurt Beer., Repositorio institucional PIRHUA-Universidad de Piura., Piura-Perú, 28 de noviembre de 2013

**Stevens, P. F., 2001.** Fabaceae. Angiosperm Phylogeny Website. Version 7 mayo 2006. En línea:  
<http://www.mobot.org/MOBOT/Research/APweb/orders/fabalesweb.htm#Fabaceae>.  
Consulta marzo 2010

**Tamayo, L. 2012.** «Propiedades farmacológicas del algarrobo de interés para la industria de alimentos.» Lasallista Argentina (2012).

**Velarde, L.; Quiroz, R. 1994.** Análisis de Sistemas Agropecuarios. Centro de Investigaciones de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Puno-Perú. 230-266 p.

**Velásquez K. 2005.** Estudio Del Subsistema De Comercialización Agrícola Del Municipio De San Buenaventura La Paz - Bolivia. (Tesis de Grado - Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés).

## ANEXOS

### Anexo 1. Encuesta

#### EVALUACIÓN DEL USO ACTUAL DEL ALGARROBO EN EL MUNICIPIO DE MECAPACA

Encuestador: .....  
Nombre del encuestado:.....  
Comunidad:.....  
Fecha:.....

1. Cuál es el nombre común con el cual se conoce al algarrobo en la comunidad?

Tacco                       Thajo                       T'hajo

✓ .....

2. Esta especie es cultivada en la comunidad

Si                       No                       Otros

✓ .....

3. Esta especie es utilizada en la comunidad

Si                       No                       Otros

✓ .....

4. Como se utiliza esta especie en la comunidad

Alimento Animal                       Estabilización de Suelos                       Herramientas   
Alimento Humano                       Recuperación de Suelos                       Otros

✓ .....

5. Que parte de la planta se utiliza y para que

Vainas                       Tronco                       Raíces   
Hojas                       Ramas                       Ninguno

✓ .....

6. Como se utiliza esta especie en la alimentación humana

Vainas                       Tronco                       Raíces   
Hojas                       Ramas                       Ninguno

✓ .....

7. Esta especie es utilizada como alimento animal

Bovino   
Ovino

Porcino   
Conejos

Cuyes   
Ninguno

✓ .....  
✓ .....

8. Esta especie es utilizada como planta medicinal

Vainas   
Hojas

Tronco   
Ramas

Raíces   
Ninguno

✓ .....

9. Esta especie es utilizada como combustible

✓ .....

10. Esta especie es utilizada como herramienta

Mangos   
Yugo

Arado   
Cucharas

Tacu   
Ninguno

✓ .....