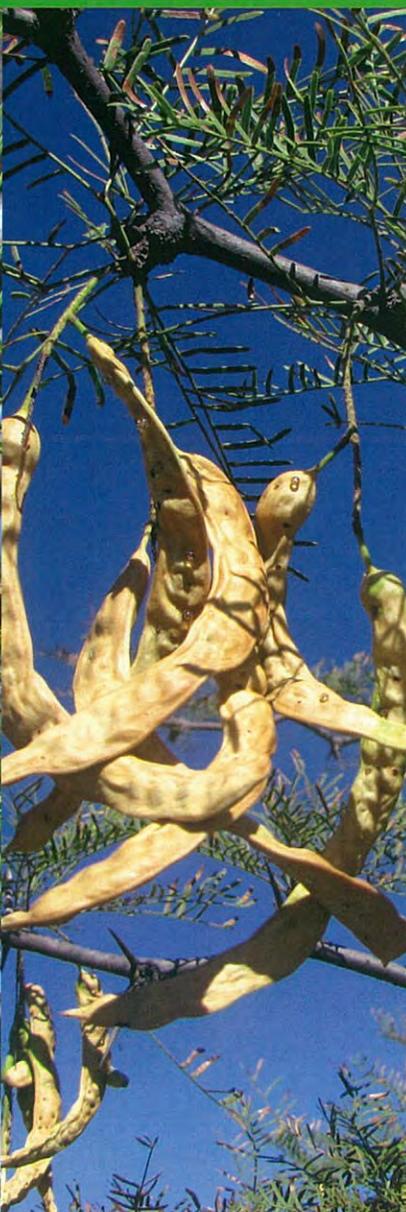




ALGARROBO

Rescatando una especie de alto valor histórico
Una contribución a la alimentación sana y a detener la desertificación



Algarrobo

Rescatando una Especie
de Alto Valor Histórico

Una contribución a la alimentación sana y
al combate contra la desertificación



Informe Técnico N° 195

Algarrobo

Rescatando una especie de alto valor histórico.
Una contribución a la alimentación sana y al combate contra la desertificación

Editora
Marlene González G.



Instituto Forestal
2013

CONTENIDO

Capítulo 1

DISTRIBUCIÓN Y ESTADO ACTUAL Y POTENCIAL DEL ALGARROBO EN LA REGIÓN METROPOLITANA

- 1.- ANTECEDENTES GENERALES E HISTÓRICOS
- 2.- DETERMINACIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE ALGARROBO EN LA REGIÓN METROPOLITANA
 - 2.1.- Levantamiento de Información Existente
 - 2.2.- Validación de Información Existente en Terreno
 - 2.3.- Generación de Bases de Datos y Cartografía
 - 2.4.- Resultados
 - 2.4.1.- Obtención de Línea Base de Información Cartográfica
 - 2.4.2.- Superficie Actual con Algarrobo en la Región Metropolitana
- 3.- DETERMINACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD FRUTAL DE ALGARROBO
 - 3.1.- Evaluación de Productividad
 - 3.2.- Determinación de Número de Árboles por Hectárea, según Categoría Productiva
 - 3.3.- Resultados
- 4.- CARACTERIZACIÓN DE PROPIETARIOS DE ALGARROBO EN LA REGIÓN METROPOLITANA
- 5.- DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL ALGARROBO EN LA REGIÓN
 - 5.1.- Línea Base de Información Utilizada
 - 5.2.- Resultados

Capítulo 2

UTILIZACIÓN DEL FRUTO DEL ALGARROBO EN ALIMENTACIÓN HUMANA A NIVEL DE MICROEMPRESARIOS

- 1.- REFERENCIAS DEL USO HISTÓRICO DE LA ESPECIE COMO ALIMENTO DE CONSUMO HUMANO
- 2.- DISEÑO Y ELABORACIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS CON ALGARROBO
 - 2.1.- Obtención de Harinas a Partir del Fruto de Algarrobo
 - 2.2.- Utilización de Harina de Algarrobo
 - 2.2.1.- Elaboración de Queque
 - 2.2.2.- Elaboración de Barra Dulce
 - 2.2.3.- Elaboración Sucedáneo de Cacao en Polvo
 - 2.3.- Elaboración de Algarrobina
- 3.- ANÁLISIS QUÍMICOS Y NUTRICIONALES DE PRODUCTOS ELABORADOS
 - 3.1.- Análisis de Harinas de Algarrobo
 - 3.1.1.- Análisis de Queque con Algarrobo
 - 3.1.2.- Análisis de Barra Dulce con Algarrobo
 - 3.2.- Análisis de Algarrobina
- 4.- ANÁLISIS SENSORIALES DE PRODUCTOS ELABORADOS
 - 4.1.- Test de Calidad Sensorial
 - 4.1.1.- Calidad Sensorial de Queque con Algarrobo
 - 4.1.2.- Calidad Sensorial de Barra Dulce con Algarrobo
 - 4.1.3.- Calidad Sensorial de Algarrobina
 - 4.2.- Test de Aceptabilidad
 - 4.2.1.- Aceptabilidad de Queque con algarrobo
 - 4.2.2.- Aceptabilidad de Barra Dulce con Algarrobo
 - 4.2.3.- Aceptabilidad de Algarrobina

Instituto Forestal
Sucre 2397 Ñuñoa
Santiago, Chile
Registro de Propiedad Intelectual
ISBN n°

ww.infor.cl

Financiado por Proyecto FIC Región Metropolitana "Desarrollo de Nuevos Productos Alimenticios de consumo humano a partir de Algarrobo (*Prosopis sp*)"

4.2.4.- Aceptabilidad de Sucedáneo de Cacao en Polvo

4.2.5.- Aceptabilidad de Toffees de Algarrobina

CAPÍTULO 3

FACTORES QUE INCIDEN EN EL NEGOCIO DE ALIMENTOS CON ALGARROBO

1. INTRODUCCIÓN
- 2.- ANTECEDENTES DE COMERCIO DE PRODUCTOS DERIVADOS DEL ALGARROBO
 - 2.1.- Situación del Comercio
 - 2.1.1.- Comercio de Productos Derivados de Frutos de Algarrobo en Chile
 - 2.1.2.- Producción y Comercio Exterior de Harina y Algarrobina en Perú
- 3.- SITUACIÓN DEL ALGARROBO COMO POTENCIAL RECURSO ALIMENTICIO HUMANO
- 4.- OPORTUNIDADES DE DESARROLLO ALIMENTARIO DEL ALGARROBO
 - 4.1.- Análisis del Algarrobo como Fuente de Ingredientes Alimenticios
 - 4.1.1.- Fibra
 - 4.1.2.- Gomas
 - 4.1.3.- Proteínas
- 5.- ANÁLISIS DE PRODUCTOS TERMINADOS, QUE CONTIENEN FRUTOS DE ALGARROBO
 - 5.1.- Consideraciones para el Éxito de Mercado de Productos Alimenticios
 - 5.2.- Barreras de Entrada
 - 5.3.- Elementos para la Estrategia del Negocio
 - 5.4.- Producto y Valor
 - 5.4.1.- Evolución de un Producto en el Mercado
 - 5.4.2.- Producto y Mercado
6. ANÁLISIS SIMULADO DE LA DEMANDA REQUERIDA DE FRUTOS, VAINAS Y SEMILLAS DE ALGARROBO PARA EL MERCADO DE FAMILIA DE PRODUCTOS SALUDABLES (PAN). ESTUDIO DE CASO.
- 7.- EQUIPAMIENTO PARA EL PROCESAMIENTO DEL ALGARROBO

Apéndice 1

CARTAS TEMÁTICAS VARIABLES DE SITIO PROVINCIA DE CHACABUCO

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPÍTULO 1.

**DISTRIBUCIÓN Y ESTADO ACTUAL
Y POTENCIAL DEL ALGARROBO EN LA
REGIÓN METROPOLITANA**

Marlene González G.¹
Patricio Parra S.
Marco Hormazabal D.
Alberto Ávila C.

1. Ingeniera Forestal. Investigadora Sede Metropolitana INFOR. Jefe de Proyecto

1. ANTECEDENTES GENERALES E HISTÓRICOS

El Área Metropolitana de Santiago está localizada entre los 450 y 800 metros sobre el nivel del mar, ocupando la parte alta del valle del mismo nombre. Desde su fundación y durante cuatro siglos, la ciudad se fue expandiendo en el valle, ocupando tierras agrícolas. Sólo desde mediados del siglo veinte el crecimiento se extendió progresivamente hacia la precordillera, en zonas pobladas por vegetación nativa y destinada a pastoreo en menor escala. El paisaje predominante de la Región Metropolitana es de montaña (cerca de 75% de toda su superficie), aunque el paisaje más percibido por sus habitantes es de valle, con vegetación de cultivos típicos de clima templado cálido o el urbano (CED, 2012).

De acuerdo a Gajardo (1994) en su Clasificación de la Vegetación Natural de Chile, la vegetación típica de esta zona corresponde a Bosque Espinoso Adulto, el cual se caracteriza por una formación vegetal dominada por arbustos altos y árboles espinosos que se extiende en los grandes valles áridos situados al norte de la ciudad de Santiago. Una de las subcomunidades descritas, corresponde a la formación Algarrobo-Espino, especies que aún es normal observar como remanente de estas formaciones (Figura 1).



Figura 1. Paisaje típico de la Provincia de Chacabuco
Algarrobo en zonas colindantes a Cultivos Agrícolas y Viviendas.

Con el nombre algarrobo se designa a varias especies de árboles de diversas partes del mundo, lo cual puede llevar a confusión. En América, los españoles nombraron así a las especies del género *Prosopis*, por su parecido con el algarrobo europeo (*Ceratonia siliqua*) cuyos frutos tienen múltiples usos industriales (Traskauskas *et al.*, 2001).

El género *Prosopis* presenta varias características que lo hacen único, ya que sus especies prosperan en las regiones con déficit hídrico, no sólo en verano sino durante todo el año, en suelos deficitarios en nitrógeno, en condiciones de alta intensidad de radiación solar y grandes variaciones de temperatura entre el día y la noche (Balboa *et al.* 1988).

Los algarrobos presentan una gran variabilidad, observándose dentro de una población a individuos con comportamientos distintos, florecen y fructifican en épocas diferentes y crecen a ritmos distintos. También es notable la gran variabilidad intra e interespecífica en caracteres tales como forma, tamaño y producción de vainas, contenido de nutrientes de las mismas, tasa de crecimiento, capacidad fijadora de nitrógeno, grado de resistencia a condiciones ambientales adversas y tolerancia a patógenos (Arce y Balboa, 1988).

Por otra parte, la densidad de la especie en formaciones naturales (N° de árboles/ha) es muy baja, lo que se explica como resultado de la devastación y sobreexplotación que ha experimentado en el pasado como consecuencia del uso, especialmente de su madera, para obtención de leña, construcción de viviendas, fundición de metales y elaboración de carbón. Actualmente es una especie en peligro de conservación, protegida por el Decreto Supremo N°366/1944 y su posterior modificación (Decreto N°251/1955), que indica las medidas necesarias a adoptar para su aprovechamiento (Ministerio de Tierras y Colonización, 1955).

Es posible encontrar importantes menciones sobre esta especie y su participación en el paisaje y las actividades cotidianas de la población en esta área geográfica a través del tiempo, algunas de las cuales se transcriben a continuación:

El año 1789, don Judas Tadeo de Reyes, Secretario de la Capitanía General, preparó informe solicitado por el Rey de España sobre las maderas de Chile, donde se realiza la siguiente descripción: *“Algarrobo se produce en terrenos secos y llanos de los partidos septentrionales de esta capital, se eleva hasta cuatro varas y su grueso pasa de media. Fructifica unas vainas amarillas de tres pulgadas de largo y dos líneas de grueso que comen los ganados vacunos y les es de gran alimento. Su madera es de larguísima duración aún en el agua, y se aprovecha en los umbralados bajos de puertas y usos de trapiches, y generalmente en camas de ruedas y carreta”* (Looser, 1962).

Durante el período Colonial, fue utilizado en construcción (techos, vigas, etc.) en muchos caseríos, como es el caso de Petorca, donde hoy en día la Municipalidad destaca que *“frente a Plaza de Armas, vestigio de Casa Colonial, de la que sólo sobrevive un dintel de madera de algarrobo”* (l. Municipalidad de Petorca, 2012).

Claudio Gay, en sus diversas obras descriptivas de Chile, realizadas por encargo del gobierno de la época, realizó varias menciones interesantes sobre la especie: *“El algarrobo se cría en los llanos de Santiago y Colina”, “... se ve el cuidado extremo que tomaban para conservar los bosques de los alrededores, no permitiendo cortar sino con parsimonia para las necesidades domésticas” y puntualmente referido al uso poco tradicional de las partes del árbol, menciona la utilidad de sus espinas para estacar los cueros de animales indicando”... para darles cuerpo después de limpiarles la sangre, afrecharlos y extenderlos clavándolos en el suelo por medio de clavos o de espinas de algarrobo”* (Gay, 1862).

En 1877, don Benjamín Vicuña Mackenna, en su publicación sobre la descripción de la ruta del ferrocarril entre Valparaíso y Santiago, hace las siguientes menciones: *“se galopa a media rienda por entre los frondosos algarrobales del llano de Huechún hasta el Portezuelo del Manzano, distancia de más de cuatro leguas. Estos frondosos algarrobales se conservan, quedan todavía verdaderos bosques”. Añade también que “en otros años fue también famosa Colina por sus algarrobos, el árbol del desierto en la Arabia, en el Sahara y en el Perú, de tan robusta leña como es elegante y flexible su follaje, abanico colosal de elegante follaje que la brisa estremece en las horas de fuego que en el estío abruma al caminante en estas cálidas regiones”* (Looser, 1962).

Indicó también que de estos algarrobos se obtuvo la mayor parte de las cureñas y armones de la Patria Nueva, por mandato (del año 1817) dirigido por el ministro de la época don José Ignacio Zenteno a Vicente Izquierdo, dueño de la Hacienda Colina, indicando lo siguiente: *“Se ha comisionado a José Verdugo para la elección y corte de maderas adecuadas a la construcción de montajes de la artillería, y teniendo el Gobierno noticias de que las hay muy a propósito en la Hacienda Colina de dominio de Ud. me previene exija a Ud. a su nombre su beneplácito para que el encargado se introduzca en ella y extraiga la necesaria a aquel objeto”* (l. Municipalidad de Colina, 1986).

Ya en el año 1941 se indica que *“actualmente la cantidad de algarrobos ha disminuido mucho; los llanos de Colina y Batuco poco a poco se han rareado, sucediendo igual cosa en Polpaico”*, dejando de manifiesto que la disminución de la especie se arrastra hace varias décadas, siendo evidente ya en esa fecha (Medina 1941, citado por Looser, 1962).

El algarrobo chileno (*Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz) es una leguminosa arbórea que se distribuye ampliamente en las zonas áridas y semiáridas de América Latina (Pinto y Riveros (1989), citados por Caro *et al.*, 1991). Según Peralta y Serra (1987), presenta una amplia distribución, abarcando el sur del Perú; norte y centro de Chile, sudoeste de Bolivia y noroeste, oeste y centro de Argentina.

En lo que respecta a su distribución geográfica en Chile, FAO (1997) señala que el algarrobo crece en las zonas áridas y semiáridas del norte y centro del país, comprendiendo las provincias de Copiapó, Elqui, Limarí, Choapa, San Felipe, Los Andes y especialmente abundante en el área norte de la cuenca de Santiago.

Prosopis chilensis es la especie más difundida dentro del género en Chile, cuya superficie con formaciones naturales se acerca a las 23.000 ha, distribuidas desde Huará (Región de Tarapacá) hasta Lampa en la Región Metropolitana, concentrándose un 50% de la superficie nacional en esta última región (INFOR, 1986). Según Barros y Wrann (1992), las formaciones naturales de algarrobo en la Región Metropolitana se estiman en 11.818,7 ha y a nivel nacional entre la Primera y la Región Metropolitana 26.254,4 ha.

Con relación a las plantaciones de algarrobo son en la actualidad bastante escasas, totalizan algo más de 5.000 ha, especialmente entre las regiones de Tarapacá y Coquimbo (INFOR, 2009), y se generaron principalmente por el interés de la bonificación forestal para esta especie, pero no obedecieron a un conocimiento de las potencialidades y perspectivas económicas del algarrobo.

En este sentido, es importante destacar que esta especie ha sido reconocida como un importante recurso para las poblaciones humanas que dependen de una agricultura de subsistencia, tanto así que su cultivo ha sido recomendado por la FAO, para combatir la desertificación y recuperar ecosistemas degradados (Bernuy, 2003). Sin embargo, y como se mencionó anteriormente, ha sido explotada para la habilitación de terrenos agrícolas principalmente, poniéndosela en peligro de extinción (Pinto y Riveros (1989), citados por Caro *et al.*, 1991). No obstante lo anterior, existen normas legales que protegen esta especie. El Decreto Supremo N°366, de fecha 17 de febrero de 1944, establece que queda prohibida la descepadura de esta especie en forma indefinida, pudiéndose sólo cortar la planta durante los meses de abril, mayo, junio y julio, con permiso escrito del intendente o gobernador respectivo. En los terrenos fiscales no se puede llevar a cabo ninguna explotación. Ya en el año 1966, Ortiz hace llamado a que la conciencia que existe sobre su valor como elemento de forestación en la región norte y la importancia de los productos que brinda, libre a esta especie de su desaparición y, por el contrario, se estimule su propagación en todos aquellos terrenos con napa de agua subterránea de relativo fácil acceso para su poderoso sistema radicular.

Destacable en este sentido es también el Decreto N°68, del año 2009, del Ministerio de Agricultura, el cual establece, aprueba y oficializa la nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país, y reconoce a *Prosopis alba* (algarrobo del norte), *Prosopis chilensis* (algarrobo), *Prosopis strombulifera* (mastuerzo, espinilla, algarrobilla, retortón, pata de loro), y *Prosopis tamarugo* (tamarugo), como las especies del género *Prosopis* presentes en nuestro país (Ministerio de Agricultura, 2009).

Barros (2010) señala que en el país se encuentran en forma natural seis especies del género: *Prosopis chilensis*, *P. flexuosa*, *P. alba*, *P. strombulifera*, *P. tamarugo* y *P. burkartii*, todas ellas nativas y las dos últimas endémicas, y todas de ocurrencia natural en las regiones del norte de nuestro país, con la excepción de *P. chilensis* que se encuentra desde la región de Atacama hasta la Región Metropolitana.

Dada la heterogeneidad y los cambios observados en el uso del suelo de la región, uno de los objetivos planteados por el Proyecto FIC “Desarrollo de nuevos productos alimenticios de consumo humano, a partir de algarrobo (*Prosopis* sp)” ejecutado por INFOR y financiado por el Gobierno Regional Metropolitano, fue determinar la situación actual de la superficie de algarrobo en la Región Metropolitana, junto con una caracterización del recurso, de modo de conocer el potencial de esta especie nativa con miras a proporcionar antecedentes relevantes para la formulación de un perfil de modelo de negocio asociado al uso del fruto como materia prima, para la elaboración de diversos productos alimenticios de consumo humano.

2. DETERMINACIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE ALGARROBO EN LA REGIÓN METROPOLITANA

La cuantificación del recurso algarrobo disponible (*Prosopis chilensis*) y la determinación de su distribución en la Región Metropolitana, se abordó a través de tres áreas de trabajo; la primera consistió básicamente en trabajo de oficina, que consideró la recopilación de información cartográfica e información existente del recurso; la segunda, una campaña intensiva de terreno que permitió validar la información existente e identificar las distintas unidades vegetacionales y finalmente, la estructuración de las bases de datos con el registro actualizado de manera de obtener la información sistematizada y real, con el menor sesgo posible de las formaciones de *Prosopis* existentes y su localización.

2.1. Levantamiento de información existente

En la determinación de sectores con algarrobo en la Región Metropolitana, se trabajó con la cartografía digital del Catastro de Bosque Nativo (CONAF-CONAMA)¹, cuya última actualización para la Región Metropolitana fue publicada el año 2001, lo que significa que la información contenida fue recogida durante las temporadas 1998-1999. A partir de ella se seleccionó los rodales donde la especie algarrobo tuviese una participación importante (dominancia 1 ó 2) independiente del uso actual en que estuviera clasificada. El concepto dominancia de la especie es una combinación de distintas variables que consideran el porcentaje de cobertura de copas, número de árboles por hectárea y la posición de la especie en el dosel, entre otros factores. El Catastro utilizó el concepto de uso actual del suelo y definió nueve categorías generales, que agrupan desde zonas urbanas e industriales, pasando por bosques y cuerpos de agua, hasta áreas no reconocidas. Dentro de ellas, se definieron sub-categorías de uso (por ejemplo: Uso Praderas y Matorrales, sub-categoría Matorral Arborescente).

Asimismo, esta etapa comprendió el procesamiento de esta base de datos en un Sistema de Información Geográfico (SIG), de manera de seleccionar los polígonos en donde la especie algarrobo tenía una participación con dominancia 1 o 2.

Para ampliar el radio de acción del proyecto, también se seleccionó los rodales en los cuales el Catastro indicaba presencia de esta especie vulnerable (dominancia 3 a 6). Una vez terminado este proceso de selección, se procedió a analizar los resultados en términos de superficie, comunas y usos.

Se determinó así la línea base de información para el apoyo de la prospección, la que se obtuvo a partir del levantamiento de la información cartográfica de las áreas con presencia de algarrobo según el Catastro, a partir de la cual se generó cartografía con coordenadas de caminos, ciudades y cursos de aguas.

Esta información fue complementada con SPOTMap imágenes satelitales del año 2006-2007 con coberturas orto-rectificadas, georeferenciadas, en colores fieles a la realidad del paisaje, a 2,5 m de resolución. Junto con ello, se utilizaron las imágenes disponibles en Google Earth, las que para esta región están bastante actualizadas, entre los años 2004 a 2011, según el sector analizado.

Consolidada toda esta información se efectuó una zonificación previa demarcando polígonos de la superficie identificada con presencia de algarrobo que fueron numerados e incluidos en una base de datos, para luego proceder a evaluar en terreno si la información generada coincidía con la realidad, validando las coordenadas UTM de cada uno de los polígonos identificados.

2.2. Validación de información existente en terreno

Finalizado el trabajo de oficina, se dio inicio a la campaña de terreno que permitió evaluar la información existente, caracterizar las formaciones vegetales en función de su distribución, usos del suelo y sistemas productivos acompañantes.

1. Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Proyecto CONAF-CONAMA-BIRF. Monitoreo y Actualización. Región Metropolitana, Año 2003.

La campaña de terreno consistió básicamente en prospectar completamente la Provincia de Chacabuco, de manera de obtener una visión general del comportamiento, desarrollo y distribución de la especie y luego determinar una clasificación adecuada, que permitiera definir y caracterizar las existencias del recurso con fines comerciales y productivos.



Figura 2. Formación natural de algarrobo, con uso silvopastoral

Para la clasificación se definieron cinco categorías de distribución de la especie, considerando como variable principal, el uso actual de la tierra:

- **Formaciones naturales:** zonas con presencia de algarrobos que no han sido intervenidos por otra actividad productiva distinta a la ganadería extensiva (Figura 2).
- **Asociado a cultivos agrícolas:** áreas donde existen algarrobos asociados a cultivos agrícolas y frutícolas (Figuras 3, 4, 5 y 6).
- **Protección:** terrenos asociados a cursos de agua y zonas de protección, con algarrobos presentes (Figura 7).
- **Plantación:** superficies plantadas en disposición de bosque, incluyendo cortinas cortaviento en cultivos o a orilla de autopistas (Figuras 8 y 9).
- **Urbano:** individuos asociados a viviendas, ocupando espacios tales como patios, jardines y cercos (Figura 10).



Figura 3. Algarrobo Integrado a Plantación Frutal (cerezos)



Figura 4. Árbol Colindante a Cultivo Destinado a Producción Vitivinícola



Figura 5. Algarrobos Insertos en Producción Agrícola Anual



Figura 6. Cultivo Anual, con Presencia de Algarrobos



Figura 7. Algarrobos Presentes en Zona de Protección



Figura 8. Plantación de Algarrobo en Sector Huechún, Región Metropolitana



Figura 9. Cortina Cortaviento Algarrobo con Pimiento (*Shinus molle*), Ruta Los Libertadores



Figura 10. Algarrobo en Zona Urbana

Durante el levantamiento de la información en terreno, se asignó a cada polígono una de las categorías descritas anteriormente, datos que fueron almacenados como archivos *kmz* (*Google Earth*®). Se incluyó además, levantamiento de puntos de control con GPS de manera de corregir cualquier error que pudiera alterar los resultados por corrección de escalas, distorsiones de imágenes, etc. Los archivos *kmz* fueron posteriormen-

te transformados a formato *shape* (shp) para ser procesados con el software *ArcGis*®. Todas las coberturas digitales de algarrobo se proyectaron al *Datum* WGS 84 huso 19, y se consideró edición y corrección de errores de límites entre polígonos.

Material Digital

Se adquirieron coberturas digitales del Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), todas también en el *Datum* WGS 84 huso 19, las que correspondían a líneas o polígonos, y que se describen a continuación.

Coberturas digitales de líneas:

- Precipitación anual media Región Metropolitana (mm)
- Temperatura máxima media de enero Región Metropolitana (°C)
- Temperatura máxima media de julio Región Metropolitana (°C)
- Temperatura mínima media de julio Región Metropolitana (°C)
- Temperatura mínima media de enero Región Metropolitana (°C)
- Evapotranspiración potencial Región Metropolitana (mm/año)
- Radiación solar media de enero Región Metropolitana (*Langley/día²)
- Radiación solar media julio Región Metropolitana (Langley/día)

Coberturas digitales de polígonos:

- Erosión actual provincia de Chacabuco
- Erosión potencial provincia de Chacabuco
- Propiedades provincia de Chacabuco

2.3. Generación de Bases de Datos y Cartografía

Con relación al procesamiento de la información digital, en cada cobertura digital de línea se procedió a crear un modelo de elevación digital (TIN *creation*) con su atributo correspondiente; cada modelo fue traspasado al formato *raster*, con tamaños de pixel de 250 por 250 m, cada uno de los cuales almacena el valor del atributo en cuestión, interpolando los valores que están entre las líneas; así por ejemplo, en el caso de la precipitación media anual, se interpolaron los datos de precipitación entre las curvas que tenían valores fijos de ésta. Una vez en este formato, se procedió a clasificar los valores de los pixeles en rangos para facilitar su análisis.

Finalmente, cada uno de los ocho modelos *raster* generados fue convertido a su vez en coberturas poligonales de formato *shape*, utilizando el módulo 3D Analyst de *Arcgis*®.

Overlay o Sobreposición

Cada una de las coberturas digitales de algarrobo (cinco categorías definidas según uso actual del suelo) se sobrepuso (*overlay*) con las 11 coberturas poligonales de CIREN; con esto se obtuvo un cruce geográfico entre las coberturas digitales y también de sus respectivas bases de datos.

El método *overlay* utilizado fue *Identity* de *ArcGis*®, que procesa la intersección geométrica de la cobertura *input* con la cobertura *identity*, manteniendo la geometría de la cobertura *input* e incluyendo los atributos de la cobertura *identity* en aquellos sectores donde ambos se sobrepusieron; en este estudio se consideró como *input* a todas las coberturas de algarrobo, y como *identity* a las ocho coberturas poligonales que aportaron información adicional. Se calculó la superficie para cada nuevo polígono generado, lo que permitió realizar un análisis cuantitativo de la situación actual del recurso algarrobo en la Provincia de Chacabuco, de la Región Metropolitana.

² Langley (Ly) = 1 cal/cm²

Con los datos generados a partir de la prospección y su procesamiento a través de SIG fue posible determinar espacialmente los lugares con presencia de algarrobo en la Provincia de Chacabuco, diferenciando las 5 situaciones antes descritas, que consideran variaciones de uso, densidad y productividad. Cabe destacar que no existe registro que existan individuos en otras provincias de la Región Metropolitana, al menos en número suficiente para generar un interés comercial futuro.

2.4. Resultados

2.4.1. Obtención de Línea Base de Información Cartográfica

Los resultados del proceso de selección de los rodales en base a la información contenida en el Catastro, entregaron el detalle sobre donde la especie algarrobo tuviera una participación importante (dominancia 1 o 2), independiente del uso actual en que estuviese clasificada, encontrando presencia solo en dominancia 2 en la sub-categoría Matorral arborescente, totalizando 1.233 ha, concentradas en la comuna de Colina (Figura 11, rodales en color verde).

La presencia de algarrobo bajo un estado vulnerable (dominancia 3 a la 6) amplía la zona involucrada con esta especie al seleccionar en el SIG los rodales que cumplían con estas nuevas condiciones. Para el caso de esta segunda clasificación, los resultados indican que en 1.328 ha es posible encontrar individuos de algarrobo, pero en rodales más dispersos comparados con la situación anterior (Figura 12, rodales en color morado), pero igualmente ubicados dentro de la Provincia de Chacabuco, todos clasificados en categorías de usos del suelo Matorral y Matorral arborescente.

En ambas situaciones, se aprecia que esta especie se concentra en la parte norte de la Región Metropolitana, específicamente en las Comunas de Lampa, Colina y Til Til. En base a estos resultados se generó cartografía, con coordenadas, caminos y cursos de agua, para realizar la prospección de algarrobo, y realizar la validación en terreno de estos sectores. Por lo tanto, la superficie potencial de estudio proporcionada por el Catastro fue de 2.561 ha, pero la información disponible no era suficiente para diferenciar respecto a su estado de desarrollo y nivel de productividad frutal.

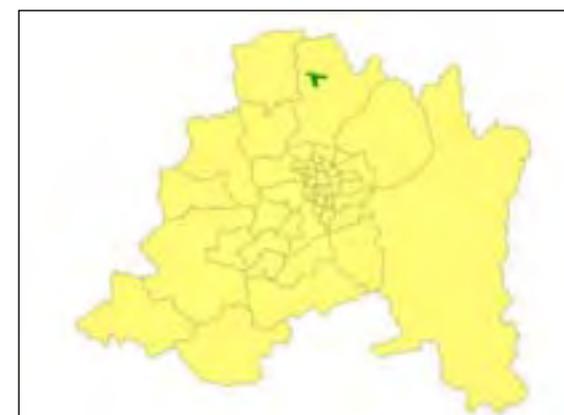


Figura 11. Presencia de Algarrobo en la Región Metropolitana con dominancia 1 y 2 según catastro CONAF-CONAMA.

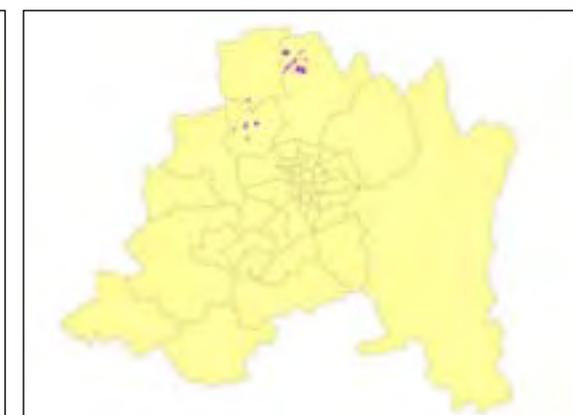


Figura 12. Presencia de Algarrobo en la Región Metropolitana en Categorías 3 a 6, según Catastro de Bosque Nativo CONAF-CONAMA, 2003

2.4.2. Superficie Actual con Algarrobo en la Región Metropolitana

Como resultado de la prospección, la generación de base de datos y su procesamiento a través de SIG, fue posible determinar espacialmente los lugares con presencia de algarrobo en la Provincia de Chacabuco (Cuadro 1), diferenciando los cinco ámbitos que consideran variaciones de uso, densidad y productividad, formaciones naturales, asociado a cultivos agrícolas (anuales y frutales), protección, plantación y urbano (viviendas y parques) (Figura 13).

Cuadro 1. Superficie con Algarrobo según Categoría de Producción, Provincia de Chacabuco, Región Metropolitana

Categoría	Superficie (ha)			
	Total	Til Til	Lampa	Colina
Formaciones naturales	7.419,27	3.377,96	1.107,44	2.933,87
Asociado a cultivos agrícolas	3.213,40	2.093,61	0,04	1.119,75
Protección	608,58	366,30	41,60	200,68
Plantación (1)	65,69	49,76	0,00	15,93
Urbano	521,12	358,67	106,51	55,94
TOTAL	11.828,06	6.246,30	1.255,59	4.326,17

(1) . incluye cortinas

Se determinó entonces que la superficie con algarrobo en la Región Metropolitana alcanza al año 2013, a 11.828,06 ha, ubicada en su totalidad dentro de la Provincia de Chacabuco. Esto representa una superficie casi cinco veces superior a lo informado por el Catastro, lo que tiene su explicación principalmente en la metodología usada para la generación de la cartografía y herramientas tecnológicas de apoyo disponibles en aquel momento y, por otra parte, a una intensiva campaña de terreno que llevó a cabo el proyecto enfocada a determinar posibles cambios en los polígonos identificados en oficina, priorizando sectores con mayor presencia de algarrobo y planificando periódicamente rutas de acceso, en acuerdo y con la autorización de cada propietario.

La mayor superficie de algarrobo se encuentra en formaciones naturales con 7.419 ha (63% del total), luego le sigue en importancia los asociados a cultivos agrícolas (27%), protección (5%), usos urbanos (4%), y finalmente plantaciones y cortinas (1%).

Si se compara esta nueva superficie cercana a las 12.000 ha, con la cifra disponible al inicio del Proyecto (2.561 ha, según el Catastro), se mejoran notablemente las perspectivas de modelar y proyectar un negocio asociado al uso comercial del fruto de algarrobo, tanto en el corto como en el mediano plazo.



(Morado: formaciones naturales; Verde: asociado a cultivos agrícolas; Café: Protección; Amarillo: Plantación; Gris: Urbano).
Figura 13. Identificación de Superficies con Presencia de Algarrobo en la Provincia de Chacabuco

Si se analiza según comunas, es posible verificar que la especie se mantiene presente en las tres comunas que conforman la Provincia de Chacabuco, siendo Til Til la con mayor presencia de la especie (52,8%), seguida por Colina con 36,6% y finalmente Lampa con 10,6% de la superficie total.

3. DETERMINACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD FRUTAL DE ALGARROBO

Los frutos de *Prosopis chilensis*, son legumbres, a menudo comprimidas, alargadas de forma recta, falcadas enroscadas, que contienen varias semillas alojadas en una pulpa densa y dulce de color amarillo.

Sin embargo, se reconoce que es una de las especies del género que presenta mayor variabilidad en sus diferentes caracteres (FAO, 1997), habiendo descripción para cuatro variedades, que se explican por la diferencia en tamaño, forma y color de sus frutos, siendo denominadas var. *chilensis*, var. *catamarcana*, var. *riojana* y var. *glandulosa*. Estas diferencias visuales también determinan diferencias físicas de los frutos, pudiendo variar desde frutos pobres en mesocarpo a otros muy ricos y pulposos (Altamirano, 2012).

Las vainas, a diferencia de otras legumbres, no se abren al secarse de manera que no pierden la pulpa ni las semillas (Habit *et al.*, 1981, citado por Ugarte (1994).

Este árbol posee una copa amplia y redondeada, con ramificaciones arqueadas y flexibles desde la base (Sáez, 2006). Con relación a la producción de frutos, FAO (1997) indica que un árbol adulto puede producir hasta 100 kg de vainas, sin embargo, ésta no es regular ya que la afectan factores tales como cantidad de radiación solar, edad y lugar donde se encuentra el árbol, y la producción promedio se estima en 30 a 40 Kg de vainas por año.

Vásquez *et al.* (1991) citados por Fuentes (1998), también mencionan que la producción de frutos es variable pudiendo encontrar que la producción varía entre 30 a 40 Kg por planta, en cambio, en otros lugares la producción es inferior a los 10 Kg. Por otra parte Serra (1977) citada por Sáez (2006), señala que se han observado árboles donde la cantidad de frutos oscila entre 10 Kg hasta 150-200 Kg por árbol. Barros y Wrann (1992) indican que durante las temporadas 1981 y 1982 en la Pampa del Tamarugal, se registró una producción de 10 y 29 Kg/árbol de algarrobo, respectivamente.

Respecto al efecto de podas como técnica de manejo para aumentar productividad frutal y secundariamente el follaje, Aguirre y Wrann (1984), indican que después de 6 meses de aplicada la poda sobre tamarugos y algarrobos se observó una abundante brotación, pero no se realizó una evaluación mayor, por lo tanto, no existen antecedentes específicos de la respuesta de la especie ante esta técnica comúnmente aplicada con fines frutícolas.

Existen también antecedentes de otras especies de *Prosopis*, que se desarrollan en Argentina que producen 800-1000 Kg/ha/año (Boucher *et al.*, 1998) y en Perú, de 46 kg/árbol/año, equivalente a 2,3 t/ha/año (Brack, s/f).

3.1. Evaluación de Productividad

En forma paralela a la prospección, se desarrollaron las actividades vinculadas a la medición y determinación de productividad y rendimiento de frutos de algarrobo en la Región Metropolitana.

Esta evaluación se realizó en función de dos parámetros: Producción de frutos según tamaño del árbol y densidad (N° de árboles/ha) en cada una de las categorías evaluadas.

Se seleccionó nueve árboles por cada tipo de formación, tres árboles pequeños (P) de entre 1 y 3,5 metros de altura; tres árboles medianos (M) de 3,5 a 7 metros de altura y tres árboles grandes (G) de altura mayor a 7 metros. Para todos los casos se consideraron las siguientes condiciones, como las mínimas para su selección:

- Presencia evidente de frutos.
- Buena forma y desarrollo de copa.
- Sin daños mecánicos. No estar afectados por podas o explotación de fustes.
- Sin presencia de plagas, quintral, ni evidencias de ataque de roedores o lagomorfos.

A cada uno de estos individuos seleccionados se midió variables dasométricas: altura (h), diámetro a la altura del cuello (DAC), diámetro a la altura del pecho (DAP) y diámetro de copa (D Copa). Se identificaron con placas metálicas y fueron georeferenciados de manera de poder realizar seguimiento en temporadas posteriores (Figura 20).



Figura 14. Placa de Identificación de Árboles Evaluados.

Figura 15. Toma de Datos en Terreno.

Figura 16. Evaluación Dasométrica de Algarrobos.

Tal como se indicó anteriormente, la selección de los árboles se realizó en grupo de tres individuos en forma aleatoria (P, M, G), teniendo siempre presente sus características y que se ubicaran en distintas áreas de la provincia, de manera de abarcar la zona precordillerana, la zona intermedia y la zona más baja. Se trabajó entonces con 45 árboles en total, escogiendo tres por cada una de las categorías de desarrollo (formaciones naturales, asociado a cultivos agrícolas, protección, plantación, urbano) en las tres situaciones geográficas diferenciadas (zona alta, intermedia y baja). Cabe mencionar que la selección de árboles se realizó entre los meses de febrero y marzo, periodo en que con seguridad se observa la presencia de frutos maduros.

Una vez seleccionados los árboles, se solicitó autorización a los propietarios para realizar la instalación de las parcelas para la colecta de frutos. Cada parcela consistió en aislar el árbol con un cerco resistente para animales de manera de evitar daños y pérdidas de frutos. Este cerco fue realizado con postes impregnados, a 2,5 m de distancia, una malla de gallinero de un metro de altura en la parte baja para evitar el ingreso de conejos y animales menores, y dos hebras de alambre púa en la parte superior para evitar el ingreso de animales mayores. Además, en el interior de la parcela se instaló un piso de malla raschel aislante del suelo para evitar contaminación de los frutos (Figura 17).



Figura 17. Parcela para Determinación de Productividad Frutal.

Figura 18. Colecta Semanal de Frutos desde Parcelas.

La colecta de frutos fue realizada con periodicidad semanal, utilizando para ello sacos limpios y etiquetados (Figura 18), los que eran transportados inmediatamente a laboratorio para ser sometidos al proceso de secado, utilizando un plan de secado de dos horas a 60°C, y determinar así el peso seco por árbol; posteriormente eran almacenados en contenedores o bolsas de polietileno de manera de evitar que se contaminaran o humedecieran. Estos frutos fueron utilizados para la elaboración de harinas, prototipos de productos alimenticios para análisis y entrega de muestras en las distintas actividades de difusión realizadas.

3.2. Determinación de Número de Árboles por Hectárea, según Categoría Productiva

Para obtener la disponibilidad del recurso (frutos), se determinó la densidad de árboles por hectárea por medio de parcelas circulares de al menos 0,2 hectáreas para cada una de las formaciones antes definidas. Estas parcelas de muestreo se establecieron con los mismos criterios antes mencionados, respecto a contar con tres repeticiones en la zona precordillerana, tres en zonas intermedias y tres en zonas bajas, de manera de contar con un total de 15 puntos de referencia (parcelas) distribuidas en toda la provincia, para cada una de las categorías de desarrollo establecidas. Una vez obtenida y procesada esta información se determinó la densidad (N° árboles/ha) y la producción promedio de frutos (kg/árbol); también se recogió información respecto al estado sanitario, principal factor no climático que interviene en la producción de frutos y en la calidad de los mismos.

3.3. Resultados

En los tipos de formación de algarrobo prospectados en la Provincia de Chacabuco se determinaron densidades variables entre 1 y 28 algarrobos/ha. En el caso de las cortinas y plantaciones de algarrobo las densidades fueron mayores por corresponder a un recurso mayoritariamente establecido mediante plantación bajo condiciones más favorables y dentro de otro esquema de distribución (Km lineales).

Respecto al crecimiento observado en las plantaciones de algarrobo en la Provincia de Chacabuco, este podría ser calificado de bueno; si lo comparamos con lo indicado por Serra (1997), citado por FAO (2000), quien señala que en plantaciones de 11 años de edad, en situación de suelos marginales y condiciones de aridez, en la provincia de Copiapó en el norte de Chile, se evaluó una altura promedio de 2,35 m y un diámetro de cuello de 7,83 cm. Así mismo, en plantaciones de 21 años, con un promedio de 65,3 árboles por ha, en el extremo norte (zona desértica), se estimó alturas promedios entre 2–15 m y diámetros entre 10 y 60 cm.

Cuadro 2. Variables Dasométricas Promedio¹, según Tipo de Formación

Tipo de formación	Altitud Media (msnm)	Superficie Total Parcelas (m ²)	Densidad N° Árboles/ha	Altura Media (m)	DAC Medio (cm)	DAP Medio (cm)	D Copa Medio (cm)
Formaciones naturales	560	1.673	28	5,7	48,8	19,9	7,9
Asociado a cultivos agrícolas	619	136.433	1	9,2	64,7	44,6	10,5
Protección	600	15.648	12	7,7	11,3	23,0	10,8
Plantación	584	2.000	27	4,4	20,6	7,3	2,6
Plantación (Cortinas)	630	1.050	306	4,3	20,0	6,9	4,4
Urbano	583	15.467	16	7,1	4,8	17,7	6,7

1. Valor promedio entre todas las parcelas y sus repeticiones, considerando tamaño de árbol y posición geográfica

Con relación a la disponibilidad de frutos de algarrobo disponible en la Región Metropolitana, en Cuadro 3 se incluyen los valores promedio obtenidos de todas las mediciones realizadas, durante las dos temporadas que abarcó el proyecto. Para el caso tipo de formación Plantación, se ponderó de acuerdo a superficie ocupada por plantación propiamente tal y cortinas. Cabe mencionar que además se evaluó el promedio de ár-

boles en producción en cada categoría evaluada, llegando a establecer que en promedio, para las dos temporadas evaluadas, solo un 23% de los árboles tienen producción de frutos, esto sin considerar el caso de algarrobos asociados a cultivos agrícolas, donde todos los árboles presentaron producción de frutos en ambas temporadas.

Cuadro 3. Estimación de Producción de Frutos de Algarrobo, según Tipo de Formación en la Región Metropolitana

TIPO DE FORMACIÓN	SUPERFICIE (ha)	PRODUCCIÓN (Kg vaina/árbol)	N° de árboles/ha	PRODUCCIÓN ANUAL (Kg frutos) ¹
Formaciones naturales	7.419,27	15,08	28	720.523,89
Asociado a cultivos agrícolas	3.213,40	60,75	1	195.214,05
Protección	608,58	15,08	12	25.329,59
Plantación (incluye cortinas)	65,69	2,09	254	8.034,87
Urbano	521,12	4,90	16	9.396,84
TOTAL	11.828,06			958.499,23

1. Considera que un 23% de los árboles está en producción cada año, no aplicable a caso asociación con cultivos agrícolas.

Cabe destacar que los algarrobos que crecen al interior de cultivos poseen la mayor producción de frutos por árbol, pero tienen la menor densidad (arb/ha). La excelente producción de frutos se explica porque los algarrobos reciben todos los beneficios de manejo en cultivos intensivos, es decir, cuentan con riego y aplicación de fertilizantes durante todas las temporadas. La menor densidad y su actual presencia bajo esta condición, se explica por las restricciones legales vigentes que existen frente a su corta, contenidas en el Decreto N°366/1944, que en cierta medida ha evitado su eliminación.

Se comprueba así, que el establecer cultivos de algarrobo bajo un manejo intensivo podría generar interesantes volúmenes de materia prima para emprender un negocio.

Con relación a las plantaciones y cortinas de algarrobo, la producción aún es baja explicado probablemente por ser aún un recurso joven, de entre 7 y 14 años, aunque ya en producción. Respecto a la formación natural, si bien los valores de producción anual de vainas es interesante, la producción a nivel de árbol es relativamente baja, especialmente debido a la severa sequía de estos últimos años, que han ocasionado que la provincia esté actualmente declarada en Emergencia Agrícola por este motivo.

En años bajo condiciones climáticas normales, potencialmente la producción anual de frutos debería incrementarse y, más aún si se aplica un manejo integral de los rodales de algarrobo. En todo caso, la productividad de los algarrobos, independiente del tamaño, en condiciones naturales ha sido afectada negativamente por factores climáticos (sequías), alta variabilidad genética entre los ejemplares con diferente productividad y tipos de frutos, falta de manejo, extracción de ejemplares para sustitución de cultivos agrícolas y por aumento de sectores urbanos, entre otros factores. Según Lailhacar (1983) y Hunziker *et al.* (1975) citados por FAO (1997), la gran diferencia en la producción de frutos se debería principalmente a la variación genética de estas plantas, como así también a los problemas fisiológicos que impiden una producción igual todos los años; además indican que una pequeña cantidad de flores fructifican, y durante el proceso se cae la mayoría de los frutos antes de alcanzar la madurez, llegando a valores de entre un 89 y 99% de inflorescencias abortadas.

También existen observaciones fenológicas que indican que es frecuente que la floración y fructificación de los *Prosopis* varían de un año a otro y también durante un mismo año, y también de un árbol a otro de la misma población. Una polinización inadecuada y los daños causados por los insectos que se alimentan de distintas porciones del fruto, son las mayores causas de estas bajas en la producción (Flolliott y Thames, 1983).

Johnson (1983) indica que algunos insectos ocasionan el aborto de formación del fruto, en cambio otros terminan su desarrollo en el interior del fruto, consumiendo especialmente la semilla, llegando incluso a interferir en su capacidad germinativa. Este mismo autor también diferencia agentes de daño, según la madurez de la vaina, ya que existen algunos insectos que se alimentan de la parte externa de la vaina inmadura, y

por lo tanto, más blanda, en cambio, existen los que se alimentan de parte interna del fruto y la semilla, cuando la vaina ya está madura, siendo los brucos o gorgojos, los de mayor importancia.



Figura 19. Daños por Insectos Durante Período de Fructificación.



Figura 20. Muestras de Frutos Dañados y Presencia de Cámara de Desarrollo de Insectos en su Interior.

Esto también fue observado durante la prospección, donde fue posible ver inflorescencias totalmente dañadas, antes incluso de producirse la polinización (Figuras 21 y 22), por acción de insectos dañinos.

4. CARACTERIZACIÓN DE PROPIETARIOS DE ALGARROBO EN LA REGIÓN METROPOLITANA

Los propietarios de formaciones de algarrobo constituyen el primer eslabón de la cadena productiva, como potenciales proveedores de frutos de algarrobo para la obtención de materia prima como insumo para la industria de alimentos.

Se estableció tres tipos de propietarios considerando la superficie total del predio: Pequeño hasta 10 ha, Mediano entre 10 y 200 ha, Grande con más de 200 ha. Se determinó la superficie actual con algarrobo por tipo de propietario, al cruzar en el SIG las coberturas de algarrobo (categorías de producción) con tipos de propietarios (Propiedades Provincia de Chacabuco). Las superficies resultantes se distribuyen según el detalle incluido en Cuadro 4.

Cuadro 4. Distribución de Superficie con Algarrobo, según Tamaño de Propietarios

TIPO DE FORMACIÓN	Pequeños		Medianos		Grandes		TOTAL	
	N°	Superficie (ha)	N°	Superficie (ha)	N°	Superficie (ha)	N°	Superficie (ha)
Formaciones naturales	50	49,56	123	1.738,26	45	5.631,45	218	7.419,27
Asociado a cultivos agrícolas	61	294,69	94	1.451,94	13	1.466,77	168	3.213,40
Protección	33	36,49	70	330,02	21	242,07	124	608,58
Plantación ¹	1	0,22	13	10,53	8	54,94	22	65,69
Urbano	302	332,22	29	125,79	7	63,11	338	521,12
TOTAL	447	713,18	329	3.656,54	94	7.458,34	870	11.828,06

1. Incluye cortinas.

Los grandes propietarios concentran el 62 % de la superficie de algarrobo, seguido de los medianos (32%) y pequeños propietarios (6%) (Figura 21). En cuanto al número de propietarios que tienen algarrobo dentro de su propiedad, se utilizó el supuesto que cada Rol de Propiedad corresponde a un propietario, obteniendo así que el mayor número de propietarios califican en la categoría de pequeño (51%), seguido de los medianos (38%) y finalmente los grandes (11%).

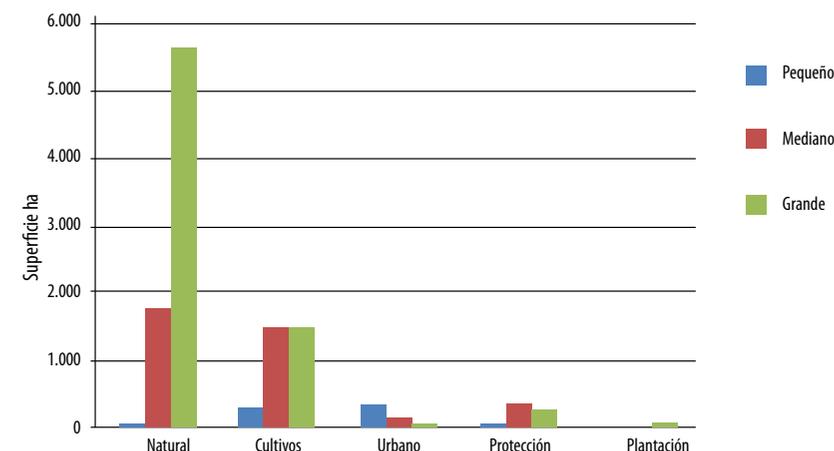


Figura 21. Superficie de Algarrobo, según Tipo de Formación y Propietario

La combinación de formaciones naturales de algarrobo y grandes propietarios es la que acumula mayor superficie, con 5.631 ha (sobre 50% del total), tal como se aprecia en la Figura 21.

Le siguen en importancia en superficie las formaciones naturales en medianos propietarios y luego algarrobo asociado en cultivos de medianos y grandes propietarios. El algarrobo presente en la pequeña propiedad, tiene una presencia importante en el uso urbano y asociado a cultivos. En tanto que plantaciones y cortinas con esta especie, tienen una baja participación en términos de superficie y está asociada, a grandes propietarios principalmente, y que además corresponden a ejemplares de menor edad (Figuras 22 a 26).

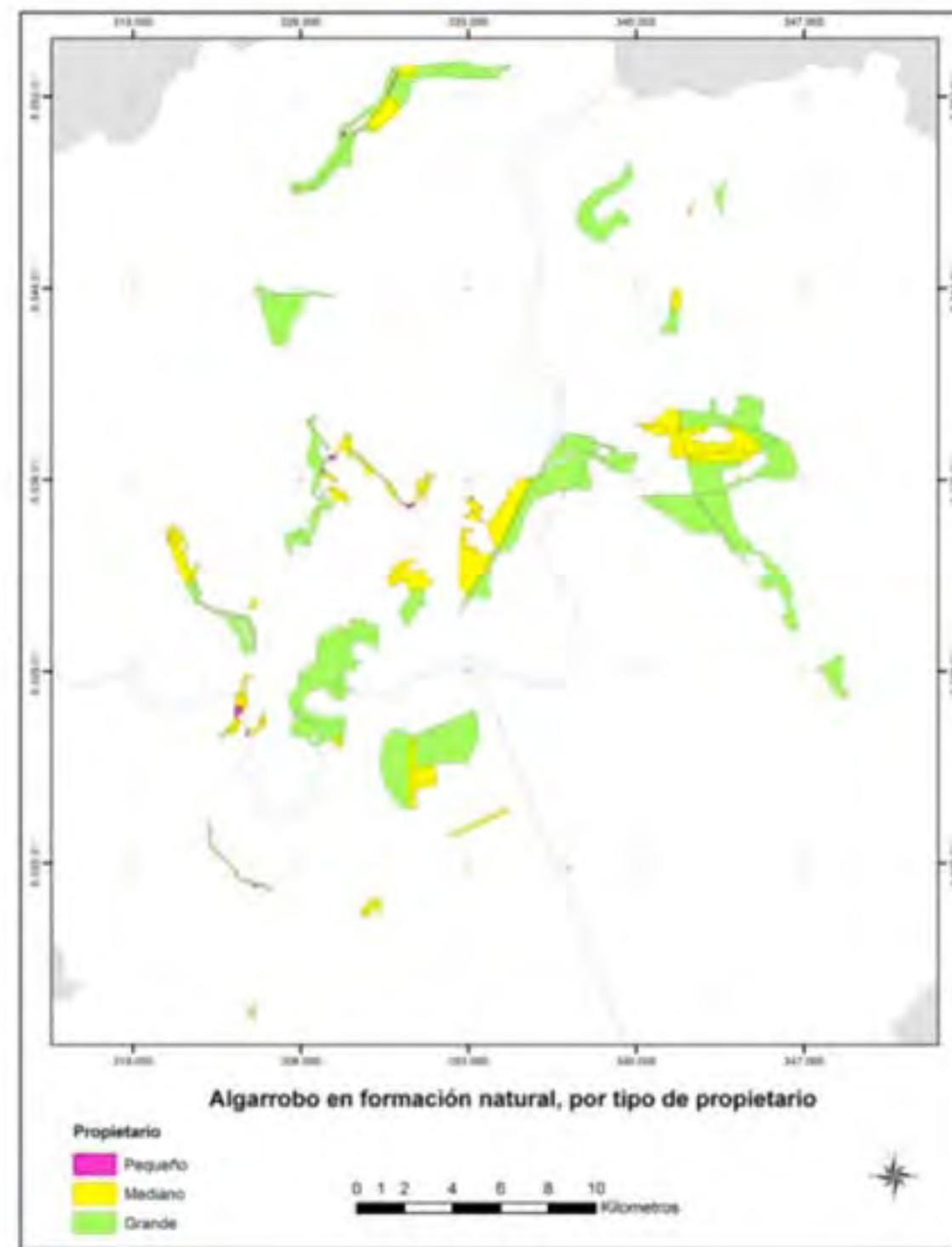


Figura 22. Superficie de Formaciones Naturales de Algarrobo, según Tipo de Propietario

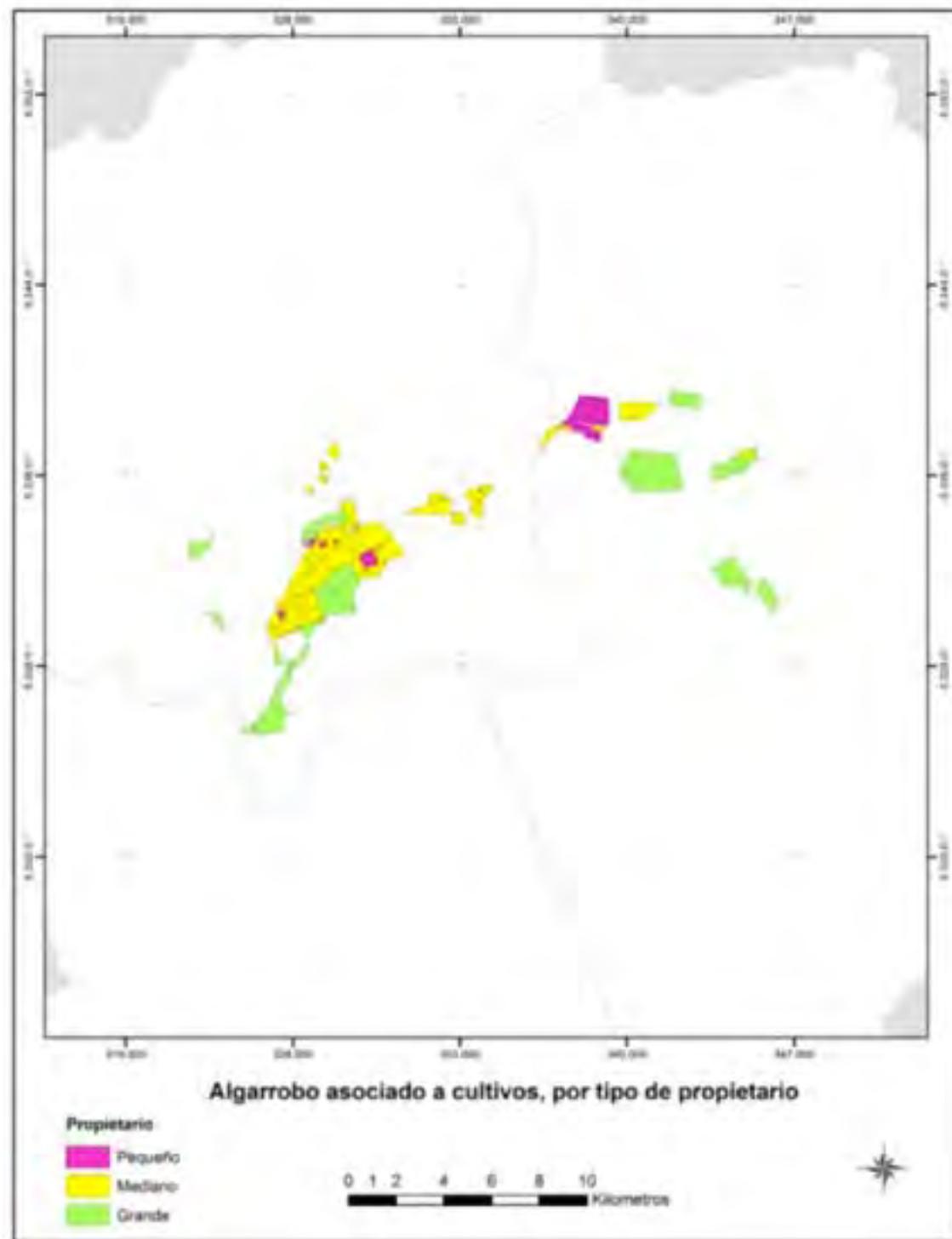


Figura 23. Superficie de Algarrobo Asociada a Cultivos Agrícolas, según Tipo de Propietario

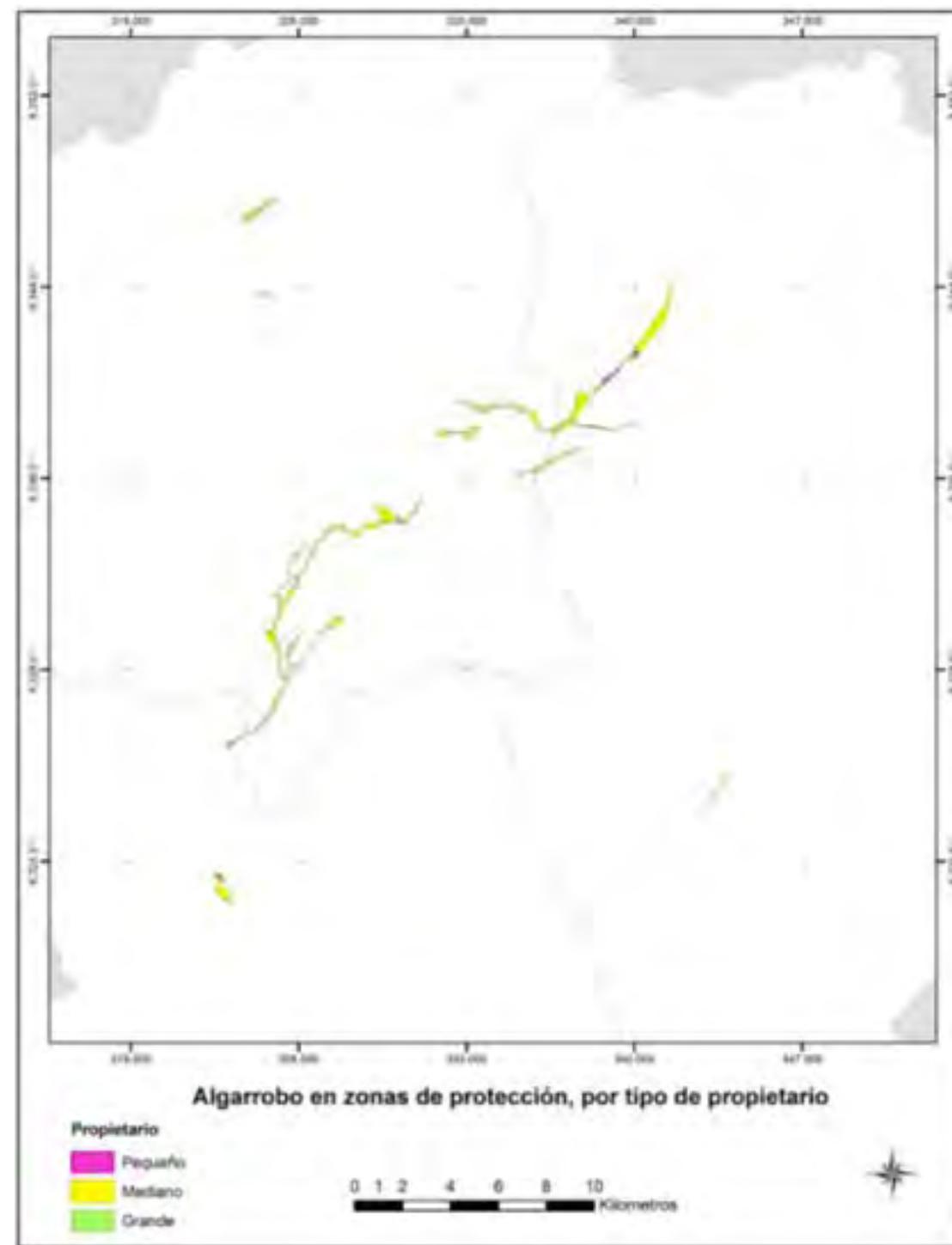


Figura 24. Superficie con Algarrobo en Áreas de Protección, según Tipo de Propietario

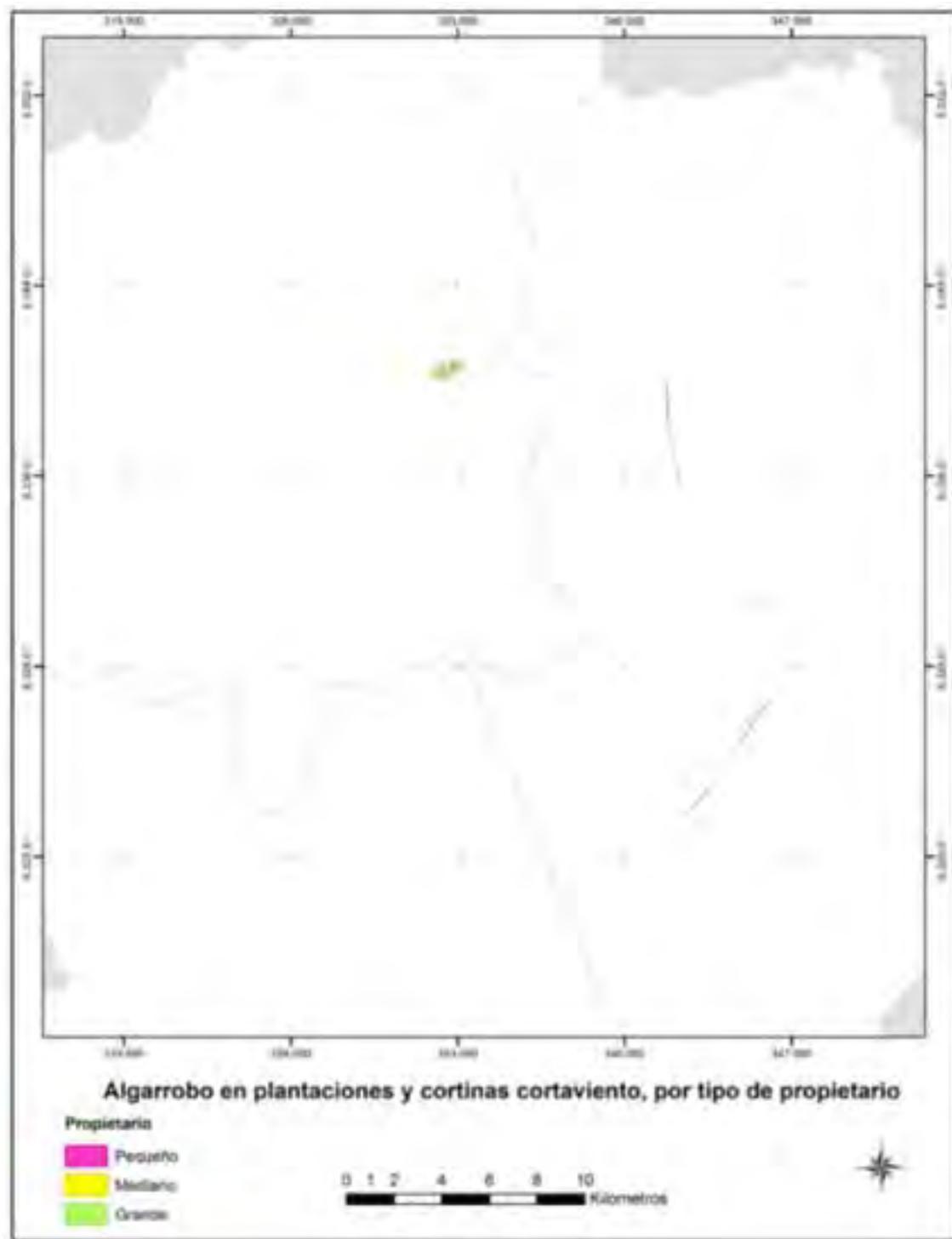


Figura 25. Plantaciones de Algarrobo, según Tipo de Propietario

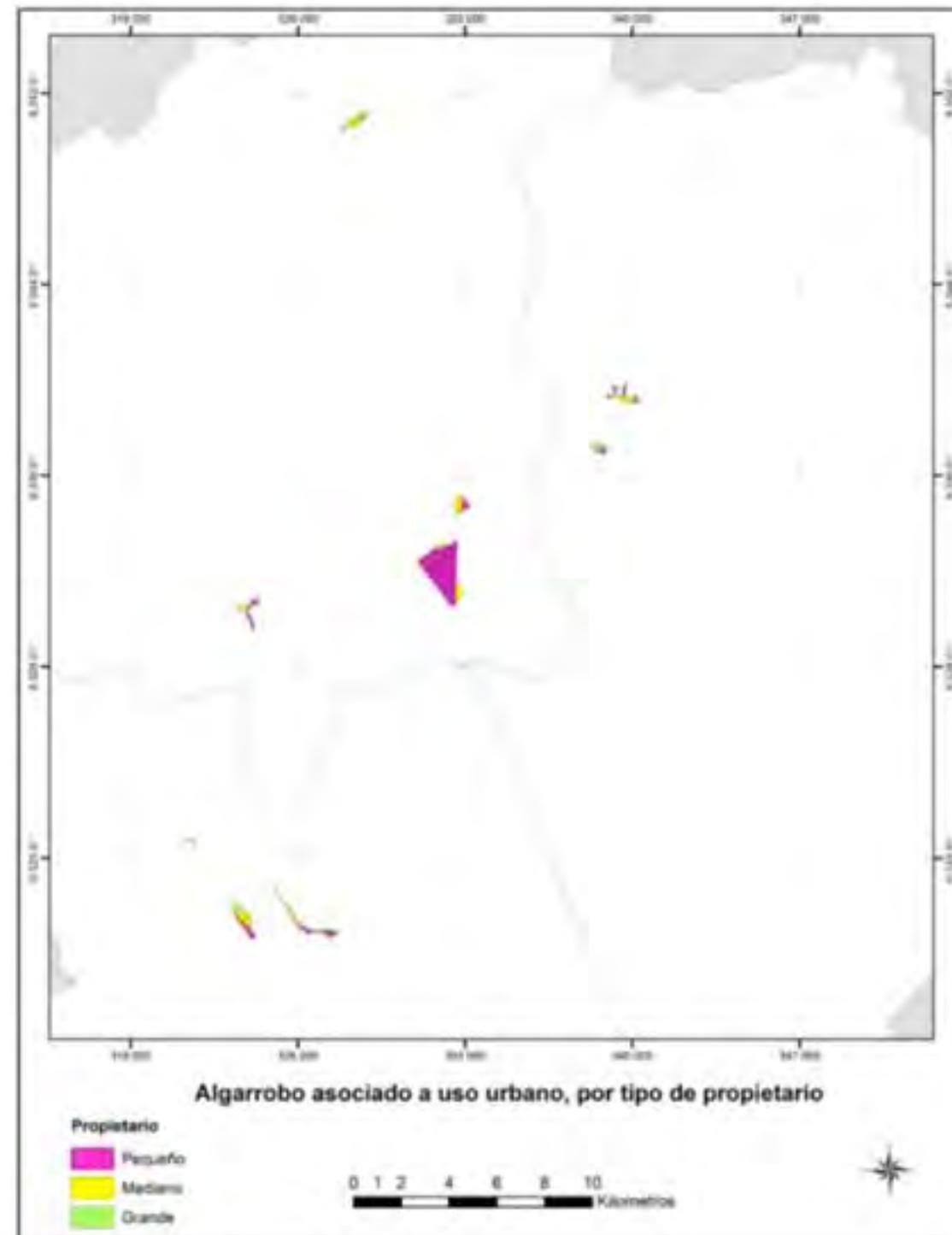


Figura 26. Algarrobo Asociado a Zonas Urbanas, según Tipo de Propietario

Cuadro 5. Distribución de Superficie Ocupada con Algarrobo en la Región Metropolitana, según Tipo de Formación, Comuna y Tipo Productivo

Comuna	Propietario	Superficie con Algarrobo (ha)					Total
		Formaciones naturales	Asociado a cultivos agrícolas	Urbano	Protección	Plantación	
Colina	Pequeño	4,64	225,96	23,24	22,68	0,22	276,74
	Mediano	514,45	152,28	16,97	136,57	10,53	830,80
	Grande	2.414,78	741,51	15,73	41,43	5,18	3.218,63
	Subtotal	2.933,87	1.119,75	55,94	200,68	15,93	4.326,17
Lampa	Pequeño	19,21	0,00	38,05	7,42	0,00	64,68
	Mediano	240,36	0,04	33,12	29,50	0,00	303,02
	Grande	847,87	0,00	35,34	4,68	0,00	887,89
	Subtotal	1.107,44	0,04	106,51	41,60	0,00	1.255,59
Til Til	Pequeño	25,71	68,73	270,93	6,39	0,00	371,76
	Mediano	983,46	1.299,62	75,70	163,95	0,00	2.522,73
	Grande	2.368,79	725,26	12,04	195,96	49,76	3.351,81
	Subtotal	3.377,96	2.093,61	358,67	366,30	49,76	6.246,30
TOTAL		7.419,27	3.213,40	521,12	608,58	65,69	11.828,06

La información desglosada entregada en el Cuadro 5, puede permitir a cada Municipalidad focalizar programas específicos orientados a la recuperación de esta especie y al fomento de las plantaciones con ella, en zonas aptas para lograr buenos desarrollos.

5. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL ALGARROBO EN LA REGIÓN

5.1. Línea Base de Información Utilizada

La línea base de información proviene de revisión bibliográfica y de los antecedentes reunidos durante la prospección de terreno.

Según FAO (1997), *Prosopis chilensis* en Chile, se desarrolla en zonas desérticas y de clima mediterráneo perárido, árido y semiárido, con un promedio de precipitación anual de 28 a 356 mm, principalmente concentrada en el período invernal, pudiendo ésta llegar a ser nula en los años secos o bien errática, sucediendo en forma torrencial, y es lo habitual contar con un período seco de 8 a 12 meses.

En la áreas de ocurrencia natural de la especie, el régimen térmico se caracteriza por temperaturas muy contrastantes entre enero y julio, mes más cálido y más frío, respectivamente, así como una gran amplitud de oscilación entre las temperaturas diurnas y nocturnas. La especie puede soportar heladas ocasionales hasta -5°C.

Las temperaturas medias anuales oscilan entre 14,3 y 14,9°C y las temperaturas máximas absolutas son de 27,4° a 30,6°C. Tanto en el norte como en el del área de distribución sur, la humedad relativa es siempre inferior al 78%, siendo en general ambientes muy secos, de alta evapotranspiración potencial, de intensa radiación solar y gran luminosidad. Algarrobo prefiere los suelos secundarios de origen volcánico, gruesos, de textura arenosa o franco-arenosa, a menudo muy pedregosos y normalmente alcalinos; es extremadamente resistente a la salinidad, puede crecer en suelos con pH entre 7,6 y 8,9 y muy ricos en sodio. Ocupa suelos de buen drenaje. Se desarrolla en áreas montañosas en *piedmonts* o planos inclinados de deposición en faldeos de cerros y en terrazas aluviales antiguas, en sectores con acuíferos superficiales y subterráneos, ocupando relieves con pendientes suaves a fuertes en las serranías interiores, creciendo generalmente entre los 500 y 1.500 msnm.

Nunca se encuentran a altitudes mayores de 1.800 msnm (Ortiz, 1966) y este mismo autor destaca que cuando vive en terrenos que ocasionalmente reciben riego, su lozanía y desarrollo son impresionantes.

Para la determinación de la zona potencial se consideraron las coordenadas de los algarrobos prospectados en función de las condiciones ecológicas locales obtenidas mediante cartas temáticas de diferentes variables del sitio, cuyas condiciones fueron extrapoladas en la Provincia de Chacabuco (Apéndice 1). Si se considera la situación observada en la región, es posible verificar que estas condiciones se cumplen con todas las formaciones identificadas (Cuadro 6)

Cuadro 6. Características Climáticas de Cada Una de las Formaciones Identificadas

Tipo de Formación	Precipitación Media Anual Rangos Min - Max (mm)	Temperatura Máxima Media (enero), Rangos (°C)	Altitud (msnm)	Temperatura Mínima Media (Julio), Rangos (°C)	Evapo-Transpiración Rangos (mm/año)	Radiación Solar (enero) (Ly/d)	Superficie Actual (ha)
Formaciones naturales	250-375	27,1 - 30,0	470-1000	2,0 - 4,5	1201-1300	591-650	7.419,27
Asociado a cultivos agrícolas	250-300	29,1 - 30,0	500-1000	2,0 - 4,0	1226-1300	601-650	3.213,40
Protección	250-375	29,1 - 30,0	470-1000	2,0 - 4,0	1251-1300	591-650	608,58
Plantación ¹	250-300	29,1 - 30,0	530-1000	2,0 - 4,0	1251-1300	641-650	65,69
Urbano	250-375	29,1 - 30,0	470-640	2,0 - 4,0	1226-1300	581-650	521,12
TOTAL							11.828,06

1: incluye cortinas

En la determinación de las zonas potenciales para el desarrollo de la especie algarrobo, se utilizaron todos los rangos de las coberturas digitales, en donde esta especie estaba presente en terreno. De esta forma se establecieron rangos de precipitaciones medias, radiación solar, evapotranspiración, temperaturas máximas y mínimas; y se extrapolaron a aquellas áreas de la provincia que cumplan con todos estos requisitos.

En el SIG se integraron todas las coberturas digitales, mediante el proceso *intersect* de ArcGis®, que genera una nueva cobertura sólo con las áreas que son comunes (intersección geométrica de las coberturas *input*).

5.2. Resultados

En la Figura 27 es posible observar polígono de color azul, que representa la superficie que cumple con las condiciones definidas como favorables para el desarrollo del algarrobo (Cuadro 6).



Figura 27. Área que Cumple con Requisitos Edafoclimáticos para Permitir Desarrollo del Algarrobo Región Metropolitana, Provincia de Chacabuco.

Sin embargo, esta cobertura fue nuevamente procesada para descontarle zonas correspondientes a altitudes por sobre 1.000 msnm, ciudades, complejos industriales, lagunas y otros cuerpos de agua. La herramienta de ArcGis® utilizada en este caso fue *erase*, que literalmente borra las áreas donde existe sobre posición con estas capas. La Figura 28, con polígono de color verde, representa el área potencial real para el establecimiento de algarrobo, de acuerdo con estos criterios, que en total representa una superficie de 107.585 ha, que incluye las 11.828 ha actualmente ocupadas por la especie.



Figura 28. Superficie Potencial para Forestar con Algarrobo Provincia de Chacabuco.

Si se considera como se asocia esta superficie potencial con el tipo de propietario (Cuadro 7), puede observarse que, cuando se considera el número de propietarios, la mayor parte de ella está asociada a pequeños propietarios, sin embargo, esto difiere drásticamente cuando se considera como variable diferenciadora la superficie ocupada, donde para el caso de grandes propietarios corresponde al 67% del total, en contraste con el 8% de superficie ocupada por pequeños propietarios de la provincia (Figura 29).

Cuadro 7. Superficie Potencial según Tipo de Propietario

Comuna	Pequeños		Medianos		Grandes		TOTAL	
	N°	Superficie (ha)	N°	Superficie (ha)	N°	Superficie (ha)	N°	Superficie (ha)
Colina	1.131	4.333,5	305	9.092,4	41	31.359,6	1.477	44.785,5
Lampa	1.038	3.296,2	398	12.136,6	28	10.794,0	1.464	26.226,9
Til Til	424	821,0	177	6.205,6	44	29.546,5	645	36.573,1
TOTAL	2593	8.450,7	880	27.434,6	113	71.700,1	3.586	107.585,4

En síntesis, los resultados obtenidos que identifican la zona potencial posible de reforestar con algarrobo, demuestran que la superficie actual podría crecer más de nueve veces, lo que a su vez significa que se podría cuadruplicar el número de propietarios beneficiados con el uso industrial de la especie a nivel provincial, siendo la comuna de Colina, la que posee mayor superficie potencial para el establecimiento de plantaciones con algarrobo.

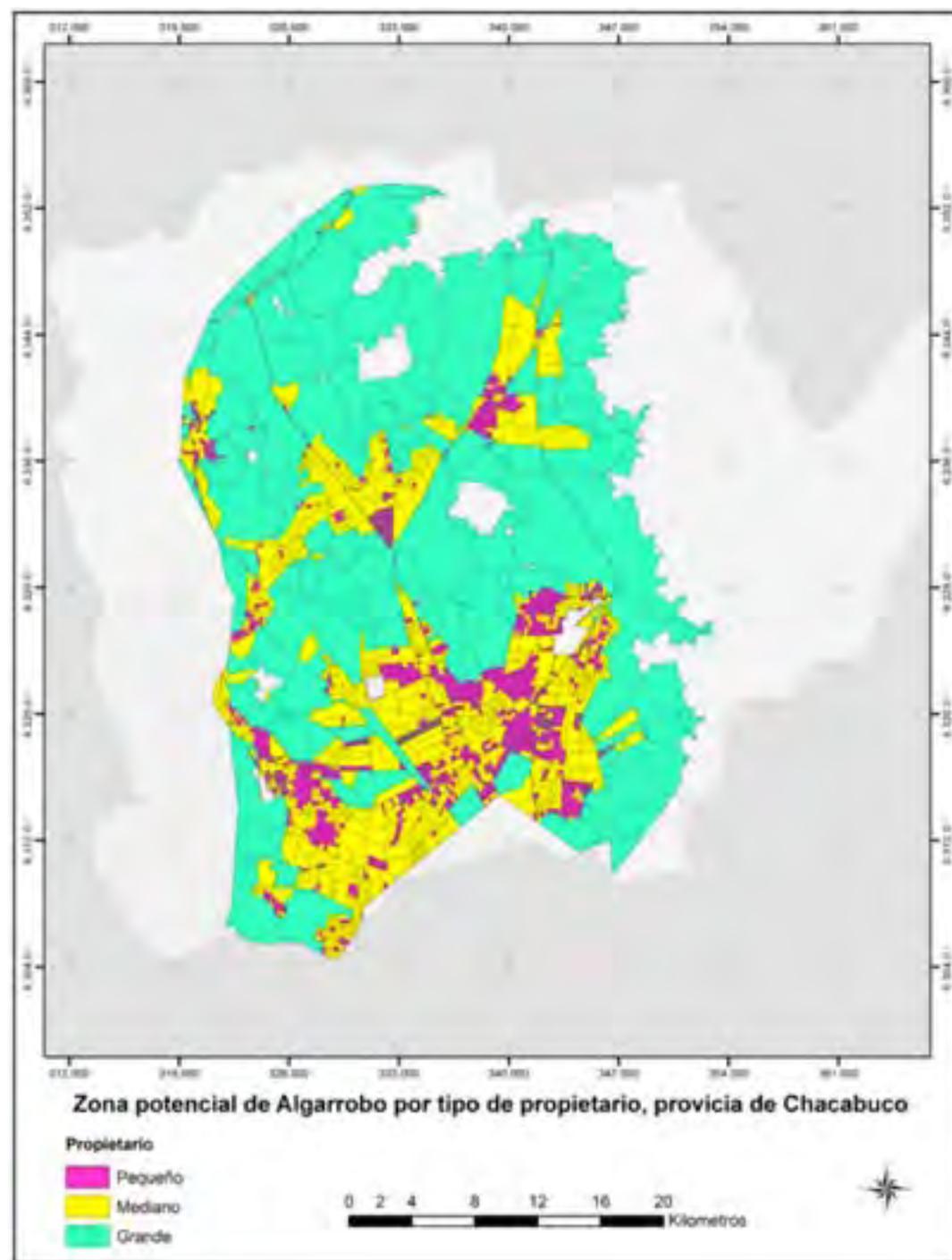


Figura 29. Superficie Potencial de Algarrobo Clasificada por Tipo de Propietario

CAPÍTULO 2.

UTILIZACIÓN DEL FRUTO DEL ALGARROBO EN ALIMENTACIÓN HUMANA, A NIVEL DE MICROEMPRESARIOS

Marlene González G.
Marco Hormazabal D.
Patricio Parra S.

1. REFERENCIAS DEL USO HISTÓRICO DE LA ESPECIE COMO ALIMENTO DE CONSUMO HUMANO

Los frutos del género *Prosopis* han sido utilizados como alimento por el hombre desde épocas primitivas en las zonas desérticas del continente americano (Sáez, 2006), mención especial es la utilización de los frutos o vainas de algarrobo como principal fuente de alimentación de las poblaciones indígenas pre-colombinas del desierto nortino.

En el Chaco argentino y en Bolivia, se elabora hasta hoy el *patay*, que se logra a través de la molienda de las vainas maduras y secas, formando una pasta harinosa y dulce que se seca para permitir su conservación.

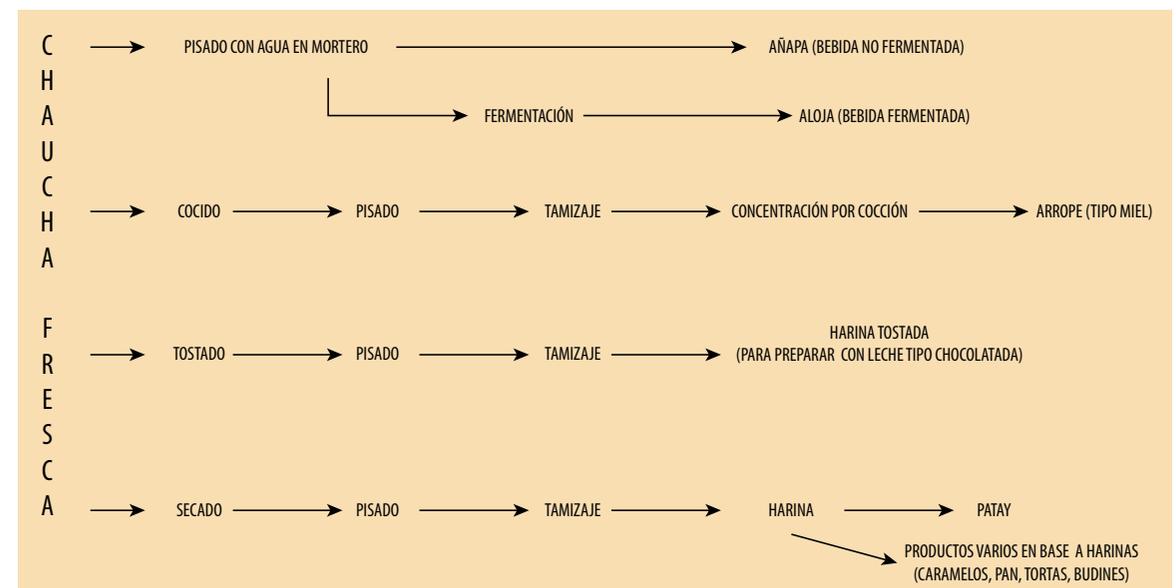
Otro producto es la *añapa*, bebida refrescante de gusto dulce que se prepara machacando las vainas con incorporación de agua (Habit *et al.*, 1981, citado por Fuentes (1998); Ortiz, 1966; Agencia de Noticias Corrientes al Día, 2006).

También se menciona la *aloja*, bebida alcohólica obtenida por fermentación de los frutos del algarrobo, que se obtiene al mezclarlos con agua, y el *arope*, tipo de miel que se obtiene por cocción, molienda, tamizaje y concentración (Agencia de Noticias Corrientes al Día, 2006; SAyDS, 2005).

Un claro verificador de esta realidad es la inclusión en el Código Alimentario Argentino (CAA) de la harina de algarrobo, definida como el producto de la molienda de las semillas de algarrobo blanco y también se incluye al *patay*, pan seco de la cocina tradicional elaborado a partir de harina de algarrobo.

En Perú, por su parte, existen varias normas técnicas oficiales que condicionan la elaboración tanto de harina, como de otros productos a partir de la algarroba, nombre con que se conoce el fruto de *Prosopis pallida*, en ese país.

En la Figura 30, es posible revisar los productos típicos que se han preparado históricamente en forma artesanal a partir de los frutos de algarrobo en Argentina, y los procesos asociados a cada uno de ellos.



Fuente: Gil de Ringuelet, s/f.

Figura 30. Procesos y Productos Tradicionalmente Obtenidos a Partir de Vainas de Algarrobo Blanco, en Argentina

Existen también antecedentes sobre su efecto medicinal logrado a través de su consumo como bebida caliente. El doctor Alfredo Murillo citado por Ortíz (1966), en su libro sobre las plantas medicinales de Chile, se refiere al efecto cardíaco de las semillas de algarrobo, solas o adicionadas de algunas semillas de quinoa, sirven para preparar una tizana que, dejada fermentar, tendría notables efectos diuréticos.

Como se indicó anteriormente, los frutos del algarrobo corresponden a legumbres, que contienen varias semillas alojadas en una pulpa densa y dulce de color amarillo, que tienen la particularidad de no abrirse al secarse de manera que no pierden la pulpa ni las semillas (Habit *et al.*, 1981, citado por Ugarte, (1994).

Los frutos son reconocidos por presentar importantes contenidos de fibra dietaria, azúcares e hidrocoloides que, con el desarrollo de adecuadas tecnologías, permitirían su aprovechamiento integral (Bernuy, 2003). Una de las principales virtudes que se le han reconocido corresponde al valor proteico de sus frutos y semillas, muy por encima de los valores registrados por los cereales tradicionales, característica común en todas las especies del género *Prosopis*. Según varios autores citados por Suárez (2003), son una buena fuente de proteínas, calcio, hierro, ácido nicotínico y tiamina. Algunos estudios (Caro *et al.*, 1991), indican que precisamente su calidad nutritiva está dada por su contenido en proteínas (10-15%); hidratos de carbono solubles (45-60%) y fibra (12-18%), siendo esta calidad muy variable entre especies y ecotipos. Martín (1989) por su parte diferencia entre el fruto y la semilla, indicando que las semillas contienen 32% de proteínas, y cenizas (calcio, fósforo, potasio y un poco de sodio), en cambio, el fruto, 30,8% mucilago, 10,2-7,6% proteínas, 26% fibra, 4,5-3,4% cenizas, 1,65-2,0% flavonoides y azúcares (57,4% de sacarosa).

Traskauskas *et al.* (2001), indican que el fruto del algarrobo (vaina) 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. Las semillas por su parte, están formadas por una testa endurecida (13-19%), un endospermo rico en polisacáridos (20 - 31%) y cotiledones (38 - 43%).

Adicionalmente, un estudio etnoarqueológico, desarrollado por Figueroa y Dantas (2006), determinó que la producción de alimentos a partir de los frutos de *Prosopis* posee varias cualidades importantes de resaltar, elevado valor nutricional, baja inversión temporal en su elaboración, considerable rendimiento, escasa complejidad en lo que respecta al instrumental empleado para su producción y un gran espectro de comidas a preparar, particularidades que convierten a esta actividad en una alternativa alimenticia de índole económica.

Bajo este escenario, el proyecto se propuso entregar nuevas alternativas de productos, elaborados con algarrobo, pero acorde a la situación actual de mercado, de manera de responder a las necesidades y exigencias de los consumidores actuales y sus patrones de selectividad, además de potenciar las bondades nutricionales ya conocidas para la especie.

2. DISEÑO Y ELABORACIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS CON ALGARROBO

Durante esta etapa se trabajó en forma conjunta con los asesores expertos en el área de alimentación y de negocios, además de Ecolibrium, empresa elaboradora de alimentos saludables, asociada al proyecto, junto a los cuales se determinó los aspectos básicos a considerar para determinar, finalmente, los alimentos más indicados para potenciar la especie y su uso particular en alimentación humana.

Se decidió entonces, como punto de partida del trabajo, separar lo referido a la oportunidad de producción a menor escala por parte de pequeños propietarios o grupos de agricultores organizados, a nivel de microempresa, y lo que respecta a la industria de los ingredientes para la industria alimentaria (principalmente proteínas, fibra, gomas), temática que será abordada en el siguiente capítulo de este documento.

Sin embargo, existen factores comunes que deben ser considerados a la hora de proponer el aprovechamiento de los frutos del algarrobo, considerando su gran versatilidad, el amplio espectro de usos, muchos de ellos ya estudiados, tanto desde el punto de vista productivo como comercial, a nivel experimental en el país y a través de experiencias comerciales ya establecidas en países vecinos.

En el aspecto comercial, es impensado no reconocer el cambio y evolución que ha experimentado la industria de los alimentos en las últimas décadas, lo que finalmente ha definido cuales son las motivaciones actuales para la generación de nuevos alimentos. En este sentido, Muñoz (2013a)³ indica que en la irrupción de la gran cantidad de alimentos con carácter novedoso que se pueden encontrar han contribuido factores como las nuevas tecnologías, la competencia entre las grandes empresas alimentarias, o las nuevas demandas por parte de los consumidores, que ya no se satisfacen en sus necesidades con la función esencial que es la alimentación básica, sino que buscan en los alimentos, aspectos nutricionales, saludables e incluso aquellos relacionados con la estética o la comodidad.

Respecto de este último punto, la mayoría de los expertos indican que la verdadera causa de la aparición de nuevos alimentos son las actuales demandas de los consumidores, muy diferentes a las que existían hace unos años. Existen por ejemplo los productos dietéticos, los alimentos funcionales que ejercen una acción positiva sobre la salud humana, los alimentos ecológicos libres de pesticidas y herbicidas y los productos destinados a grupos especiales (deportistas, vegetarianos, tercera edad), entre otros.

Barrantes (2013) indica que algunos de los factores que determinan la selección de productos por parte de los consumidores actuales son salud y bienestar, sostenibilidad, comodidad, creación de nuevos sabores, alimentos *libres de...*, demanda creciente por productos naturales, cubrir *caprichos* a precios accesibles, y denominación de origen y calidad.

Hay además variables más generales, que diferencian a los consumidores y que hacen variar sus criterios de compra, la importancia de los atributos del producto, el nivel de necesidad, la etapa de la vida de la persona, la situación financiera, factores de temporada, pertenencia a grupos étnicos, etc. Más específica aún es la educación que han recibido los consumidores respecto de la necesidad de una alimentación sana y balanceada, lo cual conlleva la búsqueda de productos naturales y en cantidades que se ajusten a lo que cada persona desea y necesita.

Es también una oportunidad el poder utilizar la ventaja que ofrece la composición química y nutricional de los frutos de algarrobo, aprovechando a su vez el bajo contenido que presenta de algunos nutrientes críticos como sal, grasas saturadas, grasas *trans*, aspecto importante en el caso de Chile, dado que según mediciones del Ministerio de Salud, actualmente existe un 25,1% de la población en categoría obesa (Castro, 2013) y los índices de obesidad a nivel global se han duplicado en los últimos 30 años, siendo hoy la causa subyacente de la muerte de 2,8 millones de adultos en el mundo (OMS, 2013, citado por The Economist, 2013).

Por ello es importante plantearse una perspectiva completa para entender a la población general y fueron todas estas variables las que se tuvo en consideración al momento de definir que productos se propondría elaborar utilizando algarrobo como materia prima, que características tendrían y hacia que tipo de consumidor estarían dirigidos.

3. Ricardo Muñoz Cisternas, Asesor del proyecto. Consultor en Innovación y Gestión Alimentaria y Profesor Universitario.

Como punto de partida, se consideró la formulación de distintos tipos de harina a partir de las distintas fracciones del fruto:

- Harina de fruto completo
- Harina sólo de parte externa, sin semilla
- Harina sólo de semilla

Posteriormente y con la colaboración de Ecolibrium, empresa asociada al proyecto, se realizaron las primeras pruebas de trabajabilidad de la harina, ensayando su comportamiento frente a la mezcla con otros productos y/o en distintas preparaciones, llegando a formular los siguientes prototipos de productos:

- Barra dulce: Siguiendo la tendencia europea de la cubierta y de contenido blando (Figura 31).
- Dulces-Cocadas: Harina de algarrobo con miel, cubierta con semillas de sésamo (Figura 32).
- Queques: En mezcla con harina de trigo (Figura 33), elaborados siguiendo recetas tradicionales.
- Pasta dulce: Sucedáneo de nutela y/o dulce de leche, mezcla de harina de algarrobo con avellana europea (Figura 34).



Figura 31. Barra Dulce con Algarrobo



Figura 32. Dulce-cocada, Elaborada con Harina de Algarrobo y Miel

Figura 33. Queque Elaborado con 20% de Harina de Algarrobo

Figura 34. Pasta Dulce, Elaborada con Harina de Algarrobo y Avellana Europea.

Se decidió realizar los prototipos finales empleando sólo la harina más fina, ya que las obtenidas a través de tamices mayores dejan mucho residuo, que afecta la calidad organoléptica final, al agregarle astringencia.

En general, la elección de cada uno de estos productos se orienta a responder a lo que hoy se llama comida *snack*, que según Tettweiler (1991) citado por Guíñez (1994) y Venegas (2001), se puede definir como un alimento de fácil manejo que se caracteriza por constituir porciones pequeñas de producto, para consumo frías o calientes, en forma líquida o sólida, y por no requerir una preparación previa, satisfaciendo así el apetito del consumidor en corto tiempo.

Además, durante gira técnica realizada a Perú⁴, fue posible observar que el principal producto comercializado en dicho país en base a algarrobo corresponde a la algarrobina, jarabe en base a la cocción del fruto entero y posterior prensado (González, 2012). Considerando el mercado ya existente asociado a este producto, se decidió incorporar como un nuevo producto la algarrobina a partir de los frutos colectados en la Región Metropolitana.

Finalmente, y después de las primeras evaluaciones sobre la calidad del producto obtenido y de pruebas organolépticas, se decidió focalizar el trabajo con harina y algarrobina como productos primarios y otras alternativas de productos que se pudieran generar a través de su incorporación como ingrediente, barra dulce, queque, toffees. En el caso de los prototipos de productos con dulces y cremas no se siguió con esta línea de trabajo debido a que la calidad y costos del producto eran demasiado elevados, además de estar orientado a un grupo objetivo reducido.

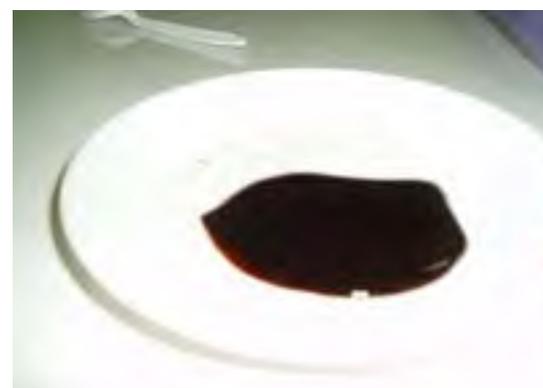


Figura 35. Algarrobina



Figura 36. Toffees Elaborados con Algarrobina

Es importante tener presente que el mercado es cambiante y es indispensable conocer las necesidades y preferencias de quienes serán el mercado objetivo y como pueden influir los cambios en estos aspectos para el desarrollo del futuro negocio.

El proceso de elaboración de cada uno de los productos seleccionados se detalla a continuación, indicando las etapas intermedias y los ingredientes con los cuales se combinan para la obtención del producto final propuesto.

2.1. Obtención de Harinas a Partir del Fruto de Algarrobo

Como se ha mencionado, unas de las formas de uso histórica de los fruto de los *Prosopis*, es la elaboración de harinas. Sin embargo, en la actualidad se requiere destacar también su importancia económica y ambiental, más la de un producto para subsistencia. En Argentina, por ejemplo, el proceso de obtención de harina de algarrobo blanco (*Prosopis alba*) está enmarcado en la estrategia de aprovechar la gran riqueza de los bosques chaqueños como recursos alimenticios para uso humano y animal, y evitar la percepción de la recolección como una práctica atrasada, primitiva y no acorde a los tiempos que se viven (SAGPyA, 2003).

4. Gira Técnica de Innovación FIA "Producción y comercialización de alimentos derivados del algarrobo". Octubre de 2012

Se potencia el desarrollo de esta actividad también con la finalidad de rescatar conocimientos e incorporar valor agregado a productos del bosque, que se insertan en el mercado como productos artesanales elaborados con materias primas obtenidas del bosque nativo con un bajo impacto ambiental (SAyDS, 2005). Un ejemplo de ello, es el programa para la producción de harina de algarrobo, creado en el año 2012, por el Gobierno de San Luis, en Argentina, como alternativa competitiva, ya que le reconoce al producto un gran potencial en los mercados nacionales e internacionales, con una demanda creciente por sus atributos alimenticios (Ministerio de Medio Ambiente Provincia de San Luis, 2012).

Se contactó a molinos, tanto artesanales como industriales, para dar inicio a las pruebas de molienda y generar harinas como materia prima a partir de fruto completo y de partes de este. Es decir, además se obtuvo harina sólo de semillas, que en teoría es más rica en proteínas, harina solo de la parte externa del fruto, con mayor contenido en azúcar y fibra, de manera de evaluar la incorporación de una u otra fracción (o ambas) en cada uno de los prototipos a generar.

Existen muchas publicaciones donde se entregan las indicaciones de cómo obtener harina a partir de las vainas o frutos de algarrobo, pero en general todas ellas incluyen: Cosecha, Acopio, Primer secado, Clasificación, Molienda, Secado, Tamizado y Almacenaje (SAGPyA, 2003). Existen también otras formas más simples, que incluyen Selección, Limpieza, Secado, Molienda, Tamizado y Envasado (Traskauskas *et al.*, 2002). Grados *et al.* (2000) incluye, para el caso de Perú, las etapas de Acopio, Selección, Almacenamiento, Lavado, Secado, Molienda, Tamizado, Envasado.

A continuación se describen las actividades y resultados obtenidos por el proyecto para cada una de las etapas que conforman el proceso para la elaboración de harina de algarrobo, utilizando frutos de *Prosopis chilensis* colectados en la Región Metropolitana.

a) Colecta y Lavado

La colecta de los frutos en la Región Metropolitana se debe desarrollar entre los meses de febrero y abril, periodo durante el cual los frutos alcanzan su madurez y no han sido afectados por la humedad ambiental o primeras lluvias, que ocasionan un deterioro por la aparición de hongos, explicado principalmente por el alto contenido de azúcar que contienen.

Silvert 1998 citado por Glibota *et al.* (2000), indica que la recolección de las vainas se realiza principalmente de las que ya han caído al suelo, por lo que recomienda tratar que permanezcan el menor tiempo posible en contacto con la tierra, ya que aumenta la probabilidad de ser atacadas por gran variedad de insectos y de microorganismos que le causan grandes daños en su calidad.

En el caso que sea posible, se recomienda colocar cubierta plástica sobre el suelo, de manera de evitar que la vaina entre en contacto directo con él y además facilitar la recolección y ensacado de la cosecha (Figura 37). En periodos de mayor madurez, es posible cosechar los frutos con apoyo de varas con ganchos que desprenden los frutos desde árbol o con un simple remezón del árbol o rama, sin causar daño a su estructura (Figura 38).

Floriott y Thames (1983) recomiendan que los frutos sean colectados directamente del árbol, ya sea en forma directa o golpeando las ramas para que caigan sobre algún material (plástico, malla, etc.) que cubra el suelo o directamente desde el suelo, pero para este último caso recomiendan que la recogida sea realizada diariamente, tratando de reducir al máximo las impurezas entre los frutos e impedir que los frutos sean atacados por insectos.

Como el fruto pudo haber estado en contacto con el suelo, polvo ambiental o una manipulación inadecuada, es recomendable hacer un primer lavado del material.

b) Limpieza y Selección

Es fundamental realizar la limpieza de los frutos y eliminar otros materiales (ramas, basura) y frutos dañados severamente (con hongos, mohos, coloración oscura por descomposición o muy dañados por insectos o roedores). Se puede utilizar frutos quebrados pero sanos, ya que esto no altera la calidad del producto final (Figura 39).

En Perú, por ejemplo, se han establecido dos niveles de calidad del fruto, de acuerdo al porcentaje de vainas picadas (con agujeros o picaduras de insectos o aves), quebradas, con daño severo (presencia de hongo, moho, en descomposición, o daño por roedores) y por presencia de otras materias extrañas (INDECOPI, 2009).



Figura 37. Colecta de Frutos Sobre Superficie Plástica

Figura 38. Golpe de Ramas para Conseguir Caída de Frutos de Algarrobo, Durante Colecta.



Figura 39. Limpieza de Frutos

c) Secado

Se recomienda que el secado de frutos se realice inmediatamente finalizado el proceso de limpieza y selección, ya que la humedad y el alto contenido de azúcares aumentan las probabilidades de descomposición de los frutos, ocasionando pérdida de materia prima antes de su procesamiento. Además se facilita la operación de molienda y se evita la aglomeración de la harina y atascamiento de molinos (Grados *et al.*, 2000).

Esta reducción de humedad, puede realizarse mediante un secado simple al sol, en zonas donde las condiciones climáticas y de sanidad lo permitan (INDECOPI, 2009).

En zonas argentinas pasan directamente de la recolección a un horno de barro con temperatura alta durante 10 minutos, con la finalidad de darle un golpe fuerte de calor, facilitando también con ello los procesos posteriores (SAyDS, 2005).

En los casos que sea posible, se recomienda la utilización de una estufa para lograr un mejor secado de las vainas (Figura 40), siendo lo recomendable mantenerlas durante 3 horas a una temperatura de 60°C, logrando así una materia prima óptima para su procesamiento

posterior. Se debe tener en cuenta la necesidad de envasar estas vainas secas en un contenedor impermeable, de manera de impedir que vuelva a absorber humedad del ambiente, confirmado en estudio de Silvert (1998) citado por Glibota *et al.* (2000), quien indica que el almacenaje de los frutos se debe realizar con bajo contenido de humedad, para disminuir la cantidad de insectos y mohos que pudieran aparecer durante el almacenaje (Figura 41).

Durante el período de almacenamiento debe tenerse presente el problema de las plagas, ya que los insectos depositan sus huevos antes y durante la maduración del fruto, y es necesario considerar que el ciclo de vida del insecto continua en esa condición, y por lo tanto, las vainas no infestadas pueden ser atacadas si se los almacena junto a vainas dañadas, no tratadas. Esto genera que muchas veces los frutos sean procesados con insectos en su interior, que generan distorsiones en la composición nutricional, porque incorporan componentes como colesterol y grasas-trans, aunque en muy pequeña proporción.

Se recomienda secar hasta alcanzar un contenido de humedad el 6% en las vainas (Grados *et al.*, 2000).



Figura 40. Secado de Frutos en Estufa de Laboratorio INFOR



Figura 41. Frutos Almacenados, Después de Proceso de Secado.

d) Molienda

En general, el procesamiento de los algarrobos se hacía a nivel familiar, a través de uso de morteros, separando el afrecho y la semilla de la pulpa de los frutos de algarrobo. La introducción del molino permitió aprovechar el alto valor nutricional de la semilla y aumentar la producción a nivel de grupos, aprovechando el afrecho para alimento balanceado animal (SAGPyA, 2003). En estos casos es habitual triturar la vaina con la mano o también pisotearlas dentro de su envase, para facilitar la molienda posterior.

Durante el proyecto se probó en forma diferenciada la molienda utilizando molino eléctrico y un molino manual, obteniendo rendimientos y resultados distintos, principalmente porque el segundo sistema permite separar el fruto en distintas fracciones según sea el interés (parte externa del fruto, semillas o sus combinaciones), y aunque es de más fácil acceso, es más intensivo en uso de mano de obra.

Para el caso de la molienda con maquinaria, se utilizó un Tritrador marca Trapp, modelo TRF-300, con motor eléctrico monofásico de 3 HP (Figura 42), el cual cuenta con cuatro calibres de molido: 12 mm, 5mm, 3 mm y 0,8 mm (Figura 43).



Figuras 42. Molino Eléctrico para Producción de Harina



Figura 43. Cribas Utilizadas para Molienda

El producto obtenido en este caso, corresponde a harinas más integrales para los calibres mayores (Figura 44), pero no aptas para el consumo directo, según las primeras pruebas de aceptabilidad. Por ello se decidió continuar con la molienda utilizando el calibre de 0,8 mm. Sin embargo, es importante mencionar que en este caso el exocarpio que envuelve la semilla es eliminado como desecho del proceso, ya que no es procesado en este calibre pero genera la pérdida una cantidad importante de fibra.



Figuras 44. Tipos de Harina Obtenidos, según Calibre

Para la obtención de las distintas fracciones, especialmente en la búsqueda del mejor método para la separación de la semilla y el resto del fruto, se evaluó el corte de las vainas, sistema utilizado en viveros para obtener semillas, pero demostró ser un proceso poco eficiente y de alto costo (Figura 45).



Figura 45. Obtención de Semilla de Algarrobo, con Método de Corte del Fruto

Por ello se continuó con la molienda en forma manual, con un molino de discos (Figuras 46), donde a través de la regulación de la distancia entre ellos, se logra la separación de la semilla, endocarpio y exocarpio o *capotillo*⁵, obteniendo así tres tipos diferenciados de harina a partir de distintas partes del fruto, fruto completo, sólo parte externa de la vaina y sólo semillas. Con este material se evaluó la existencia de diferencias en composición química entre las partes, considerando estudios anteriores, que indican que las concentraciones de proteínas y de hidratos de carbono, se distribuyen en forma diferenciada, y por lo tanto, se podría obtener productos diferenciados dependiendo del componente que interesa destacar.



Figura 46. Molienda Manual de Fruto.

Finalmente, se utiliza un sistema de tamizado que permite, según granulometría, separar el material (Figura 47), es decir, separar el fruto molido de la semilla. Posteriormente, se puede realizar una segunda molienda del material remanente más grueso, siguiendo la recomendación entregada por la SAyDS (2005) y obtener así una harina más fina.

5. Capotillo: se denomina de esta forma, a porción del fruto que envuelve la semilla y que es de mayor dureza que el resto de la vaina.



Figura 47. Distintas Porciones de Material, Después de Primer Tamizado.

e) Tamizado

Luego de la experiencia observada en Perú (González, 2012), se decidió agregar una nueva etapa al proceso de obtención de las harinas, incluyendo finalmente un nuevo harneado, con una criba más fina de la que se estaba utilizando originalmente, lo que se tradujo en un mejoramiento del producto final. Para ello, se buscó el material adecuado y se fabricó un nuevo tamiz de 60 mesh (60 orificios por pulgada cuadrada), logrando con ello separar todos los grumos e impurezas de la molienda, para finalmente obtener un polvo fino de aspecto homogéneo (Figura 48).



Figura 48. Set de Tamices Utilizado.

f) Envasado y Almacenaje

Como cualquier otro producto alimenticio, la harina se debe envasar en contenedores o recipientes que mantengan las cualidades nutritivas e higiénicas, que no transmitan ninguna sustancia tóxica ni olores o sabores extraños al producto. Generalmente son utilizadas las bolsas de papel o mejor con polipropileno (Figura 49).



Figura 49. Envase con Harina Elaborada por el Proyecto

A partir de la experiencia realizada, es posible indicar que el procesamiento óptimo, utilizando maquinaria e implementos disponibles hoy en el mercado y que han podido adaptarse a las necesidades de pequeños propietarios u organizaciones de ellos, considerando el uso de molino eléctrico, es el siguiente:

	CANTIDAD (KG)	% PÉRDIDA POR ETAPA	TIPO DE DESECHO Y/O PRODUCTO ELIMINADO	MÉTODO O MAQUINARIA EMPLEADA
FRUTOS COSECHADOS	100			
↓				
LIMPIEZA	96,00	4%	RAMAS Y FRUTOS DAÑADOS	MANUAL
↓				
SECADO	89,76	6,5%	HUMEDAD	ESTUFA A 60° DURANTE 3 HORAS
↓				
MOLIENDA	56,81	36,7%	CUBIERTA DE SEMILLA Y RESTO ADHERIDO A MAQUINARIA	MOLINO ARTESANAL O TRITURADOR TRAPP 300
↓				
TAMIZADO	38,75	31,8%	CUBIERTA DE SEMILLA Y ADHERIDO A CERNIDOR	60 MESH PARA HARINA FINA Y OTROS MAYORES PARA HARINA INTEGRAL
↓				
HARINA FINA (47,8%) Y HARINA GRUESA (52,2%)	18,52 20,23 (TOTAL: 38,75)			

Este rendimiento es similar al reportado por Grados *et al.* (2000), para *Prosopis pallida* en Perú, donde se alcanzó un rendimiento en harina (de tamaño de partícula menor a 0,15 mm) respecto a materia prima de 42%.

Después de todas las pruebas realizadas, se llegó finalmente a la obtención de 8 tipos de harina:

- H1: Harina de fruto completo, con molino eléctrico, 2011
- H2: Harina sólo de cotiledón de semilla, con molino eléctrico, 2012
- H3: Harina sólo de parte externa del fruto, sin semilla, 2012
- H4: Harina de fruto completo, temporada 2012
- H5: Harina de semilla completa (cotiledón + testa), 2012
- H6: Harina de fruto completo, molino manual, 2013
- H7: Harina de fruto completo tostado, muestra externa, 2013
- H8: Harina de fruto completo muestra externa, 2013

Cabe mencionar que los desechos de este proceso fueron utilizados como complemento para la alimentación de ganado equino y de aves, aspecto que también será considerado en la cadena productiva.

2.2. Utilización de Harina de Algarrobo como Ingrediente

2.2.1. Elaboración de Queque

Para el caso de la preparación de queques utilizando harina de algarrobo como parte de sus ingredientes, se utiliza la receta tradicional, en la que sólo se reemplaza parte de la harina de trigo por harina de algarrobo. No se recomienda que este reemplazo supere el 20% del total de la harina utilizada, ya que según pruebas sensoriales, un contenido mayor distorsiona el sabor del producto final y pierde aceptabilidad (Figura 50).

Cabe recordar que la harina de algarrobo no contiene gluten, por ello no puede ser utilizada como ingrediente farináceo único y siempre debe ser utilizada en mezcla con otras harinas para productos de panificación.



Figura 50. Queque Preparado con 20% de Harina de Algarrobo

2.2.2. Elaboración de Barra dulce

La barra dulce propuesta está diseñada considerando las nuevas tendencias de la industria en este rubro, las que fueron entregadas por la empresa Ecolibrium, quienes diseñaron y seleccionaron los mejores ingredientes para lograr la mejor calidad (Figura 51). La propuesta para la elaboración de este producto, incluye los siguientes ingredientes:

- Masa Papel Comestible
- Sésamo blanco (40%)
- Nuez (40%)
- Mermelada (17%)
- Harina de algarrobo (3%)



Figura 51. Barra Dulce, con Harina de Algarrobo entre sus Ingredientes

2.2.3. Elaboración de Sucedáneo de Cacao en Polvo

Para la obtención de este producto, se requiere tostar las vainas previo a la molienda, lo que permite obtener una harina muy dulce, con sabor muy parecido al cacao, pero con diferente composición nutricional por la carencia del cacao, cafeína, teobromina, ácido oxálico, exceso de grasas o sodio y tampoco requiere aditivos para su consumo (Aedo, 2007). Al ser soluble en líquidos, puede mezclarse rápidamente con agua o leche, sin necesitar cocción ni adición de azúcar o endulzante (Figura 52).



Figura 52. Leche Saborizada con Sucedáneo de Cacao en Base a Harina de Algarrobo

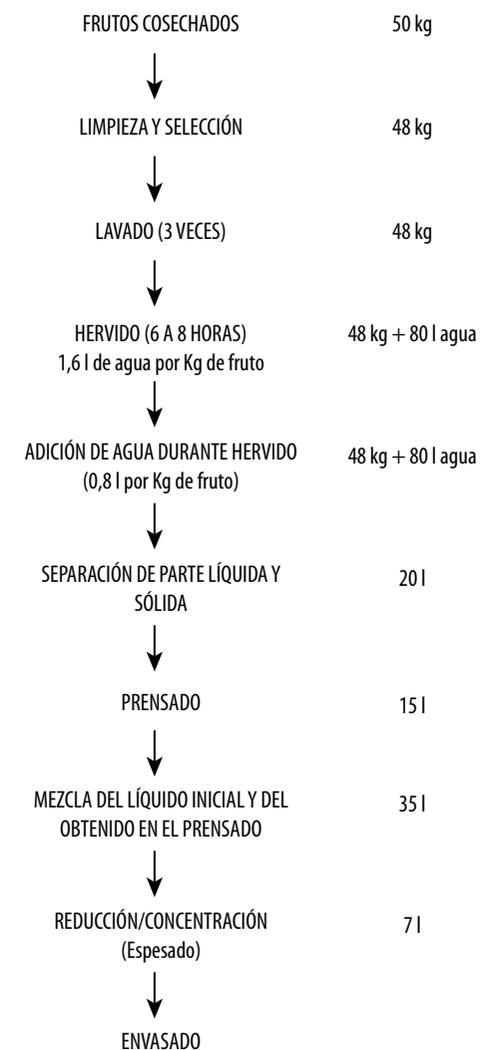
2.3. Elaboración de Algarrobina

En la Norma Técnica Peruana NTP 209.600, del año 2002, se define a la algarrobina como un extracto natural obtenido de la algarroba (fruto del algarrobo peruano *Prosopis pallida*), mediante un proceso de hervido y concentración por evaporación, de color marrón oscuro brillante,

viscoso y sabor dulce. También se reconocen otras denominaciones como algarrobina pura, extracto de algarroba, *Prosopis Syrup*, *Mesquite Syrup* (INDECOPI, 2009).

Grados *et al.* (2000) indican que se consume como reconstituyente y fortificante, a manera de medicamento por cucharadas, también, como saborizante de jugos y de un típico *cocktel* de algarrobina.

A partir de la experiencia observada en Perú (González, 2012) y de lo indicado en la bibliografía, se determinó que el proceso para su preparación corresponde al indicado a continuación:



El rendimiento alcanzado en este caso, es bastante menor al alcanzado en Perú, con *Prosopis pallida*, donde se alcanza un rendimiento de 34% en la producción de algarrobina (Grados *et al.*, 2000).

Este jarabe puede ser utilizado como ingrediente en lugar de la glucosa, principalmente en caramelos, chicles, helados, productos de panadería, salsas, y como relleno (Figura 53).

Como parte de las pruebas de procesamiento realizadas se consideró la elaboración de algarrobina, usando frutos colectados en la Región Metropolitana (*P. chilensis*) y en Calama (*P. alba*), además de probar distintas fracciones del fruto. Fue así que se elaboraron 3 muestras, a partir de material colectado durante la temporada 2012, elaborada por ASAC (Asociación de Agricultores de Calama), y dos muestras elaboradas a partir de frutos colectados el año 2013, estas últimas elaboradas en la Región Metropolitana, realizando modificaciones menores en el proceso de elaboración, pero que marcaron diferencias en consistencia y sabor del producto. Estas muestras de algarrobina fueron identificadas de la siguiente forma:

- A1: En base al fruto completo colectado en la Región Metropolitana, 2012
- A2: En base al fruto completo colectado en la Región de Antofagasta, 2012
- A3: Solo parte externa del fruto (rico en azúcar), sin semillas, de frutos colectados en la Región Metropolitana, 2012
- A4: Fruto completo, sin prensado sin filtro, 2013
- A5: Fruto completo, prensado con filtro, 2013

Todas estas muestras fueron comparadas por medio de análisis químicos, los que detallan en sección siguiente de este capítulo.



Figura 53. Muestras de Algarrobina Fabricada a partir de Vainas Colectadas en la Región Metropolitana.

Empleando algarrobina como ingrediente principal se elaboran *toffees* que corresponden a un caramelo masticable y blando. Su preparación se logra mezclando ½ litro de algarrobina, con 3 tarros de leche evaporada, y azúcar a gusto. Esta mezcla se debe hervir durante 3 horas, revolviendo constantemente, hasta que se logre una consistencia espesa, acaramelada. Luego, se deja enfriar y se forman y envasan las calugas.

3. ANÁLISIS QUÍMICOS Y NUTRICIONALES DE PRODUCTOS ELABORADOS

En esta etapa se consideró la consulta a instituciones especializadas en la realización de las pruebas tanto químicas como nutricionales y sensoriales, para comenzar a evaluar tanto la materia prima generada (harinas y algarrobina), como los prototipos de alimentos. Esto permitió conocer la opinión sobre el tipo de análisis específico que se requiere realizar en cada caso, ya que hay variaciones importantes dependiendo de la naturaleza del producto y de su formato, especialmente referidas a etiquetado e inocuidad alimentaria establecidas en el Reglamento Sanitario de los Alimentos. Se decidió entonces realizar los siguientes análisis:

- Información para Etiquetado o Análisis Proximal
- Perfil de azúcares
- Perfil de ácidos grasos
- Análisis de fibras⁶
- Presencia de metales pesados⁶
- Microtoxinas⁶
- Presencia de Pesticidas⁶
- Análisis microbiológico⁶

Una vez recogidas las alternativas de laboratorio disponibles para los análisis requeridos y su disponibilidad para responder a la totalidad de los análisis, se decidió trabajar con GCL (*Gestión de Calidad y Laboratorio S.A.*) de Fundación Chile y con INTA (*Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos*) de la Universidad de Chile.

El etiquetado nutricional corresponde a la información del contenido de nutrientes de un alimento, es decir, el aporte de energía, proteínas, hidratos de carbono, grasas, fibra, vitaminas y minerales. Además, a esto se le incluyen mensajes relacionados con las propiedades nutricionales y saludables de los alimentos. Por ley, desde el 2006, todos los alimentos envasados que se comercializan en Chile deben incluir el etiquetado nutricional. Además, desde mayo de 2012, también deben llevar un rotulado que especifique si alguno de sus componentes está presente en una cantidad crítica o excesiva (Sagas, 2012).

3.1. Análisis de Harinas de Algarrobo

Los resultados de los análisis químicos realizados a las muestras preparadas, fueron los siguientes:

Cuadro 8. Resultados Análisis Químico y Nutricional a Muestras de Harina

Variable	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8
Hidratos de carbono disponible	%	69,0	31,1	73,3	65,8	58,3	26,9	41,5	43,6
Materia grasa	%	6,0	8,1	4,3	6,5	4,6	4,3	5,5	3,0
Proteína (Nx6,25)	%	9,3	45,0	9,2	11,8	25,2	13,4	10,9	12,0
Sodio	mg/100g	5,6	4,3	6,4	5,2	4,2	-	-	-
Arsénico	mg/Kg	0,07	<0,05	0,06	0,07	<0,05	-	-	-
Cadmio	mg/Kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	-
Plomo	mg/Kg	1,5	4,9	<0,2	0,24	0,37	-	-	-
Cobre	mg/Kg	7,0	16,6	8,4	7,3	8,9	-	-	-
Energía	Kcal/100g	367,2	377,3	368,7	368,9	375,4	200	259	249
Mercurio	mg/Kg	<0,05	0,13	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	-
Fibra dietaria soluble	%	0,1	0,7	0,5	0,8	0,6	9,3	4,4	5,0
Fibra dietaria insoluble	%	5,0	3,5	3,2	3,4	2,9	38,0	26,5	28,5

(-) No evaluado

Fuente: Elaboración propia, a partir de informes de análisis realizados por GCL e INTA.

6. Sólo para algunas muestras

Estos resultados indican que las harinas obtenidas mediante el proceso descrito son, en su mayoría, aptas para el consumo humano. La excepción la constituye la muestra H2 (sólo cotiledón), ya que presenta concentraciones de Plomo y Cobre que sobrepasan la norma permitida en el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA), por tanto, esta harina no sería apta para consumo humano. Esta información es muy importante y deberían realizarse nuevos estudios específicos, de manera de determinar si los cotiledones de la semilla concentran estos elementos que limitan su uso y que, por lo tanto, también limitarían la utilización de esta fracción del fruto en forma separada, o se produjo específicamente por las condiciones del lugar donde se realizó la toma de muestra.

Cabe mencionar que aún cuando todas las otras muestras cumplen con lo establecido en la normativa, respecto a la presencia de metales pesados, es necesario profundizar en estudios que permitan definir la relación de su presencia en estas muestras con la situación ambiental colindante, especialmente en lo referido a su presencia en suelos y cursos de agua cercanos.

Como se observa, las muestras H1 a H5 no coinciden con los valores reportados en bibliografía para la especie, especialmente en lo referido a contenido de fibra y proteína, mostrando valores por debajo de los reportes anteriores, lo que se explica por el tipo de procesamiento (uso de molino eléctrico) que elimina parte del fruto rico en fibra. Esto no ocurre en la muestra H6, muestra obtenida a través de uso de molino manual, que permite incluir la totalidad de las partes del fruto, incluyendo fracciones más gruesas y fibrosas. La muestra (H6) es entonces comparable con otros análisis que se han realizado a distintas especies de *Prosopis* en el mundo.

Si se quiere comercializar directamente estas harinas, es también necesario realizar estudios puntuales sobre requerimientos específicos, contenidos en el Programa Nacional de Fortificación de Harinas, cuyas últimas modificaciones fueron implementadas el año 2009, y que exigen que para su comercialización, deben contener como mínimo lo siguiente:

- Tiamina 6,3 mg/kg
- Riboflavina 1,3 mg/kg
- Niacina 13,0 mg/kg
- Hierro 30,0 mg/kg
- Ácido fólico 1,8 mg/kg, en un rango de 1,0 a 2,6 mg/kg.

Para el caso de la harina de algarrobo, ella debe ser utilizada en lo que FAO denomina harinas compuestas, que se refiere a mezclas elaboradas con otras harinas, para producir alimentos a base de trigo, como pan, pastas, y galletas. Por lo tanto, el cumplimiento de estos parámetros debería evaluarse para cada harina compuesta que se quiera formular. Por ejemplo, en estudios previos se ha determinado que los aminoácidos limitantes en la proteína del algarrobo chileno son isoleucina, treonina y metionina/cisteína, por lo que la mezcla con cereales, permitiría mejorar el balance aminoacídico de la mezcla final (Escobar *et al.*, 2009).

Cabe mencionar que en la totalidad de las muestras analizadas los extractos nitrogenados (Nx5,7) representan un porcentaje no menor al 7%, cumpliendo con la norma en este parámetro. Lo mismo ocurre para el caso de la humedad, la que en ningún caso supera el 11,7%, por lo que se mantiene dentro de la norma, que indica que la humedad de las harinas no debe exceder el 15%.

Cuadro 9. Perfil de Azúcares de las Muestras de Harinas Analizadas

Muestra	Fructosa	Glucosa	Galactosa	Sacarosa	Maltosa	Lactosa	Azúcares totales
	(g/100g)						
H1	2,11	0,33	<0,10	30,27	0,14	<0,10	32,85
H2	0,92	<0,05	<0,10	5,93	0,47	<0,10	7,32
H3	1,99	0,44	0,32	41,32	<0,05	0,77	44,84
H4	2,52	0,53	<0,10	45,03	<0,05	1,71	49,99
H5	0,43	<0,05	<0,10	2,34	<0,05	<0,10	2,77
H6	2,0	0,9	-	23,4	0,4	ND	-
H7	1,0	0,1	-	38,9	0,7	ND	-
H8	1,4	0,7	-	32,0	0,1	ND	-

(-) No evaluado. ND: No detectado

Fuente: Elaboración propia, a partir de informes de análisis realizados por GCL e INTA.

Según CREAS⁷, la harina elaborada a partir de la vaina completa es rica en hidratos de carbono y proteínas de valor nutricional, provee de calcio y hierro, presenta un bajo contenido graso y buena digestibilidad. Su contenido de hidratos de carbono menor que el de la harina de trigo la hace interesante y aconsejable para personas diabéticas, puesto que entrega teóricamente un índice glicémico inferior que otras harinas comerciales. La ausencia de gluten, permite que este producto sea utilizado en elaboración de alimentos para celíacos.

Existen también estudios realizados con otras especies de *Prosopis*, donde se indica que la harina de *Prosopis* es una fuente no convencional, novedosa y rica en compuestos antioxidantes que pueden ayudar a prevenir patologías asociadas con el estrés oxidativo y los compuestos que otorgan esta capacidad antioxidante son termoestables, por lo tanto, sería interesante evaluar si estas características benéficas están también presentes en *Prosopis chilensis*.

Respecto a los análisis microbiológicos, los resultados son también positivos, ya que los análisis realizados no sobrepasan los valores permitidos por la RSA en cuanto a Mohos, Levaduras y Salmonella, lo que se indica en el Título V, Párrafo III, Artículo 173, puntos 5.1 y 8.3 del mencionado reglamento, por lo que todas las harinas son aptas para consumo humano, respecto de estas exigencias (Cuadro 10).

Cuadro 10. Resultados Análisis Microbiológicos, Aplicados a las Harinas Elaboradas

Muestra	Rcto Mohos UFC/g	Rcto Levaduras UFC/g	Salmonella 50g-P/A	Micotoxinas Aflatoxina B1 ug/Kg	Micotoxinas Aflatoxina B2 ug/Kg	Micotoxinas Aflatoxina G1 ug/Kg	Micotoxinas Aflatoxina G2 ug/Kg	Micotoxinas Zearalenona ug/Kg
H1	5,8x100	<1,0x10	Ausencia	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
H2	1,6x100	<1,0x10	Ausencia	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
H3	2,2x100	<1,0x10	Ausencia	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
H4	<1,0x10	<1,0x10	Ausencia	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
H5	<1,0x10	<1,0x10	Ausencia	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
H6	-	-	-	-	-	-	-	-
H7	-	-	-	-	-	-	-	-
H8	-	-	-	-	-	-	-	-

(-) No evaluado. ND: No detectado

Fuente: Elaboración propia, a partir de informes de análisis realizados por GCL e INTA.

Las micotoxinas, grupo de compuestos químicos producidos por hongos toxigénicos, principalmente de los géneros *Aspergillus*, *Fusarium*, y *Penicillium*, que se encuentran en forma natural en diversos cultivos agrícolas, principalmente durante la precosecha y almacenamiento bajo condiciones favorables al crecimiento fúngico (Instituto de Salud Pública, 2010), fueron incluidos en los análisis por la importancia del efecto del almacenamiento sobre las características de las harinas en general.

Finalmente, respecto a los ácidos grasos, se puede mencionar que las harinas analizadas mostraron en general un porcentaje más elevado que el mostrado en bibliografía para lípidos totales. No obstante, el perfil de ácidos grasos del Cuadro 11, muestra que el principal inconveniente es la presencia de ácidos grasos *trans* y colesterol, por lo es necesario realizar nuevos análisis, utilizando otra metodología, que permita diferenciar aún más entre los ácidos grasos encontrados y su naturaleza.

7. CREAS (Centro Regional de Estudios en Alimentos Saludables), Institución asesora del proyecto

Cuadro 11. Perfil de Ácidos Grasos de las Muestras de Harinas de Algarrobo

Muestra	Saturados	Monoinsaturados	Poliinsaturados	Trans	Colesterol
	(g/100g)				
H1	2,38	1,4	2,21	0,05	1,79
H2	1,94	2,05	4,11	0,01	8,84
H3	1,80	0,86	1,64	0,57	3,83
H4	2,94	1,31	2,24	0,87	3,91
H5	1,07	1,08	2,44	0,00	3,95
H6	0,387	0,281	0,549	-	-
H7	0,368	0,373	0,474	-	-
H8	0,429	0,266	0,546	-	-

(-) No evaluado. ND: No detectado

Fuente: Elaboración propia, a partir de informes de análisis realizados por GCL e INTA.

3.1.1. Análisis de Queque con Algarrobo

Tal como se mencionó anteriormente, se realizaron 2 variantes de queque con harina de algarrobo (10 y 20% del total de harina utilizada), muestras que fueron comparadas con muestra elaborada sólo con harina de trigo.

Los análisis indican que todas las versiones del producto son seguras para el consumo humano en términos microbiológicos, metales pesados y residuales de plaguicidas.

Como se aprecia en el Cuadro 12, el aporte calórico es similar a su control (100% trigo).

Cuadro 12. Información de Etiquetado para Muestras de Queque

Variable	Unidad	Q1 (20% algarrobo)	Q2 (10% algarrobo)	Q3 (100% trigo)
Hidratos de carbono disponible	%	49,8	46,9	47,8
Materia grasa	%	22,2	22,3	22,3
Proteína (Nx6,25)	%	7,4	6,9	7,2
Sodio	mg/100g	89,3	84,1	89,2
Arsenico	mg/Kg	<0,05	<0,05	<0,05
Cadmio	mg/Kg	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo	mg/Kg	<0,2	<0,2	<0,2
Energía	Kcal/100g	428,6	415,9	420,7
Mercurio	mg/Kg	<0,05	<0,05	<0,05
Fibra dietaria soluble	%	0,2	0,2	0,1
Fibra dietaria insoluble	%	0,8	0,8	1,0
Fibra dietaria total	%	1,0	1,0	1,1

Fuente: Elaboración propia, a partir de informes de análisis realizados por GCL e INTA.

Nuevamente se señala que el aporte en fibra es bajo, pero como se indicó anteriormente, tiene relación con el proceso de elaboración y la maquinaria empleada. Para poder darle valor agregado a este producto en dicho ámbito, se requiere que al menos el producto sea buena fuente de fibra que corresponde a unos 3g por porción (10-19% de la ingesta diaria recomendada por la OMS)⁸.

Cuadro 13. Perfil de Azúcares de Muestras de Queque Analizadas

Muestra	Fructosa	Glucosa	Galactosa	Sacarosa	Maltosa	Lactosa	Azúcares totales
	(g/100g)						
Q1	0,63	0,70	<0,10	24,74	<0,10	<0,10	26,07
Q2	0,42	0,60	<0,10	23,85	<0,10	<0,10	24,87
Q3	0,52	<0,10	<0,10	22,15	<0,10	<0,10	22,67

Fuente: Elaboración propia a partir de informes de análisis realizados por GCL e INTA.

El alto nivel de grasas monoinsaturadas es destacable para todas las formulaciones (Cuadro 14), no obstante no se aprecia un incremento significativo frente al control 100% trigo, por lo que podría deberse al aporte también de otros ingredientes incluidos en la formulación.

Una situación similar ocurre con la concentración proteica, que pudiera haber otorgado la incorporación de harina de algarrobo, probablemente por la baja proporción de harina de algarrobo incluida en la preparación.

Cuadro 14. Detalle de Perfil de Ácidos Grasos de Muestras de Queque Analizadas

Muestra	Saturados	Monoinsaturados	Poliinsaturados	Trans	Colesterol
	(g/100g)				
Q1	3,75	15,49	2,96	0,02	75,70
Q2	4,56	15,64	2,11	0,03	73,00
Q3	3,94	16,14	2,22	0,04	69,13

Fuente: Elaboración propia, a partir de informes de análisis realizados por GCL e INTA.

Al incorporar un 20% de harina de algarrobo no se aumenta significativamente el colesterol respecto al 10%, pero si se consigue aumentar el contenido de ácidos grasos poliinsaturados, lo que es deseable.

Al respecto, los ácidos grasos poliinsaturados del queque con 20% de harina de algarrobo superan en un 100% a los aportados por otra muestra comercial.

Sería entonces importante probar nuevas concentraciones de aporte de harina de algarrobo, de manera de determinar con cuál de ellas se logra un potenciamiento del producto, por la vía de aportar proteínas, todo ello por supuesto asociado a estudios de aceptabilidad por parte del consumidor.

Además, hay que considerar, que existen otros ingredientes de la fórmula propuesta para la preparación de estos queques que también pueden ser reemplazados en busca de nuevas alternativas.

7. Antecedentes respecto a las ventajas de utilizar la fibra de algarrobo y proyecciones de mercado, se incluyen en Capítulo 3.

3.1.2. Análisis de Barra Dulce con Algarrobo

En este caso, el producto formulado incluyendo harina de algarrobo entre sus componentes (B1), fue testeado comparándolo con muestra equivalente, pero sin algarrobo (B2) (Cuadro 15).

Según CREAS, estas barras dulces se presentan como el producto formulado más promisorio en el proyecto, en términos comparativos con otros de su clase.

Si bien, no presenta marcadas diferencias con su control, si logra presentar diferencias con barras de cereales actualmente comercializadas en Chile, desde lo cual se puede proyectar una oportunidad en el mercado.

Cuadro 15. Información para Etiquetado de Barra Dulce.

Variable	Unidad	B1	B2
Hidratos de carbono disponible	%	55,1	55,2
Materia grasa	%	12,6	13,1
Proteína (Nx6,25)	%	15,0	13,4
Sodio	mg/100g	14,3	16,3
Arsenico	mg/Kg	<0,05	<0,05
Cadmio	mg/Kg	<0,05	<0,05
Plomo	mg/Kg	<0,2	<0,2
Energía	Kcal/100g	393,8	392,3
Mercurio	mg/Kg	<0,05	<0,05
Fibra dietaria soluble	%	0,5	0,3
Fibra dietaria insoluble	%	1,6	1,7
Fibra dietaria total	%	2,1	2,0

Fuente: Elaboración propia, a partir de informes de análisis realizados por GCL e INTA.

El aporte de la barra con algarrobo es un 10% menor en calorías que barras tradicionales, pero como sus porciones son reducidas, es probable que ésta no sea su mayor fortaleza. Sin embargo, poseen un mayor contenido proteico, menor concentración de azúcares totales y es bajo en sodio (menos de 140 mg de Sodio por porción de alimento). No obstante, nuevamente es importante considerar el mejoramiento que se puede lograr en su formulación a partir de una harina completa, rica en fibra.

Con relación a su contenido de ácidos grasos y azúcares (Cuadro 16), los valores de los primeros no presentan grandes diferencias, probablemente por la baja cantidad de algarrobo agregada en la formulación, pero si se observa una menor proporción de fructosa, lo que podría beneficiar a quienes deben reducir la ingesta de este tipo de azúcares en su dieta.

Cuadro 16. Perfil de Ácidos Grasos y de Azúcares, de Barra Dulce

Variable	Unidad	B1	B2
Ac. Grasos Saturados	g/100g	1,33	1,44
Ac. Grasos Monoinsaturados	g/100g	3,24	3,31
Ac. Grasos Poliinsaturados	g/100g	8,03	8,35
Ac. Grasos Trans	g/100g	0,02	0,02
Colesterol	mg/100g	1,26	1,17
Fructosa	g/100g	4,64	5,14
Glucosa	g/100g	6,14	3,34
Galactosa	g/100g	<0,10	<0,10
Sacarosa	g/100g	9,07	8,65
Maltosa	g/100g	<0,10	<0,10
Lactosa	g/100g	<0,10	<0,10
Azúcares Totales	g/100g	19,86	17,13

Fuente: Elaboración propia, a partir de informes de análisis realizados por GCL e INTA.

En general, los análisis recopilados indican que el producto es seguro para el consumo humano en términos microbiológicos, metales pesados y de residuales de plaguicidas.

3.2. Análisis de algarrobina

Para los análisis respecto a este producto, se trabajó con material de dos orígenes (Región Metropolitana y Calama) para una primera partida (muestras A1, A2 y A3) y un segundo grupo de muestras, solo con frutos de la Región Metropolitana, elaborada con mejoras en el proceso de elaboración utilizado con las primeras muestras.

Los cinco jarabes obtenidos a partir de algarrobo son aptos para consumo humano en orden a no ser detectados residuos de plaguicidas, mientras que los niveles de metales pesados se encuentran bajo la norma del Reglamento Sanitario de Alimentos (Cuadro 17). Sin embargo, llama la atención lo alto del contenido de arsénico observado en la muestra A2, respecto al resto de las muestras, lo que confirma la necesidad de realizar mayores análisis respecto al origen de la materia prima.

Cuadro 17. Análisis de Etiquetado y/o Proximal a Muestras de Algarrobina

Variable	Unidad	A1	A2	A3	A4	A5
Hidratos de carbono disponible	%	52,7	49,1	34,2	46,3	39,6
Materia grasa	%	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3
Mercurio	Mg/kg%	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
Proteína (Nx6,25)	%	3,2	3,4	2,4	4,1	4,0
Sodio	mg/100g	64,8	69,0	42,4	-	-
Fibra dietaria Totales	%	0,5	0,5	0,5	5,0	6,2
Fibra dietaria Insoluble	%	<0,1	<0,1	<0,1	0,6	1,8
Fibra dietaria soluble	%	0,5	0,5	0,5	5,2	4,4
Arsenico	mg/Kg	<0,05	0,69	0,08	-	-
Cadmio	mg/Kg	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
Plomo	mg/Kg	<0,2	<0,2	<0,2	-	-
Cobre	mg/Kg	1,9	2,6	2,2	-	-
Energía	Kcal/100mg	226,3	211,8	148,2	205	177

(-) No evaluado

Fuente: Elaboración propia, a partir de informes de análisis realizados por GCL e INTA.)

Se puede observar diferencias importantes en los contenidos de ácidos grasos (Cuadro 18), los que son superiores en las muestras A1 y A3, ambas elaboradas a partir de frutos colectados en la Región Metropolitana. A su vez, también existen diferencias en el contenido de azúcares totales y en su composición, lo que puede explicarse por la diferencia taxonómica del origen de los frutos (especies distintas), sin embargo, llama la atención la menor concentración de azúcares en el caso de la muestra A3, elaborada a partir de la fracción que se conoce como la más rica en estas sustancias, lo que podría explicarse por fallas en el proceso de formulación, y porque según lo indicado por los encargados de su elaboración, su manipulación durante el proceso es mucho más compleja que cuando se trabaja con el fruto completo, lo que podría causar deficiencias en el proceso.

Cuadro 18. Perfil de Ácidos Grasos y de Azúcares de Muestras de Algarrobina

Variable	Unidad	A1	A2	A3	A4	A5
Ac. Grasos Saturados	g/100g	0,14	0,08	0,08	0,014	0,031
Ac. Grasos Monoinsaturados	g/100g	0,10	0,06	0,06	0,011	0,018
Ac. Grasos Poliinsaturados	g/100g	0,06	0,06	0,06	0,000	0,027
Ac. Grasos Trans	g/100g	0,01	N.D.	N.D.	-	-
Fructosa	g/100g	4,25	9,95	3,09	13,4	9,5
Glucosa	g/100g	2,91	5,96	2,04	12,0	7,9
Galactosa	g/100g	<0,10	<0,10	<0,10	-	-
Sacarosa	g/100g	37,51	24,32	23,19	19,1	19,9
Maltosa	g/100g	<0,10	<0,10	<0,10	ND	ND
Lactosa	g/100g	<0,10	<0,10	<0,10	ND	ND
Azúcares Totales	g/100g	44,67	40,23	28,32	-	-

N.D.: No detectado (-) : No evaluado

Fuente: Elaboración propia, a partir de informes de análisis realizados por GCL e INTA.

Cabe mencionar que, aún cuando todas las formulaciones cumplen con la normativa respecto a los contenidos de metales pesados, es un tema que debe ser evaluado, dadas las notables diferencias observadas respecto al origen de la materia prima.

4. ANÁLISIS SENSORIALES DE PRODUCTOS ELABORADOS

El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que panelistas humanos utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de productos alimenticios y de muchos otros materiales. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana y es aplicable en muchos sectores, tales como desarrollo y mejoramiento de productos, control de calidad, estudios sobre almacenamiento y desarrollo de procesos (Watts *et al.*, 1989).

Existen varios tipos de análisis, los que dependen del objetivo del mismo; calidad sensorial, preferencia, aceptabilidad y diferencia.

Con esta información se definió realizar los análisis de calidad sensorial (descriptivos) y de aceptabilidad para queque, barra dulce, y algarrobina elaboradas según los lineamientos determinados por el proyecto. Todos los análisis fueron realizados por el INTA⁹.

4.1. Test de Calidad Sensorial

Para determinar calidad sensorial, las evaluaciones se realizaron con un grupo entrenado de 12 panelistas. La calidad sensorial del producto se evaluó a través de los siguientes atributos: Apariencia, sabor, aroma y textura. La pauta para evaluar estos atributos tiene amplitud de 9 puntos, en la cual 9 indica que el atributo evaluado es óptimo para el producto y 1 que está muy disminuido, a través de una escala hedónica, que indica el grado en que gusta o desagrada un producto (Watts *et al.*, 1989).

El proceso consiste en solicitar al panelista examinar minuciosamente cada parámetro de calidad para evaluarlo en la escala de 1 a 9 según el esquema de Karlsruhe, en la cual cada valor está perfectamente descrito para cada parámetro. Todos los componentes típicos del alimento se describen en el tramo de 7 a 9, los componentes atípicos que aparecen en el producto o que resultan del inicio del deterioro de éste, sin perjudicar la comestibilidad, se describen en el tramo de 4 a 6 y los componentes extraños, que deterioran la calidad hasta hacerla no comestible o repugnante, se incluyen en el tramo de 1 a 3.

4.1.1. Calidad Sensorial de Queque con algarrobo

En este análisis realizado a queque, elaborado con harina de algarrobo como uno de sus ingredientes, se analizó ambas mezclas elaboradas; con 10% de harina de algarrobo (Q2) y con 20% (Q1).

En este caso, para el cálculo de la calidad total desde el punto de vista sensorial del producto se ponderó en un 25% apariencia, 35% sabor, un 20% aroma y un 20% textura. Además, los resultados de las evaluaciones fueron analizados con el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI, con el que se realizó un análisis de varianza para determinar si existe o no diferencia estadísticamente significativa.

Los resultados obtenidos en este caso se presentan en Cuadro 19, donde es posible observar que existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas muestras.

Cuadro 19. Resultados Promedios del Test de Calidad Sensorial de la Muestra de Queque con Algarrobo.

Muestra	Apariencia	Aroma	Sabor	Textura	Calidad Total
Q1	6,7	6,5	6,5	6,3	6,5
Q2	7,7a	7,2	7,3	7,2	7,3a

*Letras indican diferencia estadísticamente significativa $p < 0,05$

Cada atributo puede interpretarse de la siguiente forma:

- **Apariencia:** La muestra Q2 presentó una buena apariencia (valor de 7,7) y la muestra Q1 con un valor de 6,7 presenta una apariencia satisfactoria, normal. Estas diferencias son estadísticamente significativas, y son las que marcan la diferencia entre una y otra muestra.
- **Aroma:** Los valores obtenidos son de 7,2 para la muestra Q2 y de 6,5 en la muestra Q1, es decir, el aroma es bueno, específico del producto. No hay diferencias estadísticas entre las muestras evaluadas.
- **Sabor:** En las muestras Q2 y Q1 el sabor fue bueno (valores de 7,3 y 6,5 respectivamente), no presentando diferencias significativas entre ellos.
- **Textura:** para ambas muestras la textura fue buena (valores de 7,2 y 6,3 para Q2 y Q1 respectivamente), sin diferencias estadísticamente significativas entre las muestras evaluadas.

Por lo tanto, aún cuando ambas muestras tuvieron una evaluación positiva, la muestra Q2 (10%) presenta una calidad sensorial total buena (valor de 7,3) y en la muestra Q1 (20%) la calidad sensorial fue satisfactoria (valor de 6,5).

4.1.2. Calidad Sensorial de Barra Dulce con Algarrobo

Para el cálculo de la calidad total de la barra dulce, se ponderó en un 30% apariencia, un 40% sabor y 30% textura.

Cuadro20. Resultado Promedio del Test de Calidad Sensorial de Muestra de Barra Dulce.

Muestra	Apariencia	Dulzor	Sabor	Textura	Calidad Total
Barra dulce con algarrobo	7,6	4,1	7,1	7,7	7,1

A partir de estos valores, fue posible describir cada uno de los atributos de la siguiente manera:

- **Apariencia:** obtuvo un valor de 7,6, es decir la apariencia es muy buena, atractiva.
- **Dulzor:** fue evaluado como "levemente suave" (valor de 4,1), siendo el valor normal 5,0.
- **Sabor:** presentó un valor promedio de 7,1, lo que se traduce como un buen sabor.
- **Textura:** fue el atributo mejor evaluado con un valor de 7,7, la textura es muy buena.

Como resultado final se puede indicar que la calidad total desde el punto de vista sensorial para la barra dulce con algarrobo es buena (valor de 7,1).

4.1.3. Calidad Sensorial de Algarrobina

Para el perfil sensorial de algarrobina, se consideraron los siguientes atributos: Viscosidad, color, aroma, cristalización y sabor, los cuales fueron evaluados en una escala de intensidad estructurada de 10 puntos, en la cual 10 indica que el atributo evaluado es intenso y 0 que está disminuido (Débil).

Cuadro 21. Resultados Promedios del Test de Calidad Sensorial de Algarrobina

Muestra	Viscosidad	Color	Aroma	Cristalización	Sabor
A1	6,4	8,4a	4,5	1,8	9,3
A4	3,7	7,2	5,7	1,3	8,8
A5	8,9	7,4	5,0	5,5	9,2

- **Viscosidad:** La viscosidad fue adecuada para el tipo de producto, con valores de 6,4; 3,7 y 8,9 para las muestras A1, A4 y A5 respectivamente, lo que se evidencia a simple vista, ya que las muestras A1 y A4 son líquidas, mientras que la muestra A5 es muy densa, semejando más una pasta que un jarabe.
- **Color:** Presentó un valor de 8,4 para la muestra A1, 7,2 para la A4 y 7,4 para la A5, es decir, el color fue significativamente más intenso en la muestra A1.
- **Aroma:** La muestra A1 con un valor de 4,5 fue evaluada como levemente agradable; las dos muestras restantes (A4 y A5), con valores de 5,7 y 5,0, que corresponden a un aroma agradable.
- **Cristalización:** Fue casi inexistente en la muestra A1 (1,8); la muestra A4 también presenta una cristalización muy baja (1,3), es decir prácticamente no se identifican cristales, mientras que la muestra A5 dio un valor de 5,5 que significa la identificación de finos cristales.
- **Sabor:** Las tres muestras evaluadas presentan un sabor intenso, con valores de 9,3; 8,8 y 9,2, para A1, A4 y A5, respectivamente.

4.2. Test de Aceptabilidad

La aceptabilidad corresponde a la actitud expresada por un consumidor hacia un producto, por lo que frecuentemente indica el uso real del producto (compra o consumo) (Watts *et al.*, 1989).

Por ello un test que evalúa esta variable permite tener una indicación de la probable reacción del consumidor frente a un nuevo producto, o a una modificación de uno ya existente o de un sucedáneo o sustituto de los que habitualmente se consumen, permitiendo además detectar a tiempo las deficiencias del producto, y que éstas puedan corregirse oportunamente. Se emplea una gran cantidad de público consumidor, es decir, con un panel de consumidores no entrenado. En este caso la evaluación se realizó con 50 consumidores para la evaluación de queque, barra dulce y algarrobina. Para el caso del sucedáneo de cacao y de toffee, se utilizó un panel más reducido de 25 y 26 consumidores, respectivamente.

4.2.1. Aceptabilidad de Queque con algarrobo

Para el caso de la evaluación de aceptabilidad de queque con algarrobo, también se utilizó la escala hedónica numerada de 1 a 9 (1 es "me disgusta extremadamente" y 9 representa "me gusta extremadamente").

El resultado promedio obtenido en el test de aceptabilidad del queque con 10% de harina de algarrobo fue de 7,3, lo que significa que el producto evaluado tiene una buena aceptabilidad. De la misma manera, si se analiza el porcentaje de evaluaciones que se encuentran sobre nota 5 (nota mínima para la aceptación de un producto) se observa la muestra tiene un porcentaje de aceptabilidad del 94%.

Para el caso de la muestra de queque con 20% de harina de algarrobo, fue inferior, logrando una evaluación de 5,9, lo que significa que este producto tiene una aceptabilidad moderada. Con relación al número de evaluadores que lo clasificaron con nota superior a 5, se obtuvo un porcentaje de aceptabilidad de 66%, también más bajo que la versión con 10% de harina en su contenido.

Ambas muestras recibieron evaluaciones de aceptabilidad positivas, por lo que puede considerarse como factible la incorporación de harina de algarrobo a este producto, considerando además que se puede variar la proporción del mismo entre los rangos ensayados.

4.2.2. Aceptabilidad de Barra Dulce con Algarrobo

Para evaluar la aceptabilidad de la barra dulce se utilizó la misma escala hedónica numerada, donde 1 es "me disgusta extremadamente" y 9 representa "me gusta extremadamente".

El resultado promedio obtenido en el test de aceptabilidad de este producto, entregó un valor 6,3, es decir, la barra dulce con algarrobo es evaluada con una buena aceptabilidad. Cabe mencionar que el porcentaje de evaluaciones que se encuentran sobre nota 5 (nota mínima para la aceptación de un producto) en este caso es del 66%.

4.2.3. Aceptabilidad de Algarrobina

Para este caso, la metodología empleada fue la misma que para el resto de los productos, es decir, evaluación a través de escala hedónica numerada de 1 a 9, en donde 1 es “me disgusta extremadamente” y 9 representa “me gusta extremadamente”, la que se aplicó para las muestras A1, A4 y A5.

Los resultados del test de aceptabilidad por muestra fueron 3,8 para la muestra A1, 4,7 para la A4 y 4,3 para la muestra A5, lo que significa que el producto evaluado no tiene una buena aceptabilidad cuando se consume directamente.

Al analizar el porcentaje de evaluaciones que se encuentran sobre nota 5 (nota mínima para la aceptación del producto) se observa la muestra A1 tiene un porcentaje de aceptabilidad de un 22%, la muestra A4 de 42% y la muestra A5 de 36%, es decir, las 3 muestras caen en la zona de rechazo del producto por parte del consumidor.

Sin embargo, es necesario indicar que no se realizó prueba de productos con algarrobina, lo que resulta necesario considerando que rara vez se consume sin estar en mezcla con otros productos y como ingrediente de otros.

4.2.4. Aceptabilidad de Sucedáneo de Cacao en Polvo

Tal como se indicó anteriormente, en este caso, la evaluación se realizó con un panel de 25 consumidores, incluyendo hombres y mujeres de distintos rangos de edad, utilizando la misma escala hedónica de 9 categorías.

Los resultados indican que el valor promedio obtenido fue de 6,0, lo que indica que este producto está en un rango de aceptación moderada. Respecto a la aceptación general, un 80% de los panelistas lo calificó con nota superior a 5, valor mínimo que refleja la aceptación del producto por parte del panel evaluado, lo que corresponde a un número elevado si se considera que es uno de los productos de menor desarrollo tecnológico, existiendo varias mejoras en su elaboración y que posiblemente, también aportarían a lograr un valor de aceptabilidad también mayor.

4.2.5. Aceptabilidad de Toffees de Algarrobina

En este caso, el test de aceptabilidad también fue aplicado sobre una muestra menor de consumidores como parte de panel no entrenado, quienes evaluaron en escala hedónica de 9 categorías.

Los resultados obtenidos para este producto entregaron un valor promedio de aceptabilidad de 6,5, lo que se traduce como una buena aceptabilidad, alcanzando además un valor de 96% de consumidores que lo evaluaron con nota mayor a 5, que corresponde al límite de aceptabilidad de cualquier producto.

Se puede indicar entonces que los productos propuestos, cumplen con todas las especificaciones sanitarias exigidas por las autoridades, pero además, cuentan con una buena evaluación sensorial, es decir, tienen un alto grado de aceptación entre los consumidores, a excepción de la algarrobina en consumo directo, lo que además puede potenciarse si se consideran otros aspectos de interés para los consumidores en las campañas de marketing respectivas como origen orgánico, producción por grupos de agricultores y/o artesanos, a partir de una especie nativa manejada sustentablemente, y otros.

CAPÍTULO 3.

FACTORES QUE INCIDEN EN EL NEGOCIO DE ALIMENTOS CON ALGARROBO (*PROSOPIS SP*).

Marlene González G.
Ricardo Muñoz C.
Marco Hormazabal D.
Daniel Soto A.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, es posible que cada región o país pueda formular estrategias y medidas para aprovechar oportunidades que puedan contribuir a incrementar y diversificar el portafolio productivo, el que se ve incentivado cuando se visualizan alcanzables condiciones de mercado tipificados con sus necesidades, recursos y circunstancias particulares de consumidores.

Dentro de las estrategias que se establecen con vista a contribuir a la alimentación y nutrición de los distintos sectores de la población, se encuentra la permanente búsqueda de opciones alimenticias al amparo de políticas generales y sectoriales, las que también consideran esfuerzos para promover el desarrollo de los productores silvoagropecuarios, en particular de zonas edafoclimáticas con limitaciones para la producción.

En este sentido, la investigación destinada a dimensionar potencial de uso de algunas materias primas que naturalmente existen, identificar la agregación de valor y prospectar la articulación de la producción y producto con el uso y consumo de segmentos de mercados con disposición a consumir, otorga sentido e ilustra las principales estrategias que buscan incrementar la competitividad del sector.

Asimismo, los esfuerzos que buscan elevar los niveles de vida y el bienestar de la población, con frecuencia se requieren crear una mayor demanda, generar más empleos y también, permiten a consumidores satisfacer sus necesidades con alimentos especiales, aptos para la condición de consumo que requiere este segmento de consumidores. En este camino, se han identificado y descrito ciertas esferas de acción comunes para la protección y promoción del bienestar nutricional, entre ellas, mejorar la nutrición de los consumidores, aumentando la calidad e inocuidad de los alimentos y educando en los hábitos de vida y alimentación. Con esto entonces, vigilar las situaciones relativas a la nutrición y promover dietas apropiadas y formas de vida saludables para prevenir obesidad, o incrementar disponibilidades de tipos de alimentos para personas que presentan alguna enfermedad no transmisible (hipertensión o celiaquía), constituyen también oportunidades para el desarrollo de negocios.

Cuando se emprende una iniciativa de negocio o de generación de empresa, ello demanda factores que apuntan a la sustentabilidad del proyecto y del negocio o empresa que de este emerja. En el marco del proyecto de desarrollo silvoalimentario del algarrobo, es posible identificar a lo menos tres efectos como resultante del potencial negocio a implementar, ellos son los efectos de tipo económico, social y cultural, respectivamente.

En el primero, se espera un aporte económico para el emprendedor del negocio y generar valor a la economía sectorial, en lo social se espera generación de actividad productiva e industrial y con ello activar el empleo; como también contribuir con una mayor diversidad o incremento de alternativas de consumo de alimentos nutritivos y saludables, en donde temas de actual preocupación, como lo son por ejemplo hipertensión, obesidad, diabetes e intolerancia al gluten (celiacos) presente en la población, pueden ser observados como un segmento de mercado interesante de considerar en innovaciones alimentarias de productos y de incorporación de tecnología y, posiblemente, de sistemas de negocios. Sin duda esta tendencia de mercado observada, promueve la generación de productos mayormente personalizados, lo que puede ser considerado como novedoso, y que podría llamar la atención de los consumidores, quienes podrían satisfacer sus necesidades de acuerdo a sus preferencias.

Por consiguiente, los entornos económico, social y cultural constituyen elementos importantes, ya que determinan el mercado al que se va a dirigir el producto. En esto, es importante conocer las necesidades y preferencias de quienes serán el mercado objetivo y como pueden influir los cambios en estos aspectos para el desarrollo del negocio, pues está claro que el mercado es cambiante y hay que estar en alerta y permanentemente preparado para enfrentar esa dinámica, con vista a generar estrategias que afecten positivamente la rentabilidad del negocio. En esto, emerge el potencial uso alimentario derivado de frutos de algarrobo (*Prosopis* spp), cuya especie dominante en el país es *P. chilensis*. Esta oportunidad visualizada hace necesario conocer el recurso frutos de algarrobo, como materia prima, tanto en sus parámetros productivos como en sus componentes alimentarios, con el propósito de aportar elementos de análisis sobre el potencial de negocio.

Así, este capítulo entrega algunos elementos del comercio exterior de países que ya cuentan con avances en el desarrollo alimentario de especies similares y que pueden ilustrar una dinámica de productos y de mercado; luego se entregan datos que describen y proyectan el uso de los frutos disponibles como fuente de ingredientes; seguidamente se presentan aquellos elementos importantes de considerar en la definición de estrategias de negocio y un ensayo acerca de requerimientos y disponibilidad del recurso bajo condiciones simuladas de consumo.

2. ANTECEDENTES DE COMERCIO DE PRODUCTOS DERIVADOS DEL ALGARROBO

2.1. Situación del Comercio

En esta sección se entrega una visión general de la situación del comercio exterior de productos derivados de algarrobo (*Prosopis* spp.), pudiéndose observar que existen antecedentes generales del uso comercial de distintas especies de *Prosopis* en países vecinos, donde se trabaja con bosques naturales sobre superficies importantes (González, 2012). En cambio, las estadísticas a nivel nacional indican que no se han realizado exportaciones chilenas de productos con esta especie, en cambio sí se identificaron importaciones para dos productos derivados de esta especie, harina y algarrobina, ambos procedentes de Perú. No se logró identificar en las estadísticas ningún otro producto comercializado asociado a alguna especie de *Prosopis*.

Con respecto a Argentina, es sabido que en ese país se realiza un aprovechamiento del fruto del algarrobo, y existe un mercado bastante más local en relación a su uso, siendo una actividad bastante arraigada en las culturas ancestrales rurales y en los productores campesinos del norte del país, particularmente en las provincias donde crece naturalmente la especie. No obstante, hay antecedentes de ciertos emprendimientos de escala comercial donde se ha resaltado el uso del fruto como una interesante alternativa, debido a sus especiales cualidades nutricionales. Dos especies son las que principalmente se utilizan para elaborar harina de algarrobo en Argentina; mayoritariamente *Prosopis alba* y en menor grado *Prosopis nigra*, las cuales se distribuyen naturalmente en varias provincias del país, aunque son más abundantes en la Provincia de Córdoba y también en las zonas del Chaco seco. Moglia *et al.* (s/f) indican que *Prosopis alba* es una de las especies forestales nativas más importantes de Argentina, tanto por los volúmenes de madera que se comercializan como por la calidad y precio de sus productos. También es una especie incluida frecuentemente en los sistemas agroforestales de la Región Chaqueña de ese país.

Recientemente, han habido emprendimientos comerciales llevados a cabo por algunas empresas del sector de alimentos en Argentina, como por ejemplo, la Asociación Celiaca Bandeña (ACEBAND), quienes han elaborado diversos productos derivados de frutos de algarrobo destinados principalmente a la población que requiere una dieta libre de gluten y cuyas pretensiones son abrirse al comercio exterior y enviar regularmente materia prima y productos elaborados en base al fruto de estas especies hacia otros países.

Si bien los antecedentes revisados en sitios web noticiosos de Argentina señalan que han habido exportaciones de harina de algarrobo, las estadísticas de comercio exterior oficiales de ese país, utilizadas para desarrollar este apartado, no permitieron establecer una magnitud de este comercio debido a que las estadísticas son presentadas en forma agregada junto con otros alimentos, lo que podría inducir a errores de interpretación, dificultando poder dimensionar el comercio asociado, tanto a nivel local como internacional.

Por esta razón, en este apartado, se revisará la dinámica del comercio exterior de dos derivados de frutos de algarrobo, harina y algarrobina, tomando como caso de análisis, la situación de Perú. En este país *Prosopis pallida* es una de las especies principales del *bosque tropical estacionalmente seco*, abarcando una superficie de 2.545.699 ha, distribuidos en las regiones de Tumbes, Piura y Lambayeque.

2.1.1. Comercio de Productos Derivados de Frutos de Algarrobo en Chile

La información base utilizada en este ítem corresponde a los registros de base de las importaciones chilenas entre los años 2010 y 2013 (enero-junio) para los productos harina de algarrobo y algarrobina. Los códigos arancelarios de Chile y su descripción, códigos bajo los cuales se encuentran clasificados frecuentemente las importaciones de estos productos se presentan en Cuadro 22.

Cuadro 22. Códigos Arancelarios de Chile donde se han Clasificado la Harina de Algarrobo y Algarrobina.

Producto	Código arancelario de Chile	Descripción
Harina de algarrobo	1102.9000	Las demás harinas de cereales
	1211.9099	Las demás plantas y partes de plantas, semillas y frutos, frescos o secos, incluso cortados, quebrantados o pulverizados
Algarrobina	2007.9999	Las demás confituras, jaleas y mermeladas, purés y pastas de frutas u otros frutos, obtenidos por cocción, incluso con adición de azúcar u otro edulcorante
	2008.9990	Las demás frutas y otros frutos y demás partes comestibles de plantas, preparados o conservados de otro modo, incluso con adición de azúcar u otro edulcorante o alcohol, no expresados ni comprendidos en otra parte

Estos códigos arancelarios no son específicos para la harina de algarrobo ni la algarrobina sino que, tal como señala su descripción, reúnen a varios otros productos similares. Por ello, fue necesario realizar búsquedas sistemáticas en las descripciones detalladas de los registros de base dentro de estos códigos y seleccionar aquellos de interés. En el caso de la harina de algarrobo se consideró que el producto corresponde a harina del fruto completo, dado que no se encontró información adicional en las descripciones detalladas que permitiera identificar algún tipo específico (por ejemplo si es harina de vaina completa, de semilla o de vaina sin semilla), excepto de los antecedentes bibliográficos recopilados que indican el uso del fruto completo y tampoco dan este antecedente en la información que publican en sus sitios web las empresas peruanas que han realizado exportaciones de este producto dan este antecedente.

La fuente de información base de este ítem se obtuvo del sitio web de comercio exterior Datasur (www.datasur.com), el cual dispone de bases de datos con las estadísticas de importaciones y exportaciones de varios países de Sudamérica las que, a su vez, provienen de los organismos aduaneros oficiales de esos países.

Entre 2010 y 2013 (enero-junio) se registraron importaciones de harina de algarrobo y algarrobina en Chile, las cuales tuvieron como único país de origen a Perú. Este antecedente permite señalar que la harina de algarrobo importada corresponde a la especie *Prosopis pallida*, que es la única especie de uso comercial con aprovechamiento frutal en ese país. Los montos de comercio de estos derivados de algarrobo importados son reducidos en ambos productos, aunque comparativamente la algarrobina supera bastante a la harina. En el año 2012 el monto de la importación de harina fue de US\$ 298, mientras que la algarrobina alcanzó a US\$ 6.369.

Cuadro 23. Importaciones de Harina de Algarrobo en Chile

Monto y Cantidad	Año			
	2010	2011	2012	2013*
US\$ CIF	83	819	298	227

*: enero-junio.

Fuente: Sitio web de comercio exterior DATASUR (www.datasur.com).

Cinco empresas realizaron las importaciones de harina de algarrobo entre 2010 y 2013 (enero-junio), las cuales corresponden a pequeñas empresas y personas naturales que tienen dentro de su giro la importación y comercialización de varios productos similares del rubro alimentos, así como también productos textiles y adornos. Las importaciones totales de estas empresas provienen únicamente de Perú, por lo que es posible que sus propietarios posean algún vínculo con esa nación, por ejemplo, que corresponda a peruanos residentes en Chile que han establecido negocios de importación y distribución.

De las empresas que han realizado importaciones de harina de algarrobo (Cuadro 24), la empresa Importadora y Exportadora Fitomundo Ltda. registró el mayor movimiento mensual de productos importados, entre los que destacan, harina de tomillo, harina de quinua, harina de *uña de gato*, *polvo de stevia*, soya y de ajonjolí (sésamo); hojas de diversas hierbas y también productos artesanales como jabones, perfumes, sombreros y mantas de lana.

Cuadro 24. Empresas Importadoras de Harina de Algarrobo en Chile

Empresa	Año							
	2010		2011		2012		2013*	
	(US\$ CIF)	(kg)						
Imp. y Exp. Fitomundo Ltda.	-	-	-	-	298	415	35	55
María Carbajal	-	-	819	610	-	-	-	-
Nora Rivas	83	129	-	-	-	-	-	-
Juan Mercado	-	-	-	-	-	-	40	100
Marcelo Tejeda	-	-	-	-	-	-	153	150
Total Cantidad (Kilos)	83	129	819	610	298	415	227	305

*: enero-junio.

Fuente: Sitio web de comercio exterior DATASUR (www.datasur.com).

Con las estadísticas de exportaciones de Perú se identificó las empresas proveedoras peruanas que han enviado harina de algarrobo (*Prosopis* spp.) a Chile, estas son: Fitomundo Comercial de Responsabilidad Limitada, empresa con domicilio en Lima; Solnatura EIRL (Lima); Rengifo Mamani Yaneth (Lima); Hoja Verde y Exportadora Jeffer Xavier. De acuerdo con información consultada en el sitio web Datosperu (www.datosperu.org), especializado en información comercial de empresas nacionales de Perú, estas empresas exportadoras están relacionadas al giro de las ventas mayoristas, distribución, exportaciones e importaciones.

En relación con los precios de importación de la harina de algarrobo peruana que ha llegado a Chile, en el año 2012 el promedio fue de US\$ 0,8/kilogramo y en el año anterior se registró un promedio de US\$ 1,4/kilogramo. El precio promedio FOB con el cual se exportó esta harina desde Perú fue de US\$ 0,7/kilogramo para el año 2012 y de US\$ 1,3/kilogramo para 2011. Sobre esto último, la información de los precios de la harina de algarrobo exportada por Perú señala que hacia otros mercados de destino, como Estados Unidos, Australia o Reino Unido, los precios FOB de la harina de algarrobo varían entre US\$ 6 a US\$7 por kilo; la causa de esta diferencia de precio con respecto al caso de las importaciones de Chile, no es posible determinarla con exactitud a partir de la información disponible, pero se presume que podría tener diversas causas, como el tipo de presentación del producto (formatos de envases listos para consumidor final), productos certificados u otros.

Un sondeo a dos empresas chilenas que han importado harina de algarrobo peruana y que la han comercializado a nivel local, señaló que el precio por kilo de la harina es de aproximadamente \$4.300.

Un segundo producto derivado de los frutos del algarrobo (*Prosopis* spp.) que registra importaciones a Chile es la algarrobina. En el año 2012 estas importaciones alcanzaron los US\$ 6.369, lo que en términos de volumen correspondió a 2.204 kilos; el destacado crecimiento en las importaciones de este producto ha llevado a que durante el primer semestre de 2013 se superó todo lo adquirido en un año. Las importaciones de algarrobina tienen como único país de origen a Perú.

Cuadro 25. Importaciones Chilenas de Algarrobina

Monto y Cantidad	2010	2011	2012	2013*
US\$ CIF	2.812	4.054	6.369	7.936
Kilos	900	900	2.204	2.933

*: enero-junio.

Fuente: Sitio web de comercio exterior DATASUR (www.datasur.com).

Las importaciones chilenas de algarrobina durante 2010 a 2013 (enero-junio) fueron realizadas por 3 empresas, de las cuales Inmobiliaria, Inversiones y Asesoría Kori Wasi Ltda. fue la que presentó mayor participación. Esta empresa está vinculada a uno de los principales proveedores de productos peruanos del rubro alimentos en el mercado chileno, la distribuidora Sabor Peruano (www.saborperuano.cl). Esta distribuidora atiende a restaurantes peruanos, tanto en Santiago como en regiones, y a muchos restaurantes de comida internacional. También provee de productos peruanos a hoteles, casinos, heladerías, pastelerías y en general a todo tipo de empresas del rubro gastronómico, como también a otros distribuidores de productos peruanos en el mercado local, encontrando sus productos en algunas cadenas de supermercados.

Cuadro 26. Empresas Importadoras de Algarrobina en Chile

Empresa	2010		2011		2012		2013*	
	(US\$ CIF)	(kg)	(US\$ CIF)	(kg)	(US\$ CIF)	kg	(US\$ CIF)	(kg)
Estrella de David Ltda.					263	60	1.492	539
Flor Aguilar					187	63		
Kori Wasi Ltda.	2.812	900	4.054	900	5.919	2.080	6.444	2394
Total Cantidad (Kilos)	2812	900	4.054	900	6.369	2.204	7.936	2.933

*: enero-junio.

Fuente: Sitio web de comercio exterior DATASUR (www.datasur.com).

2.1.2. Producción y Comercio Exterior de Harina y Algarrobina en Perú

Los bosques secos constituyen la principal formación vegetal natural en la faja costera del Perú. De ellos, casi la totalidad se encuentra en la Costa Norte, en los departamentos de Tumbes, Piura y Lambayeque, con un área que alcanza 3.230.263 ha, de las cuales el 67% se encuentra en Piura, el 19% en Lambayeque y el 14% en Tumbes. Son bosques principalmente de llanura, en los cuales casi han desaparecido los bosques densos, predominando los bosques ralos y muy ralos (entre 30 y 70 árboles por ha). El bosque está conformado por especies como el algarrobo, hualtaco, zapote, guayacán, entre otras (Schwartz, 2004).

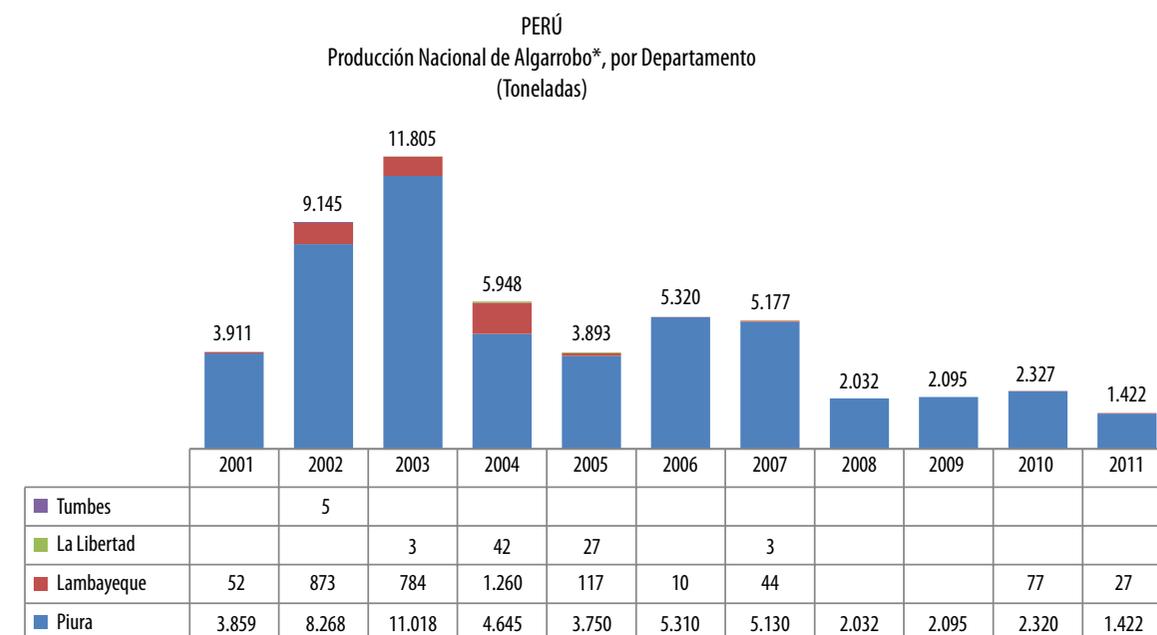
El algarrobo (*Prosopis pallida*) es un árbol que aporta, desde tiempos ancestrales, muchos beneficios al hombre y las comunidades peruanas, gracias a sus múltiples cualidades como alimento, forraje, abono, madera, medicina y materia prima para el desarrollo de diversas actividades económico-productivas. Con los frutos del árbol, llamados localmente *algarrobos*, se prepara harina, utilizada en distintos alimentos (queques, caramelos, panes, etc.) y jarabe concentrado o algarrobina, muy demandado en los mercados internacionales, especialmente para personas de la tercera edad, deportistas y niños (Portal Perú Ecológico, 2013).

De acuerdo con las estadísticas elaboradas por la Dirección General Forestal y Fauna Silvestre de Perú, la harina y vainas de algarrobo (cuya producción se presenta en forma conjunta), representa aproximadamente el 5% de la producción nacional de productos forestales no madereros (PFNM) en el Perú, ubicándose en segundo lugar por detrás de la Tara (*Caesalpinia spinosa*), esta última con el 75% de participación. En el año 2003 se registró el *peak* de producción de harina y vaina de algarrobo, alcanzando un 37% de participación en el total nacional de PFNM. En

términos de volumen, la producción anual de algarrobo en Perú en los últimos diez años alcanzó un máximo de 11.805 t en el año 2003 y un mínimo de 1.422 t en 2011.

Lo anterior, refleja la relevancia que tienen los frutos del algarrobo en el conjunto de PFNM del país y, particularmente, la importancia que tiene como fuente alimenticia para la población, donde se ha transformado en muchas zonas rurales en el sustento alimenticio y es un recurso abundante para la biodiversidad local.

De las cifras de producción de harina y vainas de algarrobo en Perú, se desprende que el Departamento de Piura, ubicado en la zona norte del país y que limita con Ecuador, concentra la mayor parte de la producción, en tanto que otras zonas productoras como Lambayeque (colindante al sur de Piura), La Libertad y Tumbes, tienen una producción menor.



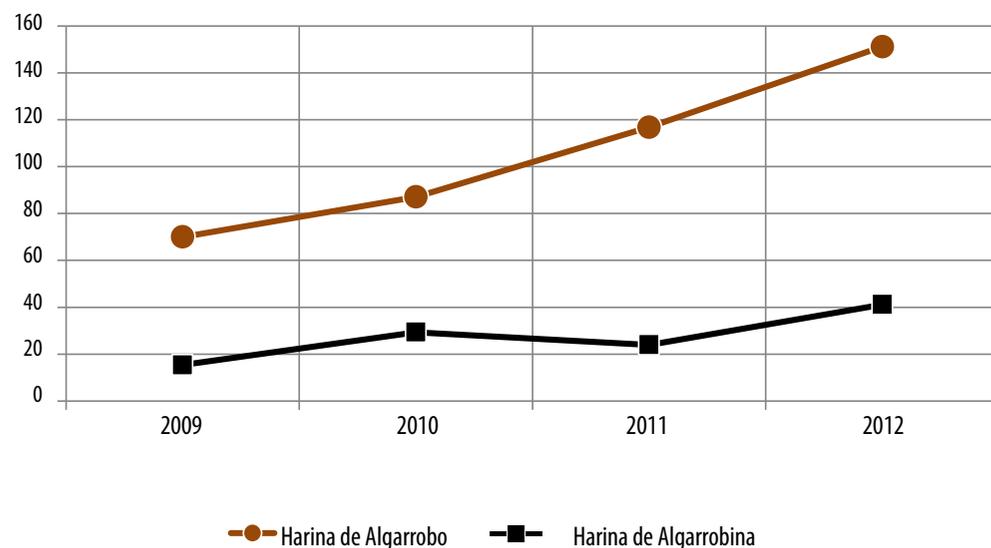
Fuente: Dirección General Forestal y Fauna Silvestre de Perú, 2012.

*: incluye todos los productos obtenidos a partir de *Prosopis pallida*

Figura 63. Producción Nacional de Algarrobo en Perú, Período 2001 a 2011

Respecto de las exportaciones de derivados de algarrobo, Perú ha enviado regularmente harina de algarrobo y algarrobina a diversos países. Las estadísticas de comercio exterior de ese país muestran que los montos y cantidades comercializadas de estos dos productos son en general reducidos comparados con otros bienes de la economía, siendo los montos exportados de harina entre 3 y 4 veces superiores que las exportaciones de algarrobina. En el transcurso de los últimos cuatro años ambos productos muestran una interesante tendencia de crecimiento, alcanzando en el año 2012 un total exportado de US\$ 151.000 para la harina de algarrobo y US\$ 41.000 para la algarrobina, lo que significa que las cifras se han duplicado entre los años 2009 y 2012.

PERÚ
Exportaciones de Harina de Algarrobo y Algarrobina
(US\$ miles)



Fuente: Sitio web de comercio exterior DATASUR www.datasur.com
Figura 64. Exportaciones de Harina de Algarrobo y Algarrobina en Perú
Período 2009 a 2012

Con respecto a la harina de algarrobo, las exportaciones representan una mínima parte de la producción nacional; las cifras comparadas de comercio *versus* producción correspondiente al año 2010, señalan que el 1,1% de la producción se exportó, aumentando a 1,6% en el año 2012. Cabe señalar que esta relación podría ser superior, considerando que las estadísticas peruanas publican en forma agregada la producción de harina y de vainas.

El principal destino de la harina de algarrobo exportada por Perú corresponde al mercado estadounidense, país que representa cerca de la mitad de los retornos anuales del producto y cuya participación ha ido en aumento.

Fuera de este mercado, en tan solo cuatro años se ha visto un leve cambio en los principales países de destino de la harina peruana (Reino Unido y Australia), aunque también es interesante indicar que se ha ocurrido una ampliación del número de países que reciben anualmente el producto, aumentando de 8 a 13. Dentro de todos estos mercados, Chile es un destino marginal.

En cuanto a la algarrobina, nuevamente Estados Unidos es el principal destino de las exportaciones peruanas con el 46% del monto total de 2012 (Cuadro 27). Sin embargo, en los últimos cuatro años, otros destinos han presentado una participación interesante como Chile, Canadá y Japón donde las exportaciones se muestran con un crecimiento bastante dinámico.

La figura 56 ilustra la evolución de las exportaciones de harina y jarabe de algarrobo peruano hacia los principales países compradores.

Cuadro 27. Exportaciones de Harina de Algarrobo y Algarrobina en Perú por Principales Destinos

PAIS	Año			
	2009	2010	2011	2012
US\$ FOB				
HARINA				
Estados Unidos	35.723	42.188	57.150	89.147
Australia	4.417	13.860	23.460	29.004
Reino Unido	12.300	16.454	14.200	14.363
Canadá			1.785	4.531
Republica Checa	465			3.420
Países Bajos	13.795	10.540	510	2.625
Eslovenia				2.590
Alemania	2.472	384	7.002	2.400
Sudáfrica			3.560	1.600
Otros	817	3.622	9.128	1.481
TOTAL HARINA	69.989	87.048	116.794	151.161
ALGARROBINA				
Estados Unidos	10.757	19.113	15.096	20.110
Canadá	207	1.268	613	9.424
Chile	908	3.160	4.997	6.521
Japón	685	1.032	1.166	2.606
Italia	854	480		610
Francia	296	102	419	481
Suecia	43	90		309
Antillas Holandesas		13		307
Otros	1.658	4.098	1.671	801
TOTAL ALGARROBINA	15.408	29.356	23.962	41.169

Fuente: Sitio web de comercio exterior DATASUR www.datasur.com.

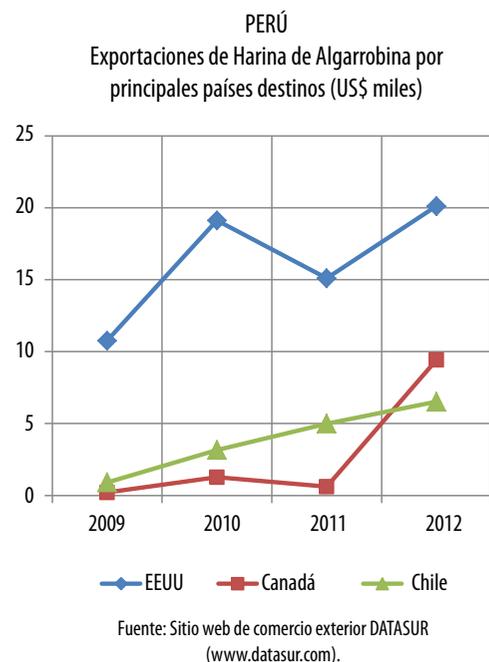
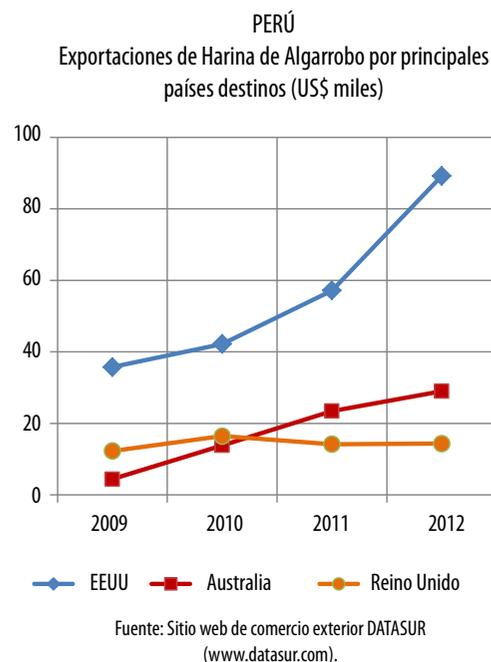


Figura 56. Exportaciones Peruanas de Harina de Algarrobo y Algarrobina, según Destino

Entre 2009 y 2012 participaron 27 empresas peruanas con exportaciones de harina de algarrobo a los diferentes mercados, pero en forma regular no son más de cinco. En el caso de la algarrobina fueron 75 exportadores los que enviaron este producto al exterior durante este mismo periodo, pero solo 10 de ellas son las que registran envíos mensuales en forma regular, en tanto, las demás realizaron despachos muy eventuales y en pequeñas cantidades, lo que en buena parte demuestra que el jarabe de algarrobo está bastante difundido en el país. A continuación se presentan antecedentes encontrados en internet de las principales empresas exportadoras de harina de algarrobo en Perú registradas entre 2009 y 2012.

AGRO EXPORT TOPARÁ S.A.C.
www.toparaorganica.com



COMPLEMENTOS Y SUPLEMENTOS ORGÁNICOS DEL PERÚ
www.csorganicosdelperu.com



NATURAL PERU SAC
www.naturalperu.com



PERUVIAN NATURE S&S SAC
www.peruviannature.com



ALGARROBOS ORGANICOS DEL PERU S.A.
www.algarrobosorganicos.pe



ECOANDINO SAC
www.ecoandino.com



DOÑA ISABEL
www.donaisabel.com



THE GREEN FARMER
www.thegreenfarmer.com



3.2. Situación del algarrobo como potencial recurso alimenticio humano

Como se ha indicado anteriormente, el desarrollo de negocios alimentarios con frecuencia no solo toma en cuenta consideraciones de orden cultural, social y económico, sino también algunas de orden productivo, tecnológico y nutricional. En este sentido, la disponibilidad local de frutos de algarrobo como materia prima es de importancia para dimensionar oportunidades y viabilizar el negocio.

El fruto de algarrobo (*Prosopis* sp) básicamente está constituido por la parte externa pulposa y semillas, siendo importante conocer sus relaciones por la importancia que tienen para dimensionar la materia prima disponible o necesaria para determinar usos o para valorar parámetros económicos, ya que está demostrado que su proporción varía según especie/variedad.

En Cuadro 3 (capítulo 1) se presenta la producción anual de frutos de algarrobo, según levantamiento del recurso realizado por INFOR, en la Región Metropolitana, entre las temporadas 2011 y 2013.

Cuando se presenta un producto que es susceptible de ser transformado, con potencial para el desarrollo de nuevos productos e incrementar su valor, como es el caso del fruto de algarrobo, se hace necesario caracterizarlo como materia prima, tanto en sus composición química y nutricional como en sus proporciones y propiedades, más aún si se ha planteado que su uso se pueda orientar a suministrar ingredientes alimentarios, además de su potencial uso directo como producto completo (grano, vaina) cuando por ejemplo se elabora harina a partir de los frutos enteros.

Así, en el cuadro 28 se presenta la composición proximal de muestra de harina de frutos de algarrobo, y, con propósitos de referencia, se muestra valores para poroto y garbanzos, según lo informado por la Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos elaborada por Schimdt-Hebbel *et al.* (1992).

Se observa un comparable nivel de contenido proteico entre las especies, no obstante y tal como ya se ha mencionado, sería necesario abordar en futuros estudios un análisis de calidad proteica.

Asimismo, llaman la atención los niveles de fibra dietaria, cuyos valores son más altos que los otros granos, por lo que será importante indagar más al respecto.

En el Cuadro 28 se muestra los contenidos proximales de *Prosopis chilensis* y distintos granos de leguminosas que son habitualmente consumidas en la alimentación.

Cuadro 28. Constituyentes Proximal Harina de Frutos de Algarrobo (*Prosopis chilensis*) y Granos de Leguminosas Crudas (*)

Descripción	Unidades	Algarrobo (H6)	Poroto**	Garbanzo**
Energía	Kcal/kg	200,0	317	349
Hidratos de Carbono disponible	%	26,9	57,3	57,7
Materia grasa	%	4,3	1,6	6,2
Proteína (N x 6,25)	%	13,4	20,6	18,2
Fibra dietaria soluble	%	47,3	5,8	1,8
Fibra dietaria insoluble	%	9,3	13,0	12,0
Fibra dietaria total	%	38,0	18,8	13,7

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis solicitados a GCL;

(*)Schimdt-Hebbel *et al* (1992).

(**): grano crudo

En la literatura científica, hay diversos trabajos que se han preocupado de caracterizar los frutos de algarrobo, entre estos, Escobar *et al.* (2009) citando a diversos autores, señalan que las semillas del fruto constituyen entre el 21,6 y 29,1% del peso del fruto. Escobar *et al.* (1987) encontraron que en la semilla, entre el 13,0 y 19,4% corresponde a la testa y entre 38,8 y 43,0 % a cotiledones. En trabajos conducidos por INFOR en el marco de este estudio, se ha registrado una fracción porcentual en peso de 9,5 % y 90,5 % de semillas y vainas del fruto de algarrobo, respectivamente.

4. OPORTUNIDADES DE DESARROLLO ALIMENTARIO DEL ALGARROBO

Las formaciones de algarrobo en Chile están subutilizadas en gran parte porque sus frutos no son aprovechados, ni sometidos a manejo. Por esta razón el proyecto propuso acciones que den solución a este problema, mediante la utilización de este recurso enfocada a la elaboración de prototipos de productos de algarrobo para alimento humano, y junto con ello, establecer las bases para una estrategia de negocio que involucre los requisitos y especificaciones técnicas que el mercado demande. Para cumplir este propósito se requiere que los productos elaborados a partir de los frutos de algarrobo logren satisfacer a los potenciales consumidores, siendo un alimento nutritivo y saludable y que genere beneficios económicos a los agentes involucrados en la cadena productiva o aporte en el mejoramiento de otros alimentos.

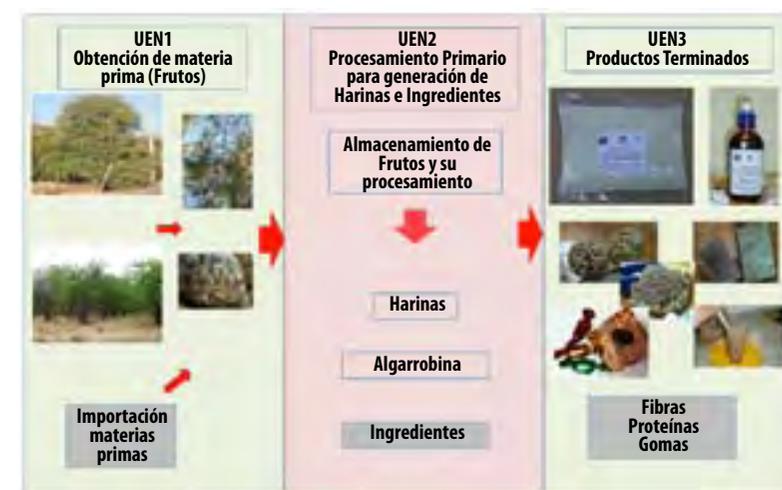
En la Figura 57 se muestra una cadena de valor para la definición del negocio potencial que se ha estructurado con potenciales Unidades Estratégicas de Negocio (UEN). Se muestra una disposición de distintas opciones estratégicas y factores que lo definen, derivados de modelos que no dejan de ser meras simplificaciones de la realidad, cuya utilidad sólo depende del sentido común con el que se utilicen.

En este enfoque de trabajo, es importante identificar oportunidades de potenciales desarrollos con vista a la generación de productos aptos y disponibles para agentes que participan en la cadena, en otras palabras, hacer notar las posibles combinaciones de producto en que un emprendimiento puede basar el desarrollo de un negocio, en este caso a partir de los algarrobos.

Como se observa se definieron 3 Unidades Estratégicas de Negocio, considerando obtención de materia prima (frutos), procesamiento primario para generación de productos primarios e ingredientes, y finalmente, productos elaborados e ingredientes alimenticios.

Cabe mencionar que en este caso el estudio se concentró en la elaboración de productos utilizando el fruto entero y en menor medida fracciones de él, especialmente semilla; no se profundizó en la separación de los componentes, sin embargo, es innegable el potencial que existe de incorporar la especie a mercados tan específicos y rentables como el de los ingredientes alimenticios en un futuro próximo.

Cadena de valor para producción en base a algarrobo



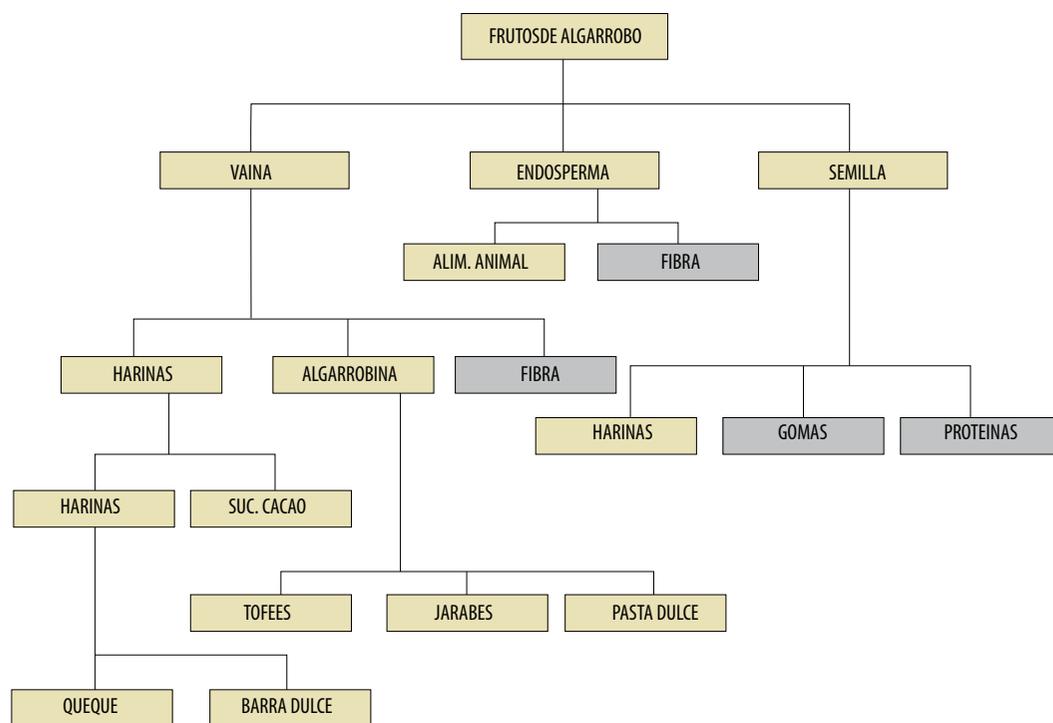
Líneas punteadas indican segmentos de mercado de interés, pero no abordados por este estudio
 Figura 57. Cadena de Valor para Producción en Base a Algarrobo. Unidades Estratégicas de Negocio (UEN),

4.1. Análisis del Algarrobo como Fuente de Ingredientes Alimenticios

El sector de agregación de valor (procesador y transformador) de una materia prima alimentaria, tiene que plantearse sobre las potencialidades de uso u oportunidades de diversificación, regularmente basadas en la oferta de materias derivadas para usos posteriores. En ello, el asegura-

miento de la materia prima, en cantidad como en calidad, es de vital importancia para la industria, pues en este aspecto es donde se ejecutan estrategias de negocios. Esto sin duda torna complejo y difícil transparentar sus potenciales proyectos al medio, cuando en ese escenario convergen competidores.

Con estas consideraciones y en base a los resultados alcanzados por el proyecto, se adjunta en la Figura 58, el detalle de todos los posibles productos factibles de obtener, ya sea como producto terminado o ingredientes alimenticios para adicionar a otros alimentos.



Fuente: Elaboración propia, según productos desarrollados por el proyecto y otros productos potenciales que han despertado interés en el mercado (color gris).

Figura 68. Diferentes productos que se pueden generar a partir de los frutos de *P. chilensis*

Figuerola (2013)¹⁰ hace un análisis de la potencialidad de nuevos productos en función de algunos componentes como fibra, gomas y proteínas, los que son fuente de ingredientes alimentarios para adicionar a otros productos y su mercado, y que se transcriben en los puntos siguientes.

4.1.1. Fibra

La incorporación al mercado de fibras de nuevos orígenes puede ser lenta en el corto y mediano plazo, debido fundamentalmente a la existencia de una variedad importante de materias primas que hoy se usan para la producción de fibra dietética de variados contenidos de fibra insoluble y soluble. El punto clave aquí radica en la caracterización de los materiales en los distintos aspectos relacionados con la funcionalidad, con la naturaleza química, con la presencia de componentes asociados, y otros aspectos, por lo que sería el momento de investigar los aspectos finos de la fibra de algarrobo y su uso potencial en distintas matrices alimenticias.

Las perspectivas son alentadoras porque la fuente mayoritaria de fibra son aún los cereales, que aportan principalmente fibra insoluble y las fuentes de fibra soluble son todavía escasas.

10. Fernando E. Figuerola, Asesor del proyecto. Ingeniero Agrónomo, M.S., Especialista en Ciencias de los Alimentos y Desarrollo Agroindustrial.

La situación descrita para el mediano plazo debería cambiar en el largo plazo, debido a los ajustes de uso que se debieran experimentar cuando se vaya aumentando el nivel de conocimiento sobre ciertos desórdenes o trastornos alimenticios y sobre la acción real de la fibra sobre los mismos.

No obstante lo anterior, el éxito sobre el uso de algarrobo como fuente de diversos ingredientes brutos o refinados, dependerá principalmente, de las condiciones de disponibilidad de volúmenes, costo de producción, incluida cosecha y logística de distribución, elementos que se transformaran en los factores determinantes de las posibilidades reales de uso de estas especies.

4.1.2 Gomas

El mercado de las gomas en el mundo entero está dominado por la goma guar, la goma garrofin y la goma de tara, entre las producidas de plantas silvestres y recolectables. Además, existe la goma xanthana que es de origen bacteriano.

La competitividad de la goma de algarrobo respecto a las mencionadas anteriormente presentes en el mercado, tiene además el problema de la falta de conocimiento que de esta última se tiene respecto de las actualmente en uso. Además, no se debe olvidar la existencia de un grupo relevante de materias primas de costo más elevado, pero dueñas de un mercado importante, por su calidad, su versatilidad y su ubicación geográfica, las gomas de algas. Estos materiales son una gran competencia en el presente.

En el futuro, la incorporación de la goma de algarrobo al mercado dependerá de las políticas de manejo de recursos, tanto marinos (algas) como terrestres (recursos forestales no madereros), así como también de los costos de producción y recolección de todas las materias primas, silvestres o cultivadas y también de las características químicas y funcionales de las mismas. Hoy no se cuenta con todos los antecedentes, sólo se sabe que el potencial es promisorio. Es importante también tener en cuenta que estos productos nunca se usan solos, sino que se combinan varios de ellos con el fin de producir efectos sinérgicos gracias a las propiedades particulares de varios de ellos.

4.1.3. Proteínas

En el tema proteico la situación puede ser bastante más compleja, pero al mismo tiempo más comprensible, ya que es un área donde la investigación ha sido más amplia y abundante.

El uso de la harina de cotiledón tiene el beneficio de portar un alto contenido de proteína (entre 40 y 70%) lo cual le da ventajas competitivas relevantes. No obstante hoy resulta muy importante conocer las propiedades de esas harinas, situación que no se da y que hace que la harina tenga potenciales de uso sólo como *extensor*, es decir con montos que no superan el 20% del total de la mezcla.

En el futuro, el camino del uso de otras fuentes de proteína será una necesidad. La intolerancia de ciertas poblaciones a componentes específicos de los alimentos hace necesario pensar en las posibilidades técnicas de resolver esos problemas por la vía de la investigación, especialmente cuando se trata de alimentos de alta demanda por la población, como el pan. Se han desarrollado y se continúa trabajando combinaciones de proteínas que permitan producir alimentos con funcionalidad de gluten por ejemplo. Esto porque el tema de reemplazar una fracción de entre 10 y 20% de la proteína de trigo no es la solución a problemas como en el caso de los celíacos.

5. ANÁLISIS DE PRODUCTOS TERMINADOS, QUE CONTIENEN FRUTOS DE ALGARROBO

Todas las especies del género *Prosopis* son leguminosas arbóreas o arbustivas que presentan gran resistencia a la sequía y a la salinidad, y tienen alta capacidad de fijar nitrógeno. Como se ha indicado, los frutos son legumbres con alto contenido de proteínas e hidratos de carbono, que varían en tamaño, color y características químicas, según la especie. Esto hace que su cultivo sea recomendado con una doble finalidad: detener el avance de la desertificación y la erosión del suelo en zonas áridas y semiáridas, y utilizar sus frutos para alimentación humana y animal (Fagg y Stewart, 1994; FAO, 2000).

5.1. Consideraciones para el Éxito de Mercado de Productos Alimenticios

En la actualidad, el perfil del consumidor ha cambiado drásticamente. Han surgido nuevas preferencias y necesidades del mercado a las que las empresas que quieran ser competitivas han de dar respuesta. El consumidor de hoy demanda alimentos de fácil preparación, ligeramente procesados, manteniendo y mejorando sus propiedades nutricionales, alimentos funcionales, bajos en grasa, con menos sal que aportan un beneficio para la salud, más seguros, de conservación más prolongada, sabrosos, saludables y a un precio competitivo.

Existen variados y diversos motivos para apostar por los nuevos productos: Exigencias de nuevos sectores de población (población infantil, personas mayores, nuevas comunidades, globalización, influencia del turismo y otras), y de la industria alimentaria; mejora de aspectos organolépticos (aroma, color, sabor, textura, jugosidad); mejora de los aspectos nutricionales y de salud; alimentos dirigidos a determinados sectores de la población con requerimientos específicos (niños, embarazadas, tercera edad, personas con problemas cardiovasculares y otros); reducción de ciertos nutrientes (grasas saturadas, sodio, azúcares) y/o incorporación de otros nutrientes (fibra dietética, vitaminas, minerales y otros) o compuestos bioactivos (antioxidantes, ácidos grasos poliinsaturados, otros) que pueden aportar al consumidor un beneficio para la salud y una mayor calidad de vida.

Dentro de los atributos innovadores a considerar para un producto terminado, se puede considerar la agonía de lo artificial y contaminante; la preocupación del consumidor por la salud y la búsqueda de alimentos que ejerzan un efecto positivo sobre ésta y las nuevas oportunidades de emprendimiento dadas por las aperturas comerciales de nuevos mercados, el cumplimiento de normativas respecto a la entrega de información al consumidor a través de etiquetado, y la conveniencia de un modo de preparación y uso sencillo, entre otros.

Según las características demandadas por cada sector de población, Muñoz (2013b)¹¹ propone que los nuevos alimentos presentados deberán poseer una o varias propiedades de las que se presentan a continuación:

- Las 4S del alimento actual y futuro: Sano, Saludable, Seguro, Sabroso.
- Palatabilidad, Portabilidad, Facilidad de preparación. El producto alimenticio debe ser agradable de consumir (palatable), tener un formato que facilite su traslado o transporte (portable) y estar en una condición que facilite la preparación para el consumo.
- Alimentos Naturales, con énfasis en lo orgánico, es decir, aquellos alimentos en cuyo proceso de producción se evita la utilización de elementos químicos artificiales que a la larga puedan perjudicar la salud.
- Presencia/Ausencia de Elementos: Alimentos con niveles bajos o libres de grasas; bajos o libres en carbohidratos; bajos o libres en sodio; bajos o libres en azúcar; bajos o libres de colesterol; altos en fibra
- Alimentos formulados para segmentos de consumidores con trastornos metabólicos de salud, tales como personas diabéticas, hipertensas y celíacas, entre otros.

Algunas observaciones indican que los productos que han experimentado alto crecimiento y alta participación en el portafolio productivo han sido aquellos sin gluten, harinas de granos (avena, linaza) incluso carne de soya. Entre las fortalezas que destacan estaría el posicionamiento de marca y las vinculaciones que han desarrollado con asociación de consumidores especiales (asociaciones médicas); en un nivel paralelo se encontraría el sabor (aceptabilidad) y la presentación (formato).

11. Ricardo Muñoz Cisternas, Asesor del proyecto. Consultor en Innovación y Gestión Agroalimentaria y Profesor Universitario.

5.2 Barreras de entrada

En el cuadro 29 se entrega algunas tácticas destinadas a reducir o neutralizar las barreras de entrada establecidas que frenarían la penetración en el mercado de productos elaborados con derivados de algarrobo.

Cuadro 29. Barreras de Entrada, Estrategia y Tácticas para Alcanzar el Mercado con Productos Elaborados con Base en Derivados de Frutos de Algarrobo

Barrera de entrada	Estrategias/Tácticas
Limitada cultura sobre productos personalizados con base en algarrobo	Dar a conocer los atributos de los productos con ingredientes de algarrobo, en busca de favorecer las preferencias del consumidor
Existencia y posicionamiento de tipos, marcas y formatos reconocidos	Realizar promociones frecuentes buscando atraer consumidores y promover los beneficios de los productos con algarrobo
Saturación del mercado con productos de la familia (galletas y galletones, pan multigranos)	Difundir los beneficios de la personificación del producto final elaborado con algarrobo, apuntando a valor adicional por corresponder a una especie nativa con problemas de conservación.
Existencia de productos sustitutos como ingredientes del nuevo producto alimentario	Aumentar la diversificación por parte de los elaboradores del producto final al incorporar una materia prima novedosa en el mercado.

Fuente: Muñoz, 2013b

5.3 Elementos para la Estrategia del Negocio

En la actualidad, las empresas se planifican basándose en diversas estrategias de negocio. Un plan estratégico es el proceso que consiste en desarrollar y mantener un ajuste estratégico entre los objetivos y recursos de la empresa y sus oportunidades cambiantes de mercado (suponiendo una integración coherente entre empresa y mercado).

Hay muchos y muy diversos modelos de estrategias para buscar el éxito de una empresa, sin embargo, hay un análisis, que es el principio básico de cualquier estrategia y es el análisis FODA: Fortalezas (F), Oportunidades (O), Debilidades (D) y Amenazas (A).

Para llevarlo a cabo, se hace un análisis externo que lleva a potenciar oportunidades y minimizar las amenazas del entorno, y un análisis interno que conduce a identificar las fortalezas y contrarrestar las debilidades, con lo cual se podrá formular la postura estratégica de la empresa.

El análisis interno (Fortalezas y Debilidades) y externo (Oportunidades y Amenazas), tiene alta importancia en la dirección estratégica empresarial; es un método sencillo y eficaz, para recopilar y analizar toda la información necesaria para tomar decisiones acerca del futuro de una empresa.

En lo relevante permite a la empresa determinar las acciones para aprovechar las oportunidades y de ese modo preparar a la empresa contra las amenazas teniendo conciencia de las debilidades y fortalezas.

El resultado del análisis permite la evaluación de los puntos fuertes y débiles de la empresa con las amenazas y oportunidades externas, en coherencia con la lógica de que la estrategia debe lograr un adecuado ajuste entre su capacidad interna y su posición competitiva externa.

Para el caso del algarrobo, este análisis FODA fue realizado considerando las UENs presentadas en la Figura 57 y en los Cuadros 30 a 34 se presenta este análisis para la materia prima, los productos y los componentes derivados.

5.3.1 Análisis FODA de Algarrobo como fuente de materia prima

Un análisis FODA de la producción disponible de algarrobo como materia prima, dada por los frutos, se presenta en el Cuadro siguiente.

Cuadro 30. Análisis FODA de la Producción de Materia Prima Disponible Dada por los Frutos

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> Especie presente en zonas de condiciones ecológicas extremas Especie nativa y afecta a bonificaciones para su utilización y manejo Características nutricionales particulares, reconocidas, tanto para consumo animal como humano La mayor parte de la producción puede ser asociada a producción orgánica 	<ul style="list-style-type: none"> Superficie apta para reforestar, sin muchas otras especies alternativas, por condiciones extremas de aridez, no aptas para producción agrícola Recurso subutilizado, ya que no se considera la diversidad de productos que se puede obtener de una unidad productiva. Por lo tanto, el uso frutal se puede combinar con otros usos, por ejemplo ambiental por compensaciones por obras civiles
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> Productividad variable y dependiente de la disponibilidad de agua de la zona Baja disponibilidad de mano de obra durante época de cosecha en la zona en que actualmente se produce Inexistencia de tecnología específica a nivel nacional para procesamiento Bajo nivel de conocimiento sobre técnicas silvícolas y de manejo de la especie 	<ul style="list-style-type: none"> Ausencia de medidas de control para plagas que pudieran afectar la producción Competencia por suelo con otros rubros (por ejemplo, minería, inmobiliario) Utilización de la especie como leña y postes

Cuadro 31. Análisis FODA para Productos Derivados de Frutos de Algarrobo

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> Se conoce la composición proximal y parámetros específicos de frutos de especies de <i>Prosopis</i> existente en el mundo. El algarrobo no contiene gluten y puede ser consumido por aquellos que sufren intolerancia a éste. El fruto de algarrobo se produce sin carga de agroquímicos Los frutos de algarrobos son de propósito polivalente, esto es que puede formar parte desde pan hasta bebidas de base alcohólica 	<ul style="list-style-type: none"> Existe posibilidad de diversificar la oferta de productos con base en harinas de cereales al incorporar ingredientes del algarrobo Existen segmentos de consumidores (celiacos) que buscan productos sin gluten Consumidores que buscan productos producidos sin uso de agroquímicos Existen negocios dedicados a la comercialización de productos saludables y productos dirigidos a consumidores que se informan Posibilidad de ser considerado como ingrediente secundario de una variedad de alimentos que se generan en el esquema de innovación de producto
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> Se requiere investigación a nivel nacional, según especie y variedades No hay una oferta estable de productos con base en algarrobo en el mercado nacional. Desconocimiento del consumidor acerca de las cualidades alimentarias del algarrobo Inexistencia de cadena de valor del algarrobo No existe tecnología disponible y/o ajustada para el procesamiento a escala del productor agrícola que agregue valor a nivel predial. 	<ul style="list-style-type: none"> Gran variedad de otros granos y semillas, los que se pueden constituir en sustitutos del algarrobo y competir por disponibilidad, calidad, aceptación y precio Rechazo del consumo de productos en base a algarrobo por desconocimiento de los consumidores Falta inversión en difusión del algarrobo en cuanto a sus características y bondades para su consumo Aumento de las exigencias de calidad de procesos y productos

Fuente: Muñoz, 2013b

Cuadro 32. Análisis FODA para Fibras de Algarrobo

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> No tiene peculiaridades en relación a otras fuentes, pero es una alternativa nueva que competirá por precio y calidad Es una fibra que aún purificada contiene un interesante porcentaje de fibra soluble, las fibras ricas en fibra dietética soluble son las más escasas Tiene un mejor contenido de fibra dietética soluble que las fibras de cereales que son las más ofertadas hoy Una semi-fortaleza es la ausencia o el contenido menor de ácido fítico (fitatos) lo que favorece el mejor aprovechamiento de minerales 	<ul style="list-style-type: none"> La oportunidad de competir está dada por el costo del material base, o la materia prima, en este caso por los costos de cosecha, de proceso de separación de impurezas y de logística de producción La fibra dietética insoluble y soluble tiene un importancia fundamental en la prevención de patologías del intestino bajo y del recto y es un importante ingrediente para favorecer la saciedad y el llenado en el tratamiento de la obesidad y por último tiene importancia en el tratamiento de la hipercolesterolemia
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> Es una nueva alternativa de material similar y deberá ser muy probada y comparada contra las gomas muy conocidas de hoy Tiene competencia muy importante en las fibras de cáscara de cítricos y otros frutos 	<ul style="list-style-type: none"> Están en estudio e incorporándose fibras dietéticas provenientes de residuos de la agroindustria de ciertos productos vegetales, como la industria del tomate, de jugo de manzana, de la industria cítrica que tienen un muy buen contenido de pectina y otras fibras dietéticas solubles Las posibilidades de otros usos para la producción forestal del algarrobo

Fuente: Figuerola, 2013

Cuadro 33. Análisis FODA para Gomas de Algarrobo

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> Es una nueva alternativa y su incorporación y aceptación en el mercado dependerá de la forma en que sus propiedades puedan ser complementarias a las gomas ya existentes y probadas en la industria de alimentos Si la incorporación está basada en un proceso sistemático de producción forestal, tendrá la ventaja sobre las otras gomas de vegetales terrestres que son recolectadas, especialmente de las que se producen en regiones menos desarrolladas 	<ul style="list-style-type: none"> El aumento relevante de los precios de las gomas terrestres y las políticas de protección de los recursos marinos es una buena oportunidad La necesidad de encontrar nuevas posibilidades para combinar con ventajas sinérgicas, las propiedades de distintos materiales que satisfagan la enorme innovación en alimentos del futuro
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> Su naturaleza desconocida, su química en estudio y la incertidumbre respecto de la posibilidad de combinarse en buena forma con otros materiales de la misma funcionalidad Incertidumbre frente a los costos de producción en Chile por el alto costo de la mano de obra para cultivo y cosecha 	<ul style="list-style-type: none"> El continuo desarrollo de nuevas gomas a partir de residuos vegetales de la agroindustria Las posibilidades de otros usos para la producción forestal del algarrobo

Fuente: Figuerola, 2013

Cuadro 34. Análisis FODA para Proteínas de Algarrobo

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> El alto contenido de proteína de los cotiledones de la semilla (40-70% proteína bruta) Calidad biológica muy aceptable de la proteína Proteína bruta sin contenido de gluten Material orgánico y no transgénico 	<ul style="list-style-type: none"> Posibilidades de complementación de esta proteína con las proteínas de cereales Desarrollo por investigación de alimentos que puedan contener altos contenidos de proteína no cereales Desarrollo de productos con el uso de enzimas específicas que permitan obtener modificaciones tipo gluten para la obtención de productos para celíacos con la participación de otros cereales como arroz y maíz Tema transgénicos, aunque esto es probablemente de naturaleza temporal, no para el largo plazo
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> Investigación sobre proteínas de estas leguminosas es aún muy escasa y necesaria de implementar. 	<ul style="list-style-type: none"> El estudio de proteínas de fuentes vegetales tradicionales sigue siendo muy abundante La soya sigue siendo muy utilizada, modificada e investigada para nuevos usos, nuevos productos y ofertas

Fuente: Figuerola, 2013

5.4 Producto y Valor

Es una ventaja buscar la forma de agregar valor a los productos derivados de frutos de algarrobo. Los productos con valor agregado pueden ser producidos y comercializados, generando beneficios económicos y mejorando los medios de vida y de desarrollo, para los actores de la cadena. En la actualidad, la propuesta de valor es ofrecer un producto diferenciado y elaborado a partir de derivados de frutos de algarrobo, por ejemplo harina, la cual es posible mezclar con harina de cereales, generando una mezcla con atributos nutricionales como un alto contenido de fibra, la que puede ser usada para fabricar pan envasado y o productos de la familia de las galletas y galletones.

5.4.1 Evolución de un Producto en el Mercado

Una forma de observar la evolución de un producto en el mercado es a través de la curva de crecimiento o ciclo de vida del producto, la que puede describir una clase de producto, una forma de producto o una marca. El ciclo de vida de un producto o de una determinada marca puede cambiar debido a los esfuerzos de la competencia y las respuestas cambiantes de los consumidores.

La curva de crecimiento o ciclo de vida del producto es útil como marco de referencia para describir la forma en que operan los productos y los mercados. No obstante, cuando este enfoque es usado para pronosticar el comportamiento del producto en el mercado o para emplear estrategias o tácticas de marketing, se presentan algunos problemas prácticos, pues a veces se tiene problemas para identificar la etapa de crecimiento en que se encuentra el producto, detectar cuándo el producto pasa a la siguiente etapa, e identificar los factores que afectan el paso del producto por las diferentes etapas. En la práctica, es difícil pronosticar el nivel de ventas en cada una de las etapas de la curva de crecimiento, pero una aproximación es observar el comportamiento de productos que pertenecen a la misma familia, por ejemplo familia de panes especiales, de galletas, de galletones, de fideos, entre otras.

Los productos, servicios y mercados, se comportan en forma parecida a los seres vivos, por lo que su evolución se puede describir mediante una curva (Figura 59) que normalmente se divide en cuatro fases:

- **Introducción:** El producto se introduce y promueve en el mercado.
- **Crecimiento:** El producto en el mercado experimenta un crecimiento sostenido en el tiempo como producto del consumo.
- **Madurez:** El producto alcanza una etapa de maduración cuando alcanza el total del mercado objetivo, no experimentando ya tasas relevantes de crecimiento.
- **Decaimiento:** El producto una vez que alcanzó el máximo de su mercado, experimenta un abandono de su consumo por parte de los consumidores, implicando que alcance la eliminación o abandono, como resultado de la aparición de otros productos que le superan en las prestaciones a los consumidores.

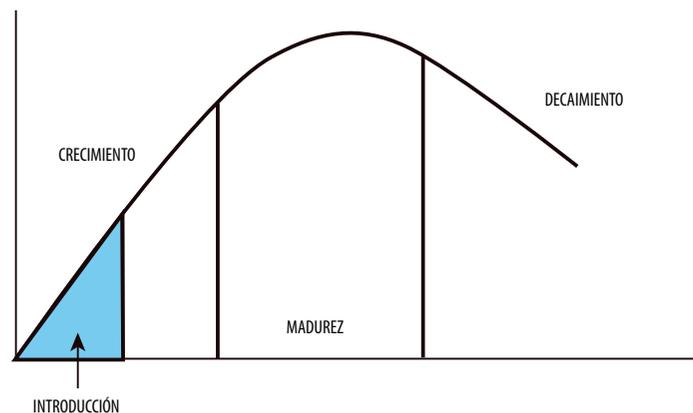


Figura 59. Esquema de una Curva de Crecimiento.

La conclusión es clara, la empresa no debe ni necesita morir con la desaparición de su mercado. Requiere gestionar anticipadamente un desarrollo de productos y servicios tal que le permita mantenerse lo más posible en la *cresta de la ola*, en otras palabras, participando en mercados en crecimiento e inaugurando otros nuevos con su gestión de innovaciones. Al llevar a cabo esta estrategia es fundamental la relación con el cliente, saber qué desea, dónde los desea y cómo, en qué cantidades, cómo compra, dónde compra y por qué compra, ello ofrece más oportunidades que cualquier forma de investigación.

En Chile, no se comercializan productos en base de algarrobo y sólo existen algunos productos artesanales para consumo directo. Por tanto, estos prototipos de alimento de algarrobo, descritos en capítulo anterior, si tienen éxito debieran cumplir una etapa de introducción, luego en una fase de crecimiento hasta llegar a la madurez, que es lo deseable. En función de las ventajas que otorgan los productos nuevos con algarrobo, la publicidad y promoción debiera ser intensiva para atraer el interés del consumidor que busca productos saludables y orgánicos.

5.4.2 Producto y Mercado

Un esquema de las diferentes estrategias de crecimiento que se puede desarrollar de forma general en cualquier tipo de empresa fue propuesto por Ansoff. Esta matriz conocida como Matriz de Boston Consulting Group o Matriz BCG, es un método gráfico de análisis de cartera de negocios que puede ser usada como una herramienta de análisis estratégico. Su finalidad es ayudar a la reflexión y a decidir enfoques para distintos negocios o unidades estratégicas de negocio (UEN) con el propósito de definir aquellas en donde: invertir, desinvertir o incluso abandonar. En la Figura 60 se presenta de manera esquemática la matriz BCG.



Fuente: <http://managersmagazine.com/index.php/2010/01/matriz-bcg-matriz-boston-consulting-group/>
Figura 60. Esquema de la Matriz BCG

Como lo que se busca es elaborar productos *Estrellas*, es decir, con una alta participación en el mercado y una alta tasa de crecimiento, para que posteriormente se transformen en *vacas lecheras* de la empresa, estudiar la manera correcta de introducirlos al mercado lleva a establecer las diferentes variables que serán fundamentales al momento de la toma de decisión por parte de los consumidores; entre estas variables se encuentran la segmentación del mercado, el precio promedio a pagar, las diferentes presentaciones de los productos, los lugares de comercialización más adecuados, el estilo de promoción más influyente, entre otros.

Al terminar cierto periodo se deberá realizar un análisis para determinar si se ha obtenido éxito en la estrategia o si el producto no ha sido aceptado por los consumidores de la manera deseada y lo mejor será darlo de baja y cambiar de producto. Si las expectativas del proyecto son buenas, al final del mismo se espera convertir los productos en *vacas lecheras* y así sean estables dentro de la compañía, produzcan gran utilidad sin necesidad de grandes inversiones teniendo una alta participación en el mercado (Henderson, 1973; Briones *et al.*, 2010).

6. ANÁLISIS SIMULADO DE LA DEMANDA REQUERIDA DE FRUTOS, VAINAS Y SEMILLAS DE ALGARROBO PARA EL MERCADO DE FAMILIA DE PRODUCTOS SALUDABLES (PAN). ESTUDIO DE CASO.

El análisis de participación de mercado en términos de demanda hace revisar las valoraciones de los datos de disponibilidad de algarrobo en cuanto a la condición actual de superficie y productividad. Esto se traduce en la disponibilidad de la materia prima, en este caso de frutos de algarrobo, lo cual puede ser revisado en Capítulo 1.

Se realizó un análisis de escenarios para estimar la superficie requerida de plantaciones de algarrobo sobre la base de participación de mercado entre el 1% y 50% y una proporción relativa de componentes de frutos de algarrobo de 2,5 % a 20% en un eventual producto terminado.

Los supuestos considerados para esta simulación fueron los siguientes:

- Rendimiento de frutos de algarrobo de 9,5% y 90,5% de semillas y vaina, respectivamente.
- Una superficie regional actual de algarrobo, según datos INFOR (2013), que alcanza las 11.828 ha.
- Rendimiento promedio a la cosecha de 81,04 kg/ha de frutos de algarrobo¹¹.
- Parámetros de postsecado y de molienda de 89,8% y 38,8%, respectivamente.
- Participación de mercado estimado con base a la cantidad de pan denominado saludable que se expende en forma mensual extrapolado anualmente.
- Supuesta proporción relativa de frutos, vainas y semillas en el producto final.

Con esta información se procedió a calcular la cantidad requerida de frutos y a partir de ello se estimó la superficie requerida de plantaciones de algarrobo.

El Cuadro 35 muestra los resultados obtenidos de las estimaciones para la Relación Superficie Requerida/Superficie Actual, según participación de mercado y proporción relativa de harina de frutos de algarrobo en un producto final.

En las Figuras 61 a 63 se presenta misma relación de superficie en función de la participación de mercado, según proporción relativa de harina de frutos, harina de vainas y harina de semillas de algarrobo, respectivamente. En sombreado se muestran aquellos escenarios en que la superficie actual no es capaz de sustentar la hipotética demanda de materia prima, estimada como superficie requerida, lo que a su vez sugiere la conveniencia de continuar fomentando la forestación y reforestación con algarrobo, dadas las grandes posibilidades que tiene de incorporarse al mercado de los alimentos en niveles de participación bastante conservadores.

11. Corresponde a promedio obtenido para la Región Metropolitana, considerando superficie y productividad indicada en Cuadro 3, capítulo 1.

Cuadro 35. Relación de Superficie Requerida/Superficie Actual, según Participación de Mercado y Proporción Relativa de Harina de Frutos de Algarrobo en Producto.

Participación Mercado %	Harina		
	Frutos enteros	Vainas	Semillas
	(ha/ha)		
	Proporción Algarrobo en Producto 2,5%		
1,0	0,00	0,01	0,08
2,5	0,00	0,02	0,20
5,0	0,01	0,04	0,40
10,0	0,01	0,08	0,79
20	0,03	0,17	1,59
30	0,04	0,25	2,38
40	0,06	0,33	3,17
50	0,07	0,42	3,96
Proporción de Algarrobo en Producto 5%			
1,0	0,00	0,02	0,16
2,5	0,01	0,04	0,40
5,0	0,01	0,08	0,79
10,0	0,03	0,17	1,59
20	0,06	0,33	3,17
30	0,09	0,50	4,76
40	0,12	0,67	6,34
50	0,15	0,83	7,93
Proporción de Algarrobo en Producto 10%			
1,0	0,01	0,03	0,32
2,5	0,01	0,08	0,79
5,0	0,03	0,17	1,59
10,0	0,06	0,33	3,17
20	0,12	0,67	6,34
30	0,17	1,00	9,51
40	0,23	1,33	12,68
50	0,29	1,66	15,86
Proporción de Algarrobo en Producto 20%			
1,0	0,01	0,7	0,63
2,5	0,03	0,17	1,59
5,0	0,06	0,33	3,17
10,0	0,12	0,67	6,34
20	0,23	1,33	12,68
30	0,35	2,00	19,03
40	0,47	2,66	25,37

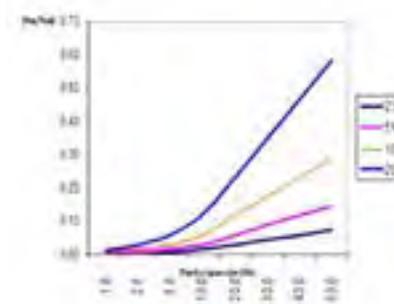


Figura 61. Relación de Superficie Requerida/Superficie Actual según Participación de Mercado, y Proporción Relativa de Harina de Fruto Entero de Algarrobo.

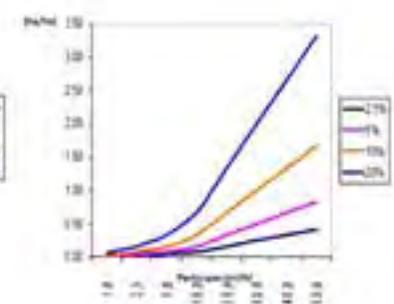


Figura 62. Relación de Superficie Requerida/Superficie Actual según la Participación de Mercado, y Proporción Relativa de Harina de Vainas de Algarrobo.

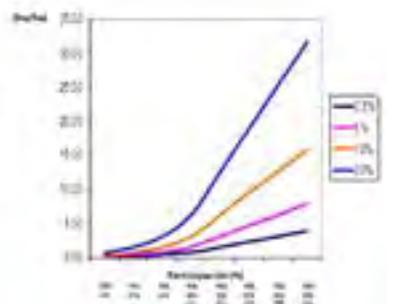


Figura 63. Relación de Superficie Requerida/Superficie Actual según la Participación de Mercado y Proporción Relativa de Harina de Semillas de Algarrobo.

Se observa en la Figura 61, que la participación de frutos de algarrobo como fuente de materia prima no generaría brecha entre la cantidad demandada y la materia prima que proporcionaría la producción actual de algarrobo según superficie de Región Metropolitana. Sin embargo, cuando se usa solamente las vainas de los frutos (Figura 62) como fuente de materia prima, en alta proporción (10% y 20%) en el producto que supone una alta proporción de participación en el mercado (20% y 30%), generaría una diferencia entre la cantidad demandada y la cantidad de materia prima que proporcionaría la actual superficie de la Región Metropolitana. En el caso de emplear harina de semillas en el producto terminado, existe una brecha mayor entre la cantidad demandada de materia prima y lo que aportarían las formaciones de Región Metropolitana (Figura 63), siendo viable con contenidos bajos respecto del producto final.

7. EQUIPAMIENTO PARA EL PROCESAMIENTO DEL ALGARROBO

Grados *et al.* (2000) señalan que es posible obtener 42 kg de harina de frutos de algarrobo (*Prosopis pallida*), luego de haber seleccionado 100 kg de frutos de algarrobo que se lavaron, secaron, molieron y tamizaron en malla N°100. Estos autores especifican los equipos para la producción de harina de algarrobo y de algarrobina, los que se presentan en el cuadro 36.

Cuadro 36. Equipos para la Producción de Algarrobina y de Harina de Frutos de Algarrobo

Equipos	Harina de frutos	Algarrobina
Lavadora de vainas	Rendimiento: 125 kg/h; Estanque colector de agua; Bomba de recirculación (1/2 HP)	
Secador	Rendimiento 700 kg/6 horas; quemador a gas de 175.000 BTU/h; Sistema de recirculación de aire con extractor de aire de 1 HP; Carros portabanderas (12); 11 Bandejas/carro; Capacidad de bandeja: 5,5 kg	
Cortador		Rendimiento 100 kg/hr; motor 2 HP; Velocidad de rotor 2500 rpm; 12 martillos fijos
Molino	Rendimiento 70 kg/h; Motor 3,5 HP; Velocidad de rotor 3700 rpm; 24 martillos pivotantes	
Calentador	Quemadores a gas propano	
Concentradores	Estanques de acero inoxidable; capacidad 300 l; diámetro 80 cm.	
Prensa	Cámara de prensado de acero inoxidable; capacidad de 150 l	
Tamizador		Rendimiento 20 kg/h; motor ¼ HP; 3 tamices ASTM N°6, 10 y 100.

Fuente: Elaboración con base en Grados *et al.* (2000)

Este proceso para la obtención de los productos indicados, se puede efectuar en instalaciones muy básicas y con operaciones simples.

La calidad final de estos productos dependerá en forma importante de la rigurosidad en aspectos de higiene y sanidad industrial, pero para productos de esta naturaleza, ese es un objetivo relativamente sencillo de cumplir.

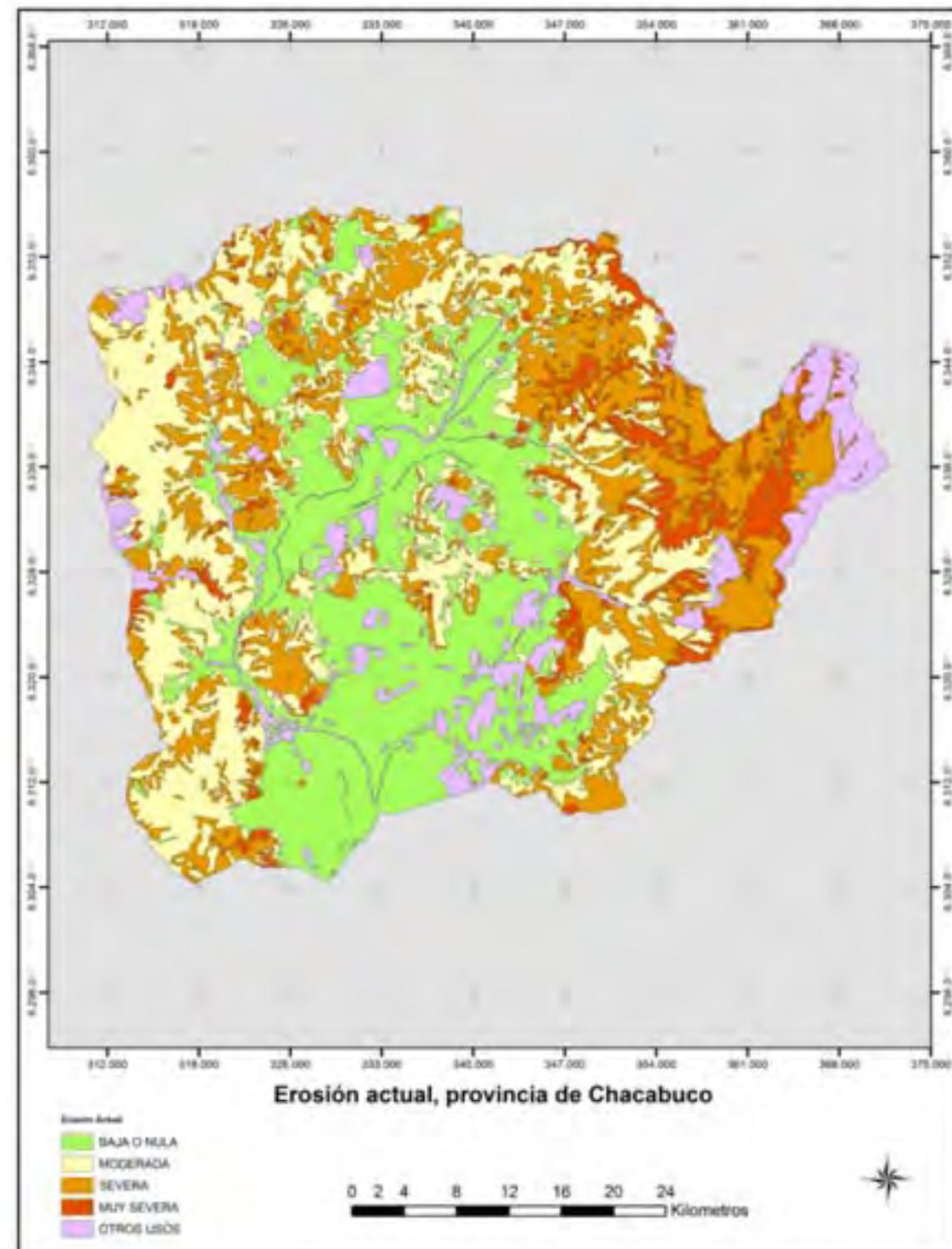
Como una forma de aportar datos para ulteriores análisis pro toma de decisiones, parece importante dimensionar los costos en que se puede incurrir, dado que la producción se localiza a nivel de productores diseminados en una gran área, haciendo recomendable que se realicen estos procesos a nivel predial, con el propósito de reducir el costo de transportar materia prima pre-elaborada. Estimar los costos, no solo de la etapa productiva sino también de la materia prima disponible para elaboración de producto final, resulta de gran importancia para quienes intervienen en el desarrollo del negocio.

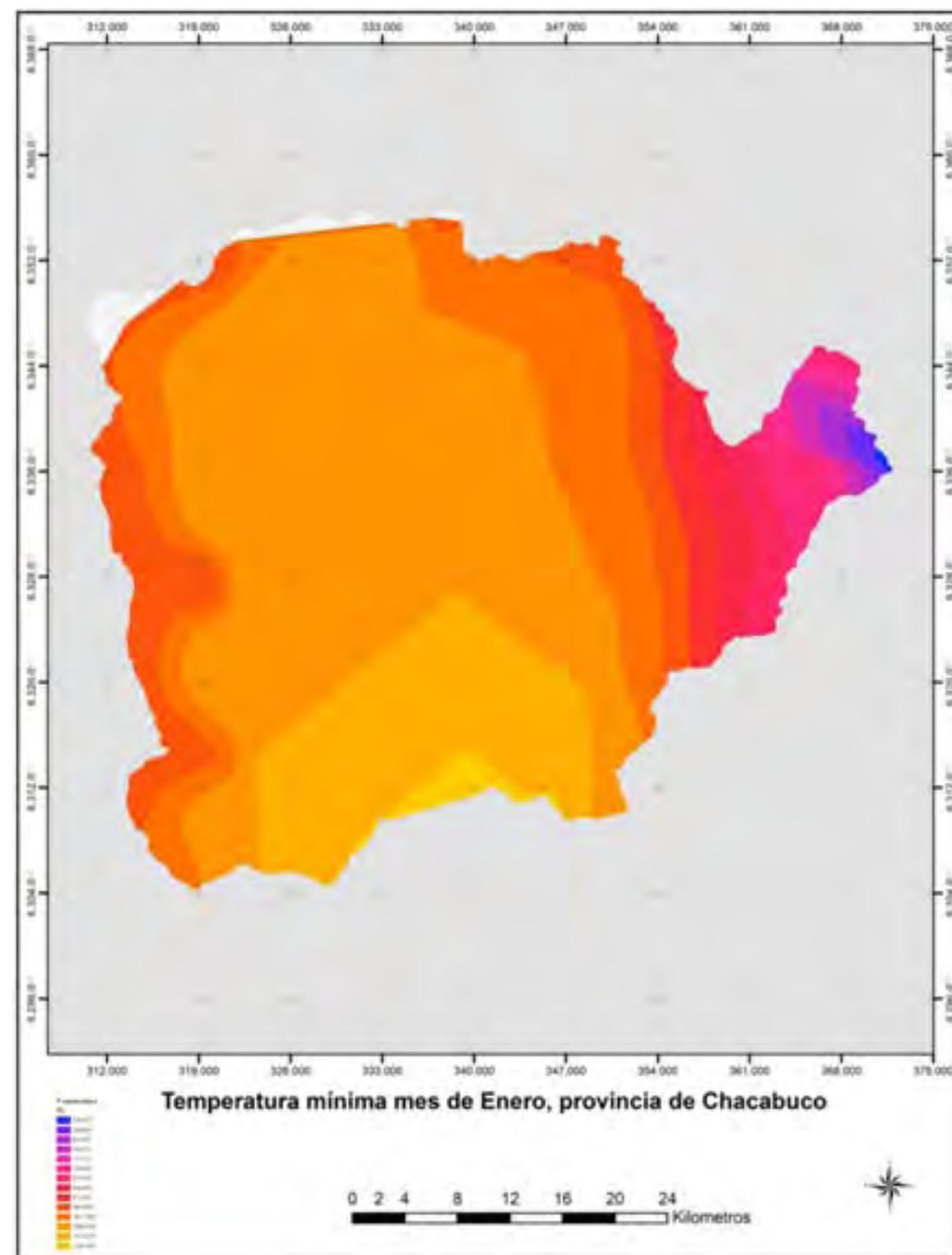
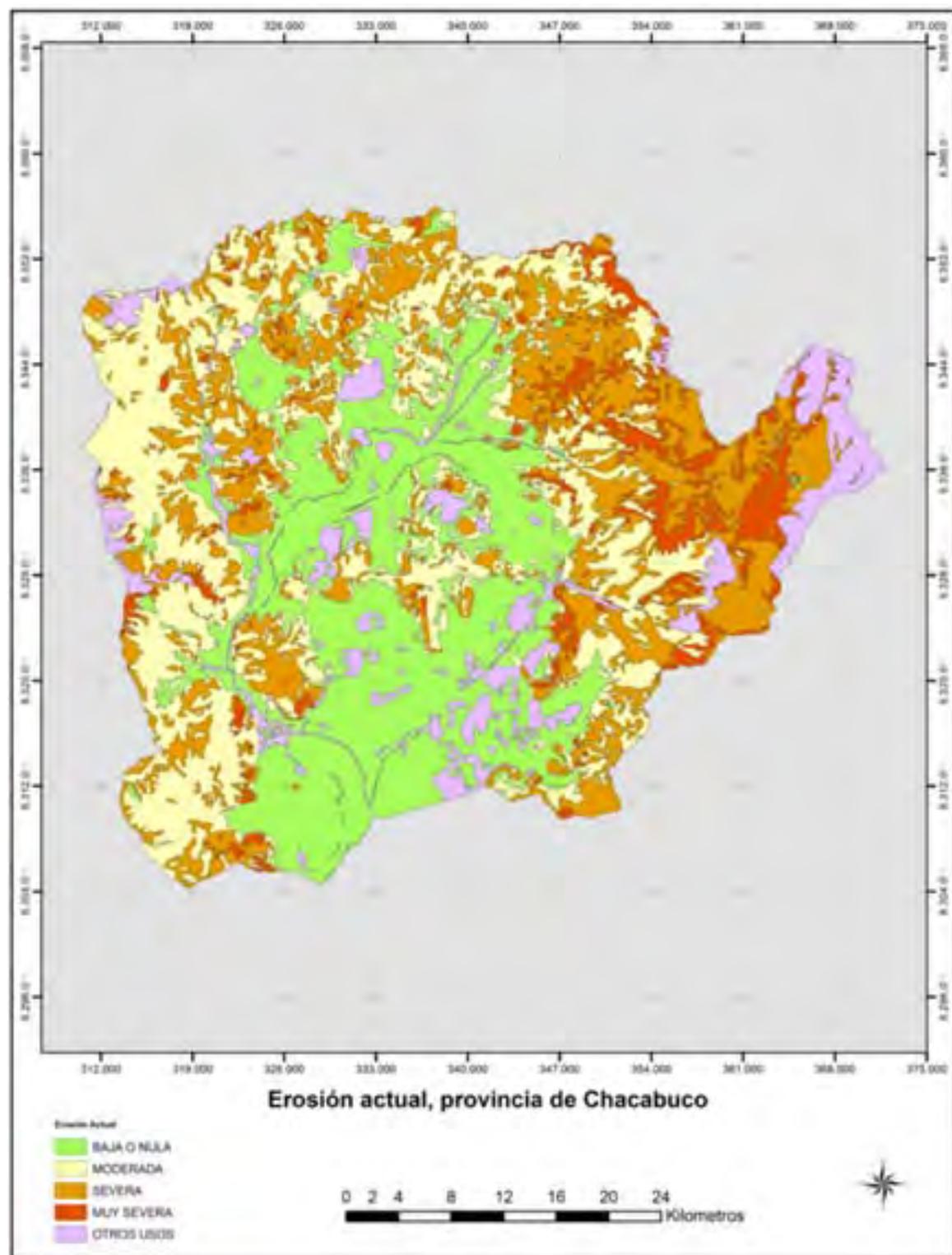
El transporte de la materia prima a planta representa un costo importante de modo que es recomendable la instalación de plantas de pequeño a mediano tamaño ubicadas cerca del recurso en lugar de grandes plantas alejadas de este, precaución que es conveniente para la mayoría de la agroindustria tradicional.

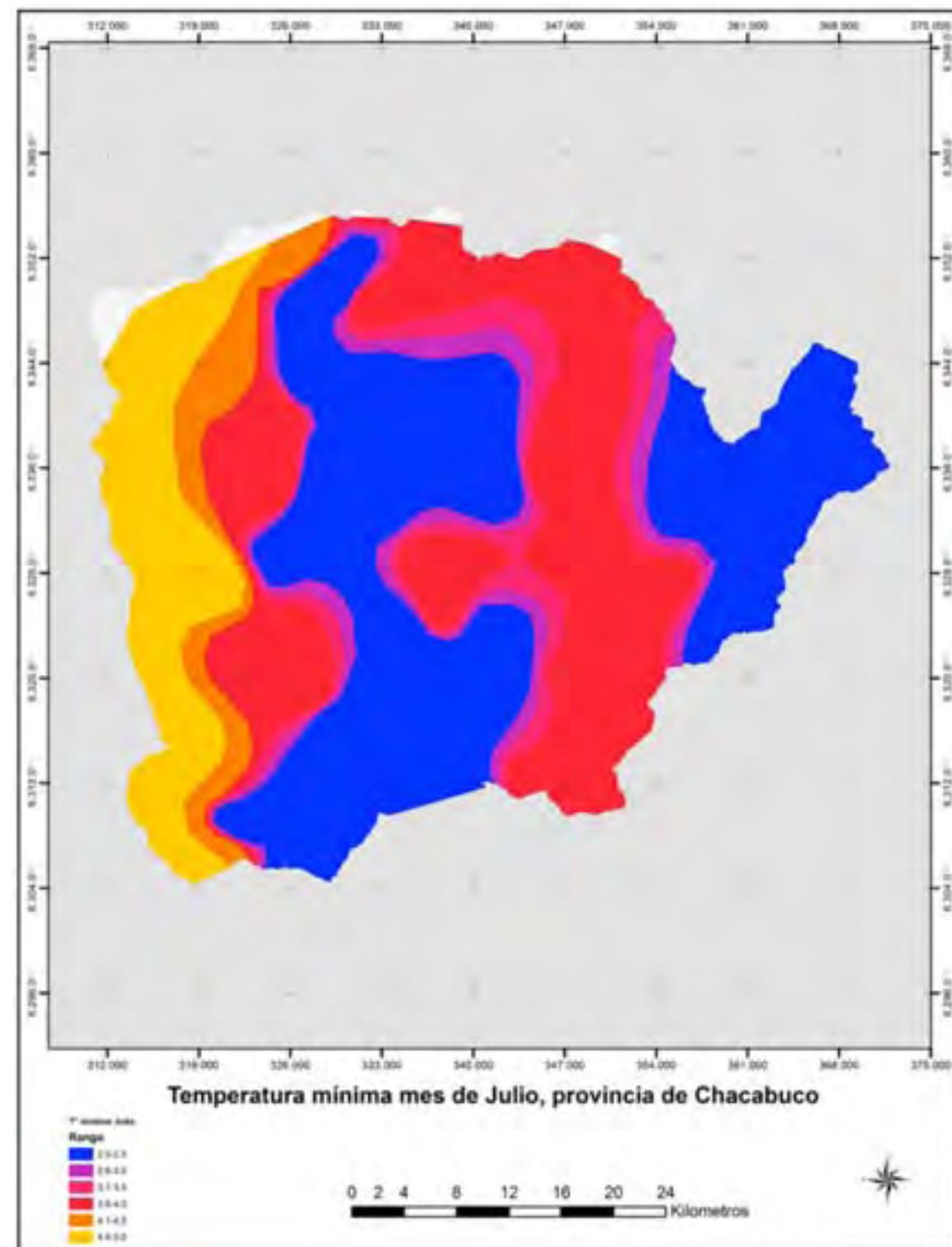
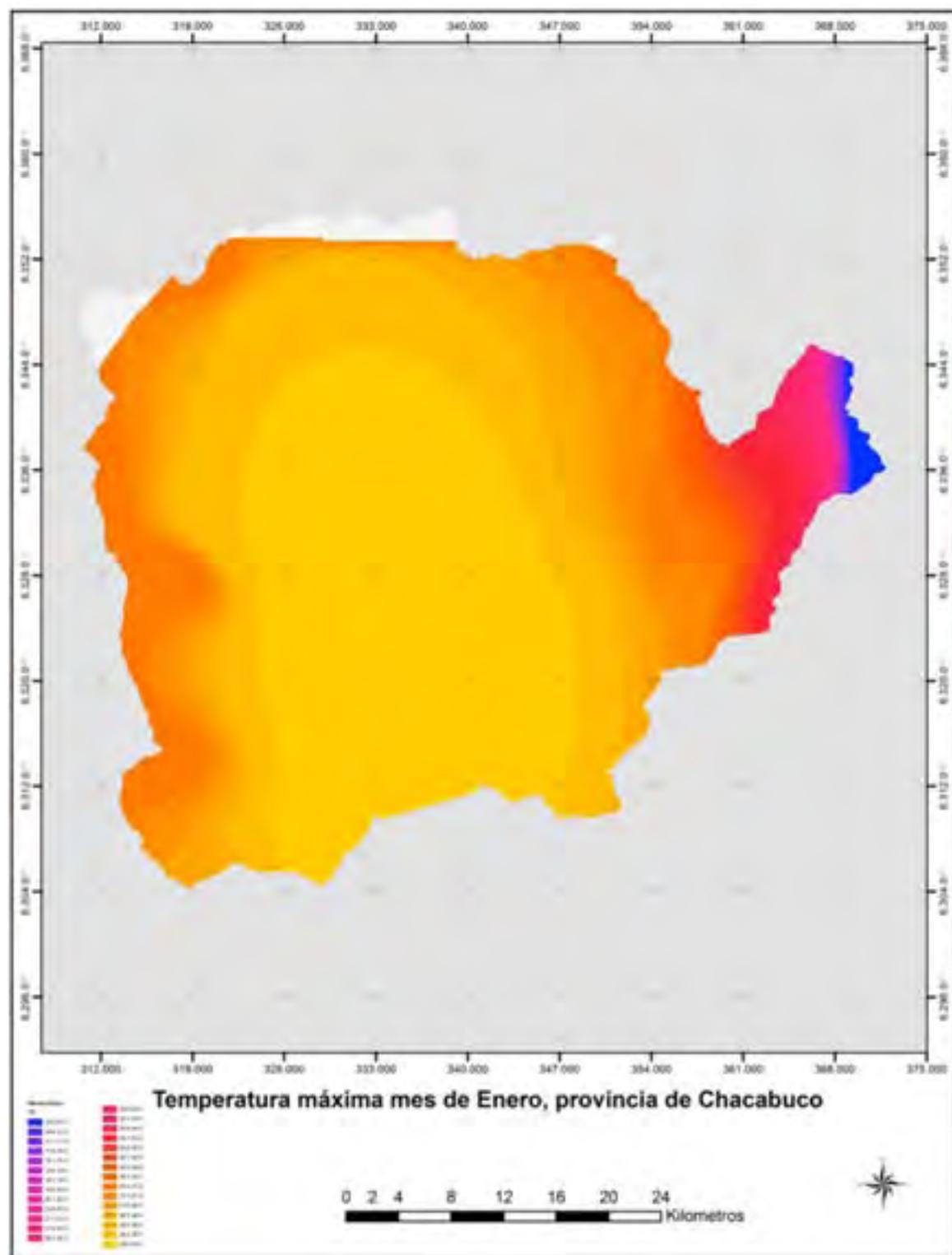
Es muy importante considerar que las instalaciones para el procesamiento primario de los frutos, deben ser de bajo impacto al medio ambiente. Esto significa que todos los procesos deben estar caracterizados por un mínimo de residuos contaminantes y por un bajo nivel de uso de agua. Este último aspecto es muy relevante, porque la mayoría de los procesos descritos utilizan agua, lo que hace necesario que el diseño de los procesos considere su reutilización, especialmente en áreas de crecimiento del algarrobo que son deficitarias en agua.

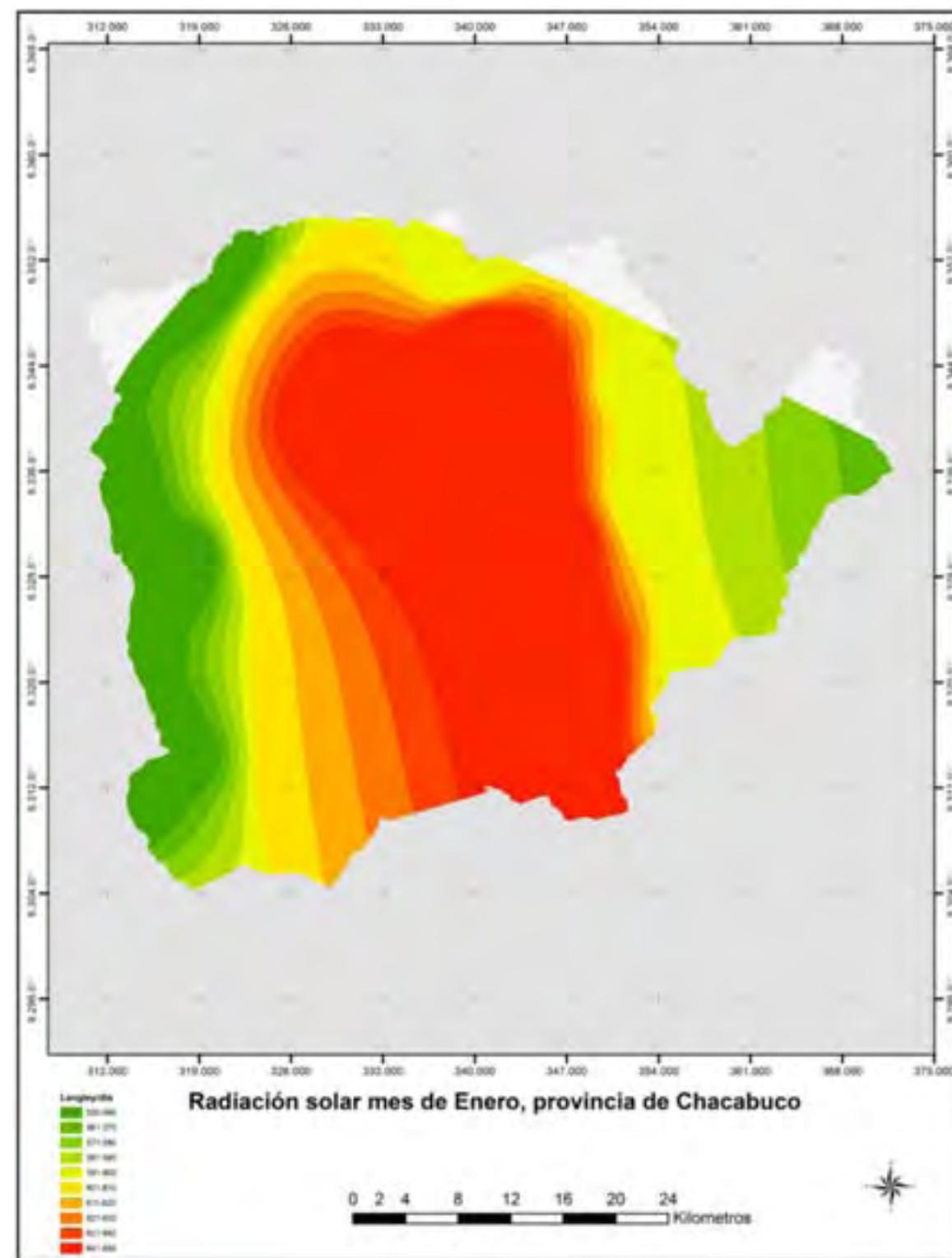
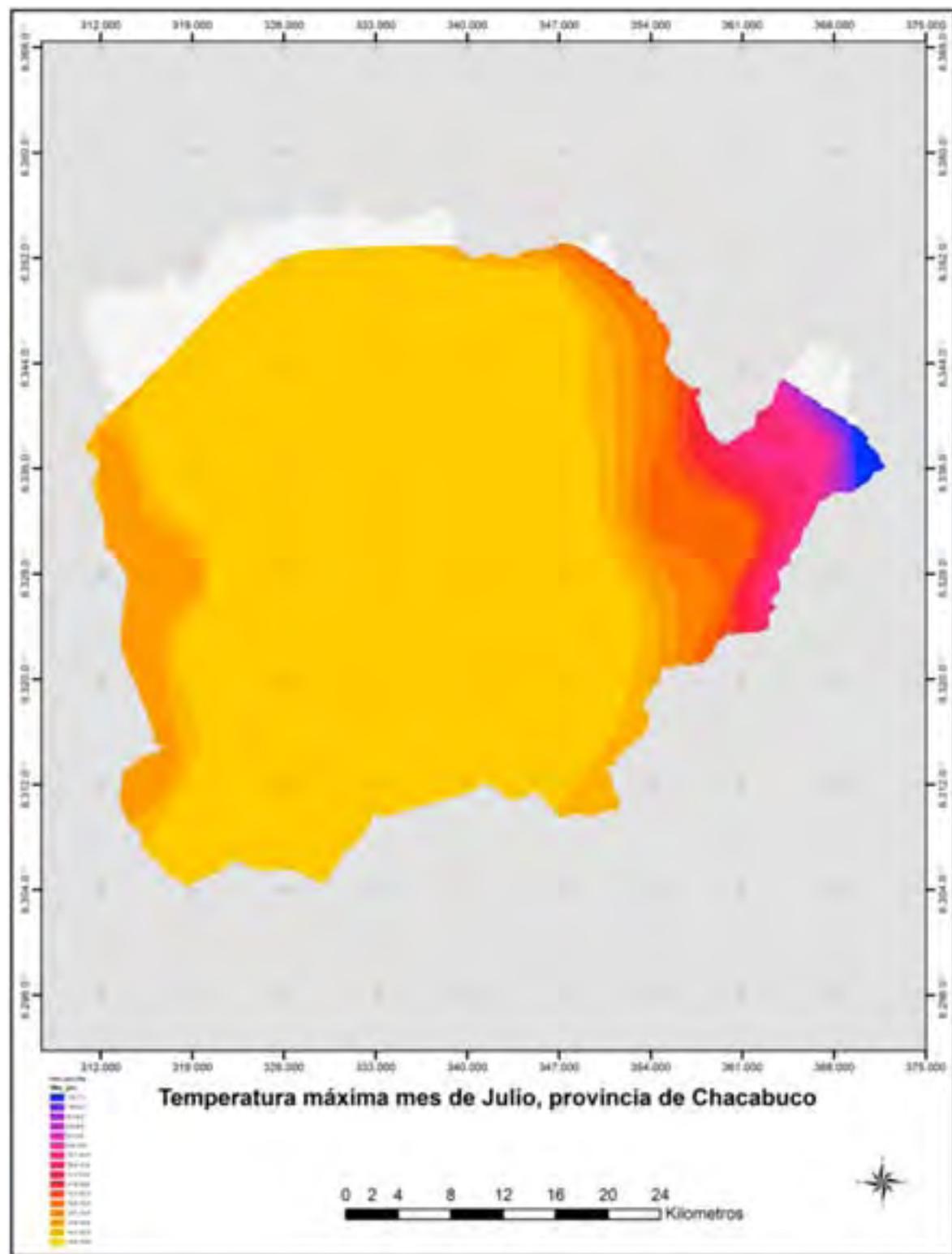
APÉNDICE 1.

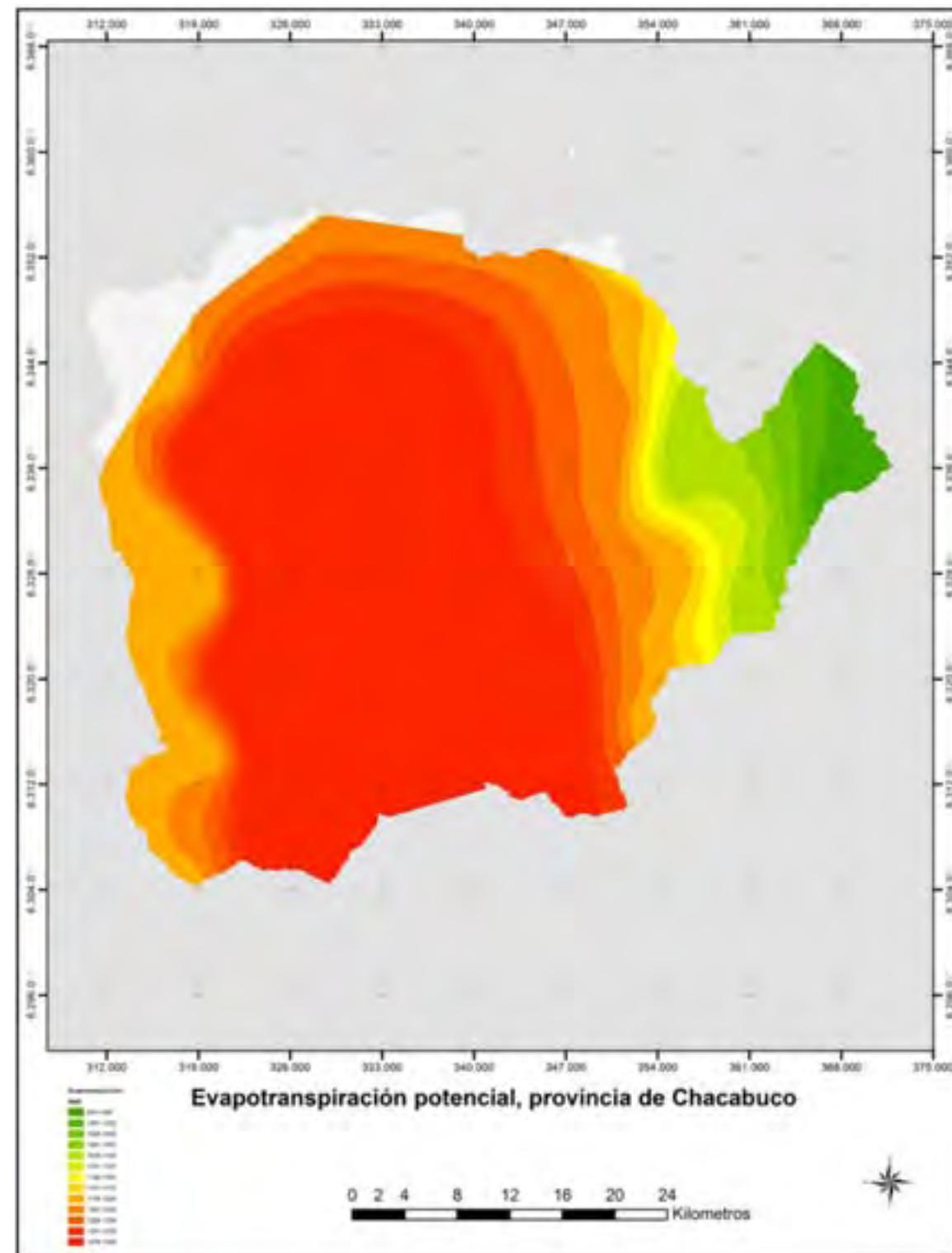
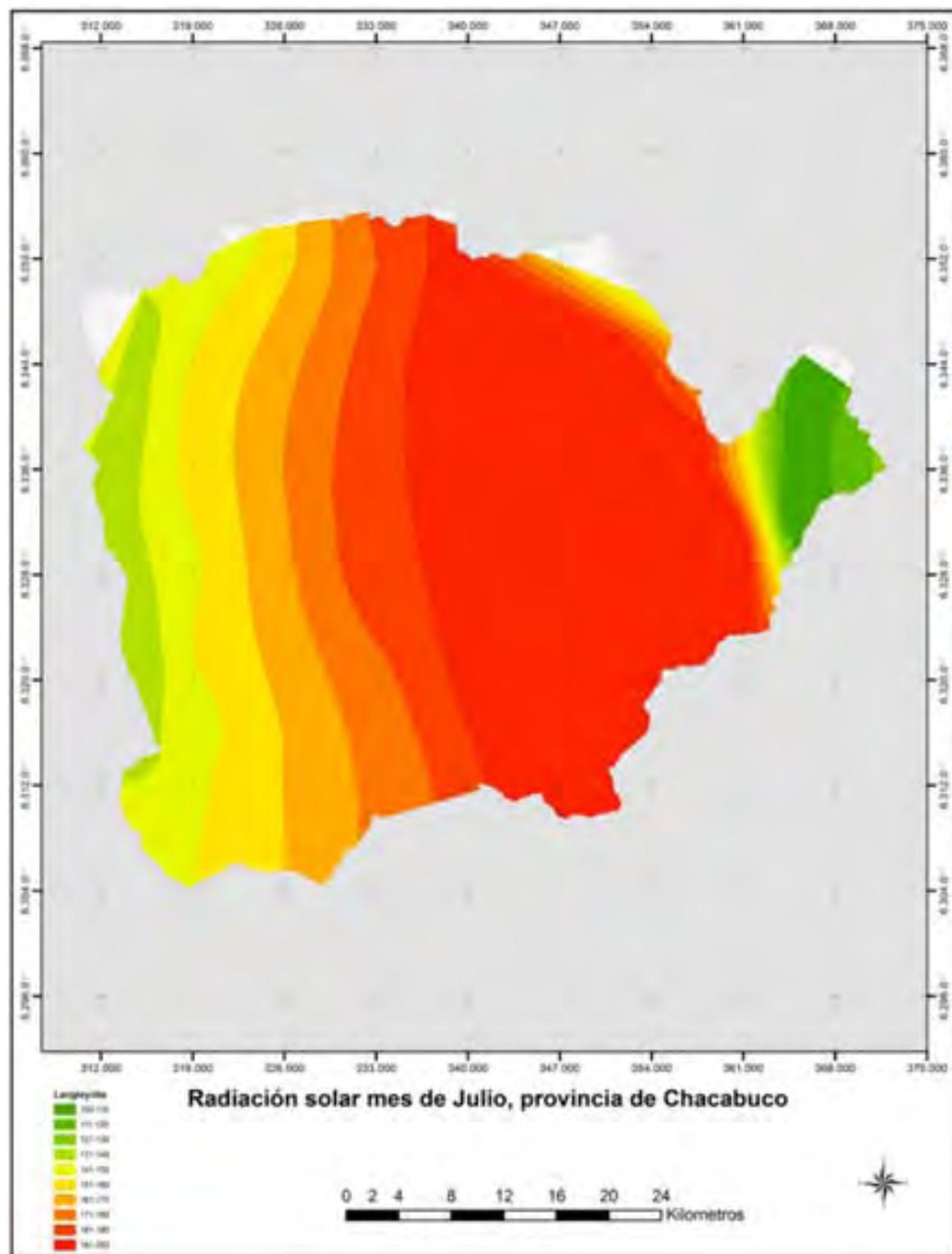
CARTAS TEMÁTICAS VARIABLES
DE SITIO PROVINCIA DE CHACABUCO











APÉNDICE 1.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Aedo, R. 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 para optar al Grado de Licenciado en Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 94p.
2. **Agencia Electrónica de Noticias Corrientes al día, 2006**. El Algarrobo. Fecha de consulta [noviembre/2012]. Disponible en: <http://www.corrientesal-dia.info/es/articulo/88195/Donde-crece-el-algarrobo>
3. **Aguirre, J.; Wrann, J. 1984**. El género *Prosopis* y su manejo en la Pampa del Tamarugo. In: Estado actual del conocimiento sobre *Prosopis tamarugo*. Mesa Redonda Internacional sobre *Prosopis tamarugo* Phil. Arica, Chile. Pp: 3-33.
4. **Altamirano, G. 2012**. Variedad de frutos y semillas en las especies del género *Prosopis* presentes en Chile. Corporación Nacional Forestal. Chile. Documento Técnico n°208. 12 p.
5. **Arce P.; Balboa, O. 1988**. Some Aspects of the Biology of *Prosopis* Growing in Chile. In: The current state of knowledge on *Prosopis juliflora*. II International Conference on *Prosopis*: Recife, Brazil, 25 - 29 August, 1986. Pp: 313-319.
6. **Balboa, O.; Parraguez, J.; Arce, P. 1988**. Phenology studies of *Prosopis* species growing in Chile. In: The current state of knowledge on *Prosopis juliflora*. II International Conference on *Prosopis*: Recife, Brazil, 25 - 29 August, 1986. Pp: 259-267.
7. **Barrantes, A. 2013**. Aporte de la Industria de Alimentos a una Vida Saludable. Seminario Ciencia e Innovación: Desafíos para una alimentación saludable, del campo a la mesa. Santiago, Chile. 2/julio/2013.
8. **Barros, S. 2010**. El Género *Prosopis*. Valioso Recurso Forestal de las Zonas Áridas y Semiáridas de América, África y Asia. Ciencia e Investigación Forestal. Vol. 19 N° 1. Abril 2010. Instituto Forestal, Chile.
9. **Barros, S.; Wrann, J. 1992**. El género *Prosopis* en Chile. Ciencia e Investigación Forestal, CIFOR, V.6 (2). Pp: 295-334
10. **Bernuy, E. 2003**. Incorporación de harina y de fibra purificada del fruto de algarrobo *Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz en el desarrollo de galletas. Tesis de Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención Producción Agroindustrial. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 82 p.
11. **Boucher, F.; Riveros, H.; Blanco, M.; Bustamante, W. 1998**. Icca: Programa de Desarrollo Agroindustrial Rural – PRODAR. Fecha de consulta [26/marzo/2012]. Disponible en: <http://books.google.cl/books?id=LqEgAQAAIAAJ&pg=PT182&dq=harina+algarrobo+rendimiento+vaina>
12. **Brack Egg, A. s/f. Biodiversidad y Alimentación en el Perú. Fecha de consulta [27/abril/2012]**, Disponible en: <http://www.parlatino.org/es/temas-especiales/pnuma-ciudadania-ambiental/seminario-del-pnuma-en-el-peru/biodiversidad-y-alimentacion-en-el-peru.html>
13. **Briones, M. ; Pañora, M. ; Yépez, D. 2010**. Plan de negocios de una empresa de servicio de alimentación para transporte terrestre interprovincial. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Economía y Negocios 89p.
14. **Caro, W.; Pinto, M.; Riveros, E. 1991**. Utilización de frutos de algarrobo (*Prosopis chilensis*) para reemplazar la proteína en dietas de conejos de carne. Avances en la Producción Animal. vol. 16 (1-2): 183-188.
15. **Castro, P. 2013**. Panorama General de la Obesidad en Chile. Seminario Ciencia e Innovación: Desafíos para una alimentación saludable, del campo a la mesa. Santiago, Chile. 2/julio/2013.
16. **CED Centro de Estudios del Desarrollo. 2012**. Diagnóstico de los Suelos en la Región Metropolitana. Fecha de Consulta [marzo/2012]. Disponible en: www.ced.cl/ced/wp-content/uploads/2012/03/diagnosticosuelo.pdf.
17. **CONAF-CONAMA, 2003**. Actualización Catastro de Uso de Suelo y Vegetación, Región Metropolitana 12p.
18. **DATASUR**. Sitio web de comercio exterior Datasur.com (Macroscopio Chile). Disponible en: <http://www.datasur.com>.

19. **Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre, 2012.** Estadística Forestal del Perú 2000-2010. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. Disponible en: <http://dgffs.minag.gob.pe/>.
20. **Escobar, B.; Estévez, A.; Fuentes, C.; Venegas, 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 Vol. 59 (2): 191-198.
21. **Escobar, B.; Romeo, M.; Baeza, G.; Soto, X.; Vásquez M. 1987.** Caracterización y composición química del fruto de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz). Revista Chilena de Nutrición 15 (2): 113-116.
22. **Fagg, C.; Stewart, J. 1994.** The value of *Acacia* and *Prosopis* in arid and semi-arid environments. Journal of Arid Environments 27: 3-25.
23. **FAO, 1997.** *Prosopis chilensis*. In: Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas de América Latina. Serie: Zonas áridas y semiáridas N°12. Santiago, Chile. 347 p.
24. **FAO, 2000.** *Prosopis chilensis* (Molina) Stuntz.emend Burkart. In: El género *Prosopis* "algarrobos" en América Latina y el Caribe. Distribución, Bioecología, Usos y Manejo. [Fecha de consulta: abril/2013] [Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/ad314s/AD314S04.htm>]
25. **Figuerola, G.; Dantas, M. 2006.** Recolección, procesamiento y consumo de frutos silvestres en el noroeste semiárido argentino. Casos actuales con implicancias arqueológicas. La Zaranda de Ideas 2: 35-50p.
26. **Figuerola, F. 2013.** Identificación de usos potenciales de ingredientes, considerando su utilización en el desarrollo de nuevos productos o para potenciar otros ya existentes. Caracterización de procesos para su obtención. Documento de Circulación Interna. En Proyecto FIC Desarrollo de nuevos productos alimenticios de consumo humano, a partir de algarrobo (*Prosopis* sp), Instituto Forestal (INFOR), Santiago, Chile.
27. **Floriott, P.; Thames, J. 1983.** Recolección, manipuleo, almacenaje y pre-tratamiento de las semillas de *Prosopis* en América Latina. Documento FAO. 43p.
28. **Fuentes, C. 1998.** Elaboración de galletas con incorporación de harina de cotiledón de algarrobo sometido a dos tratamientos térmicos. Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 68p.
29. **Gajardo, R. 1994.** La Vegetación Natural de Chile: Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 165p.
30. **Gay, C. 1862.** Historia Física y política de Chile. Tomo Primero. 487p.
31. **Gil de Ringuet, s/f.** Frutos de Algarrobo: Alimentación Humana. Fecha de consulta [27/noviembre/2012]. Disponible en: <http://www.agora.com.ar/prueba/p151at.htm>
32. **Glibota, G.; Díaz, C.; Prokopiuk, D. 2000.** Tecnología del proceso de separación de las partes de la algarroba (fruto). Comparación de rendimientos. Fecha de consulta [noviembre/2012]. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/7-Tecnologicas/T-075.pdf>
33. **González, M. 2012.** Producción y comercialización de alimentos derivados del algarrobo. Informe Técnico Gira de Innovación. INFOR/FIA/Gobierno Regional Metropolitano. Noviembre de 2012. 21p.
34. **Grados, N.; Ruiz, W.; Cruz, G.; Díaz, C; Puicón, J. 2000.** Productos industrializables de la algarroba peruana (*Prosopis pallida*): Algarrobina y Harina de Algarroba. Multequina 9(2):119-132.
35. **Guiñez, M.A. 1994.** Estabilidad en el almacenamiento de barras de cereal-maní y cereal-nuez con cotiledón de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz). Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 80p.
36. **Henderson, B. 1973.** The Experience Curve Reviewed, IV. The Growth Share Matrix of the Product Portfolio, The Boston Consulting Group, Perspectives n° 135.
37. **Ilustre Municipalidad de Colina, 1986.** Antología de Colina 1896-1986. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 93p.

38. **Ilustre Municipalidad de Petorca, 2012.** Reseña Histórica. Fecha de consulta [octubre/2012]. Disponible en: <http://www.municipalidadpetorca.cl/index.php/petorca/resena-historica>
39. **INDECOPI. 2009.** Algarroba: Compendio de Normas Técnicas Peruanas y Guías para su Implementación. Lima, Perú. 126p.
40. **INFOR. 1986.** Estadísticas Forestales 1985. Serie Informática 34. División Estudios Económicos, Instituto Forestal, Corporación de Fomento de la Producción. Santiago, Chile. 98 p.
41. **INFOR. 2009.** Anuario Forestal 2009. Boletín Estadístico 125. Subgerencia de Estudios Económicos y del Ambiente. Santiago, Chile. 159 p.
42. **INFOR. 2013.** Productos Forestales No Madereros, Boletín 15 Marzo 2013. Instituto Forestal. Santiago, Chile. Fecha de consulta [07/abril/2013]. Disponible en: <http://www.infor.cl/es/iym.html>.
43. **Instituto de Salud Pública, 2010.** Programa de inocuidad de los alimentos. Reporte de estudios 2008-2009. Santiago, Chile. 131p.
44. **Johnson, C. 1983.** Manual sobre insectos que infestan la semilla de *Prosopis*. Ecología, control e identificación de insectos del nuevo mundo que infestan la semilla de *Prosopis* (Leguminosae). Documento FAO. 59p.
45. **Looser, G. 1962.** La importancia del algarrobo (*Prosopis chilensis*) en la vegetación de la Provincia de Santiago, Chile. Revista Universitaria 47: 104-116.
46. **Martin, F. 1989.** Extraíbles químicos de especies nativas en zonas áridas y semiáridas. Investigación y Desarrollo de Áreas Silvestres en Zonas áridas y semiáridas. Documento de Trabajo n°24. 43p + anexos.
47. **Ministerio de Agricultura, Subsecretaría de Agricultura, 2009.** Decreto 68: Establece, aprueba y oficializa nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país. Fecha de consulta [03/mayo/2012]. Disponible en: <http://www.leychile.cl/N?i=1008674&f=2009-12-02&p=>
48. **Ministerio de Medio Ambiente Provincia de San Luis. 2012.** Buscan producir harina de algarrobo para conservar ecosistemas provinciales. Fecha de consulta [04/junio/2012]. Disponible en: <http://www.medioambiente.sanluis.gov.ar/mambienteasp/paginas/InfoPrensaDetalle.asp?Temald=1&InfoPrensald=455>
49. **Ministerio de Tierras y Colonización. 1955.** Decreto 366: Reglamenta explotación de Quillay y otras especies forestales. Fecha de consulta [junio/2012]. Disponible en: <http://www.leychile.cl/Navegar/?idNorma=199547&idVersion=1955-02-26&idParte>
50. **Moglia, J.; Cisneros, A.; González, D.; Bravo, S. (s/f). Relación entre la superficie de copa y el diámetro del árbol en *Prosopis alba* Griseb. Fecha de consulta [04/julio/2013].** Disponible en: http://web.catie.ac.cr/iufrolat/Resumenes-ponencias/Moglia_Juana.docx
51. **Muñoz, R. 2013a.** Bases para el análisis de un potencial de negocio con base a productos alimentarios elaborados con componentes del algarrobo (*Prosopis* sp). Documento Interno n°2, Consultoría Apoyo en diseño de estrategia competitiva y plan de ejecución de plan de negocios para productos alimenticios elaborados a partir de algarrobo. Proyecto FIC "Desarrollo de nuevos productos alimenticios de consumo humano, a partir de algarrobo (*Prosopis* sp)", Instituto Forestal (INFOR). Santiago, Chile.
52. **Muñoz, R. 2013b.** Bases para el desarrollo de negocios de productos elaborados con frutos de algarrobo (*Prosopis* sp). Informe Final de Consultoría Apoyo en diseño de estrategia competitiva y plan de ejecución de plan de negocios para productos alimenticios elaborados a partir de algarrobo. En Proyecto FIC Desarrollo de nuevos productos alimenticios de consumo humano, a partir de algarrobo (*Prosopis* sp), Instituto Forestal (INFOR), Santiago, Chile.
53. **OMS. 2003.** Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas. Serie de Informes Técnicos n°916. Ginebra, Suiza. 152p.
54. **Ortiz G., J. 1966.** Algunos forestales chilenos de la estepa septentrional. Boletín Técnico N°23. Ministerio de Agricultura, Dirección y Agricultura y Pesca, Departamento de Extensión Agrícola. 44p.
55. **Peralta, M.; Serra, M. 1987.** Caracterización del hábitat natural de las especies del género *Prosopis*, en las provincias de Huasco y Copiapó, III Región, Chile. Programa Investigación y Desarrollo de Áreas Silvestres Zonas Áridas y Semiáridas de Chile. FO:DO/CHI/83/017. Documento de Trabajo N°9. 121p.

56. **Portal Perú Ecológico. Algarrobo (*Prosopis pallida*). ONG Perú Ecológico 2012**, Fecha de consulta [mayo/2013]. Disponible en: http://www.peruecologico.com.pe/flo_algarrobo_1.htm.
57. **Sáez, C. 2006**. Estudio de tres métodos de pelado para extracción de cotiledón de algarrobo (*Prosopis chilensis* Mol. Stuntz) y caracterización de la harina obtenida. Tesis para obtener el Grado de Licenciado en Ciencia de los Alimentos. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería en Alimentos. Valdivia, Chile. 75p.
58. **SAyDS, 2005**. Estudio de los sistemas productivos en montes nativos explotados en el parque chaqueño sub-región chaco semiárido. Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas PIARFON Parque Chaqueño Subregión Chaco Semiárido. Fecha de consulta [20/noviembre/2012]. Disponible en: <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=947>
59. **Sagas, A. 2012**. Lectura de etiquetado nutricional: ¿Sabes lo que comes?. Salud Total Clínica Santa María 74:18-19.
60. **SAGPyA. 2003**. Obtención de harina de algarrobo. Catálogo de Tecnologías para Pequeños Productores Agropecuarios. Fecha de consulta [09/mayo/2012]. Disponible en: <http://www.buscagro.com/biblioteca/tecnologias/catalogo/tecnologia/128.htm>
61. **Schmidt-Hebbel H, Pennacchiotti I, Tabla de composición química de alimentos chilenos. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, 1992**. http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmacenticas/schmidth03/index.html
62. **Schwartz, E. 2004**. Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina, Informe Nacional Perú. Documento de Trabajo. FAO/ROMA. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/007/j4024s/j4024s00.htm#TopOfPage>.
63. **Suárez, C. 2003**. Utilización de dos métodos en la extracción húmeda de mucílago de semilla de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz). Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Agronomía. Santiago, Chile. 32p.
64. **The Economist. Intelligence Unit, 2013**. Nutrición en Chile: cambios globales, soluciones locales. Dupont. Nueva York, Estados Unidos. 8p.
65. **Traskauskas, C.; Glibota, G.; Camprubi, G. 2001**. En busca de una alternativa económica viable para la fabricación de productos alimenticios derivados de la chaucha de algarrobo blanco. Fecha de consulta [junio/2012]. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/7-Tecnologicas/T-058.pdf>
66. **Traskauskas, C.; Glibota, G.; Camprubi, G. 2002**. Producción en escala piloto de productos alimenticios derivados del algarrobo: aspectos tecnológicos y de mercado. Fecha de consulta [noviembre/2012]. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2002/7-Tecnologicas/T-055.pdf>
67. **Traskauskas, Carlos P.; Glibota, Gustavo S.; Camprubi, Germán E. 2001**. El desarrollo de nuevos productos alimenticios en la economía regional Chaqueña. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/7-Tecnologicas/T-067.pdf>
68. **Ugarte, V. 1994**. Utilización de cotiledones de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stunz) en la formulación de barras de cereal con distintos niveles de maní y nuez. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, escuela de Agronomía. Santiago, Chile. 71p.
69. **Vásquez, M.; Zacarías, I.; Escobar, B.; Yáñez, E. 1991**. Calidad biológica de la proteína de los cotiledones de algarrobo tratadas por calor seco y calor húmedo. Alimentos 1 (16):5-8
70. **Venegas, D. 2001**. Incorporación de harina de cotiledón de algarrobo chileno (*Prosopis chilensis* (Mol.) Stunz) en la elaboración de hojuelas fritas. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Agronomía. Santiago, Chile. 61p.
71. **Watts, B.; Ylimaki, G.; Jeffery, L.; Elías, L. 1989**. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Ottawa, Canadá. 170p.



