



UNIVERSIDAD  
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
**PIRHUA**

# ESTUDIO TÉCNICO DE LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE LÚCUMA EN LA SIERRA DE PIURA

Riky Alfonso Del Castillo Málaga

Piura, 05 de Abril de 2006

FACULTAD DE INGENIERÍA

Área Departamental de Ingeniería Industrial y Sistemas

Abril 2006



Esta obra está bajo una [licencia](#)  
[Creative Commons Atribución-](#)  
[NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura

UNIVERSIDAD DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



“Estudio técnico de la producción de harina de lúcuma en la sierra de Piura”

Tesis para optar el Título de  
Ingeniero Industrial y de Sistemas

Riky Alfonso Del Castillo Málaga

Asesor: Dr. Ing. Gastón Cruz Alcedo

Piura, Marzo 2006

## PRÓLOGO

La lúcuma es una fruta que crece casi de modo silvestre en varias zonas de la sierra peruana. En Piura, está presente en las provincias de Morropón, Huancabamba y en menor grado en Ayabaca. Dicho recurso es usado para el consumo de la población de la zona, comercializado y en gran proporción desperdiciado. La experiencia de la primera campaña del verano del año 2004, realizada por el Programa Chalaco o Programa de Desarrollo Sostenible de Ecosistemas de Montaña en el Perú (PDSEMP) que ejecuta la Universidad de Piura en la zona de Chalaco, demostró que era posible la producción de harina de lúcuma. Sin embargo era necesario y factible realizar mejoras en la técnica de procesamiento de la harina de lúcuma.

La posibilidad de continuar con un proyecto que había logrado sus metas, ayudando de esta forma, a elevar el nivel de calidad de vida de los pobladores de Chalaco, fue lo que me motivó a realizar la presente tesis. Esto implicaba realizar mejoras y definir los parámetros de cada etapa del proceso de obtención de harina de lúcuma, con la finalidad de llevar un mayor control del éste y por consiguiente realizar las mejoras respectivas. Además de la debida capacitación y organización de personas de la zona, cuya labor esta dedicada principalmente a la agricultura, para que puedan realizar un adecuado proceso a la lúcuma.

Agradezco al Dr. Ing. Gastón Cruz Alcedo por el asesoramiento durante la realización de la tesis y al PDSEMP por la oportunidad de llevar a cabo esta investigación.

## **RESUMEN**

El presente trabajo estudia los parámetros y mejoras de las etapas del proceso de obtención de harina de lúcuma, aplicados al proyecto productivo que desarrolla el Programa de Desarrollo Sostenible de Ecosistemas de Montaña en el Perú (PDSEMP) en varios caseríos del distrito de Chalaco, Piura.

Para ello se estableció el uso de indicadores de tiempo, rendimiento, clima y calidad; así como el cursograma analítico del material. Además, se evaluó la calidad del producto a través de pruebas de sólidos solubles, humedad, granulometría, etc.

Fue posible la producción de harina de lúcuma en Chalaco con materia prima, personal y clima de la zona. Sin embargo, la capacidad máxima de oferta de harina de lúcuma por Unidad de Procesamiento Empresarial (UPE), conformada por un módulo de procesamiento y secado solar, es de 140 kg por campaña. Esto significa que, si fuesen 7 UPES, la producción llegaría como máximo a 1000 kg.

La harina de lúcuma elaborada en la campaña 2004-2005 en el marco del proyecto, fue de color amarillo claro, de sabor característico dulce y olor tenue. Estas características organolépticas no permiten ingresar a los mercados de exportación más exigentes, pero existe la posibilidad de mejorarlas mediante un control más riguroso en el acopio de fruta y en el secado de hojuelas.

La cantidad de harina de lúcuma producida en total por 7 UPES fue de 470 kg y logró venderse en el departamento de Piura para la fabricación de helados.

## ÍNDICE GENERAL

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: LA LÚCUMA.....</b>	<b>3</b>
1.1. Importancia y usos .....	3
1.1.1. Origen .....	3
1.1.2. Importancia .....	3
1.1.3. Composición química y valor nutricional de la lúcuma .....	4
1.1.4. Usos .....	5
1.2. Aspectos botánicos y morfológicos .....	5
1.2.1. Ubicación taxonómica .....	5
1.2.2. Características de la planta .....	5
1.2.3. Estructura del fruto .....	8
1.3. Mercado de la lúcuma .....	8
1.3.1. Oferta .....	8
1.3.2. Demanda .....	10
1.3.3. Precios.....	10
1.4. Fundamentos del secado .....	12
1.4.1. Secado con aire caliente.....	12
1.4.2. Cambios en el alimento durante el secado.....	14
<b>CAPÍTULO II: HARINA DE LÚCUMA.....</b>	<b>17</b>
2.1. Generalidades.....	17
2.1.1. Definición .....	17
2.1.2. Importancia .....	17
2.1.3. Composición .....	17
2.2. Mercado de harina de lúcuma .....	18
2.2.1. Oferta .....	18
2.2.2. Demanda .....	21
2.2.3. Precios.....	23
2.3. Problemática que afronta la producción de harina de lúcuma .....	23
2.4. Experiencias empresariales en el Perú .....	24

<b>CAPÍTULO III: PROCESAMIENTO DE LÚCUMA EN LA SIERRA DE PIURA.</b>	<b>27</b>
3.1. El Programa Chalaco .....	27
3.1.1. Ámbito geográfico.....	27
3.1.2. Duración del proyecto .....	27
3.1.3. Objetivos e importancia del proyecto.....	28
3.1.4. Población beneficiaria .....	28
3.1.5. Viabilidad ecológica.....	28
3.1.6. Propuesta productiva .....	29
3.2. Plan de trabajo para la producción de harina de lúcuma .....	29
3.3. Avances logrados el año 2004 .....	30
3.4. La situación al inicio del estudio .....	34
3.4.1. Variedades de lúcuma y potencial productivo en la zona .....	34
3.4.2. Infraestructura de procesamiento disponible.....	36
3.4.3. Organización de los productores .....	37
3.4.4. Instalación del secador solar, a gas y molino .....	41
3.5. Etapas del proceso de obtención de harina de lúcuma.....	41
3.5.1. Recepción y selección .....	41
3.5.2. Lavado y desinfectado.....	42
3.5.3. Pelado .....	42
3.5.4. Deshuesado.....	42
3.5.5. Rebanado en hojuelas .....	42
3.5.6. Secado.....	42
3.5.7. Molienda.....	43
3.5.8. Envasado.....	43
<b>CAPÍTULO IV: PARTE EXPERIMENTAL.....</b>	<b>45</b>
4.1. Materia prima utilizada .....	45
4.2. Instrumentos de medida .....	45
4.3. Equipos para los ensayos .....	47
4.4. Procesamiento en Chalaco y Piura.....	51
4.4.1. Flujograma del proceso .....	51
4.5. Métodos de medición en el proceso.....	53
4.6. Métodos de análisis y control de calidad .....	54
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>55</b>
5.1. Observaciones y modificaciones en las etapas del proceso .....	55
5.2. Comportamiento de distintos tipos de lúcuma en el proceso.....	64
5.3. Comparación de eficiencias del secado solar en Chalaco y Piura .....	65
5.4. Balance de materia del proceso optimizado .....	68
5.5. Determinación de parámetros para establecer una harina de calidad .....	68

5.5.1. Determinación de sólidos solubles en la harina de lúcuma .....	68
5.5.2. Granulometría .....	70
5.5.3. Humedad .....	70
5.5.4. Características organolépticas .....	71
5.5.5. Resultados microbiológicos.....	73
5.6. Variables de productividad y calidad .....	73
5.6.1. Marco de referencia sobre prácticas de higiene .....	73
5.6.2. Cursograma analítico de la materia prima para Chalaco .....	74
5.6.3. Determinación de rendimientos .....	77
5.6.4. Costos de producción.....	78
5.6.5. Cumplimiento de las especificaciones técnicas.....	81
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>84</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>88</b>

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como finalidad analizar y optimizar el proceso de elaboración de harina de lúcuma que viene siendo aplicado por grupos organizados de pobladores de la zona de Chalaco, con una tecnología simple. Este estudio abarca todas las etapas del proceso de obtención de harina de lúcuma (desde el acopio de fruta hasta el envasado de la harina), las cuales arrojarán datos que permitirán controlarlas y optimizarlas.

El capítulo I trata sobre las generalidades de la lúcuma; se dan a conocer sus características físicas y sensoriales, además de las características de este frutal y sus variedades. También abarca temas de oferta y demanda de esta fruta y fundamentos del secado.

El capítulo II trata acerca de las generalidades de la harina de lúcuma, su oferta y demanda. Además se enfoca el problema de la producción de harina de lúcuma y algunas experiencias empresariales en el Perú.

El capítulo III está enfocado netamente en las condiciones de materia prima, organización y infraestructura en el distrito de Chalaco. Se explica en qué consiste el Programa Chalaco, el plan propuesto para la campaña 2004-2005 así como las experiencias obtenidas en la campaña 2003-2004. Específicamente se detalla las variedades de lúcuma en Chalaco, la organización de sus productores y la instalación de los equipos necesarios. También se desarrollan las etapas del procesamiento de lúcuma tomando como fuente experiencias de procesamiento de la campaña 2004 e información bibliográfica.

En el capítulo IV se da información técnica de los equipos utilizados. Se describen las experiencias e información técnica de la presente campaña. También se explican los métodos que permitirán realizar comparaciones de rendimientos para poder realizar mejoras, además los métodos de análisis para el control de calidad del producto tanto durante su procesamiento como al final.

En el capítulo V se hará la comparación de cada etapa del procesamiento de harina de lúcuma en Chalaco y en Piura, y se harán recomendaciones y mejoras de cada una de éstas. También se hará un balance de materia optimizado con la variedad de lúcuma de Chalaco. Se darán los resultados de los factores de calidad tomados y los cuadros de tiempos, rendimientos y costos.

# CAPÍTULO I: LA LÚCUMA

## 1.1. Importancia y usos

### 1.1.1. Origen

El lúcumo es un frutal nativo de los valles interandinos del Perú, Ecuador y Chile. Según cronistas e historiadores, el uso de la lúcuma proviene de épocas anteriores al incanato, habiéndose encontrado representaciones del fruto de lúcumo en huacos y tejidos en las tumbas de las culturas preincas (ver figura 1.1). La lúcuma se consumía hace ya dos mil años, remontándose su origen a la cultura Nazca. También se evidencia en imágenes de huacos de la cultura Mochica, la misma que se desarrolló en la Costa Norte del Perú <sup>[13,14]</sup>. Esto corrobora un aprovechamiento ancestral como parte de la dieta alimenticia en esas y otras poblaciones que se asentaron en localidades de la costa y sierra del Perú. La lúcuma es una fruta originaria de nuestro país que por su calidad y tradición histórica puede tener mayores perspectivas en el mercado internacional.

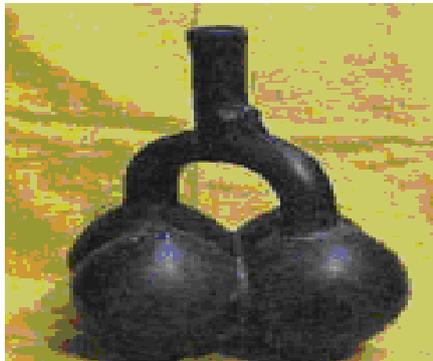


Figura 1.1. Cerámicas preincas representando frutas de lúcuma con forma esférica y cónica.

### 1.1.2. Importancia

En estos últimos años la lúcuma ha generado expectativas en los inversionistas, como consecuencia de la creciente demanda de empresas en el exterior; dedicadas al comercio de productos naturales y exóticos. Por otra parte, la tendencia del mercado mundial de productos industrializados, se orienta a alimentos funcionales que presenten propiedades antioxidantes y anti-cancerígenas. Algunas investigaciones de mercado y pruebas de sabor dan cuenta de la creciente aceptación de la lúcuma en exigentes mercados como el europeo, norteamericano y asiático (Japón); en los que su agradable sabor, aroma exótico y suave textura, le otorgan diversas posibilidades para su utilización. Es por ello que la lúcuma se presenta como una buena alternativa para el consumidor moderno, en sus diversas presentaciones <sup>[1,12]</sup>.

### 1.1.3. Composición química y valor nutricional de la lúcuma

La lúcuma es una de las frutas que contiene los más altos niveles de proteínas, fluctuando en un rango de 1.5-2.4 g por cada 100 g de muestra, sólo siendo superado por la palta (4.2 g), plátano verde (4 g), coco (3.2 g) y maracuyá (2.8 g). Además, la lúcuma presenta un nivel de carbohidratos significativamente alto. (25 g). Los azúcares presentes en la pulpa son glucosa, fructosa, sacarosa e inositol. Es importante señalar que la fruta verde solamente presenta sacarosa; y a medida que avanza el estado de maduración se incrementa la glucosa, fructosa e inositol. En 100g de pulpa madura existen 8.4 g de glucosa, 4.7 g de fructosa, 1.7 g de sacarosa y 0.06 g de inositol.

En cuanto a las vitaminas, presenta niveles significativos de niacina con 1.96 mg /100 g de muestra. Se dice incluso que la lúcuma es una fruta medicinal contra la depresión, por su alto contenido de vitaminas B1, y otras como la tiamina y la niacina <sup>[1]</sup>. También es importante destacar que la lúcuma contiene minerales como calcio, fósforo y hierro. Con respecto a los pigmentos, esta fruta se caracteriza por presentar en la pulpa un significativo contenido de pigmentos de beta-caroteno (350 µg/ 100 g). Se sabe que este pigmento funciona como un antioxidante.

Cuadro 1.1. Composición química de 100 g de pulpa fresca de lúcuma

	<b>Componente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Contenido</b>
Componente	Agua	g	72.30
	Valor Energético	Cal	99.00
	Proteínas	g	1.50
	Fibra	g	1.30
	Carbohidratos	g	25.00
	Lípidos	g	0.50
Minerales	Cenizas	g	0.70
	Calcio	mg	16.00
	Fósforo	mg	26.00
	Fierro	mg	0.40
Vitaminas	Caroteno	mg	2.30
	Tiamina	mg	0.01
	Niacina	mg	1.96
	Ácido ascórbico	mg	2.20
	Riboflavina	mg	0.14

Fuente: Villanueva <sup>[1]</sup>, Programa Chalaco <sup>[11]</sup>.

#### 1.1.4. Usos

Tradicionalmente la lúcuma es empleada en el Perú tanto para consumo fresco como industrial, en cuyo caso es comúnmente convertida en pulpa o harina. La mayor demanda nacional proviene del sector de helados, que la requiere en forma de harina y pulpa. En los últimos años, tanto la fruta fresca como la industrializada, se está utilizando también en la elaboración de mermeladas, yogures, pastas, papillas, batido de leche, tortas, torta de lúcuma, raviolos, bombones, pudines, galletas, licor de lúcuma, pastas, comidas y conservas.

### 1.2. Aspectos botánicos y morfológicos

#### 1.2.1. Ubicación taxonómica <sup>[14]</sup>

Nombre común	: Lúcuma “Lucma”
Nombre científico	: <i>Pouteria lucuma</i> R&L
Orden	: Ebanales
Familia	: Sapotaceae
Género	: Pouteria
Especie	: Lucuma

#### 1.2.2. Características de la planta

Es un frutal semi-caducifolio de amplia adaptabilidad, que se encuentra desde el nivel del mar hasta los 3000 metros sobre el nivel del mar. Se trata de un árbol que alcanza 15 a 20 m de altura, 1.5 m de diámetro en la base y con diámetro de copa de 6 a 10 m. El lúcumo es un frutal de follaje siempre verde, muy vigoroso, de gran longevidad. Se desarrolla en climas tropicales y subtropicales; tolera lluvias temporales, mas no precipitaciones constantes. Su hábitat natural es la sierra baja. El rango de temperatura donde se desarrolla comprende de 8 a 27 °C y humedad de 80% a 90%, siendo el rango óptimo de 14 a 24 °C. Se adapta a climas fríos constantes pero no tolera fuertes heladas, pudiendo morir con temperaturas menores de 5 °C.

Este frutal se puede adaptar fácilmente a diferentes clases de suelos, pero responde muy bien a la oxigenación radical que otorgan los suelos franco-arenosos. Se adapta muy bien a suelos arenosos y rocosos, de buen drenaje; tolera suelos moderadamente salinos y calcáreos, pero prefiere los suelos aluviales profundos con abundante materia orgánica. La reactividad del suelo donde responde bien el lúcumo fluctúa en un pH de 6 a 7. Se puede concluir certeramente que en el Perú se encuentra la mayor variabilidad genética de la lúcuma, estimándose en más de un centenar de biotipos peruanos, siendo esta producción la de mejor calidad y mayor productividad.

El fruto es una baya esférica, cónica, ovoide o comprimida basalmente, de 4 a 17 cm de diámetro, con exocarpio o cáscara delgada de color verde o amarillo bronceado,

generalmente rodeada de una coloración plateada en la parte apical. El endocarpio que envuelve a la semilla es delgado y marrón claro. El mesocarpio generalmente es de sabor y aroma muy agradable, color amarillo o anaranjado intenso y textura harinosa. A las frutas de consistencia suave se les llama “lúcuma de seda o suave” y a las de consistencia dura “lúcuma de palo o dura” <sup>[1,12]</sup>.

### 1.2.2.1. Cosecha

En el Perú el lúcumo se puede encontrar floreciendo durante todo el año, pero presenta su mayor floración o “pico floral” en las siguientes épocas:

\*En costa:

Abril-Septiembre.

\*En sierra:

Abril-Octubre.

En la zona de Quillota de Chile, la mayor floración se da de diciembre a mayo.

En el Perú los volúmenes de cosecha más significativos en la región costa se dan desde octubre hasta abril, y en la sierra, de diciembre a mayo. En Chile generalmente la cosecha se realiza desde abril a diciembre, tal como se aprecia en el cuadro 1.2.

Cuadro 1.2. Meses de cosecha de lúcuma

Zona	Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
PERÚ	Costa												
	Lima (Huaura, Lurín)												
	Sierra												
	Ayacucho (Huanta)												
	Piura (Chalaco)												
CHILE													

Elaboración propia: con datos de Villanueva <sup>[1]</sup> y Programa Chalaco <sup>[11]</sup>.

Se puede concluir que cuando Chile se encuentra en época de cosecha, el Perú se encuentra en floración y viceversa. En cuanto al Perú, entre la sierra y la costa, se puede establecer que la cosecha de la costa empieza y termina antes que la de la sierra.

Además del ciclo natural del frutal, existen otros indicadores que nos permiten determinar el momento de cosecha. Los más empleados son:

- Color de cáscara: El cambio de color de la cáscara o epicarpio, de verde a amarillo o verde amarillento (figura 1.2), sin embargo no todas las frutas muestran cambio de color.
- Firmeza: Este índice se evalúa al presionar la fruta con los dedos, o con el empleo de probadores de firmeza.
- Facilidad de desprendimiento del fruto del punto de inserción al pedúnculo.

De no seguir con estos indicadores se pueden presentar los siguientes problemas:

- El fruto se deja madurar totalmente en el árbol, cae y se daña.
- El empleo de frutas verdes o sobre-maduras; estas últimas influyen en el color, que se torna marrón oscuro por acción enzimática, y el sabor que se torna un poco rancio. Si la fruta se cosecha antes de tiempo, no llega a madurar, se arruga y toma un sabor desagradable. Si se le procesa verde no brinda mayor color, sabor ni olor y tiene un sabor astringente.



Figura 1.2. “Lúcuma de palo”, cambio de coloración del epicarpio

Tecnología de cosecha:

La cosecha a mano se dificulta cuando el árbol tiene gran altura, de ahí la importancia de controlar con la poda, la altura de la copa de los árboles. Cuando el árbol es muy grande, se recomienda subir a él y arrojar los frutos a los costales o costalillos sostenidos por dos personas, o mejor aún, subir con canastas o bolsas para la fruta. El empleo de ganchos en el extremo de palos puede dañar la fruta si es que no se sabe usarlos. Los golpes y magulladuras

originan maduraciones defectuosas en el fruto y el consiguiente ataque de hongos. También es recomendable el uso de tijeras telescópicas con canastilla.

#### **1.2.2.2. Postcosecha**

No están muy difundidas prácticas especiales de post-cosecha para lúcuma; no obstante, de manera general se sugiere mantener la fruta cosechada en la sombra (para evitar la formación de manchas y escaldaduras en la cáscara) y utilizar embalajes de 6 a 8 kg como máximo. Una vez cosechada, el tiempo final de maduración puede reducirse si se almacena en un local cerrado y se cubre la fruta con costales o papeles.

La fruta puede ser conservada sin deterioros de 2 a 3 semanas, si se almacena a temperaturas entre 15 y 18 °C; las temperaturas por debajo de este rango afectan su

calidad. En madurez de consumo la fruta puede ser refrigerada de 3 a 4 días sin afectar las características organolépticas.

### 1.2.3. Estructura del fruto

Cuadro 1.3. Componentes de la lúcuma

Componente	%
Pulpa (mesocarpio)	64 a 82
Cáscara (epicarpio)	7 a 17
Hollejo (endocarpio)	2 a 3
Semilla	8 a 15

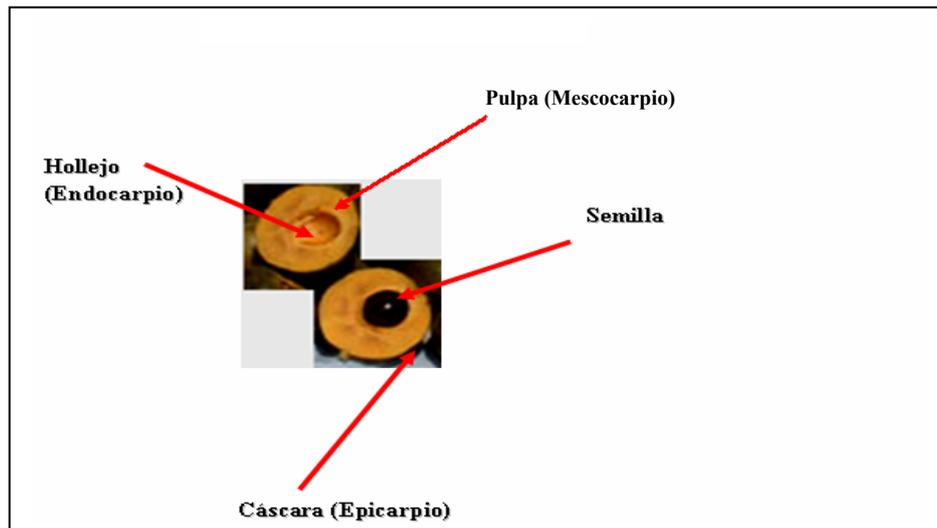


Figura 1.3. Partes de la lúcuma [6].

## 1.3. Mercado de la lúcuma

### 1.3.1. Oferta

#### 1.3.1.1. Características de la oferta

La producción nacional de lúcuma no ha tenido un gran desarrollo ni tecnificación. En las dos últimas décadas, la producción de lúcuma se ha incrementado notoriamente, como consecuencia del incremento de áreas cultivadas y la elevación del rendimiento. Pero ello aún puede y debe mejorar, especialmente con trabajos de mejoramiento de los biotipos identificados en Perú y las selecciones de lúcumos en Chile.

### 1.3.1.2. Producción

Los principales países productores de lúcuma en orden de importancia son Perú, Chile y Ecuador. Se están realizando trabajos de investigación en Chile, Brasil, España, Hawai, y Nueva Zelanda para desarrollar tecnología productiva del lúcumo.

En el Perú (1999), según el Ministerio de Agricultura, existían unas 600 ha sembradas de lúcuma. Esta cifra difiere con las proyecciones de la Asociación de Productores de Lúcuma (Prolúcuma) quienes estimaban que las hectáreas sembradas podían llegar a 1000. Esta diferencia se debe a que la siembra de lúcuma en la sierra del Perú no está tecnificada, es decir, los agricultores tienen árboles silvestres de lúcuma dispersos en sus chacras a diferencia de la costa en donde sí hay huertos o áreas debidamente sembradas. Es por esto que los árboles de lúcuma de la sierra no entran en las estadísticas oficiales del Ministerio de Agricultura. Según Prolúcuma, en el periodo 1998-1999 se han sembrado nuevos árboles de lúcuma en el Perú y se estima que para el año 2010 se llegue a las 10000 ha de árboles adultos.

En el departamento de Piura las estadísticas oficiales del Ministerio de Agricultura señalan que en 1999 habían 35 ha sembradas de lúcuma. Sin embargo, un estudio realizado en el año 2001 por el Proyecto “Recuperación y Prevención ante Catástrofes Naturales” ejecutado por GTZ/CTAR Piura determinó que los cultivos silvestres en la sierra de Piura ascendían a 134 ha con una producción de 1188 t (8.86 t/ha) de fruta. Estas diferencias no se explican por la siembra de nuevos árboles sino por la misma razón mencionada en párrafos anteriores, es decir, porque el Ministerio de Agricultura no tiene estadísticas actualizadas de los sembríos de lúcuma en las zonas de sierra, donde crecen como árboles silvestres.

En el año 2002 se estima que la producción nacional de lúcuma fue de 16000 t, suponiendo un rendimiento de 8 t/ha. Sin embargo, Prolúcuma estima que en el 2010 el rendimiento por hectárea, con el manejo tecnificado de las plantaciones, llegue hasta 10 y 15 t.

El departamento de Lima es el de mayor área cosechada con 44%, seguido de Ayacucho (11%), Cajamarca (10%), La Libertad (9%), y otros (Ancash, Moquegua y Piura) con 26%. En cuanto al volumen de producción nacional de lúcuma, Lima tiene la mayor participación (60%), le siguen Ayacucho (9%), La Libertad (7%) y Cajamarca (6%) que en conjunto aportan el 82% de la producción nacional <sup>[1]</sup>. Dentro del departamento de Lima las zonas donde se produce la lúcuma son principalmente Huaral seguido de Cañete, Huacho y Chancay; en cambio, en lo que Ayacucho se refiere la producción proviene principalmente de la provincia de Huanta<sup>[14,23,25]</sup>.

La producción nacional de Chile hasta el año 1987 fue de 540 t (156 ha), mientras que en el año 2001 la producción se ha incrementado en sólo 10% (594 t). En la actualidad el área cultivada de lúcumo no ha sufrido variaciones de importancia en Chile (171 ha). En los cuadros 1.4 y 1.5 se muestran los datos de hectáreas sembradas y producción de fruta, tanto a nivel nacional como departamental (Piura).

Cuadro 1.4. Producción nacional de lúcuma en el Perú

	1997	1998	2000	2001	2002
Hectáreas (ha)	376	396	600	1000	2000
Producción (t)	3010	2614	n.d.	n.d.	16000
Rendimiento (t/ha)	8	6.6	n.d.	n.d.	8

Fuente: Programa Chalaco <sup>[11]</sup>.

Cuadro 1.5. Producción de lúcuma en el departamento de Piura

	1995	1996	1997	1998	1999	2001
Hectáreas (ha)	18	20	40	22	35	169
Producción (t)	120	100	245	85	110	1498
Rendimiento (t/ha)	6.7	5.0	6.1	3.9	3.1	8.86

Fuente: Programa Chalaco <sup>[11]</sup>.

### 1.3.2. Demanda

#### 1.3.2.1. A nivel nacional

La demanda nacional de lúcuma (fruta) está conformada por la que es comercializada en fresco y la que es procesada en el país como harina, pulpa y pasta. Una parte de estos productos son para la industria nacional, y otra parte es exportada. Se tiene un potencial anual de 16 mil toneladas de fruta, de las cuales 1500 t se consumen en forma de harina de lúcuma. La lúcuma, a nivel nacional, se usa básicamente en la fabricación de helados <sup>[1,14,12]</sup>.

#### 1.3.2.2. A nivel internacional

Con respecto a la fruta fresca, el primer lote se embarcó con destino a España el 21 de enero de 1997, y a partir de esta fecha, los mercados europeo y norteamericano están aumentando su demanda, como consecuencia de la tendencia creciente del consumo de frutas exóticas. Se exportan anualmente aproximadamente 100 t de fruta en forma de harina, pulpa y pasta de lúcuma. Pero como fruta sólo se ha llegado como máximo a 18 t. En el gráfico 1.1 se muestran las exportaciones de lúcuma en los últimos años.

### 1.3.3. Precios

#### 1.3.3.1. A nivel nacional

En el Perú, la forma empírica de comercialización vigente considera cinco categorías: extra, primera, segunda, tercera y cuarta. En el cuadro 1.6 se especifican los precios según sus respectivos lugares de origen y su temporada de cosecha.

#### 1.3.3.2. A nivel internacional

En el gráfico 1.2 se presentan algunos valores promedio de precios de exportación de lúcuma fresca, por país de destino, durante los últimos 8 años.

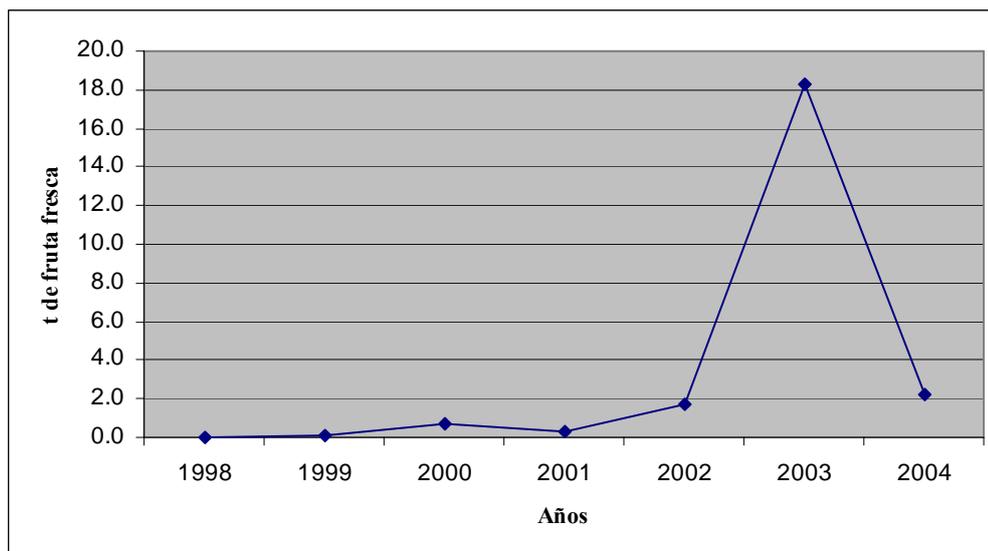


Gráfico 1.1. Exportaciones de lúcuma entre 1998 y 2004  
Elaboración propia: con datos de Sunat <sup>[28]</sup>.

Cuadro 1.6. Precios de lúcuma fresca a nivel nacional (2000-2005)

Procedencia	Meses	Categorías	Diámetro (mm)	Peso unitario (g)	Precio (S/kg)
Lima Venta en el mercado de la capital de la provincia Lima		Extra	$\varnothing \geq 90$	Mayor a 243	6.00
		Primera	$82 \leq \varnothing \leq 89$	221-242	5.00
		Segunda	$74 \leq \varnothing \leq 81$	200-220	4.00
		Tercera	$68 \leq \varnothing \leq 73$	184-199	3.00
		Cuarta	$65 \leq \varnothing \leq 67$	176-187	2.00
Ayacucho Venta en el mercado de la capital de la provincia Ayacucho	Dic- Ene-Feb	Todas			1.60
	Mar- Abr- May	Todas			2.40
Morropón-Huancabamba- Ayabaca Venta en el mercado de la capital de la provincia de Piura	Dic- Ene-Feb	Todas			3.00
	Mar- Abr- May	Todas			5.00
Chalaco (Morropón) Venta en el distrito de Chalaco	Dic-Abr	Todas			0.50

Elaboración propia: con datos de Villanueva <sup>[1]</sup>, Programa Chalaco <sup>[11]</sup> y productores de lúcuma <sup>[14]</sup>.

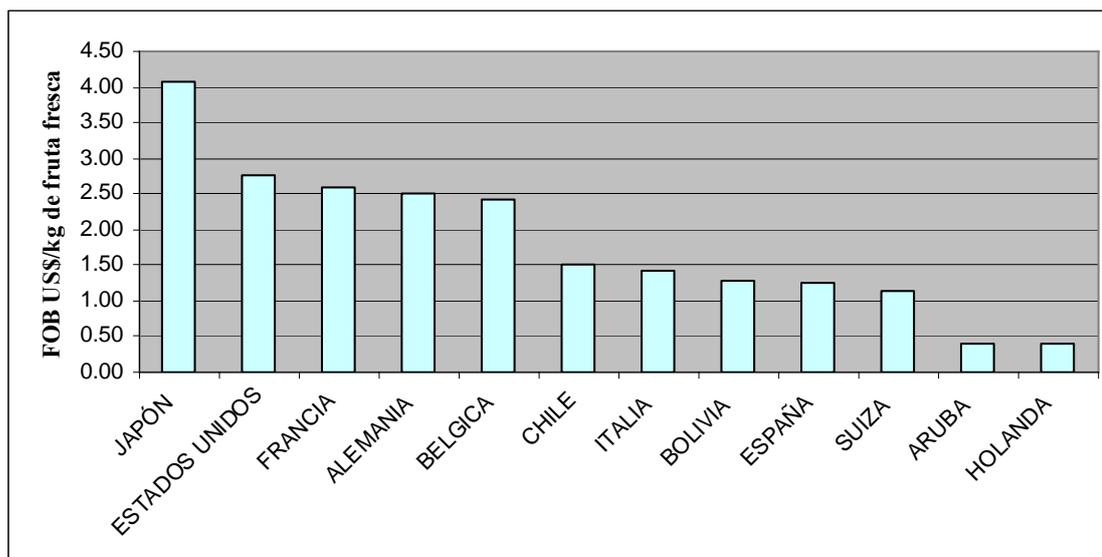


Gráfico 1.2. Mejores precios en promedio por país de destino.  
Elaboración propia: con datos de Sunat [28].

## 1.4. Fundamentos del secado

### 1.4.1. Secado con aire caliente [20,21]

Consiste en la eliminación por evaporación de casi toda el agua presente en los alimentos, mediante la aplicación de calor bajo condiciones controladas. La deshidratación de alimentos determina una reducción del peso y, normalmente también, del volumen, por unidad de valor alimenticio, e incrementa la vida útil de los productos desecados en comparación de los correspondientes alimentos frescos.

En la presente tesis se va a trabajar con la desecación con aire caliente para el secado final, donde el alimento se pone en contacto con una corriente de aire caliente. El calor se aporta al producto principalmente por convección.

Al desecar un sólido con aire caliente, el aire aporta el calor sensible y el calor latente de evaporación de la humedad y también actúa como gas portador para eliminar el vapor de agua que se forma en la vecindad de la superficie de evaporación. El sólido húmedo se deseca en una corriente de aire caliente que fluye paralelamente a la superficie de desecación. Suponiendo una temperatura y humedad constantes del aire sobre la superficie de desecación durante todo el ciclo de desecación y que todo el calor necesario es aportado al producto por convección. Si el cambio del contenido en humedad del producto se registra durante todo el proceso de desecación, los datos pueden representarse en forma de curvas (figura 1.4). El estudio de tales curvas muestra que el ciclo de desecación puede considerarse constituido por diversas fases o etapas.

**Fase A-B.** En esta fase o período de “estabilización” las condiciones de la superficie del sólido se equilibran con las del aire de desecación. Con frecuencia esta fase constituye una proporción despreciable del ciclo total de desecación.

**Fase B-C.** Esta fase de desecación se conoce como período de velocidad constante y durante el mismo la superficie del sólido se mantiene saturada de agua líquida debido a que el movimiento del agua desde el interior del sólido a la superficie ocurre a la misma velocidad que la de evaporación en la superficie. La desecación tiene lugar por movimiento del vapor de agua desde la superficie saturada, a través de una delgada capa de aire estático, hasta la corriente principal de aire de desecación. Durante esta fase la velocidad de desecación es dependiente de la velocidad de transferencia de calor a la superficie de desecación. La velocidad de transferencia de masa se equilibra con la velocidad de transferencia de calor de forma que la temperatura de la superficie se mantiene constante.

La “fuerza motriz” que determina el movimiento del vapor a través de la capa delgada del aire estático es el gradiente en la presión del vapor de agua entre la superficie de desecación y la corriente principal del aire de desecación. Los factores que controlan la velocidad durante el período de velocidad constante son por tanto: el área de la superficie de desecación, la diferencia en temperatura o humedad entre el aire y la superficie de desecación y los coeficientes de transferencia de calor o masa.

**Fase C-E.** Al avanzar la desecación se alcanza un punto en el que la velocidad de movimiento de la humedad desde el interior del producto hasta la superficie se reduce en grado tal que la superficie empieza a secarse. En dicho punto, C, la velocidad de desecación comienza a descender, iniciándose el período de velocidad decreciente. El contenido en humedad del producto en el punto C se denomina contenido crítico de humedad. A partir del punto C la temperatura de la superficie comienza a elevarse, elevación que persiste durante la desecación. Frecuentemente el período de velocidad decreciente consta de dos partes conocidas como primer y segundo períodos de velocidad decreciente, C-D y D-E respectivamente. En el primer período de velocidad decreciente la superficie se seca y disminuye la velocidad de desecación. Al alcanzarse el punto D el plano de evaporación se desplaza penetrando hacia el interior del sólido y la velocidad de desecación decae aún más. En los períodos de velocidad decreciente la velocidad de desecación está influenciada principalmente por la velocidad de movimiento de la humedad dentro del sólido, reduciéndose los efectos de los factores externos, en especial de la velocidad del aire, sobre todo en la última etapa. Normalmente los períodos de velocidad decreciente constituyen la mayor proporción del tiempo total de desecación.

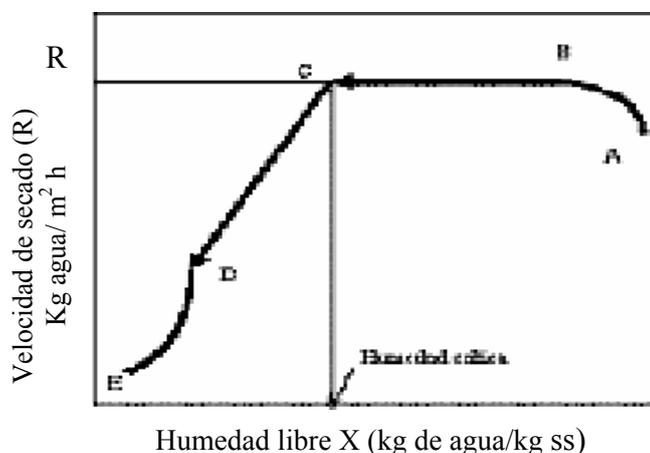


Figura 1.4. Curva de secado

#### 1.4.2. Cambios en el alimento durante el secado <sup>[20,21]</sup>

Los alimentos son complejos y heterogéneos. Entre los componentes de los alimentos figuran proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas, enzimas y sales inorgánicas y muchos de estos componentes están fuertemente hidratados. El agua presente en los alimentos no se encuentra en estado puro sino que puede estar en forma de solución de sólidos, de gel, en emulsión o ligada de diversos modos a los constituyentes sólidos. Además, tanto los tejidos vegetales como animales son de naturaleza celular, hecho que también afecta a su comportamiento durante la desecación.

**Movimiento de solutos.** Una característica singular e importante de la desecación de alimentos es el movimiento de sólidos solubles que se produce durante la desecación. El agua líquida que fluye hacia la superficie durante la desecación contiene diversos productos disueltos. El movimiento de algunos compuestos solubles resulta impedido por las paredes celulares que actúan como membranas semipermeables. A la migración de sólidos en los alimentos contribuye también la retracción del producto, que crea presiones en el interior de los pedazos de producto. El resultado neto de estos factores puede ser la deposición de componentes solubles en la superficie al evaporarse el agua.

También puede ocurrir la migración de sólidos solubles en la dirección opuesta, hacia el interior de la pieza. El que predomine uno u otro de ambos fenómenos depende de las características del producto y de las condiciones de desecación. Se ha demostrado que ambos mecanismos ocurren durante la desecación de alimentos.

**Retracción.** Durante la desecación de los tejidos animales y vegetales por cualquier método, con la posible excepción de la liofilización, se produce cierto grado de retracción del producto. Por ejemplo la densidad y porosidad de los trozos de verduras desecadas dependen en gran medida de las condiciones de desecación. Si las velocidades iniciales de desecación son altas las capas externas de los trozos se hacen rígidas y los trocitos de verdura adquieren el tamaño final definitivo más precozmente durante la desecación. Entonces las capas exteriores pierden humedad necesariamente antes que las interiores, la concentración de humedad en estas capas es menor que en el interior y las capas superficiales se contraen sobre una parte central dura de volumen constante.

Al continuar la desecación, los tejidos se rompen internamente dando origen a una estructura más abierta. En estas condiciones el producto tiene poca densidad y posee buenas características para la rehidratación. Si las velocidades iniciales de desecación son bajas los trocitos se retraen más y el producto tiene mayor densidad. La retracción de los alimentos durante la desecación puede influir en las velocidades de desecación debido a los cambios en el área de la superficie de desecación y a la creación de gradientes de presión en el interior del producto.

**Endurecimiento superficial.** Se ha observado que durante la desecación de algunas frutas, carnes y pescados, frecuentemente se forma en la superficie una película impermeable y dura. Esta determina normalmente una reducción de la velocidad de desecación y a este fenómeno se suele denominar endurecimiento superficial. Aunque el mecanismo exacto del endurecimiento superficial no se conoce bien, es

probable que esté influido por múltiples factores, entre los que figuran la migración de sólidos solubles a la superficie y a las elevadas temperaturas que alcanzan en la superficie hacia el final de la desecación que inducen complejos cambios físicos y químicos en la capa superficial.

**Movimiento de la humedad en el interior de los sólidos.** Parece deberse a cuatro probables modos de transferencia: el movimiento del líquido a consecuencia de las fuerzas capilares, la difusión del líquido como resultado de los gradientes de concentración, la difusión del vapor debida a los gradientes de presión parcial y la difusión en las capas líquidas adsorbidas a las

interfases del sólido. Generalmente el primero tiene mayor importancia en el caso de productos granulares groseros y el último en sólidos de una fase con estructura coloidal o geliforme. En muchos casos ambos mecanismos ocurren en una sola operación de desecación, el movimiento de humedad por capilaridad ocurre en las primeras fases de desecación y el mecanismo difusional cuando el contenido de humedad es bajo.

## **CAPÍTULO II: HARINA DE LÚCUMA**

### **2.1. Generalidades**

#### **2.1.1. Definición**

La harina o polvo de lúcuma es el resultado de deshidratar la pulpa de lúcuma hasta una humedad menor de 8.5% y molerla muy finamente (menor a 0.15 mm) de tamaño de partícula). Es un polvo de color amarillo o anaranjado de mediana a baja intensidad. Su aroma es agradable y característico de la fruta, medianamente intenso a intenso. Se utiliza como ingrediente para la elaboración de diversos postres.

#### **2.1.2. Importancia**

La lúcuma es industrializada en forma de pulpa congelada y harina principalmente, productos que se utilizan mayoritariamente en repostería. La harina es una forma tradicional de procesamiento que se inició comercialmente en la década del setenta. A nivel nacional la harina de lúcuma es consumida mayoritariamente por D'Onofrio de Nestlé, la cual la utiliza para la fabricación de helados. Otras heladerías artesanales también le dan el mismo uso.

Tanto los mercados europeos, asiáticos (China) así como también el mercado norteamericano están creciendo económicamente de manera favorable y tienen un incremento constante en el consumo de productos orgánicos y exóticos, entre los cuales están incluidas la lúcuma fresca y sus derivados (deshidratado y en pulpa). La harina de lúcuma, por su exquisito aroma y peculiar sabor, representa una excelente oportunidad para la industria de helados, postres, yogurt, etc. La harina de lúcuma permite disponer de todas las cualidades de esta fruta en épocas en las que no hay producción de ésta.

#### **2.1.3. Composición**

La harina conserva casi todos los componentes nutritivos de la fruta detallados en el cuadro 1.1. En cuanto a las vitaminas, presenta niveles significativos de niacina (B5) con 1.96 mg/100 g de muestra. Se dice que la lúcuma es una fruta medicinal contra la depresión, por su alto contenido de vitaminas B1, y otros como la tiamina y la niacina. Con respecto a los pigmentos, esta fruta se caracteriza por presentar en la pulpa un significativo contenido de pigmentos de beta-caroteno (350 µg). Investigaciones científicas señalan que este pigmento funciona como un antioxidante. Al procesar la lúcuma en harina, por efecto del calor y la luz, se pierde la vitamina niacina y caroteno <sup>[1,11]</sup>.

Cuadro 2.1. Valor nutricional y composición química de 100 g de pulpa fresca y harina de lúcuma.

	<b>Componente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Pulpa fresca</b>	<b>Harina</b>
Componente	Agua	g	72.3	9.3
	Valor energético	cal	99.0	329.0
	Proteínas	g	1.5	4.0
	Fibra	g	1.3	2.3
	Lípidos	g	0.5	2.4
	Carbohidratos	g	25.00	25.00
Minerales	Cenizas	g	0.7	2.3
	Calcio	mg	16.0	92.0
	Fósforo	mg	26.0	186.0
	Fierro	mg	0.4	4.6
Vitaminas	Caroteno	mg	2.30	0.0
	Tiamina	mg	0.01	0.2
	Niacina	mg	1.96	0.0
	Ácido ascórbico	mg	2.20	11.6
	Riboflavina	mg	0.14	0.3

Fuente: Villanueva <sup>[1]</sup> y Programa Chalaco <sup>[11]</sup>.

## 2.2. Mercado de harina de lúcuma

### 2.2.1. Oferta

#### 2.2.1.1. A nivel nacional

A nivel local (Piura) sólo se ha identificado una empresa que produce y comercializa harina de lúcuma: CASAS GARCIA ALBERTO LA ESPAÑOLITA E.I.R.L. Los principales proveedores de harina de lúcuma se encuentran en Lima y Ayacucho. En la zona de Huaral sólo existe una planta deshidratadora, dedicada principalmente a procesar espárragos. En el departamento de Ayacucho la mayoría de productores de lúcuma secan la fruta en trozos o rodajas artesanalmente, luego la venden en Lima o Ayacucho. Pocos muelen la lúcuma deshidratada en molinos alquilados, para obtener harina y venderla a un mayor precio. <sup>[17]</sup>

En la provincia de Huanta-Ayacucho se encuentra la Empresa Agroindustrial “Valdiros” dedicada a la elaboración y comercialización de diferentes tipos de harinas, así como a la prestación de servicios en molienda de diferentes tipos de granos y de lúcuma.

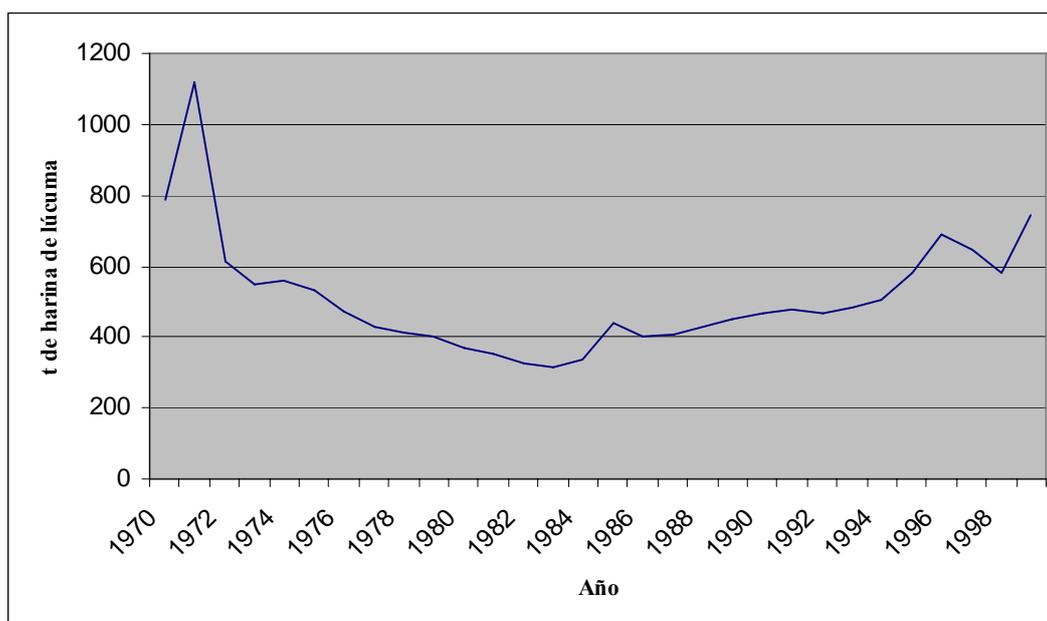


Gráfico 2.1. Producción de harina de lúcuma a nivel nacional

Fuente: Zamora <sup>[16]</sup>.

En los cuadros 2.2 y 2.3 se muestran las empresas exportadoras y comercializadoras respectivamente.

Cuadro 2.2. Empresas exportadoras de harina de lúcuma (1996-2005)

EMPRESA	DIRECCIÓN
AGRO CHACAPATA E.I.R.L	LIMA
AGRO EXPORT TOPARA S.A.C.	CHINCHA
AGRO INDUSTRIAL CHANCHAMAYO SRL	LIMA
AGROCONDOR S.R.L.	LIMA
AGROIND.SERV.Y NEG.INTERNAZIONALE SAC	LIMA
AGROINDUSTRIA LA PISQUENA S.A.	LIMA
AMAZON HERB S.A	LIMA
ANYAIPOMA CAMAC DE CANDIOTTI GLORIA JULI	LIMA
AROMAS DEL PERU SA	LIMA
BEDICOMSA SOCIEDAD ANÓNIMA	LIMA
BUPO SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA	LIMA
CABEX S.A.	LIMA
CÁMARA DE COMERCIO SUIZA EN EL PERU	LIMA
CARBONES Y DERIVADOS S.A.E.M.A	LIMA
CASITA TRADING S.A.C.	LIMA
CEDARF SOC. RESPONSABILIDAD LIMITADA	LIMA
CHACON CARDENA AMPARO CRISTINA	LIMA
CONSORCIO ALIMENTICIO S.A.	LIMA
CORPORACIÓN LATINA DEL SOL S.A.C.	LIMA
COSTCO PERFUMES Y COSMÉTICOS S.C.R.L.	LIMA
CP CORP.SOCIEDAD ANÓNIMA	LIMA
D' LA CHACRA PERÚ E.I.R.L.	LIMA
DESHIDRATADOS TROPICALES S.A.C.	LIMA
ECOANDINO S.A.C.	LIMA
EMPRESA AGROINDUSTRIAL DEL PERÚ S.A.	LIMA
EMPRESA NACIONAL DE LA COCA S.A.	CUSCO
ESCARGOT PUBLICIDAD Y MARKETING SA	LIMA
EXPROCOM S.A.C.	LIMA
FISH PROCESSING TECHNOLOGY S.A.C	LIMA

FITO PERÚ EXPORT IMPORT S.A.C.	LIMA
GLOBE INDUSTRIAL S.A.C.	LIMA
GLOBENATURAL INTERNACIONAL S.A.	LIMA
GRUPO RERO SOCIEDAD ANÓNIMA	LIMA
GUIULFO GOTUZZO FERNANDO MARTIN	LIMA
HERBS AMÉRICA S.A.C.	LIMA
HIRO EXIMPORT S.R.L.	CALLAO
IMPORTADORA Y EXPORTADORA DODA ISABEL E. I.R.L	LIMA
JACSA	LIMA
LABORATORIOS NATUMAX S.A.C.	CALLAO
LATIN MARKET S.A.C.	LIMA
LATIN PRODUCT EIRL	LIMA
NATURANDINA DEL PERÚ S.A.C.	LIMA
NESTLÉ PERÚ S A	LIMA
PANPACIFIC CORPORATION S.A	LIMA
PAPRIKA ANDINA S.A.	LIMA
PERUVIAN NATURE S & S S.A.C.	LIMA
PESAMAR S.R.LTDA	LIMA
PRODUCTOS DEL PAÍS SA	LIMA
PROMOTORA DE CALIDAD S.A.	LIMA
ROSYMAR S.R.L.	LIMA
SAENZ BRUSIL HAYDEE	LIMA
SANCEX SA.	LIMA

Cuadro 2.3. Empresas comercializadoras de harina de lúcuma (1996-2005)

<b>EMPRESA</b>	<b>DIRECCIÓN</b>
ANDEAN TROPICAL PRODUCTS TRADE & MARKET RESEARCH	LIMA
ARTOURPERÚ	LIMA
DISTRIBUIDORA INDUSTRIAL MADRID S.R.L	LIMA
COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES “LA CALESA”	LIMA
INDUSTRIA ECOALIMENTARIA EIRL	LIMA
EXPOTRADING	LIMA
FRUCTUS TERRUM	LIMA
PROVITEX DEL PERU S.A.C.	LIMA
INVERSIONES PERUANAS SAV S.A.C	LIMA
MONTANA S.A.	LIMA
ARGOS EXPORT S.A	LIMA
INVERSIONES Y NEGOCIACIONES CONTINENTAL S.A.	LIMA
CORDILLERA ANDINA DEL PERÚ	LIMA
NEPTUNO EXPORT IMPORT S.A.C	LIMA
CASAS GARCIA ALBERTO LA ESPAÑOLITA EIRL	PIURA
PROLÚCUMA-HUARAL	LIMA
GREEN WORLD	LIMA
HIERBAS DEL PERÚ	LIMA

Fuente: Programa Chalaco <sup>[11]</sup> y Sunat <sup>[28]</sup>.

### 2.2.1.2. A nivel internacional

En la actualidad, Perú y Chile son los principales exportadores de lúcuma a nivel internacional, con una participación mayoritaria de Chile (90-95%). Con apenas 171 ha (594 t), Chile es el segundo importador de harina de lúcuma del Perú. El Perú es potencialmente la única fuente de abastecimiento, es el caso que nuestro país vecino, compra nuestra fruta de lúcuma y la exporta como producto chileno. Por lo que, un paso necesario es patentar internacionalmente nuestro recurso biológico como

especie frutal oriunda del Perú y única en el mundo. Sin embargo, al consultar datos de Aduanas de Chile no se ha llegado a encontrar estadísticas de comercio exterior de dicha fruta o sus derivados, posiblemente porque la partida arancelaria con que se clasifica en Chile no sea la misma que en el Perú <sup>[12]</sup>.

## 2.2.2. Demanda

### 2.2.2.1. A nivel local

La oferta de harina de lúcuma en el mercado de Piura es absorbida principalmente por el sector de helados y repostería, a nivel principalmente artesanal o restaurante. Se estima que la demanda anual de harina de lúcuma es de 1,1 toneladas, y es generada principalmente por 3 fabricantes de helados del departamento.

Cuadro 2.4. Demanda de harina de lúcuma en Piura.

Empresa	Demanda anual (t)	Proveedor
Heladería El Chalán	0.6	Química Industrial J. Montes-Lima La Españolita - Piura
Heladería Lamborgini	0.3	Lima
Otras heladerías	0.2	Lima

Fuente: Programa Chalaco <sup>[11]</sup>.

### 2.2.2.2. A nivel nacional

Lima es el principal mercado de harina de lúcuma y se estima que concentra el 70% del consumo a nivel nacional. Al ser un mercado en reciente crecimiento, no existen estadísticas oficiales sobre el tamaño de la demanda total, sin embargo, sondeos del sector estiman que a nivel nacional la demanda bordea las 300 toneladas de harina de lúcuma (1500 t de fruta fresca). De las cuales, el 75% es absorbida por Nestlé para la fabricación de helados D'Onofrio. Se ha podido verificar el uso de harina de lúcuma en los helados Lamborgini y en el yogur Gloria. Existe un flan listo para preparar, de marca Suiti (Industria Ecoalimentaria E.I.R.L.), que se vende hace algunos años en Lima, sobre todo en tiendas naturistas. Las heladerías consultadas en Chiclayo afirman que utilizan lúcuma como insumo cuando es tiempo de cosecha.

### 2.2.2.3. A nivel internacional

Según información de Aduanas <sup>[28]</sup>, se registran exportaciones de harina de lúcuma desde 1993, aunque en pequeños y esporádicos volúmenes. Desde ese año se han enviado muestras a los siguientes países: Bulgaria, Costa Rica, Nueva Zelanda, Japón, Singapur, Tailandia y Suiza. En Perú, la Asociación Prolúcuma ha manifestado que vienen recibiendo muchas solicitudes para brindar información técnica y pequeñas muestras a U.S.A, Italia, Suiza y Alemania. Se puede decir que el mercado de harina de lúcuma está en proceso de evolución creciente, siendo EE.UU. el principal consumidor; y existiendo un creciente interés de la Comunidad Europea y Asia (con Japón a la cabeza). Los principales demandantes son EE.UU, Chile, Japón y Australia.

Últimamente ha habido algunas exportaciones hacia el mercado italiano, búlgaro y español. Sin embargo, uno de los mercados más atractivos a corto plazo para la

lúcuma podría ser Brasil, país vecino cuyos consumidores tienen una fuerte preferencia por frutas exóticas y tropicales.

Otro mercado potencial es el de la China, la cual tiene una población de mil trescientos millones de habitantes, con una tasa de crecimiento de 0.88% anual, y según los estudios de Prompex, existe interés en el consumo de los derivados de lúcuma. Además China es el más importante comprador en Asia y el cuarto socio comercial del Perú, con interés en invertir e incrementar relaciones comerciales con nuestro país <sup>[12]</sup>. En el gráfico 2.2 se muestran los volúmenes de lúcuma exportados desde 1993 hasta 2005.

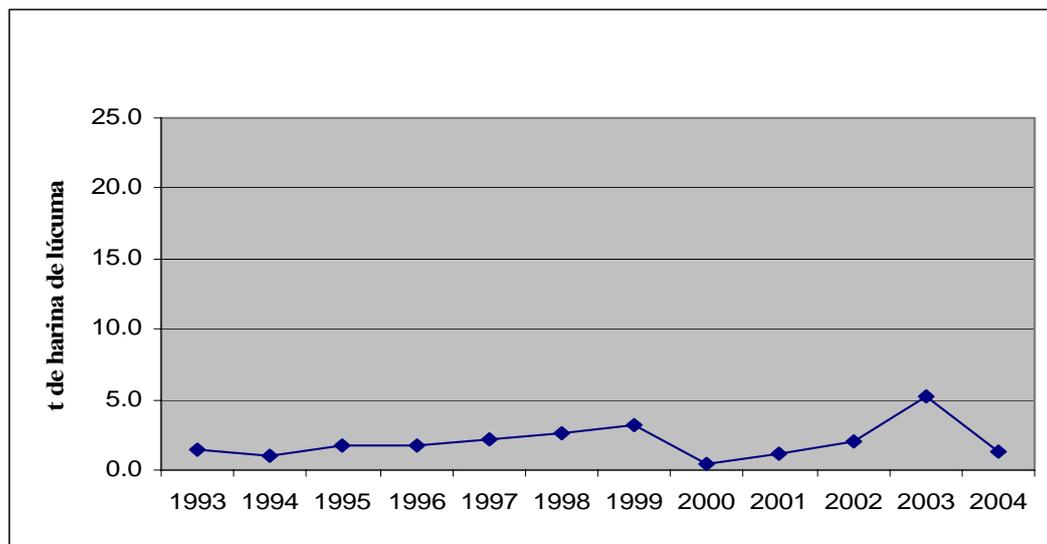


Gráfico 2.2. Volúmenes exportados de harina de lúcuma (1993-2004).  
Fuente: Sunat <sup>[28]</sup>.

Cuadro 2.5. Países con mayor demanda de harina de lúcuma.

<b>PAÍSES CON MAYOR DEMANDA DE HARINA DE LÚCUMA (1993-2005)</b>		
<b>PAÍS</b>	<b>Peso Total (kg)</b>	<b>Duración</b>
ESTADOS UNIDOS	12135.076	1995-2005
CHILE	8599.000	1993-2005
JAPÓN	2950.904	1996-2005
AUSTRALIA	142.681	2003-2005
ITALIA	119.670	1995-2005
BULGARIA	100.000	2002
ESPAÑA	61.000	1999, 2004
HOLANDA	57.000	2004
SUIZA	30.000	1998
ALEMANIA	28.257	2002-2005
CANADÁ	22.000	2003, 2005
FRANCIA	10.000	2005
COSTA RICA	4.080	2003-2004
EMIRATOS ÁRABES UNIDOS	3.280	2005
REPÚBLICA DOMINICANA	2.000	2004
NUEVA ZELANDA	1.000	1999
INGLATERRA	0.400	1999
SUDÁFRICA	0.100	2002

Fuente: Sunat <sup>[28]</sup>

### 2.2.3. Precios

Los precios de la harina en el mercado nacional varían desde \$ 3.00 hasta \$ 15.00 en función de la calidad, origen del producto y temporada. El precio promedio de lúcuma para volúmenes de exportación mayores de 1000 kg, de los 4 países con mayor demanda, es de 6.30 FOB US\$/kg. En el gráfico 2.3 se muestran los precios promedio FOB por kg de harina de lúcuma, con los que se ha exportado en el período 1993 – 2005, independientemente del volumen de cada exportación.

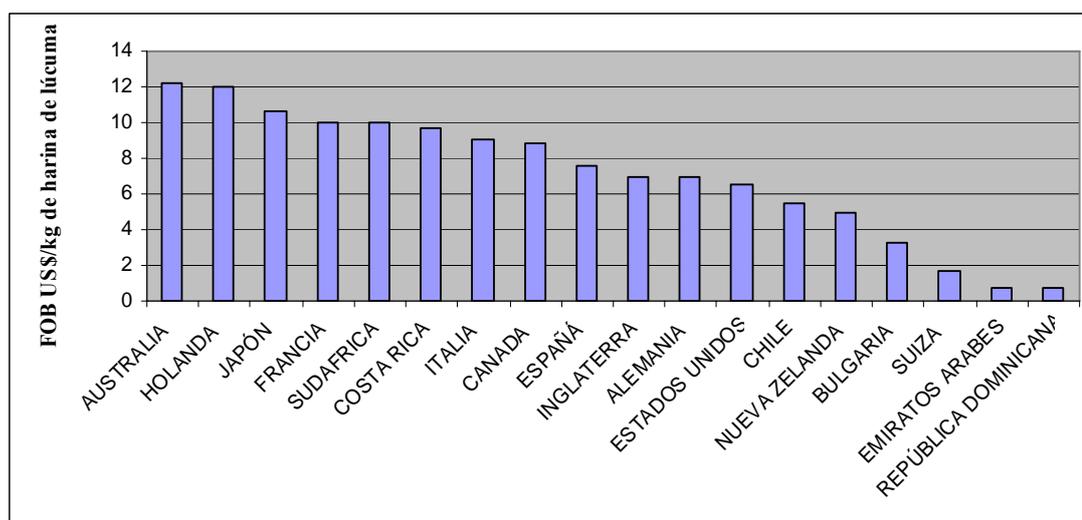


Gráfico 2.3. Mejores precios en promedio por cada país (1993-2005)  
Elaboración propia: con datos de Sunat <sup>[28]</sup>.

En el cuadro 2.6 se muestra el rango de precios de exportación (FOB) conseguidos en los países de destino más importantes.

Cuadro 2.6. Rango de precios FOB por país de destino (US\$/kg).

País	Precio FOB US\$/kg (Exportaciones ≤1000 kg)	Precio FOB US\$/kg (Exportaciones >1000 kg)
ESTADOS UNIDOS	1.00-30.00	1.00-13.58
CHILE	0.24-8.55	Ninguno
JAPÓN	0.50-24.53	Ninguno
AUSTRALIA	5.10-24.61	Ninguno

Fuente: Sunat <sup>[28]</sup>.

### 2.3. Problemática que afronta la producción de harina de lúcuma

- Prolúcuma, con apoyo de Prompex, ha participado en diferentes ferias internacionales de alimentos pero aún no es suficiente; se requiere contar con un mayor apoyo de las autoridades. <sup>[30]</sup>
- Cuando se procesa, la lúcuma cortada toma un color oscuro como consecuencia de la oxidación natural, y por lo tanto la harina resulta con un color poco atractivo que desmerece todas las bondades del producto a nivel internacional.

- En el país, se han identificado alrededor de 70 variedades. Aproximadamente, 15 a 20 pertenecen a la categoría palo y el resto a seda. La ignorancia de los propietarios de todos los viveros los lleva a no advertir a los compradores de esta gran variedad. De esta forma, no se puede elaborar una harina homogénea, ni tampoco trabajar de forma clara en el mejoramiento del proceso. <sup>[22]</sup>
- El procesamiento de harina de lúcuma en muchos casos no lo hace una misma empresa, sino que pasa a través de varios agentes de la cadena: el acopiador generalmente selecciona y seca la lúcuma en trozos, y la vende a otro que será quien la muele, y así sucesivamente hasta llegar a los exportadores o compradores en Lima.

## 2.4. Experiencias empresariales en el Perú

### IDESI-AYACUCHO <sup>[29]</sup>

El IDESI Ayacucho desde hace 13 años, viene prestando servicios de información, capacitación, asistencia técnica, asesoramiento especializado, crédito y financiamiento a pequeños productores y comerciantes del área rural y emprendedores de negocios del área urbana y rural; asimismo, a los pequeños industriales, artesanos y comerciales en bodegas, restaurantes, hoteles, farmacias, ferreterías, etc.

De marzo 1997 a 2000, el IDESI Ayacucho implementa el proyecto "Apoyo a la Competitividad de los Pequeños Empresarios de Ayacucho y Andahuaylas", centrando su actividad en sectores populares más pobres y marginales de la región, con el objetivo de mejorar los ingresos y la competitividad de las PYMES brindándoles servicios de capacitación, asistencia técnica y apoyo a la comercialización sostenible de productos de acuerdo a las necesidades de la población.

Por otro lado, se ha logrado la adquisición del predio Pomancay, con una extensión de 8 ha y ubicado en la misma localidad donde se instalará el Centro de Desarrollo Agropecuario, que permitirá generar y transferir tecnología a los agricultores del valle de Huanta. Hoy, el proyecto se ha ampliado para prestar servicios a los campesinos agricultores de frutales como el palto, lúcumo, chirimoya y ciruelo, y de especies como la tara y el algarrobo. Para ello el IDESI Ayacucho ha instalado y administra un centro de desarrollo agropecuario en la zonas de Iribamba y Pomancay.

La experiencia en materia de exportación, es el envío de lúcuma deshidratada en polvo, que en general es de duración anual y fácil almacenamiento. El producto final ha sido exportado principalmente a Estados Unidos, Chile e Italia, países en los cuales se cotizó entre US\$ 10 y US\$ 15 el kilogramo de harina; llegando incluso a registrar niveles superiores a los US\$ 20 en el mercado japonés.

### PROLUCUMA

La Asociación de Productores de Lúcuma del Perú (Prolúcuma) fue creada en 1999 con el apoyo de Prompex para agrupar a los diferentes empresarios agrarios dedicados a este rubro con gran potencial de exportación. Además hacía falta una

asociación dedicada a esta planta oriunda del Perú, de la cual aún existe muy poca información a nivel genético, agronómico, agroindustrial y de mercado. Prolúcuma intenta juntar fuerzas individuales de productores de lúcuma en el Perú para orientarlos a los objetivos comunes e iniciar un nuevo giro exportador agroindustrial. [25,30]

La asociación tiene como principales objetivos:

- a) Apoyar la realización de programas de:
  - capacitación técnica
  - capacitación productiva
  - comercialización interna y de exportación
  - investigación científica
  - transferencia de tecnología
- b) Crear centros de capacitación, investigación y experimentación.
- c) Canalizar fondos de programas de apoyo y desarrollo agrario provenientes del exterior.
- d) Impulsar la creación de empresas agroindustriales dedicadas a la transformación de lúcuma en sus diversos derivados.
- e) Gestionar ante el Estado la aplicación de políticas que estimulen la producción de Lúcumas en el Perú.
- f) Agrupar productores para atender la demanda insatisfecha en el mercado exterior.
- g) Intercambiar experiencias y conocimientos sobre la lúcuma.
- h) Preparar censos sobre campos de lúcuma; tamaño, edad, variedad, etc.

Otro objetivo es la promoción, comercialización y búsqueda de mercados, por ejemplo a través de ferias internacionales.

Las crecientes áreas de cultivo permiten volúmenes estables y constantes de exportación. Además la sinergia de más de 15 años de experiencia empresarial en el negocio agrícola y agroindustrial, mediante socios estratégicos de Prolúcuma en procesamiento y exportación, convergen en una unión de esfuerzos que asegura un estricto control de calidad desde el cultivo, pasando por el proceso, hasta la comercialización final de sus productos. De esta manera la cadena productiva asegura un producto de calidad internacional.

Asimismo la estrategia de posicionar algunos de los productos como exclusivos y de alto valor agregado permite acceder a precios premium. Por último la certificación de sus productos ya sea como biológicos, Kosher, orgánicos, etc. es un paso más hacia la creación de un mercado mundial de la lúcuma. Como gremio productor y exportador son concientes de los altos estándares de calidad exigidos por el mercado internacional. Por ello incluyen en su proyecto la gestión y aprobación de diversas certificaciones internacionales, que puedan favorecer y garantizar la entrada de la

lúcuma en los exigentes mercados mundiales. Se consideran las certificaciones de BPA (Eurepgap), BPM, ISO 9001, Kosher y eventualmente orgánico para todas las partes involucradas en el proyecto.

## **CAPÍTULO III: PROCESAMIENTO DE LÚCUMA EN LA SIERRA DE PIURA**

### **3.1. El Programa Chalaco**

El programa Chalaco o Programa de Desarrollo Sostenible de Ecosistemas de Montaña en el Perú (PDSEMP) es financiado por la Asociación Properú, el Gobierno de Navarra y la AECI (Agencia Española de Cooperación Internacional). Es ejecutado por la Universidad de Piura (UDEP), Municipalidad de Chalaco a través de su Oficina de Desarrollo Rural (ODER) y la ONG Mirhas-Perú. Comprende cuatro componentes: a) Fortalecimiento organizacional, b) Educación, c) Salud y d) Producción. Este último tiene, entre tantos, el proyecto de elaboración de harina de lúcuma con fruta de la zona. Su ejecución esta a cargo de la UDEP en conjunto con la ODER.

#### **3.1.1. Ámbito geográfico**

El Programa Chalaco tiene su ámbito de acción en la parte alta de la cuenca del río Piura, sub cuencas de los La Gallega y Chalaco, abarcando las micro cuencas, Ñoma, los Potros, Cerro Negro, Mijal y Nogal; entre 05° 02' 15" Latitud Sur y 79° 47'39" Longitud Oeste, entre los 1200 y 3000 metros sobre el nivel del mar, que pertenece al Departamento de Piura, Provincia de Morropón, Distrito de Chalaco. El proyecto de producción de harina de lúcuma para la campaña 2004-2005 se ubicará en los caseríos de Huacapampa Alta, Huacapampa Baja, Portachuelo, Taspá, Juan Velasco, Sánchez Cerro y el Sauce, todos ellos pertenecientes al Distrito de Chalaco. Estos caseríos, como el resto de la sierra de Piura presentan condiciones climáticas y edafológicas apropiadas para el crecimiento y desarrollo natural de plantas de lúcumo.

#### **3.1.2. Duración del proyecto**

El proyecto tiene una duración de dos años, durante los cuales se tiene asesoramiento permanente por parte de los técnicos de las instituciones ejecutoras. La primera campaña del proyecto se realizó en el 2003-2004. En esta última campaña 2004-2005 se tiene como objetivo reforzar y actualizar los conocimientos de los productores de harina de lúcuma de tal forma que para la próxima campaña, se encuentren organizados y capacitados para conducir la producción y comercialización de la harina de lúcuma sólo con acompañamiento de la ODER.

### 3.1.3. Objetivos e importancia del proyecto

- Promover la transformación y comercialización de un cultivo nativo con potencial de mercado, para lo cual se requiere la participación organizada de la población rural de la zona.
- Dinamizar la economía de las familias campesinas mediante el desarrollo de la agro-industria.
- El fortalecimiento y aprovechamiento de las capacidades locales, uso racional y sostenible de los recursos naturales; de esta forma se garantiza la inversión realizada por cada una de las instituciones involucradas en el proyecto.

La importancia de la producción de harina de lúcuma radica en que se cuenta con materia prima de la región a costos de cultivo mínimos (casi silvestre), esto hace que la harina de lúcuma salga al mercado con precio competitivo. Se espera que este precio siempre sea menor que el de otras harinas de lúcuma provenientes de Lima, Ayacucho, etc. ya que éstas pagan un flete mayor. La producción de harina de lúcuma a nivel regional todavía es reducida, todo ello da una gran ventaja en la venta de la harina de lúcuma. La demanda anual en la ciudad de Piura se estima en 1.6 t de harina de lúcuma. Se desea cubrir el 50% de esta demanda con la producción del proyecto.

En esta campaña, se plantea vender a alguna empresa comercializadora y/o alguna empresa directamente a nivel nacional y/o local. De esta forma se irá conociendo el proceso de comercialización, el cual deberá ser manejado por los productores posteriormente. En un futuro, como mejor alternativa de comercialización, se tiene pensado contactar algunas industrias o empresas comercializadoras en el extranjero.

### 3.1.4. Población beneficiaria

Los ingresos económicos para las familias de la Sierra están representados por la producción de cultivos de subsistencia como la papa en el mes de junio, maíz en el mes de julio-agosto, y trigo en los meses de agosto y septiembre. En la parte alta la comercialización de productos agrícolas es en base a excedentes de producción y en general casi no se paga por jornales, más bien se da la prestación de fuerzas para tareas agrícolas principalmente. El tamaño promedio de tierra por familia es de 3 ha. Los beneficiarios directos serán 30 familias de 7 caseríos que se harán cargo de la producción y comercialización de la harina de lúcuma. Los beneficiarios indirectos serán 150 familias de bajos recursos que cuenten con plantas de lúcuma dentro de sus sistemas agroforestales, ya que ellas serán las que proveerán de materia prima a las UPES (Unidades de Producción Empresarial).

### 3.1.5. Viabilidad ecológica

El impacto que el proyecto generará al desarrollar sus actividades contribuirá a la conservación de los recursos naturales, además que la tecnología planteada es artesanal e inocua. Adicionalmente, el lúcumo cumple la función de protección de los suelos y de regulador de las condiciones medio ambientales; dado que se

desarrolla en suelos marginales a los lados de las quebradas. Resistiendo fuertes precipitaciones lluviosas como periodos prolongados de sequía. El Programa Chalaco abarca también la diversificación de cultivos, como propuesta de recuperación de suelos desprotegidos con alto grado de erosión.

### **3.1.6. Propuesta productiva**

Se plantea la implementación de UPES en los caseríos elegidos. Cada UPE estará conformada por un módulo de procesamiento, el cual contará con una mesa, utensilios como cuchillos, rebanadores, etc. y con un módulo de secado solar para procesar la fruta hasta obtener hojuelas semisecas. Cada UPE será administrada por tres o cuatro familias quienes comprarán la lúcuma y la procesarán, esto significa que estas realizarán las actividades de selección, lavado, pelado, rebanado y secado inicial (solar).

Una vez obtenidas las hojuelas semisecas se llevarían a la capital del distrito de Chalaco, a una pequeña planta de procesamiento administrada por la Asociación (ver punto 3.4.3.), allí se centralizaría el acopio de hojuelas semisecas provenientes de las diferentes UPES y se les daría un secado final, molienda y envasado. Posteriormente la harina de lúcuma sería transportada y entregada en Piura a la persona (representante de los productores) encargada de comercializarla.

Estas últimas etapas de procesamiento y la comercialización estarían a cargo de la Asociación (conformada por integrantes de las UPES). Por motivos de experimentación, adquisición de un local en Chalaco y de un secador con aire caliente. Las hojuelas semisecas serán trasladadas directamente al distrito de Piura (Planta piloto de la UDEP), por lo que las etapas finales de secado, molienda y envasado serán realizadas allí mismo.

## **3.2. Plan de trabajo para la producción de harina de lúcuma**

Previamente a la campaña 2004-2005 en la que se desarrolla la presente tesis, el Programa Chalaco había aprobado y presentado una Propuesta Productiva que comprendía el procesamiento de la fruta en los caseríos de Chalaco hasta la etapa de un secado inicial (solar). Mientras que un secado final y molienda se realizarían en un secador a gas (perteneciente a la UDEP) y con un molino de martillos, el cual ya había sido adquirido por el Programa Chalaco, que se instalaría en la planta piloto de la UDEP. La propuesta 2004-2005 también consideraba mejoras en el sistema de pago (en efectivo y al contado) por la fruta que se compre en cada UPE, así como en los mecanismos de comunicación formal entre todos los actores involucrados (técnicos, productores y entidades de apoyo local).

En el aspecto técnico, las metas del equipo del proyecto para la campaña 2004-2005 comprenderán:

- Insistir en la capacitación del proceso y aplicación de buenas prácticas de manufactura, para evitar pérdida de material por un mal procesamiento y asegurar la calidad del producto final.

- Por otro lado, corregir algunas deficiencias en el manejo del secador solar, conscientes de que las condiciones climáticas en la zona de Chalaco, en la época de cosecha de lúcuma, no son las más favorables para el secado; pues impiden alcanzar el grado de humedad requerido para la molienda (esta fue otra de las razones por la que se propuso complementar el secado solar con un secado con aire caliente).

Se llevarán a cabo dos talleres: uno en Chalaco y otro en la planta piloto de la Universidad de Piura, para completar la capacitación sobre el proceso de transformación en harina de lúcuma (secado final, molienda y envasado). Los distintos productores de hojuela semiseca poseen ciertos conocimientos y experiencia provenientes de la capacitación de la campaña 2003-2004. En la campaña 2004-2005 la capacitación en Chalaco será realizada en la misma jornada de trabajo y lugar de procesamiento de la fruta. En dicho taller se mostrará en forma práctica a los integrantes de las UPES, todos los pasos para la obtención de hojuela semiseca de lúcuma, manejo del secador, aplicación de buenas prácticas de manufactura (BPM) e higiene.

### **3.3. Avances logrados el año 2004**

En la campaña anterior 2003-2004, los productores (UPES), después de recibir los materiales e implementos básicos para producir hojuelas semisecas fueron capacitados en las técnicas de procesamiento, manejo del secador, prácticas de buena manufactura e higiene. En esa campaña se consiguió producir 116 kg de hojuela seca. La molienda fue realizada por una empresa agroindustrial de Piura. Al final de la campaña 2003-2004, en Chalaco, se desmontaron los secadores solares y se guardaron para evitar su deterioro; se había acordado con los productores reforzar la capacitación y seguimiento de la producción para la siguiente campaña (2004-2005).

En dicha campaña se realizaron pruebas para determinar la posibilidad de obtener harina de lúcuma bajo las condiciones climáticas predominantes durante los meses de cosecha diciembre-marzo (lluvias y neblina durante algunas horas del día). Se demostró que es posible la producción de harina de lúcuma utilizando sólo la tecnología de secado solar. Los resultados de laboratorio mostraron que la harina de lúcuma obtenida se ubicaba dentro de los estándares de calidad fitosanitaria. Las características organolépticas (olor, color y sabor) no fueron muy buenas, aunque se logró vender toda la producción. Para la siguiente campaña se tenía la expectativa de un precio mayor dependiendo de la calidad del producto.

Con la finalidad de obtener mejores resultados de calidad y cantidad se planteó utilizar para la siguiente campaña (2004-2005), un secador con aire caliente para complementar el proceso de secado de las hojuelas. Esto para evitar el tiempo prolongado que tenían que permanecer las hojuelas en el secador solar durante el cual perdían color, olor y sabor. Las características físicas y microbiológicas de la harina de lúcuma de la campaña 2003-2004, se muestran en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Análisis de las hojuelas de la campaña 2003-2004, por caserío y tipo de lúcuma

Determinación	Hucapampa Alta		Huacapampa Baja		Sánchez Cerro		Portachuelo
	S	D	S	D	S	D	D
Humedad (%)	13.00	14.03	8.51	5.31	0.00	6.91	11.07
Sólidos solubles (%)	45	55	50	45	45	50	54
Coliformes fecales (ufc/g)	0	0	0	0	0	0	0
Hongos (ufc/g)	0	0	0	0	0	0	0
Levaduras (ufc/g)	0	0	0	0	0	0	0
Salmonella	a	a	a	a	a	a	a
Restos de parásitos	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg

Fuente: Programa Chalaco <sup>[7]</sup>.

S = Hojuela de la variedad suave

D = Hojuela de la variedad dura

a = Ausencia

neg = Negativo.

Es importante mencionar que no existe todavía una norma técnica nacional para la harina de lúcuma, y lo que se maneja en el mercado nacional son las especificaciones de producto de cada empresa comercializadora e industrial. Los resultados obtenidos en la harina de lúcuma cumplen con los requisitos exigidos por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, Resolución Ministerial N° 615-2003-SA/DM).

Para la venta de la harina, se establecieron contactos con algunas empresas regionales y nacionales; a las cuales se distribuyeron muestras. Junto a las muestras se envió una ficha técnica del producto, fotos y Certificado de Laboratorio. Algunas de ellas respondieron dando cuenta de sus exigencias y opiniones, las cuales fueron de mucha importancia para las mejoras en el procesamiento de lúcuma.

#### Consultas o solicitudes de las empresas contactadas

- CABEX S.A. solicitó información acerca de precios, especificaciones técnicas del producto, estacionalidad, oferta disponible, etc.
- DISTRIBUIDORA INDUSTRIAL MADRID S.R.L. requirió información organoléptica del producto y manifestó que anteriormente había recibido muestras de harina de lúcuma de Piura, que no eran adecuadas en textura y sabor. Indicó también que tenía una demanda de 200 t de harina de lúcuma.
- COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES LA CALESA S.R.L. representada por el Sr. Alvaro Salas, consultó la capacidad exportable, con la finalidad de encaminar un proyecto conjunto.
- FITO PERU EXPORT IMPORT S.A.C. también consultó sobre oferta disponible y estacionalidad.

### Opiniones y exigencias de las empresas que recibieron las muestras

- DISTRIBUIDORA INDUSTRIAL MADRID S.R.L. advirtió que el color y sabor les parecía bueno, pero el aroma bajo.
- INDUSTRIA ECOALIMENTARIA E.I.R.L. dedicada a la fabricación de flan, señaló que el producto cumple con sus análisis sanitarios, pero es pobre en aroma y sabor. No le sirve para el producto que fabrica.
- COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES LA CALESA S.R.L. informó que el producto tiene buen tamaño de partícula, pero le falta color y aroma.
- HELADERÍA “EL CHALÁN”, según su heladero, tuvo que recurrir a esencias para darle más sabor, pero sí se pudo emplear la harina. El propietario concretó la compra de harina de lúcuma de la campaña 2003-2004 a un precio de 10 soles el kilogramo.
- GREEN WORLD S.A.C. demostró interés en comprar la harina de lúcuma producida en Chalaco pero tiene requerimientos mínimos de 500 kg
- Como puede observarse en el cuadro 3.2 el problema más grande radica en el aroma de la harina de lúcuma. El segundo inconveniente para estas empresas demandantes de harina de lúcuma es el sabor y finalmente el color. Estas características organolépticas pueden mejorarse haciendo cambios en el proceso, específicamente en la duración del secado, pero con limitaciones, teniendo en cuenta que la variedad de lúcuma procedente de Chalaco (esfera achatada) no tiene características organolépticas tan buenas como la variedad de lúcuma más conocida de Ayacucho y Lima (cónica).
- También se consulta frecuentemente por la estacionalidad y oferta disponible, por lo que se convierte en requisito indispensable para comercializar harina de lúcuma contar con volúmenes de producción elevados; además estos reducirán los costos de producción aumentando de esta forma las utilidades.

### Mejoras realizadas durante la campaña 2003-2004

- La balanza tipo romana de 50 kg de capacidad no era adecuada para pequeños pesos de fruta que compraban las UPES, pues el productor tenía la sensación de que le “robaban en el peso”. Se adquirieron balanzas de 10 kg de capacidad.
- Se consiguió aumentar el rendimiento de pulpa en la etapa de pelado y rebanado, dotando a los productores de cuchillos más pequeños y rebanadores afilados.
- Se decidió hacer un lavado previo de la fruta con agua corriente, sin cloro, con la finalidad de quitarle tierra (renovando el agua frecuentemente). Recién después de esto la fruta pasaría a la desinfección en agua con lejía, sumergiéndola por 2 minutos.

Cuadro 3.2. Resumen de opiniones y sugerencias de las empresas que recibieron muestras

Opiniones y sugerencias de empresas que recibieron muestras	Volumen mínimo solicitado (kg)	Especificaciones técnicas						
		Análisis microbiológico	Organoléptico			Granulometría	Humedad	Sólidos solubles
			Olor	Color	Sabor			
COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES LA CALESA S.R.L.	Consulta oferta disponible	2	5	5	2	2	2	2
GREEN WORLD S.A.C.	500	2	2	2	2	2	2	2
HELADERÍA “EL CHALAN”	Consulta oferta disponible	2	2	2	4	2	2	2
DISTRIBUIDORA INDUSTRIAL MADRID S.R.L.	200	2	5	2	2	2	2	2
INDUSTRIA ECOALIMENTARIA E.I.R.L.	----	2	5	2	5	2	2	2
Promedio	350	2	3.8	2.6	3	2	2	2

Escala:

- 1: Muy bueno
- 2: Bueno
- 3: Moderado
- 4: Regular
- 5: Malo

Nota:

Las especificaciones técnicas que no son mencionadas ni observadas por las Empresas que recibieron las muestras, serán tomadas como positivas o aceptables.

- Para mejorar el secado, se adquirieron bandejas de celosía plástica de 1 m x 0.50 m con marco de PVC. Anteriormente se trabajaba con un plástico negro, el cual era tendido sobre unas tarimas de madera dentro del secador solar, y las hojuelas frescas se colocaban manualmente una por una sobre éste; cada cierto tiempo tenían que voltearse para conseguir un secado uniforme y evitar hongos en la parte no expuesta al aire. Luego se optó por el rebanado de la fruta directamente sobre las bandejas, de tal modo de evitar la excesiva manipulación de las hojuelas frescas.

### **3.4. La situación al inicio del estudio**

#### **3.4.1. Variedades de lúcuma y potencial productivo en la zona**

Los proveedores de materia prima son campesinos que tienen en sus chacras algunos árboles de lúcumo, además son miembros de los comités conservacionistas que ha promovido el Programa Chalaco estando identificados y registrados. Esto facilita la incorporación de técnicas de manejo y conducción de las plantas existentes. Por lo tanto, se asume que el abastecimiento de materia prima con la calidad requerida no será una limitante. No es posible contar con una historia documentada de la producción en el ámbito del proyecto, pero la versión de los productores de la zona indica que si bien es cierto existen bajas de la producción en algunos años, es cierto también que nunca deja de haber producción. La producción por planta de lúcuma varía entre 60 y 100 frutos por campaña y se da entre los meses de noviembre y mayo de cada año.

Los lúcumos se encuentran integrados en sistemas agroforestales con cultivos (de corto o largo plazo) como naranja, café, caña, plátano, guabos y especies forestales nativas de cada caserío. Dado que estos cultivos son irrigados, las plantas de lúcuma son beneficiadas con al menos dos riegos al año. En la parte alta, donde estos cultivos ya no existen, prosperan en cambio los cultivos anuales de secano como trigo, cebada, arveja, ocas y ollucos. La lúcuma, con la que se cuenta en la actualidad, proviene en su mayoría de plantas francas establecidas en los bordes de acequias, linderos de chacras, caminos, huertos familiares, etc. Estas no poseen manejo técnico alguno, por lo que este proyecto se complementa con otros que plantean la tecnificación del cultivo mediante el manejo de los lúcumos existentes y la incorporación de variedades con características deseadas, manteniendo el sistema agroforestal como sistema de siembra.

Teniendo en cuenta las actividades que se vienen desarrollando en el marco de otros proyectos vinculados con esta propuesta, se estima duplicar la producción actual para el 2010, como efecto de la instalación de plantas mejoradas, así como la aplicación de nuevas prácticas agronómicas. En la zona no existen demandantes con mayor capacidad económica, que podrían competir con el abastecimiento de materia prima de las UPES. La demanda de fruta de las UPES será creciente siempre cuando la capacidad de procesamiento se mejore y se encuentren los mercados necesarios para la sostenibilidad de este proyecto.

Un estudio ejecutado por GTZ/CTAR Piura determinó que los cultivos silvestres en la sierra de Piura ascendían a 134 hectáreas con una producción de 1188 t de lúcuma

(82% del tipo suave y 18% del tipo dura). Estos cultivos silvestres abarcan las provincias de Huancabamba, Morropón y Ayabaca. Dicho estudio señala que el distrito de Chalaco posee una producción de 224 t (25 ha) de lúcuma, siendo 150 t del tipo seda y 74 t del tipo duro <sup>[11]</sup>.

Otro estudio realizado por el proyecto PAEN-GTZ y CARE Perú, determinó que existen varios biotipos de lúcuma en las provincias productoras de Ayabaca, Morropón y Huancabamba. De ello podemos extraer dos grandes tipos con similares características como se detalla a continuación:

Lúcuma del tipo suave o seda:

- Zonas de producción: Lalaquiz, Huancabamba, Santo Domingo y Chalaco.
- Épocas de producción: diciembre a febrero
- Formas del fruto: cónica, redonda y achatada
- Tamaño de la fruta: desde 10 hasta 16 cm de diámetro.
- Peso de la fruta: 300 – 700 g.
- Color de la fruta al estado inmaduro: verde - marrón - verde petróleo
- Color de la fruta a la madurez: marrón a verde amarillento
- Color de la pulpa: amarillo a amarillo intenso
- Consistencia de la fruta: suave

Lúcuma de tipo dura o palo:

- Zonas de producción: Lalaquiz, Canchaque, Santo Domingo y Chalaco
- Épocas de producción: diciembre a marzo
- Formas del fruto: cónica, redonda y achatada
- Tamaño de la fruta: desde 10 hasta 16 cm.
- Peso de la fruta: 300 – 700 g.
- Color de la fruta al estado inmaduro: verde – verde amarillento
- Color de la fruta a la madurez: verde amarillento a amarillo bronceado
- Color de la pulpa: amarillo – amarillo pardo y amarillo bronceado
- Consistencia de la fruta: ligeramente dura

En el distrito de Chalaco, específicamente en los caseríos donde se va a implementar el proyecto existen dos tipos de lúcuma, el tipo suave o seda (67%), caracterizado por pulpa de color amarillo (huevo) o blanco intenso; y el tipo dura o palo (33%), caracterizado por su textura dura con pulpa blanquecina, amarilla intensa o tenue. La experiencia y los trabajos de investigación (campana 2003-2004) han demostrado que además que la lúcuma amarilla, suave o dura, posee mejores características organolépticas y las conserva mucho más durante todo el proceso. En cambio la lúcuma blanca, sea del tipo suave o dura, además de tener características

organolépticas inferiores; no se conserva muy bien durante el proceso, pues el color de la hojuela fresca se torna marrón oscuro.

Cuadro 3.3. Oferta de materia prima en los caseríos de Chalaco

Distrito	Caseríos	Producción potencial de fruta por caserío (t)	
		Suave	Dura
Chalaco	Fco. Bolognesi	4.50	1.10
	Carpinteros	20.93	7.28
	Huacapampa	15.35	0.60
	Sánchez Cerro	10.89	0.06
	Los Lúcumos	23.38	2.62
	Lanchepampa	2.96	5.53
	Juan Velasco	21.17	0.02
	Taspa	11.01	0.42
	Chimulque	0.00	6.65
	San Lorenzo	0.00	10.16
	Total	0.25	3.03
	Lanche	3.86	0.01
	Río Claro	2.61	5.95
	Los Pinos	6.87	7.41
	Palmo	1.32	4.64
	Trigopampa	10.86	0.72
	Cabuyal	6.80	6.97
Portachuelo	7.80	10.79	
	<b>Total</b>	<b>150.56</b>	<b>73.96</b>

Fuente: Programa Chalaco <sup>[11]</sup>.

Según el cuadro 3.3 los caseríos de mayor producción de lúcuma en el distrito de Chalaco son: Huacapampa Alta, Huacapampa Baja, Portachuelo, Taspa, Juan Velasco, Sánchez Cerro, Carpinteros, Los Lúcumos, Trigopampa y Cabuyal.

### 3.4.2. Infraestructura de procesamiento disponible

Los caseríos elegidos para instalar las UPES fueron los que no sólo contaban con mayores volúmenes de producción sino que se encontraban motivados para elaborar un producto de calidad. Esto en, cierta medida, asegura el uso de materia prima de óptima calidad y un adecuado procesamiento de ésta durante toda la campaña. Las UPES estarán ubicadas en el centro del área de producción, es decir en cada uno de los caseríos productores de lúcuma. La ubicación de los módulos de secado se detalla en el cuadro 3.4.

Los criterios para la instalación de los secadores solares fueron los siguientes:

- Se instalaron en los caseríos de mayor productividad de lúcuma según datos del estudio realizado por el PAEN-GTZ y CARE Perú).
- Para la ubicación de los módulos de secado solar se tuvo en cuenta lugares que cuenten con la mayor cantidad de horas luz y con corrientes de aire (de sur a norte), así mismo con la seguridad necesaria para evitar el ingreso de animales

domésticos. Además deberían ser de fácil acceso para los productores de lúcuma y estar cerca de las UPES.

- c) Los secadores se instalaran siempre y cuando los agricultores estén dispuestos a aportar materiales de la zona y mano de obra para su instalación.

Cuadro 3.4. Número y ubicación de los secadores solares

<b>Caserío</b>	<b>Módulos de secado solar</b>
Huacapampa Alta	1
Huacapampa Baja	1
Sánchez Cerro	1
Juan Velasco	1
Portachuelo	1
Taspa	1
El Sauce	1
<b>Total</b>	<b>7</b>

### 3.4.3. Organización de los productores

#### Comités conservacionistas

Han sido creados por el Programa Chalaco con la finalidad de conservar y proveer de fruta fresca de calidad a las UPES. Están integrados por personas interesadas en la tecnificación, manejo y aumento del capital ambiental. Se viene promoviendo, a nivel de comités, la producción de plántones mejorados de lúcuma e instalación de sistemas agroforestales. Se ha identificado en cada uno de los comités conservacionistas a los proveedores de fruta fresca, los cuales han sido capacitados en la recolección y selección de frutas de lúcuma que serán vendidas a las UPES. La propuesta consideraba como proveedores de materia prima, únicamente a socios de comités conservacionistas, manteniendo en reserva (potenciales proveedores) a familias que aún no pertenecen a los comités. Para la compra de la fruta, el responsable del Programa Chalaco deberá entregar el dinero al técnico encargado del caserío donde se realiza la compra y éste a su vez al miembro de la UPE designado como supervisor de producción.

La función del técnico es agilizar el acopio y comunicación con los campesinos para conocer los problemas que se presentan y la resolución rápida de los mismos. La entrega de dinero al supervisor de producción sería semanal y en cantidad suficiente para que la compra de fruta no tenga atraso, como en experiencias anteriores. El atraso del pago por la fruta fue un factor de desmotivación para los proveedores. La justificación respectiva (presentar planillas de pago) serían entregadas a la Municipalidad para la devolución del dinero.

Los comités conservacionistas son responsables de:

- Respaldo y orientar a los socios del Comité interesados en la producción de hojuelas semisecas de lúcuma, para que luego formen nuevas UPES.
- Producir en los viveros forestales plantas de lúcuma mejorada e instalar sistemas agroforestales con éstas.

- Impulsar la participación de todos los asociados en la capacitación de cosecha y selección de la fruta fresca.
- Promover el ingreso de más asociados a los comités conservacionistas a través de la promoción de la venta de fruta fresca de lúcuma.

### **UPES (Unidades de Producción Empresarial)**

Es una organización encargada de transformar fruta fresca en hojuelas semisecas, está integrada por 3 a 4 familias socias de comités conservacionistas. En cada comité pueden formarse más de una UPE, dependiendo de la oferta productiva de fruta en la zona. Se propuso que esté conformada por tres personas (cada una de distinta familia) cuyos cargos serían: supervisor de producción, tesorero y almacenero. Entre los integrantes de cada una de las unidades de producción (UPES) debía elegirse a un “supervisor de producción”, el cual tendría las siguientes características: saber escribir, leer, contar y ser una persona confiable. Debe tener la capacidad para transmitir conocimientos e identificar personas con potencialidades, para más adelante incorporarlos en funciones de la organización.

Es importante la comunicación entre el supervisor y los técnicos, de manera que se conozca con precisión el desarrollo de las tareas encomendadas para la semana y conocer el cumplimiento de objetivos trazados para así hacer los ajustes necesarios. Las UPES deben entender y promover el concepto de cadena productiva y el funcionamiento del acopio a los proveedores. La UPE, en su totalidad, debe rendir cuentas al Comité Directivo de la Asociación (conformada por representantes de las UPES), según lo que establezca el reglamento interno. La producción de hojuelas semisecas de cada UPE, deberá estar debidamente clasificada, registrada y almacenada, para facilitar la entrega a la Asociación, quien deberá recibirla y darle el proceso final. Como se explicó anteriormente, para la presente campaña, 2004-2005 la asociación no estará en funcionamiento; pues la hojuela semiseca será llevadas al distrito de Piura (UDEP).

Las UPES tienen las siguientes tareas y responsabilidades:

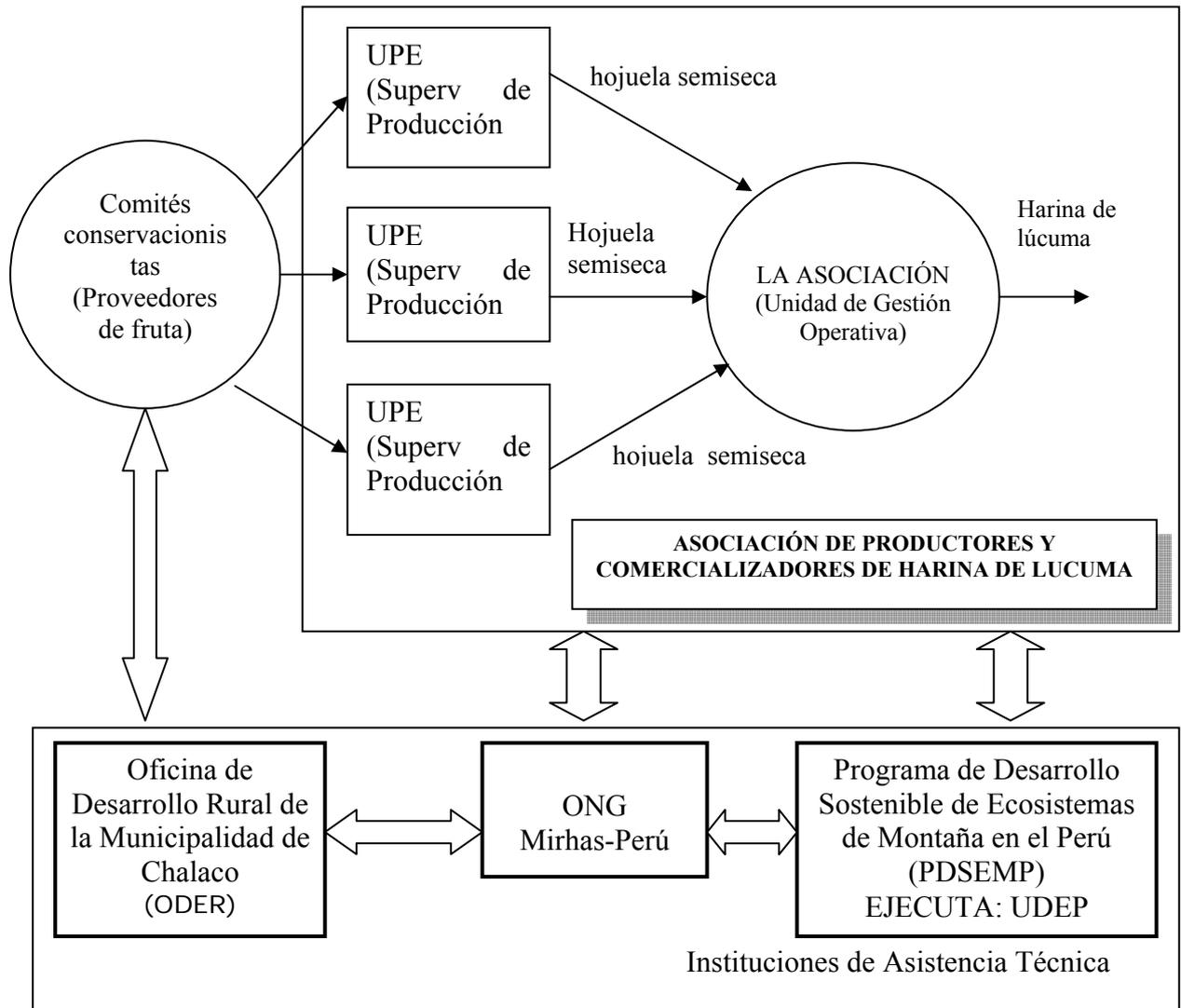
- Elegir a los responsables de área (supervisor de producción, tesorero y almacenero) en cada UPE, para el proceso productivo y gestión comercial.
- Desarrollar prácticas de control de calidad y manufactura
- Participar en el proceso de capacitación
- Cuidar todos los bienes de capital y equipos de producción que se entreguen para la transformación de la lúcuma. Instalar los secadores solares.
- Identificar a los proveedores de fruta fresca de su comité y alrededores (elaborar padrón de proveedores).
- Pagar a los proveedores la fruta seleccionada.
- Transformar la lúcuma en hojuelas semisecas.
- Almacenar y transportar las hojuelas semisecas a los dirigentes de la Asociación.
- Llenar las fichas de registro con información de las acciones que se desarrollen dentro de cada UPE.

### **La Asociación**

Esta unidad no entrará aún en funcionamiento como se explicó en el apartado 3.1.6. Es la estructura organizativa propuesta para hacerse cargo de la última etapa productiva y de la fase de comercialización. Estaría encargada de procesar hojuelas semisecas (secado final y molienda, envasado) y de comercializar la harina de lúcuma. Sus representantes serán propuestos y escogidos entre los integrantes de las UPES. Esta organización será el nexo directo entre el mercado y los productores. A este se le entregará parte del fondo, el cual será destinado al pago de las hojuelas semisecas provenientes de las UPES.

La Asociación cumplirá las siguientes funciones:

- Cuidar la infraestructura y equipos recibidos para la transformación de harina de lúcuma.
- Recibir, identificar y registrar la producción de hojuelas semisecas de lúcuma que ingresa de cada UPE.
- Realizar la transformación de hojuelas semisecas en harina de lúcuma.
- Identificar clientes, es decir empresas a quienes se les venderá harina de lúcuma.
- Realizar la venta de harina de lúcuma.
- Manejar los fondos de la Asociación (aperturar una cuenta a nombre de la Asociación, mantener el registro de ventas y emitir comprobantes de pago, etc.).



Esquema 3.1. Organización para la producción de harina de lúcuma

### **3.4.4. Instalación del secador solar, a gas y molino**

La Asociación que debería ser la encargada del procesamiento final de las hojuelas semisecas no entrará aún en funcionamiento, por motivos de experimentación, adquisición de un local en Chalaco y de un secador con aire caliente. El molino y el secador con aire caliente serían instalados en un local aportado por la Municipalidad de Chalaco. Este tendría como mínimo 0,25 ha y estaría ubicado en las proximidades de la capital distrital.

#### **Secador a gas:**

Como se explicó anteriormente, se usaría momentáneamente el secador con aire caliente de la planta piloto de la UDEP. Los detalles del equipo se presentan en el apartado 4.2.

#### **Molino:**

Se sostuvo una entrevista con la empresa de energía eléctrica (ENOSA) en Chalaco en la campaña 2003-2004, en la que se aclaró que no se podía suministrar energía eléctrica trifásica para efectos de instalar el molino en esta localidad. Una opción sería instalarlo en la localidad de Chimulca o la alternativa de suministro monofásico en Chalaco. Por las limitaciones de suministro eléctrico trifásico en Chalaco, se decidió adquirir un molino con motor monofásico para la campaña 2004-2005. Para ello, se buscaron cotizaciones de molinos que fueran de acero inoxidable, con capacidad menor a 80 kg/h y de fabricación nacional. Finalmente se optó por un molino de marca Vulcano, de 7,5 HP. Este molino fue instalado provisionalmente en la planta piloto de la UDEP. Mayores detalles de este equipo en el apartado 4.3.

#### **Secador solar:**

Se instalaron 7 módulos de secado solar en ciertos caseríos del distrito de Chalaco, uno en cada UPE. Se instaló uno adicional a estos 7 en la planta piloto de la Universidad de Piura. Este último se instaló con la finalidad de realizar pruebas de secado con distinta variedad de lúcuma y con un clima totalmente distinto al de Chalaco. De esta forma se podrían establecer comparaciones entre distintas variedades de lúcuma y la influencia del clima en el secado de estas.

## **3.5. Etapas del proceso de obtención de harina de lúcuma**

En este apartado se describirá el proceso, de modo general, según las informaciones y experiencias consultadas anteriormente.

### **3.5.1. Recepción y selección**

Esta operación se inicia con la llegada de la lúcuma al centro de procesamiento. Se escoge la fruta de acuerdo a criterios como madurez, estado de conservación, enfermedades o plagas (estado fitosanitario) y variedad (amarilla o blanca). Posteriormente se le pesa y almacena en sacos de polipropileno o manta rafia (6 a 8 kg como máximo). También se pueden emplear contenedores plásticos, de cartón o

madera. Siempre tomando las medidas necesarias que garanticen el estado de conservación de la fruta.

### **3.5.2. Lavado y desinfectado**

Se lavan las frutas con agua pura y limpia, de esta forma se eliminan agentes contaminantes adheridos a la superficie de la fruta como polvo, látex exudado (resina) y microorganismos. Se tendrá especial cuidado, pues la fruta debe estar bien limpia para que la operación de desinfección cumpla su cometido.

En un recipiente que contenga 10 L de agua se agrega 5 mL de lejía. Es necesario resaltar que la lúcuma debe permanecer 2 minutos sumergida, para que la lejía pueda cumplir su función. El agua con lejía no debe tener ningún contacto con la pulpa, para no influir en el sabor; ni aumentar la humedad de ésta. Después de esto la fruta es colocada en un escurridor. La misma solución se puede emplear para limpiar cuchillos, rebanadores, bandejas de secado, baldes, tinas y mesas de trabajo.

### **3.5.3. Pelado**

El pelado se realizara con cuchillos pequeños, tratando de no cortar la parte comestible de la fruta (mesocarpio) y no dejar partes mal peladas, esto último para evitar el sabor astringente de la cáscara en la harina. Además se retiran las partes oscuras y duras para evitar el sabor amargo y color no deseado.

### **3.5.4. Deshuesado**

Se realiza con la ayuda de un cuchillo (previo seccionamiento transversal de la fruta). Este mismo cuchillo puede utilizarse para retirar el hollejo. Se parte la fruta en 2 o si es necesario en 4 partes, se retira la semilla y el hollejo. Se debe tratar de retirar el hollejo sin cortar pedazos de pulpa de lúcuma.

### **3.5.5. Rebanado en hojuelas**

Se usa un rebanador manual regulable con el que se obtienen hojuelas de 0.5 mm – 1 mm de espesor, que faciliten una deshidratación homogénea y rápida. Este espesor resulta en una mayor superficie de exposición de la pulpa fresca a diferencia del corte en trozos que dificulta la deshidratación al tener menor superficie de exposición al sol.

### **3.5.6. Secado**

Existen distintas formas de deshidratar hojuelas, tales como secado con aire caliente, deshidratado al vacío, liofilización y por energía solar; siendo esta última alternativa muy común en pequeños agricultores del Perú. Resultado de evaluaciones realizadas en Huanta (Perú) y Azapa (Chile) el secado natural demora de 3-4 días, mientras que en lugares como Cañete y Huaral el secado demora de 6-8 días. Es importante evitar la excesiva exposición al sol, por que altera la intensidad del color y olor de la pulpa.

Cuando las hojuelas están secas, se retiran del secador, se colocan en bolsas herméticas rotuladas y se guardan en cilindros plásticos con tapa. Es recomendable que las hojuelas secas sean molidas lo más pronto posible, para evitar que se rehidraten con la humedad ambiental<sup>[1]</sup>.

### **3.5.7. Molienda**

Las hojuelas secas son convertidas en partículas que luego pasan por una zaranda. Después son impulsadas por el ventilador del molino, el cual las lleva hacia el ciclón de donde son recogidas en sacos. Tradicionalmente la harina de lúcuma se comercializaba con un tamaño máximo de partícula de 0.175 mm, que corresponde a una malla número 80; mientras que hoy en día se solicita con 0.147 mm que corresponde a una malla 100.

### **3.5.8. Envasado**

Se envasa de acuerdo al peso requerido. Se pueden utilizar bolsas plásticas o de papel kraft forradas en su interior con polietileno. Para bolsas de plástico de 1 kg es suficiente una máquina selladora de bolsas eléctrica de 30 cm de largo. Una vez envasada, se procederá a colocar una etiqueta que describa las principales características del producto como: tipo de lúcuma, procedencia, porcentaje de humedad y fecha de envasado. La harina envasada debe ser almacenada en un lugar ventilado, libre de cualquier elemento contaminante, sin roedores, oscuro, seco y limpio. Esto permitirá evitar la contaminación y cambios de color en la harina de lúcuma por tres meses. Periodos más prolongados, pueden originar que la harina se blanquee, incluso en lugares oscuros.

## **CAPÍTULO IV: PARTE EXPERIMENTAL**

En este capítulo se describirán los ensayos de producción de harina de lúcuma realizados con los equipos de planta piloto de la Universidad de Piura, así como las experiencias productivas en los módulos de los caseríos de Chalaco, que fueron monitoreados por el tesista y personal técnico del proyecto. Los resultados se presentarán y discutirán en el Capítulo V.

### **4.1. Materia prima utilizada**

Para la producción en las UPES de Chalaco, la fruta provenía de los productores mediante los mecanismos de compra ya establecidos. Se acopió lúcuma de ambos tipos (suave y dura), en estado maduro, sin distinción de tamaños. El tiempo transcurrido entre la llegada de la fruta a la UPE y su procesamiento, no excedió de 24 horas. Tal como se explicó en el Capítulo III, las hojuelas de lúcuma secas fueron trasladadas luego a Piura para proseguir con las operaciones de secado final, molienda y envasado.

Para los ensayos realizados en Piura, la fruta provino de varias fuentes:

- a) Lúcuma de Chalaco, comprada por el proyecto y enviada a Piura en un saco mediante una agencia de transportes. En algunos casos esta fruta llegaba parcialmente dañada y no siempre con el grado de madurez uniforme en todo el lote.
- b) Lúcuma comprada en el mercado de Piura, que según el puesto de venta provenía de Huancabamba (probablemente distrito de Lalaquiz).
- c) Lúcuma comprada en el mercado de Piura proveniente de Lima, distinguible a simple vista por ser de menor tamaño y de un color más intenso que la lúcuma de la sierra de Piura.

### **4.2. Instrumentos de medida**

- **HIGRÓMETRO**

Un higrómetro es un aparato que mide la humedad relativa del aire. En nuestro caso se usó un termohigrómetro digital portátil marca Hanna instruments (HI 8564), cuyo sensor se basa en la propiedad de algunos materiales de variar su resistencia eléctrica al variar la humedad. Este instrumento se utilizó para medir la humedad relativa del aire ambiental (que entra al secador), tanto en Chalaco como en Piura, así como del aire de secado (dentro del secador).

Los datos registrados no se usaron directamente en los cálculos pero brindan información sobre las diferencias de humedad relativa que influyen en la velocidad y eficiencia del secado.

#### • **TERMÓMETRO DIGITAL**

Se usó un termómetro marca Solomat 425 con rango de temperatura -30 a 1300 °C, que cuenta con una termocupla K como elemento sensor. Una termocupla está formada por dos alambres de distinto material unidos en un extremo. Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño, del orden de los milivoltios el cual aumenta proporcionalmente con la temperatura.

#### • **ANEMÓMETRO**

Un anemómetro es un instrumento que sirve para medir la velocidad del viento. Puede ser de rueda de paletas, que consiste en un rodete con álabes oblicuos, o bien el denominado de Robinson, que consta de cuatro cazoletas de forma de hemisferio fijados a cuatro brazos radiales.

En nuestro caso, se usó un anemómetro digital portátil, marca Davis Instruments modelo Turbo Meter y rango 0.1- 99 m/s, cuenta con una hélice que gira al soplar el viento; este movimiento se transmite a un mecanismo capaz de indicar esta velocidad en una pantalla digital.

#### • **REFRACTÓMETRO**

El refractómetro es un instrumento óptico que se usa para medir el índice de refracción de un líquido. El índice de refracción es el grado al cual la luz es desviada cuando pasa a través de un líquido. Para el caso de líquidos azucarados y frutas, el índice de refracción se puede convertir a grados Brix, que corresponden al porcentaje de sólidos totales disueltos (casi en su totalidad son azúcares). Usualmente el instrumento tiene también una escala en grados Brix.

En el presente estudio, se usó un refractómetro de Abbe de laboratorio de marca Zeiss, con el objetivo de determinar el porcentaje de sólidos solubles en la harina de lúcuma, previa preparación de un extracto acuoso de la misma. Para efectuar la medida, se colocó algunas gotas de dicho extracto sobre el prisma del refractómetro, y se observó por el ocular mientras con una perilla se gradúa la posición de una línea que separa la zona clara de la oscura, hasta que coincida con una marca; en ese momento, se toma la lectura del refractómetro, en grados Brix.

#### • **BALANZAS**

Para realizar los ensayos de procesamiento en Piura se usaron varios tipos de balanza:

- Se trabajó con una balanza de plataforma para pesar los lotes (sacos) de hojuelas semisecas provenientes de cada UPE.
- Para pesar hojuelas semisecas y secas se trabajó con una balanza de aguja marca Pitney Bowes S-510 con capacidad para 5 kg y para realizar el envasado de la harina de lúcuma se utilizó una balanza digital marca Sartorius 1213 MP con capacidad para 3 kg y sensibilidad de 0,1 g.

- Para la determinación de humedad, tanto de las hojuelas como de la harina, se empleó una balanza analítica marca Sartorius BP210-D con sensibilidad de 0,1 mg.

En Chalaco se trabajó con una balanza colgante tipo reloj con capacidad para 5 kg (división mínima 50 g) y una romana de 12 kg (división mínima 0.5 kg) para el pesado de los lotes fruta y sus componentes (cáscara, pepa y pulpa).

- **ESTUFA**

Se empleó una estufa marca Memmert ULM 500 con ventilación forzada para realizar pruebas de humedad, tanto para las hojuelas semisecas y secas como para la harina.

- **TAMICES**

Se emplearon tamices de laboratorio de acero inoxidable, con mallas ASTM 50, 65 y 100 de marca Tyler Standard. Se le llama “rechazo o fracción positiva” al material que no atraviesa los orificios del tamiz; y la “fracción negativa o tamizado” es justamente el material que paso a través del tamiz.

### **4.3. Equipos para los ensayos**

- **SECADOR SOLAR**

Los módulos de secado solar con los que cuentan las UPES fueron suministrados por la empresa TECNATROP, quien los comercializa con la denominación MÓDULO FEN 28. Uno de estos módulos se instaló también en la Universidad de Piura para los ensayos respectivos. Este modelo de secador solar se basa en las modificaciones, experiencias y resultados del uso de mantas de polietileno transparente de 9 m x 9 m que cubren una estructura de madera tipo carpa con ventanas laterales y puerta frontal. Específicamente es polietileno de baja densidad (PEBD) formulado con aditivo UV (absorbente de radiación ultravioleta) y un aditivo “FEN” que le da mayor resistencia y estabilidad contra la oxidación provocada por los rayos UV de la radiación solar. Según el fabricante, este módulo tiene la propiedad de absorber y concentrar los rayos solares. El módulo FEN tiene una durabilidad de 4 campañas de 5 meses cada una. Es de fácil montaje en zonas rurales y se puede desmontar y guardar al final de cada campaña. Todas sus partes son reciclables.

Se puede utilizar con piso de cemento o piso de polipropileno (manta rafia tejida de color negro). En nuestro caso se trabajó con el piso de polipropileno, ya que absorbe mucho más los rayos solares generando calor adicional. El piso del secador es de 4.0 m de ancho x 7.0 m de largo. La estructura del secador fue fabricada con materiales de la zona como palos, varas, carrizos y caña de guayaquil. Para que se cumpla la circulación del aire es vital que la puerta delantera este orientada en la dirección del viento dominante. Esto facilita el intercambio de aire húmedo por aire fresco. Para aumentar la temperatura interior se puede disminuir el flujo de aire, cerrando la puerta delantera y los laterales.

Recomendaciones del fabricante para establecer la ubicación del secador solar:

- Se debe ubicar en un lugar que no este rodeado de árboles, casas o construcciones, que impidan el ingreso constante de viento (de sur a norte) y luz solar. El ingreso de viento facilita el intercambio de aire fresco por aire húmedo.
- El secador debe estar lo más cerca posible al módulo de procesamiento.



Figura 4.1. Secador solar instalado en cada UPE

Los secadores solares de la UPES cuentan con bandejas para el producto, fabricadas con un bastidor de tubos de PVC sobre el cual va montada una celosía plástica. La capacidad del secador es de 20 bandejas de celosía, colocadas sobre tarimas de madera, a una altura aproximada de 90 cm sobre el nivel del suelo.



Figura 4.2. Bandejas utilizadas para el secado solar

## • SECADOR A GAS

Se usó un secador estático de bandejas, con aire calentado por medio de gas, con los siguientes componentes y características:

- Quemador alimentado con GLP, marca Universal, modelo 3500-FAV de 175 000-350 000 BTU/h, con un ventilador incorporado de 1/6 hp, 60 Hz, 115 V.
- Extractor de aire: ventilador de 1 hp.
- Capacidad: 92 kg de hojuelas semiseca.
- Termostato: 40-120 °C.
- Dimensiones: 6,5 m x 2 m x 1,5 m.

### **Material constructivo de la cámara de secado:**

Paredes: Planchas de triplay de 10 mm con revestimiento de tableros de madera aglomerada, (baja conductividad térmica), resultando las paredes con un espesor de 20 mm aproximadamente.

Estructura interior: ángulos ranurados de fierro.

### **Carros y bandejas:**

El secador tiene 8 carros porta bandejas. Cada carro tiene una capacidad de 11 bandejas. Las bandejas son de malla metálica, de 1 m x 0.5 m, con capacidad para 1 kg de hojuela semiseca cada una.

### **Funcionamiento:**

El aire caliente generado en el quemador, ingresa a la cámara de secado pasando por deflectores horizontales y verticales que mejoran la distribución del aire dentro de la cámara. De todos modos, el aire caliente actuará más eficazmente en las bandejas que se encuentran más cerca del quemador y en la parte superior de los carros porta bandejas. El aire que gana humedad sale por la parte superior de la cámara, impulsado por el extractor, hacia el ambiente exterior a través de una chimenea.



Figura 4.3. Secador a gas de la planta piloto de la UDEP

Para realizar el secado final (en un futuro) en Chalaco se ha decidido adquirir un secador de bandejas de aire (calentado con GLP) de similares características al disponible en la planta piloto de la Universidad de Piura. Inicialmente se pensó en

un secador con resistencias eléctricas, pero en la zona no había disponibilidad de energía eléctrica en la potencia requerida.

La capacidad del secador será de 50 kg cada 8 horas; con lo que se dará el acabado en el secado a la hojuela semiseca, dejando una humedad de 7%. Las bandejas de secado serán de malla de acero inoxidable y marcos de aluminio. Serán totalmente lavables y livianas.

Cámara de secado construida de triplay de  $\frac{1}{2}$ " de espesor, de dimensiones globales: 3.60 m x 2.40 m x 2.40 m, con piso de cemento y puerta de ingreso de 0.8 m x 2.00 m. Los soportes y columnas serán de madera. Tendrá un quemador de gas, totalmente automático, el cual incluye: ventilador de aire primario, control de encendido de chispa, válvula de seguridad, carcasa de protección, y otros elementos de seguridad.

Contará con un intercambiador de calor tipo "camisa metálica" para calentar el aire secundario o de secado, el cual sufrirá un calentamiento desde 25°C hasta 80°C, pudiendo ser regulado según la carga y la humedad del producto. También tendrá un tablero de control para el encendido y apagado del sistema, centralización del control de temperatura por medio de un termostato, y control de recirculación de aire primario y secundario, para efectos de ahorro energético. Igualmente, los sistemas de seguridad para la activación de las válvulas de gas y el encendido automático de la chispa para el quemado del combustible.

#### • MOLINO DE MARTILLOS

Para los ensayos se empleó un molino marca Vulcano de acero inoxidable (calidad AISI304), de 24 martillos, movido con un motor eléctrico monofásico de 7.5 HP. Está provisto de una tolva de alimentación y un ciclón con aspirador para recoger el producto molido. Cuenta con dos zarandas intercambiables de diferente tamaño de orificio (5 mm y 0.5 mm). El molino tiene una capacidad de 80 kg/h. La operación del molino es muy sencilla. Mientras que el molino está en marcha, una persona descarga las hojuelas secas de una bolsa o balde dentro de la tolva, mientras que un saco previamente amarrado al ciclón recibe el producto molido. En términos de energía eléctrica, y considerando que el molino opera a un 60% de carga, moler 50 kg de hojuelas en 50 minutos representa un consumo de sólo unos 3 kWh.



Figura 4.3. Molino de martillos monofásico de 7.5 HP

#### 4.4. Procesamiento en Chalaco y Piura

En este apartado se describirán con detalle las operaciones o etapas del procesamiento, tanto a nivel productivo (Chalaco) o a nivel de ensayo (Piura). En Chalaco, los productores a cargo de cada UPE ya manejaban con destreza las operaciones del proceso, tal como se describe a continuación. En este estudio se procedió a tomar datos de producción. Para los ensayos realizados en Piura, se siguió básicamente el mismo proceso, con algunas variantes que se mencionarán en el apartado correspondiente. En el anexo 2 se muestran unas tablas elaboradas para la toma de datos y el control del procesamiento de la lúcuma.

##### 4.4.1. Flujograma del proceso

En el siguiente cuadro se describirá cual fue el método de trabajo en Chalaco y en Piura.

Cuadro 4.1. Descripción del método de trabajo tanto en Chalaco como en Piura

CHALACO	PIURA
<b>Recepción y Selección</b>	
A la semana se trabajaba aproximadamente de 40 a 50 kg de lúcuma, procesados en una o dos oportunidades. El abastecimiento de fruta debía estar planificado de acuerdo a la fecha y cantidad a procesar, de forma tal que se adquiriese fruta con el grado de madurez adecuado a su fecha de procesamiento. La fruta seleccionada no debía estar chancada, rajada ni abierta. Al momento de almacenar la fruta, se cuidaba que la fruta más verde vaya al fondo. El saco o recipiente que guarda la fruta hasta su procesamiento debía estar debidamente cerrado y limpio. Además de estar ubicado en un lugar limpio, fresco y oscuro.	Se trabajó con fruta procedente de Chalaco, Huancabamba y Lima. A todas estas se les seleccionó de acuerdo a los criterios mencionados en el apartado 3.5.1. Uno de los mayores problemas fue que la fruta llegaba demasiado madura, por lo que debía procesarse inmediatamente. Además el calor de Piura aceleraba el proceso de maduración.
<b>Lavado y desinfectado</b>	
Fue necesario recordar a los productores que la lúcuma permaneciera dos minutos en la solución de agua clorada (con lejía), para conseguir desinfectarla.	Se realizó con agua potable, clorada con adición de lejía.
<b>Pelado</b>	
Los productores realizaron el pelado manual de la fruta con cuchillos pequeños. Se les indicó que tuvieran cuidado de no cortar la parte comestible de la fruta (mesocarpio) y no dejar partes mal peladas, esto último para evitar el sabor astringente de la cáscara en la harina. También eliminar	El pelado se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Química de la UDEP. Se tuvieron las mismas precauciones que las del proyecto de lúcuma en Chalaco. Se presentó un problema con la variedad de Lima, pues al ser su

Cuadro 4.1. (cont) Descripción del método de trabajo tanto en Chalaco como en Piura

<b>CHALACO</b>	<b>PIURA</b>
las partes oscuras y duras que se encuentran en la pulpa, pues son amargas. En algunos casos se observó la presencia de una sustancia pegajosa o látex en la pulpa de algunas frutas. Estas también eran retiradas para impedir la contaminación del lote.	pulpa blanda y muy pegajosa, por humedad y contenido de azúcares, dificultaba la separación de la cáscara con la pulpa, por lo que una parte de ésta quedaba en la cáscara.
<b>Deshuesado</b>	
Después del pelado se realizaba el rebanado en hojuelas; cogiendo la fruta entera y rebanándola hasta dejar como residuo la pepa junto al hollejo y un poco de pulpa.	Se realizó después del pelado, pero antes del rebanado en hojuelas. Se cortó la fruta en dos mitades o más partes, para facilitar la remoción de la pepa.
<b>Rebanado en hojuelas</b>	
Una vez realizado el pelado, la lúcuma era llevada al módulo de secado. Allí se realizaba el rebanado en hojuelas de la fruta dejando como residuo pepa, hollejo y restos de pulpa. Esta etapa empezaba a las 10:30 am y terminaba a la 1:30 pm aproximadamente	Se eliminaron las pepas en primer lugar y después se procedía al rebanado de los trozos de lúcuma en una batea, la cual se llevaba al secador solar donde las hojuelas eran extendidas manualmente sobre las bandejas de celosía. Generalmente se tendían las hojuelas frescas en el secador solar a las 9:30 am. Tanto en Piura como en Chalaco, se procuró que las hojuelas tuvieran el mismo espesor. Esto para conseguir una deshidratación homogénea y rápida. Para ello los rebanadores estuvieron debidamente regulados y afilados.
<b>Secado inicial</b>	
En el transcurso del rebanado se acomodaban las hojuelas frescas, evitando que sobrepongan unas con otras, lo cual dificultaría el secado y podría crear zonas húmedas con riesgo de proliferación de hongos. Antes del oscurecer (5:30 pm) las bandejas llenas de hojuela eran apiladas, dentro del secador, y cubiertas con un plástico para reducir la reabsorción humedad y protegerlas de posibles animales durante la noche.	No hubo mayores inconvenientes, pues la alta radiación solar garantizaba una humedad relativa muy baja. La temperatura en Piura fue más alta en comparación con la de Chalaco. Sin embargo era indispensable que las hojuelas frescas fueran debidamente colocadas en las bandejas y se recomendó guardar el producto al anochecer, ante el riesgo de ingreso de cualquier animal al secador.

Cuadro 4.1. (cont) Descripción del método de trabajo tanto en Chalaco como en Piura

CHALACO	PIURA
<b>Secado final</b>	
<p>Sobre una mesa de trabajo, las hojuelas semisecas, provenientes de las UPES, eran retiradas de sus bolsas y colocadas en bandejas de madera de celosía metálica. Estas, a su vez, eran colocadas en carros porta bandejas. La temperatura con la que se trabajó fue de 70° C. Una vez realizado el secado las hojuelas eran retiradas del secador y de las bandejas. Se les rotulaba y guardaba en bolsas y posteriormente en cilindros de plástico con tapa hermética.</p>	
<b>Molienda</b>	
<p>Las bolsas llenas de hojuelas secas, eran trasladadas desde los cilindros de plásticos al molino ubicado en una plataforma de cemento detrás de la planta piloto. Se amarraba un saco de tela en el ciclón para recibir la harina de lúcuma. Una vez que el molino se ponía en marcha, las hojuelas secas eran descargadas en la tolva de alimentación. Cada saco lleno con harina de lúcuma, era amarrado y colocado en una bolsa de polietileno (dimensiones 66 cm x 112 cm; espesor 3) con la finalidad de darle mayor hermetismo.</p> <p>Finalizada la molienda los sacos de harina de lúcuma eran pesados, rotulados y guardados en los cilindros.</p>	
<b>Envasado y almacenamiento</b>	
<p>La harina de lúcuma contenida en los sacos, fue reenvasada en bolsas de polietileno de 1 kg cada una (dimensiones 22 cm x 30 cm, espesor 5). En esta operación se tuvo mucho cuidado, pues un sellado defectuoso podía ocasionar la entrada de aire y de insectos y por consiguiente el deterioro del producto. En este sentido se observó el manejo de la selladora térmica eléctrica y regulación de la temperatura de trabajo según el espesor de la bolsa plástica a usar. Para bolsas de espesor 3 se trabajó con el nivel 5 de temperatura para la selladora eléctrica.</p> <p><b>Almacenamiento</b></p> <p>Después de envasada y rotulada la harina de lúcuma fue almacenada en cilindros de plástico, los cuales brindan buena protección contra la humedad, la luz y posible ingreso de contaminantes o animales.</p>	

#### 4.5. Métodos de medición en el proceso

Durante los ensayos de procesamiento en Piura y en Chalaco, se hicieron ciertas medidas directas (temperatura, humedad relativa del aire) así como determinaciones de peso para cálculos de rendimientos, fracciones obtenidas, o pérdidas de humedad durante el secado. En este apartado se explicarán algunos de los parámetros calculados.

- Porcentaje de hojuela respecto a pulpa (kg de hojuela seca / kg pulpa x 100). Se toma como base la cantidad de pulpa obtenida después del pelado, despepado y rebanado de la lúcuma.
- Rendimiento global de hojuela (kg de hojuela seca / kg de fruta x 100). Es el porcentaje del total de fruta que se transforma en hojuela seca, tomando como base la cantidad de fruta entera que entra al proceso.

#### **4.6. Métodos de análisis y control de calidad**

- **HUMEDAD**

Se determinó en pulpa, hojuela semiseca o harina de lúcuma, del siguiente modo: una muestra de harina o pequeños pedazos de fruta (6 a 8 gramos) se pesan exactamente en placas petri en la balanza analítica y se colocan dentro de una estufa a 100°C para eliminar toda la humedad que contengan. La pérdida de peso indica la cantidad de agua contenida y de esta forma podemos saber cual fue la humedad inicial.

- **SÓLIDOS SOLUBLES**

Se determinaron mediante la medida de los grados Brix de una solución preparada a partir de harina de lúcuma. Para ello, se disolvieron 5 g de harina de lúcuma en agua, en un vaso de precipitado (a 60°C para conseguir una mejor disolución de los sólidos solubles). Luego se retira el recipiente y se deja enfriar hasta temperatura ambiente. Después se transfiere a una fiola y se completa el volumen con agua hasta 50 mL, y se deja reposar por 3 horas para que puedan sedimentar todos los sólidos insolubles. Finalmente se colocan unas gotas de este extracto en el refractómetro, y se toma la lectura del instrumento en grados Brix.

- **GRANULOMETRÍA**

Se determinó la distribución del tamaño de partícula de la harina de lúcuma. Para ello se realizó el tamizado de muestra de 100 g de harina de a través de una serie de tamices, de modo tal que la fracción que pasa el tamiz de malla más amplia se tamiza en el siguiente más delgado y así sucesivamente. Entonces se obtienen las proporciones de harina de que pasan para cada tamiz.

- **ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

Consiste en determinar la presencia de agentes microbianos tanto en la hojuela semiseca, como en la harina de lúcuma. Todos estos agentes microbianos deben dentro de los límites establecidos por DIGESA para frutas desecadas (resolución ministerial N° 615-2003-SA/DM).

## **CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **5.1. Observaciones y modificaciones en las etapas del proceso**

- **RECEPCIÓN Y SELECCIÓN**

Para el procesamiento realizado en Chalaco, durante la campaña 2004-2005, se decidió comprar sólo lúcuma amarilla; ya sea del tipo suave o dura. Esto debido a que la lúcuma blanca, ya sea suave o dura, no tiene el sabor y olor característico de la fruta. Además es muy sensible a la luz pues se tornaba marrón oscuro rápidamente durante el secado solar. Esto es una gran desventaja frente a otras variedades.

- **REBANADO EN HOJUELAS**

Se pudo comprobar que cuando se realizaba el rebanado de la fruta entera (sin haberla partido para sacar las pepas), el trabajador tenía mayor facilidad para cogerla y realizar el rebanado rápida y cómodamente. Sin embargo, quedaban restos de pulpa adheridos al hollejo y pepa. Estos restos de pulpa deben ser mínimos, si es posible eliminarlos. De la otra forma se obtenía una mayor cantidad de hojuelas a manipular.

Entonces se optó por pelar, rebanar y finalmente retirar la semilla. Se comunicó a los productores que tuvieran cuidado de no dejar mucha pulpa adherida a la semilla y hollejo; pero por supuesto sin rebanar el hollejo y la semilla. También se decidió realizar la operación de rebanado dentro del secador solar, ya que trasladar la bandeja llena de hojuelas de lúcuma desde el local de producción hasta el secador se dificultaba porque el suelo casi siempre está fangoso, y la presencia de neblina y lloviznas obligaban a cubrir las bandejas para evitar añadirles humedad durante el traslado.

Sin embargo esta forma de trabajar también presenta inconvenientes, por el calor que hace dentro del secador (el sol a partir de las 10:30 a.m., elevaba considerablemente la temperatura dentro del secador). Pruebas de procesamiento en Chalaco y Piura muestran que para la operación de pelado y rebanado, un porcentaje no menor de 64 % de pulpa es posible y aceptable.

- **SECADO INICIAL**

Cada UPE trabajaba de 40 a 50 kg de fruta por semana, procesados en uno o dos lotes. La cantidad de hojuela fresca por bandeja era de 1 kg aproximadamente. En enero y febrero (clima frío y nublado) el secado de cada lote de hojuelas de lúcuma duró 3-4 días, mientras que en marzo y abril (clima más favorable), 2-3 días.

Darse cuenta si la hojuela tenía la humedad requerida, para ser retirada y guardada, no fue sencillo. Generalmente se retiraba debido, a que al transcurrir de los días no aumentaba la rigidez y la opacidad de la hojuela. Las hojuelas semisecas no llegaban a estar crocantes, pero al tacto se sentían secas y ásperas. Una vez que las hojuelas

tenían las características, anteriormente mencionadas, eran retiradas; por que de lo contrario podrían ganar humedad y estar expuestas a hongos y animales.

La cantidad máxima de hojuela semiseca que se pudo obtener en una UPE fue de 140 kg durante toda la campaña (diciembre 2004 a marzo 2005). La humedad mínima que se consiguió en las hojuelas semisecas fue de 14 %. El secado solar en Chalaco es el cuello de botella del proceso.

La lentitud en el secado debido al clima adverso, traía como consecuencia una baja calidad del producto por el excesivo tiempo de secado. Por esto, se recomendó disminuir esta cantidad de hojuela fresca por bandeja a 0.5 kg. Entonces se trabajaría con 16 kg de fruta en cada lote; de este modo, se procesarían 32 kg a la semana en los meses de más frío y quizás se podría trabajar con 48 kg a la semana los meses de más calor. En estas condiciones, y considerando que el abastecimiento de materia prima no sea un factor limitante, y 0.5 kg de hojuela fresca por bandeja, se estima que una UPE podría llegar a procesar 150 kg de hojuela semiseca por campaña.

En Piura se trabajó con 1.4 kg de hojuelas frescas por bandeja, es decir en total fueron 28 kg de hojuela fresca en el secador solar. En el siguiente cuadro se muestran los resultados del secado para diversas variedades de lúcuma en Piura y Chalaco.

Cuadro 5.1. Resultados del secado solar realizado en Piura y en Chalaco

Procedencia de la lúcuma	Humedad inicial (%)	Duración efectiva del secado(&)	Temperatura promedio en el secador(*) (°C)	Humedad final (%)
<b>Secado realizado en Piura</b>				
Huancabamba	67.10	12h 30min	46	5.31
Huancabamba	66.90	12h 30min	46	5.20
Lima (amarilla)	71.99	22h	46	5.87
Lima (anaranjada)	73.80	24h	46	7.50
Chalaco <sup>(1)</sup>	68.98	13h 30min	46	5.50
<b>Secado realizado en Chalaco</b>				
Chalaco <sup>(2)</sup>	67.90	27 a 36 h	36	14.00

(&) Corresponde a las horas de secado, desde las 9:00 am hasta las 5:00 pm

(\*) Corresponde a los meses de enero y febrero.

(1) Estos datos son el promedio de varios ensayos realizados. (el detalle se presenta en el Anexo 2)

(2) Estos datos son el promedio de varios procesamientos.

A pesar de que las condiciones climáticas en Piura son poco variables, se pueden observar distintas duraciones en el tiempo de secado. Se observa claramente que la lúcuma procedente de Lima demandó un mayor tiempo de secado, y una de las causas sería la diferente textura (más pulposa y menos rígida que la de Chalaco). En

realidad, la duración del secado solar está relacionada con la cantidad de humedad, fibra y azúcar de la pulpa. En las hojuelas de lúcuma de Lima, al parecer los azúcares dificultan u obstaculizan la salida del agua a través de los poros de la pulpa. Para este tipo de producto se recomiendan un secado más lento y sin interrupciones, aspectos que el secado solar no puede ofrecer como ventajas.

### **Observaciones de esta etapa**

- Algunos campesinos no hacían uso de las bandejas de celosía por encontrarse sucias y con mohos. Esto había ocurrido por no haberlas lavado adecuadamente antes de guardarlas, así que se les enseñó a lavar las bandejas con escobilla y a hacerlo sobre la mesa de trabajo. Se pudo detectar que lavaban las bandejas recién al momento que tocaba rebanar la fruta, con lo cual tenían que esperar a que seicara (sólo con buen clima) para recién iniciar el rebanado. Por ello se recomendó realizar esta tarea una vez recogidas las hojuelas semisecas o al inicio del proceso cuando se lavan los otros utensilios. Otra alternativa más costosa sería disponer, en cada UPE, de dos grupos de 20 bandejas de celosía, de modo que mientras unas se utilizan las otras se lavan y secan.
- Las mallas metálicas ubicadas en los laterales del secador solar, no se encontraban bien sujetas al suelo. Los técnicos informaron que esto en algunos módulos ocasionó que animales (perros y chanchos) hayan entrado a comer y contaminar la fruta que se estaba secando, además de dañar el secador.
- Algunos productores refirieron que se condensaba agua en el interior del techo del secador. Se verificó este hecho y se pudo comprobar además que había crecimiento de musgo y hongos en algunos palos que conforman la estructura del secador. La acumulación de humedad en el interior del secador no se debe tanto a la humedad de la fruta por el secado (pues son pequeños volúmenes hasta ahora), sino a que las condiciones ambientales son desfavorables en la zona. La humedad del aire es muy alta, a esto se suma que el piso del secador (de tierra) generalmente está húmedo debido al agua de las lluvias o lloviznas. Estos dos factores contrarrestan la función del secador solar, debido a que saturan el aire de humedad. Incluso en las noches, debido al frío, parte de esa humedad se condensa en zonas del plástico del secador solar. La humedad que proviene del suelo de tierra puede reducirse creando surcos alrededor del secador solar y teniendo especial cuidado de no ingresar con zapatos mojados. Además en las mañanas se puede recoger con un trapo las gotas de agua presentes en el secador solar.
- En todos los caseríos se observó presencia de moscas en los alrededores del módulo de secado, logrando ingresar algunas al secador. Se instruyó a los productores a realizar frecuente limpieza y desinfección de los secadores en su interior con una solución de lejía y se sellaron las posibles entradas de insectos con celosía o lámina plástica. En Huacapampa Alta fue más difícil el control debido a la abundancia de estos insectos, cuya presencia se atribuyó a la existencia de un basural de la ciudad de Chalaco en las cercanías.
- Algunos lotes de hojuelas semisecas de lúcuma llegaron a Piura con un marcado olor a fermentadas, a pesar de tener la humedad requerida; esto probablemente sea consecuencia de que su humedad no pudo ser disminuida a tiempo. Factores

como el lavado de las bandejas a último momento, el clima, el ingreso con zapatos húmedos, la mala distribución de las hojuelas en las bandejas de celosía y el inadecuado manejo del secador facilitan la fermentación de las hojuelas de lúcuma.

Se instruyó a los productores para que tengan más cuidado en esta etapa. Un factor más que no está relacionado directamente con el secado solar es el almacenamiento. Se pudo observar que las hojuelas semisecas guardadas en los cilindros de cartón, tenían inicialmente una textura más rígida y áspera; pero al paso de los días se mostraban blandas. Esto indica que el sellado de las bolsas o del cilindro de cartón no fue hermético.

- En Chalaco se obtuvieron bajos rendimientos de hojuela semiseca, como se detallará más adelante, no obstante que los rendimientos de pulpa fueron semejantes a los obtenidos en el proceso realizado en Piura. Partiendo de esto se puede establecer que el problema radica en el secado inicial. Incluso la hojuela semiseca proveniente de Chalaco con una mayor humedad, da como resultado un menor rendimiento, que la hojuela semiseca procesada en Piura. Se concluyó que la causa de este bajo rendimiento sería la caída de pequeños trozos de hojuela a través de las bandejas durante el secado y recolección.

#### • SECADO FINAL

En esta etapa se observaron pérdidas de 1.4% en promedio, pues al momento de colocar las hojuelas semisecas en las bandejas, los trozos más pequeños pasaban a través de la malla metálica de las bandejas (0.7 cm de abertura). Lo mismo pasaba al retirarlas, ya secas, y al manipularlas para su almacenamiento. Además durante la permanencia de las hojuelas semisecas y secas en las bandejas, ya sea por el movimiento de los carros porta bandejas o por contracción de las hojuelas, caían al suelo disminuyendo el rendimiento de la hojuela durante el secado final. Para disminuir estas pérdidas originadas por trozos pequeños de hojuela, se decidió colocar un plástico debajo de la bandeja al momento de manipularla en la mesa de trabajo. De esta forma se pudo disminuir las pérdidas a 0.21%. También se observó que el secado se efectúa con mayor eficacia en las bandejas que están más cerca del quemador y en la parte superior de la cámara de secado.

Cuadro 5.2. Rendimiento en el secado final de la hojuela semiseca

Duración del secado final	Hojuela semiseca (kg)	Humedad Inicial (%)	Agua evaporada (kg)	Agua evaporada/kg de hojuela semiseca (g)	Hojuela seca (kg)	Trozos de hojuela que se pierden (kg)	Gasto de gas (gl)
3h	49.7	15.17	5.77	117.0	43.3	0.6	1.09
3h	81.0	15.17	8.30	104.4	71.2	1.5	1.10
2h 30 min	10.6	13.02	1.20	115.0	9.2	0.2	1.00
2h 20 min	28.9	11.29	2.80	98.2	25.7	0.4	1.00
3h	93.0	15.70	13.01	141.0	78.8	1.1	1.10
2h 20 min	48.9	13.20	5.11	106.0	43.0	0.8	1.00
<b>Total</b>	<b>312.1</b>		<b>36.19</b>		<b>271.2</b>	<b>4.6</b>	<b>6.29</b>
<b>Promedio</b>		<b>13.92</b>	<b>11.59%</b>	<b>113.6</b>	<b>86.89%</b>	<b>1.4%</b>	<b>1.04</b>

El tiempo de secado depende de la humedad inicial de la hojuela y de la cantidad de hojuela a secar. La temperatura con la que se trabajó fue de 70 °C y se requería conseguir una humedad menor o igual a 7.5 %.

Se reconocía que las hojuelas estaban secas por estar crocantes y principalmente porque el peso que alcanzaban después de cierto tiempo de secado, coincidía con el peso final teórico esperado. Para ello se trabajó con la siguiente fórmula:

$$Pf \text{ teórico} = \frac{P_i(100 - H_i)}{100 - H_f}$$

donde el peso inicial ( $P_i$ ) y la humedad inicial ( $H_i$ ) eran

medidos antes de iniciar el ensayo, y la humedad final era fijada según los requerimientos.

Éste cálculo se basa en la de sólidos presentes desde la fruta, los cuales permanecerán constantes etapa tras etapa. Sabiendo el peso final que debe alcanzarse, se evita sacar las hojuelas antes de tiempo y con mayor humedad de la requerida y por otro lado, dejarlas por tiempo innecesario con el consiguiente consumo de gas. La comprobación de la aplicabilidad de esta fórmula se muestra en el cuadro 5.3.

Cuadro 5.3. Validación de la fórmula de cálculo para establecer el peso final teórico que debe alcanzar cada lote de hojuela durante el secado

<b>Peso inicial neto de la hojuela semiseca<sup>(1)</sup> (kg)</b>	<b>Humedad inicial (%)</b>	<b>Humedad final (%)</b>	<b>Peso final teórico<sup>(2)</sup> (kg)</b>	<b>Peso final real (kg)</b>	<b>Error<sup>(3)</sup> (%)</b>
5.61	13.11	5.13	5.14	5.40	4.75
6.10	16.17	4.94	5.38	5.00	7.73
2.26	16.24	5.48	2.00	2.03	1.08
11.42	16.01	4.99	10.10	9.60	5.23
7.48	12.24	5.43	6.94	7.00	0.73
4.43	17.27	2.97	3.78	3.60	5.00
10.44	13.02	3.23	9.38	9.20	2.02
		<b>4.59</b>			<b>3.79</b>

(1) Ya se ha descontado las pérdidas por partículas pequeñas que caen al suelo o a la mesa.

(2) Calculado con la fórmula:  $\text{Peso ini neto} (1 - H_f) = \text{Peso final teórico} (1 - H_i)$

(3)  $((\text{Peso final teórico} - \text{Peso final real}) / \text{Peso final real}) \times 100$

En el cuadro 5.3, los datos de peso inicial neto, humedad inicial y peso final fueron obtenidos de cada ensayo de secado. La humedad final fue determinada, una vez terminado el secado, en una estufa. Reemplazando los datos, en la fórmula, obtenemos el peso final teórico. Entonces éste debería ser igual al peso final real que se obtuvo de los ensayos de secado. Como ya tenemos el peso final real lo comparamos con el peso final teórico. Se puede observar un error de 3.79%, aunque no es pequeño esto nos permitirá establecer cuando las hojuelas poseen la humedad requerida.

## • MOLIENDA

Es recomendable que las hojuelas secas sean molidas lo más pronto posible, para evitar que se rehidraten con la humedad ambiental. Se observó la formación de grumos en una variedad de harina con 9.2% de humedad proveniente de Huancabamba. En los primeros ensayos de molienda, se observó una gran cantidad de material fino (polvo) que salía por la parte superior del ciclón y que no se podía recuperar. Por ello tuvo que instalarse un saco de tocuyo amarrado en esa salida del ciclón, para que actúe como un filtro. Por otro lado, se observó pequeñas cantidades de harina o partículas que no pasaban la zaranda del molino o que quedaban sin ser aspiradas por el ventilador hacia al ciclón. Todo ello constituye pérdidas de material en la molienda. Los rendimientos de la molienda se muestran en los cuadros 5.4 y 5.5 trabajando con y sin filtro en la parte superior del ciclón.

Cuadro 5.4. Rendimiento de la molienda sin filtro.

Sin filtro										
Fecha de molienda	Hojuela seca	Humedad	Harina de lúcuma que no pasa por la zaranda (0.5 mm)		Harina de lúcuma que sale por el ciclón		Harina de lúcuma que no logra ser aspirada por el ventilador		Faltante	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
16/02/2005	71.2	4.4	0.1	0.2	69.7	97.6	0.1	0.2	1.3	1.8
17/02/2005	38.3	5.1	0.1	0.2	37.3	97.3	0.1	0.3	0.8	2.1
10/03/2005	61.5	5.1	0.1	0.2	59.9	97.3	0.2	0.3	1.2	2.0
28/03/2005	13.4	5.0	0.0	0.2	12.9	96.2	0.0	0.3	0.4	3.1
<b>Promedio</b>				<b>0.2</b>		<b>97.1</b>		<b>0.3</b>		<b>2.2</b>

Al existir mayor humedad, las partículas se aglutinan, adquiriendo mayor peso y volumen. Por esta razón es que hay harina que no logra pasar la zaranda del molino, y las partículas que sí lo logran son difíciles de ser aspiradas por el ventilador. Estos comportamientos originados por la humedad afectan el rendimiento, como se puede apreciar en el siguiente gráfico.

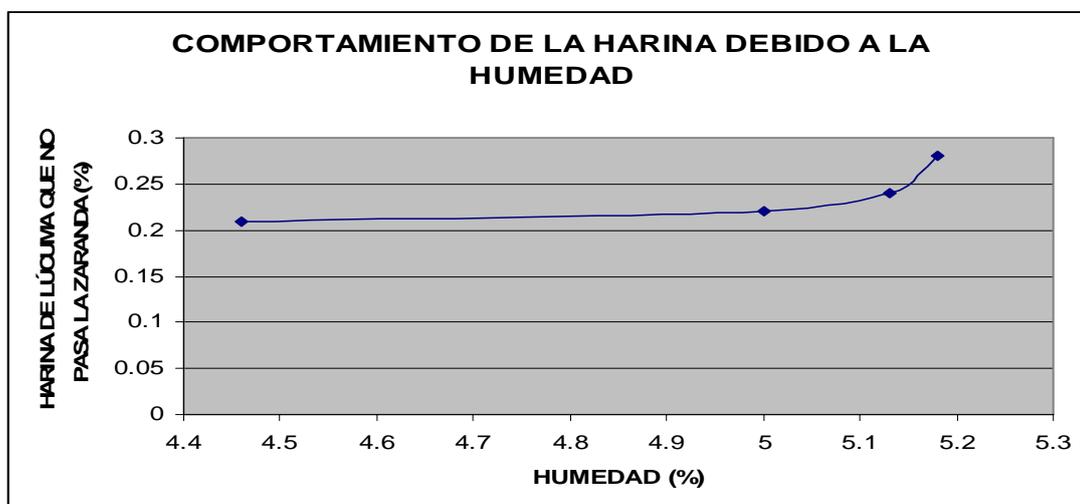


Gráfico 5.1. Comportamiento de la harina durante la molienda debido a la humedad

Cuadro 5.5. Rendimiento de la molienda con filtro.

Con filtro												
Fecha de molienda	Hojuel a seca	Humedad	Harina de lúcuma que no pasa por la zaranda (0.5 mm)		Harina de lúcuma que sale por el ciclón		Harina de lúcuma que no logra ser aspirada por el ventilador		Faltante		Harina proveniente del saco amarrado en la parte superior del ciclón	
			kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
11/04/05	23.4	6.0	0.1	0.1	21.5	91.8	0.2	0.3	3.0	4.7	0.4	0.6
11/04/05	11.1				10.5	94.5						
11/04/05	30.6				29.3	95.7						
28/04/05	30.7	5.0	0.0	0.0	28.6	93.1	0.1	0.1	4.4	3.9	0.6	0.6
28/04/05	30.7				29.5	96.0						
28/04/05	31.0				29.5	94.9						
28/04/05	1.3				1.2	92.3						
28/04/05	10.9				10.3	93.8						
28/04/05	7.5				7.1	93.7						
<b>Promedio</b>						<b>0.1</b>						

Cuando se trabajó con filtro, se observó que se generaba mayor presión en el saco que recibe la harina de lúcuma, la cual ocasionaba que las partículas de harina de lúcuma salgan a través de las costuras del saco con gran velocidad y fuerza. Las pérdidas de harina de lúcuma en la molienda disminuyen sobremanera el rendimiento. Si agregamos lo que se recupera por el filtro no se logra alcanzar el rendimiento alcanzado sin éste.

Sin filtro	Con filtro
97.16	94.02 + 0.61
97.16 > 94.63	

Según los resultados, la molienda sin filtro en la parte superior del ciclón permite obtener rendimientos mayores. Sin embargo, sería mejor trabajar con una mayor área de filtrado, para que se reduzca la presión ejercida en el saco inferior.

El funcionamiento normal de un ciclón no implica colocar algún dispositivo para recuperar polvos (saco de tela). Por lo que también se podría actuar sobre el diseño del ciclón para mejorar su eficiencia. Además de optimizar el rendimiento del ciclón es necesario ampliar la tolva de alimentación del molino para trabajar cómodamente y evitar caídas de hojuelas al suelo. También es necesario mejorar el desplazamiento de las hojuelas desde la tolva hacia el interior del molino, con un mecanismo vibratorio o un utensilio para empujarlas.

### **Posibles soluciones al problema de pérdida de polvos en el ciclón** <sup>[2]</sup>

Se ha revisado la bibliografía especializada en búsqueda de algunas posibles mejoras en el diseño u operación del molino y del ciclón para evitar pérdidas. Todas estas alternativas dependen en mayor grado de la accesibilidad económica. Se han ordenado de mayor a menor facilidad de implementación.

- Corregir la fuga de presión de aire en el empalme del ventilador con el ciclón.

- Trabajando aproximadamente a la presión atmosférica, las limitaciones impuestas por los ventiladores fijan una caída de presión máxima admisible que corresponde a una velocidad de entrada en el ciclón comprendida entre 6 y 21 m/seg. Por lo que este factor puede regularse, aumentando la velocidad del ventilador, para conseguir el rendimiento del ciclón deseado.
- La reducción del diámetro del conducto de salida de los gases del ciclón aumenta el rendimiento de separación y la caída de presión.
- El factor primordial que puede utilizarse en el diseño para regular el rendimiento de separación es el diámetro del ciclón; trabajando con una caída de presión fija, el aparato de diámetro menor tiene el rendimiento más alto.
- Los ciclones en serie no están por lo general justificados; se exceptúan los casos en que el polvo es fino y su distribución de tamaños de las partículas es relativamente uniforme y cuando el polvo está en un estado muy floculado.

### **Tamizado de la harina de lúcuma obtenida de la molienda**

La harina de lúcuma que sale por el ciclón (fracción A) fue tamizada con la finalidad de determinar la distribución de tamaños de partícula de ésta. Asimismo, se realizó el tamizado de las fracciones más gruesas que quedan en el molino (B y C). Para el caso de B y C se empleó el total de material para realizar la prueba de granulometría. En el caso de A se trabajó con 100 g de muestra de harina.

Cuadro 5.6. Pruebas de granulometría de la harina obtenida (A) y de las fracciones residuales que quedan en el molino (B y C)

<b>Descripción de la muestra</b>	<b>Fracción</b>	<b>Retenido por la malla #50 (Ø &gt; 0.3mm) (%)</b>	<b>Retenido por la malla #65 (Ø &gt; 0.21mm) (%)</b>	<b>Retenido por la malla #100 (Ø &gt; 0.15mm) (%)</b>	<b>Pasa por la malla #100 (Ø ≤ 0.15mm) (%)</b>	<b>Faltante (&amp;) (%)</b>
Fecha : 10/02/2005 Procedencia : Huancabamba Cantidad molida : 9.7 kg Humedad promedio de la hojuela semiseca : 9.2	A	0.74	3.77	12.59	81.44	1.43
	B	33.88	17.63	20.38	25.89	2.20
	C	3.30	6.75	7.49	79.56	2.9
Fecha : 16/02/2005 Procedencia : Chalaco Cantidad molida : 69.7 kg Humedad promedio de la hojuela semiseca : 4.46	A	0.35	2.39	8.40	87.3	1.42
	B	33.12	19.25	19.60	26.53	1.50
	C	3.91	6.70	7.50	79.30	2.50
Fecha : 17/02/2005 Procedencia : Chalaco Cantidad molida : 37.3 kg Humedad promedio de la hojuela semiseca : 4.38	A	0.57	2.66	9.42	86.04	1.29
	B	34.11	18.40	18.30	27.69	1.40
	C	2.95	6.35	6.85	80.68	3.10

A= Harina de lúcuma que sale por el ciclón

B= Harina de lúcuma que no pasa por la zaranda

C= Harina de lúcuma que no logra ser aspirada por el ventilador

&= partículas muy finas pérdidas al realizar el tamizado

Aproximadamente el 87% de la harina de lúcuma obtenida tiene un diámetro de partícula menor a 0.15 mm [150  $\mu$ m]. Se puede observar que para la mayoría de las muestras y sus fracciones, de distintas moliendas y humedades, el rendimiento es mayor cuando menor humedad se tiene.

En el gráfico 5.2. se representa la curva granulométrica de la harina de lúcuma obtenida utilizando tamices de diámetros 0.15, 0.21 y 0.3 mm y empleando la harina de lúcuma proveniente de la fracción A. <sup>[5]</sup>

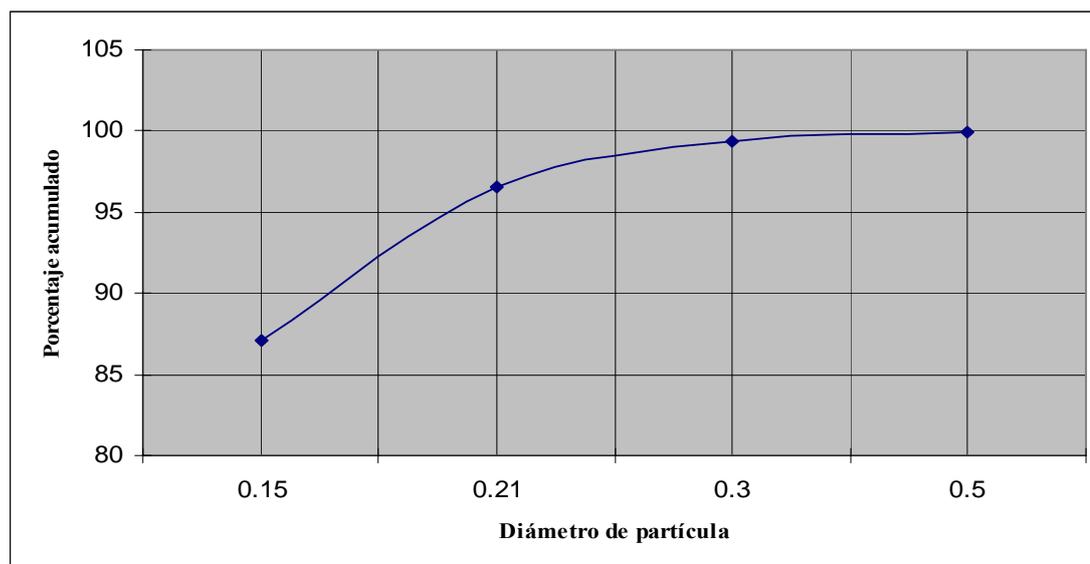


Gráfico 5.2. Curva granulométrica de la harina proveniente de la fracción A

Datos del gráfico 5.2.

Diámetro (mm)	Cantidad de partículas (%)
$\emptyset < 0.15$	87.04
$0.15 \leq \emptyset < 0.21$	9.55
$0.21 \leq \emptyset < 0.30$	2.78
$0.30 \leq \emptyset < 0.50$	0.60

#### • ENVASADO

Se aseguró la parte inferior de la bolsa plástica, la cual ya viene sellada, para darle mayor resistencia. Es recomendable sellar primero la parte inferior de todas las bolsas a utilizar, debido a que cuando se sella la parte superior (cuando está llena la bolsa) suelen salir partículas de lúcuma de la bolsa. Las cuales se impregnan en el sellador y en la bolsa impidiendo un buen sellado.

#### • ALMACENAMIENTO

Se pudo observar atenuación del color de la harina de lúcuma, aún almacenada en cilindros cerrados herméticamente, al tercer mes de almacenado aproximadamente. En cuanto al olor y sabor no hubo variaciones. Si la harina de lúcuma era expuesta a la luz se volvía marrón y después blanca en poco tiempo (aún haya sido recién elaborada). Expertos en el tema aseguran que la harina de lúcuma puede durar hasta 18 meses sin perder sus características organolépticas originales.

## 5.2. Comportamiento de distintos tipos de lúcuma en el proceso

En este apartado se establecerán diferencias y comportamientos de las distintas variedades de lúcuma.

Cuadro 5.7. Comparación de rendimientos de distintas variedades de lúcuma

Procedencia	Humedad inicial (%)	Cáscara (%)	Pepa (%)	Hollejo (%)	Podrido <sup>(#)</sup> (%)	Pulpa (%)	Faltante (&) (%)
<b>Procesamiento realizado en Piura</b>							
Huancabamba	67.10	14.06	13.68	n.d.	0.00	72.24	n.d.
Huancabamba	66.90	15.95	15.53	n.d.	0.00	68.51	n.d.
Lima (amarilla)	78.99	19.18	17.13	n.d.	0.51	63.16	n.d.
Lima (anaranjada)	77.80	17.08	17.51	2.10	1.26	61.60	0.42
Chalaco	68.98	16.00	15.41	3.61	0.00	64.21	0.77
<b>Procesamiento realizado en Chalaco</b>							
Chalaco	67.90	15.08	pipo(*) = 20.32		0.00	63.77	0.81

(&) Conformado por los restos de pulpa que se pierden en el suelo y por la humedad pérdida durante el procesamiento.

(\*) Integrado por pepa, hollejo y restos de pulpa de lúcuma.

(#) En el caso de la variedad de Chalaco procesada en Chalaco y la de Huancabamba el porcentaje de lúcuma podrida fue nulo. Para la misma variedad, pero procesada en Piura, se decidió trabajar con los procesamientos en lo que hubo pérdidas mínimas por fruta podrida (Ver anexo 2).

n.d.= no fue determinado

- Como ya se ha mencionado, el proceso de obtención de hojuela de lúcuma es distinto en Chalaco, pues el rebanado de la hojuela se hace con la fruta entera (previamente pelada). Lo ideal es que el pipo este conformado sólo por pepa y el hollejo, pero al momento de realizar el rebanado siempre quedan restos de pulpa, los cuales son difíciles de retirar. Si sumamos el porcentaje de pepa y el porcentaje de hollejo de la variedad de Chalaco procesada en Piura obtenemos un 19 %. Al compararlo con la misma variedad procesada en Chalaco se verifica una mayor pérdida (1.3%) de pulpa de lúcuma en el caso de Chalaco. Es necesario perfeccionar el método de procesamiento en Chalaco para que, además de darle mayor agilidad y comodidad al proceso, tenga buenos rendimientos. El porcentaje de pulpa para la variedad de lúcuma de Chalaco obtenido en Piura y Chalaco es bastante similar (64%).
- Las variedades de Lima presentan ligeramente un mayor porcentaje de cáscara, esto se debe a que los azúcares y la humedad hacen que la pulpa quede pegada a ésta. Lo mismo ocurre con el porcentaje de semilla, esto debido a la gran cantidad de pepas que tienen.
- Gran notoriedad en el cambio de color durante el secado solar principalmente, de un amarillo intenso a un marrón oscuro en la variedad de Lima (amarilla), sin embargo la otra variedad de Lima (anaranjada) mantuvo su color hasta su estado final (harina). Las variedades de Chalaco y Huancabamba, que son de color amarillo tenue, opacan y oscurecen (marrón claro) medianamente su color. Sin

excepción, todas las variedades de lúcuma mantienen más su color si son secadas sólo en el secador a gas, debido a que no están expuestas a la luz solar.

- Durante el procesamiento, el aroma de la fruta disminuye considerablemente, más aun en las variedades de Huancabamba y Chalaco. El siguiente cuadro muestra los rendimientos de hojuela seca respecto a pulpa y fruta de las distintas variedades.

Cuadro 5.8. Rendimientos de distintas variedades de lúcuma

<b>Procedencia</b>	<b>Humedad inicial (%)</b>	<b>kg de hojuela seca/kg de pulpa x100 (%)</b>	<b>kg de hojuela seca /kg de fruta x100 (%)</b>	<b>Humedad final (%)</b>
<b>Procesamiento realizado en Piura</b>				
Huancabamba	66.10	46.88	31.87	5.31
Huancabamba	66.90	44.45	30.45	5.20
Lima (amarilla)	71.99	36.19	21.98	5.87
Lima(anaranjada)	73.80	45.54	28.41	7.50
Chalaco	68.98	33.50	20.80	5.50
<b>Procesamiento realizado en Chalaco</b>				
Chalaco	67.90	28.00	17.00	14.00

- Se observa que el rendimiento de hojuela seca es mayor en la variedad procedente de Huancabamba, le sigue la de Lima y finalmente la de Chalaco. Esto se explica por la cantidad de humedad presente en la fruta de cada variedad. En cuanto a la variedad de lúcuma de Chalaco se puede observar que el rendimiento de hojuela seca sobre pulpa y fruta es mucho menor en la variedad de Chalaco procesada en Chalaco que en la de Piura. Esto sin tomar en cuenta que la fruta procesada En Chalaco tiene mayor humedad que la procesada en Piura.
- En el cuadro 5.7. se visualiza que el rendimiento de pulpa, para la variedad de Chalaco, procesada tanto en Chalaco como en Piura, es similar. Por lo tanto, al no ser esta la causa del bajo rendimiento, quedaría centrarse en la etapa del secado solar, pues al parecer ahí es donde se originan las pérdidas que afectan el rendimiento final. Además de las pérdidas originadas por la caída de hojuelas al contraerse en las bandejas de secado, la mayor pérdida podría deberse a la extracción de hojuelas procedentes del secador solar por animales.

### 5.3. Comparación de eficiencias del secado solar en Chalaco y Piura

#### Funcionamiento del secador solar

El secador solar recibe los rayos solares aumentando la temperatura del aire dentro de éste. Por lo consiguiente, el aire caliente evapora el agua contenida en las hojuelas frescas de lúcuma, la cual es absorbida por el aire contenido dentro del secador. Una vez cargado el aire de humedad es necesario abrir la puerta delantera y si fuese

necesario las ventanas laterales, para que el aire nuevo (de menor humedad relativa) empuje al anterior.

A continuación se muestran datos, pertenecientes a uno de los días más calurosos de Piura, se analizará la influencia de la luminosidad natural y de las ventanas laterales abiertas en la temperatura interior del secador. Los datos que se presentan en el cuadro 5.9. fueron tomados de los días más calurosos, tanto en Chalaco como en Piura, sin embargo existe mayor información de parámetros ambientales tomados en otras oportunidades (ver anexo 3).

Cuadro 5.9. Temperatura alcanzada en el secador solar en Piura

Hora	Temperatura en el ambiente (° C)	Temperatura en el secador (° C)	Aumento (° C)	Luminosidad natural (radiación solar)	Ventanas laterales abiertas
9:30	29	40	11	Normal	
10:00	30	41	11	Normal	
10:30	30	48	18	Alta	42
11:00	29	45	16	Normal	
11:30	32	43	11	Normal	
12:00	33	53	20	Elevada	
12:30	30	50	20	Elevada	
13:00	34	53	19	Elevada	48
14:30	38	55	17	Elevada	
15:00	38	55	17	Elevada	
15:30	37	50	13	Alta	
16:00	38	52	14	Normal	
16:30	35	49	14	Normal	45
17:00	33	42	09	Opaca	
17:30	31	39	08	Baja	
18:00	29	34	05	Baja	

- Como puede observarse la mayor temperatura alcanzada dentro del secador fue de 55 °C, siendo el incremento máximo de 20 °C.

También puede comprobarse que a pesar de que la temperatura en el ambiente es similar en algunos casos, la intensidad de luz es la que determina finalmente la temperatura dentro del secador. Cuando se trabaja con las ventanas laterales abiertas la temperatura dentro del secador disminuye, lo cual no contribuye en la disminución de la humedad relativa y en la evaporación del agua presente en las hojuelas frescas de lúcuma.

En el siguiente cuadro se hace una comparación de distintos parámetros climáticos en Chalaco y Piura.

Cuadro 5.10. Comparación entre los climas más calurosos y soleados de Chalaco y Piura

Hora	Piura		Chalaco			
	Temperatura en el ambiente	Temperatura en el secador	Temperatura en el ambiente	Temperatura en el secador	Humedad relativa dentro del secador	Velocidad del viento
	(° C)	(° C)	(° C)	(° C)	(%)	(m/s)
9:30	29	40	21	34	78.5	0.0
10:00	30	41	31	43	37.3	0.1
10:30	30	48	32	44	20.5	0.1
11:00	29	45	30	50	18.8	0.5
11:30	32	43	28	47	21.2	1.6
12:00	33	53	29	43	28.8	0.6
12:30	30	50	34	44	27.4	1.3
13:00	34	53	31	43	31.0	0.2
14:30	38	55				
15:00	38	55				
15:30	37	50				
16:00	38	52	19	25	70.4	1.1
16:30	35	49	18	20	96.8	3.0
17:00	33	42	20	24	76.3	0.0
17:30	31	39	18	20	94.1	0.0
18:00	29	34				
<b>Prom</b>	<b>32.87</b>	<b>46.68</b>	<b>25.91</b>	<b>36.41</b>		

- En Piura no se midió la velocidad del viento, pero a partir de las 5:00 pm se originaba un viento medianamente fuerte que soplaba de este a oeste. En Chalaco, la humedad relativa a las 5:00 pm aumenta de tal forma que en algunos casos llega al 100 %, con lo que el secado se vuelve inútil. Los promedios de temperatura, tanto en el ambiente como dentro del secador, son mayores en Piura. Esto, además de la humedad relativa que es muy elevada en Chalaco es lo que retarda el proceso de secado.
- Debido que en Chalaco hasta los días más calurosos se veían influenciados por neblina, era conveniente mantener cerrado el secador solar prácticamente todo el día. Ya que esta era la única forma de lograr que se evapore la humedad de las hojuelas frescas de lúcuma. En Piura las condiciones para el secado eran totalmente favorables, por lo que las hojuelas perdían humedad rápidamente.

El siguiente cuadro es un promedio de todas las etapas de secado con la variedad de lúcuma proveniente de Chalaco.

Cuadro 5.11. Secado solar en Chalaco y Piura

Procedencia de la lúcumá	Humedad inicial (%)	Duración efectiva del secado (&)	Temperatura promedio en el secador (*) (° C)	Humedad final (%)
<b>Secado realizado en Piura</b>				
Chalaco <sup>(1)</sup>	68.98	13h 30min	46	5.50
<b>Secado realizado en Chalaco</b>				
Chalaco <sup>(2)</sup>	67.90	27 a 36 h	36	14.00

(&) Corresponde a las horas de secado, desde las 9:00 am hasta las 5:00 pm.

(\*) Corresponde a los meses de enero y febrero.

(1) Estos datos son el promedio de varios ensayos realizados (Ver anexo 2).

(2) Estos datos son el promedio de varios procesamientos.

En base a todos los datos e informaciones anteriores es que se obtiene que la duración del secado solar en Chalaco es el doble y casi hasta el triple que en Piura.

#### 5.4. Balance de materia del proceso optimizado

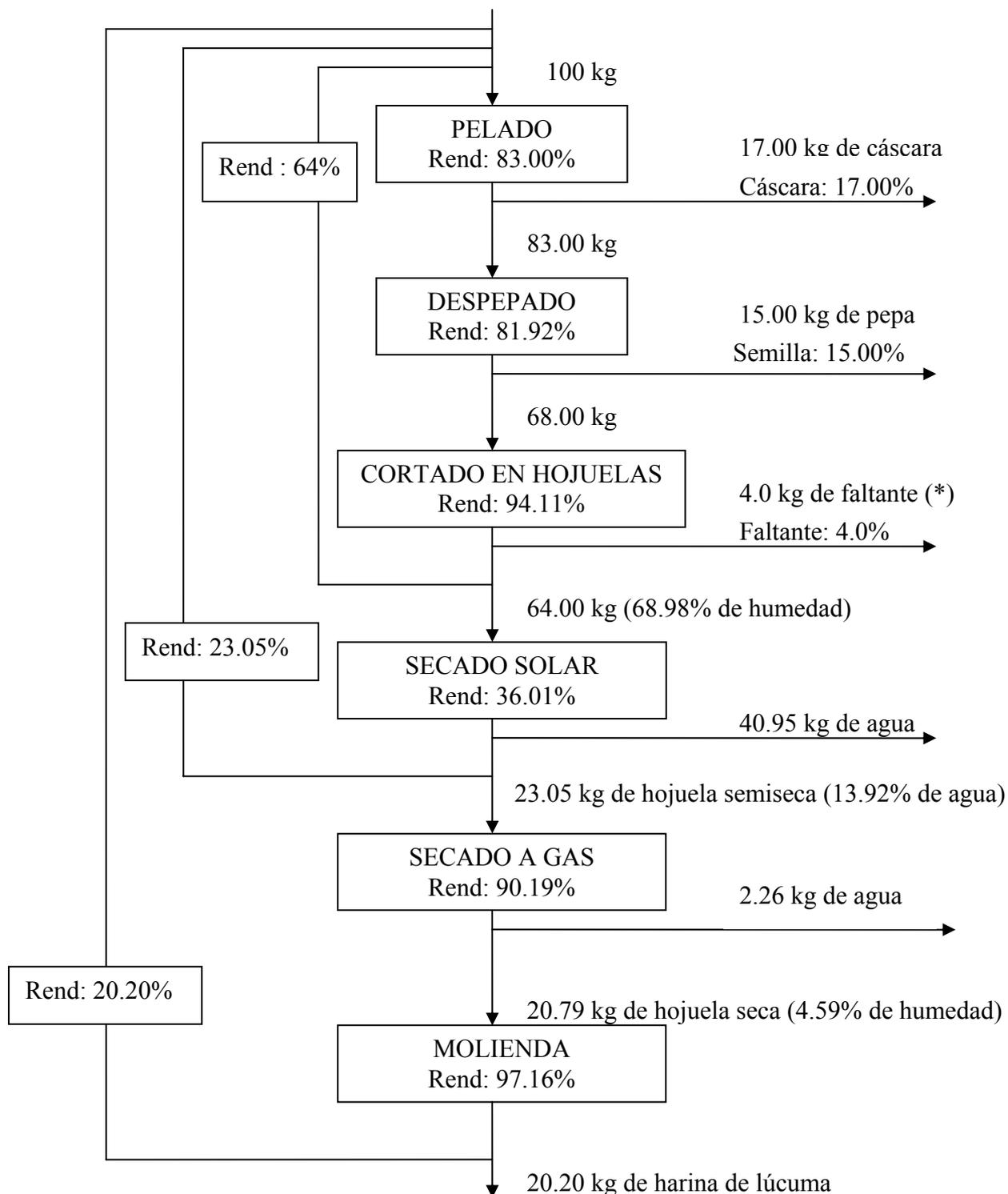
En el diagrama 5.1 se muestra el flujograma propuesto para el caso de lúcumá proveniente de Chalaco, indicándose los rendimientos y flujo de sus derivados.

#### 5.5. Determinación de parámetros para establecer una harina de calidad

##### 5.5.1. Determinación de sólidos solubles en la harina de lúcumá

Cuadro 5.12. Prueba de sólidos solubles

Procedencia	Cantidad de sólidos solubles (%)
Taspa	50
Sánchez Cerro	65
Juan Velasco	65
Portachuelo	70
Sauce	60
Huacapampa Alta	55
Huacapampa Baja	60
Huancabamba	45
Huancabamba	47
Chalaco procesada en Piura	50
Lima (amarilla)	65
Lima (anaranjada)	55
Lima (marca Yuri Fruits)	50



(\*) Faltante: conformado por el hollejo, las hojuelas frescas pérdidas en el suelo y la humedad que pierden las distintas componentes de la fruta.

Diagrama 5.1: Flujograma propuesto para lúcuma proveniente de Chalaco.

### 5.5.2. Granulometría

El mercado exige que el 80 % de la harina de lúcuma pase por la malla # 100. Los resultados obtenidos, después de realizar el respectivo tamizado de las distintas variedades de harina se muestran a continuación.

Cuadro 5.13. Granulometría de harina de lúcuma procesada a partir de fruta de distintas procedencias

Procedencia	Humedad (%)	Retenido por la malla #50 ( $\varnothing > 0.3\text{mm}$ ) (%)	Retenido por la malla #65 ( $\varnothing > 0.21\text{mm}$ ) (%)	Retenido por la malla #100 ( $\varnothing > 0.15\text{mm}$ ) (%)	Pasa por la malla #100 ( $\varnothing \leq 0.15\text{mm}$ ) (%)	Faltante (&) (%)
Chalaco procesada en Chalaco	4.5	0.7	2.2	8.9	86.3	1.8
Chalaco procesada en Piura	4.5	0.9	1.9	10.2	85.2	1.7
Sauce	4.5	0.8	2.3	9.1	86.2	1.6
Huacapampa baja	4.5	1.3	1.9	8.2	87.0	1.4
Huancabamba	4.4	1.4	1.8	8.3	87.1	1.3
Lima (amarilla)	5.0	1.3	1.5	5.3	90.2	1.4
Lima (anaranjada)	6.4	14.5	10.4	17.0	56.7	1.3
Lima (marca Yurifruits)	5.8	2.4	1.6	6.7	87.5	1.6

La variedad de Lima de color marrón obtuvo el mayor rendimiento, luego le sigue la variedad de Chalaco representada por sus distintos caseríos. Sólo un 56.73% de la harina elaborada con fruta de Lima (anaranjada) consigue pasar por la malla # 100. Se observaron grumos en la harina retenida en esta malla, por lo que además del mayor grado de humedad presente, se deduce que otra causa podría ser la presencia de gran cantidad de azúcares que la hace más higroscópica y por ende con tendencia a aglomerarse.

### 5.5.3. Humedad

Se determinó el porcentaje de humedad de la harina proveniente de ensayos en Piura y del procesamiento en Chalaco. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 5.14. Humedades de distintas harinas de lúcuma

Procedencia	Humedad (%)
Portachuelo	4.5
Huacapampa Alta	4.6
Huacapampa Baja	4.5
Juan Velasco	4.7
Sauce	4.5
Sanchez Cerro	4.6
Taspa	4.9
Lima (anaranjada)	6.4
Lima (amarilla)	5.2
Lima (marca Yurifruits)	5.8

Lo más conveniente es conseguir una humedad menor o igual a 7.5 %. Estas humedades resultaron muy bajas debido a que se estaban realizando pruebas en el secador a gas para optimizar el secado.

#### **5.5.4. Características organolépticas <sup>[18]</sup>**

- **SABOR**

El sabor, como sensación, es definido como la interpretación psicológica de la respuesta fisiológica a estímulos físicos y químicos, causados por la presencia de componentes volátiles y no volátiles del alimento saboreado en la boca. Luego, el sabor resulta de la combinación de cuatro propiedades: olor, aroma, gusto y textura, por lo que su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado.

- **GUSTO**

Es la sensación quimiorreceptora de sustancias capaces de ser perceptibles por receptores especializados situados en el dorso de la lengua, así como en el istmo de las fauces, velo del paladar y epiglotis, llamados botones o corpúsculos gustativos. Los cuatro gustos o sabores primarios posibles de ser percibidos son: salado, dulce, amargo y ácido, así como las combinaciones entre éstos. Si la muestra a evaluar es una fruta, entonces se requieren jueces que tengan habilidad tanto para la detección del gusto dulce como para percibir acidez.

- **OLOR**

El olor es la percepción por medio de la nariz de las sustancias volátiles liberadas por ciertos estímulos, presión natural o por objetos. Los estímulos olfatorios son partículas dispersas en el aire que estimulan la pituitaria. El olor es evaluado hoy en día mediante la técnica del “sniffing”, que resulta de la combinación del análisis sensorial olfativo con el análisis instrumental realizado con un cromatógrafo de gases.

#### **Valoración de las características organolépticas**

No se cuantificaron las características organolépticas de la campaña 2003-2004, por lo que no fue posible compararlas con las de la presente campaña (2004-2005). Sin embargo, se pudo verificar empíricamente cuáles eran los factores que influían en éstas (excesivos tiempos de espera y de exposición al sol en el secado solar). Se hizo un examen organoléptico a la harina de lúcuma de las distintas variedades de lúcuma de esta campaña. Para ello participaron 5 personas. El promedio de los resultados se muestran en el cuadro 5.15.

Cuadro 5.15. Análisis organoléptico de las muestras de harina de lúcuma

Parámetros		A	B	C	D	E
<b>Gusto</b>	Muy dulce			1		4
	Dulce	1	4	1	2	1
	Poco dulce	3	1	2	3	
	Neutro					
	Astringente y dulce					
	Amargo y dulce	1				
	Amargo y poco dulce			1		
	Ácido y dulce					
	Ácido					
	Amargo					
<b>Olor</b>	<b>Promedio</b>	1.6	3.6	1.6	3.0	4.2
<b>Sabor a lúcuma</b>	<b>Promedio</b>	1.6	3.2	1.4	3.0	3.6
<b>Color</b>	<b>Promedio</b>	1.0	1.8	1.2	2.0	2.6

Color: medido en base al color de la pulpa fresca de cada variedad

Escala de valores					Codificación para cada caserío		
Olor		Sabor a lúcuma		Color	Código	Procedencia	
(0)	No hay	(0)	No hay	(0)	Bajo	A	Huacapampa Alta
(1)	Muy débil	(1)	Muy débil	(1)	Tenue	B	Lima (amarilla)
(2)	Débil	(2)	Débil	(2)	Mediano	C	Portachuelo
(3)	Mediano	(3)	Mediano	(3)	Intenso	D	Huancabamba
(4)	Fuerte	(4)	Fuerte			E	Lima(anaranjada)
(5)	Muy Fuerte	(5)	Muy Fuerte				

En cuanto a olor, sabor y color; la variedad de Lima (anaranjada) tiene los puntajes mas elevados, le sigue la variedad de Lima (amarilla), la de Huancabamba y finalmente la de Chalaco. En relación al gusto, la variedad de Lima (anaranjada) esta calificada como muy dulce, la otra variedad de Lima (amarilla) como dulce, la de Huancabamba entre poco dulce y dulce. La variedad de Chalaco se encuentra bastante próxima a la de Huancabamba con leves variaciones.

Como puede apreciarse, la desventaja organoléptica de la variedad de Chalaco es considerable. Por lo que queda extremar las medidas de procesamiento para mejorar y conservar sus características organolépticas iniciales (como fruta) al máximo. Otra alternativa, a largo plazo, sería mejorar genéticamente los lúcumos.

### 5.5.5. Resultados microbiológicos

En el Laboratorio del Área de Biomédicas de la UDEP se realizaron los análisis microbiológicos a diversas muestras, de hojuela semiseca y harina de lúcuma, elaboradas tanto en Chalaco como en Piura. Los resultados se confrontaron con los límites máximos permitidos establecidos por la autoridad nacional competente (DIGESA) para frutas deshidratadas<sup>[15]</sup>, concluyéndose que los valores cumplían con dichos requisitos

Requisitos de DIGESA:

N. Mohos osmófilos	:	Máx 10 <sup>2</sup> (UFC/g)
N. Levaduras osmófilas	:	Máx 10 <sup>2</sup> (UFC/g)
Salmonella en 25 g	:	Ausencia
Escherichia coli	:	Máx 5x10 <sup>2</sup> (UFC/g)

Cuadro 5.16. Resultados microbiológicos de hojuelas semisecas y harina de lúcuma

Fecha	Procedencia	Coliformes (ufc/g)	Levaduras (ufc/g)	Salmonella	Hongos (ufc/g)	Restos de parásitos
Muestras de hojuelas semisecas						
04/02/2005	Portachuelo	0	0	Ausencia	0	Negativo
	Juan Velasco	0	0	Ausencia	0	Negativo
	Juan Velasco	0	10	Ausencia	0	Negativo
	Portachuelo	0	0	Ausencia	0	Negativo
	H. Alta	0	0	Ausencia	0	Negativo
	Juan Velasco	0	0	Ausencia	0	Negativo
	Portachuelo	0	0	Ausencia	10	Negativo
15/02/2005	H. Baja	0	10	Ausencia	10	Negativo
Muestras de harina						
26/05/2005	Mezcla de varios caseríos de Chalaco	0	10	Ausencia	10	Negativo
	Procesada en Piura	0	10	Ausencia	10	Negativo
	El Sauce	0	10	Ausencia	10	Negativo
	Juan Velasco	0	0	Ausencia	0	Negativo
	H. Baja	0	0	Ausencia	0	Negativo
	Sánchez Cerro	0	0	Ausencia	0	Negativo
	Taspa	0	0	Ausencia	0	Negativo
	Portachuelo	0	0	Ausencia	0	Negativo
H. Alta	0	0	Ausencia	0	Negativo	

## 5.6. Variables de productividad y calidad

### 5.6.1. Marco de referencia sobre prácticas de higiene <sup>[19]</sup>

Para conseguir buenas prácticas de higiene se tomó como guía el Código internacional recomendado de prácticas de higiene para las frutas desecadas (CAC/RCP 3-1969), del Codex Alimentarius (ver anexo 4). En él se encuentran todas las normas y medidas necesarias para obtener un producto de calidad desde el acopio de la materia prima, su procesamiento y posterior almacenamiento.

### **5.6.1.1. Problemas encontrados en Chalaco en relación a prácticas de higiene durante todo el proceso**

- El arrojo de basura, proveniente del mismo procesamiento como de viviendas cercanas, en zonas próximas al módulo de procesamiento y secado.
- Cercanía de corrales, sea cualquier animal, al módulo de procesamiento y secado. Esto es un foco permanente de posible contaminación.
- La presencia de restos de lúcuma como pepas, cáscaras, pipo y restos de hojuela en el interior del módulo de procesamiento y del secador. Esto también es una fuente de contaminación.

Estas tres malas prácticas de higiene originan la presencia permanente de moscas y mosquitos. En cuanto a los dos primeros es necesario ubicar el módulo de secado lejos de cualquier foco de infección. Para el último caso es necesario concientizar a los productores de la contaminación generada al arrojar desperdicios, propios del proceso, dentro o en las cercanías del módulo de secado.

- No contar con un suministro de agua cercano dificulta la labor, pues trasladarla al módulo de procesamiento, muchas veces por senderos estrechos, es difícil y peligroso.
- La resistencia al uso correcto de la indumentaria de trabajo como toca, mandil y mascarilla.
- La presencia de animales domésticos como perros y cerdos, los cuales son un constante riesgo para el producto que se está procesando, (además de contaminar y comer las hojuelas de lúcuma dañan el módulo de secado). Se ha sugerido colocar un cerco perimétrico con alambre de púas, de altura y espaciamiento adecuados para impedir el ingreso de estos animales.

### **5.6.2. Cursograma analítico de la materia prima para Chalaco**

El cursograma analítico es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda. Se realiza a fin de poder estudiar las manipulaciones, esperas y almacenamientos. Mediante éste se podrán realizar mejoras en el procesamiento de la lúcuma.

Existen 3 tipos de cursogramas. En este caso se trabajará con el cursograma de material, donde se registrará cómo se manipula o trata el material.

Los símbolos que permitirán representar al cursograma son los siguientes:

○ OPERACIÓN

Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación.

INSPECCIÓN

Indica la inspección de la calidad y/o verificación de la cantidad

TRANSPORTE

Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.

DEPÓSITO PROVISIONAL O ESPERA

Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.

ALMACENAMIENTO PERMANENTE

Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

El cursograma analítico se hará con la producción semanal de las 7 UPES. Cada una de éstas trabaja en paralelo las etapas de pelado, deshuesado y secado solar, por lo que los tiempos de procesamiento y cantidades de fruta de dichas etapas se basarán en el trabajo semanal de una sola persona por UPE (26 kg de fruta a la semana procesados en dos oportunidades). Después del secado solar se reúnen en un solo lote las producciones de hojuelas semisecas de cada UPE.

Cuadro 5.17. Cursograma analítico de material

Cursograma analítico :		Material							
Actividades: Pelar, deshuesar, rebanar en hojuelas, secar, moler y envasar lúcuma									
Descripción	Cantidad	Tiempo	Símbolo					Observaciones	
			○	⇒	□	□	▽		
Material almacenado (lúcuma acopiada, previamente seleccionada y pesada)		1 a 2 días							
Lavado y desinfectado	Pelado y cortado en hojuelas (26 kg de fruta con 66 a 69% de humedad)	20min(2.5kg en 2 minutos)							
Pelado		2h							
Inspección 1		20 min						Sólo pulpa	
Rebanado en hojuelas		4.8h						Directo a bandejas	
Inspección 2		20 min						Que no estén montadas	
Secado solar		Secado solar ( 17 kg con 68% de humedad)	2 a 4 días						
Embolsado (bolsas 36x51x3)	30 min								
Almacenado (peligro de rehidratado)		1 a 4 días						Cilindro de cartón	
Traslado a la capital del distrito de Chalaco		0.5 a 3 horas							
Almacenado (peligro de rehidratado)		1 a 2 días						Sin cilindro	
Traslado a Piura		6 horas							
Inspección 3	45 kg aprox	40 min						Organolépticas y microbiológicas	
Pesado de la hojuela semiseca		20 min							
Almacenado (menor peligro de rehidratado)		1 a 2 días						Cilindro de plástico	
Traslado al secador a gas	Secado con aire caliente (45 kg con 10 a 20% de humedad)	15 min							
Colocado dentro el secador a gas		1h							
Secado a gas		3h							
Retirado de algunas bandejas		3 min							
Inspección 4		3 min						Humedad requerida	
Embolsado, pesado, etiquetado y guardado en cilindros		1.5 h							
Almacenado (menor peligro de rehidratado)			1 a 2 días						Cilindro de plástico
Traslado al molino		Molienda (40 kg con 7 a 8% de humedad)	10min						
Molido de la hojuela seca	45 min								
Pesado, amarrado y etiquetado	40 min								
Almacenado (menor peligro de rehidratado)		1 día						Cilindro de plástico	
Inspección 5		10 min						Organoléptico y microbiológico	
Envasado (30 bolsas por hora)	39 kg (con 7 a 8% de humedad)	1h 20 min							
Etiquetado final		30 min							
Almacenado		10 min						Bolsa sellada en cilindro	
<b>Total</b>		<b>14 días</b>	<b>1</b> <b>2</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>		

- Mediante este gráfico se tiene una visión general de todo el recorrido de la lúcuma. Se tienen 5 símbolos de traslado o transporte y 6 de depósito provisional. Los traslados están justificados, sin embargo hay demasiados depósitos provisionales que no brindan mayor valor al producto. La mayoría de éstos se deben a la necesidad de transportar o procesar lotes considerables de producto para reducir costos por volumen. No es posible eliminarlos, pero pueden reducirse al máximo. Con una buena planificación, la producción semanal de hojuelas semisecas de todas las UPES (50 kg) podrían ser llevadas a Piura e inmediatamente darles su procesamiento final (secado a gas, molienda y envasado) con lo cual se reduciría la duración de los depósitos provisionales de 12 días a 6 días aproximadamente. Disminuyendo de esta forma la devaluación de las características organolépticas de la lúcuma.

### 5.6.3. Determinación de rendimientos

Cuadro 5.18. Tiempos parciales y totales de cada etapa del proceso de obtención de harina de lúcuma realizados por una persona

Etapas del proceso de obtención de harina de lúcuma	Tiempos de cada etapa	
	Chalaco (min)	Piura (min)
<b>Etapas de pelado, deshuesado y rebanado de lúcuma</b>	<b>Para 13 kg de fruta</b>	
Acarreo de agua	10	--
Limpieza y desinfectado del secador solar	20	--
Lavado de utensilios y bandejas sucias	40	10
Selección y pesado	10	15
Lavado y desinfectado de la lúcuma	11	11
Pelado	60	55
Deshuesado y retirado de hollejo	140	60
Rebanado y colocado de hojuelas en el secador	130	150
Lavar utensilios, baldes, mandiles y guardarlos	25	10
Total	5.3 h	5.1 h
<b>Etapas de secado inicial (20 bandejas por secador)</b>	<b>Para 1 kg en Chalaco y 1.4 kg en Piura</b>	
Secado inicial (solar)	27 h	13.5 h
<b>Etapas de secado final (8 carros de 11 bandejas c/u)</b>	<b>Para 92 kg de hojuela semiseca</b>	
Retirado del carro portabandejas del secador a gas. Extracción de la bandeja y llenado de hojuela semiseca. (1 kg recomendado de hojuela semiseca por bandeja). Colocado de la bandeja al carro y éste dentro del secador a gas.	2h	
Secado con aire caliente	3h	
Retirado del carro portabandejas del secador a gas	3h	
Extracción de bandeja		
Almacenado de la hojuela seca en bolsa		
Amarrado de la bolsa		
Pesado, etiquetado y guardado		
<b>Etapas de molienda</b>	<b>Para 112 kg de hojuela seca</b>	
Limpieza del molino (15 min) (cte)	4h 15 min	
Traslado de hojuela seca al molino (10 min) (var)		
Molienda y sellado de saco (2h) (var)		
Pesado, etiquetado y guardado (1h 30 min) (var)		
Limpieza del molino (20 min) (cte)		
<b>Etapas de envasado</b>	<b>Para 30 kg de harina de lúcuma</b>	
Resellado de la parte inferior de la bolsa además del sellado de la parte superior.	1 h	

#### 5.6.4. Costos de producción

Cada UPE incluye el módulo de procesamiento (materiales y utensilios) y el módulo de secado solar.

Cada campaña dura aproximadamente 4 meses, se da entre diciembre y marzo.

Componentes: 2 a 3 familias por módulo de procesamiento (máx 4 trabajadores)

A continuación se detallan los costos de materiales y utensilios para las 7 UPES.

Cuadro 5.19. Costos de los materiales y utensilios para todas las UPES

<b>Materiales y utensilios</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad total</b>	<b>Precio Unitario S/.</b>	<b>Costo total S/.</b>
Balanza tipo reloj (5 kg)	Unidad	7	7.50	52.50
Romana de 12 kg	Unidad	7	12.00	84.00
Rebanado de madera con cuchilla inoxidable	Unidad	21	3.50	73.50
Cuchara sopera	Unidad	21	0.90	18.90
Cuchillo pequeño de acero inoxidable	Unidad	21	4.00	84.00
Mesa de madera con superficie de melamine	Unidad	7	266.00	1862.00
Cilindro de plástico (cap 210 L)	Unidad	7	130.00	910.00
Cilindro de plástico (cap 80 L)	Unidad	7	25.00	175.00
Balde de plástico 20 l	Unidad	14	15.00	210.00
Batea de plástico 20 l	Unidad	14	6.00	84.00
Cesta plástica escurridora	Unidad	7	10.00	70.00
Bandeja de celosía	Unidad	140	10.00	1400.00
Atuendo para trabajadores (mandil, gorro y mascarilla)	Unidad	21	26.00	546.00
Escobilla de plástico	Unidad	14	2.90	40.60
Cinta de embalaje	Unidad	14	2.00	28.00 00
Plumón indeleble	Unidad	7	2.50	17.50
Lejía	L	7	2.00	14.00
<b>Total</b>				<b>5670.00</b>

## ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS

Los costos variables, fijos directos e indirectos asignados para la producción de harina de lúcuma se muestran en los siguientes cuadros:

Cuadro 5.20. Costos Variables

<b>COSTOS VARIABLES</b>		<b>Por 100 kg de Harina de lúcuma</b>		
<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>C.U.</b>	<b>C.T.</b>
Fruta fresca	kg	500	0.50	250.0
Gas-secado	gl	2.2	6.00	13.20
Electricidad-molido	kWh	6	0.397	2.40
Producción de hojuelas semisecas	Jornal	38	10.00	380.00
Producción de harina de lúcuma	Jornal	2	10.00	20.00
Flete	Quintal	2	5.00	10.00
Bolsa de Polietileno (22cmx30cmx5)	Unidad	100	0.18	18.00
Bolsa de Polietileno (36cmx51cmx3)	Unidad	33	0.30	9.90
Bolsa de Polietileno (66cmx112cmx3)	Unidad	30	0.60	18.00
Etiqueta	Unidad	100	0.07	7.00
		<b>Total costo variable</b>	<b>728.50</b>	

- Gas para el secado: 1.1 gl en 3 horas de secado, para una capacidad máxima de 90 kg de hojuela semiseca. De acuerdo al balance de materia serían 115 kg de hojuela semiseca secados en 2 lotes.
- Producción de hojuela semiseca: abarca las etapas de pelado, despepado y secado inicial. Aproximadamente son 3 kg de hojuela semiseca por persona por jornal.
- Producción de harina de lúcuma: abarca las etapas de secado final, molienda y envasado. Hallado en base a los tiempos por etapas mostrados en el apartado 5.6.3.
- Flete: S/.5 cada 50 kg de hojuela semiseca de lúcuma.
- Bolsa de Polietileno para 3 kg (36x51x3): 40 bolsas por 120 kg de hojuela semiseca elaborada. Estas bolsas servirán para guardar las hojuelas semisecas provenientes de los secadores solares.
- Bolsa de Polietileno para 6 kg (66x112x3): 35 bolsas por 120 kg de hojuela semiseca elaborada. Estas bolsas servirán para guardar tanto hojuelas semisecas como secas.
- Jornal: dura aproximadamente 8 horas y el costo es de S/.10.

Cuadro 5.21. Costos fijos directos

<b>COSTOS FIJOS DIRECTOS</b>	<b>Por UPE por campaña</b>			
	<b>C.U. (S/.)</b>	<b>Depreciación a 4 años (S/.)</b>	<b>Cantidad máxima de hojuela semiseca (kg)</b>	<b>C.U. (S/. kg)</b>
Secador solar	490.50	122.62	140	0.87
Materiales y utensilios	810.00	202.50	140	1.44
<b>Total</b>	<b>1300.50</b>	<b>325.12</b>		<b>2.31</b>

Cuadro 5.22. Costos fijos indirectos asignados

COSTOS FIJOS INDIRECTOS	Por UPE por campaña			
	Rubro	C.U. (S/.)	Depreciación a 15 años (S/.)	Cantidad máxima de hojuela semiseca (kg)
Molino	6475.00	431.66	140	0.44
Secador a gas	9000.00	600.00	140	0.61
Sellador	140.00	9.33	140	0.01
Balanza digital de plataforma (120 kg)	999.00	66.60	140	0.06
Balanza digital (4 kg)	825.00	55.00	140	0.05
<b>Total</b>	<b>17439.00</b>	<b>1162.59</b>		<b>1.17</b>

Cuadro 5.23. Cálculo del costo total unitario del producto con distintos volúmenes de producción de harina

Nivel de producción de harina (por UPE y por campaña)	122 kg	140 kg	175 kg
	<b>Costo unitario (S/ por kg de harina)</b>		
Costos variables unitarios	7.28	7.28	7.28
Costos fijos directos unitarios	2.31	2.03	1.62
Costos fijos indirectos asignados unitarios	1.17	1.11	0.99
<b>Total</b>	<b>10.76</b>	<b>10.42</b>	<b>9.89</b>

Entonces si la producción de hojuela semiseca aumenta, los costos de depreciación por kg se reparten entre mayor cantidad y por lo tanto disminuyen.

El precio de venta de harina de lúcuma debe estar por encima de estos costos para poder obtener utilidades.

Cuadro 5.24. Gastos de producción y comercialización

GASTOS	Por campaña			
	Rubro	Unidad	Cantidad	C.U. (S/.)
Administrador	Mes	3	400.00	1200.00
Ingeniero	Mes	3	450.00	1350.00
Alquiler de local	Mes	7	50.00	350.00
Teléfono	Mes	4	20.00	80.00
Pasajes y viáticos**	Mes	6	60.00	360.00
Otras cargas de gestión***	Mes	4	20.00	80.00
** Se supone un traslado de 1 persona a Piura, una vez por mes durante 3 meses				<b>3420.00</b>

\*\*\* Incluye gastos de papelería, útiles de limpieza, etc.

Nota: Estos gastos corresponden no sólo al proyecto de elaboración de harina de lúcuma sino que además servirán para actividades productivas con frejol, maíz, etc. Por lo tanto estos gastos se reducen al ser repartidos con otros productos.

Suponiendo que en Piura el precio promedio de harina de lúcuma es de 14 nuevos soles por kilogramo con un nivel de producción de 480 y 1000 kg, el estado de pérdidas y ganancias es el que se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 5.25 Estado de pérdidas y ganancias del proyecto

<b>Rubro</b>	<b>Nivel de producción 1</b>	<b>Nivel de producción 2</b>
VENTAS harina (kg)	480	1000
INGRESOS POR VENTAS de harina de lúcumas	<b>6720.00</b>	<b>14000.00</b>
<b>COSTO DE VENTAS</b>		
Costos variable de producción	3509.47	7311.40
Total costos variables	<b>3509.47</b>	<b>7311.40</b>
<b>CONTRIBUCION TOTAL</b>	<b>3210.53</b>	<b>6688.6</b>
Depreciaciones		
Materiales y utensilios	1417.50	1417.50
Módulos de secado solar*	858.37	858.37
Equipos**	1162.60	1162.60
	<b>3438.47</b>	<b>3438.47</b>
<b>CONTRIBUCIÓN DIRECTA</b>	<b>-227.94</b>	<b>3250.13</b>
Gastos		
Administrador	1200.00	1200.00
Ingeniero	1350.00	1350.00
Alquiler de local	350.00	350.00
Teléfono	80.00	80.00
Pasajes y viáticos	360.00	360.00
Otras cargas de gestión	80.00	80.00
Total Gastos	<b>3420.00</b>	<b>3420.00</b>
<b>Utilidad antes de impuestos</b>	<b>-3647.94</b>	<b>-169.87</b>

\* El costo del módulo de secado es de S/. 490.50 y se deprecian en 4 años, al igual que los materiales y utensilios.

\*\* Incluye molino, secador a gas, selladora y dos balanzas digitales. Todos ellos se deprecian en 15 años.

Aunque los gastos son repartidos con otros proyectos disminuyendo de esta forma los egresos, es necesario aumentar la producción de hojuelas semisecas para poder obtener utilidades. Para ello es indispensable aumentar el número de secadores por UPE. Pues esta etapa, como ya se ha mencionado, es un gran cuello de botella. También es importante mencionar que aunque aún no se presentan utilidades, existen ingresos para los proveedores de fruta y productores de harina.

### 5.6.5. Cumplimiento de las especificaciones técnicas

El mercado internacional es muy exigente en la calidad y volumen de la harina de lúcumas, por lo que es necesario trabajar en las especificaciones que ésta debe cumplir. La calidad viene dada por una harina que conserve al máximo las

características de la materia prima (fruta de lúcuma), esto implica el color, olor, sabor; además de estar libre de contaminantes y cuerpos extraños.

En el cuadro 5.26 se presenta una propuesta para elaborar una ficha técnica del producto.

### **Características de calidad de los productos y servicios de consumo local y de exportación.**

El Perú no tiene Normas Técnicas oficiales para la harina de lúcuma. Los requisitos generales de inocuidad de productos alimenticios son establecidos por DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental), entidad que además otorga el Registro Sanitario para la comercialización de productos envasados en el país. Los análisis de calidad, tanto para exportación como para solicitar el Registro Sanitario, son efectuados por laboratorios acreditados por INDECOPI.

Para exportar la harina de lúcuma es necesario obtener los siguientes tipos de certificados:

#### **Certificado fitosanitario de productos procesados**

De aplicación generalmente para mercaderías de uso o consumo humano, emitido por SENASA, confirman que la mercadería consignada no está afectada a ninguna enfermedad o insecto nocivo.

#### **Certificado de calidad**

La exportación de productos alimenticios podrá contar con un Certificado de calidad cuando lo requiera el importador. Dicho documento puede ser otorgado y emitido por cualquiera de los laboratorios acreditados por el INDECOPI.

Cuadro 5.26: Ficha técnica propuesta para la harina de lúcuma.

<b><u>CARACTERÍSTICAS DE LA HARINA DE LÚCUMA</u></b>	
Ingredientes 100% pulpa de lúcuma	
Nombre científico: Pouteria nítida o Pouteria lúcuma	
Nombre comercial: Harina de lúcuma o lúcuma en polvo	
<b>Características Físico-químicas</b>	
Naturaleza	: Orgánica.
Color	: Amarillo o Anaranjado de mediana a baja intensidad.
Olor	: Agradable y característico de la fruta. Medianamente intenso a intenso.
Sabor	: Característico de la fruta.
Humedad relativa	: 7% hasta 7.5%
Tamaño de partícula	: 80% pasa malla #100 o #120 (ASTM)
Sólidos solubles	: Aprox. $\geq$ 40%
<b>Límites microbiológicos</b>	
N. Mohos Osmofilos	: Máx $10^2$ (UFC/g)
N. Levaduras Osmofilas	: Máx $10^2$ (UFC/g)
Salmonella en 25 g	: Ausencia
Escherichia coli	: Máx $5 \times 10^2$ (UFC/g)
<b>UNIFORMIDAD</b>	
Se prefieren harinas con calidad homogénea (una sola variedad) que provienen de biotipos harineros cosechados en estado de madurez óptima.	
<b>PRESENTACIÓN</b>	
Bolsas de polietileno o papel multicapa de 5, 10 y 25 kg. Las bolsas vienen dentro de cajas de cartón o cilindros. Otras presentaciones a solicitud del cliente.	
<b>CONSERVACIÓN</b>	
Para una correcta conservación el producto debe estar en bolsas herméticas hasta el momento de su uso, en un ambiente fresco, seco y protegido de la luz. Su estabilidad es de 12 meses.	

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el aspecto de mercado podemos establecer que las exportaciones totales peruanas de lúcuma (en sus diversas presentaciones) han aumentado gradualmente, obteniendo su mayor demanda en el año 2004. Se ha incluido un Anexo 5, con un consolidado de estadísticas de exportación, para sustentar algunas de las siguientes conclusiones. Es interesante observar que aún, sumando tanto la harina, la pasta, la pulpa y la fruta de lúcuma (exportaciones totales) sólo se llega a utilizar en su mejor año 100 t de materia prima (fruta) para exportación. Esto sumado a las 300 t estimadas de harina de lúcuma (1500 t de fruta) de consumo nacional, sólo nos dan un uso de 1600 t de la gran oferta de lúcuma existente en el País (14000 t de fruta).

Aunque las exportaciones de harina de lúcuma disminuyeron en el 2004, es importante resaltar la gran expectativa del mercado por ésta y los esfuerzos en promocionar la fruta en sus diversas presentaciones tanto interna como externamente. También es importante resaltar el gran incremento de la demanda de la lúcuma en forma de pulpa. Si transformamos tanto la harina (121.34 t de fruta 1993-2005) como la pulpa (151.51 t de fruta 1999-2005) en fruta (Anexo 5), podremos observar que las cantidades demandadas de pulpa son mucho mayores que las de harina. Esto sin tomar en cuenta la cantidad de años en que se ha venido exportando harina versus la más reciente experiencia exportadora de pulpa y otras formas. Es pues, importante tomar en cuenta esta tendencia en el consumo de la lúcuma, ya que quizás en el mediano plazo sea la forma de presentación más solicitada por los países demandantes de esta fruta.

En el aspecto financiero, aunque todavía es un proyecto financiado por el Programa Chalaco, difícilmente logra obtener el punto de equilibrio. Sin embargo actualmente brinda ingresos por venta de fruta y jornales. En un futuro, luego de las mejoras respectivas del proceso, se espera conseguir utilidades y por consiguiente la independencia económica de estos productores de lúcuma. Estos ingresos permitirían mejorar, aun más, la calidad de vida de los productores y del distrito de Chalaco. Las sucesivas capacitaciones básicas de los productores (siempre con asesoramiento especializado) les dan los recursos técnicos para lograrlo.

En cuanto a la calidad de la fruta podemos establecer que las variedades de Huancabamba y Lima tienen mejores condiciones organolépticas que la variedad amarilla de Chalaco. Si a esto le sumamos el procesamiento de la lúcuma en condiciones un tanto desfavorables como el clima y el tiempo de espera de la fruta, ya sea en forma de hojuela semiseca, seca y harina de lúcuma, entonces nos encontramos poco competitivos con otras variedades. Sin embargo es posible mejorar el procesamiento de la fruta de Chalaco. Para ello hay que concentrarse en la selección de la fruta, en los tiempos de espera de la lúcuma, ya sea como hojuela semiseca, seca y en harina. Pero principalmente en el secado inicial (solar) que es en donde se disminuyen sobremanera las cualidades naturales de la fruta.

El manejo del secador solar es importantísimo, ya que de este dependerá la permanencia de la pulpa de fruta a la intemperie y por consecuencia de la degradación del color, olor y sabor. Esta etapa se vuelve un cuello de botella, ya que la espera puede ampliarse hasta 4 días. Por ello se ve necesario capacitar al personal de cada UPE en el adecuado manejo de este y a la reducción del secado de la hojuela fresca. Si se cumple a cabalidad esto, se puede conseguir 140 kg de hojuela semiseca al igual que la mayor producción de hojuela que consiguió una UPE en esta campaña (2004-2005).

La producción de harina de lúcuma en la campaña 2004-2005 en el marco del Programa Chalaco fue de 470 kg y logró venderse en el mismo departamento para la fabricación de helados. Sin embargo esta cantidad y calidad de producto tiene como principal mercado el de producción de helados a nivel regional. Por lo que es necesario tomar en cuenta la calidad y cantidad de la harina de lúcuma para en un futuro exportar. Es posible la producción de harina de lúcuma en Chalaco con materia prima, personal y clima de la zona. Pero es importante saber que la capacidad máxima de oferta de harina de lúcuma por UPE (conformada por un módulo de procesamiento y secado solar) es de 140 kg, es decir que, si fuesen 7 UPES, entonces la producción llegaría como máximo a 1000 kg. Por lo que para conseguir mejoras en el aspecto financiero es necesario instalar mayor cantidad de secadores solares por UPE.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Villanueva Mendoza, Carlos Manuel. “Cultivo comercial de la lúcuma en Perú y el mercado internacional”. Schmidt Impresores. Lima. 2002.
- [2] Perry Robert H., Chilton Cecil H. (Ed.). “Manual del Ingeniero Químico”. Segunda edición. McGraw-Hill Latinoamericana S.A. 1982.
- [3] Organización Internacional del Trabajo (OIT). “Introducción al estudio del trabajo”. OIT-Ginebra. 1980.
- [4] TECNATROP S.A.C. “Manual de instalación, mantenimiento y uso del secador solar módulo FEN 28”. Lima. 2003.
- [5] Loncin, Marcel. “Técnica de la Ingeniería Alimentaria”. Editorial DOSSAT, 1965.
- [6] Programa Chalaco. “Producción de harina de lúcuma”. Manual técnico preparado por el Ing. Marcelo Gutiérrez. Piura. Febrero del 2004.
- [7] Programa Chalaco. “Informe monitoreo” preparado por el Ing Luis Casaverde. 2004.
- [8] Programa Chalaco. “Primer informe” preparado por el Ing Marco Monteza. 2005.
- [9] Programa Chalaco. “Segundo informe” preparado por el Ing Marco Monteza. 2005.
- [10] Programa Chalaco. “Propuesta trabajo de la producción de harina de lúcuma en Chalaco”. 2004.
- [11] Programa Chalaco. “Perfiles de mercado para productos agrícolas del distrito de Chalaco”. 2004.
- [12] PROINVERSION. “Resumen ejecutivo de producción de harina de lúcuma”. Lima. 2000
- [13] PROLÚCUMA. “Proyecto de inversión de una planta de harina de lúcuma”. Lima. 2001
- [14] CITEagroindustrial Ayacucho. “Resumen ejecutivo de la factibilidad de producir harina de lúcuma”. Perfil de un proyecto para los productores de lúcuma en Huanta-Ayacucho. 2002
- [15] Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA. Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Resolución Ministerial N° 615-2003-SA/DM del 30 de mayo del 2003, Perú.
- [16] Zamora Montero, Fernando. “Estudio de factibilidad para la implementación de una empresa productora y exportadora de harina de lúcuma a los países de Estados Unidos y Chile”. Tesis. Universidad Nacional de Ingeniería. 1999.
- [17] Programa Chalaco. “Informe de pasantía en Ayacucho” preparado por el Ing. Antonio López Mendoza. Piura. 2005.
- [18] Ureña Peralta, Milber O. *et al.* “Evaluación sensorial de los alimentos: una aplicación didáctica”. Primera edición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 1999.
- [19] CODEX ALIMENTARIUS. Código internacional recomendado de prácticas de higiene para las frutas desecadas (CAC/RCP 3-1969).
- [20] Brennan, J.G., Butters, J.R. “Las operaciones de la ingeniería de los alimentos”. Editorial Acribia. España. 1980.

- [21] McCabe, W.L., Smith, J.C. “Operaciones básicas de ingeniería química”. Volumen II. Editorial Reverté. Buenos Aires. 1975.
- [22] [www.cepes.org.pe/revista/r-agra16/arti-01a.htm](http://www.cepes.org.pe/revista/r-agra16/arti-01a.htm).
- [23] [www.inia.gob.pe/webinia/FichaExperimento.asp?wCodInvestigacion=01&wModo=PV&wCodProyecto=23&wAnno=2004](http://www.inia.gob.pe/webinia/FichaExperimento.asp?wCodInvestigacion=01&wModo=PV&wCodProyecto=23&wAnno=2004)
- [24] [www.mincetur.gob.pe/comercio/OTROS/penx/pdfs/Lucuma.pdf](http://www.mincetur.gob.pe/comercio/OTROS/penx/pdfs/Lucuma.pdf)
- [25] [www.prolucuma.com.pe](http://www.prolucuma.com.pe) (Portal Web, Productores de lúcuma del Perú)
- [26] [www.proinversion.gob.pe](http://www.proinversion.gob.pe)
- [27] [www.prochile.cl](http://www.prochile.cl)
- [28] [www.sunat.gob.pe](http://www.sunat.gob.pe)
- [29] [www.idesi.galeon.com](http://www.idesi.galeon.com)
- [30] [www.regionucayali.gob.pe/ucayali\\_archivos/inversiones/grde/sgpi/como%20exportar\\_archivos/frame.htm#slide0738.htm](http://www.regionucayali.gob.pe/ucayali_archivos/inversiones/grde/sgpi/como%20exportar_archivos/frame.htm#slide0738.htm)



**Proceso de pelado, despepado y rebanado en hojuelas**

Fecha de Procesamiento: -----/-----/-----

-Hi (hora inicial)----- Hf (hora final) -----

- Código :  
 - Humedad de la fruta :  
 - Variedad :

-Tiempo de preparación : ( Hi----- Hf----- ) Duración -----

Nombre de los operarios	Fruta (kg)	Pelado		Deshuesado		Rebanado en hojuelas	
		Tiempo de inicio y fin	Duración Total	Tiempo de inicio y fin	Duración Total	Tiempo de inicio y fin	Duración Total
		Hi		Hi		Hi	
		Hf		Hf		Hf	
		Hi		Hi		Hi	
		Hf		Hf		Hf	
		Hi		Hi		Hi	
		Hf		Hf		Hf	
Total							

Observaciones: -----  
 -----  
 -----

**Rendimiento de la lúcumo**

	Fruta	Cáscara	Pepa	Hollejo	Podrido	Pulpa	Fruta en buen estado	Faltante
kg								
%								

Observaciones: -----  
 -----  
 -----

**Características del secado inicial (solar)**

-Día 1 -----/-----/-----      Hi -----      Hf -----  
 -Día 2 -----/-----/-----      Hi -----      Hf -----  
 -Día 3 -----/-----/-----      Hi -----      Hf -----  
 -Duración total    :-----

Hora	Día 1			Día 2			Día 3		
	[1]	[2]	[3]	[1]	[2]	[3]	[1]	[2]	[3]
8:30									
9:00									
9:30									
10:00									
10:30									
11:00									
11:30									
12:00									
12:30									
13:00									
13:30									
14:00									
14:30									
15:00									
15:30									
16:00									
16:30									
17:00									
17:30									
18:00									
Prom									

[1] Temperatura en el ambiente

[2] Temperatura en el secador

[3] Aumento debido al secador

Observaciones: -----  
 -----  
 -----

**Rendimiento de la lúcuma después del secado inicial**

Hojuela semiseca (kg)	kg de hojuela semiseca/kg de pulpa (%)	kg de hojuela semiseca/kg de fruta en general (%)	Humedad de la hojuela semiseca (%)

Observaciones: -----  
 -----  
 -----

**Etiqueta para la hojuela semiseca****Hojuela semiseca de lúcuma**

-Código : -----  
 -Kg de hojuela semiseca : -----  
 -Humedad : -----  
 -Color : -----  
 -Olor : -----

**Ingreso de la hojuela semiseca a la planta en el distrito de Chalaco**

Fecha y hora	Código	Hojuela semiseca (kg)	Estado de la hojuela semiseca	Humedad	Color	Olor	Sabor

**Secado final**

El número de lote va desde el 000 hasta el 999.

Cód	Lote	Temp. del secador a gas	Hi Hf	Fecha	Gasto de gas (h)	Muestras	Peso inicial real	Humedad inicial real (%)	Peso final teórico (al 7.5 % de humedad final)	Peso final real	Humedad final real
			Hi			Muestra 1					
						Muestra 2					
			Hf			Muestra 3					
						Muestra 4					
			Hi			Muestra 1					
						Muestra 2					
			Hf			Muestra 3					
						Muestra 4					
			Hi			Muestra 1					
						Muestra 2					
			Hf			Muestra 3					
						Muestra 4					

**Etiqueta para la hojuela seca****Hojuela seca de lúcuma**

-Lote : -----  
 -kg de hojuela seca : -----  
 -Humedad : -----  
 -Color : -----  
 -Olor : -----

**Tabla de molienda**

Fecha y hora	Lote	Hojuelas secas (kg)	Humedad (%)	Harina de lúcuma que no pasa por la zaranda	Harina de lúcuma que sale por el ciclón	Harina de lúcuma que no es absorbida por el ventilador	Faltante	Tiempo (min)	Gasto

**Prueba de granulometría**

Descripción de la muestra	Fracción	Muestra (%)	No pasa por la malla #50 = 0.3mm (%)	No pasa por la malla #65 = 0.21mm (%)	No pasa por la malla #100 = 0.15mm (%)	Pasa por la malla #100 = 0.15mm (%)	Faltante (%)
Fecha :	A						
Lote:	B						
Humedad:	C						
Fecha :	A						
Lote :	B						
Humedad:	C						
Fecha :	A						
Lote :	B						
Humedad:	C						

A= Queda en la parte superior de la zaranda del molino

B=Queda en la parte inferior de la zaranda del molino

C=Pasa por la zaranda del molino y es absorbida por el ciclón

**Etiqueta para la harina de lúcuma**Harina de lúcuma

-Procedencia	:	-----
-kg de harina de lúcuma	:	-----
-Humedad	:	-----
-Color	:	-----
-Olor	:	-----
-Sólidos solubles	:	-----
-Tamaño de partícula	:	-----

## ANEXO 2

**TABLAS DE RENDIMIENTOS Y DE DURACIÓN DEL SECADO DE LA LÚCUMA**

Fecha de Procesamiento	Procedencia	Cáscara (%)	Pepa (%)	Hollejo (%)	Podrido (%)	Pulpa (%)	Faltante (%)
<b>Procesamiento realizado en Piura</b>							
02/12/2004	Huancabamba	14.06	13.68	n.d.	0.00	72.24	n.d.
02/12/2004	Huancabamba	15.95	15.53	n.d.	0.00	68.51	n.d.
07/12/2004	Lima	19.18	17.13	n.d.	0.51	63.16	n.d.
03/01/2005	Chalaco	16.36	21.81	n.d.	19.18	42.63	n.d.
03/01/2005	Chalaco	16.99	20.55	n.d.	6.71	55.73	n.d.
04/01/2005	Chalaco	16.42	15.26	n.d.	21.56	38.60	n.d.
04/01/2005	Chalaco	18.91	15.84	n.d.	27.02	38.21	n.d.
12/01/2005	Chalaco	18.11	13.08	4.10	9.74	54.94	n.d.
17/01/2005	Chalaco	18.11	13.88	3.67	13.38	49.99	0.94
18/01/2005	Chalaco	18.50	13.94	4.26	8.82	49.90	4.55
21/01/2005	Chalaco	19.65	13.35	5.34	3.83	57.50	0.30
25/01/2005	Chalaco	15.41	13.29	3.75	3.83	62.56	1.14
07/02/2005	Lima	17.08	17.51	2.10	1.26	61.60	0.42
09/02/2005	Chalaco	18.07	10.54	1.88	1.88	67.23	0.37
11/02/2005	Chalaco	17.22	14.15	3.47	1.76	62.07	1.29
21/02/2005	Chalaco	15.49	14.15	6.46	19.67	43.12	1.07

n.d.= no fue determinado

(&) Corresponde a las horas de secad, desde las 9:00 am hasta las 5 p.m.

Procedencia de la lúcuma	Humedad inicial (%)	Duración efectiva del secado (&)	Temperatura Promedio en el secador (°C)	Humedad final (%)
<b>Secado realizado en Piura</b>				
Huancabamba	67.10	12h 30min	46	5.31
Huancabamba	66.90	12h 30min	46	5.20
Lima (Huaral) amarilla	71.99	22h	46	5.87
Lima (Lurin) anaranjada	73.80	24h	46	7.50
Chalaco	68.98	13h 30min	46	5.50
Chalaco	67.90	12h 30min	45	5.09
Chalaco	66.96	12h 30min	47	5.62
Chalaco	69.13	14h	44	6.05
Chalaco	n.d.	13h 20min	45	5.55
Chalaco	n.d.	15h 30min	45	5.35
Chalaco	n.d.	13h 10min	46	4.96

n.d.= no fue determinado

### ANEXO 3

#### TABLAS DE FACTORES CLIMÁTICOS DURANTE LA CAMPAÑA TANTO EN CHALACO COMO EN PIURA

##### En Chalaco

Fecha: 12/04/2005 (Huacapampa baja)

<b>Hora</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>	<b>Temperatura en el secador (°C)</b>	<b>Velocidad del viento (m/s)</b>
15:30	61.0	26	0.0
16:00	65.5	23	0.0
16:12	69.7	23	0.0
16:22	71.0	21	0.0
16:30	78.0	20	0.0
17:00	71.1	23	0.1
17:10	75.0	21	0.0
17:25	100.0	15	0.0

Fecha: 13/04/2005 (Hucapampa alta)

<b>Hora</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>	<b>Temperatura en el secador (°C)</b>	<b>Velocidad del viento (m/s)</b>	<b>Temperatura en el ambiente (°C)</b>
10:15	40.0	37	0.0	24
10:45	37.4	39	0.0	28
11:30	47.3	33	0.0	27
12:00	50.5	31	0.0	22
12:45	49.1	32	1.1	23
17:00	70.0	26	0.0	23
17:30	78.4	22	0.0	17
18:00	95.3	18	0.0	17

Fecha: 14/04/2005 (Huacapampa baja)

<b>Hora</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>	<b>Temperatura en el secador (°C)</b>	<b>Velocidad del viento (m/s)</b>	<b>Temperatura en el ambiente (°C)</b>
9:30	41.1	38.2	0.0	28
10:00	40.9	36.5	0.7	25
10:40	43.9	41.6	0.7	28
11:10	32.5	45	0.7	27
11:40	42.6	38.4	0.8	27
12:10	37	42.9	0.0	29
12:12	36.3	43.5	1.0	31
16:00	54.8	34.4	0.0	25
16:30	50.1	32.7	0.2	22
17:00	48.2	36.7	0.0	29
17:30	67.9	27.6	0.0	21
17:45	80.2	24.1	0.0	19

Fecha: 15/04/2005 (Huacapampa alta)

<b>Hora</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>	<b>Temperatura en el secador (°C)</b>	<b>Velocidad del viento (m/s)</b>	<b>Temperatura en el ambiente (°C)</b>
9:30	78.5	34	0.0	21
10:00	37.3	43	0.1	31
10:30	20.5	44	0.1	32
11:00	18.8	50	0.5	30
11:30	21.2	47	1.6	28
12:00	28.8	43	0.6	29
12:30	27.4	44	1.3	34
12:45	31.0	43	0.2	31
16:00	70.4	25	1.1	19
16:30	96.8	20	3.0	18
17:00	76.3	24	0.0	20
17:30	94.1	20	0.0	18

**En Piura**

Fecha: 05/01/2005 (UDEP)

<b>Hora</b>	<b>Temperatura en el ambiente (° C)</b>	<b>Temperatura en el secador (° C)</b>	<b>Aumento (° C)</b>
9:00	27	35	08
9:30			
10:00	29	41	12
10:30	31	50	19
11:00	34	50	16
11:30	34	51	17
12:00	36	52	16
12:30	36	55	19
13:00	34	55	21
13:30			
14:30	33	42	09
15:00	34	42	08
15:30	33	41	08
16:00	30	35	05

Fecha: 12/01/2005 (UDEP)

<b>Hora</b>	<b>Temperatura en el ambiente (° C)</b>	<b>Temperatura en el secador (° C)</b>	<b>Aumento (° C)</b>
9:30			
10:00	32	41	09
10:30	38	54	16
11:00	37	52	15
11:30	34	50	16
12:00	37	54	17
12:30	36	50	14
13:00	35	50	15
13:30	36	51	15
14:30	38	52	14
15:00	35	50	15
15:30	34	49	15
16:00	33	47	14
16:30	32	45	13
17:00	32	42	10
17:30	31	39	08
18:00	30	34	04

Fecha: 13/01/2005 (UDEP)

<b>Hora</b>	<b>Temperatura en el ambiente (° C)</b>	<b>Temperatura en el secador (° C)</b>	<b>Aumento (° C)</b>	<b>Iluminación</b>	<b>Ventanas laterales abiertas</b>
9:30	29	40	11	Normal	
10:00	30	41	11	Normal	
10:30	30	48	18	Alta	42
11:00	29	45	16	Normal	
11:30	32	43	11	Normal	
12:00	33	53	20	Elevada	
12:30	30	50	20	Elevada	
13:00	34	53	19	Elevada	48
14:30	38	55	17	Elevada	
15:00	38	54	17	Elevada	
15:30	37	50	13	Alta	
16:00	38	52	14	Normal	
16:30	35	49	14	Normal	45
17:00	33	42	09	Opaca	
17:30	31	39	08	Baja	
18:00	29	34	05	Baja	

## ANEXO 4

### CÓDIGO INTERNACIONAL RECOMENDADO DE PRÁCTICAS DE HIGIENE PARA LAS FRUTAS DESECADAS (CAC/RCP 3-1969)

#### SECCIÓN I - ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente código de prácticas de higiene se aplicará a todas las frutas que han sido desecadas por medios naturales o artificiales, o por una combinación de ambos. La fruta se deseca hasta que se haya eliminado la mayor parte de su humedad y, además, podrá someterse a un tratamiento inocuo y adecuado durante su preparación y envasado para facilitar su comercialización por los canales normales de distribución. Las frutas reguladas por este Código comprenden las manzanas, albaricoques, melocotones (duraznos), peras, nectarinas, ciruelas, pasas, higos, dátiles y productos de la vid, tales como uvas pasas y pasas de Corinto. Las frutas que no sean producto de la vid, antes de desecarlas, si se desea, y siempre que sea aplicable respecto a las frutas en cuestión, podrán deshuesarse, despepitarse, cortarse en rajadas, cubos, cuartos, mitades o subdividirse en cualquier otra forma. Este Código no se aplicará a las frutas denominadas comúnmente "frutas deshidratadas", cuyo contenido de humedad no exceda del cinco por ciento.

#### SECCIÓN II - DEFINICIONES

Para los fines de este código de prácticas no se considera necesario establecer ninguna definición.

#### SECCIÓN III - REQUISITOS DE LAS MATERIAS PRIMAS

##### **A. Saneamiento ambiental en las zonas de cultivo y producción de alimentos**

**1) Evacuación sanitaria de las aguas residuales de origen humano y animal.** Deberán tomarse las precauciones adecuadas para asegurarse que las aguas residuales de origen humano y animal se eliminan de tal modo que no constituyan un peligro para la higiene ni la sanidad públicas, y deberá ponerse especial cuidado en proteger los productos contra la contaminación por estos desechos.

**2) Calidad sanitaria del agua de riego.** El agua empleada para regar no deberá constituir ningún peligro público contra la salud del consumidor a través de la fruta.

**3) Lucha contra las enfermedades y las plagas vegetales y animales.** Las zonas de cultivo deberán mantenerse libres de frutas podridas o descompuestas que puedan atraer a los insectos, roedores y pájaros. Cuando se adopten medidas para combatir las plagas, el tratamiento con agentes químicos, biológicos o físicos deberá hacerse únicamente de acuerdo con las recomendaciones del organismo oficial competente, bajo la supervisión directa de personal plenamente familiarizado con los peligros que pueden presentarse, incluyendo la posibilidad de que las frutas retengan residuos tóxicos.

**B. Recolección y producción de alimentos en condiciones higiénicas**

**1) Equipo y recipientes para los productos.** El equipo y recipientes que se empleen para envasar los productos no deberán constituir un peligro para la salud. Los envases que se utilicen de nuevo deberán ser de material y construcción tales que faciliten su limpieza completa, y mantenerse limpios y en condiciones que no constituyan una fuente de contaminación para la fruta.

**2) Técnicas sanitarias.** Las operaciones, métodos y procedimientos que se empleen en la recolección y producción deberán ser higiénicos y sanitarios.

**3) Eliminación de productos evidentemente inadecuados.** Los productos no aptos para el consumo deberán separarse durante la recolección y producción en la mayor medida posible, eliminándolos en forma adecuada. La fruta recolectada deberá ser examinada por personal competente, con el fin de asegurar que sea apta para su ulterior elaboración como alimento.

**4) Protección del producto contra la contaminación.** Deberán tomarse precauciones adecuadas para evitar que la fruta fresca resulte contaminada por animales, insectos, parásitos, pájaros, contaminantes químicos o microbiológicos u otras sustancias objetables, durante la manipulación y el almacenamiento. La naturaleza de la fruta y los métodos de recolección indicarán el tipo y grado de protección que se necesitan. La fruta fresca o desecada deberá trasladarse a un almacén adecuado, o a la sección de elaboración para su inmediato tratamiento, tan pronto como sea posible después de la recolección o la desecación. Cuando exista la posibilidad de que las frutas puedan infestarse con insectos o ácaros durante la recolección o la desecación, o después de éstas, o bien, como medida preventiva, deberán someterse a un tratamiento adecuado, por ejemplo, fumigación. La fruta que se destine a ser elaborada ulteriormente deberá almacenarse en recipientes cerrados, edificios, o bajo un tipo de techado adecuado que la proteja contra roedores, insectos, pájaros, detritos y polvo. Los métodos de fumigación y los productos químicos empleados deberán ser aprobados por las correspondientes autoridades competentes.

**5) Patios de desecación.** Cuando las frutas se desequen al sol en patios de desecación, tales patios deberán reconocerse como patios de elaboración de alimentos, ya sea que se efectúe la desecación en las propias tierras del cultivador, ya sea que se trate de una operación comercial. Tales patios deberán cumplir, en la mayor medida posible, las disposiciones aplicables a la Sección IV de este Código, y, especialmente, los siguientes requisitos:

**a) Emplazamiento.** Los patios de desecación, en todos los casos, deberán estar situados a suficiente distancia de los corrales de engorde del ganado, de los estanques de decantación y/o zonas de recogida de basuras, con el fin de evitar posibles fuentes de contaminación. Deberán estar situados también de tal forma que tengan un desagüe eficaz y adecuado.

**b) Construcción.** La superficie del patio de desecación deberá ser de tal naturaleza que pueda mantenerse limpia, y evitar la contaminación de las frutas que se estén desecando. Cuando sea necesario, los patios de desecación deberán estar cercados para mantener alejados a los animales en la medida que esto sea posible, y la zona alrededor del patio de desecación deberá mantenerse limpia, exenta de malas hierbas y de cualesquiera otros residuos que puedan ser transportados por la acción del viento al patio de desecación. Los cobertizos donde se efectúan las operaciones de corte y en los que las frutas se deshuesan,

se cortan o se someten a cualquier otro tipo de preparación y se extienden sobre bandejas para su desecación, deberán ser preferiblemente edificios cerrados, con ventanas provistas de rejillas para impedir la entrada de roedores, insectos o pájaros. Cuando las operaciones de corte se efectúen en cobertizos abiertos, deberán tomarse las precauciones adecuadas para proteger las frutas contra la contaminación producida por los insectos, roedores y pájaros, impidiendo que éstos aniden allí.

Los cobertizos deberán disponer de buena iluminación y ventilación, así como también de retretes y lavabos adecuados. Tanto las frutas frescas destinadas a la elaboración como las frutas desecadas deberán almacenarse en zonas que estén protegidas contra los posibles daños producidos por los roedores, insectos y pájaros, y la duración del almacenamiento deberá ser la mínima compatible con las buenas prácticas de fabricación. Deberá haber un suministro adecuado de agua potable limpia para lavarse las manos, para limpiar el equipo y para lavar la fruta fresca. Las normas de potabilidad no deberán ser inferiores a las estipuladas en las "Normas Internacionales para el Agua Potable", establecidas por la Organización Mundial de la Salud, 1971.

**c) Requisitos de higiene en las operaciones.** Las bandejas de desecación, las herramientas de corte y las artesas de almacenamiento deberán mantenerse limpias y exentas de residuos de frutas y de sustancias extrañas que puedan contaminar las frutas.

### **C. Transporte**

**1) Medios de transporte.** Los vehículos que se utilicen para transportar la cosecha o el producto fresco desde la zona de su producción, lugar de recolección o almacenamiento, deberán ser adecuados para los fines propuestos y de un material y construcción de tal naturaleza que faciliten su perfecta limpieza, y deberán limpiarse y mantenerse de tal modo que no constituyan una fuente de contaminación para las frutas.

**2) Procedimientos de manipulación.** Todos los procedimientos de manipulación deberán ser de tal índole que impidan la contaminación del producto. Habrá de ponerse especial cuidado en el transporte de los productos perecederos para evitar su putrefacción o alteración. Deberá emplearse equipo especial - por ejemplo, de refrigeración - si la naturaleza del producto o las distancias a que haya de transportarse así lo aconsejen. Cuando se emplee hielo en contacto con las frutas, el hielo deberá satisfacer los requisitos sanitarios que se señalan en la Sección IV - A. (2c).

## **SECCIÓN IV - REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES Y LAS OPERACIONES DE ELABORACION**

### **A. Proyecto y construcción de las instalaciones**

**1) Emplazamiento, dimensiones y condiciones sanitarias.** Las edificaciones y la zona circundante deberán ser de tal naturaleza que puedan mantenerse razonablemente exentas de olores objetables, de humo, de polvo o de otros elementos contaminantes; deberán ser de una dimensiones suficientes para los fines que se persiguen sin que haya aglomeración de personal ni de equipo; deberán ser de construcción sólida y mantenerse en buen estado; deberán ser de un tipo de construcción que impida que entren o aniden insectos o pájaros o parásitos de cualquier clase; deberán proyectarse de tal modo que puedan limpiarse convenientemente y con facilidad. En las zonas donde existan elevadas concentraciones de

contaminantes arrastrados por el viento deberá utilizarse un equipo apropiado para eliminar los contaminantes que al ser transportados por el aire se hayan depositado o mezclado con el producto.

## **2) Instalaciones y controles sanitarios**

**a) Separación de las operaciones de elaboración.** Las zonas donde hayan de recibirse o almacenarse las materias primas, deberán estar separadas de las que se destinan a la preparación o envasado del producto final, de tal forma que se excluya la posibilidad de contaminación del producto terminado. Las zonas y los compartimientos destinados al almacenamiento, fabricación o manipulación de productos comestibles deberán estar separados y ser diferentes de los destinados a materias no comestibles. La zona destinada a la manipulación de los alimentos deberá estar completamente separada de aquellas partes del edificio que se destinen a viviendas del personal.

**b) Suministro de agua.** Deberá disponerse de un abundante suministro de agua fría y, cuando sea necesario, de un suministro adecuado de agua caliente. El agua habrá de ser de calidad potable.

Las normas de potabilidad no deberán ser inferiores a las estipuladas en las "Normas Internacionales para el Agua Potable" de la Organización Mundial de la Salud, 1971.

**c) Hielo.** El hielo deberá fabricarse con agua de calidad potable y habrá de tratarse, manipularse, almacenarse y utilizarse de manera que esté protegido contra las contaminaciones.

**d) Suministro auxiliar de agua.** Cuando se utilice agua que no sea potable - como, por ejemplo, para combatir los incendios - el agua deberá transportarse por tuberías completamente separadas, a ser posible identificadas con colores, y sin que haya ninguna conexión transversal ni sifonado de retroceso con las tuberías que conducen el agua potable.

**e) Instalación de cañerías y eliminación de aguas residuales.** Toda la instalación de las cañerías de eliminación de las aguas residuales (incluidos los sistemas de alcantarillado) deberán ser suficientemente grandes para soportar cargas máximas. Todas las conducciones deberán ser estancas y disponer de trampas y respiraderos adecuados. La eliminación de aguas residuales se efectuará de tal modo que no pueda contaminarse el suministro de agua potable. La instalación de cañerías y la forma de eliminación de las aguas residuales deberán ser aprobadas por el correspondiente organismo oficial competente.

**f) Iluminación y ventilación.** Las edificaciones deberán estar bien iluminadas y ventiladas. Deberá prestarse atención especial a los respiraderos y al equipo que produce calor excesivo, vapor de agua, humos o vapores nocivos, o aerosoles contaminantes. Es importante disponer de una buena ventilación para impedir tanto la condensación (con el posible goteo de agua sobre el producto) como el desarrollo de mohos en las estructuras altas, ya que estos mohos pueden caer sobre los alimentos. Las bombillas y lámparas colgadas sobre los alimentos, en cualquiera de las fases de la fabricación, deberán ser del tipo de seguridad, o protegidas de cualquier otra forma, para impedir la contaminación de los alimentos en el caso de rotura.

**g) Retretes y servicios.** Deberán instalarse retretes adecuados y convenientes y las zonas dedicadas a estos servicios deberán estar provistas de puertas que se cierren por sí mismas. Los retretes deberán estar bien iluminados y ventilados y no dar directamente a la zona donde se manipulen los alimentos y deberán mantenerse en perfectas condiciones higiénicas en todo momento. Dentro de la zona dedicada a retretes y sala de aseo, deberá haber servicios para lavarse las manos, y deberán ponerse rótulos en los que se requiera al personal que se lave las manos después de usar los servicios.

**h) Instalaciones para lavarse las manos.** Los empleados deberán disponer de instalaciones adecuadas y convenientes para lavarse y secarse las manos, siempre que así lo exija la naturaleza de las operaciones en las que intervienen. Deberán ser perfectamente visibles desde la planta de elaboración. Siempre que sea posible, se recomienda que se empleen toallas de uso personal que se desechan después de usadas, pero, de todos modos, el método que se emplee para secarse las manos deberá estar aprobado por el correspondiente organismo oficial competente. Los servicios e instalaciones deberán mantenerse en todo momento en perfectas condiciones higiénicas.

## **B. Equipo y utensilios**

**1) Materiales.** Todas las superficies que entren en contacto con los alimentos deberán ser lisas, estar exentas de picaduras, grietas y no estar descascarilladas; estas superficies no deberán ser tóxicas y habrán de ser inatacables por los productos alimenticios; capaces de resistir las operaciones repetidas de limpieza normal, y no deberán ser absorbentes, a menos que la naturaleza de un determinado proceso, aceptable desde otros puntos de vista, exija emplear una superficie, por ejemplo, de madera.

**2) Proyecto, construcción e instalación sanitarios.** El equipo y los utensilios deberán estar diseñados y contruidos de modo que prevengan los riesgos contra la higiene y permitan una fácil y completa limpieza. El equipo fijo deberá instalarse de tal modo que pueda limpiarse fácil y completamente.

**3) Equipo y utensilios.** El equipo y los utensilios empleados para materias contaminantes o no comestibles deberán marcarse, indicando su utilización, y no deberán emplearse para manipular productos comestibles.

**4) Equipo de desecación.** El equipo empleado para la desecación deberá estar construido, y emplearse de tal manera, que no pueda ser afectado desfavorablemente por el medio de desecación que se utilice.

## **C. Requisitos higiénicos de las operaciones**

Aunque pueden establecer requisitos adicionales más específicos para determinados productos, deberán cumplirse los siguientes requisitos mínimos en todas las operaciones de producción, manipulación, almacenamiento y distribución de los alimentos.

**1) Mantenimiento sanitario de la instalación, equipo y edificaciones.** La edificación, los utensilios, el equipo y todos los demás accesorios de la instalación deberán mantenerse en un buen estado de funcionamiento y limpios, en forma ordenada y en unas buenas condiciones sanitarias. En los lugares de trabajo y mientras esté funcionando la instalación, deberán eliminarse frecuentemente los materiales de desecho y deberán proveerse recipientes adecuados para verter las basuras. Los detergentes y desinfectantes empleados

deberán ser adecuados para los fines que se utilizan, y deberán utilizarse de tal forma que no constituyan ningún riesgo para la salud pública.

**2) Lucha contra los parásitos.** Deberán adoptarse medidas eficaces para evitar que entren y aniden en los edificios insectos, roedores, pájaros u otros parásitos.

**3) Prohibición de animales domésticos.** Deberá prohibirse terminantemente la entrada de perros, gatos y otros animales domésticos en la zona donde se elaboren o almacenen los alimentos.

**4) Salud del personal.** La dirección de la fábrica deberá notificar al personal que todo empleado que padezca heridas infectadas, tenga llagas o cualquier enfermedad, especialmente diarrea, deberá presentarse inmediatamente a la dirección. Esta tomará las medidas necesarias para garantizar que no se permita trabajar a ninguna persona que se sepa que padece alguna enfermedad transmisible por los alimentos, o que se sepa que es un vector de dichos microorganismos patógenos, o mientras continúe infectada por heridas, llagas o cualquier enfermedad, en ningún departamento de una fábrica de alimentos en que haya la probabilidad de que dicha persona pueda contaminar los alimentos con organismos patógenos o las superficies que entran en contacto con dichos alimentos.

**5) Sustancias tóxicas.** Todos los rodenticidas, fumigantes, insecticidas u otras sustancias tóxicas deberán almacenarse en cámaras o depósitos cerrados con llave, y sólo podrán ser manipulados por personal convenientemente capacitado para este trabajo. Deberá utilizarlos solamente el personal que posea un pleno conocimiento de los peligros implícitos, incluyendo la posibilidad de contaminación del producto, o bajo su supervisión directa.

#### **6) Higiene del personal y prácticas de manipulación de los alimentos**

a) Todas las personas que trabajen en una fábrica de productos alimenticios deberán mantener una esmerada limpieza personal mientras estén de servicio. Sus ropas, incluyendo el tocado adecuado de la cabeza, habrán de ser apropiadas para las tareas que realicen y mantenerse limpias.

b) Deberán lavarse las manos tantas veces como sea necesario para cumplir con las prácticas higiénicas prescritas para las operaciones.

c) En las zonas donde se manipulen los alimentos estará prohibido escupir, comer y el uso de tabaco y masticar chicle.

d) Deberán tomarse todas las precauciones necesarias para evitar la contaminación de los productos alimenticios o de los ingredientes con cualquier sustancia extraña.

e) Las rozaduras y cortaduras de pequeña importancia en las manos deberán curarse y cubrirse convenientemente con un vendaje impermeable adecuado. Deberá existir un botiquín de urgencia para atender los casos de esta índole, con el fin de evitar la contaminación de los alimentos.

f) Los guantes que se empleen para manipular los alimentos se mantendrán en perfectas condiciones de higiene y estarán limpios. Estarán fabricados de un material impermeable,

excepto en aquellos casos en que su empleo sea inapropiado o incompatible con los trabajos que hayan de realizarse.

#### **D. Requisitos de las operaciones y de la producción**

##### **1) Manipulación de las materias primas.**

a) Criterios de aceptación. La fábrica no deberá aceptar ninguna materia prima si se sabe que contiene sustancias descompuestas, tóxicas o extrañas que no puedan ser eliminadas en medida aceptable con los procedimientos normales de clasificación o preparación empleados por la fábrica.

b) Almacenamiento. Las materias primas almacenadas en los locales de la fábrica deberán mantenerse en condiciones tales que estén protegidas contra la contaminación e infestación, y que las posibilidades de alteración se reduzcan a un mínimo.

c) Agua. El agua empleada para transportar las materias primas al interior de la fábrica deberá ser de una procedencia tal, o estar tratada de tal modo que no constituya un riesgo para la salud pública, y deberá emplearse únicamente mediante la previa autorización del organismo oficial competente.

**2) Inspección y clasificación.** Las materias primas, antes de ser introducidas en el proceso de elaboración o en un punto conveniente del mismo, deberán someterse a inspección, clasificación o selección, según las necesidades, para eliminar las materias inadecuadas. Estas operaciones deberán realizarse en condiciones sanitarias y de limpieza. En las operaciones ulteriores de elaboración, solamente deberán emplearse materias limpias y en buen estado.

**3) Lavado u otra preparación.** La materia prima deberá lavarse según sea necesario para separar la tierra o eliminar cualquier otra contaminación. El agua que se haya utilizado para estas operaciones no deberá recircularse, a menos que se haya tratado adecuadamente para mantenerla en unas condiciones que no constituya un peligro para la salud pública. El agua empleada para las operaciones de lavado, enjuagado o transporte de los productos alimenticios terminados, deberá ser de calidad potable.

**4) Preparación y elaboración.** Las operaciones preparatorias para obtener el producto terminado y las operaciones de envasado, deberán sincronizarse de tal forma que se logre una manipulación rápida de unidades consecutivas en la producción, en condiciones que eviten la contaminación, alteración, putrefacción o el desarrollo de microorganismos infecciosos o toxicogénicos.

##### **5) Envasado del producto terminado**

a) Materiales. Los materiales que se empleen para envasar deberán almacenarse en condiciones higiénicas y no deberán transmitir al producto sustancias objetables más allá de los límites aceptables por el organismo oficial competente, y deberán proporcionar al producto una protección adecuada contra la contaminación.

b) Técnicas. El envasado deberá efectuarse en condiciones tales que impidan la contaminación del producto.

**6) Conservación del producto terminado.** Los métodos de conservación o tratamiento del producto terminado deberán ser de tal naturaleza que eliminen toda clase de insectos o ácaros, que puedan haber quedado después de la elaboración, y ofrezcan protección contra la contaminación, la alteración o desarrollo de un riesgo para la sanidad pública. El contenido de humedad del producto terminado deberá ser tal que le permita mantenerse en los lugares de origen y distribución en cualquiera de las condiciones normalmente previsibles para dichos lugares, sin alteraciones importantes debidas a putrefacción, hongos, alteraciones enzimáticas u otras causas. El producto terminado además de someterse a las operaciones de desecación aplicables, podrá tratarse con sustancias conservadoras químicas en las dosis aprobadas por la Comisión del Codex Alimentarius, según se indica en las normas de productos del Codex, tratarse con calor y/o envasarse en recipientes herméticamente cerrados, de manera que el producto permanezca en buen estado y no se altere en las condiciones normales de un almacenamiento sin refrigeración.

**7) Almacenamiento y transporte de los productos terminados.** Los productos terminados deberán almacenarse y transportarse en condiciones tales que excluyan la contaminación, o su desarrollo, con microorganismos patógenos o toxicogénicos, y protejan contra la infestación por roedores e insectos y contra la alteración del producto o del recipiente.

a) El producto deberá almacenarse en condiciones convenientes de tiempo, temperatura, humedad y atmósfera, para evitar cualquier alteración importante.

b) Cuando las frutas desecadas se almacenen en condiciones en las que puedan resultar infectadas por insectos y ácaros, deberán emplearse de un modo regular métodos de protección apropiados. Las frutas desecadas deberán almacenarse de tal modo que puedan fumigarse in situ, o almacenarse de tal forma que puedan trasladarse a otro lugar para su fumigación con equipo especial (por ejemplo, cámaras de fumigación, gabarras de acero, etc.). Podrá emplearse el almacenamiento en frigoríficos, ya sea para evitar la infestación en los lugares en que es probable que haya insectos en los almacenes ordinarios, o bien para evitar que los insectos dañen las frutas.

### **E. Programa de control sanitario**

Es conveniente que cada industria, por su propio interés, designe una persona, cuyas obligaciones preferiblemente estén separadas de las operaciones de producción, que asuma la responsabilidad de la limpieza de la fábrica. El personal a sus órdenes estará constituido por empleados permanentes de la organización, y estará bien adiestrado en el manejo de material especial para la limpieza, en el montaje y desmontaje del equipo de limpieza y deberá además ser consciente de la importancia de la contaminación y de los riesgos que ésta lleva consigo. Las zonas críticas, el equipo y los materiales, serán objeto de atención especial como parte de un programa permanente de saneamiento.

### **F. Procedimientos de control de laboratorio**

Además de los controles efectuados por el órgano oficial competente, es conveniente que cada fábrica, en su propio interés, disponga de su propio laboratorio - o tenga acceso a uno - para el control de la calidad sanitaria de las frutas elaboradas. La magnitud y tipo de dicho control variarán según las frutas y según las necesidades de la explotación. Este control deberá rechazar todas las frutas que no sean aptas para el consumo humano. Los procedimientos analíticos empleados deberán ajustarse a métodos reconocidos o métodos normalizados, con el fin de que los resultados puedan interpretarse fácilmente.

## **SECCIÓN V - ESPECIFICACIONES APLICABLES AL PRODUCTO TERMINADO**

Deberán emplearse métodos apropiados para el muestreo, el análisis y las determinaciones que figuran en las siguientes especificaciones:

- A. En la medida compatible con las buenas prácticas de fabricación, los productos deberán estar exentos de sustancias objetables.
- B. Los productos no deberán contener ningún microorganismo patógeno, ni ninguna sustancia tóxica producida por microorganismos.
- C. Los productos deberán satisfacer los requisitos estipulados por los Comités del Codex Alimentarius sobre Residuos de Plaguicidas y sobre Aditivos Alimentarios, que figuran en las listas autorizadas o en las normas de productos del Codex.

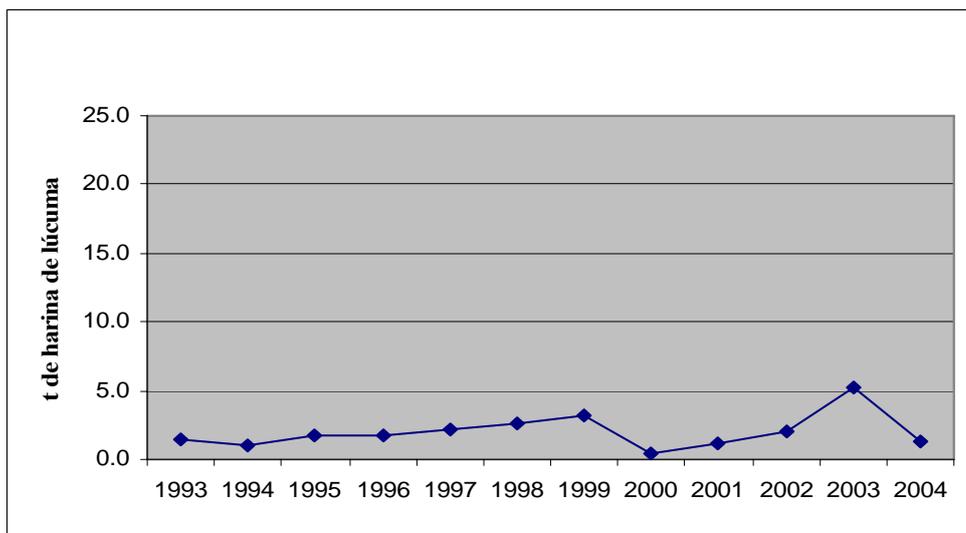
**ANEXO 5****GRÁFICOS DE EXPORTACIONES PERUANAS DE LÚCUMA EN SUS DIVERSAS PRESENTACIONES EN FORMA PARCIAL Y TOTAL**

Gráfico A5.1. Exportación de harina de lúcuma (1993-2004)

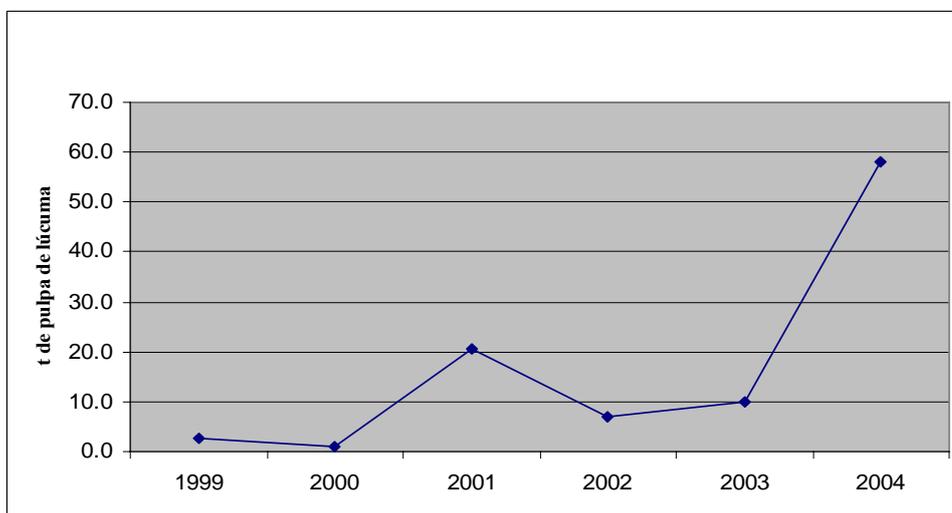


Gráfico A5.2. Exportación de pulpa de lúcuma (1999-2004)

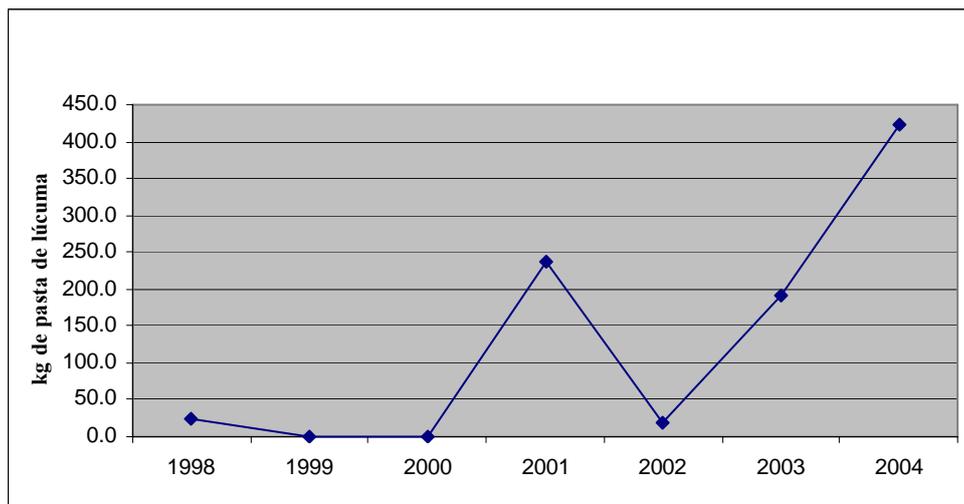


Gráfico A5.3. Exportación de pasta de lúcuma (1998-2004)

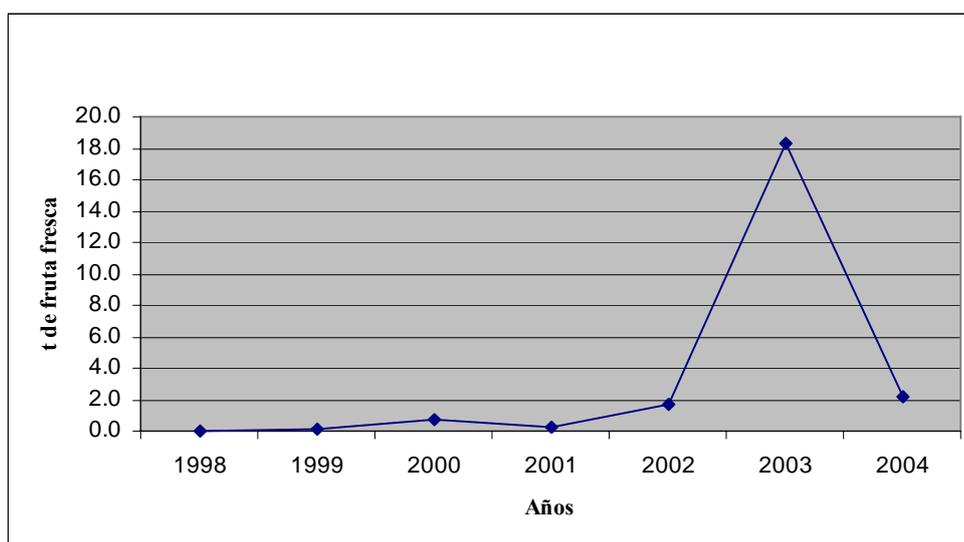


Gráfico A5.4. Exportación de fruta de lúcuma (1998-2004)

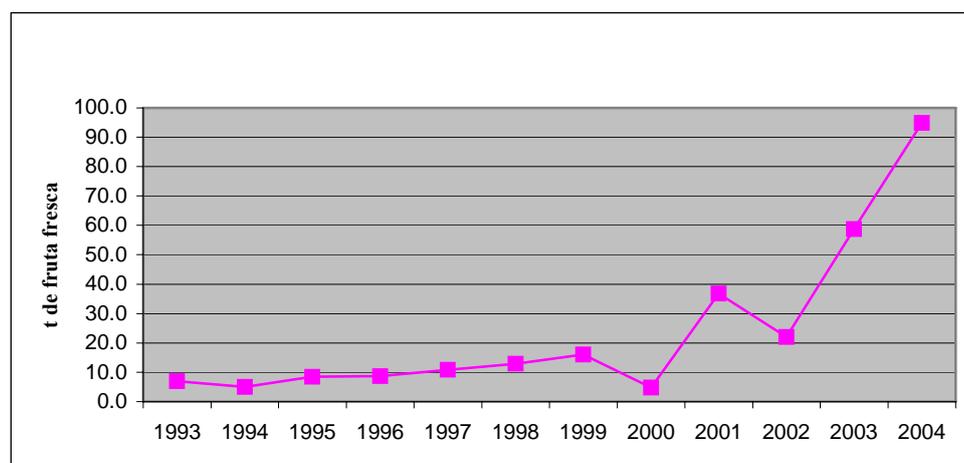


Gráfico A5.5. Exportación total de lúcuma y sus derivados (1993-2004)